



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“DISEÑO DE UNA RED METROETHERNET PARA
MULTISERVICIOS DE NUEVA GENERACIÓN”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA
P R E S E N T A :

**VICENTE MÉNDEZ ROSALES
MAURICIO QUETZALCÓATL SEGURA ROJAS**

ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS



Estado de México

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

	Índice	I
	Introducción	III - VI
	Capítulo I Jerarquía digital sincrona de nueva generación	1
1.1	Diseño del enlace	2
1.2	Cálculo de las pérdidas ópticas	6
1.3	Jerarquía digital sincrona	10
1.3.1	Interfaces	12
1.3.2	Trayectorias	13
1.4	Transporte y mapeo de señales	14
1.4.1	Mapeo	14
1.4.2	Capacidad de transporte	15
1.4.3	Concatenación	16
1.4.4	LAPS6 (Procedimiento de Acceso a Enlace SDH)	18
1.5	Elementos y Topología SDH	20
1.5.1	Elementos de Red	20
1.5.2	Topologías	22
1.6	Evolución de sdh	23
1.6.1	Convergencia	24
1.6.2	SDH a futuro	26
1.7	Sdh de nueva generación	27
1.7.1	Arquitectura Modular Multifuncional	28
1.7.2	Transporte en NG SDH	30
1.7.3	Procedimiento Genérico de Entramado	32
1.8	Concatenación virtual	34
1.8.1	Comparación entre concatenación contigua y virtual	35
	Capítulo II hardware y creación de circuitos ethernet	39
2.1	Hardware	40
2.2	Descripción de unidades del equipo	41
2.3	Topologías	44
2.3.1	MS-SPRings de dos fibras	44
2.4	Especificaciones técnicas de las tarjetas	47
2.4.1	Tarjetas eléctricas	47
2.4.2	Especificaciones para las tarjetas eléctricas	49
2.4.3	Tarjetas ópticas	51
2.4.4	Especificaciones para las tarjetas ópticas	54
2.5	Tarjeta ethernet	56
2.5.1	Especificaciones de la tarjeta ML1000-2	58
2.6	Protección de tarjetas	58
2.6.1	Protección 1:1	58
2.6.2	Protección 1: N	59
2.6.3	Conmutación con reversión	60
2.6.4	Lineamientos de la protección 1: N	60
2.7	Aplicación de las tarjetas serie ml	61
2.8	Tarjeta de datos ONS 15305	63
2.9	Temporización de nodo	65
2.10	Servicios metro ethernet interoperabilidad cisco-cisco	67
2.10.1	Equipo de medición	67
2.10.2	Prueba punto a punto con interfaz Ethernet/Fast Ethernet y nodo Spoke	68
2.10.3	Habilitación y configuración puerto Ethernet/Fast Ethernet en equipo ONS 15302	70
2.10.4	Habilitación Puerto y Estructuración del puerto SDH	71
2.10.5	Creación de conexión WAN mapper	72
2.10.6	Creación de mapeo WAN a SDH	74
2.10.7	Creación de VLAN	75

DISEÑO DE UNA RED METROETHERNET PARA MULTISERVICIOS DE NUEVA GENERACIÓN

2.11	Configuración del (Resilient Packet Ring) RPR	76
	Capítulo III Ingeniería de la red y configuración del anillo	81
3.1	Ethernet	81
3.1.1	Configuración del (Resilient Packet Ring) RPR	82
3.1.2	10 Gb Ethernet	83
3.1.3	Metro Ethernet	83
3.2	Servicios de metro ethernet	84
3.3	Relación entre Metro Ethernet y NG SDH	89
3.4	Anillo de Paquetes Resilente (RPR)	90
3.4.1	RPR y NG SDH	92
3.5	NG SDH en operadores telefónicos	92
3.6	Metro ethernet en operadores telefónicos	96
3.7	Servicios metro ethernet en Telmex	97
3.8	Configuración de los servicios metro ethernet en Telmex	101
	Conclusiones	104
	Glosario	111
	Bibliografía	115

Objetivo

Por medio de este trabajo de tesis se describirán las principales características de los servicios Metro Ethernet de acuerdo a normas internacionales¹ para SDH de Nueva Generación (NG SDH) que es el nombre dado a la plataforma que incluye una serie de procedimientos, estándares y protocolos incorporados a los equipos SDH de reciente diseño adaptando la rentabilidad, eficiencia y calidad de servicio que demanda el tráfico de datos, pero a la vez aprovechando la confiabilidad y ancho de banda que ofrecen las redes de Fibra Óptica y la tecnología WDM para servicios triple play.

Introducción

La innovación, es la línea de vida para sobrevivir en el mercado de las telecomunicaciones, ha estimulado la industria de las telecomunicaciones para adoptar la Nueva Generación de SDH como la solución más económica y tecnológicamente factible para transmitir voz y datos en redes de transporte.

La demanda de servicios en las redes de área metropolitana está creciendo, pero los proveedores deben ser conservadores y conscientes de los costos a medida que expanden o evolucionan redes para satisfacer la nueva demanda. Tienen que ampliar el valor de los sistemas instalados, ejecutar más servicios sobre las redes existentes, retener clientes mediante la oferta a la carta acceso a una gama de tipos de servicios, y reducir el costo de la prestación de dichos servicios.

SDH (el estándar internacional) han sido utilizados ampliamente por operadores telefónicos y empresas de transporte por más de una década.

¹ IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet), 802.3ae.(10GigabitEthernet), 802.17 (Anillo de recuperación de paquetes (RPR; Resilient PacketRing)

“Mientras la demanda de ancho de banda se incrementa, o el equipo se torna obsoleto en redes metropolitanas, los proveedores de servicios comprarán equipo de Nueva Generación SDH para ahorrar costos iniciales, gastos a largo plazo, energía y espacio²”.

La nueva generación SDH es un término que describe un rango de desarrollos basados en estándares y propietarios que están construidos en la infraestructura disponible SDH. Desplegado en primer lugar por operadores de larga distancia como una forma para soportar nuevos servicios tales como Ethernet, la nueva generación SDH permite la entrega de datos con alta velocidad, y muy alto ancho de banda aún con presupuestos muy limitados.

En la década de los 70s, personal de la empresa Xerox desarrollaron un sistema para la comunicación entre sistemas de cómputo. Era la primera red de área local (LAN). Fue tan flexible y versátil que se le nombro como "Ethernet", es decir, red basada en éter o lo que es lo mismo: un sistema de comunicación que pudiera funcionar sobre cualquier medio físico. Con el paso del tiempo, el IEEE estandarizó Ethernet bajo la recomendación 802.3. Ethernet ha llegado a dominar la LAN por su simplicidad, prestaciones y bajo coste. Sin embargo, se ha visto tradicionalmente confinado al entorno LAN debido a limitaciones técnicas.

Los organismos de estandarización (IEEE, IETF, ITU) y los acuerdos entre fabricantes, están jugando un papel determinante en su evolución. Incluso se ha creado el MEF (**Metro Ethernet Forum**), organismo dedicado únicamente a definir Ethernet como servicio metropolitano.

Hoy en día la tecnología nos proporciona las herramientas necesarias para superar dichas limitaciones. Así, podemos afirmar que:

- La distancia ya no es una limitación.

²Nueva Generación SONET/SDH Tecnologías y Aplicaciones, Habisreitinger Werner.
<http://www.jdsu.com/Solutions/Pages/default.aspx>

- Las tecnologías ópticas nos permiten transportar Ethernet a decenas e incluso centenares de kms
- La fiabilidad y la redundancia han dejado de ser un problema y hoy en día los fabricantes de equipamiento.

Ethernet aportan soluciones tan fiables como las de telefonía tradicional TDM, con tiempos de protección similares³.

- La capacidad de crecimiento de las redes Ethernet se ha incrementado en varios órdenes de magnitud, gracias a modificaciones de la tecnología
- La seguridad y la separación entre usuarios se ha reforzado gracias a tecnologías de tunelización⁴

Las ventajas de Metro Ethernet son:

Mejor producción empresarial: Permite aprovechar aplicaciones IP (Triple play) que son difíciles de implementar con redes Frame Relay o TDM multiplexación de tiempo como VoIP y streaming⁵ de video o broadcast en vivo. Mejor integración con redes preestablecidas: Se conecta muy fácilmente con las redes de area local existentes.

Reducción de gastos: Metro ethernet generalmente proporciona una red conmutada de capa de enlace de datos de ancho de banda. Se puede administrar video, datos y voz en la misma infraestructura. El ancho de banda es elevado y las conversiones se eliminan (ATM o Frame Relay). Permite conectar varios sitios de una area extensa entre sí y con internet.

³Ingenieros de Telecomunicación (conchi_aller@yahoo.com) (jrabadan@nortelnetworks.com) (j.javier.pastor@ericsson.com)

⁴ Es una red privada que se extiende, mediante un proceso de encapsulación y en su caso de encriptación, de los paquetes de datos a distintos puntos remotos mediante el uso de unas infraestructuras públicas de transporte. Los paquetes de datos de la red privada viajan por medio de un "túnel" definido en la red pública. <http://www.astrolabio.net/canal/contenido/redes-privadas-virtuales-1013703.php>

⁵ El streaming consiste en la distribución de audio o video por Internet. La palabra streaming se refiere a que se trata de una corriente continua (sin interrupción). El usuario puede escuchar o ver en el momento que quiera. Este tipo de tecnología permite que se almacenen en un búfer lo que se va escuchando o viendo. El streaming hace posible escuchar música o ver videos sin necesidad de ser descargados previamente. <http://es.wikipedia.org/wiki/Streaming>

El presente trabajo es el desarrollo de un caso práctico (Por el operador dominante a nivel nacional para su red de transporte), que es el describir una red virtual de nueva generación montada en anillos SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Jerarquía Digita Síncrona, a nivel STM -16.

En este trabajo de tesis se explicará lo siguiente:

Capítulo 1. Se hará una descripción de la Jerarquía Digital Síncrona, como se multiplexa la señal y su estructura de trama para servicios STM-16 (Modo de transferencia Síncrona de Nivel 4) que conlleva una velocidad de transporte de 2.448 Gb/s, así mismo se hace mención de las redes de nueva generación y sus diversos protocolos.

Capítulo 2. En este Capítulo se hará mención del Hardware y de circuitos ethernet para redes de nueva generación mostrando la topología y la especificaciones técnicas para la elaboración de circuitos tipo RPR (Tecnología Resilient Packet Ring para topologías en anillos de fibra óptica en escenarios MAN y WAN).

Capítulo 3. Aquí se describirán las principales aplicaciones de la SDH NG y su implementación en operadores telefónicos

Capítulo 1

Jerarquía digital síncrona de nueva generación

El aumento en la demanda de mayor ancho de banda llevó a las empresas de telecomunicaciones a buscar nuevas y mejores opciones tecnológicas que les permitiera aprovechar sus recursos y lograr una mejor administración y control sobre los elementos de red, es así como estas necesidades y el desarrollo de las fibras ópticas llevaron a la creación de tecnologías que ofrecieran estas características.

La respuesta tecnológica por el lado americano fue encontrada en Sonet¹ (Redes Ópticas Síncronas) convirtiéndose rápidamente en un estándar por ANSI, por su parte en la UIT se desarrolló la Jerarquía Digital Síncrona (SDH) adoptada por Europa y la mayor parte del mundo. Ambas incluyen en su estructura la oportunidad invaluable de la administración centralizada, brindando a las empresas de telecomunicaciones un mayor control, calidad y disponibilidad de su red.

La fibra óptica, en comparación con el cable coaxial, tiene varias ventajas técnicas. Por ejemplo, las señales que viajan en la fibra en forma de luz se atenúan muy poco a grandes distancias por lo cual la necesidad de amplificadores disminuye drásticamente. Además, como las señales que transporta la fibra no son de radio frecuencia, están libres de varios tipos de interferencias electromagnéticas y ruidos que afectan en gran medida a las señales que transporta el cable coaxial. Y por último, la fibra óptica tiene una gran capacidad de ancho de banda limitado únicamente por los equipos conectados a ésta.

¹ Las comunicaciones entre varias redes diferentes es muy costosa debido a las diferentes en Jerarquías de señal, técnicas de codificación y estrategias de multiplexación, para resolver este problema SONET estandariza estos formatos. Permite transmitir diferentes tipos de formato a través de una sola línea.

Es una interfaz para la transmisión óptica que fue propuesta por BellCore y después normalizada por la ANSI.

SONET está destinada a proporcionar una especificación que aproveche las ventajas de la alta velocidad que proporciona la transmisión digital usando fibra óptica

El aumento de flexibilidad de configuración y ancho de banda disponible de SONET provee significativas ventajas sobre los viejos sistemas de telecomunicaciones. Estas ventajas incluyen:

- Reducción en requerimiento de equipos y un incremento de confiabilidad en la red.
- Definición de formato de multiplexación sincrónico de llevar niveles de señal digital de bajo nivel. (como DS1,DS3) y una estructura sincrónica que simplifica la señal de interfaz a switches digitales

http://www.tek.com/Masurement/App_Notes/SONET/intro.pdf

Debido a las ventajas que tiene la fibra óptica frente al cable coaxial, no se sabe con certeza hasta qué punto lo va a sustituir. Sin embargo, lo que sí está comprobado es que una arquitectura de red con más fibra óptica se convierte en una red más confiable.

Para la operación, instalación, mantenimiento y reparación de una red de telecomunicaciones con fibra óptica, se requiere conocer técnicas especializadas. Es muy importante que el personal del sistema de cable esté capacitado y que cuente con la herramienta apropiada para trabajar con los equipos ópticos.

1.1 Diseño del enlace

Primeramente se determinara la arquitectura del enlace con base en la ubicación de las poblaciones de interés, el tamaño de las mismas, la penetración esperada y los servicios que se pretendan ofrecer.

- Para calcular un enlace óptico se utilizan las pérdidas que experimenta la señal al viajar por la fibra, por los conectores, por fusiones y por cualquier otro dispositivo. Con base en la atenuación total se calcula la potencia óptima de transmisión.
- El cálculo de la potencia del transmisor permite garantizar la llegada de un nivel de **0 dBm** (cero decibeles referidos a 1 miliwatt) a la entrada de cada uno de los receptores ópticos. Este valor permitirá a su vez obtener el valor de los acopladores ópticos necesarios para distribuir la señal en las diferentes rutas.

El procedimiento para realizar el diseño de un enlace óptico es el siguiente:

Tener la ubicación y la distancia precisa entre cada una de los nodos de interés.

Considere el caso de la siguiente figura.

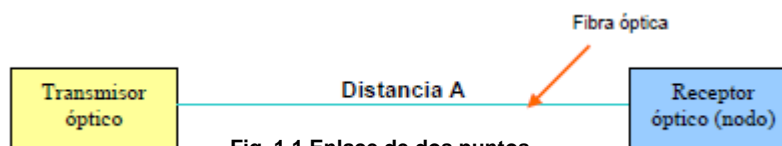


Fig. 1.1 Enlace de dos puntos.

La pérdida de luz en una fibra óptica es muy pequeña (Fig. 1.2). Las dos longitudes de onda utilizadas en la fibra son 1310 nm y 1550 nm. A una longitud de onda (λ) de 1310 nm la atenuación típica es de **0.35 dB/km**, mientras que para 1550 nm es de **0.25 dB/km**.

- Para conocer la pérdida total de señal a través de la ruta y calcular el valor de la potencia del transmisor, se debe conocer primero la **atenuación** de la fibra por unidad de distancia.
- Considerar la pérdida extra por catenaria (curva que describe una cadena suspendida por sus extremos, sometida a un campo gravitatorio uniforme) y por las reservas de fibra. Para el cálculo se recomienda agregar un **10% extra de la distancia** en la ruta por catenaria y reservas de fibra.

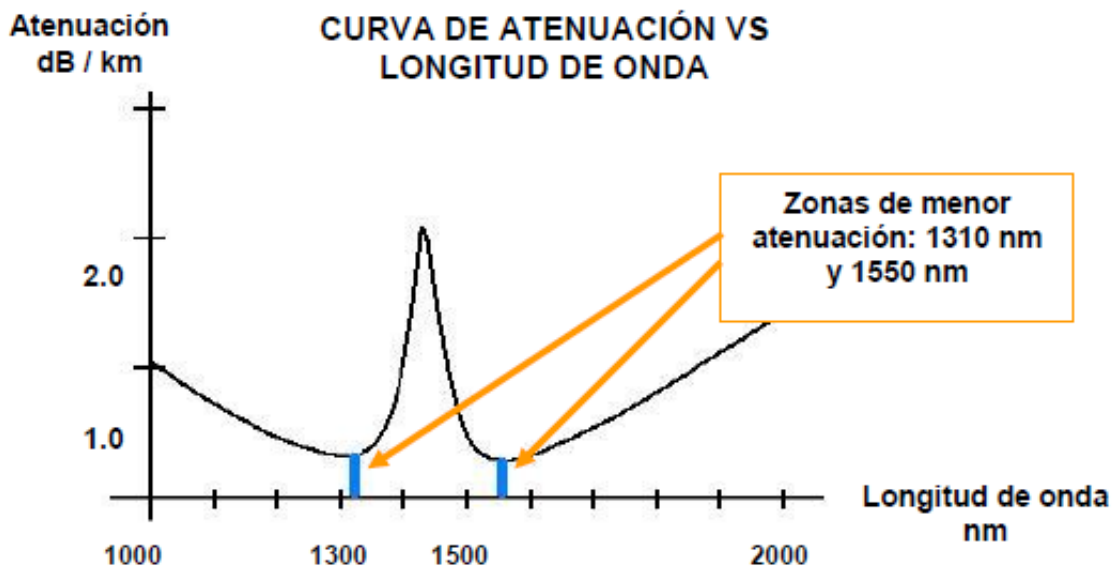


Fig.1.2 Curva de atenuación en la fibra óptica.

- Una vez que se han considerado todos estos factores, con el valor de la pérdida típica por kilómetro de la fibra (dependiendo de la longitud de onda), se efectúa el cálculo de la pérdida total de la ruta. Suponiendo que la distancia A es de 12 km, a 1310 nm se tiene:

Pérdida total por fibra = [distancia A (km) +10% distancia A (km)] x [atenuación (dB/km)].

$$\begin{aligned} \text{Pérdida total por fibra} &= [A + 0.1(A)](0.35) \\ &= [12 + 0.1 (12)](0.35) \\ &= 4.242 \text{ dB} \end{aligned}$$

- Al resultado de la pérdida total por fibra (en este caso 4.242 dB) se le debe sumar la pérdida por **conectores y empalmes**. Para este cálculo se considerará 0.05 dB por cada conector y 0.25 dB por cada fusión. Sin embargo, estos valores son una aproximación, por lo tanto, se sugiere utilizar el valor indicado por cada fabricante en las hojas de especificaciones.
- Cada enlace puede ser diferente debido al número de conectores y/o fusiones que tiene. Generalmente se necesitan varias fusiones a lo largo de la ruta y conectores en el transmisor, receptor y en otros equipos.

Para el ejemplo de la Fig. 1.1 suponemos que hay 2 conectores y 4 fusiones (Fig.1.3).

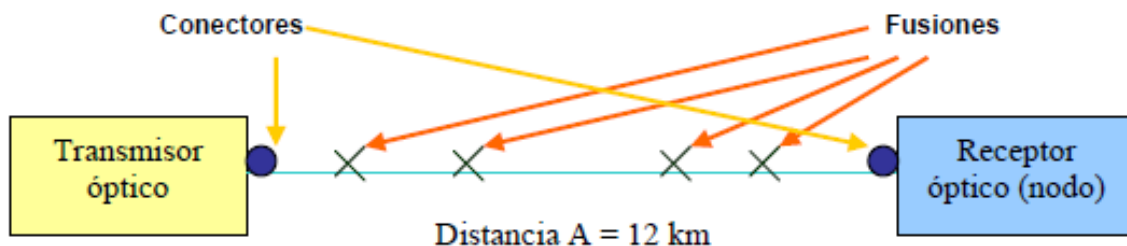


Fig.1.3 Enlace con fusiones y conectores.

Siguiendo con el cálculo del enlace de la figura anterior, se tiene:

$$\text{Pérdida total por conectores} = 0.25 \times 2 = 0.5 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida total por fusiones} = 0.05 \times 4 = 0.2 \text{ dB}$$

Con los datos anteriores se calcula la **pérdida total**:

Pérdida total = Pérdida total por fibra (dB) + Pérdida total por conectores (dB) + Pérdida total por fusiones (dB).

Pérdida total = 4.242 + 0.5 + 0.2 = 4.942 dB

Ahora, se hace la **conversión de dB a mW** mediante la fórmula:

$$\text{mW} = \text{antlog} \left(\frac{\text{dB}}{10} \right)$$

$$\text{mW} = \text{antlog} \left(\frac{4.942}{10} \right) = 3.12 \text{ mW}$$

Por lo tanto, la potencia requerida del transmisor para el caso del ejemplo 1 sería de 3.12 mW (Fig. 1.4).

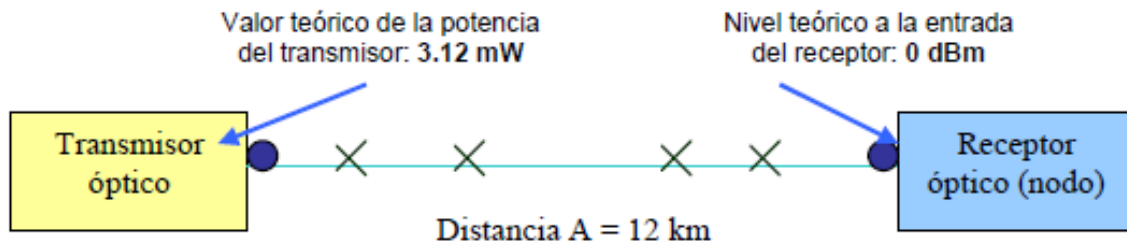


Fig. 1.4 Valor teórico del transmisor óptico.

Se recomienda seleccionar un transmisor óptico con un valor comercial ligeramente mayor al valor teórico (redondeo hacia arriba) para garantizar un nivel de 0 dBm a la entrada del receptor óptico. Si se excede por mucho el valor, entonces probablemente será necesario colocar un atenuador óptico a la entrada del receptor para ajustar el valor².

² **CINIT**, Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones, Guía básica para el operador de cable de fibra óptica, pp. 6-9

1.2 Cálculo de las pérdidas ópticas

El margen de pérdidas en el balance de potencia óptica se define como las pérdidas, en dB, entre puntos de referencia, S/R y R/S (Puntos de referencia), de la ODN. Red de distribución óptica (*Optical Distribution Network*). Incluye las pérdidas debidas a la longitud de las fibras y a los componentes ópticos pasivos (por ejemplo dispositivos de derivación óptica, empalmes y conectores). El margen de pérdidas tiene el mismo valor en los sentidos descendente y ascendente.

Los parámetros indicados a continuación son importantes para la calidad global del sistema:

- Diferencia máxima de las pérdidas entre los trayectos ópticos de la ODN;
- Valor máximo de pérdidas de trayecto admisible, definido como la diferencia entre la mínima potencia de salida del transmisor y la máxima sensibilidad del receptor, ambos en condiciones de fin de vida (incluyendo las variaciones debidas a la temperatura, el envejecimiento, etc.);
- Valor mínimo de las pérdidas admisibles, definido como la diferencia entre la máxima potencia de salida del transmisor y la mínima sobrecarga del receptor, ambas en condiciones de fin de vida.

Estas pérdidas máximas y mínimas se definirán para los márgenes necesarios de condiciones ambientales y longitudes de onda y no se medirán solamente para una longitud de onda, temperatura e instante determinados.

En la fig. 1.5 se representa esquemáticamente el trayecto óptico descendente entre el OLT, Terminal de línea óptica (*Optical line terminal*) y una ONU, Unidad de red óptica (*Optical Network Unit*) específica.

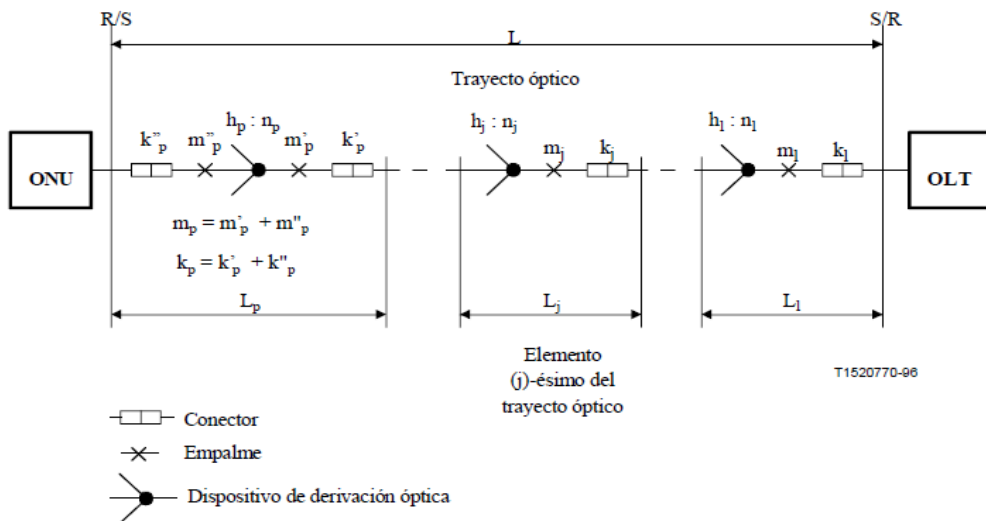


Fig.1.5 Representación esquemática del trayecto óptico entre el OLT y la ONU.

La ODN es componente de P niveles de división, aun cuando suelen adoptarse 1 ó 2 niveles. En la ODN pueden identificarse varios trayectos ópticos que conectan, cada uno de ellos, una ONU específica al OLT. El trayecto óptico entre el OLT y la ONU o, más generalmente, entre los puntos de referencia S/R y R/S está constituido por una sucesión de P elementos de trayecto óptico. El nivel de división de P -ésimo se representa como una sucesión de P elementos del trayecto óptico. El elemento j -ésimo del trayecto óptico empieza en el puerto de salida del dispositivo $(j-1)$ -ésimo de derivación óptica y termina en el puerto de salida del j -ésimo dispositivo de derivación óptica, salvo en las excepciones siguientes:

- $j = 1$, el elemento del trayecto óptico empieza en el punto de referencia S/R y termina en el puerto de salida del primer dispositivo de derivación óptica (o, para $P = j = 1$, en el punto de referencia R/S).
- $j = P$, el elemento del trayecto óptico empieza en el puerto de salida del dispositivo $(P-1)$ -ésimo de derivación óptica (o, para $P = j = 1$, en el punto de referencia S/R) y termina en el punto de referencia R/S, a fin de tener en cuenta los posibles empalmes y conectores presentes en la salida tras el último dispositivo de derivación óptica.

El elemento (j)-ésimo del trayecto óptico consta de la fibra óptica de longitud L_j y de los siguientes componentes ópticos pasivos (la secuencia de componentes de cada elemento del trayecto es arbitraria):

- El dispositivo (j)-ésimo de derivación óptica con relación de división, h_j ; n_j ($h_j \geq 1, n_j \geq 1$)
- k_j conectores, siendo $k_j \geq 0$
- m_j empalmes, siendo:

$$m_j = \bar{m}_{dj} L_j + \bar{m}_{rj} L_j + m_{aj}$$

Donde:

- \bar{m}_{dj} es el número medio de empalmes previstos por unidad de longitud de fibra en la primera fase de instalación;
- \bar{m}_{rj} es el número medio de empalmes de reparación por unidad de longitud de fibra previsto en la fase de explotación;
- m_{aj} es el número de empalmes adicionales previstos no tenidos en cuenta en la cifra $\bar{m}_{rj} L_j$ en la primera fase de instalación; m_{aj} tiene en cuenta los empalmes debidos a la instalación del dispositivo de derivación óptica y los empalmes adicionales en los puntos de terminación de la ODN (por ejemplo, en un bastidor de distribución óptica interno de la central, en el punto de terminación óptica del lado ONU).

En conclusión, el trayecto óptico completo se compone de una fibra óptica de longitud

$$L = \sum_{j=1}^p L_j \text{ y}$$

Y de los siguientes componentes ópticos pasivos:

- $P =$ número de dispositivos de derivación óptica con relación de división $h_j:n_j$ ($h_j \geq 1, n_j \geq 1, j = 1, \dots, P$);
- $k = \sum_{j=1}^P k_j$ conectores;
- $m = \sum_{j=1}^P m_j$ empalmes.

La relación de división global de los trayectos ópticos es:

$$n = \prod_{j=1}^P n_j .$$

Los límites superior e inferior de las pérdidas del trayecto óptico se obtienen en este ejemplo, respectivamente, restando del valor medio de la distribución resultante, o sumando al mismo, una cifra igual a tres veces la desviación típica. Si se utiliza una aproximación de distribución gaussiana para las pérdidas de todos los componentes que intervienen, no es necesario calcular la distribución estadística completa de las pérdidas de trayecto total y se determinarán directamente las pérdidas de los casos más desfavorable y más favorable para cada configuración de trayecto óptico, de la siguiente manera.

La confianza estadística de estos límites superior e inferior puede ser mejor del 99% utilizando distribuciones gaussianas con tres desviaciones típicas.

Límite superior de las pérdidas.

$$(mS_{\mu} + kC_{\mu} + LF_{\mu} + bB_{\mu} + M_{\mu}) + 3\sqrt{mS_{\sigma^2} + kC_{\sigma^2} + LF_{\sigma^2} + bB_{\sigma^2} + M_{\sigma^2}}$$

Límite inferior de las pérdidas.

$$(mS_{\mu} + kC_{\mu} + LF_{\mu} + bB_{\mu} + M_{\mu}) - 3\sqrt{mS_{\sigma^2} + kC_{\sigma^2} + LF_{\sigma^2} + bB_{\sigma^2} + M_{\sigma^2}}$$

Siendo:

m = número de empalmes

k = número de conectores

L = longitud de la fibra (km)

b = número de dispositivos de derivación óptica

S_{μ} = pérdidas medias de empalme (dB)

C_{μ} = pérdidas medias de conector (dB)

F_{μ} = pérdidas medias de la fibra (dB/km)

B_{μ} = pérdidas medias del dispositivo de derivación óptica (dB)

M_{μ} = pérdidas medias de diversos dispositivos (dB)

S_{σ} = desviación típica de las pérdidas de empalme (dB)

C_{σ} = desviación típica de las pérdidas de conector (dB)

F_{σ} = desviación típica de las pérdidas de fibra (dB/km)

B_{σ} = desviación típica de las pérdidas del dispositivo de derivación óptica (dB)

M_{σ} = desviación típica de las pérdidas de diversos dispositivos (dB)

La utilización de una distribución gaussiana para las pérdidas de los componentes da lugar a diferencias que, en general, repercuten sólo ligeramente en el cálculo de las pérdidas totales del trayecto. No obstante, para algunos componentes (por ejemplo, los empalmes y conectores), la distribución estadística no es gaussiana y hay que actuar con cautela al efectuar este análisis. En los dispositivos de derivación óptica de fibras fundidas, puede ser necesario considerar dos distribuciones discretas; una para el trayecto de pérdida superior y la otra para el trayecto de pérdida inferior³.

1.3 Jerarquía Digital Síncrona

(Synchronous Digital Hierarchy) **SDH** es un conjunto de interfaces estandarizadas conocida como Jerarquía Digital Síncrona y es una de las tecnologías más utilizadas en la Red de Transporte de Operadores Telefónicos.

³ UIT-T UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, G-982. Redes de acceso óptico para el soporte deservicios que funcionan con velocidades binarias de alta velocidad. pp. 14 – 20.

SDH permite el transporte de tráfico sobre Fibra Óptica, basándose en diversas estructuras de red que conecta las diferentes ciudades de la República (Red Dorsal), así como los múltiples nodos de acceso existentes dentro de las ciudades (Redes Locales).

La utilización de tecnología **SDH** en la red comienza en forma creciente desde principios de los 90's y continúa hasta nuestros días, lo que la convierte en un sobreviviente tecnológico de más de una década dentro de uno de los entornos más cambiantes del mercado.

Sin duda la implementación de **SDH** en las redes de transporte debe su razón a las muchas ventajas que ofrece:

- Mayores velocidades (más transporte de información)
- Mayor calidad (tasas de errores de bits más bajas)
- Rentabilidad (menor equipamiento y mayor implementación)
- Interfaces estándares (interoperabilidad de fabricantes)
- Mayor Administración (Mayores funcionalidades de operación y mantenimiento)
- Más arquitecturas de Red (anillo, bus, hub, etc.)
- Mayor transporte de señales e interfaces (PDH, ATM, HDTV etc.)

Nivel de jerarquía digital síncrona STM	Velocidad binaria jerárquica (Mbit/s)
0	51.840
1	155.520
4	622.080
16	2 488.320
64	9 953.280
256	39 813.120

Tabla 1.1 Interfaces de la Jerarquía Digital Síncrona

1.3.1 Interfaces

Como toda tecnología de transporte, SDH se encarga de llevar el máximo de información de un punto a otro punto, lo que indica una concentración de la información en los extremos. Para lograr esta concentración de varios afluentes de entrada en un mayor afluente de salida se utiliza la multiplexación.

Las jerarquías, son agrupamientos de varias señales de nivel inferior, en una señal de jerarquía superior, en SDH se multiplexan byte por byte varias señales de orden inferior para conseguir una señal del siguiente orden jerárquico, por ejemplo 4 señales STM-1 multiplexadas forman una señal STM-4 (Ver Fig. 1.6). Para encontrar una correspondencia de velocidades basta con multiplicar en forma directa la velocidad de un STM-1 por 4 para encontrar la velocidad de un STM-4 y así respectivamente para cada orden.

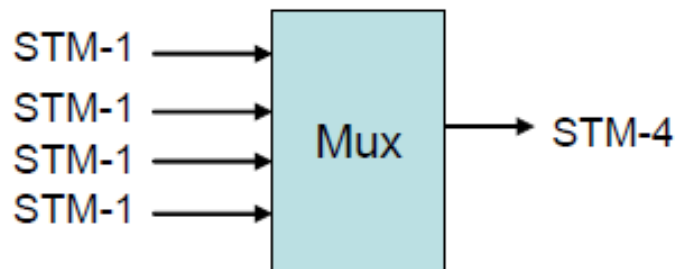


Fig. 1.6 Cuatro señales STM-1 Forman un STM-4.

La tecnología SDH está diseñada para trabajar sobre redes de fibra óptica, por lo que la mayoría de sus interfaces son ópticas, además, supone tendidos de cable de fibra óptica con distancias grandes lo que implica la utilización de regeneradores para recomponer las señales al recorrer dichas distancias.

En un sistema SDH se divide la administración del sistema en dos secciones, la correspondiente a los extremos, llamados Secciones Múltiple y entre tramos o Secciones de Regeneración. El resultado es una detección más específica del tramo o puntos que presentan fallas a través del sistema SDH, mejorando con esto tiempos de atención en el mantenimiento.

Cada señal transportada dentro de una trama SDH es tratada como una entidad única de forma que pueda ser distinguida rápidamente de las demás, y que se pueda administrar en forma independiente para analizar su desempeño, para lograrlo, cada señal es transportada en una trayectoria.

En la figura 1.7, se muestra la forma de llegada de las tributarias PDH⁴ (Jerarquía Digital Plesiocrona) con tributarias E1= 2048 Kb/s y E4=139264 Kb/s.

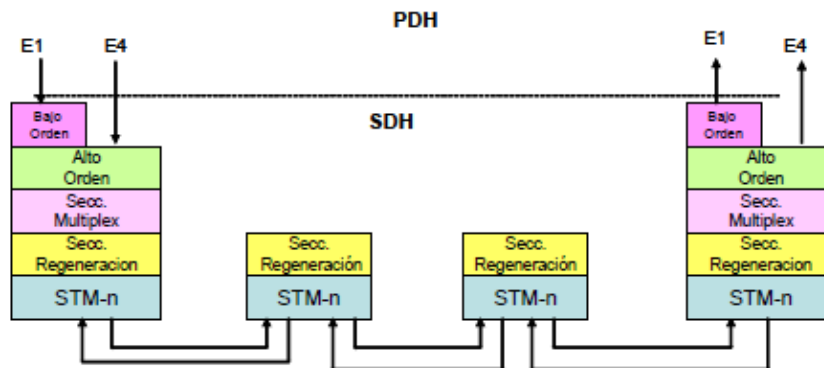


Fig. 1.7 Tributarias PDH – SDH.

1.3.2 Trayectorias

Como **SDH** puede transportar señales de diferentes velocidades, se dividió a las trayectorias en bajo orden (**LP**) para indicar aquellas que transportan señales de baja velocidad y de alto orden (**HP**) para aquellas que transportan señales de mayor velocidad, en la figura 1.3 se muestra un diagrama básico de los bloques que componen un sistema **SDH**.

Las trayectorias son agrupadas de la siguiente manera;

⁴ **Jerarquía de Plesicronous Digital (PDH)** es una tecnología usada adentro redes de telecomunicaciones para transportar cantidades grandes de equipo de transporte digital del excedente de los datos por ejemplo fibra óptica y radio de microondas. El término plesicronous se deriva de Griego Plesio, significando cerca, y chronos, el tiempo, y refiere al hecho que las redes de PDH funcionan en un estado donde están diversas partes de la red casi, pero no absolutamente perfectamente, sincronizado.

PDH ahora se está substituyendo cerca Jerarquía síncrona de Digital (SADO) equipo en la mayoría de las redes de telecomunicaciones.

PDH permite la transmisión de las secuencias de datos que están funcionando nominal en la misma tarifa, solamente de permitir una cierta variación en la velocidad alrededor de una tarifa nominal. Por analogía, cualquier dos relojes están funcionando nominal en la misma tarifa, registrando encima de 60 segundos cada minuto. Sin embargo, no hay acoplamiento entre los relojes a garantizar que funcionan en exactamente la misma tarifa, y es altamente probable que una funcione levemente más rápidamente que la otra.

http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Plesiochronous_Digital_Hierarchy

- o **Alto orden (HP)** Vc-4 y Vc-3
- o **Bajo orden (LP)** Vc-11, Vc-12, Vc-2 y Vc-3

Los encabezados de las trayectorias se definen como **POH** (Path Over Head) y consta de varios bytes dependiendo el tipo de trayectoria, en la siguiente figura se muestra los **POH** y el nombre de sus bytes

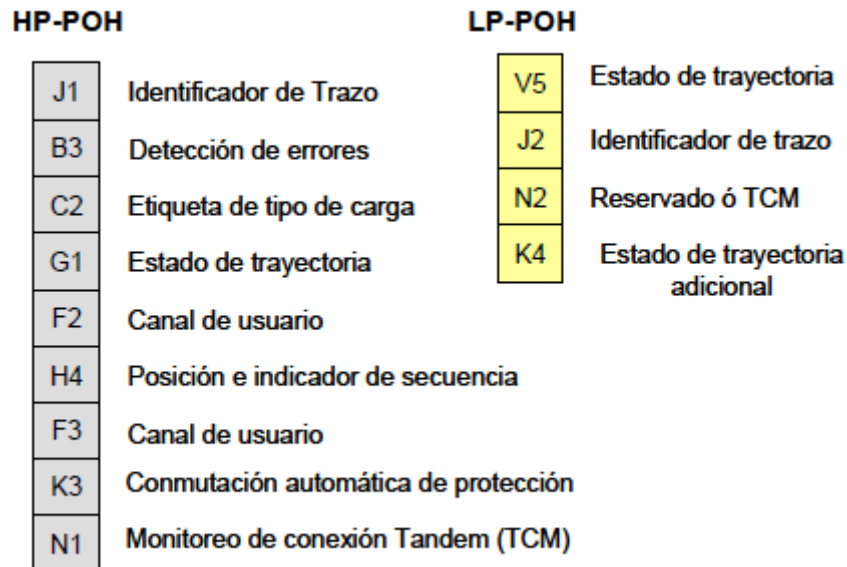


Fig. 1.8 bloques que componen un sistema SDH.

1.4 Transporte y Mapeo de Señales

1.4.1 Mapeo

El mapeo es el proceso por el cual se acomodan las señales que van a ser transportadas por **SDH** dentro de los contenedores del mismo.

En este proceso se realizan varias acciones dependiendo del tipo de señal a transportar, las acciones a realizar son las siguientes:

- o Justificación (inserción de relleno)
- o Stuffing (prevención de confusión de señales de supervisión)
- o Encapsulamiento o Entramado
- o Alineamiento y Delineamiento de Trama
- o Buffering (almacenamiento)

Un éxito de SDH es su capacidad para transportar las existentes señales PDH, para lograrlo SDH crea unidades llamadas contenedores, cada contenedor está pensado para una determinada señal PDH, pero también pueden ser utilizadas para transportar otro tipo de señales como ATM.

A continuación se presenta un diagrama a bloques de la estructura para el transporte de señales PDH sobre SDH.

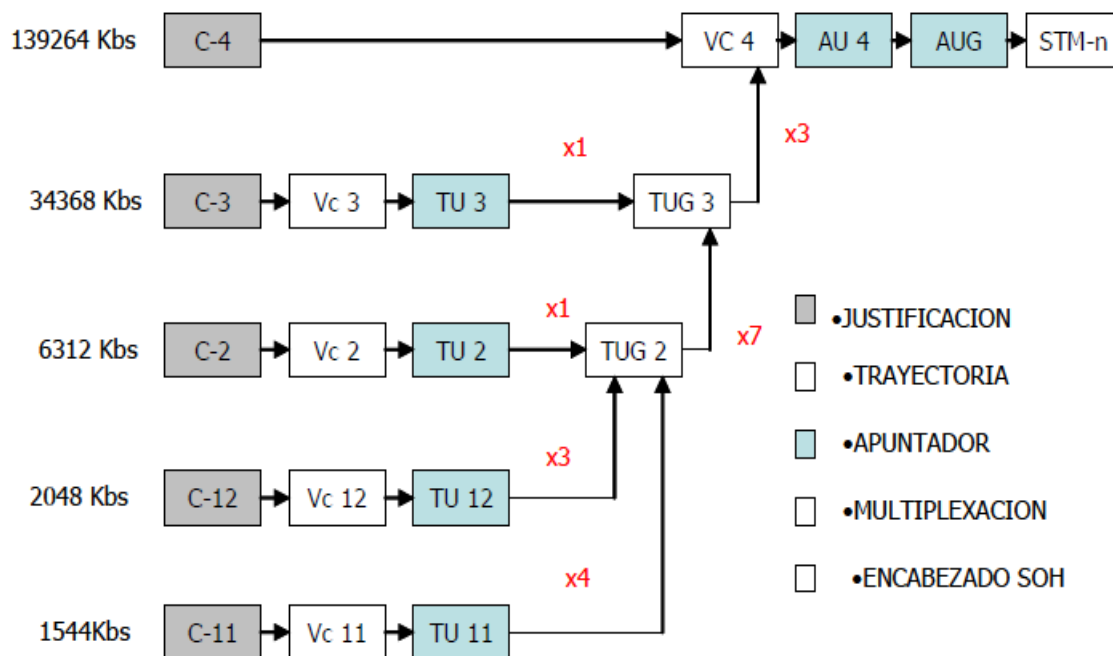


Fig. 1.9 Estructura de la incorporación de señales PDH a una trama SDH

1.4.2 Capacidad de transporte

La capacidad de transporte de **SDH** se determinó por la capacidad de sus contenedores (**C-n**) los cuales son transportados dentro de Contenedores Virtuales **VC-n** (Tabla 1.2) llamados trayectorias.

Tomando en cuenta que las trayectorias agregan encabezados a las señales con el propósito de supervisarlas no todo el ancho de banda utilizado por **SDH** es

atribuible a la carga o información del cliente, la relación entre estas velocidades se muestran en la siguiente tabla

VC-n	Ancho de banda	Capacidad de carga
VC-11	1,664 Kbps	1,600 Kbps
VC-12	2,240 Kbps	2,176 Kbps
VC-2	6,848 Kbps	6,784 Kbps
VC-3	48,960 Kbps	48,384 Kbps
VC-4	150,336 Kbps	149,760 Kbps

Tabla 1.2 Carga de información del cliente.

1.4.3 Concatenación

Cuando la señal a transportar rebasa la capacidad de un **C-4** (contenedor de mayor capacidad) entonces se utiliza la concatenación. La concatenación es el proceso utilizado en **SDH** para sumar la capacidad de ancho de banda de varios contenedores en uno de mayor capacidad que pueda transportar señales mayores a la capacidad de cada contenedor individual.

La concatenación se desarrollo para transportar señales que rebasaran la capacidad de transporte de un **C-4** por lo que solo se implemento la concatenación de “**X**” (4, 16,64 y 256) número de **VC-4** sin involucrar otras cantidades de los mismos. Esta limitancia puede llevar a un pobre aprovechamiento en la utilización del ancho de banda, haciendo a **SDH** muy ineficiente para el transporte de cierto tipo de señales⁵.

Otra variante es la concatenación contigua forma una trayectoria integrada por varios contenedores que se reparten la carga es decir un solo encabezado para varios contenedores por lo que la expresión para representar una concatenación de este tipo es la siguiente:

⁵ Mayagoitia Chavira Rubén, Seminario SDH de Nueva Generación, p. 5

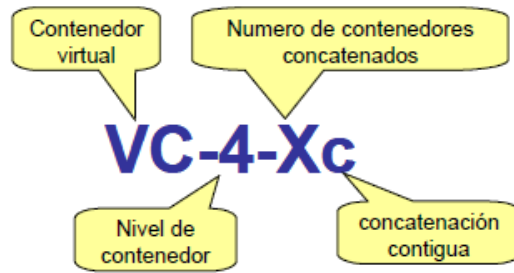


Fig. 1.10 concatenación contigua.

La capacidad de las diferentes concatenaciones contiguas se muestra en la siguiente tabla

VC-n	Ancho de banda	Capacidad de carga
VC-4-4c	601,344 Kbps	599,040 Kbps
VC-4-16c	2,405,376 Kbps	2,396,160 Kbps
VC-4-64c	9,621,504 Kbps	9,584,640 Kbps
VC-4-256c	38,486,016 Kbps	38,338,560 Kbps

Tabla 1.3 Capacidad de las diferentes concatenaciones contiguas.

SDH es una tecnología que originalmente se diseñó para el transporte de interfaces PDH y algunas interfaces de datos, en donde los contenedores virtuales son los encargados del transporte de la carga por lo que no es nada raro que un VC del mismo tipo pueda transportar diferentes tipos de cargas.

Características de la concatenación contigua:

- Todos los nodos en la red por donde pasa la información se ven involucrados en la concatenación.
- Todos los **VC-4** involucrados en la concatenación viajan por la misma ruta en la red **SDH**.
- Debido a que todos los **VC's** llevan información de la misma fuente, un solo **POH** es requerido

- La concatenación contigua garantiza la integridad de la secuencia en los bits debido a que todo el contenedor **VC-4-Xc** es tratado como una única unidad dentro de toda la red.

Este tipo de concatenación no es muy implementada en la red debido a su baja eficiencia en el transporte y la utilización de mejores técnicas de concatenación que se analizarán en este trabajo de tesis.

1.4.4 LAPS⁶ (Procedimiento de Acceso a Enlace SDH)

El Procedimiento de Acceso a Enlace SDH o LAPS (Link Access Procedure-SDH) por sus siglas en inglés, es una especificación que incluye servicios de enlace de datos y transporte punto a punto de tráfico IP y Ethernet sobre SDH Legacy.

LAPS representa un esfuerzo en la búsqueda del aprovechamiento de la infraestructura SDH Legacy para el transporte de datos, las recomendaciones de la ITU-T X.86/Y.1323 y X.85/Y.1321. Definen los mecanismos de transporte de IP y Ethernet sobre LAPS sobre SDH:

A continuación se muestra un diagrama a bloques del encapsulamiento de Ethernet sobre LAPS sobre SDH

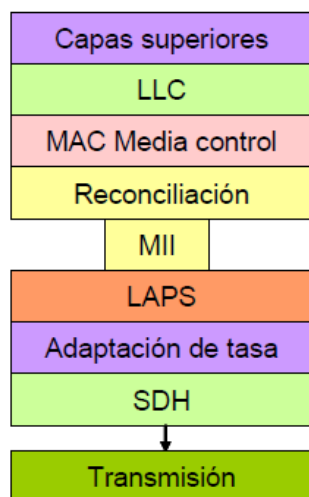


Fig 1.11 Ethernet LAPS sobre SDH Legacy

⁶ Procedimiento de acceso al enlace - SDH (LAPS), una variante del protocolo original de LAP, es un esquema de encapsulación para Ethernet sobre SONET / SDH. incluye el servicio de enlace de datos y la especificación del protocolo utilizado en el transporte de paquetes IP sobre redes SDH. proporciona un punto-a-punto de servicio sin conexión no reconocida sobre SONET / SDH. permite la encapsulación de IPv6, IPv4, PPP, y otros protocolos de capa superior. X.86 http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.javvin.com/protocol/LAPS.html&ei=9_mUTKXRHoWasAO3mOXkCQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CBsQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DLAPS%2Bsdh%26hl%3Des

A continuación se muestra un diagrama a bloques del transporte de Ethernet sobre una red SDH Legacy. Como se ilustra en la fig. 1.12, una tarjeta de interfaz **Ethernet** debe ser incorporada a la entrada y salida de la red **SDH**.

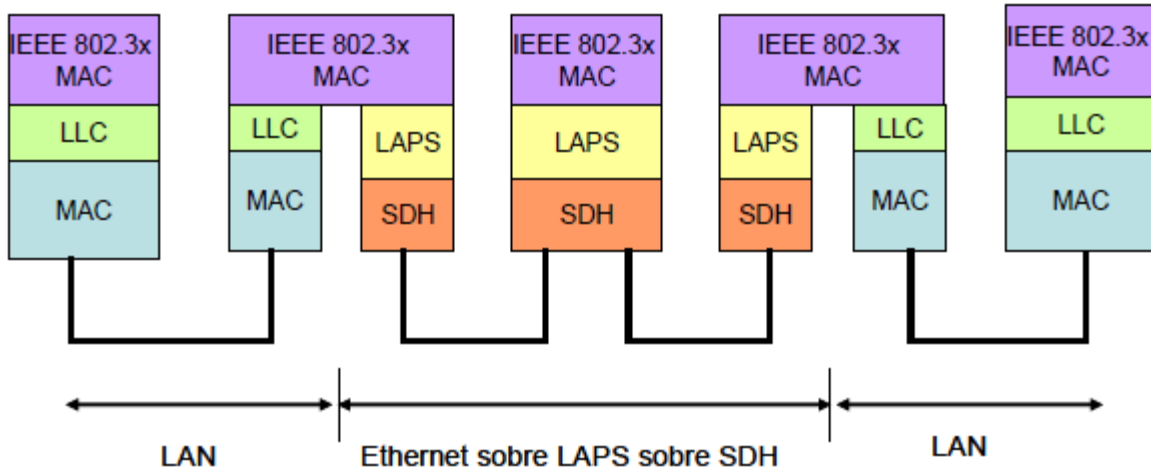


Fig. 1.12 Tarjeta de interfaz Ethernet que debe ser incorporada a la entrada y salida de la red SDH.

La recomendación ITU-T X.85/Y.1321 define el procedimiento para el transporte de IP sobre LAPS sobre SDH Legacy de manera similar a lo visto previamente para Ethernet.

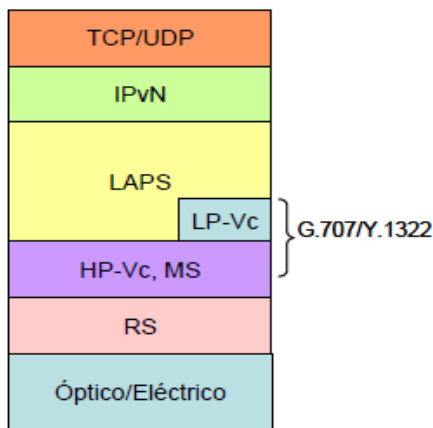


Fig. 1.13 Recomendación ITU-T X.85/Y.1321

En la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques del Transporte de IP sobre LAPS sobre SDH Legacy.

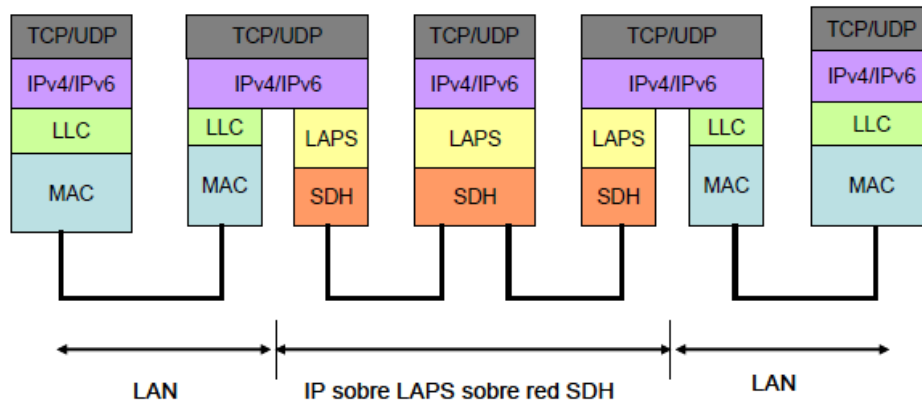


Fig. 1.14 IP sobre LAPS sobre SDH.

1.5 Elementos y Topología SDH

A diferencia de sus antecesores, SDH está pensado para que sus equipos trabajen en red por lo que son llamados elementos de red.

Existe una variedad de elementos de red que son catalogados de acuerdo a sus características funcionales los cuales pueden trabajar en diferentes topologías de acuerdo a las necesidades requeridas.

1.5.1 Elementos de Red

Multiplexor síncrono El elemento básico en la red de transporte es el multiplexor y en la red SDH mas que representar a un equipo se convierte en una funcionalidad básica encontrada en varios de ellos.

Un multiplexor tiene como función el recibir señales de baja velocidad provenientes de diferentes medios y agruparlos en una señal de mayor velocidad que ocupe un único medio.

A continuación se muestra un multiplexor de línea básico:

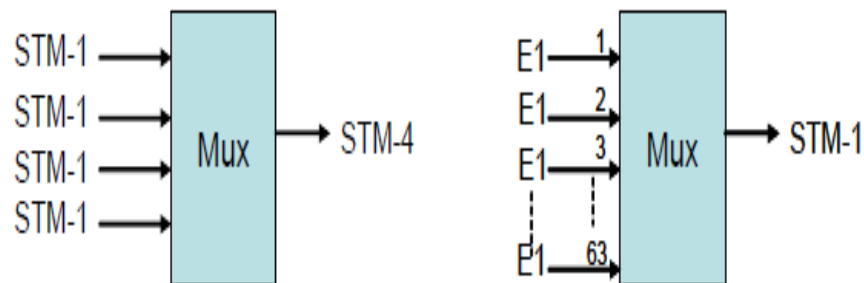


Fig. 1.15 Multiplexor de línea básico.

Regenerador síncrono Un regenerador síncrono se encarga de recomponer las señales dentro de una línea larga de transmisión, recibe una señal óptica debilitada la convierte a eléctrica y la vuelve a convertir en una señal óptica mas fortalecida.

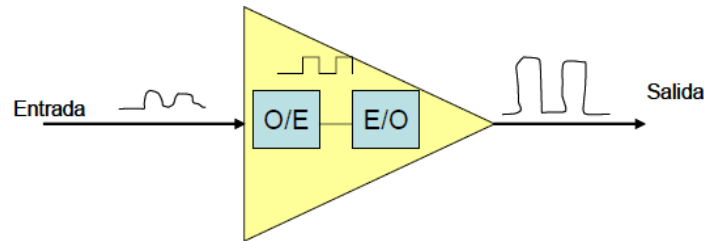


Fig. 1.16 Regenerador síncrono

DSCX síncrono El Cross Conector Digital síncrono es un elemento que permite la interconexión de diferentes señales y su contenido, con fines de enrutamiento y restauración de tráfico.

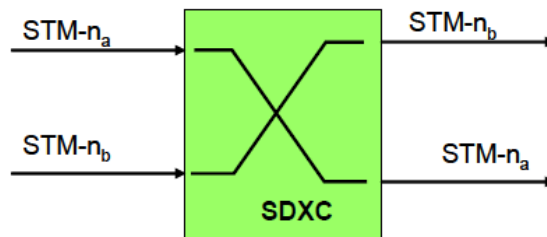


Fig. 1.17 DSXC síncrono

ADM síncrono El multiplexor de agregar y segregar es un elemento que combina en parte las funcionalidades de un multiplexor con una matriz de cross conexión que le permiten insertar y extraer tráfico de baja velocidad sobre una línea de alta velocidad.

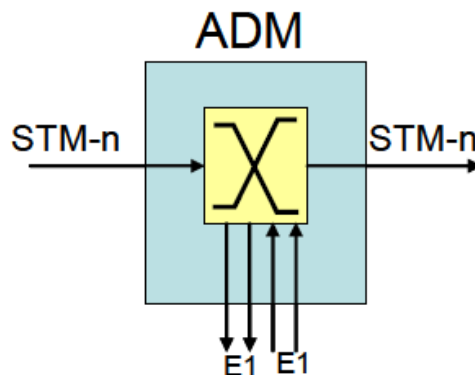


Fig. 1.18 El ADM es el elemento más versátil y por lo tanto el más común que se encuentra en la red de Telmex.

1.5.2 Topologías

SDH presenta la posibilidad de trabajar en varias topologías según sea la aplicación y las necesidades existentes, las más comúnmente utilizadas son:

- Punto a punto
- Bus
- Anillo

Topología punto a punto La topología punto a punto es preferentemente usada en la red de acceso para conectar a los clientes con los nodos Telmex y puede ofrecer configuración de respaldo para caso de daños en equipo o medio de transmisión.

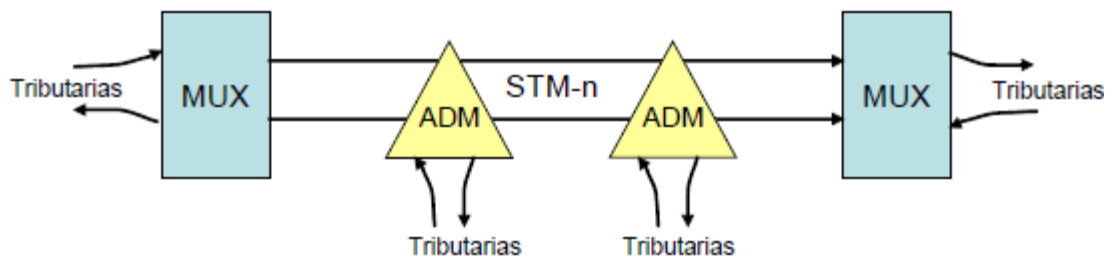


Fig. 1.19 Topología punto a punto

Topología en anillo La topología en anillo es una de las más comunes en las redes de transporte de Larga Distancia (red dorsal y sectorial) como en las Direcciones Divisionales (redes locales).

La configuración de anillo interconecta nodos que comparten una línea de transmisión de alta velocidad en forma de bucle cerrado brindando uno de los más confiables métodos para restaurar el tráfico en caso de falla.

El anillo puede transmitir en una sola o en ambas direcciones dependiendo de la técnica de restauración y protección implementadas.

A continuación se muestra una configuración en anillo con tráfico unidireccional y un ejemplo de restauración en caso de un corte.

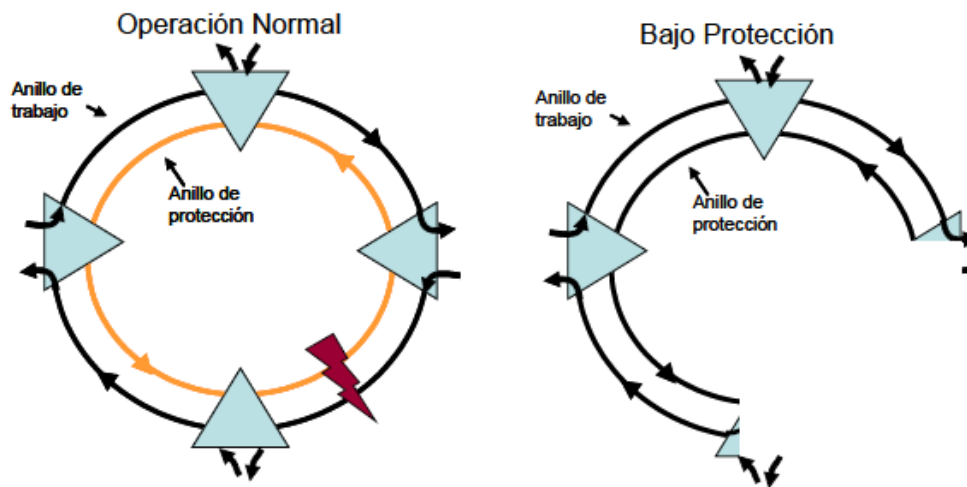


Fig. 1.20 Topología en anillo

1.6 Evolución de SDH

En el desarrollo de SDH Legacy (se dará la explicación más adelante) se pensó en crear una tecnología que cubriera muchas de las deficiencias de sus antecesores y que a la vez utilizara y funcionara con muchas de las nuevas tecnologías (Fibra Óptica, ATM⁷ etc).

⁷ **El Modo de Transferencia Asíncrono** es una tecnología de conmutación que usa pequeñas celdas de tamaño fijo. En 1988, la UIT-T designó a ATM como el mecanismo de transporte planeado para el uso de futuros servicios de banda ancha. ATM es asíncrono porque las celdas son transmitidas a través de una red sin tener que ocupar fragmentos específicos de tiempo en alineación de paquete, como las tramas T1. Estas celdas son pequeñas (53 bytes), comparadas con los paquetes LAN de longitud variable. Todos los tipos de información son segmentados en campos de pequeños bloques de 48 bytes, los cinco restantes corresponden a un header usado por la red para mover las celdas. ATM es una tecnología orientada a conexión, en contraste con los protocolos de base LAN, que son sin conexión. Orientado a conexión significa que una conexión necesita ser establecida entre dos puntos con un protocolo de señalización antes de cualquier transferencia de datos. Una vez que la conexión está establecida, las celdas ATM se auto-rutean porque cada celda contiene campos que identifican la conexión de la celda a la cual pertenecen.

Asynchronous Transfer Mode (ATM) es una tecnología de switching basada en unidades de datos de un tamaño fijo de 53 bytes llamadas celdas. ATM opera en modo orientado a la conexión, esto significa que cuando dos nodos desean transferir deben primero establecer un canal o conexión por medio de un protocolo de llamada o señalización. Una vez establecida la conexión, las celdas de ATM incluyen información que permite identificar la conexión a la cual pertenecen.

En una red ATM las comunicaciones se establecen a través de un conjunto de dispositivos intermedios llamados switches. Transmisiones de diferentes tipos, incluyendo video, voz y datos pueden ser mezcladas en una transmisión ATM que puede tener rangos de 155 Mbps a 2.5Gbps. Esta velocidad puede ser dirigida a un usuario, grupo de trabajo o una red entera, porque ATM no reserva posiciones específicas en una celda para tipos específicos de información. Su ancho de banda puede ser optimizado identificando el ancho de banda bajo demanda. Conmutar las celdas de tamaño fijo significa incorporar algoritmos en chips de silicón eliminando retrasos causados por software. Una ventaja de ATM es que es escalable. Varios switches pueden ser conectados en cascada para formar redes más grandes.

<http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/29.html>

SDH Principalmente se utiliza para el transporte eficiente de Tráfico TDM o con características similares, ya que este tipo de tráfico era el dominante en las redes de telecomunicaciones; sin embargo, los cambios fueron girando hacia la prestación de servicios de datos de naturaleza muy distinta al tráfico TDM.

Ante esta evolución, la tecnología SDH enfrenta el reto de permanecer como el transporte de este nuevo tráfico el cual guarda características muy distintas para lo que originalmente SDH fue diseñada, para poder permanecer muchas adaptaciones se incorporaron a la tecnología SDH naciendo una nueva generación de equipos llamados NG SDH (SDH de Nueva Generación) mejor preparada para el transporte de tráfico de datos (Fig. 1.21).

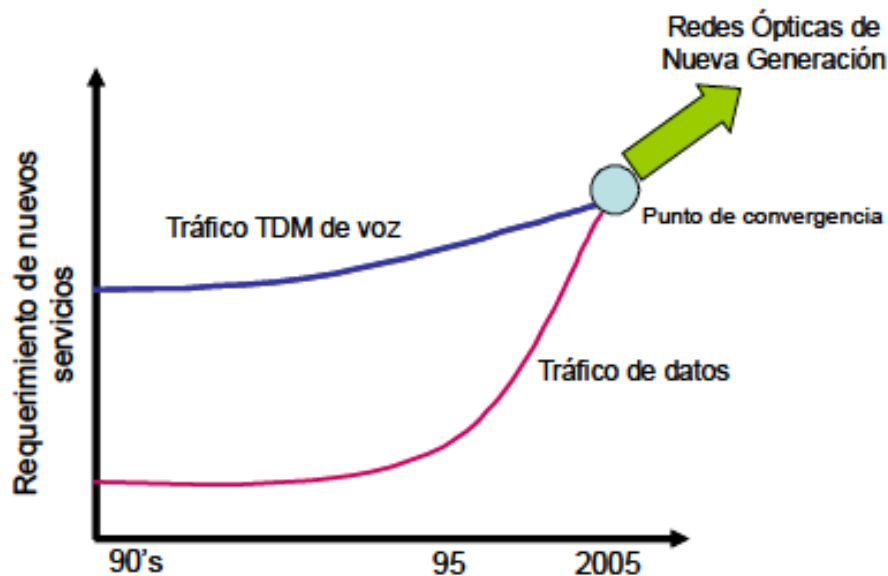


Fig. 1.21 Evolución del tráfico en las redes de telecomunicaciones

1.6.1 Convergencia

Anteriormente los servicios de datos y el tráfico de voz fueron tratados por diferentes redes en las empresas de telecomunicaciones, pero nuevas aplicaciones han llevado a la convergencia de estos servicios en una única red.

La tecnología IP⁸ parece ser la opción tecnológica para la transferencia de cualquier tipo de información, y un gran número de protocolos y tecnologías compiten por ser el transporte de los inmensos volúmenes de tráfico IP (paquetes) que dominaran las redes del mañana.

Cualquiera que sea la opción, todo parece indicar que el medio de transporte indudablemente será fibra óptica como se muestra en la fig. 1.22 donde las tecnologías buscan su convergencia hacia este punto.

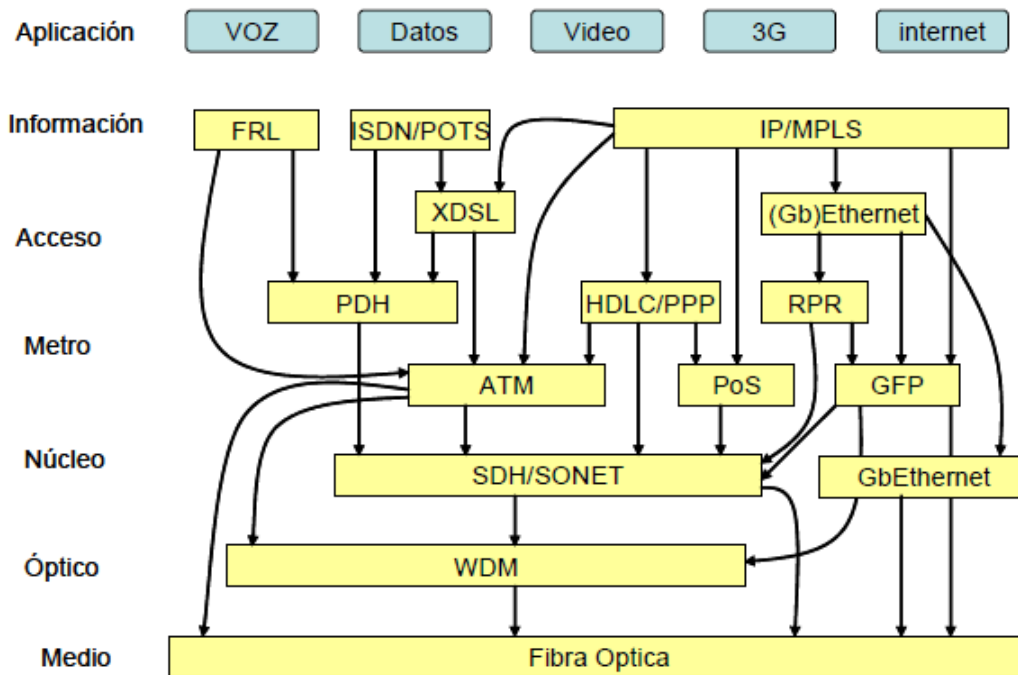


Fig. 1.22 Diagrama de convergencias tecnológicas para el transporte de información.

⁸ Es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos. La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, gateways y teléfonos estándares. En general, servicios de comunicación - voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz - que es transportada vía redes IP, Internet normalmente, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional. Diferencia la Telefonía IP de la telefonía normal. En una llamada telefónica normal, la central telefónica establece una conexión permanente entre ambos interlocutores, conexión que se utiliza para llevar las señales de voz. En una llamada telefónica por IP, los paquetes de datos, que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino para llegar, están compartiendo un medio, una red de datos. Cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal de voz. El uso de Telefonía IP nos da la enorme ventaja de poder usar un medio de costo controlado, tal cómo un enlace ADSL o dedicado para cursar la voz. De esa forma podemos eliminar por completo el costo del servicio medido + la larga distancia nacional o internacional. http://www.compasstech.com.mx/ct-html/telefonía_ip.html

1.6.2 SDH a futuro

Indudablemente que los cambios tecnológicos han ampliado las opciones de transporte de tráfico, algunas de estas plantean implementaciones directas hacia WDM⁹ sin pasar por SDH como IPoWDM (IP sobre WDM) o Ethernet sobre WDM, desde esta perspectiva en unos cuantos años SDH estaría a punto de salir de las redes, sin embargo las nuevas ventajas implementadas en NG SDH y la gran cantidad de inversión existente en infraestructura SDH aunada a su grandes facilidades de gestión y administración de red (entre otras), asegura una larga vida a esta tecnología dentro de las redes de telecomunicaciones

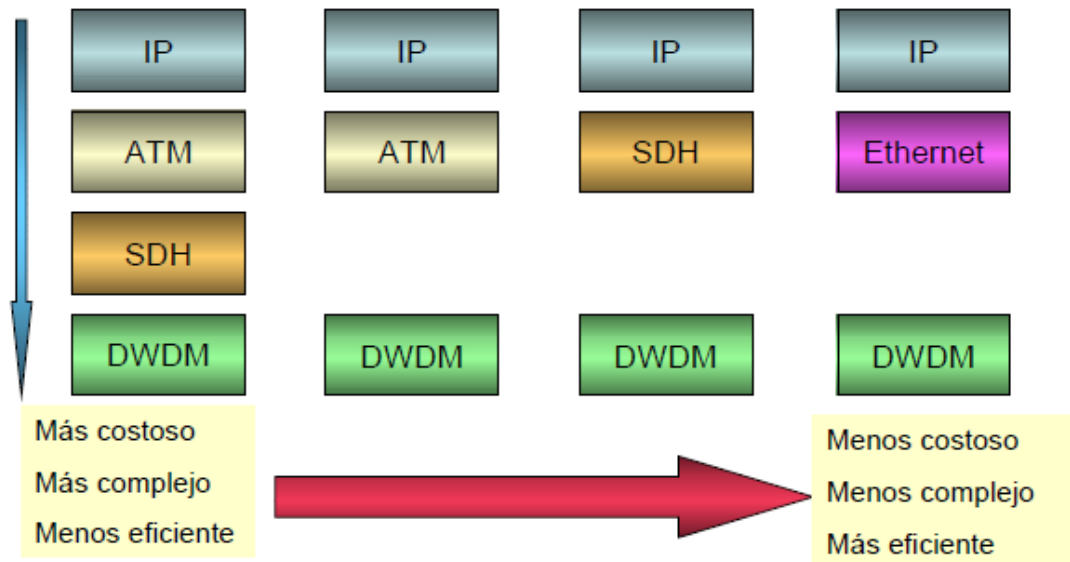


Fig. 1.23 SDH a futuro

9 En telecomunicación, la multiplexación por división de longitud de onda (WDM, del inglés Wavelength Division Multiplexing) es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED.

Este término se refiere a una portadora óptica (descrita típicamente por su longitud de onda) mientras que la multiplexación por división de frecuencia generalmente se emplea para referirse a una portadora de radiofrecuencia (descrita habitualmente por su frecuencia). Sin embargo, puesto que la longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales, y la radiofrecuencia y la luz son ambas formas de radiación electromagnética, la distinción resulta un tanto arbitraria.

El dispositivo que une las señales se conoce como multiplexor mientras que el que las separa es un demultiplexor. Con el tipo adecuado de fibra puede disponerse un dispositivo que realice ambas funciones a la vez, actuando como un multiplexor óptico de inserción-extracción.

Los primeros sistemas WDM aparecieron en torno a 1985 y combinaban tan sólo dos señales. Los sistemas modernos pueden soportar hasta 160 señales y expandir un sistema de fibra de 10 Gb/s hasta una capacidad total 25.6 Tb/s sobre un solo par de fibra.

http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_longitud_de_onda

1.7 SDH de nueva generación

Los clientes han encontrado en las redes de datos una rápida y económica implementación de sus servicios provocando que el tráfico de datos tenga un crecimiento acelerado en los últimos años comenzando a superar al tráfico de voz e inclusive absorbiéndolo (VoIP).

Ante este nuevo entorno, las redes SDH enfrentan el reto de adaptarse a estos cambios y NG SDH (SDH de Nueva Generación) es la respuesta a los mismos.

SDH de Nueva Generación (NG SDH) es el nombre dado a una plataforma que incluye una serie de procedimientos, estándares y protocolos nuevos incorporados a los equipos SDH de reciente diseño, mientras que los equipos previamente instalados en la red e incapaces de implementar estas nuevas funciones es llamado SDH Legacy (SDH Legado).

La diferencia entre **SDH Legacy** y **NG SDH** (Tabla 1.4), radica en que, mientras **SDH Legacy** fue pensado para transportar en forma eficiente el tráfico mayoritariamente de voz que cursaba las redes de telecomunicaciones, **NG SDH** está pensado para adaptar **SDH** a la costeabilidad, eficiencia y calidad de servicio que demanda el tráfico de datos pero a la vez aprovechando la confiabilidad y ancho de banda que ofrecen las redes de Fibra óptica y la tecnología **WDM** (Multiplexación por Longitud de Onda), a continuación se muestra una tabla con las principales diferencias:

	SDH Legacy	NG SDH
Interfaces	STM-0 a STM-64 sin colorear, E1,E3 y E4	STM-0 a STM-64 coloreadas, E1,E3 y E4, Ethernet, Fast Eth. y GbE
Topologías	Bus, Anillo y Hub	Bus, Anillo, Hub, Malla y mixta
Servicios	Transporte para TDM, ATM y HDLC	Transporte para TDM y Cualquier protocolo de datos, Multiservicios
Aprovisionamiento	Manual	Manual y Automático
Eficiencia	Alta para TDM, Baja Para datos	Alta para TDM y Datos
Concatenación	Contigua	Contigua y Virtual
Granularidad	Limitada	Amplia
Costo por servicio	Alto	Bajo
Conmutación	De Circuitos	De Circuitos y Paquetes
Implementación	Unica solo SDH	Alta, Multiplataforma (SDH,Eth,DWDM)

Tabla 1.4 Diferencias de SDH Legacy NG SDH.

Son varias las funcionalidades incorporadas a **NG SDH** pero son de destacar seis de ellas muy importantes:

- Arquitectura Modular Multifuncional (MSPP)
- Versatilidad de transporte (proporcionada por GFP)
- Granularidad (Proporcionada por Concatenación virtual)
- Ajuste de ancho de banda sobre demanda (proporcionada por LCAS)
- Diversidad de Arquitecturas de Red
- Conmutación de capa 1 y 2

1.7.1 Arquitectura Modular Multifuncional

Aunque no es propiamente una característica de NG SDH es importante señalar que los fabricantes están implementando los equipos en forma modular, permitiendo el equipamiento de tarjetas con funcionalidades que además de realizar una convergencia tecnológica se adaptan fácilmente a los requerimientos de los diferentes nodos, minimizando costos y facilitando el crecimiento gradual de la red.

Un ejemplo interesante es la facilidad de incluir en la misma repisa un ADM¹⁰ y un WDM juntos (antes en diferentes repisas) Fig. 1.24

¹⁰ Multiplexores Add-Drop (ADM): Estos equipos ofrecen la función de cross-conexiones junto con la de terminal de línea y multiplexión. En SDH es posible extraer (Drop) un contenedor virtual e insertar en sentido contrario (Add) otro contenedor virtual a la señal STM directamente sin necesidad de despeinarla según vimos anteriormente. Esta ventaja fundamental de los sistemas síncronos significa que es posible conectar flexiblemente señales entre interfaces de elementos de red (agregados o tributarios). Esta capacidad de enrutamiento permite que la función de cross-conexión sea distribuida por la red, resultando mejor que concentrarla en un enorme cross-conector dedicado.

En el caso del terminal de línea, los enlaces establecidos eran circuitos fijos punto a punto. La funcionalidad añadida a un ADM permite que sea establecida una red más flexible en la cual los circuitos de cliente que transiten la red puedan ser más fácilmente variados. Esta flexibilidad puede ser demostrada por una red de ADMs encadenados. Considerando el enlace de transporte como una línea de bus, en cada parada (ADM) el pasaje (circuitos de tráfico) podrá elegir entre descender o mantenerse en el transporte.

En un ADM circuitos de tráfico individuales pueden ser llevados fuera del flujo agregado mientras que el resto del tráfico continúa pasando a lo largo de la cadena de elementos. Esto crea una estructura en bus, en la cual una señal puede bajar o mantenerse en el bus en cada punto ADM.

Varios ADMs pueden ser conectados por el bus y la conectividad de cada ADM será donde los circuitos de tráfico son bajados o pasarán, propiedad que puede ser cambiada por el operador en función de las necesidades de tráfico. Así, una conexión flexible entre algunos puntos es creada, como si fuera una línea fija entre cada uno de esos puntos. Si un cliente quiere portar su circuito de tráfico hacia un nodo diferente, esta petición puede ser enviada remotamente al equipo, reconfigurando a distancia las conexiones en el ADM. <http://www.mailxmail.com/curso-jerarquia-digital-sincrona-sdh/elementos-sistema-transmision-sincrona>

Una de las ventajas de la modularidad multifuncional es que permite la convivencia de varias tecnologías en la misma repisa, logrando así nodos multiservicios escalables. Esta nueva generación de equipos es llamada Plataforma de Aprovechamiento Multi Servicios (Multi Service Provisioning Platform) y conocida por la abreviación MSPP.

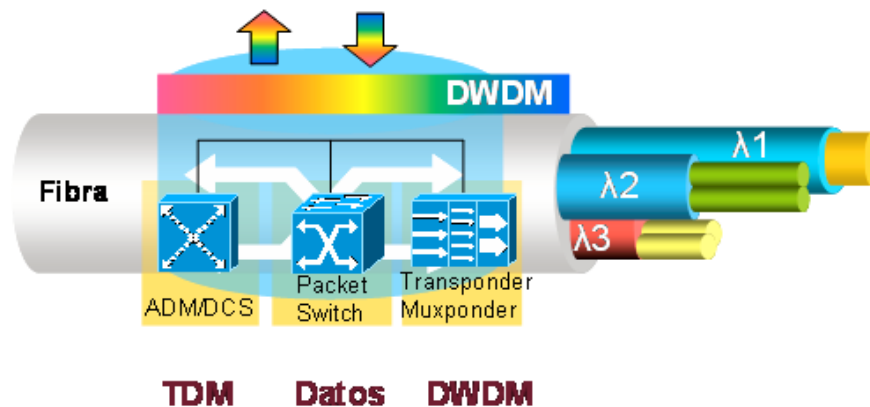


Fig. 1.24 ADM y un WDM juntos

Tradicionalmente SDH fue considerada una tecnología de capa 1 (capa física del modelo OSI) carente de inteligencia, sin embargo la evolución hacia NG SDH para el manejo eficiente de datos ha llevado a incorporar en SDH funciones de conmutación de capa 2 e inclusive de capa 3. Los fabricantes incorporan inteligencia de conmutación para aumentar la versatilidad multifuncional de los nodos implementando protocolos como OSPF¹¹ para el enrutamiento e

¹¹ El protocolo **OSPF** (Open Shortest Path First) es quizás el protocolo más implementado hoy como protocolo de enrutamiento interior para reder corporativas medianas y grandes.

Es un protocolo muy interesante si se consideran las opciones y posibilidades de configuración que ofrece y que le permite dar respuesta a los escenarios o requerimientos más diversos. Sin embargo, esa misma potencialidad requiere del Administrador de la red un conocimiento y destreza superiores a los que requiere la implementación de protocolos más simples como por ejemplo RIP versión 2.

Lo Básico

OSPF es un protocolo estándar de enrutamiento interior basado en el RFC 2328. Es un estándar abierto, lo que hace que esté disponible en múltiples sistemas operativos: Windows 2003 Server, Linux, Cisco IOS, etc.

Como protocolo de enrutamiento opera como protocolo de estado de enlace, e implementa el algoritmo de Dijkstra para calcular la ruta más corta a cada red de destino. Su métrica de enrutamiento es el costo de los enlaces, parámetro que se calcula en función del ancho de banda; por este motivo es de gran importancia la configuración del parámetro bandwidth en las interfaces que participan de este proceso de enrutamiento.

Opera estableciendo relaciones de adyacencia con los dispositivos vecinos, a los que envía periódicamente paquetes hello. Adicionalmente, cada vez que un enlace cambia de estado inunda la red con la notificación de este cambio. Adicionalmente, cada 30 minutos envía a los dispositivos vecinos (o adyacentes) una actualización conteniendo todos los cambios de estado de enlaces de ese período. <http://librosnetworking.blogspot.com/2006/11/introduccion-ospf.html>

implementación automática de los servicios de datos dentro de las redes SDH de Nueva Generación.

En la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques de las funcionalidades de un nodo multiservicio de NG SDH donde se incluye inteligencia para conmutación de paquetes:

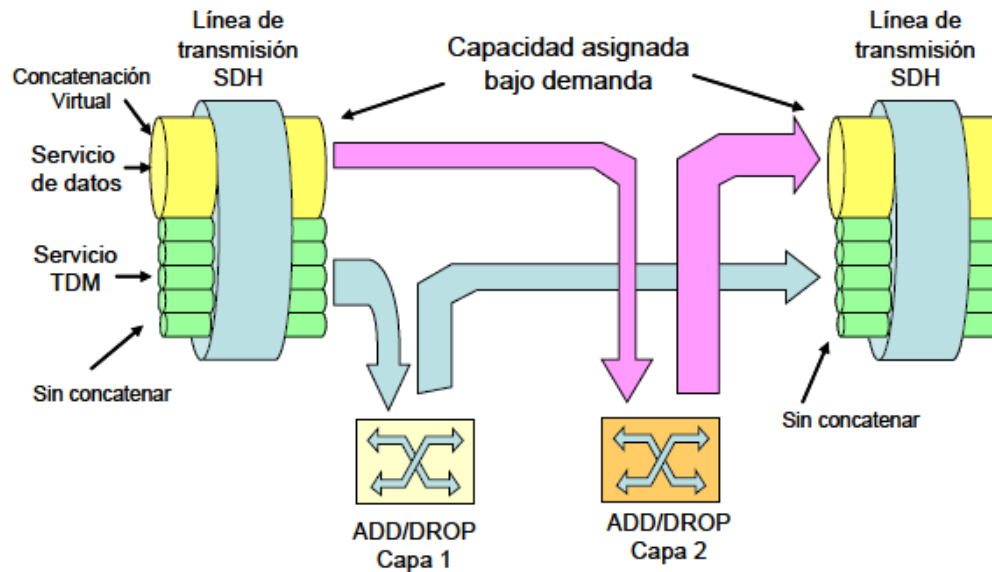


Fig. 1.25 Nodo multiservicio de NG SDH

1.7.2 Transporte en NG SDH

Uno de los motivos del desarrollo de **NG SDH** fue el de proveer un método estandarizado, robusto y eficiente para el transporte de todo tipo de datos, actualmente conocido como **DoS** (Datos sobre SDH) en adición al transporte de tráfico **TDM**. Mientras que **SDH Legacy** es para transportar en forma eficiente señales de **PDH** y **ATM**, **NG SDH** incorpora **GFP** (Generic Framing Procedure, Procedimiento Genérico de Entramado) el cual permite acomodar dentro de **SDH** en forma eficiente los protocolos de datos actuales más comunes como

- **Ethernet.** es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CDs ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. El nombre viene

del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

La Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3. Usualmente se toman Ethernet e IEEE 802.3 como sinónimos. Ambas se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

- **IP.** Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (*Internet Protocol*), que corresponde al nivel de red del protocolo TCP/IP.
- **Fibre Channel.** El Canal de fibra, del inglés *Fibre Channel*, es una tecnología de red utilizada principalmente para redes de almacenamiento, disponible primero a la velocidad de 1 Gbps y posteriormente a 2, 4 y 8 Gb/s. El Canal de fibra está estandarizado por el Comité Técnico T11 del Comité Internacional para Estándares de Tecnologías de la Información, comité acreditado por el Instituto de Estándares Nacional Americano (*ANSI*)
- **FICON.** es una interfaz desarrollada por IBM siendo la evolución de la interfaz ESCON, esto se produce debido a las limitantes en cuanto a la cantidad de canales que se podían establecer. Actualmente existe una nueva generación llamada FICON Express4 la cual puede lograr velocidades de 4 Gbps con auto negociación y 1 a 2 Gbps naturalmente con switches, directores y dispositivos de almacenamiento; con conexiones de 4 a 10 Km usando Fibra óptica en monomodo
- **ESCON.** (Enterprise Systems Connection en inglés), es la marca comercial de IBM para una interfaz óptica serial entre los mainframe de IBM y los dispositivos periféricos tales como unidades de almacenamiento y de

respaldo. Utiliza tecnología Fibre Channel y swiches modificables dinámicamente llamados "ESCON Directors". Es capaz de lograr comunicaciones half-duplex a una velocidad de 200 Mbps (Millones de bits/segundo) en distancias mayores a los 60 kilómetros. ESCON fue introducido por IBM en 1990 para substituir la vieja y lenta tecnología, basada en Bus de canales de cobre utilizados por los mainframe entre 1960-1990. Actualmente está siendo sustituido por el más rápido FICON, que funciona sobre Fibre Channel y que está suplantando al ESCON

- o **ATM**¹². Modo de Transferencia Síncrona

1.7.3 Procedimiento Genérico de Entramado

El Procedimiento Genérico de Entramado (GFP) es un estándar relativamente nuevo en la UIT (G.7041/Y.1303) que define un mecanismo de encapsulamiento flexible y entramado para la adaptación de tráfico de banda ancha y transporte de aplicaciones.

GFP provee un mecanismo eficiente para mapear protocolos de datos dentro de múltiples VC-n's concatenados permitiendo en NG SDH la convivencia de tráfico TDM, GbE, IP y otros protocolos de datos operando como una integrada e interoperable plataforma de transporte que ofrece costeabilidad , QoS(Calidad del servicio) y confiabilidad

Las características de **GFP** son las siguientes

- Soporta mapeo de señales físicas (IEEE 803) y lógicas (IP)
- Soporta diferentes topología de red
- Bajo retardo de encapsulamiento
- Diferenciación de QoS
- Creación de tramas generalizadas
- Supone el uso de DWDM o CWDM por NG SDH
- Permite la Multiplexación por tramas síncronas o asíncronas

¹² Op. Cit. <http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/29.html>

GFP especifica dos tipos de datos del cliente o modo de transporte sobre un mismo canal, estos modos de transporte definen la forma de adaptación y mapeo de los datos.

Los modos especificados en **GFP** son los siguientes:

- El mapeo por trama GFP (**GFP-F**)
- El mapeo transparente GFP (**GFP-T**)

El tipo de mapeo **GFP** a utilizar dependerá de las características del tipo de datos a transportar.

El modo **GFP-F** es utilizado para el mapeo de aplicaciones que utilizan conmutación de paquetes:

- IP
- PPP nativo
- Ethernet (incluyendo GbE y 10GbE)
- Tráfico MPLS

El modo **GFP-T** es utilizado para el transporte de aplicaciones que requieren eficiencia de ancho de banda y sensibles al retardo, aplicaciones como:

- Fibre Channel (canal de fibra)
- FICON
- ESCON
- Redes de área de almacenamiento (SAN's)

La utilización de GFP (Fig. 1.27) permite el mapeo sobre una trama única para el transporte eficiente de cualquier protocolo de datos sobre SDH.

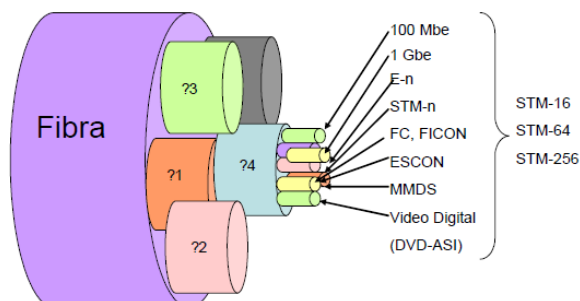


Fig. 1.26 Procedimiento genérico de entramado

1.8 Concatenación Virtual

Granularidad en SDH es un término utilizado para describir la característica que guarda el sistema para crear entidades de diversas capacidades que puedan ajustarse a cualquier tamaño de carga.

En SDH Legacy su granularidad está dada por la capacidad de sus contenedores y la agrupación que se logra con la concatenación contigua la cual permite agrupar la capacidad de 4 VC-4 (VC-4-4c) ó 16 VC-4 (VC-4-16c) los cuales podrían ser muy ineficientes para transportar cargas como 1GbE.

La respuesta a la baja granularidad de SDH Legacy es la Concatenación Virtual, un nuevo tipo de concatenación incorporada en NG SDH la cual permite agrupar cualquier nivel de VC-n's así como cualquier número de ellos, brindando a NG SDH una mayor granularidad.

La Concatenación Virtual es un nuevo mecanismo de concatenación incorporado a **NG SDH** expresada como **VC-n-Xv** donde “n” representa el nivel de contenedor virtual a concatenar, “X” numero de contenedores concatenados y “v” de virtual.

Esta nueva concatenación brinda mayor granularidad a **NG SDH** al permitir la agrupación de cualquier número de contenedores para acomodar los diferentes tamaños de carga en forma más eficiente.

A continuación se ilustra una tabla con las capacidades logradas con la Concatenación Virtual.

VC-n	Capacidad individual	Numero (X)	Capacidad Virtual
VC-11	1,600 Kbps	1-64	1600-102,400 Kbps
VC-12	2,176 Kbps	1-64	2,176-139,264 Kbps
VC-2	6,784 Kbps	1-64	6,784-434,176 Kbps
VC-3	48,384 Kbps	1-256	48,384-12,386 Kbps
VC-4	149,760 Kbps	1-256	149,760-38,338,560 Kbps

Tabla 1.5 Concatenación virtual

1.8.1 Comparación entre concatenación contigua y virtual

Una de las ventajas de la Concatenación Virtual es brindar una mayor eficiencia en el aprovechamiento del consumo de ancho de banda. El siguiente, es un ejemplo que ilustra esta ventaja con respecto a la Concatenación Contigua al transportar una señal de **1 GbE**.

Para transportar sobre **SDH Legacy** una señal de **1GbE** se tiene que utilizar la concatenación **VC-4-16c**, utilizando **2.4 Gbps** para transportar solo **1Gbps** resultando en una eficiencia de aprovechamiento de tan solo el 40%. Ver la siguiente figura:

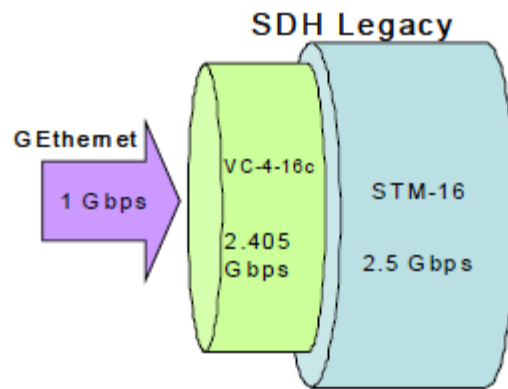


Fig. 1.27 Eficiencia del ancho de banda al 42%

Al utilizar la Concatenación Virtual **VC-4-7v** se dispone de **1.052 Gb/s** para transportar **1Gb/s** resultando en una eficiencia de aprovechamiento de ancho de banda del 95%.

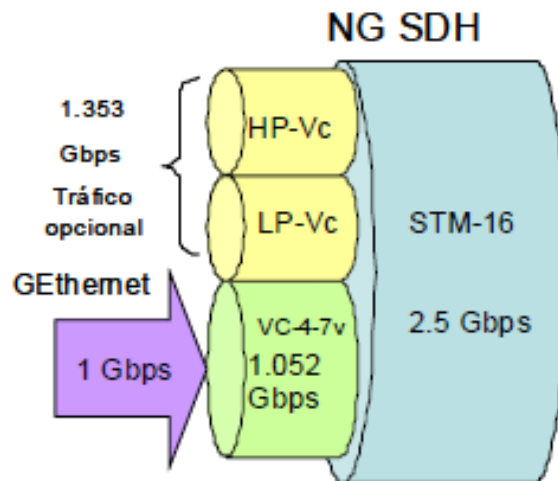


Fig. 1.28 Eficiencia del ancho de banda al 95%

La siguiente tabla muestra una comparación de la eficiencia en el aprovechamiento de ancho de banda entre ambas concatenaciones:

Servicio	Tasa de datos	Concatenación Contigua		Concatenación Virtual	
		Concatenación	Eficiencia	Concatenación	Eficiencia
Ethernet	10 Mbit/s	VC-3	20%	VC-12-5v	90%
Fast Ethernet	100 Mbit/s	VC-4	67%	VC-3-2v	100%
Gbit-Ethernet	1000 Mbit/s	VC-4-16c	42%	VC-4-7v	95%
ESCON	200 Mbit/s	VC-4-4c	33%	VC-3-4v	100%
Fiber Channel	1000 Mbit/s	VC-4-16c	42%	VC-4-7v	95%
ATM	25 Mbit/s	VC-3	50%	VC-12-12v	98%

Tabla 1.6 Comparación de la eficiencia en el aprovechamiento de ancho de banda entre ambas concatenaciones

La Concatenación Virtual además de brindar mayor granularidad guarda algunas características importantes como las explicadas a continuación.

En la concatenación virtual solo los nodos origen y destino de la red se ven involucrados (Fig. 1.29), lo que hace que esta sea compatible también con SDH Legacy.

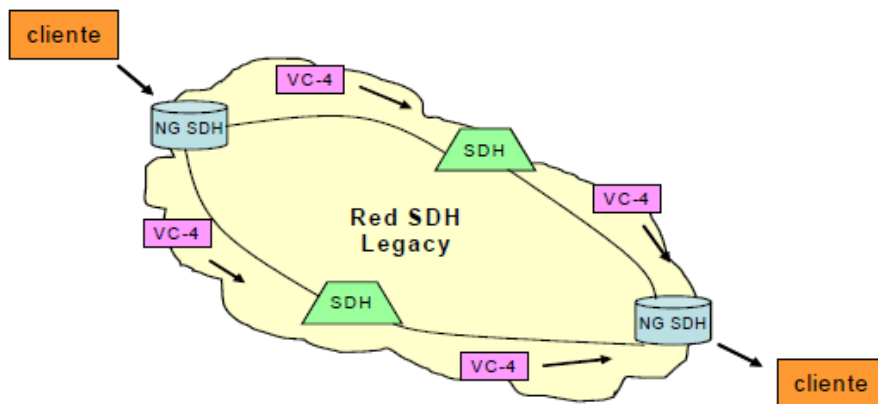


Fig. 1.29 La concatenación virtual solo los nodos origen y destino de la red se ven involucrados

En la Concatenación Virtual los **VC-n's** concatenados se comportan como trayectorias independientes en la Red **SDH** y pueden incluso viajar por diferentes rutas dentro de la misma para llegar al nodo destino dándole una capacidad de resiliencia¹³ a la Red.

Esta característica de la Concatenación Virtual de asociar virtualmente (lógicamente) varios **VC-n's** que viajan en forma independiente por la Red hasta llegar a su destino, es lo que da origen a su nombre.

La siguiente figura muestra un ejemplo:

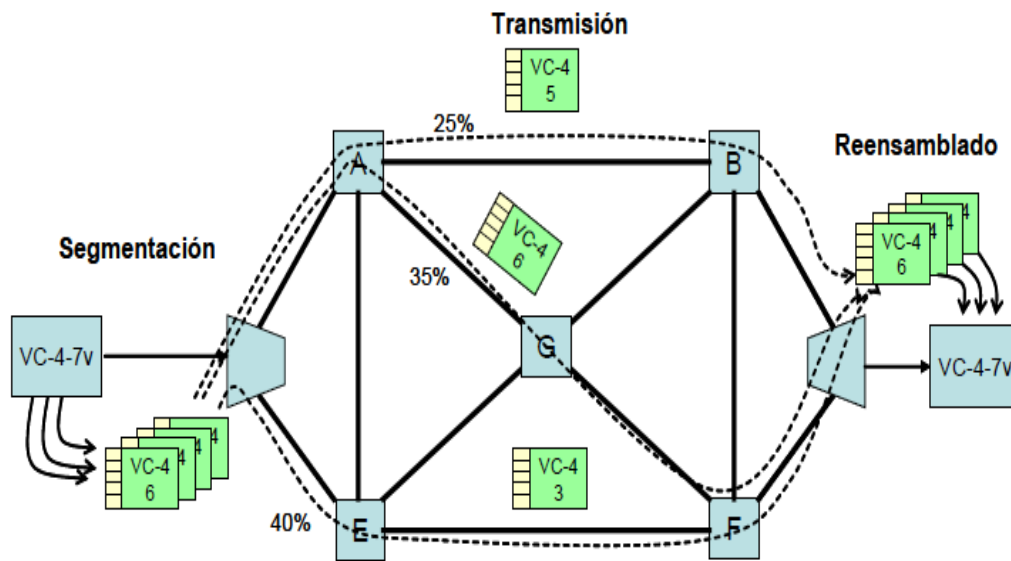


Fig. 1.30 Asociación de varios VC-n's

Además, esta característica le da robustez a la red ya que en caso de falla en una de las rutas solo se pierde una parte del tráfico del cliente y no toda la información

A continuación se muestra una tabla resumen de comparación entre la concatenación contigua y virtual¹⁴:

¹³ En ingeniería, la resiliencia es una magnitud que cuantifica la cantidad de energía por unidad de volumen que almacena un material al deformarse elásticamente debido a una tensión aplicada. En términos simples es la capacidad de memoria de un material para recuperarse de una deformación, producto de una presión externa.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Deformaci%C3%B3n>

¹⁴ Mayagoitia Chavira Rubén, SDH de Nueva Generación, pp. 26 – 39.

Concatenación Contigua	Concatenación Virtual
Limitada granularidad de tamaños de VC-n's	Mayor flexibilidad y granularidad para VC-n's de bajo y alto orden
Los VC-n's viajan todos por la misma ruta	VC-n's puede viajar sobre diferente ruta
Todos los elementos de la red en la ruta están involucrados en la concatenación	Solo los elementos origen y destino están involucrados en la concatenación
Es transparente a la Gestión de Red	Requiere de la Gestión de Red
Un único POH para todo el grupo concatenado	Un POH por cada VC-n concatenado
No tiene retardo diferencial	Puede presentar retardo diferencial
No requiere números de secuencia para reensamblado	Requiere secuenciamiento para el reensamblado

Tabla 1.7 Comparación entre la concatenación contigua y virtual

Capítulo 2

Hardware y creación de circuitos ethernet

En este capítulo se hará mención del hardware y de circuitos ethernet para redes de nueva generación mostrando la topología y la especificaciones técnicas para la elaboración de circuitos tipo RPR (Tecnología Resilient Packet Ring) para topologías en anillos de fibra óptica en escenarios MAN y WAN.

El ONS 15454 SDH (Fig. 2.1) Plataforma de Aprovisionamiento de Multiservicio (MSPP) proporciona las funciones de múltiples elementos de red en una única plataforma.

El ONS 15454 SDH MSPP ofrece soluciones de apoyo interfaces comunes, tales como E1, E3 y DS3, soluciones de datos como Ethernet 10/100/1000 Mbps con soluciones STM1 a través STM64 tarifas de transporte óptico de bits en ambas longitudes de onda (UIT compatibles).



Fig. 2.1 Equipo CISCO ONS 15454 SDH

Tradicionalmente, los proveedores de servicios han tenido dos opciones para la provisión metropolitano (metro), servicios IP y Ethernet. Se pueden construir nuevas redes superpuestas IP en la parte superior de las actuales huellas de la multiplexación por división de tiempo-metro (TDM), o pueden adaptarse infraestructuras SONET o SDH para llevar los servicios de Ethernet. Muchas

compañías ya han implementado nuevas redes Metro Ethernet en algunas zonas, pero esta estrategia no ha dado resultados óptimos en todos los mercados. En los mercados más pequeños con una densidad baja y moderada de la demanda, los ingresos que las compañías pueden darse cuenta de los servicios de Ethernet no puede justificar los costos de la construcción de una nueva huella de red nativa IP. Los proveedores de servicios que opten por construir nuevas redes IP en todos los mercados puede tomar mucho más tiempo para lanzar nuevas ofertas de servicios y puede perder cuota de mercado importante para los competidores que son capaces de aportar nuevos servicios al mercado más rápidamente.

2.1 Hardware

El ONS 15454 SDH soporta las siguientes capacidades líderes en la industria:

- Agregación y transporte de servicios de E1 a STM64
- Arquitectura flexible con multifrecuencia (basados en SFP) Ethernet y módulos ópticos
- Metro Ethernet Forum (MEF)
- 10 Gb Ethernet módulos
- Apoyo a la creación de redes flexibles, incluyendo anillos, lineal de punto a punto, añadir gota lineal /, estrellas, y topologías de híbridos
- Restauración de las opciones: SNCP (Protección de anillo de subred), de 2 y 4 de fibra de fibra de MS SPR (Sección múltiplex-compartido, Protección del anillo), APS 1 +1,
- Diseño compacto para mayor flexibilidad de despliegue
- Integrado de Transporte de Cisco Controller (CTC) Super herramienta de gestión de embarcaciones para la operación simple, rápida y fácil fiabilidad de clase portadora. ¹

El ONS 15454 SDH utiliza tarjetas E100T-G para Ethernet (10 Mbps) y Fast Ethernet (100 Mbps). Cada tarjeta proporciona 12 puertos Ethernet 10/100BaseT, conmutados, que cumplen con las normas IEEE 802.3, que

¹ Cisco Systems, <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2006/ps2008/>

pueden detectar en forma independiente la velocidad del dispositivo conectado (autodetección) y automáticamente conectar a la velocidad correspondiente. Los puertos se configuran en forma automática para funcionar en modo dúplex medio o completo y determinar si se habilita o inhabilita el control de flujo. También se pueden configurar los puertos Ethernet en forma manual.

El Cisco ONS 15454 SDH MSPP (Multi Service Provisioning Platform) es un equipo que puede transportar servicios tradicionales de SDH TDM (Time Division Multiplexing) y servicios de nueva generación mediante interfaces de datos Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

El Cisco ONS 15454 SDH MSPP puede agregar servicios tradicionales tales como E1, E3, STM-1, STM-4, STM-16 y STM-64 incluyendo interfaces de 2.5 y 10 Gbps coloreadas. El equipo será empleado como un ADM para explotación en configuraciones punto a punto, anillo SNCP, anillo MS-SPRING, etc.

Con las interfaces de datos FastEthernet y Gigabit Ethernet es posible proporcionar servicios de capa 2 y capa 3 usando la infraestructura de SDH, incluyendo facilidades de QoS (Quality of Service) para así ofrecer servicios diferenciados en base a SLAs (Service Level Agreements) y permitir el mejor uso del ancho de banda disponible.

2.2 Descripción de unidades del equipo

La figura 2.2 muestra las secciones de la repisa.

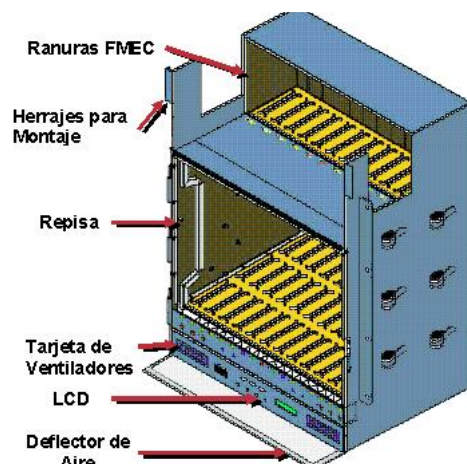


Fig. 2.2 Secciones de la repisa

La figura 2.3 muestra el empleo de las ranuras de la repisa.

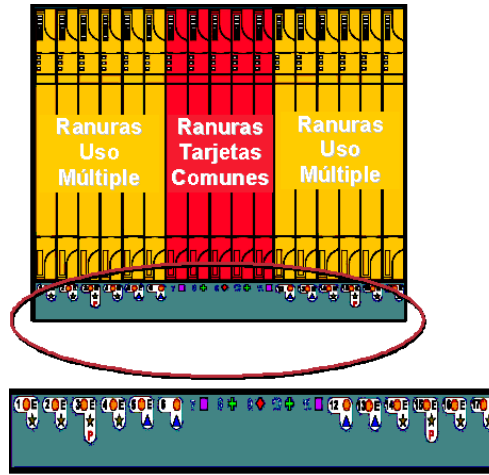


Fig. 2.3 Ranuras de la repisa

El equipo está caracterizado por lo siguiente:

- Un panel de ranuras para módulos FMEC, que funciona para proveer la conexión integrada de los servicios eléctricos para tributarias E1 y E3.
- Para enlaces de 2Mbps usando 75 ohms, el equipo viene con una repisa para terminar los E1's en 75 ohms, conocido como un Panel de Conversión E1-75-120. Se emplea un cable de interconexión del E1-42 FMEC hacia el Panel de Conversión E1-75-120.
- La tarjeta de ventiladores incluye un display de LCD para status del equipo más aparte LED's para el estado de Alarmas (Criticas, Mayores, Menores).
- Agregados o interfaces de línea STM-1, STM-4, STM-16, STM-64.
- Las ranuras de uso Múltiple pueden configurarse con tarjetas Eléctricas E1, E3, tarjetas Ópticas STM-1, STM-4, STM-16 e interfaces Ethernet ML-100 y/o ML-1000.
- Las interfaces STM-64 solo pueden ser instaladas en los slots 5 y 6, y 12 y 13.
- Tarjeta de Control (TCC-2, Timing, Communications and Control-2) para el control del sistema
- Tarjeta de crossconexión XC-VXL-10G para el control de multiplexaje para 10Gbs, XCVXL-2.5G para 2.5Gbs.

- Tarjeta AIC-I (Alarm Interface Controller-International) para el manejo de Canal de Servicio EOW/LOW
- En la parte superior, donde están las ranuras FMEC se utilizan las siguientes tarjetas: MIC-C/T/P que funciona para alimentar al equipo los -48Vdc, Unidad de Alimentación A, conexión de sistema de sincronía, conexión al sistema de gestión. MIC-A/P para alimentación B y acceso a las salidas de alarmas que van conectadas al panel de alarmas externo.

La figura 2.4 muestra la distribución (posiciones) de las repisas del ONS 15454 SDH y los componentes dentro del rack.

Si el equipo es instalado en piso de concreto o piso falso con cableado superior, la primer repisa deberá ser instalada en la parte inferior del rack. Si el equipo es instalado en piso falso con cableado inferior, la primer repisa deberá ser instalada en la parte superior. Esto se debe efectuar previendo futuros crecimientos en repisas y evitar problemas de cableado.

El ONS 15454 SDH utiliza conector DB-3 de 3 pines para la alimentación eléctrica. El equipo incluye dos cables para las Fuentes A y B de alimentación ya con sus conectores hechos.

Los pines de conexión de los FMECs de Alimentación (MIC-A/P, MIC-C/T/P) son indicados en la siguiente tabla:

Pin	Función	Color del Cable
A1	Battery return	Negro
A2	-48 V battery	Rojo
A3	Tierra	Verde Con Rayas Amarillas

Tabla 2.1 Pines de conexión

Ya conectado el cable de alimentación al DB-3 de la FMEC MIC-A/P, se debe tender el cable a lo largo del lado derecho del ONS 15454 SDH. El cable de alimentación que va conectado al DB-3 de la FMEC MIC-C/T/P, se debe tender a lo largo del lado derecho dentro de la canaleta chica del bastidor Teletec. Al terminar de conectar los cables de alimentación las tarjetas FMEC, se empleará el módulo para sujetar los cables a la repisa que está incluido como material. Se deben usar cinturones blancos a lo largo del rack para sujetar el cable. Para alimentar a la repisa, se utilizarán breakers tipo Z de 32 amperes²

2.3 Topologías

Existen dos tipos de anillos de protección de sección compartida multiplex (MS-SPRings)³. De dos fibras y de cuatro fibras. Los MS-SPRings de dos fibras comparten el servicio y la protección por igual, pero sólo se necesitan dos fibras físicas. Para mayor información, consulte la sección “MS-SPRings de dos fibras”.

En el caso de los MS-SPRings de cuatro fibras, los nodos a ambos lados del tramo que falla realizan una conmutación de tramo y utilizan el segundo par de fibras como nueva ruta de trabajo.

Cada MS-SPRing puede tener hasta 25 nodos ONS 15454 SDH. Como los anchos de banda de trabajo y de protección deben ser iguales, sólo puede crear MS-SPRings STM-4 (de dos fibras únicamente), STM-16 o STM-64.

2.3.1 MS-SPRings de dos fibras

En los MS-SPRings de dos fibras, cada fibra está dividida en anchos de banda de trabajo y de protección.

Por ejemplo, en un MS-SPRing STM-16 (Fig. 2.4), los VC4 1 a 8 transportan el tráfico de trabajo, y los VC4 9 a 16 se reservan para la protección. El tráfico de

² Norma de instalación de los equipos ONS 15454 SDH de cisco. Telmex pp. 4 - 15

³ Los MS-SPRings con 16 nodos o menos tienen un tiempo de conmutación de 50 ms. Los MS-SPRings con 16 o más nodos tienen un tiempo de conmutación de 100 ms.

trabajo (VC4 1 a 8) viaja en una dirección a través de una de las fibras y en la dirección opuesta por la segunda fibra. El circuito del Controlador de transporte de Cisco (CTC) que enruta las rutinas calcula la “ruta más corta” para los circuitos con base en muchos factores, como pueden ser los requerimientos del usuario, los patrones de tráfico y la distancia. Por ejemplo, en la Fig. 2.4, los circuitos que van desde el Nodo 0 al nodo 1 viajan generalmente por la Fibra 1, a menos que la fibra esté llena, en cuyo caso los circuitos se enrutan por la Fibra 2, a través del Nodo 3 y del Nodo 2. El tráfico desde el Nodo 0 al Nodo 2 (o desde el Nodo 1 al Nodo 3) puede enrutarse por cualquier fibra, de acuerdo con los requerimientos de aprovisionamiento del circuito y las cargas de tráfico.

Los bytes SDH K1, K2, y K3 transportan la información que maneja la conmutación de protección MS-SPRing. Cada nodo MS-SPRing supervisa los bytes K a fin de determinar cuándo conmutar la señal SDH a una ruta física alternativa. Los bytes K comunican las fallas y las acciones realizadas entre los nodos del anillo. Si se produce una ruptura en una fibra, el tráfico de trabajo destinado a un nodo que se encuentra después de la ruptura se conmuta al ancho de banda de protección en la segunda fibra. El tráfico viaja en la dirección opuesta en el ancho de banda de protección hasta que alcanza su nodo de destino. En ese momento, el tráfico se conmuta nuevamente al ancho de banda de trabajo.

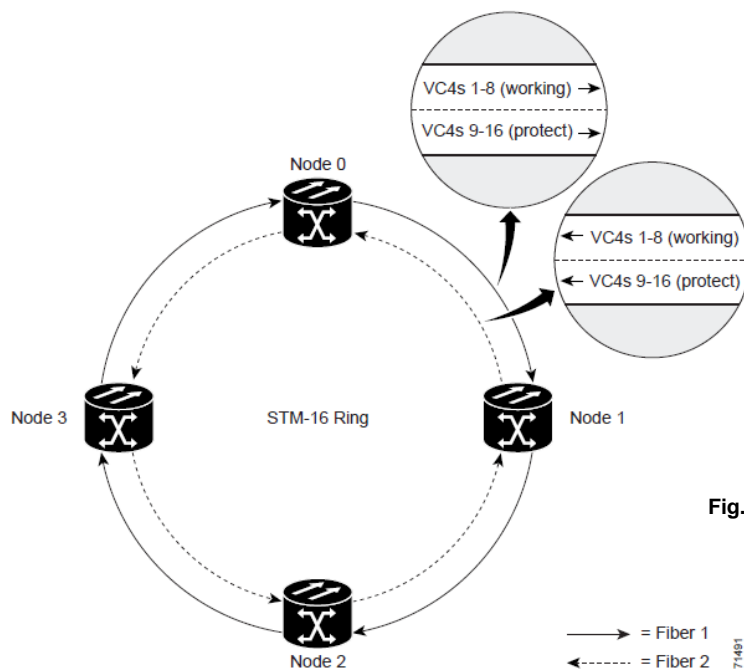


Fig. 2.4 MS-SPRing de dos fibras y cuatro nodos

La Figura 2.5 muestra un modelo de patrón de tráfico en un MS-SPRing de dos fibras y cuatro nodos.

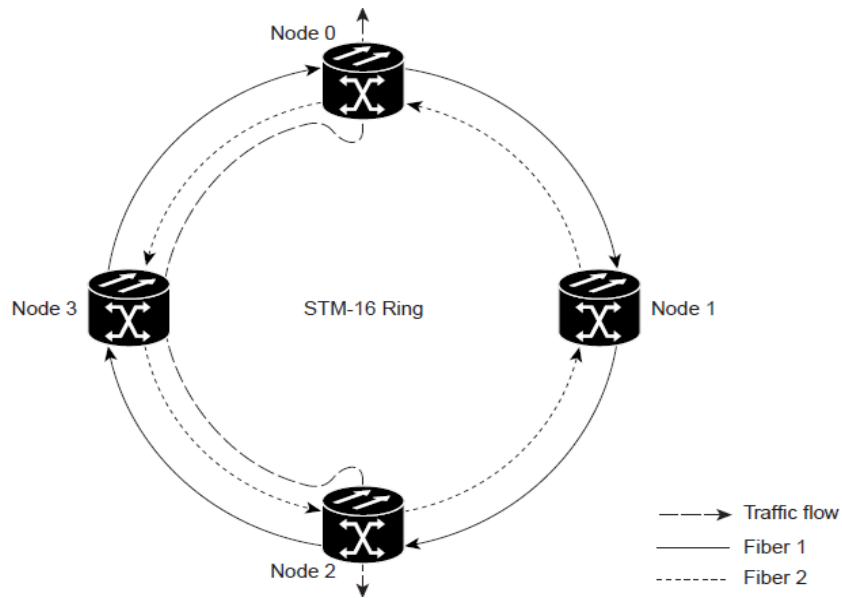


Fig. 2.5 Patrón de tráfico en un MS-SPRing de dos fibras y cuatro nodos

La Fig. 2.6 muestra cómo se vuelve a enrutar el tráfico luego de una ruptura en una línea entre los Nodos 0 y 3.

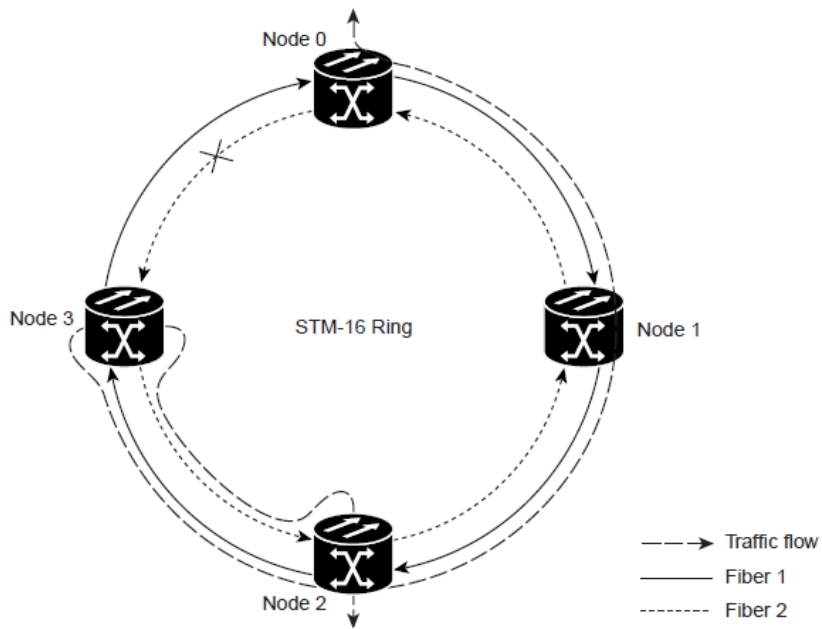


Fig. 2.6 El tráfico luego de una ruptura en una línea entre los Nodos 0 y 3

- Todos los circuitos que se originan en el Nodo 0 y se transportan hacia el Nodo 2 por la Fibra 2 se conmutan al ancho de banda de protección de la Fibra 1. Por ejemplo, un circuito transportado en VC4-1 por la Fibra 2 se conmuta a VC4-9 por la Fibra 1. Un circuito transportado en VC-4 por la Fibra 2 se conmuta a VC4-10 por la Fibra 1. La Fibra 1 transporta el circuito al Nodo 3 (el destino de la ruta original). El Nodo 3 conmuta el circuito nuevamente a VC4-1 en la Fibra 2, donde se enruta hacia el Nodo 2 en VC4-1.
- Los circuitos originados en el Nodo 2 que normalmente eran transportados hacia el Nodo 0 por la Fibra 1 se conmutan al ancho de banda de protección de la Fibra 2 en el Nodo 3. Por ejemplo, un circuito transportado por VC4-2 por la Fibra 1 se conmuta a VC4-10 en la Fibra 2. La Fibra 2 transporta el circuito hacia el Nodo 0, donde el circuito se conmuta nuevamente a VC4-2 por la Fibra 1 y luego se baja a su destino.

2.4 Especificaciones técnicas de las tarjetas

Las tarjetas para el ONS 15454 SDH incluyen tarjetas de conexión eléctrica de montaje frontal (FMEC), tarjetas de control común, tarjetas eléctricas, tarjetas ópticas y tarjetas Ethernet. Cada tarjeta está marcada con un símbolo que corresponde a una ranura (o ranuras) en el chasis de ONS 15454 SDH. Las tarjetas se instalan después en las ranuras que contienen los mismos símbolos. La descripción general en esta sección ofrece un resumen de las tarjetas.

2.4.1 Tarjetas eléctricas

La tarjeta MIC-A/P proporciona conexión para la entrada BATERÍA B, una de las dos entradas redundantes posibles de fuente de alimentación. También brinda conexión para ocho salidas de alarma (provenientes de la tarjeta TCC2), dieciséis entradas de alarma y cuatro entradas/salidas de alarma configurables. Su posición es en la Ranura 23 en el centro del área EFCA del sobrestante. La Fig. 2.7 muestra la placa frontal y el diagrama de bloques de la MIC-A/P.

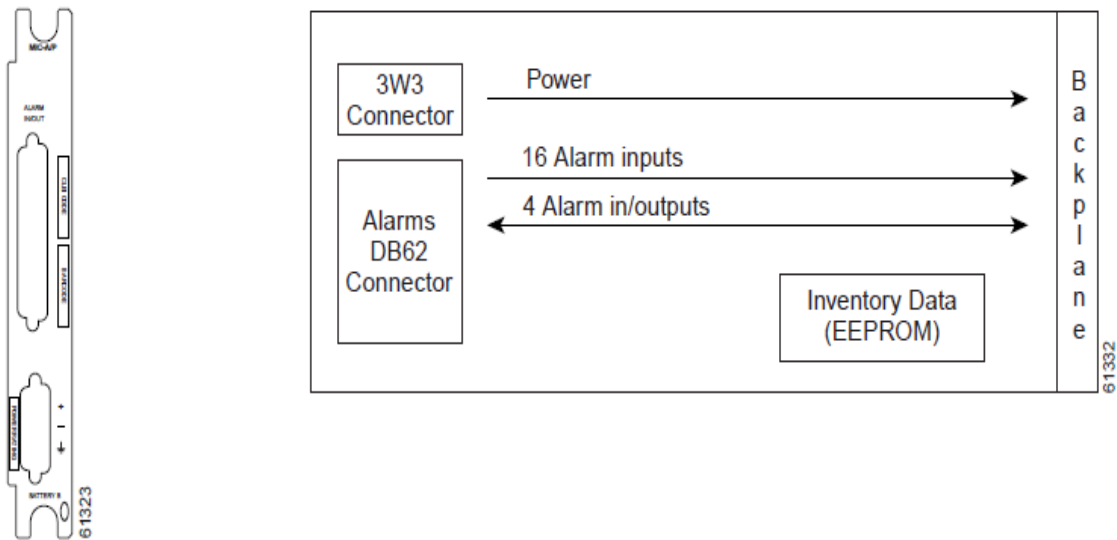


Fig. 2.7 Diagrama de bloques y placa frontal de la MIC-A/P

La siguiente lista resume las características de la tarjeta MIC-A/P:

- Conexión para una o dos entradas redundantes posibles de fuente de alimentación.
- Conexión para ocho salidas de alarma (provenientes de la tarjeta TCC2)
- Conexión para cuatro entradas/salidas de alarma configurables
- Conexión para dieciséis entradas de alarma
- Almacenamiento de datos de fabricación e inventario

La tarjeta MIC-C/T/P proporciona conexión para la entrada BATERÍA A, una de las dos entradas redundantes posibles de fuente de alimentación. También brinda conexión para el puerto en serie de administración del sistema, el puerto LAN de administración del sistema, el puerto de módem (para uso futuro) y temporización del sistema de entradas y salidas.

Coloque la MIC-C/T/P en la Ranura 24. La Fig. 2.8 muestra la placa frontal y el diagrama de bloques de la tarjeta MIC-C/T/P.

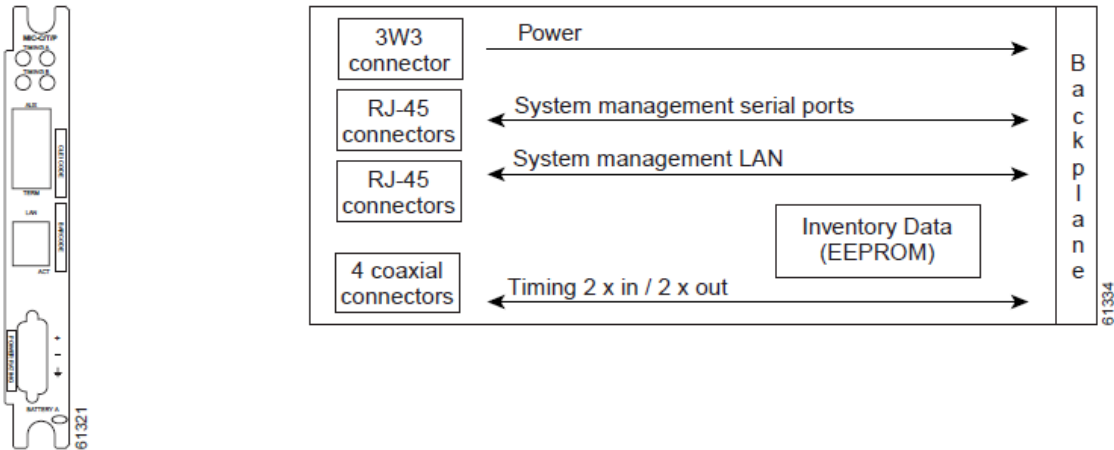


Fig. 2.8 Placa frontal de la MIC-C/T/P

La siguiente lista resume las características de la tarjeta MIC-C/T/P:

- Conexión para una o dos entradas redundantes posibles de fuente de alimentación.
- Conexión para dos puertos en serie para conexión/módem local (para uso futuro)
- Conexión para un puerto LAN
- Conexión para dos entradas de temporización del sistema
- Conexión para dos salidas de temporización del sistema
- Almacenamiento de datos de fabricación e inventario

2.4.2 Especificaciones para las tarjetas eléctricas

La tarjeta MIC-C/T/P tiene las siguientes especificaciones:

- BATERÍA A de entrada de fuente de alimentación MIC-C/T/P
 - Voltaje de alimentación del sistema: Nominal –48 VDC
 - Límites de tolerancia: –40.5 a –57.0 VDC
 - Conector: conector de cable de alimentación 3WK3 Combo-D
- Conector para temporización MIC-C/T/P
 - Frecuencia: 2.048 MHz +/-10 ppm
 - Nivel de la señal: 0.75 a 1.5 V

- Impedancia: 75 ohmios $\pm 5\%$ (conmutable por puente a mayor impedancia > 3 kohmios) (120 ohmios de impedancia balanceada es posible con un cable externo que coincida)
- Atenuación del cable: Hasta 6 dB a 2 MHz
- Conectores: Conector coaxial miniatura de 1.0/2.3
- Puerto en serie de administración del sistema MIC-C/T/P:
 - Interfaz de conexión con puerto en serie de administración del sistema
 - Puerto de módem (para uso futuro)
 - Conectores: RJ-45 de 8 clavijas
- Conectores de puerto LAN de administración del sistema MIC-C/T/P:
 - Señal: IEEE 802.3 10BaseT
 - Conectores: RJ-45 de 8 clavijas
- Ambiental
 - Temperatura de operación: -5 a $+45$ grados Celsius (-23 a $+113$ grados Fahrenheit)
 - Humedad de operación: 5 a 95%, sin condensación
 - Consumo de energía: 0.38 W (provista con +5 V por la tarjeta TCC2), 1.37 BTU/hora
- Dimensiones
 - Altura: 182 mm (7.165 pulgadas)
 - Ancho: 32 mm (1.25 pulgadas)
 - Profundidad: 92 mm (3.62 pulgadas)
 - Profundidad con conector de panel posterior: 98 mm (3.87 pulgadas)
 - Peso sin incluir el embalaje plástico: 0.2 kg (0.5 lb)
- Cumplimiento.

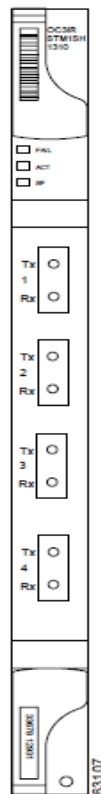
Las tarjetas del ONS 15454 SDH, una vez instaladas en un sistema, cumplen con los siguientes estándares:

- Seguridad: IEC 60950, EN 60950, UL 60950, CSA C22.2 N° 60950, TS 001, AS/NZS 3260

2.4.3 Tarjetas ópticas

La tarjeta OC3 IR 4/STM1 SH 1310 presenta cuatro puertos de corto o mediano rango STM-1 y funciona a 1310 nm.⁴

La Fig. 2.9 ilustra la placa frontal de la tarjeta OC3 IR 4/STM1 SH 1310.



La Fig. 2.9 ilustra un diagrama de bloques para los cuatro puertos de la tarjeta OC-3

La tarjeta OC3 IR 4/STM1 SH 1310 puede instalarse en las Ranuras 1 a 6 y 12 a 17 y aprovisionarse como parte de un SNCP o una configuración de ADM/TM (linear add/drop multiplexer/terminal monitor). Cada interfaz incluye un láser de 1310 nm y un conector transmisor-receptor (etiquetado) en la placa frontal de la tarjeta. La tarjeta utiliza conectores SC.

⁴ Los dispositivos ópticos de interfaz Cisco OC3 IR/STM1 SH, OC12 IR/STM4 SH y OC48 IR/STM16SH, todos en el rango de 1310 nm, están optimizados para la fibra SMF-28, de amplia utilización y disponible a través de diversos proveedores. Los planificadores e ingenieros deberán revisar el tipo de fibra correspondiente y las especificaciones de los dispositivos ópticos para determinar la atenuación, dispersión y demás características de todos los tipos de fibra para garantizar una adecuada implementación. Manual de referencia de CISCO ONS 14454 SDH. pp. 152-153

Es compatible con la conmutación de protección unidireccional y bidireccional. La protección puede aprovisionarse para cada puerto en particular.

Detecta pérdida de señal LOS (Line Out Signal), de marco LOF (Line Out Frame), de puntero LOP (Line Out Path), señal de alarma de sección (MS-AIS) y condiciones anómalas de recepción remota de sección multiplex (MS-FERF). Consulte la *Guía de solución de problemas del Cisco ONS 15454 SDH* para obtener la descripción de estas condiciones. La tarjeta también contabiliza errores de paridad interpolada por bits (BIP) en secciones y líneas.

La tarjeta OC3 IR/STM1 SH 1310-8 presenta ocho puertos de corto o mediano rango SDH STM-1 conformes a ITU-T G.707 e ITU-TG.957. Cada puerto funciona a 155.52 Mbps sobre un tramo de fibra modo único.

Es compatible con VC-4 y con las cargas útiles concatenadas o no concatenadas del nivel de señal STM-1. La Fig. 2.10 ilustra la placa frontal de la tarjeta.

La tarjeta OC3IR/STM1SH 1310-8 puede instalarse en las Ranuras 1 a 4 y 14 a 17 (ranuras multivelocidades). La tarjeta puede aprovisionarse como parte de un SNCP o en una configuración ADM/TM (add/drop multiplexer/terminal monitor).

Cada interfaz incluye un láser de 1310 nm y un conector transmisor-receptor (etiquetado) en la placa frontal de la tarjeta. La tarjeta utiliza conectores LC en la placa frontal, con una inclinación de 12.5 grados hacia adelante.

La tarjeta OC3IR/STM1SH 1310-8 es compatible con la conmutación de protección unidireccional y bidireccional. La protección puede aprovisionarse para cada puerto en particular.

Detecta LOS, LOF, LOP, MS-AIS (Señal indicadora de alarma de la sección multiplexora) y MS-FERF (Falla de Recepción en el extremo remoto en la sección multiplexora).

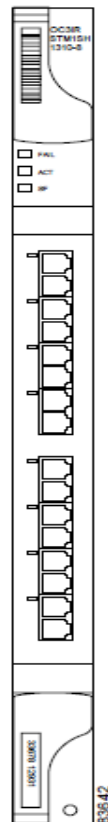


Fig. 2.10 Diagrama de bloques para la tarjeta OC3 IR/STM1 SH 1310-8

La tarjeta **OC48 IR/STM16 SH AS 1310** presenta un puerto de corto o mediano rango STM-16 a 1310 nm y funciona en las Ranuras 1 a 6 y 12 a 17.

La tarjeta OC48 IR/STM16 SH AS 1310 puede instalarse en las Ranuras 1 a 6 y 12 a 17 y puede aprovisionarse como parte de un MS-SPRing o un SNC. En el caso de configuraciones ADM/TM, puede aprovisionarse la tarjeta como una interfaz de tramo del enlace de transporte o como una interfaz tributaria de acceso.

El puerto STM-16 incluye un láser de 1310 nm y un conector transmisor-receptor (etiquetado) en la placa frontal de la tarjeta. La tarjeta OC48 IR/STM16 SH AS

1310 utiliza conectores SC. Es compatible con la protección 1+1 unidireccional y bidireccional y la conmutación bidireccional aprovisionable.

Detecta LOS, LOF, LOP, MS-AIS y MS-FERF.



Fig. 2.11 Placa frontal de la tarjeta OC48 IR/STM16 SH AS 1310

2.4.4 Especificaciones para las tarjetas ópticas

La tarjeta OC48 IR/STM16 SH AS 1310 cuenta con las siguientes especificaciones:

- Línea:
 - Velocidad binaria: 2488.320 Mbits/s (Mbps)
 - Código: NRZ
 - Fibra: 1310 nm modo único
 - Modos de loopback: Terminal e instalaciones
 - Conectores: SC
 - Conformidad: ITU-T G.707, ITU-T G.957

- Transmisor
 - Máxima energía de salida del transmisor: 0 dBm
 - Mínima energía de salida del transmisor: -5 dBm
 - Longitud de onda central: 1280 a 1350 nm
 - Longitud de onda nominal: 1310 nm
 - Transmisor: Láser DFB
- Receptor
 - Máximo nivel del receptor: 0 dBm a BER $1 \cdot 10^{-10}$
 - Mínimo nivel del receptor: -18 dBm a BER $1 \cdot 10^{-10}$
 - Receptor: Fotodetector InGaAs/InP
 - Presupuesto de pérdida de vínculos: 13 dB, mínimo
 - Rango de longitud de onda de entrada del receptor: 1280 a 1350 nm
- Ambientales
 - Temperatura de operación: -5 a +45 grados Celsius (+23 a +113 grados Fahrenheit)
 - Humedad de operación: 5 a 95%, sin condensación
 - Consumo de energía: 37.20 W, 0.78 A a -48 V, 127.0 BTU/hora
- Dimensiones
 - Altura: 321.3 mm (12.650 pulgadas)
 - Ancho: 18.2 mm (0.716 pulgadas)
 - Profundidad: 228.6 mm (9.000 pulgadas)
 - Profundidad con conector de plano posterior: 235 mm (9.250 pulgadas)
 - Peso sin estuche: 0.9 kg (2.2 lb)
- Conformidad.

Las tarjetas ópticas del ONS 15454 SDH, instaladas en un sistema cumplen con los siguientes estándares:

- Seguridad: IEC 60950, EN 60950, UL 60950, CSA C22.2 N° 60950, TS 001, AS/NZS 3260, IEC 60825-1, IEC 60825-2, 21 CFR 1040-10 y 21 CFR 1040.11 Producto láser Clase 1.⁵

⁵ Ibidem, pp. 177- 181

2.5 Tarjeta ethernet

El ONS 15454 SDH de Cisco integra Ethernet a una plataforma de multiplexión por división de tiempo SDH.

Las tarjetas G-Series (G1000-4/G1K-4) transportan los datos de Ethernet e IP en forma confiable a través de la parte posterior de SDH.

Asigna hasta cuatro interfaces Ethernet Gigabit a una red de transporte SDH y proporciona un ancho de banda de transporte que se puede ampliar y aprovisionar en niveles de señal de hasta VC4-16C por tarjeta. Además, la tarjeta permite el avance de velocidad de línea para todas las tramas Ethernet (unidifusión, multicast (difusión) y broadcast (difusión)) y se puede configurar para admitir tramas Jumbo (definidas como un máximo de 10000 bytes). La tarjeta incorpora funciones optimizadas para aplicaciones de tipo portadora tales como:

- Alta disponibilidad (que incluye desempeño sin errores (“hitless”) (< 50 ms) en las actualizaciones de software y en todos los tipos de conmutadores de protección de equipos SONET/SDH)
- Nuevo aprovisionamiento sin errores (“hitless”)
- Posibilidad de tráfico Gigabit Ethernet a máxima velocidad de línea
- Las opciones de servicios incluyen estados de puertos mejorados, loopbacks de instalación y terminales, seguimiento de rutas J1
- Asistencia para alarmas de tipo SDH
- Funciones PM y RMON de Ethernet

La tarjeta G-Series permite aprovisionar y administrar un servicio de línea privado Ethernet de forma muy similar a una línea SDH o SONET tradicional. Las aplicaciones de la tarjeta G-Series incluyen el abastecimiento de servicios LAN transparentes (TLS) de nivel de portadora, servicios de línea privada Ethernet de 100 Mbps (al combinarla con un conmutador externo Ethernet de 100 Mb con enlaces ascendentes Gigabit) y transporte de alta disponibilidad para

aplicaciones tales como el almacenamiento de MAN/WAN (Red de Área Metropolitana/Red de Área Amplia).

Para admitir un puerto Gigabit Ethernet a máxima velocidad de línea, se necesita un circuito STM con una capacidad mayor o igual a 1 Gbps (2 Gbps bidireccionales). El tamaño mínimo de circuito necesario para admitir un puerto Gigabit Ethernet a máxima velocidad de línea es VC4-8c. La tarjeta G-Series admite un máximo de dos puertos a máxima velocidad de línea.

La tarjeta ML1000-2 proporciona dos puertos de 1000 Mbps, que cumplen con las normas IEEE. Los conectores de acoplamiento de factor de forma pequeño (SPF) se encuentran por separado.

La fig. 2.12 muestra la parte frontal de la tarjeta ethernet ML1000-2

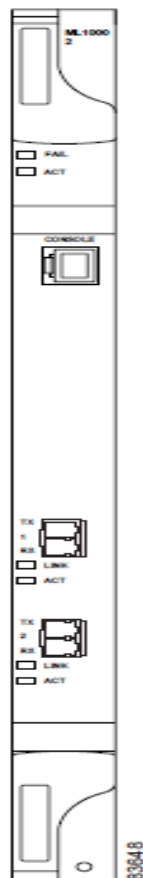


Fig. 2.12 Placa frontal de la ML1000-2

2.5.1 Especificaciones de la tarjeta ML1000-2

La tarjeta ML1000-2 presenta las siguientes especificaciones:

- Ambiente
 - Temperatura de funcionamiento: de -5 a +55 grados Celsius (de 23 a +131 grados Fahrenheit)
 - Humedad relativa de funcionamiento: de 5 a 95%, sin condensación
 - Consumo de energía: 49.00 W, 1.02 A a -48 V, 167.3 BTU/h
- Dimensiones
 - Altura: 321.3 mm (12.650 pulgadas)
 - Ancho: 18.2 mm (0.716 pulgadas)
 - Profundidad: 228.6 mm (9 pulgadas)
 - Profundidad con conector de plano posterior: 235 mm (9.250 pulgadas)
 - Peso sin incluir el embalaje: 2.1 libras (0.9 kg)
- Conformidad. Las tarjetas ópticas del ONS 15454 SDH, cuando están instaladas en un sistema, cumplen con estos estándares:
 - Seguridad: IEC 60950, EN 60950, UL 60950, CSA C22.2 N° 60950, TS 001, AS/NZS 3260,
 - IEC 60825-1, IEC 60825-2, 21 CFR 1040-10 y 21 CFR 1040.11
 - Producto láser Clase 1⁶

2.6 Protección de tarjetas

2.6.1 Protección 1:1

En la protección 1:1, una tarjeta activa se asocia con una tarjeta de protección del mismo tipo. Si la tarjeta activa falla, el tráfico de la misma se conmuta a la tarjeta de protección. Cuando se resuelve la falla en la tarjeta activa, el tráfico se revierte automáticamente a la misma. La fig. 2.13 muestra el ONS 15454 SDH en una configuración de protección 1:1; la ranura 1 protege a la ranura 2, la ranura 3 protege a la ranura 4, la ranura 17 protege a la ranura 16 y la ranura 15 protege a la ranura 14. Cada tarjeta activa se asocia con una tarjeta de protección. Las

⁶ Ibidem pp. 233-327

ranuras 6 y 12 no se usan para tarjetas eléctricas ya que no disponen de las ranuras de FMEC (conexiones eléctricas de montaje frontal) correspondientes.

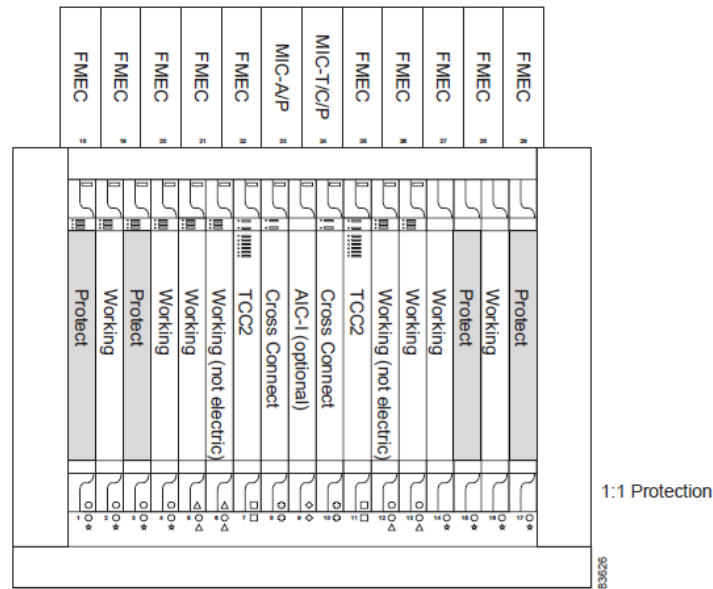


Fig. 2.13 Tarjetas del ONS 15454 SDH en una configuración de protección 1:1.

2.6.2 Protección 1: N

La protección 1: N permite que una única tarjeta proteja a varias tarjetas activas. Una tarjeta E1-N-14 protege hasta cuatro tarjetas E1-N-14 y una tarjeta DS3i-N-12 protege hasta cuatro tarjetas DS3i-N-12.

Actualmente, la protección 1: N funciona sólo en los niveles E-1 y DS-3. Las tarjetas de protección 1: N deben coincidir con los niveles de las tarjetas activas. Por ejemplo, una E1-N-14 protege solamente tarjetas E1-N-14 y una DS3i-N-12 protege únicamente tarjetas DS3i-N-12.

Los puertos físicos E-1 y DS-3 en las tarjetas del ONS 15454 SDH FMEC utilizan las tarjetas activas hasta que éstas fallan. Cuando el nodo detecta esta falla, la tarjeta de protección asume el control de las interfaces físicas eléctricas E-1 o DS-3 a través de los relevadores y puentes de señales en el plano posterior. La Fig. 2.14 muestra el ONS 15454 SDH en una configuración de protección 1:N. Cada lado del chasis tiene una sola tarjeta que protege a todas las tarjetas de ese lado.

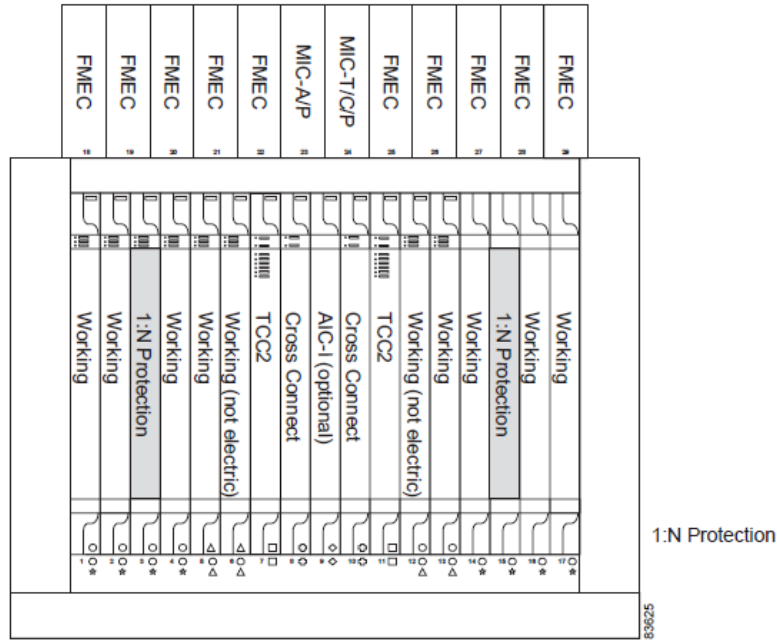


Fig. 2.14 Tarjetas del ONS 15454 SDH en una configuración de protección 1: N

2.6.3 Conmutación con reversión

La protección 1: N admite la conmutación con reversión. La conmutación con reversión reenvía las interfaces eléctricas a la tarjeta activa original después de que ésta vuelve a estar en línea. La detección de una tarjeta activa en funcionamiento provoca el proceso de reversión. Existe un período de tiempo variable para el lapso entre la detección y la reversión, denominado retraso de reversión, que se puede determinar mediante el Cisco Transport Controller (CTC: Controlador de transporte de Cisco). Para obtener instrucciones, consulte la *Guía de procedimientos del Cisco ONS 15454 SDH*. Todas las tarjetas en un grupo de protección comparten las mismas configuraciones de reversión. Los grupos de protección 1: N pasan a la reversión automática en forma predeterminada.

2.6.4 Lineamientos de la protección 1: N

Varias reglas se aplican a los grupos de protección 1: N en el ONS 15454 SDH:

- Los grupos de tarjetas activas y de protección deben residir en el mismo banco de tarjetas (A o B).

- La tarjeta de protección 1: N debe residir en la Ranura 3 para el lado A y en la Ranura 15 para el lado B.
- Las tarjetas activas pueden situarse en cualquiera de los lados de la tarjeta de protección o en ambos lados.

El ONS 15454 SDH admite la protección de equipo 1:N para todas las configuraciones de linear add/drop multiplexers (en anillo, lineal y terminal) según lo que especifica ITU-T G.841.

El ONS 15454 SDH detecta e identifica automáticamente una tarjeta de protección 1: N cuando la tarjeta se instala en la Ranura 3 o en la Ranura 15. Sin embargo, la ranura que contiene la tarjeta 1: N en un grupo de protección se debe aprovisionar manualmente como ranura de protección debido a que, en forma predeterminada, todas las tarjetas son activas.⁷

2.7 Aplicación de las tarjetas Serie ML

Las tarjetas ML-Series son conmutadores de varias capas Gigabit Ethernet (ML1000-2) y Fast Ethernet (ML100T-12) integrados en la plataforma del ONS 15454 SONET/SDH. Un ONS 15454 SONET con una tarjeta cross-conectora de 10 Gigabit (XC10G) puede alojar una tarjeta en cualquier ranura de tarjeta de tráfico, pero un ONS 15454 SONET con tarjeta cross-conectora (XC) o tarjeta cross-conectora Virtual Tributary (XCVT) sólo puede alojar la tarjeta ML-Series en las cuatro ranuras de tráfico de alta velocidad. Un ONS 15454 SDH puede alojar la tarjeta en cualquier ranura de tarjeta de tráfico con cualquier tipo de tarjeta cross-conectora.

Cada tarjeta es un conmutador de datos independiente que procesa hasta 5.7 Mb/s de conmutación de L2 y L3. La tarjeta se entrega cargada con el Cisco IOS versión 12.1 (19) EO, que controla las funciones de datos de la tarjeta. Los usuarios pueden acceder al Cisco IOS de tres modos: el puerto de consola en la

⁷ Ibidem, pp. 327- 330

placa frontal de la tarjeta, los puertos Ethernet en la tarjeta ML-Series asignada a una LAN virtual de administración o una sesión Telnet. Las sesiones Telnet se pueden inicializar a través de un programa terminal en la PC o a través del CTC, la interfaz gráfica de usuario (GUI) estándar del ONS 15454 SDH.

- Funciones de puenteo de L2
 - Puenteo transparente de L2
 - Instrucción, longevidad y conmutación por hardware de direcciones MAC L2
 - Protocolo de árbol de expansión (IEEE 802.1D) por grupo de puente
 - Tunneling de protocolo
 - Un máximo de 255 grupos de puente activos
 - Hasta 60,000 direcciones MAC por tarjeta, admite como máximo 8,000 por grupo de puente
 - IRB (Integrated routing and bridging) (Puenteo y direccionamiento integrado)
 - Funciones de redes LAN virtuales
 - Enlazamiento de redes LAN virtuales basado en 802.1P/Q
 - Tunneling de redes LAN virtuales 802.1Q
 - Árbol de expansión 802.1D y árbol de expansión rápida 802.1W
 - RPR (Resilient Packet Ring)
 - DRPRI (Dual Resilient Packet Ring Interconnect)

- Admite protocolos de direccionamiento
 - Lite de direccionamiento y reenvío de Red privada virtual (VPN) (VRF Lite)
 - Protocolo Intermediate IS-IS (System-to-Intermediate System)
 - Protocolos RIP y RIP II (Routing Information)
 - Protocolo EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing)
 - Protocolo OSPF (Open Shortest Path First)

- Protocolo PIM (Independent Multicast) (de multidifusión independiente): modo raro,
 - raro-denso y denso
 - Direccionamiento secundario
 - Rutas estáticas
 - ARP proxy local
 - Protocolo BCP (Border Gateway)
 - CIDR (Classless interdomain routing)
- Funciones de QoS
- Contratos de nivel de servicio (SLA, por su sigla en inglés) con granularidad de 1 Mbps
 - Política de entrada
 - Ancho de banda garantizado (circuito cíclico compensado [WDRR] más estricto cronograma de prioridades)
 - Clasificación en función de la prioridad de L2, Id. de LAN virtual, TOS/DSCP L3 y puerto
 - Compatible con lista de espera de baja latencia para VoIP de unidifusión⁸

2.8 Tarjeta de datos ONS 15305

El equipo Cisco ONS 15302 emplea una plataforma de acceso de multiservicio.

- Transporta tráfico Ethernet y TDM en una trama SDH para aplicaciones en redes de área metropolitana (MAN o metro).
- Puede trabajar en forma complementaria con los equipos Cisco ONS 15302/15454.

El equipo Cisco 15305 tiene las siguientes características:

- De uno hasta 8 conexiones de 155 Mbps protegidos o 16 conexiones no protegidas.
- Transporte de tráfico con multiservicios sobre enlaces de alta capacidad.

⁸ Guía Ethernet ML. Cisco IOS versión 12.1 (19) EO Producto y documentación de la versión 4.1 Agosto de 2003pp 25-27

- Transporte y consolidación de tráfico 10/100 Ethernet.
- Soporta tráfico de E1/T3:
- Desde uno hasta 189 servicios E1
- Desde uno hasta 18 servicios E3/T3
- Es pequeño y fácil de instalar.
- Terminación de tráfico TDM y Ethernet.
- Soporta un numero grande de servicios.
- Soporta servicios que requieren un gran ancho de banda.
- Incrementos de ancho de banda para servicios de Ethernet (2 Mbps+).
- Niveles flexibles de servicio para los clientes

El equipo Cisco 15305 tiene las siguientes funciones:

- Concentra tráfico IP y TDM
- Hace el mapeo de tráfico TDM en VC-12, VC-3 o VC-4.
- Hace el mapeo de tráfico Ethernet en VC-12s.
- Provee de anchos de banda para IP en uno hasta 400 VC-12s, a través de uno hasta 400 canales de tipo WAN.
- Ajusta su diferencia de retardo en +/- 6.5 ms



FIG. 2.15 Tarjeta de datos ONS 15305

- Es lo mejor para emplearse en redes de alta velocidad SDH.
- Puede emplear cobre como fibra.
- Combina tráfico TDM y Ethernet.
- Tiene un diseño modular.
- Es adaptable y escalable.

- Tiene un puente Ethernet de 20 Gbps (configurable en incrementos de 2 Mbps).
- Funciones de ADM.
- Funciones de Terminal Mux.
- Cross-conexiones no bloqueable de 64x 64 STM-1 (en niveles de VC-3/4/12).
- Soporta esquemas de protección SNCP y 1+1.
- Soporta E-1,E-3/T3, STM-1/4/16 y Eth/10/100/100.

2.9 Temporización de nodo

Los parámetros de temporización de SDH deben establecerse para cada ONS 15454 SDH. Cada ONS 15454 SDH acepta independientemente su referencia de temporización de una de tres fuentes:

- Las clavijas de fuente de temporización integrada del edificio (BITS) en los conectores coaxiales MIC-C/T/P del ONS 15454 SDH.
- Una tarjeta STM-N instalada en el ONS 15454 SDH. La tarjeta está conectada a un nodo que recibe la temporización a través de una fuente de BITS.
- El reloj ST3 interno en la tarjeta TCC2.

Puede configurar la temporización del ONS 15454 SDH en uno de los tres modos: Externo, de línea o mixto. Si la temporización viene del conector de BITS, establezca la temporización del ONS 15454 SDH en externa. Si la temporización viene de una tarjeta STM-N, establezca la temporización en modo de línea. En las redes de ONS 15454 SDH típicas:

- Un nodo está configurado en externo. El nodo externo deriva su temporización de una fuente de BITS conectada a conectores coaxiales MIC-C/T/P de BITS. La fuente de BITS, a su vez, deriva su temporización de una fuente de referencia primaria (PRS), tales como un reloj Stratum 1 o señal de GPS.

- Los otros nodos están configurados en modo de línea. Los nodos de línea derivan la temporización del nodo temporizado externamente a través de las tarjetas de enlace (tramo) STM-N.

Puede configurar tres referencias de temporización para cada ONS 15454 SDH. Las primeras dos referencias son por lo general dos fuentes de nivel de BITS, o dos fuentes de nivel de línea conectadas ópticamente a un nodo con una fuente de BITS. La tercera referencia es el reloj interno provisto en todas las tarjetas TCC2 del ONS 15454 SDH. Este reloj es un Stratum 3 (ST3). Si un ONS 15454 SDH queda aislado, la temporización se mantiene al nivel ST3.

2.9.1 Ejemplo de temporización de red

La fig. 2.16 muestra un ejemplo de configuración de temporización de una red del ONS 15454 SDH. El Nodo 1 está configurado en temporización externa. Dos referencias de temporización están configuradas en BITS. Éstas son fuentes de temporización Stratum 1, conectadas a los conectores coaxiales MIC-C/T/P de BITS en el Nodo 1.

La tercera referencia está configurada en reloj interno. Las salidas de BITS en el Nodo 3 se utilizan para proporcionar temporización a equipos externos, como un multiplexor de acceso de línea digital.

En el ejemplo, las ranuras 5 y 6 contienen las tarjetas de enlace (tramo). La temporización en los nodos 2, 3 y 4 está configurada en modo de línea, y las referencias de temporización están establecidas en las tarjetas de enlace, con base en la distancia de la fuente de bits.

La referencia 1 está configurada en la tarjeta de enlace más cercana a la fuente de bits. En el nodo 2, la referencia 1 es la ranura 5, porque está conectada al nodo 1. En el nodo 4, la referencia 1 está configurada en la ranura 6, porque está conectada al nodo 1.

En el nodo 3, la referencia 1 podría ser cualquiera de las dos tarjetas de enlace, porque se encuentran a una misma distancia del nodo 1⁹.

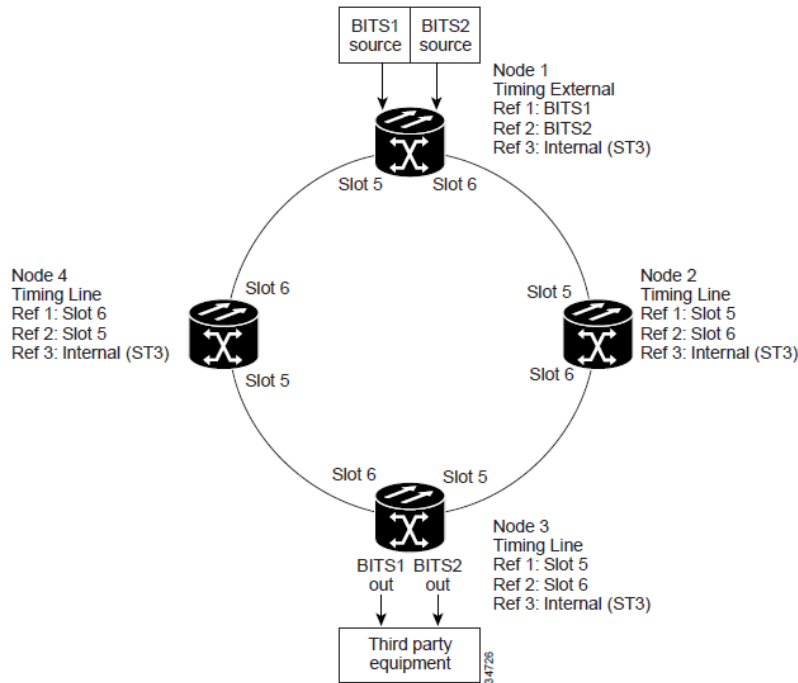


Fig.2.16 Ejemplo de temporización del ONS 15454 SDH

2.10 Servicios metro ethernet interoperabilidad cisco-cisco

Establecer el conjunto de pruebas técnicas y funcionales que deberán realizarse al equipo ONS 15302 /15305 de Cisco, para la interoperabilidad con equipo Cisco por parte del operador telefónico.

2.10.1 Equipo de medición

Antes de realizar las mediciones ópticas, los conectores de los equipos de medición deberán ser limpiados y verificada su limpieza con el microscopio.

⁹ Manual de referencia de Cisco ONS 15454 SDH. pp. 354 -356

Equipo o Accesorio	Características	Sugerencia
Generador/Analizador Ethernet	Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet	
Medidor de Potencia Óptica.	Rango: -40 a +20 dBm Conector: FC-PC/SC/LC	OLP-8 de Acterna.; FOT-92AX de EXFO
PC con Software de Aplicación e Interfaz.		
Jumpers Ópticos.	LC-LC, LC-FC	
Acopladores.	SC-SC	
Atenuadores ópticos	LC	
Cables y herramienta.		Todo lo necesario para las maniobras sobre el equipo.

Tabla 2.1 Equipo de Medición

2.10.2 Prueba punto a punto con interfaz Ethernet/Fast Ethernet y nodo Spoke

Esta prueba se realizará con el equipo 15302 o el equipo 15305 con la tarjeta de 8 puertos Fast Ethernet con WAN mapper para los anchos de banda definidos en Registro del carrier con referencia JT.CFT134/05 de 10 a 100 Mbps a nivel de VC-12:

Ancho de banda JT. CFT134/05			
Ancho de Banda	Unidad	Contenedor Virtual	Canales VC-12
10.86	Mbps	VC-12	5
21.72	Mbps	VC-12	10
30.41	Mbps	VC-12	14
41.27	Mbps	VC-12	19
52.13	Mbps	VC-12	24
60.82	Mbps	VC-12	28
71.68	Mbps	VC-12	33
80.36	Mbps	VC-12	37
91.22	Mbps	VC-12	42
100	Mbps	VC-12	47

Tabla 2.2 Prueba punto a punto para contenedores virtuales

En el enlace punto a punto un equipo Cisco ONS 15302/15305 realiza el encapsulado (por medio de GFP-F) de la señal Ethernet/Fast Ethernet en un grupo de VC-12 (Ver tabla anterior) y enviándolo al nodo de agregación a nivel de STM-1, de ahí viaja a través de la red SDH, llegando a su destino a través de una interfaz STM-1 y entregando la señal en una interfaz Ethernet/Fast Ethernet a través de un equipo Cisco, como se muestra en la fig. 2.17

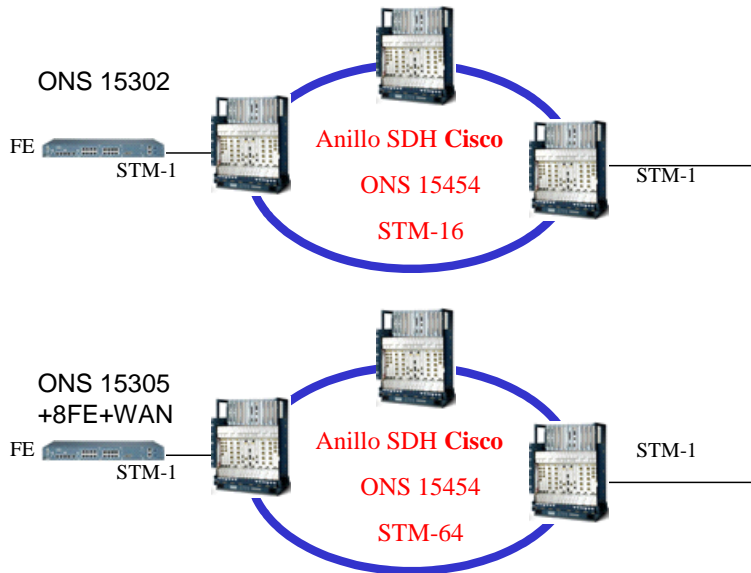


Fig. 2.17 Configuración punto a punto

Para poder acceder y configurar el equipo se deben de seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar la red en donde se encuentra el elemento de red con un clic (ventana del lado izquierdo, CTM Domain)
- Dar clic en el elemento de red a configurar
- Lanzar la aplicación Cisco Edge Craft dando clic en el menú **Configuration>ONS15302>Launch Cisco Edge Craft** Como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

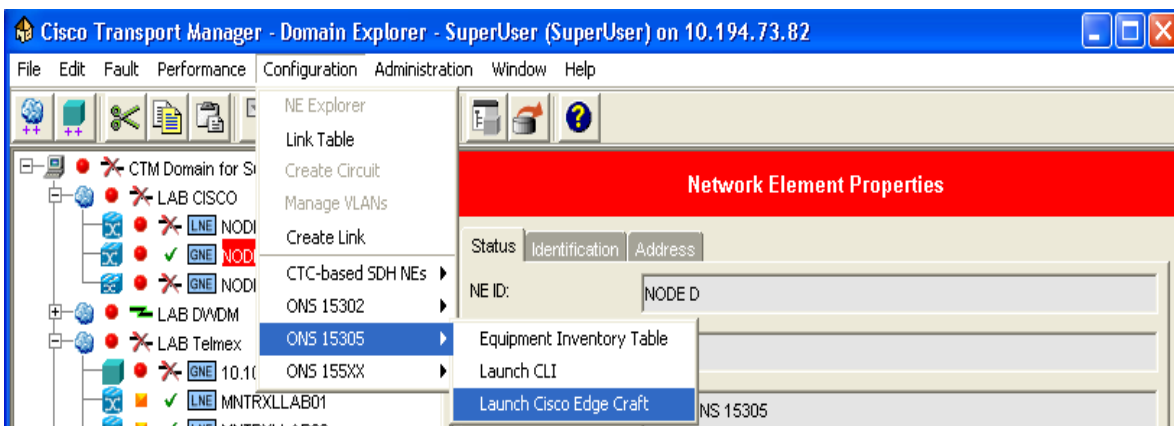


Fig. 2.18 Configuration>ONS15302>Launch Cisco Edge Craft

2.10.3 Habilitación y configuración puerto Ethernet/Fast Ethernet en equipo ONS 15302

En la ventana management tree seleccionar el modulo **LAN** dando doble clic, seleccionar el puerto lanx:Y (donde Y=1 a 4) como se muestra en la fig. 2.19:

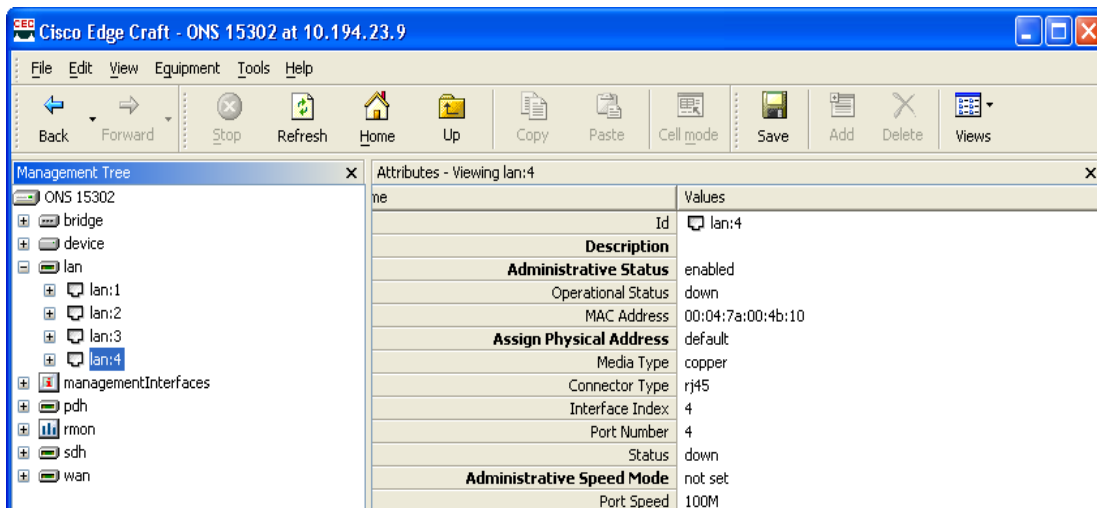



Fig. 2.19 Habilitación y configuración puerto Ethernet/Fast Ethernet en equipo ONS 15302

- Para habilitar el puerto seleccionar **Administrative status>Enabled**
- Seleccionar la velocidad en **Administrative speed mode Not set** (para utilizar la autonegociación)
- Seleccionar la velocidad en **Administrative duplex mode None** (para utilizar la autonegociación)
- En caso de requerirse se puede habilitar la posibilidad de transmitir Jumbo Frames **enabled disabled**
- Autonegociación en **Administrative autonegotiation mode: Enable**
- Seleccionar el modo de control de flujo en **Administrative flow control mode: off**
- Al terminar de configurar dar clic en el botón 

Nota: Algunas aplicaciones como las de storage requieren el control de flujo habilitado en este caso se selecciona **on**

2.10.4 Habilitación Puerto y Estructuración del puerto SDH

Para configurar y habilitar el puerto SDH requerido se debe de seleccionar el módulo SDH con doble clic dentro de la ventana de *Management Tree* y seleccionar con un clic el puerto **sdh: 1**

- Para habilitar el puerto seleccionar **Administrative status>Enabled**

- Clic en el botón 

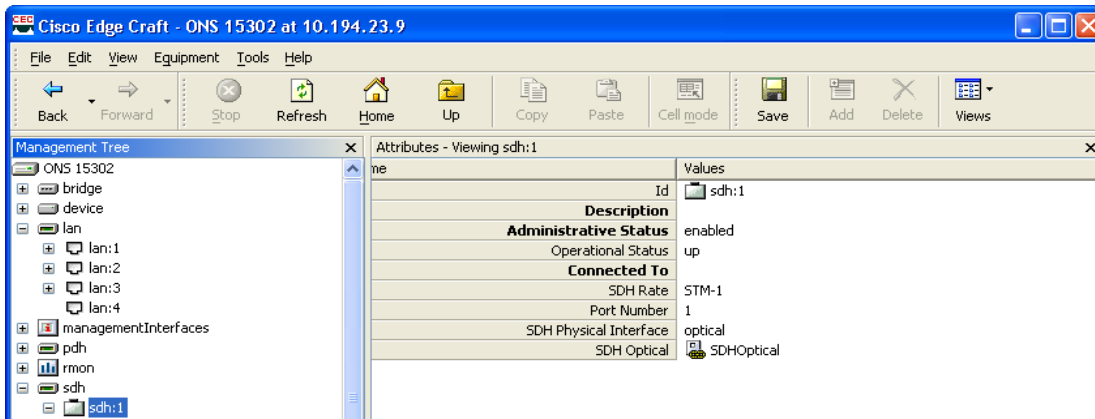



Fig. 2.20 Habilitación Puerto y Estructuración del puerto SDH

Para la estructuración del puerto STM-1 a nivel VC-12 seleccione el grupo tug de la interfaz como se muestra en la Fig, esto se logra dando doble clic en cada una de las opciones hasta llegar al tug.:x.0.0

- Seleccionar en el menú **Structure> TU-12**

- Clic en el botón 

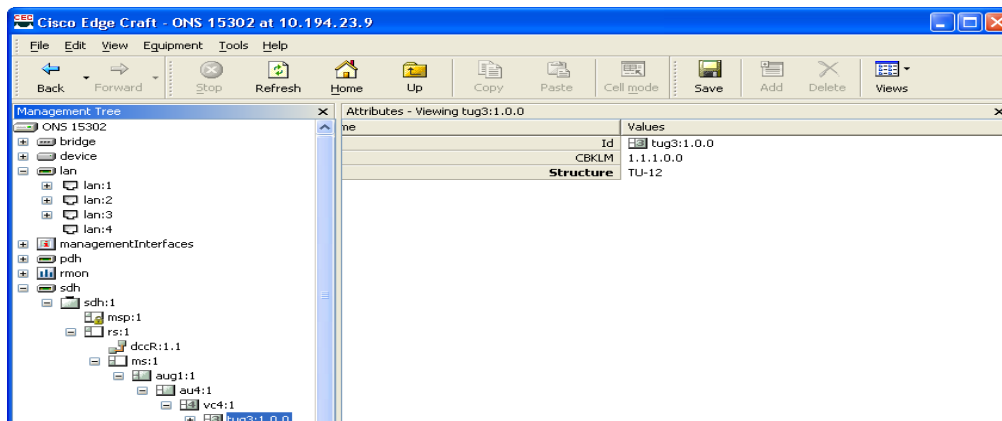


Fig. 2.21 Estructuración del Puerto SDH

La protección de puerto a nivel SDH solo se realiza en anchos de banda mayores a 40 Mbps Para crear la protección 1+1 o MSP, se selecciona el Puerto SDH de trabajo **sdh:1** y se da doble clic.Dar clic en el subíndice **msp: 1** y en la opción **Enabled**, seleccionar **Enable** , dar clic en el botón **Save**.

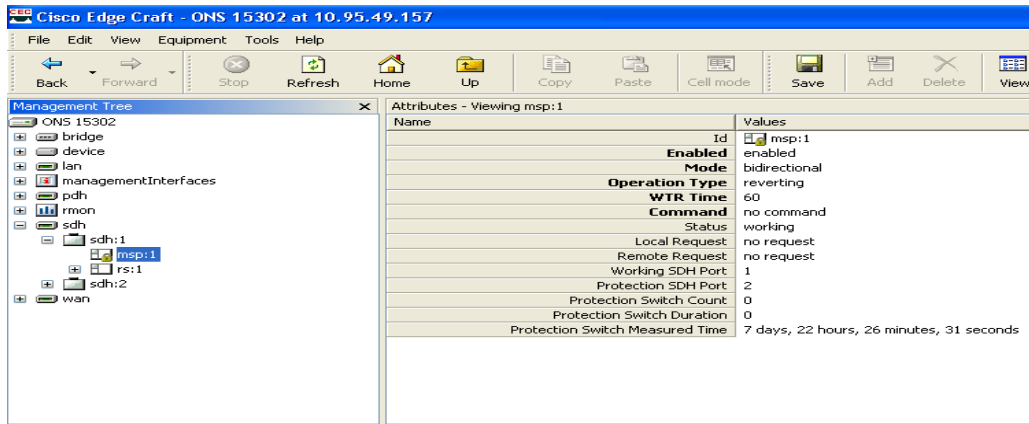



Fig. 2.22 Protección de puerto a nivel SDH

2.10.5 Creación de conexión WAN mapper

Para configurar y seleccionar el puerto Wanx, de doble clic en el modulo **wan** de la ventana **Management Tree**, seleccione el puerto WAN mapper a utilizar (WANx 6 a 8) dar clic en la opción **WANXSetting** de la ventana de atributos:

- En **flow control** seleccionar **off**

- Clic en el botón 

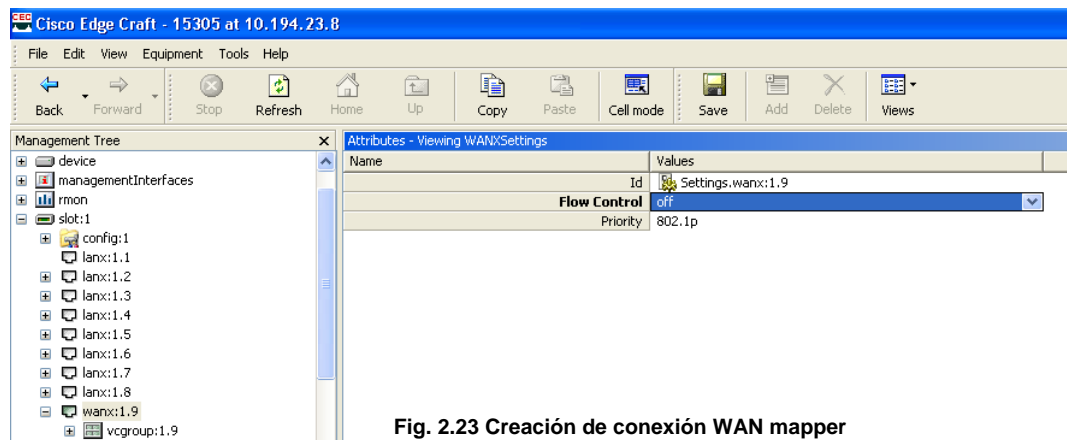


Fig. 2.23 Creación de conexión WAN mapper

Seleccione el puerto WAN mapper a utilizar (WANx 6 a 8) dando doble clic, dar clic en el menú vcgroup:x (donde x= 6 a 8)

- en **Concatenation**> **VCAT VC-12**
- Clic en el botón **Save**

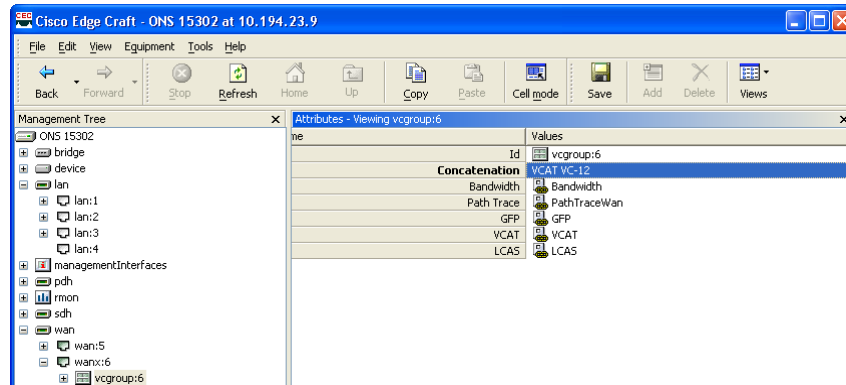


Fig. 2.24 Concatenación VC-12

En el menú vcgroup:x (donde x= 6 a 8) del puerto Wanx seleccionado, seleccionar la opción Bandwith de la ventana de atributos para ajustar el ancho de banda requerido como se muestra en la fig. 2.25

- En la opción **Administrative Capacity Upstream** > **10.86M – 5 Channels**
 - 21.72M – 10 Channels**
 - 30.41M - 14 Channels**
 - 41.27 M - 19 Channels**
 - 52.13 M - 24 Channels**
 - 60.82 M - 28 Channels**
 - 71.68 M - 33 Channels**
 - 80.36 M - 37 Channels**
 - 91.22 M - 42 Channels**
 - 100 M - 47 Channels**
- En la opción **Administrative Capacity Downstream** > **10.86M – 5 Channels**
 - 21.72M – 10 Channels**
 - 30.41M - 14 Channels**
 - 41.27 M - 19 Channels**
 - 52.13 M - 24 Channels**
 - 60.82 M - 28 Channels**
 - 71.68 M - 33 Channels**
 - 80.36 M - 37 Channels**
 - 91.22 M - 42 Channels**
 - 100 M - 47 Channels**
- Clic en el botón **Save**
- Clic en el botón **Back**

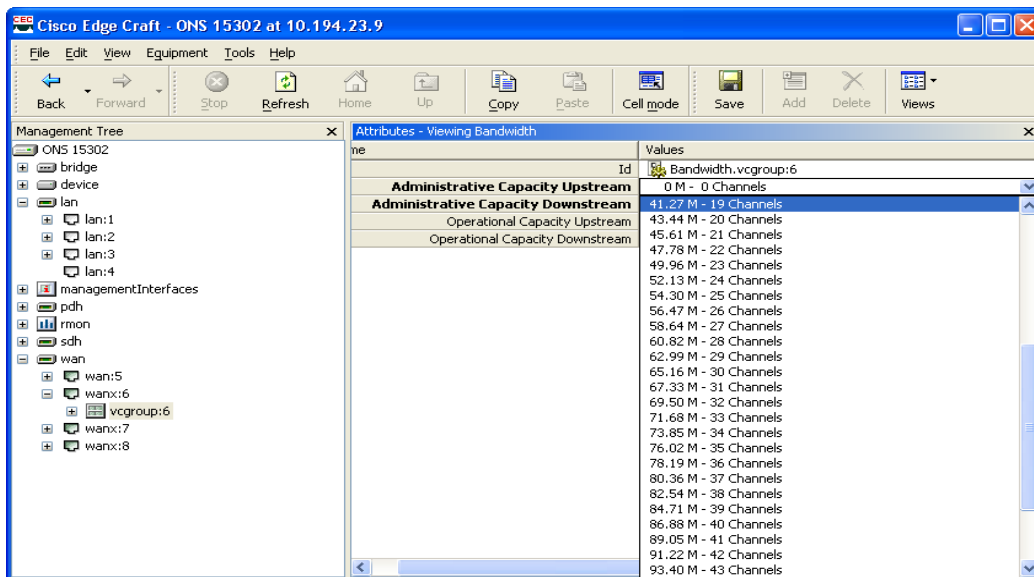



Fig. 2.25 Capacidad de ancho de banda

- Seleccionar la opción de **GFP**
- G Seleccionar la opción de **Payload FCS indicador** y seleccionar **enabled**

➤ Clic en el botón 

➤ Clic en el botón **Back**

➤ Seleccionar la opción de **LCAS**


➤ Seleccionar la opción de **LCAS Operation Mode** y seleccionar **Icas**

➤ Clic en el botón 

2.10.6 Creación de mapeo WAN a SDH

Seleccionar en el menú **Equipment > Wan to SDH mapping**, aparece la tabla para configurar el mapeo entre las interfaces WAN y las interfaces SDH.

- Seleccione el puerto WANX estructurado en VC-12 y habilitado el ancho de banda previamente y dar clic en **Search**
- La estructura de los canales WAN (ventana WAN Channels) deberá ser en VC-12

- En la ventana de lado izquierdo (*Available TPs*) aparecen los puertos disponibles y estructurados a nivel de VC-12 con los que se pueden cross conectar con los canales WAN
- En la ventana derecha (*WAN Channels*) en la columna A se muestran los VC-12s a utilizar de la tarjeta Wanx, y en la columna B se reflejan los puertos de la interfaz SDH que se acaban de agregar para realizar la cross conexión
- En la columna ***LcasChannelStatus*** seleccionar y palomear todos los puertos crossconectados
- Clic en el botón  Save
- Cerrar la ventana ***WAN to SDH Mapping***


2.10.7 Creación de VLAN

Seleccionar en el menú ***equipment >VLAN setting***, aparece la tabla para la creación y configuración de VLANs, como se muestra en la fig. 2.27.

- Seleccione la ventana superior ***Virtual Local Area Network***, y de un clic en el botón agregar ***add***
- Dar doble clic en la opción ***description*** y de una breve descripción de la VLAN a crear ej. VLAN_10
- Dar doble clic en la opción ***VLAN_ID*** y escriba el número de VLAN a utilizar ej. 10
- Seleccione la ventana inferior ***description_Ports (ej. VLAN_10 ports)***, (donde description es la descripción dada a la VLAN creada) y de un clic en el botón agregar ***add***
- Seleccionar la ventana ***VLAN_ports*** clic en el botón agregar ***add*** y agregue el número del puerto LAN (puerto físico) que pertenecerá a la VLAN (número de interfaz, Ej.: Lanx2=3/2) en etiquetado (***Tagging***) seleccione ***Tagging > disabled*** Sin Vlan, esta opción permite el paso de cualquier tipo de trafico de forma transparente

- En la misma ventana dar clic en el botón agregar **add** y agregue el número del puerto WAN (puerto lógico) que pertenecerá a la VLAN (número de interfaz, ej:Wanx:8=4/8) en etiquetado (**Tagging**) seleccione **disabled**



- Clic en el botón 
- Cerrar la ventana **VLAN setting**¹⁰

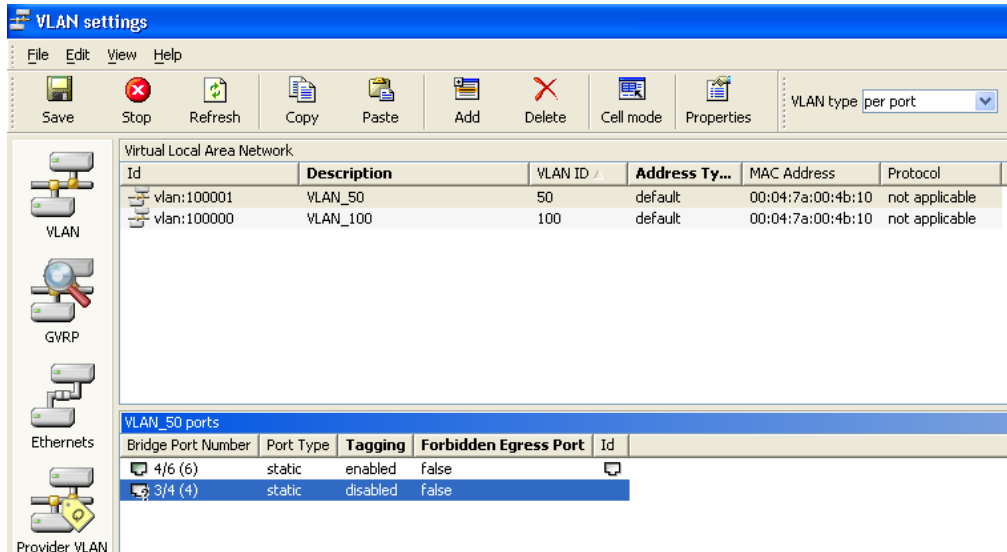


Fig. 2.26 Creación de VLANs

2.11 Configuración del (Resilient Packet Ring) RPR

El RPR es una arquitectura de red emergente diseñada para redes de anillo de fibra metro. Este nuevo protocolo MAC ha sido diseñado para superar las limitaciones del protocolo STP (Spanning Tree Protocol) IEEE 802.1D, del protocolo RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) IEEE 802.1W y SONET/SDH en redes basadas en paquetes. El RPR opera en el nivel de L2 y es compatible con Ethernet y SDH.

El RPR de la tarjeta ML-Series depende de las funciones QoS de la tarjeta ML-Series para utilizar eficientemente el ancho de banda con respaldo del contrato de

¹⁰Telmex. Protocolo de homologación servicios metro ethernet interoperabilidad cisco-cisco, pp. 2-11

nivel de servicio (SLA). Los mecanismos QoS de la tarjeta ML-Series se aplican a todo el tráfico SONET/SDH en la tarjeta ML-Series, ya sea que se hubiera pasado, empalmado o eliminado.

Cuando se configura una tarjeta ML-Series con el RPR y se la integra a un anillo de paquete compartido (SPR), la tarjeta ML-Series considera que es parte de un anillo. Si un paquete no está destinado para dispositivos conectados a la ML-Series específica, la tarjeta ML-Series continúa desviando este tráfico en tránsito por el circuito SONET/SDH basándose en la ruta circular de la arquitectura del anillo para garantizar que el paquete llegue eventualmente a destino. Esto elimina la necesidad de la gestión de colas y de enviar el paquete que circula por la tarjeta ML-Series sin destino. Desde la perspectiva de L2 o L3, todo el RPR parece un segmento de red compartido.

El RPR admite la ejecución en circuitos con y sin protección. En circuitos sin protección, el RPR aprovisiona protección de tipo SDH sin la ruta de protección redundante. Al eliminar la necesidad de una ruta redundante se libera ancho de banda para tráfico adicional.

El RPR también incorpora la reutilización espacial del ancho de banda mediante un algoritmo hash para la transmisión de paquetes este/oeste. El RPR utiliza todo el ancho de banda del anillo y no necesita bloquear segmentos del anillo como STP ni RSTP.

2.11.1 Operaciones de administración de paquetes

Al utilizar la información del encabezado del paquete transmitido, el protocolo RPR permite que las interfaces determinen rápidamente el tipo de operación que es preciso aplicar al paquete. Una tarjeta MI-serie configurado con RPR forma parte del anillo y tiene tres operaciones básicas de manejo de paquetes: empalme, recorrido o eliminación. La Fig. 2.27 ilustra estas operaciones. El puenteo conecta y da paso a paquetes entre puertos Ethernet en la ML-Series y en el circuito

Packet Over SDH¹¹ (POS) que rodea el anillo. El recorrido permite que los paquetes continúen a través de la tarjeta ML-Series y por el anillo y la eliminación quita el paquete del anillo y lo descarta. Dado que el STP o el RSTP no están activos entre los nodos cuando se configuró el RPR, el puerto RPR transmisor elimina sus propios paquetes una vez que regresan de su recorrido por el anillo. Para determinar la dirección del paquete alrededor del RPR se utiliza un algoritmo hash¹².

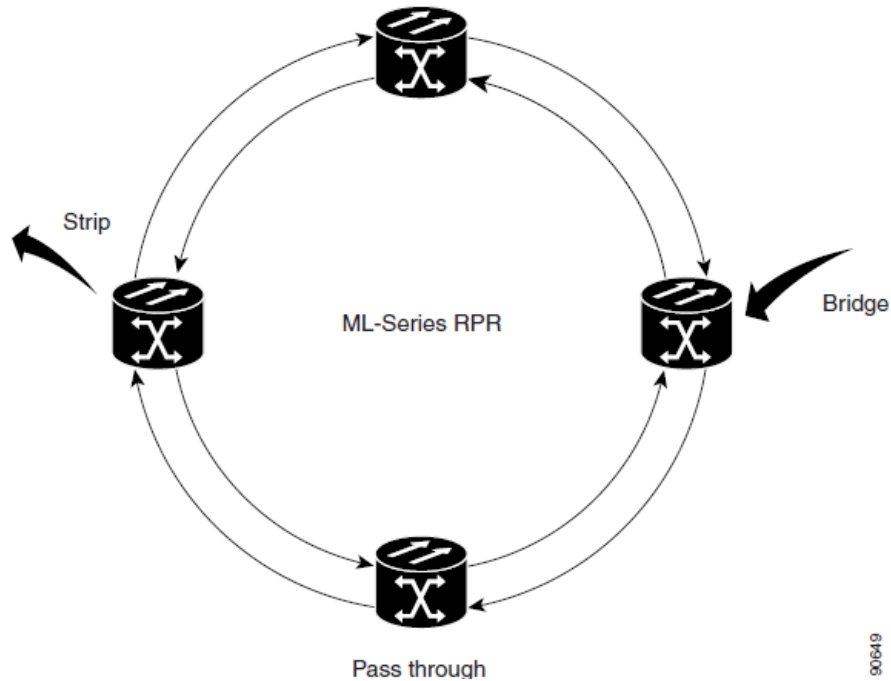


Fig.2.27 Operaciones de administración de paquetes RPR

¹¹ un protocolo de comunicaciones para la transmisión de paquetes en forma de protocolo punto a punto (PPP) sobre SDH o SONET , que son los protocolos estándar para la comunicación de información digital por láser o diodos emisores de luz (LED) a través de fibra óptica a velocidades de línea alta. PPP es el protocolo punto a punto que fue diseñado como un método estándar de comunicación a través de enlaces punto a punto. Desde SONET / SDH utiliza a punto circuitos punto, el PPP está bien adaptado para su uso en estos enlaces. aleatorización se realiza durante la inserción de los paquetes PPP en el SONET / SDH marco. http://www.worldingo.com/ma/enwiki/es/Packet_over_SONET%252FSDH

¹²HASH no es más que un número resumen. De hecho, en muchos sitios web podeis encontrar expresiones como "checksum MD5", lo que literalmete se traduce por "suma de comprobación". Así, el concepto no es complicado, pero sí implementación. Pongamos un ejemplo: supongamos que tenemos, por ejemplo, un fichero cualquiera. Pues bien, si consideramos dicho fichero como un flujo de bits y le aplicamos un algoritmo de HASH lo que obtenemos es otro conjunto de bits (de longitud fija y que depende del número de bits de salida del algoritmo o función que utilizemos) que depende bit a bit del contenido del flujo original de bits que sirvió como entrada al algoritmo.

Además, cumplen las siguientes propiedades:

- Todos los HASHes generados con una función de hash tienen el mismo tamaño, sea cual sea el mensaje utilizado como entrada.
- Dado un mensaje, es fácil y rápido mediante un ordenador calcular su HASH.
- Es imposible reconstruir el mensaje original a partir de su HASH.
- Es imposible generar un mensaje con un HASH determinado.

<http://www.scribd.com/doc/46651/Algoritmos-de-HASH>.

2.11.2 Ajuste del anillo

El RPR inicia el ajuste del anillo en caso de interrupciones de fibra, fallas de nodos, restauraciones de nodos, inserciones de un nuevo nodo u otros problemas de tráfico. Este mecanismo de protección redirige el tráfico hacia el destino original, al enviarlo en dirección opuesta alrededor del anillo después de un cambio de estado del enlace o al recibir alarmas de nivel de ruta SONET/SDH. El ajuste del anillo en la tarjeta ML-Series permite tiempos de convergencia de 50 mseg. Los tiempos de convergencia del RPR son comparables a SONET/SDH y mucho más veloces que el STP o RSTP.

El RPR en la tarjeta ML-Series supera fallas de transmisión unidireccionales y bidireccionales dentro del anillo. A diferencia del STP o RSTP, la recuperación del RPR es graduable; el aumento de la cantidad de tarjetas ML-Series en un anillo no prolonga el tiempo de convergencia.

El RPR inicia el ajuste del anillo inmediatamente (en forma predeterminada) o demora el ajuste con un tiempo configurado de demora del portador. Cuando se configuró para ajustar el tráfico después de la demora del portador, se debe agregar un tiempo de demora del activador POS al tiempo de demora del portador para calcular los tiempos de convergencia aproximados. El tiempo de demora del activador POS predeterminado y mínimo para la tarjeta ML-Series es de 200 ms. Un tiempo de demora del portador de 200 ms (predeterminado) y un tiempo de demora del activador POS de 200 ms (predeterminado y mínimo) se combinan en un tiempo total de convergencia de alrededor de 400 ms. Si la demora del portador se configura en 0, el tiempo de convergencia sería de aproximadamente 200 ms.

La Fig. 2.29 ilustra el ajuste del anillo¹³.

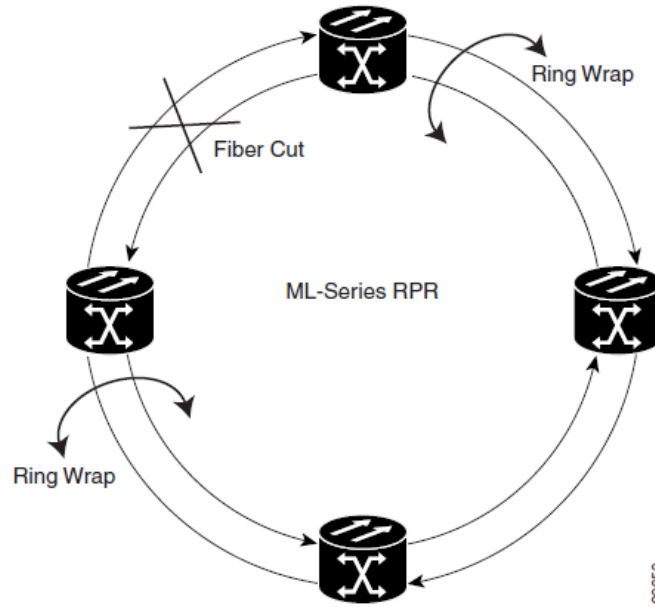


Fig. 2.29 Ajuste del anillo RPR

¹³ Guía de funciones y configuración del software de la tarjeta Ethernet de varias capas ML-Series de Cisco ONS 15454 SONET/SDH pp. 221-224

Capítulo 3

Ingeniería de la red y configuración del anillo

Ethernet es la tecnología para Redes de Área Local (LAN) más popular gracias a su bajo costo, eficiencia, escalabilidad y fácil uso, estudios de mercado indican que el 90% de las redes LAN en el mundo son Ethernet, esto ha impulsado un creciente desarrollo sobre esta tecnología generando nuevos estándares como 1GbE y 10GbE los cuales han motivado la utilización de esta tecnología tradicionalmente de redes LAN en ámbitos nuevos como en las redes MAN (Metro Ethernet) y muy recientemente como tecnología de transporte en redes WAN (Optical Ethernet).

La aplicación de Ethernet en redes LAN es ampliamente conocida, sin embargo, su aplicación en Redes MAN y WAN es muy reciente por lo que existe una gran expectativa en torno a la capacidad que se tiene de ofrecer nuevos servicios.

El tema que ha generado mayor interés es la utilización de Ethernet en las redes de área metropolitana llamada Metro Ethernet así como los servicios y ventajas que se ofrecen a través de la misma.

3.1 Ethernet

Es una tecnología de capa 2 especificada por los estándares IEEE 802.2/802.X ("X" difiere para los distintos medios físicos) tradicionalmente sus velocidades son de 10 y 100 Mbps pero su desarrollo ha alcanzado el 1 y 10 Gbps, a continuación se muestran sus principales características:

- Muy económica
- Alta eficiencia
- Independiente de la capa física
- No ofrece QoS (hasta el desarrollo de nuevos estándares)
- Altamente escalable
- Tecnología bastante conocida

- Estandarizada

3.1.1 1 Gb Ethernet

1 Gb Ethernet (1 GbE) está especificado en el estándar IEEE 802.3z para la transmisión sobre fibra óptica multimodo en las ventanas de los 850nm (1000BaseSX) y 1310nm (1000BaseLX) existen versiones para transmitir a 1550nm a mayores distancias. Y para transmitir a cortas distancias sobre un solo par de cobre (1000BaseCX).

La versión comercial sobre cable UTP está definida en el estándar IEEE 802.3ab para transmitir sobre 4 pares de cobre (1000BaseTX) 1GbE ha tenido gran impacto y es realmente el inicio de Ethernet en los ámbitos MAN y WAN debido a su gran velocidad y a que incluye varios medios en su capa física, a continuación en la fig. 3.1 se muestra 1GbE y su relación con los diferentes medios físicos

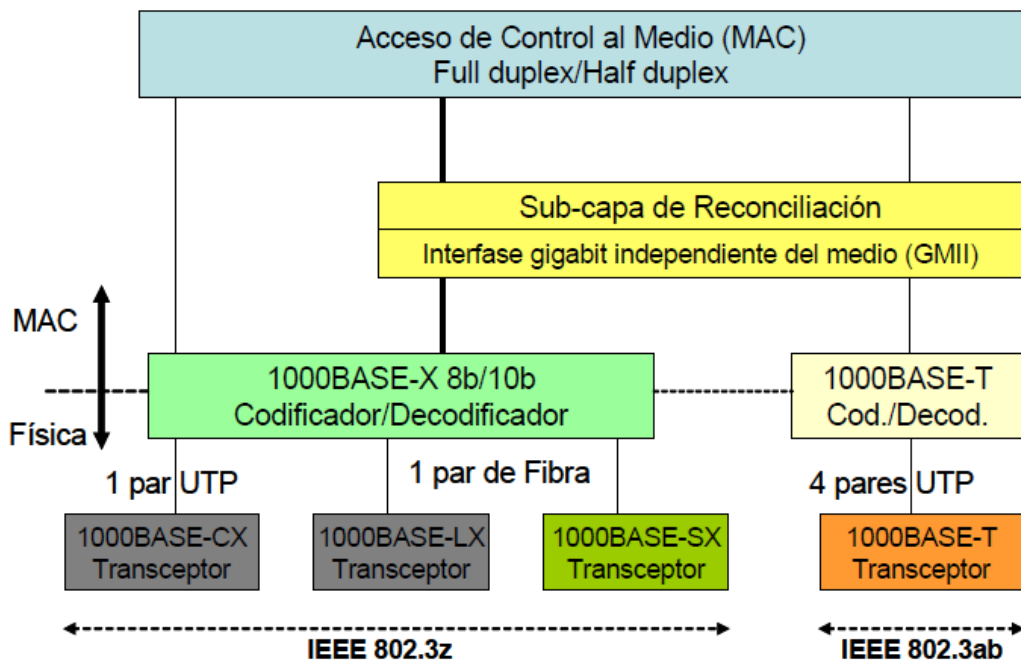


Fig. 3.1 1GbE y su relación con los diferentes medios físicos

3.1.2 10 Gb Ethernet

10 Gb Ethernet (10GbE) es un estándar relativamente nuevo y aún en evolución, originalmente creado para coincidir en velocidad con el STM-64 para aplicaciones de redes de área metropolitanas, 10GbE ha pasado a ser considerada como tecnología para transporte de IP en redes WAN a través de fibra óptica.

Ejemplos de **10GbE**:

- **10GbaseLX-4** soporta transmisión en la ventana de los 1300nm con fibra mono modo en la Banda-O (1260-1360nm) utilizando 4 longitudes de onda sobre la misma fibra con el estándar **CWDM**.
- **10GbaseSX-4** soporta transmisión en la ventana de los 850nm con fibra multimodo y usando **CWDM** (Multiplexación por Longitud de Onda Gruesa) a continuación se ilustran las diferentes opciones de 10 GbE

	10 GbE LAN Interfaces Físicas		10 GbE WAN
	Serial	CWDM	Serial
Estándar	10Gbase-R	10Gbase -X	10Gbase-W
Velocidad MAC	10 Gbps.	10 Gbps.	10 Gbps.
Código	64B/66B	8B/10B	64B/66B Sobre VC-4-64c
Tx física	1500 nm 1310 nm 850 nm	1310 nm	1550 nm 1310 nm
Velocidad de línea	10.3 Gbps	12.5 Gbps	9.953 Gbps

Fig. 3.2 Opciones de transporte para 10 GbE

3.1.3 Metro Ethernet

El desarrollo de GbE y la convergencia de servicios en tecnología IP, ha posesionado a Ethernet como un serio protagonista en las redes MAN y muy recientemente en las redes WAN, pero existe una atención especial en el rol e impacto sobre las redes MAN llegando a establecerse el termino Metro Ethernet como el posible denominador en esta clase de redes.

Son varias las razones por las que Ethernet es señalada como la tecnología que domine las redes de Área Metropolitana, pero son de destacar las siguientes;

Popularidad en LAN: Ethernet es la tecnología más utilizada en redes LAN en el mundo, la mayoría de los clientes tienen en sus redes esta tecnología por lo que su punto de acceso más económico sería una interfaz Ethernet, reemplazando al equipamiento tradicional de acceso como Frame Relay, E1, DSL etc.

Rentabilidad: Una de las ventajas más importante de Ethernet sobre cualquier otra tecnología es el precio, Ethernet cuesta menos de la mitad que la implementación de otras tecnologías y su eficiencia es muy alta.

Escalabilidad: Ethernet es una tecnología en constante evolución y se han desarrollado estándares que han incrementado su capacidad de ancho de banda (10, 100, 1000, y 10,000 Mbps) y aun se continua estudiando nuevas capacidades.

3.2 Servicios de Metro Ethernet

Debido a las características de Ethernet vistas con anterioridad se desprende una gama nueva de servicios bastante atractivos para las empresas y los operadores de telecomunicaciones.

Estos nuevos servicios comienzan a salir al mercado ofreciendo gran rentabilidad y con aplicaciones propias que compiten exitosamente con los servicios existentes tradicionales.

Para estos nuevos servicios (que pueden ser sólo la versión Ethernet de algunos ya existentes) se han denominado nombres y características definidas, sin embargo los operadores de Telecomunicaciones como Telmex, pueden nombrarlos en forma distinta ó aprovechar las características de unos y otros para

combinarlas en un servicio particular que se adapte a su infraestructura y mercadotecnia.

A continuación enumeramos algunos de ellos:

Servicio LAN Transparente (TLAN).- es un servicio de datos para conectar dos puertos Ethernet geográficamente separados a través de la red MAN, se comporta como una línea dedicada (o un alambre) que interconecta dos LAN separadas en un solo segmento o única LAN, la velocidad de los puertos normalmente es mantenida por la red de acuerdo al SLA (Acuerdo de Nivel de Servicio) sin análisis alguno de las tramas MAC¹.

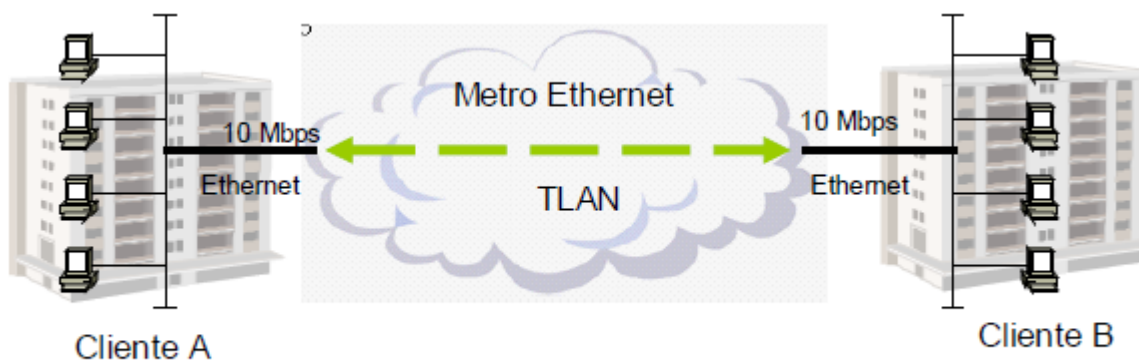


Fig. 3.3 Servicio LAN Transparente

Línea Privada Ethernet (EPL).- EPL es un servicio dedicado punto a punto con un ancho de banda fijo cuyo valor puede establecerse entre 1Mbps a 1Gbps dependiendo de las necesidades del cliente y aprovechando el aprovisionamiento granular de ancho de banda que ofrece Ethernet. Este servicio es un serio competidor de los enlaces dedicados $n \times 64$ Kbps, E1-E4. La diferencia entre TLAN y EPL radica en el tratamiento de las tramas, mientras que TLAN además

¹ El estándar IEEE 802.11 define nueve servicios MAC (Medium Access Control). El protocolo MAC del estándar IEEE 802.11 distingue tres tipos de tramas: tramas de control, de datos y de gestión (management). Los mensajes de gestión se utilizan para soportar los servicios de 802.11. Los mensajes de control se utilizan para la correcta entrega de tramas y los mensajes de datos transportan la información de los usuarios.

[http://es.wikitel.info/wiki/Capa_de_Control_de_Acceso_al_Medio_\(MAC\)](http://es.wikitel.info/wiki/Capa_de_Control_de_Acceso_al_Medio_(MAC))

de conservar el mismo ancho de banda de los puertos de los clientes todo el trayecto no realiza filtrado ni análisis de MAC, EPL realiza análisis de tramas MAC, filtrado y control de flujo (limitando la velocidad del puerto del cliente).

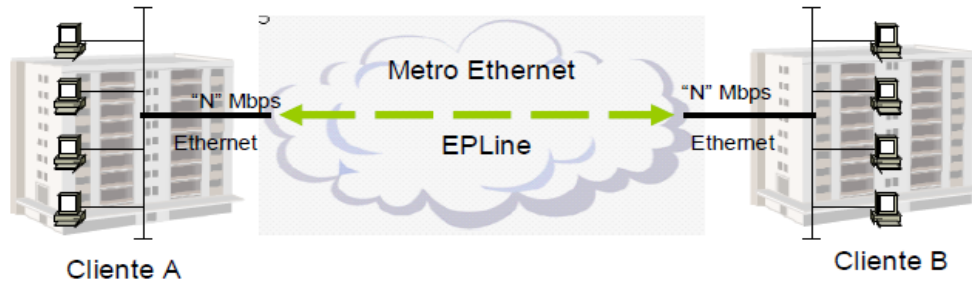


Fig. 3.4 Línea Privada Ethernet (EPL).

Acceso Ethernet de Banda Ancha a Internet.- Después de TLAN y EPL este servicio es de los más demandados actualmente, consta de múltiples accesos Ethernet de varios clientes hacia un solo punto (punto-multipunto) donde se ubica un prestador de servicio de Internet (ISP) sustituyendo enlaces E1 y DSL, también se puede ofrecer para interconectar la matriz de un Corporativo con sus sucursales en un enlace punto multipunto utilizando VLANs y QoS².

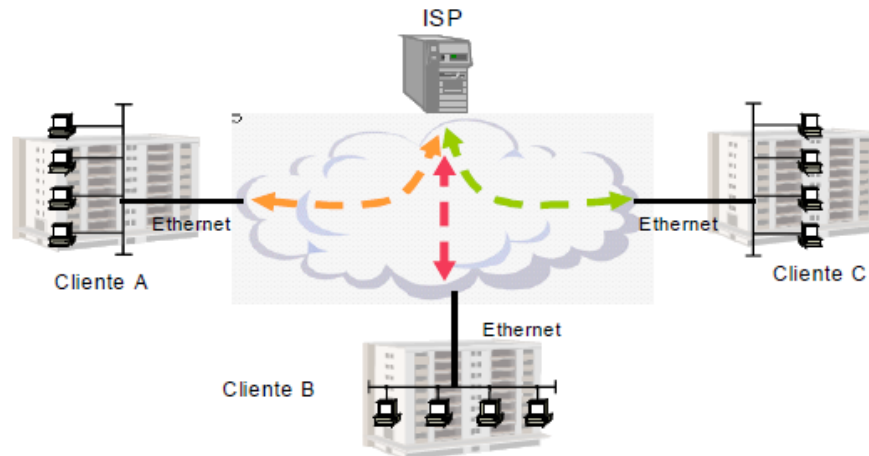


Fig. 3.5 Acceso Ethernet de Banda Ancha a Internet

² Un término de red que especifica una garantía de rendimiento de nivel. Una de las mayores ventajas de ATM sobre tecnologías de la competencia, tales como Frame Relay y Fast Ethernet, es que soporta niveles de QoS. Esto permite a los proveedores de ATM para garantizar a sus clientes que de extremo a extremo de latencia no superior a un determinado nivel. <http://www.webopedia.com/TERM/Q/QoS.html>

Líneas Privadas Virtuales Ethernet (EPVL's).- esta aplicación permite un servicio punto-punto o punto-multipunto diseñado para que varios usuarios compartan una misma trayectoria (física) dentro de la red NNI³ (Network Network Interface) en el acceso UNI (Userf Network Interface)⁴ eficientando al máximo el ancho de banda disponible y compartiendo de alguna manera el costo del mismo, puede utilizar diferentes QoS en cada flujo. Este servicio resulta en una opción más económica que la ofrecida por Frame Relay.

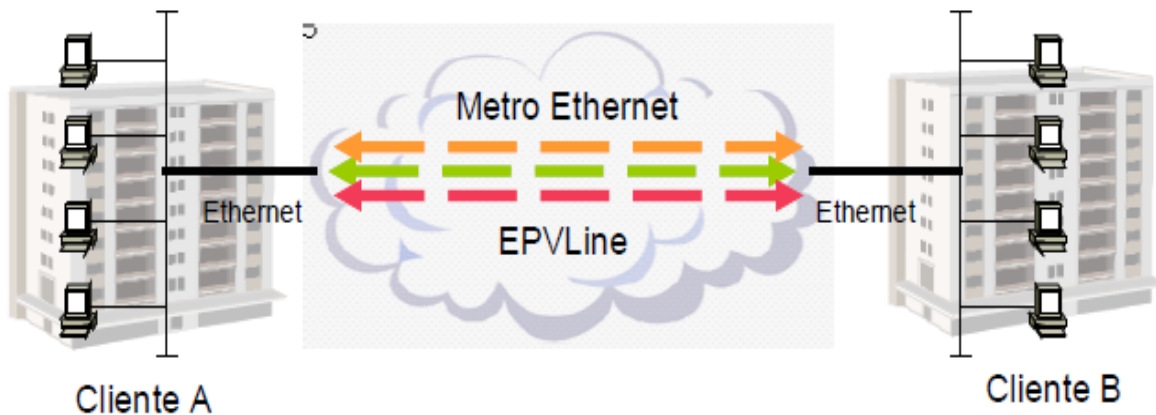


Fig. 3.6 Líneas Privadas Virtuales Ethernet (EPVL's)

Redes Privadas Virtuales Ethernet (EVPN).- EVPN es considerado como un servicio multipunto-multipunto dedicado o compartido que permite crear una red privada dentro de la red pública (MAN) compartiendo recursos con otros usuarios, pero a la vez con la seguridad de que nadie sea autorizado pueda entrar a la red privada.

Este servicio es muy similar a las VPN de la Red Pública Telefónica, solo que en el ambiente y con los beneficios de la tecnología Ethernet (datos). Ver fig. 3.7

³ Es una interfaz que especifica la señalización y la gestión de funciones entre las dos redes.), circuito NNI se puede utilizar para la interconexión de cualquiera de señalización (por ejemplo, SS7), IP (por ejemplo MPLS) o ATM redes. http://es.wikipedia.org/wiki/User_Network_Interface

⁴ En la configuración punto a punto hay un solo transmisor / receptor en cada extremo del bus, el factor restrictivo es la atenuación y el retardo de propagación. <http://sipan.inictel.gob.pe/distancia/rdsi/uploads/Cap3.PDF>

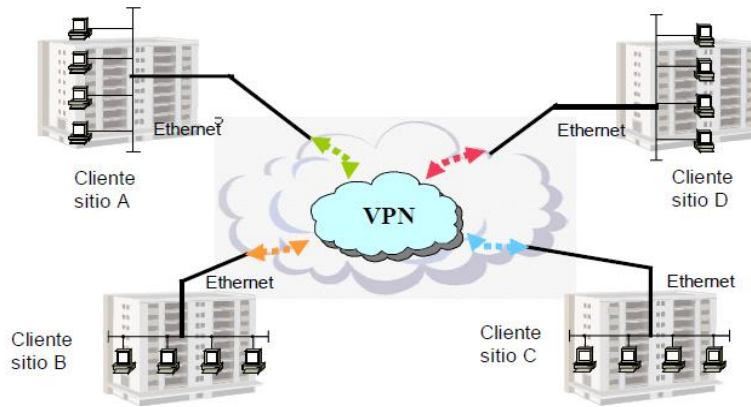


Fig. 3.7 Redes Privadas Virtuales Ethernet (EVPN)

LANs Ethernet Virtuales (EVLAN's).- Uno de los puntos a favor más importante de Ethernet es la seguridad que se logra a través de VLANs (sólo usuarios de la misma VLAN pueden compartir información).

Este servicio permite que se compartan recursos sin que exista una conexión lógica entre entidades, creando grupos (Sub-LANs) que puedan comunicarse entre sí, sin que ningún otro usuario pueda ver o acceder su información incluyendo a aquellos que compartan el mismo recurso físico.

EVLAN's puede conectar puertos de clientes geográficamente dispersos, en una sola LAN privada, cuyo tráfico viaje por la red pública (Metro Ethernet) compartiendo recursos con otros usuarios, pero con la seguridad de que su información es totalmente privada. Ver fig. 3.8

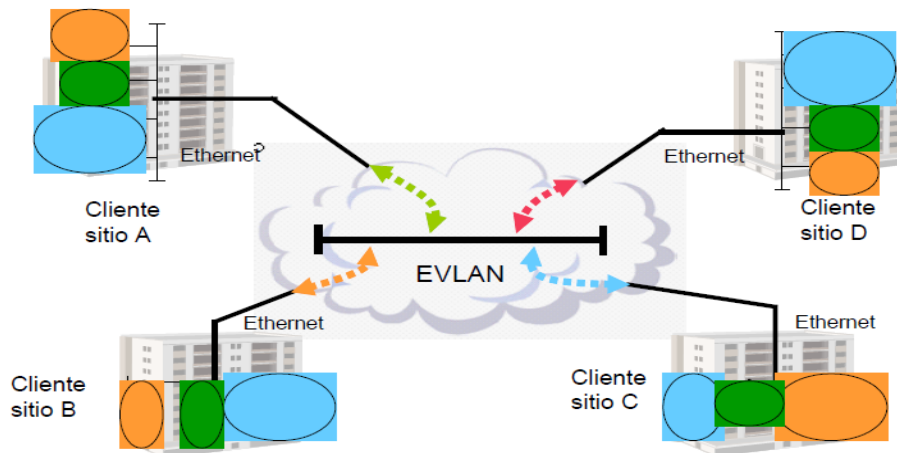


Fig. 3.8 LANs Ethernet Virtuales (EVLAN's)

3.3 Relación entre Metro Ethernet y NG SDH

El modelo Metro Ethernet se define en las primeras capas del modelo OSI incluyendo funciones de la Capa de Enlaces de Datos (MAC) y la Capa Física (Physical Ethernet) tal y como se muestra en el ejemplo de la siguiente figura:

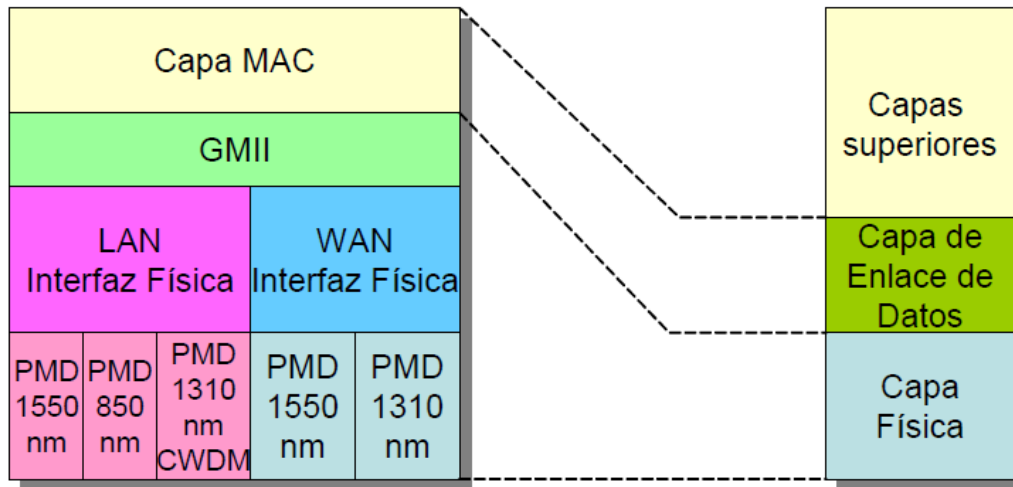


Fig. 3.9 Modelo de 10 GbE referenciado al modelo OSI

Esta capacidad de Ethernet de transmitir en capa física altas velocidades a largas distancias sobre fibra óptica (10 GbE) posibilita construir una infraestructura MAN con Switches Ethernet de alta velocidad, sin embargo hay que considerar las siguientes situaciones:

- Ethernet no contempla la topología de red en anillo (al menos hasta la llegada de RPR).
- Los equipos Ethernet no contempla la compatibilidad multi servicios (SDH, TDM y ATM).
- Ethernet no tiene las capacidades de gestión de red que tiene SDH
- La recuperación de enlaces en caso de falla es muy lento comparada con SDH.
- La mayoría de los fabricantes de equipos Ethernet sólo ofrecen soluciones para aplicaciones punto a punto.
- No maneja muy bien las aplicaciones sensibles al retardo (voz)

Pero una de las consideraciones más importantes, es que las redes MAN y WAN son propiedad de los Operadores de Telecomunicaciones quienes tienen grandes inversiones en infraestructura SDH y poseen una serie de anillos metropolitanos SDH listos para transportar Ethernet (gracias a LAPS) y más aún siguen invirtiendo en equipo SDH de Nueva Generación el cual está preparado para el transporte eficiente de datos y construido a base de plataformas MSPP (Multi Service Provisioning Platform) integrando el manejo de TDM, ATM, Datos y DWDM en el mismo nodo, incluso incorporando Switches de capa 2 en su arquitectura.

Tal vez esta sea la razón por la cual la mayoría de las redes Metro Ethernet sean anillos SDH con nodos de nueva generación que incorporan interfaces y Switches Ethernet dejando a la capa física de Ethernet sólo las funciones de acceso al anillo.

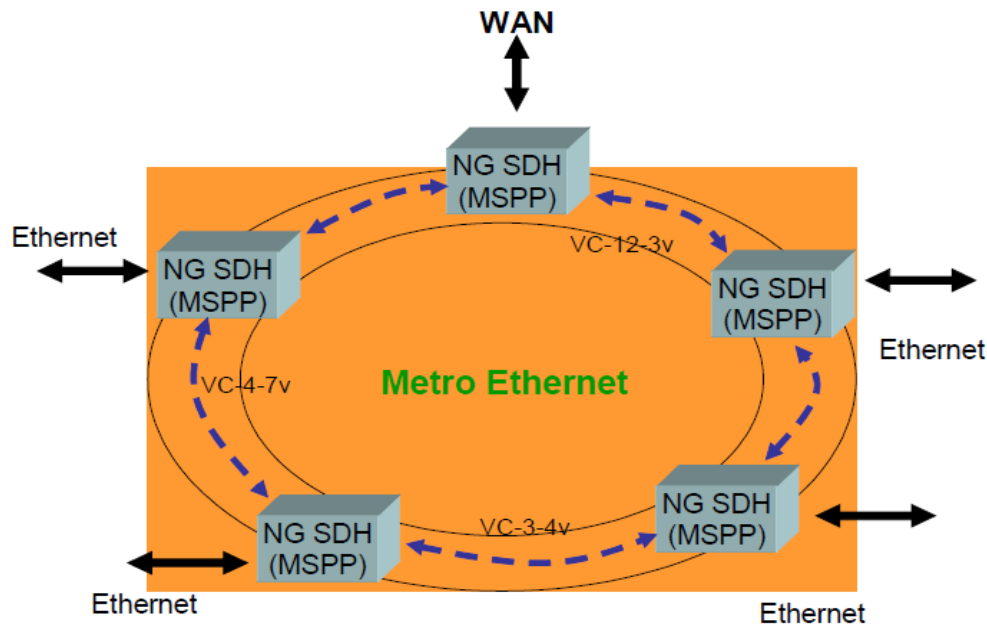


Fig. 3.10 Relación entre Metro Ethernet y NG SDH

3.4 Anillo de Paquetes Resiliente (RPR)

Las redes Metro Ethernet ofrecen una variedad interesante de servicios que prometen eficiencia y rentabilidad, sin embargo, presentan algunas serias deficiencias como alto retardo, Jitter, incompatibilidad con las topología de redes

ópticas MAN preexistentes (no trabaja en anillo), carencia de priorización de tráfico (QoS) y sobre todo su incompatibilidad con los servicios TDM tradicionales. Un intento por crear una red MAN que ofrezca la robustez y gestionalidad de los anillos SDH, pero a la vez la eficiencia de ancho de banda, rentabilidad y simplificación que ofrece Ethernet fue el detonante para la creación de un nuevo estándar de redes MAN bajo el impulso de un grupo de empresas (entre ellas Cisco) y el IEEE.

El interés de este grupo era crear una red optimizada de paquetes centrada sobre cuatro temas relevantes:

- **Resiliencia.**- protección automática contra fallas dentro de 50 ms
- **Servicios.**- soporte de tráfico sensitivo al retardo/Jitter como voz y vídeo, así como soporte a servicios de tasa de información comprometida (CIR)
- **Eficiencia.**- utilización de la técnica de rehuso espacial y Multiplexación estadística para lograr el máximo aprovechamiento de ancho de banda disponible.
- **Escalabilidad.**- topologías de más de 250 nodos en el anillo con mecanismos de descubrimiento automático de topología (plug & play).

El resultado fue la creación de **RPR** Resilient Packet Ring.

El Resilient Packet Ring (RPR) o Anillo de Paquetes Resiliente definido en el estándar IEEE 802.17 ofrece una alternativa para el transporte de datos sobre una red en anillo con la máxima eficiencia en el aprovechamiento de ancho de banda, diferenciación de tráfico, localización y recuperación de fallas, mínima infraestructura y máxima rentabilidad.

RPR es el resultado del esfuerzo conjunto de varios fabricantes en la búsqueda de estandarizar la solución ideal para una Red Metropolitana de alta velocidad.

3.4.1 RPR y NG SDH

RPR plantea en su capa física dos tecnologías de transporte, Capa física (óptica) Ethernet y NG SDH (Aunque en forma menos eficiente SDH Legacy también), la implementación entre una y otra opción es determinada por varios factores, pero uno fundamental es el ámbito de utilización, si RPR se implementa en una Red Privada el transporte seguramente sería Ethernet, pero si es en una red pública (como la mayoría de las MAN's) la infraestructura SDH preexistente es aprovechada.

Un ejemplo de la implementación de RPR sobre NG SDH (Fig. 3.11) puede llevarse a cabo en un anillo STM-64 donde uno de los STM-16 este destinado al transporte de RPR y los demás a tráfico nativo TDM.

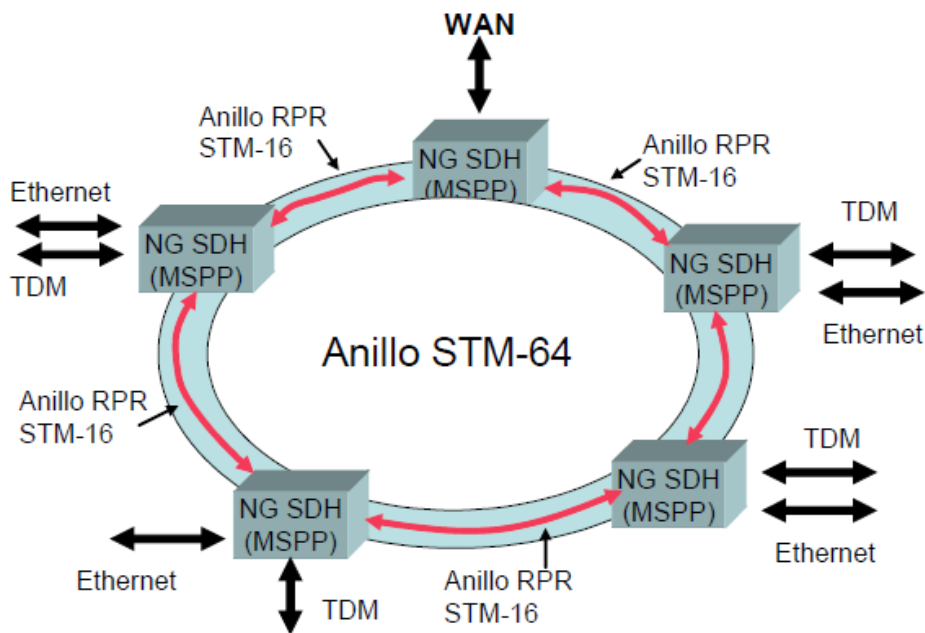


Fig. 3.11 Ejemplo de la implementación de RPR sobre NG SDH.

3.5 NG SDH en operadores telefónicos

Los nuevos servicios que demandan los clientes han impulsado una evolución tecnológica de impacto en las redes de telecomunicaciones por lo que las empresas de telecomunicaciones avanzan en una competencia continua por ofrecer mayores y mejores servicios en tiempos de implementación, rentabilidad y

calidad, para lograrlo las inversiones tienden a la búsqueda de plataformas multiservicios de rápida escalabilidad y eficiencia, esto es lo que precisa NG SDH.

Ethernet estándar de red basado en computadora que cubre un área metropolitana en particular es conocido como Metro Ethernet, su función principal es conectar redes de área local y usuarios finales individuales a una red de área amplia, WAN o Internet. Metroethernet tiene una mejor fiabilidad y escalabilidad, es altamente rentable y ofrece la gestión de ancho de banda suprema en comparación con otras redes.

A menudo, las corporaciones, agencias gubernamentales e instituciones académicas en áreas metropolitanas grandes dependen de Metroethernet en la conexión de sus diferentes ramas a la intranet., Ethernet es compatible con gran ancho de banda con granularidad, algo que las conexiones SDH contemporánea no puede ofrecer una red basada en el acceso Ethernet también se puede conectar fácilmente a la red del cliente ya que Ethernet se utiliza comúnmente en las redes residenciales de las empresas e incluso personales.

Algunos puntos clave que atraen al cliente a los servicios Metro Ethernet son su facilidad de uso, rentabilidad y flexibilidad, de forma automática bajo debido a su amplio uso en la mayoría de todos los productos de red de extremo. Además, los servicios Ethernet tienen un menor costo de equipos y servicios que hace que sea más rentable.

Ethernet es la más flexible de todas las soluciones. La mayoría de los servicios Ethernet permitirá a los clientes para aumentar el ancho de banda de forma dinámica. Otro buen punto es que los abonados no están obligados a comprar nuevos equipos o asistencia técnica para que estos cambios surtan efecto.

Una amplia gama de proveedores ya ofrecen servicios Metro Ethernet . Algunos proveedores incluso han ampliado los servicios a través de la amplia zona ya. El

número de usuarios suscritos a Ethernet está creciendo rápidamente de decenas de miles que ya hoy en día.

Teléfonos de México consiente de los cambios y demandas del mercado esta adquiriendo e instalando una serie de equipos SDH de Nueva Generación de distintos proveedores, los cuales en combinación con la infraestructura previamente instalada y la adquisición de nuevos equipos de diversas tecnologías forman una plataforma multiservicios confiable que se adapta y responde exitosamente a las nuevas demandas del mercado.

Una RNG debe ser capaz de ofrecer una amplia gama de servicios. Para ello debe poder operar con flexibilidad: transmisión en tiempo real o diferida, diferentes velocidades de transferencia, calidad de servicio adaptable y posibilidad de dirigirse a diferentes audiencias (transmisión punto a punto, punto a multipunto, difusión).

Los servicios han de estar separados del transporte, esto es, la provisión de los servicios es independiente de la red por la que se transmiten, lo que además permite que su evolución no esté ligada a la de la infraestructura de red. Debe existir capacidad de interoperabilidad/interconexión con las redes “tradicionales” (muy específicamente con la red telefónica de pares de cobre).

Teléfonos de México con su red metro ethernet, la cual integra servicios de voz, datos, video, lo que brindará a sus clientes corporativos ahorros de hasta 40% en sus costos.

Aplicando la más avanzada tecnología de transmisión ATM sobre la red nacional SDH de fibra óptica de más de 32,000 kilómetros, se integra la mayor diversidad de medios de acceso a través de cobre, radio y fibra e incorporando toda la gama de protocolos de comunicación como IP, Frame Relay, ISDN o ASDL.

Una característica inherente de la tecnología empleada en la nueva red, es la capacidad de poder establecer enlaces que conecten a todos los puntos de la red virtual entre sí, en una sola configuración de una manera simple, flexible y transparente.

La RNG multiservicios ofrece a los clientes la posibilidad de darle una prioridad diferenciada a sus aplicaciones de voz, video o datos, administrando sus recursos de manera eficiente y a la medida de sus necesidades.

Dentro de los beneficios ofrecidos destacan la confidencialidad de la información, una mejor conectividad, mayor competitividad y, finalmente, un rápido retorno de la inversión, Cabe destacar que esta nueva red ha sido certificada por el líder mundial en tecnologías de networking Cisco Systems, cumpliendo para ello con las exigencias de la certificación que esta empresa define a nivel internacional.

Esta nueva plataforma es la base de nuevos servicios de valor agregado, tales como: ancho de banda por demanda, reportes avanzados de tráfico y servicios de seguridad gestionada.

El lanzamiento de RNG se complementa con otras nuevas inversiones que Telmex está realizando en el país, tales como el fortalecimiento de sus redes de backbone, así como la ampliación de la cobertura de transporte nacional e internacional.

Es importante destacar las inversiones en las múltiples plataformas de acceso que le permitirán ampliar la capilaridad actual a través de accesos Metroethernet en fibra óptica, sistemas inalámbricos (WiMax, LMDS) y una red complementaria de cobre.

La ampliación de la cobertura nacional, así como la capilaridad de acceso y la nueva plataforma de IP Softswitch, permitirá llevar telefonía fija a través del medio de acceso que se adapte mejor al cliente, optimizando la relación costo-beneficio.

En el 2007 Telmex aseguro que los servicios de nueva generación estaban disponibles a nivel masivo en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey a partir del 2008.

TELMEX invierte en su red de nueva generación, que forma parte del Plan 20/20 4,600 millones de dólares en el periodo 1999-2010⁵.

Esta nueva red llamada Red de Nueva Generación está preparada para manejar los servicios de datos y TDM bajo una única plataforma tecnológica más eficiente y confiable en la cual forma parte NG SDH. Existe una diversidad de equipos de distintos proveedores que se están instalando en la Red de Teléfonos de México a continuación se muestran algunos de ellos y sus características tecnológicas:

3.6 Metro Ethernet en operadores telefónicos

Teléfonos de México ha incorporado recientemente una serie de nuevos servicios basados sobre plataformas Metro Ethernet formadas con la infraestructura actual de anillos locales de Fibra Optica y utilizando NG SDH con equipos ONS de Cisco y OMSN de Alcatel

Marconi-Ericsson: La alianza Ericsson-Marconi ofrece su familia de Multiplexores Ópticos de Frontera OME series 8000 y la línea SMA series 3 y 4, ambos nodos multiservicios que ofrecen funcionalidades NG SDH para tráfico TDM y Ethernet sin ofrecer RPR.

5 Isidoro Ambe Attar, director comercial corporativo Telmex. 04 de abril de 2007. <http://www.terra.com.mx/articulo.aspx?articuloid=21152>

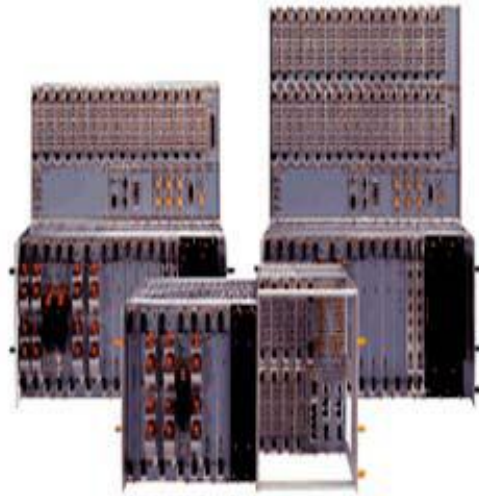


Fig. 3.12 Multiplexores Ópticos de Frontera OME series 8000 y la línea SMA series 3 y 4

Cisco.- la familia ONS 15400 es un producto MSPP (Plataforma de Aprovisionamiento Multiservicios) que ofrece la integración de servicios TDM y datos en transporte NG SDH y DWDM. Los ONS soportan RPR para Ethernet.



Fig. 3.12 Cisco ONS 15400

Alcatel.-Los Nodos Ópticos Multi Servicios (OMSN) de la familia 1650 y 1660 SM de Alcatel son equipos con Arquitecturas MSPP de transporte de tráfico TDM y

Datos (Ethernet) sobre NG SDH. Para el Manejo de Ethernet se requiere del módulo ISA E1-E4, y no tiene funcionalidades de RPR.



Fig. 3.13 Nodos Ópticos Multi Servicios (OMSN) de la familia 1650 y 1660 SM de Alcatel.

Nortel.- La familia de nodo óptico multiservicios de frontera OME en el modelo 6500 ofrece una plataforma multiservicios para el transporte de tráfico TDM y Datos sobre NG SDH y DWDM. No incluye funcionalidades RPR.

Optical Multiservice Edge 6500

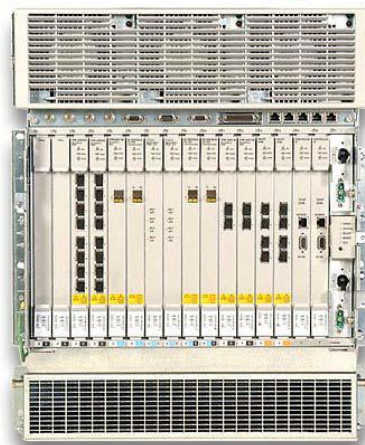


Fig. 3.14 Familia de Nodo Óptico Multiservicios de Frontera OME en el modelo 6500

Los servicios ofrecidos a través de anillos con ONS de Cisco utilizan funcionalidades RPR en el Anillo, un ejemplo de servicio Ethernet ofrecido a través de infraestructura Cisco se observa a continuación:

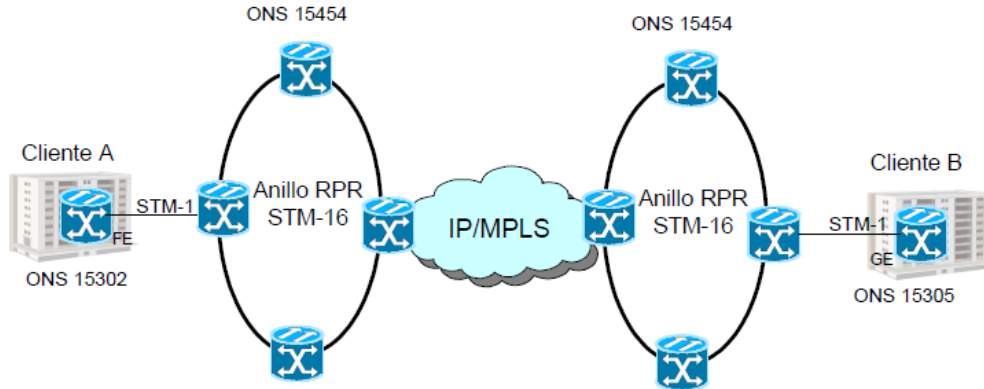


Fig. 3.15 Anillo Ethernet con funcionalidad RPR

Los servicios ofrecidos a través de anillos con **OMSN** de **Alcatel** no utilizan funcionalidades **RPR** pero manejan otros protocolos para **QoS** y etiquetado. Un ejemplo de servicio **Ethernet** ofrecido a través de infraestructura **Alcatel** se observa a continuación.

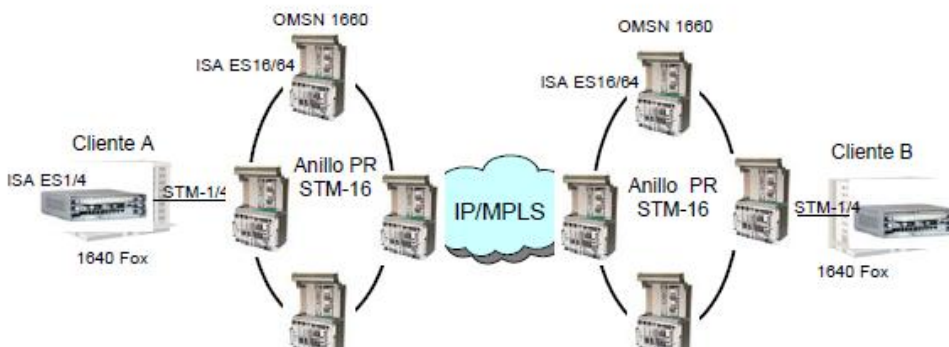


Fig. 3.16 Anillo Ethernet QoS con infraestructura Alcatel

Cuando se interconecta a clientes de diferentes ciudades las cuales pudieran presentar anillos metropolitanos donde se tiene diferentes plataformas (Cisco ó Alcatel) las cuales presenten diferencias en el manejo de los servicios (diferencias

en protocolos como RPR y PR) se utiliza la red **WAN IP/MPLS** para realizar la adaptación e interconexión de los mismos.

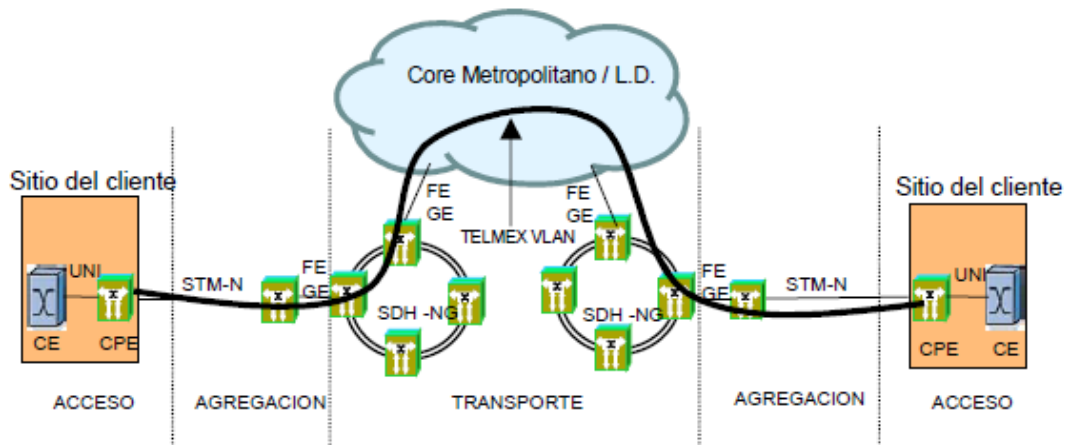


Fig. 3.17 Red WAN IP/MPLS para realizar la adaptación e interconexión de los mismos.

3.7 Servicios Metro Ethernet en Telmex

Los servicios Metro Ethernet han sido definidos por Teléfonos de México como enlaces de alta capacidad basados sobre tecnología Metro Ethernet que ofrecen a los clientes diversas variantes de conectividad a sus sitios principales y remotos entregándose en interfaces Fast Ethernet (10 a 100 Mbps) y Giga bit Ethernet (100 a 750 Mbps) Para proporcionar el servicio Ethernet existe la modalidad Transparente (Wire) y Opaco (Relay), ambas sobre una configuración lógica E-LINE o E-LAN.

- En configuración **E-LINE**.- El cliente requiere una conexión punto a punto únicamente, si el servicio escala para unir más sitios del cliente, esto implicaría interrumpir el servicio.
- En configuración **E-LAN**.- cuando este requiere un punto a punto o multipunto y su información una réplica en sus diferentes sitios, crece de manera sencilla.

Se recomienda utilizar siempre la configuración **E-LAN**:

El servicio **E-LAN** se proporciona de dos modos:

- **Opaco.-** Implica una Administración en la Red de Telmex de la información del cliente agrupándola en VLAN's, con la posibilidad de diferenciar por prioridad su información por tipo o clase CoS (Clase de Servicio) .La única información que se manipula son los encabezados de las tramas, nunca la carga útil (se mantiene la confidencialidad)
- **Transparente.-** Solo se proporciona conectividad entre sitios del cliente, de tal forma que el mismo prioriza su información de acuerdo a su importancia. Telmex sólo entrega un enlace para transportar sus datos de extremo a extremo sin que intervengan parámetros de CoS. La información de control capa 2 es transportada sin alterarla.

3.8 Configuración de los servicios Metro Ethernet en Telmex

Teléfonos de México agrupa sus servicios de las siguientes maneras:

Servicio **E-Line Transparente** (Wire) básico I:

- No se ofrece CoS
- Se transportan los protocolos de control del cliente de capa 2
- La Red funciona como Hub para el cliente
- Implementación Punto-Punto o Punto Multipunto
- Cualquier crecimiento en sitios interrumpe el servicio
- Se garantiza el ancho de banda contratado

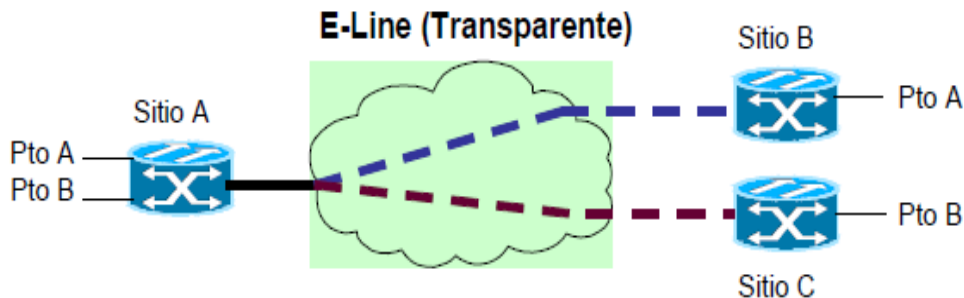


Fig. 3.18 E- line Transparente

Servicio **E-LAN Transparente (Wire) Básico I, II:**

- No se ofrece CoS
- Se transportan los protocolos de control del cliente de capa 2
- La Red funciona como Hub para el cliente
- Todos los extremos ven la misma información (Multipunto)
- El crecimiento en sitios no interrumpe el servicio
- Se garantiza el ancho de banda contratado

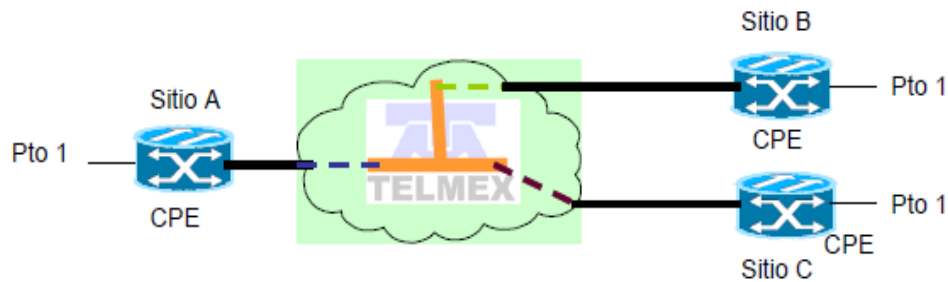


Fig. 3.19 Servicio E-LAN Transparente (Wire) Básico I, II:

Servicio **E-Line Opaco (Relay) Básico III:**

- Se administran VLAN's del cliente
- Se puede ofrecer CoS
- No se transportan los protocolos de control del cliente de capa 2
- La Red funciona como Switch para el cliente
- Cualquier crecimiento en sitios interrumpe el servicio

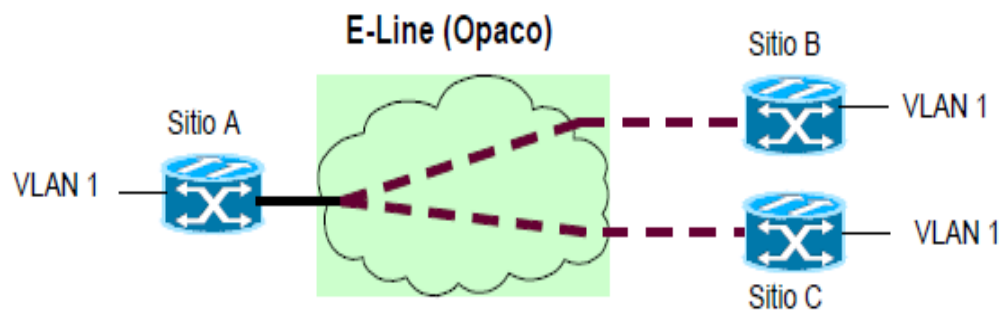


Fig. 3.20 Servicio E-Line Opaco

Servicio **E-LAN Opaco** (Relay) Básico III, IV y Avanzados:

- Se administran VLAN's del cliente
- Se puede ofrecer CoS
- No se transportan los protocolos de control del cliente de capa 2
- La Red funciona como Switch para el cliente
- Crecimiento Transparente para el cliente
- Para los servicios avanzados, se ofrece garantizar la prioridad del trafico del cliente (QoS)

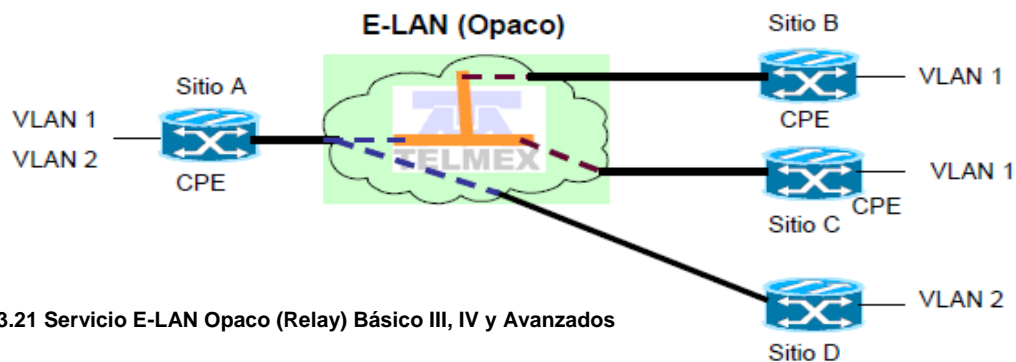


Fig. 3.21 Servicio E-LAN Opaco (Relay) Básico III, IV y Avanzados

Teléfonos de México en la búsqueda de permanecer a la vanguardia en los servicios de telecomunicaciones se encuentra evolucionando su Red hacia una plataforma multiservicios IP/MPLS donde se maneje en forma más eficiente sus recursos por lo que SDH de Nueva Generación es una tecnología fundamental en el transporte eficiente de información por las características que presenta.

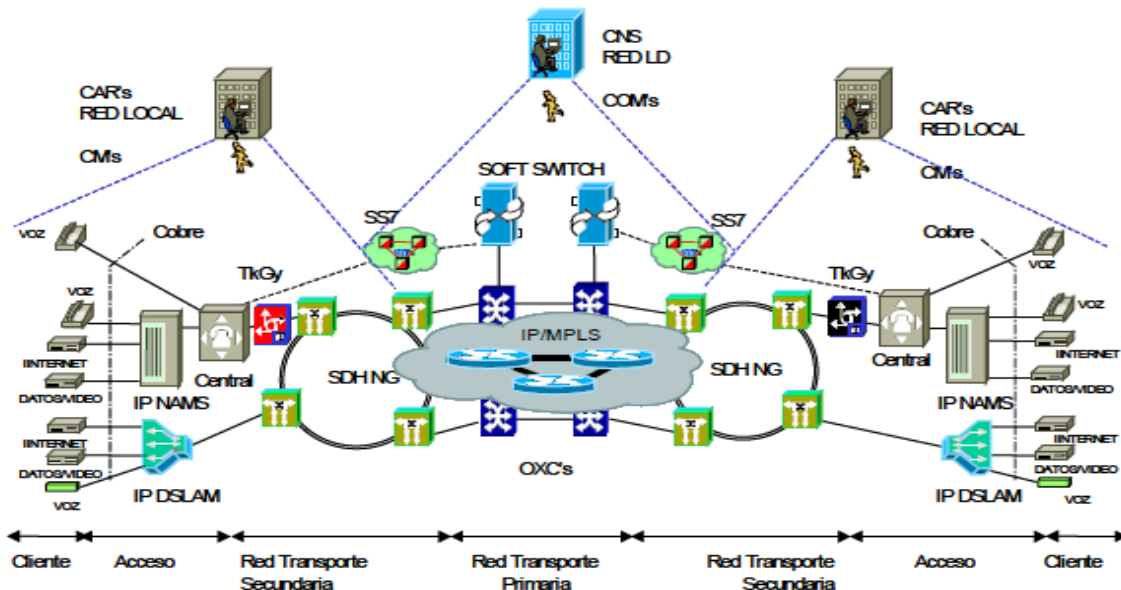


Fig. 3.22 Red de Nueva Generación

Conclusiones

Las ventajas de la red de nueva generación SDH es que permite a los operadores introducir nuevas tecnologías a sus redes tradicionales reemplazando sus elementos de red perimetrales. Con esta capacidad, tanto los servicios TDM y como los orientados a paquetes son manejados eficientemente en la misma longitud de onda.

Además, hay mejoras significativas, en el modo en que las redes SONET/SDH manejan el ancho de banda para información en paquetes, así como granularidad más grande, mientras se mantiene las funciones críticas de redes TDM tradicionales.

La flexibilidad de la SONET/SDH de nueva generación permite a los operadores de red construir una red usando plataformas para multiservicios híbridos TDM/paquetes o proveer la transmisión fundamental de tramas de bits lineales.

Con la transición de la industria de las telecomunicaciones, el énfasis de los operadores es cumplir con las necesidades del cliente con ajustado presupuesto. La SONET/SDH de nueva generación es rentable sino que aumenta las capacidades de las redes tradicionales. Al integrar redes de nueva generación a redes tradicionales se tienen mayor calidad y disponibilidad de servicio, pero algunas pruebas y monitoreo se utiliza para asegurar que la mezcla de tecnología puedan proveer la demanda creciente de ancho de banda.

Los operadores que dejen pasar esos importantes avances, no ahorrarán dinero en el largo plazo. Sin la verificación constante de que los elementos de red se desempeñan correctamente, la calidad de servicio se pone en riesgo, los costos a largo plazo asociados con constantes interrupciones al servicio, tiempo de inactividad y mantenimiento innecesario previenen a los operadores, operar provechosamente o consolidar una base de clientes leales.

RPR logra una red metropolitana en anillo muy eficiente, sin embargo su implementación dista mucho de su propósito general de asociarlo directamente a Ethernet (por las ventajas que ofrece Ethernet) de hecho **RPR** está diseñada para funcionar con otros protocolos de datos, una de sus grandes desventajas es que los algoritmos de **QoS** y su hardware asociado incrementaron la costeabilidad del mismo (muchos opinan que esas funciones debieron dejarse para protocolos de capas superiores como MPLS), además **RPR** no transporta Tráfico nativo **TDM** el cual aún sigue siendo considerable en las redes.

Por otra parte, las empresas de telecomunicaciones mantienen una infraestructura sólida de anillos **SDH** metropolitanos que están siendo migrados a **NG SDH** gradualmente los cuales además de transportar tráfico nativo **TDM** manejan en forma eficiente el tráfico de datos con casi todas las características enunciadas en **RPR**.

La mayoría de los fabricantes han incorporado funciones **MSPP**(Multi Service Provisioning Platform, Plataforma de aprovisionamiento multiservicios) a sus equipos **NG SDH** asegurando el óptimo manejo de cualquier tipo de tráfico y algunos de sus productos no incorporan **RPR**, sin embargo solucionan en forma adecuada e incluso ventajosa la prestación de servicios **Metro Ethernet** entre otros.

Muy recientemente algunos fabricantes han comenzado a ofrecer en sus equipos (también de plataforma **MSPP**) la implementación de funcionalidades **RPR** (como ONS de Cisco) por lo que no se puede descartar el papel que jugará este nuevo protocolo en la evolución de las redes de Telecomunicaciones.

Ethernet es una buena solución para conectar una oficina con otras sedes de su misma empresa (Intranet), o con oficinas de sus clientes, por ejemplo (Extranet).

Cuando se introdujeron FDDI, el canal de fibra y ATM, eran más rápidos que Ethernet, pero también incompatibles con éste, mucho más complejos y difíciles de manejar. Con el tiempo, Ethernet los igualó en cuanto a velocidad, por lo que ya no tenían ventajas y poco a poco están dejando de utilizarse, excepto ATM, el cual se utiliza en el núcleo del sistema telefónico.

Por éste y otros motivos apuntados, los mayores operadores de telecomunicaciones (Telmex, Alestra, Telefónica, BT, France Telecom...) están ofreciendo ya servicios Ethernet como alternativa a otras tecnologías de comunicación de datos de larga distancia.

El avance vertiginoso de las telecomunicaciones y la convergencia de servicios demandan a las naciones a integrarse a la era digital para no quedar rezagadas en su desarrollo.

Las tecnologías digitales dan a los ciudadanos la posibilidad de acceder a la Sociedad de la Información y del Conocimiento. En este sentido resulta indispensable contar con una infraestructura de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) con cobertura universal, de calidad y convergente.

La convergencia plena es prioritaria para la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel), por lo que las medidas que se están adoptando con la participación de la industria que se ha manifestado en consultas públicas tienden a promover la modernización de las redes existentes y a actualizar la regulación que las rige.

El modelo de negocios en un entorno de redes de nueva generación cambia radicalmente. Recordemos el ejemplo de la interconexión, en la que la calidad y la capacidad se vuelven fundamentales.

Las redes de nueva generación es probable que disminuyan los ingresos de las compañías que tradicionalmente han vivido del servicio de voz, por lo que tendrán que encontrar otros nichos de mercado. Asimismo, la inversión inicial para las redes de nueva generación es muy alta, pero con el tiempo van a disminuir los costos, lo que beneficiará a los usuarios finales de los servicios que utilicen en las redes de nueva generación.

Los puntos que deben ser contemplados durante el entorno de la regulación de las telecomunicaciones en nuestro país deberían a nuestro juicio profesional y académico, los siguientes:

Política de Convergencia. Actualmente, esta evolución nos ha brindado la capacidad de transmitir por un mismo medio Voz, Datos y Video reduciendo significativamente los costos operacionales de la redes y por lo tanto la oportunidad de ofrecer mayores beneficios a los usuarios.

Aprovechamiento y Administración Eficiente del Espectro. Necesitamos una definición clara de las bandas de frecuencias que requerirán licencias y de las que serán de uso libre, de manera que todos los agentes puedan sacar el máximo provecho de las tecnologías actuales y sobre todo de las de nueva generación.

Promoción de Nuevas Tecnologías. La agenda regulatoria debe asegurar que las tecnologías utilizadas en México sean las más avanzadas a nivel internacional a través de plazos coherentes y de reglas claras que incentiven la inversión y adopción de éstas. Entre las tecnologías a considerar se encuentran la de TV Móvil, IPTV, WiMax y las contempladas en las 3G y 4G, pero sobre todo debe ser un esquema abierto y flexible para la incorporación oportuna de tecnologías por venir.

Políticas de Interconexión y Acceso Competitivo Internacional. En una estructura de mercado como la mexicana y considerando las economías de red

características del sector de telecomunicaciones, ninguna política o modificación en la regulación tendrá un efecto óptimo si no se asegura la interconexión entre cualquier tipo de redes bajo un esquema que promueva la competencia tanto al interior del país como con nuestros vecinos y socios comerciales más importantes.

Políticas Públicas Directas y Fondo de Cobertura Social. La acción de un mercado que opera con base a una legislación y regulación eficiente tiene aun mucho por brindar al grueso de la población. Sin embargo, algunos segmentos y grupos de la sociedad que no logran dichos beneficios por la vía del mercado, requieren de políticas públicas directas, como el Fondo de Cobertura Universal, que permita garantizar el acceso universal a estas nuevas tecnologías, así como sus beneficios, fomentando la equidad en México.

Revisión Recurrente de Paquete de Servicios Básicos. Se debe establecer una nueva definición de lo que son los servicios básicos de acceso universal para incluir el Internet de banda ancha y los servicios móviles, con el fin de democratizar el acceso a la información como motor de desarrollo individual.

Clara Delimitación de Atribuciones y Responsabilidades de las Diversas Autoridades. Es fundamental la participación del complejo de autoridades del sector, como las de regulación (Cofetel), política sectorial (SCT), competencia (Cofeco), consumidor (Profeco), procesos gubernamentales (Cofemer), entre otros. Es importante que todas las instancias tengan una clara delimitación de sus respectivas atribuciones y responsabilidades, para así garantizar la maximización del bienestar del consumidor.

Urgencia de la Migración a la TV Digital. Con las experiencias internacionales, sabemos que es posible acelerar el proceso de migración de la TV analógica a la TV digital. Esto significa beneficios variados como mejor calidad de la transmisión, liberación de espectro escaso y de gran utilidad para servicios de

telecomunicaciones, mayores números de canales posibles en menor espectro y mayor competencia en la TV abierta, por ejemplo

Medios Públicos y Radios Comunitarias. Un elemento vital de la operación del sector de las comunicaciones, por sus contenidos educativos y culturales (alejados de la operación del mercado), son los permisionarios que tienen la importante función de operar la comunicación de contenido social, educativo, cultural y comunitaria, cuyas características de operación no brindan a los medios públicos la viabilidad económica para su desarrollo. Al respecto, el Estado debe proveer los elementos y recursos necesarios para su operación equilibrada. Cabe reiterar que es responsabilidad del Estado financiar y asegurar las políticas públicas adecuadas que incentiven la innovación de los medios públicos, de las industrias culturales no comerciales y de las auténticas estaciones comunitarias, que en su conjunto generan y divulgan bienes y servicios culturales, informativos y educativos, que son socialmente imprescindibles.

Permisos y Concesiones Se debe asegurar y garantizar el acceso libre y democrático, para todas aquellas personas físicas y morales de la sociedad que justifiquen contar con las condiciones establecidas en los títulos de concesión de los distintos servicios de telecomunicaciones, a fin de brindar a los usuarios con servicios de mayor calidad y a mejores precios.

Regulación Pro-Competitiva. El nuevo marco legal y regulatorio debe garantizar un entorno competitivo para el sector a través de la regulación con el fin de, cuando se alcance este entorno, poder desregular como se ha hecho en otros países. Por ejemplo, continuando con la reducción de Áreas de Servicio Locales para terminar con una sola, eliminando la larga distancia y el roaming, lo cual aumentaría el tráfico. Si logramos asegurar que estos puntos críticos obtengan la atención que merecen y sean resueltos, contribuirán a mejorar el desempeño del sector de telecomunicaciones y, en consecuencia, la competitividad del país.

Es claro que el crecimiento económico, el desarrollo social y la competitividad del país son asuntos demasiado importantes, pero también demasiado complejos, para dejarlos solamente a la deriva de la operación del mercado. Esta hoy en manos de la industria y de las autoridades del sector aprovechar efectivamente el potencial de las telecomunicaciones como el sector líder. Es por ello que está en mano de los legisladores, sentar las bases para el aprovechamiento efectivo del potencial de las telecomunicaciones y a la radiodifusión como el sector líder necesario para acceder a un estadio superior de desarrollo integral del país.

Evolución de la red de nueva generación en las telecomunicaciones en México.

FIBRA ÓPTICA.

DWDM (Dense wavelength Division Multiplexing, Multiplexación por división en longitudes de onda densas)

RED DE NUEVA GENERACIÓN SDH

RPR (Resilient Packet Ring, Anillo de paquetes resiliente).

TDM (TDM Time Division Multiplexing, Multiplexación por división de tiempo).

ETHERNET.

La distancia ya no es una limitación, las tecnologías ópticas nos permiten transportar Ethernet a decenas e incluso centenares de kms.

Glosario

- ADM** *Add-Drop Multiplexer*, Multiplexor de Agregar y Segregar
- ANSI** *American National Standards Institute*, Instituto nacional de Estándares Americanos
- ATM** *Asynchronous Transfer Mode*, Modo de transferencia Asíncrona
- BIP** *Bit Interleave Parity*, Paridad de Bit Intercalada
- BIP-n** Paridad de Bit Intercalada de nivel n
- Byte** Palabra de 8 bits
- C-n** Contenedor de nivel n
- CDF** *Client Data Frame*, Trama de datos del cliente
- CIR** *Committed Information Rate*, Tasa de información comprometida
- CMF** *Client Management Frame*, Trama de gestión del cliente
- CWDM** *Coarse Wavelength Division Multiplexer*, Multiplexación por división de longitud de onda gruesa
- DMUX** Demultiplexor
- DNU** *Don't Use it*, no usar
- DoS** *Data Over SDH*, datos sobre SDH
- DSL** *Digital Subscriber Line*, Línea de abonado digital
- DWDM** *Dense Wavelength Division Multiplexer*, Multiplexación por división de longitud de onda densa
- E1** Primer orden de la jerarquía PDH norma europea (2.048 Mbps)
- E-Line** *Ethernet Line*, Servicio de línea dedicada Ethernet
- EIR** *Excess Information Rate*, Tasa de información excesiva
- EoS** *Ethernet over SDH*, Ethernet sobre SDH
- EoWDM** *Ethernet over Wavelength Division Multiplexer*, Ethernet sobre Multiplexación por división de longitud de onda
- EPL** *Ethernet Private Line*, Línea privada Ethernet
- ESCON** *Enterprise System Connection*, Conexión de sistema empresarial
- EVLAN** *Ethernet Virtual LAN*, LAN virtual Ethernet
- FCS** *Frame Check Sequence*, Secuencia de verificación de trama
- FICON** *Fiber Connectivity*, Colectividad con fibra
- GbE** Giga bit Ethernet
- Gbps** Giga bit por segundo
- GFP** *Generic Framing Procedure*, Procedimiento Genérico de Entramado
- GFP-F** *Generic Framing Procedure – Frame Mapped*, Procedimiento Genérico de Entramado mapeado a tramas

- GFP-T** *Generic Framing Procedure – Transparent Mapped*, Procedimiento Genérico de Entramado mapeado transparente
- GID** *Group Identifier*, Identificador de grupo
- GMPLS** *Generic Multi Protocol Level Switch*, Multiprotocolo de conmutación a etiquetas Genérico
- GMI** *Gigabit Media Independent Interface*, interfaz Gigabit independiente del medio
- GRS** *GFP Reconciliation Sublayer*, Subcapa de reconciliación GFP
- HDLC** *High Level data Link Control*, Control de enlace de datos de alto nivel
- HDTV** *High Definition Television*, Televisión de alta definición
- HP** *High Path*, trayecto de alto orden
- HP-POH** *High Path – Path Overhead*, Encabezado de trayectoria de alto orden
- HP-VC** *High Path–Virtual Container*, Contenedor virtual de alto orden
- IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
- IFG** *Inter Frame Gaps*, Espacios entre tramas
- IP** *Internet Protocol*, Protocolo de Internet
- IPoWDM** *IP over Wavelength Division Multiplexer*, IP sobre WDM
- IPv4** IP versión 4
- IPv6** IP versión 6
- ISP** *Internet Service Provider*, Proveedor de servicios de Internet
- ITU** *International Telecommunications Union*, Unión Internacional de Telecomunicaciones
- ITU-T** *International Telecommunications Union – Telecommunications Standardization Sector*, Unión Internacional de Telecomunicaciones sector normalización de telecomunicaciones
- Kbps** Kilo bits por segundo (1000 bits por seg)
- LAN** *Local Area Network*, Red de Area Local
- LAPS** *Link Access Procedure SDH*, Procedimiento de acceso a enlace SDH
- LCAS** *Link Capacity Adjustment Scheme*, Esquema de ajuste de capacidad de enlace
- LLC** *Logical Link Control*, Control lógico de enlace
- LP** *Low Path*, Trayecto de bajo orden
- LP-POH** *Low Path – Path Overhead*, encabezado de trayectoria de bajo orden
- LP-VC** *Low Path-Virtual Container*, Contenedor virtual de bajo orden
- MAC** *Media specific Access Control*, Control de acceso a medio específico
- MAN** *Metropolitan Area Network*, Red de Area Metropolitana
- MII** *Media Independent Interface*, Interface independiente del medio
- MPLS** *Multi Protocol Level Switch*, Multiprotocolo de conmutación a etiquetas
- MS** *Multiplex Section*, sección múltiplex
- MSOH** *Multiplex Section Overhead*, encabezado de la sección múltiplex
- MSPP** *Multi Service Provisioning Platform*, Plataforma de aprovisionamiento multiservicios

- MUX** Multiplexor
- NG SDH** *New Generation SDH*, SDH de Nueva Generación
- NNI** *Network to Network Interface*, Interface Red a Red
- OA&M** *Operation, Administration and Maintenance*, Operación Administración y Mantenimiento
- OSI** *Open System Interconnections*, Interconexión de sistemas abiertos
- PAD** *Packet Assembler and Disassembler*, Ensamblador y desensamblador de paquetes
- Payload** Carga
- PDH** *Plesiochronous Digital Hierarchy*, Jerarquía Digital Plesiócrona
- PDU** *Protocol data Unit*, Unidad de Datos de Protocolo
- PLI** *Physical Layer Interface*, Interfaz de capa Física
- Plug & Play** Conecta y Juega
- PMD** *Physical Medium Dependent*, Dependencia del Medio Físico
- POH** *Path Overhead*, Encabezado de trayectoria
- PoS** *Packet Over SDH*, Paquetes sobre SDH
- PPP** *Point to Point Protocol*, Protocolo punto a punto
- PRS-1** *1Gb packetPHY Reconciliation Sublayer*, Subcapa Física de reconciliación de paquetes a 1 Gbps
- PRS-10** *10Gb packetPHY Reconciliation Sublayer*, Subcapa Física de reconciliación de paquetes a 10 Gbps
- QoS** *Quality of Service*, Calidad de servicio
- RFC** *Request For Comments*, Petición para comentarios
- RPR** *Resilient Packet Ring*, Anillo de Paquetes Resiliente
- RS** *Regeneration Section*, Sección Regeneradora
- RSOH** *Regeneration Section Overhead*, Encabezado de sección regeneradora
- SAN** *Storage Area Network*, Red de Area de Almacenamiento
- SAP** *Service Access Point*, Punto de acceso al servicio
- SDH** *Synchronous Digital Hierarchy*, Jerarquía Digital Síncrona
- SLA** *Service Local Agreement*, Acuerdo de Servicio local
- SOF** *Start Of Frame*, Inicio de Trama
- SOH** *Section Overhead*, encabezado de Sección
- SONET** *Synchronous Optical Network*, Redes Ópticas síncronas
- SPI** *System Packet Interface*, interfaz de sistema de paquetes
- SPI-x** *System Packet Interface- level x*, interfaz de sistema de paquetes de nivel x
- SRS** *SONET/SDH Reconciliation Sublayer*, Subcapa de Reconciliación SDH
- STM** *Synchronous Transport Module*, Modulo de transporte síncrono
- STM-n** *Synchronous Transport Module – level n*, Modulo de transporte síncrono de nivel n (n= 0, 1, 4, 16, 64,256)

- STP** *Shielded Twisted Pair*, Par Trenzado Blindado
- TCM** *Tandem Connection Monitoring*, Monitoreo de conexión en Tandem
- TCP** *Transmission Control Protocol*, Protocolo de control de Transmisión
- TDM** *Time Division Multiplexing*, Multiplexación por División de Tiempo
- TDP** *Topology Discovery Protocol*, Protocolo de descubrimiento de topología
- TLAN** *Transparent LAN*, servicio LAN transparente
- UDP** *User Datagram Protocol*, Protocolo de datagrama de usuario
- UNI** *User to Network Interface*, Interface de Usuario a Red
- UTP** *Unshielded Twisted Pair*, Par Trenzado sin Blindaje
- VC** *Virtual Container*, contenedor Virtual
- VCG** *Virtual Concatenated Group*, Grupo de concatenación virtual
- VC-n** *Virtual Container level n*, Contenedor Virtual de nivel n (11, 12, 3, 4)
- VC-n-Xc** X número de Contenedores virtuales de nivel n concatenados por concatenación contigua
- VC-n-Xv** X número de Contenedores virtuales de nivel n concatenados por concatenación virtual
- VLAN** *Virtual LAN*, LAN Virtual
- VoIP** *Voice over IP*, Voz sobre IP
- VPN** *Virtual Private Network*, Red Privada Virtual
- WAN** *Wide Area Network*, Red de Area Amplia
- WDM** *Wavelength Division Multiplexing*, Multiplexación por división de longitud de onda

Bibliografía

- **An Introduction to Resilient Packet Ring Technology**, A White Paper by the Resilient Packet Ring Alliance, Octubre 2001.
- **CINIT**, Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones, Guía básica para el operador de cable de fibra óptica
- **El valor de las OTN (redes de transporte óptico) en la convergencia de redes y la migración Ethernet/IP**, Ciena White Paper, © 2006 Ciena Corporation. Todos los derechos reservados. WP033A4ES 8.2006
- **Guía de procedimientos del Cisco ONS 15454 SDH** Documentación y productos: Versiones 4.1 y 4.5 Julio de 2003.
- **Guía de funciones y configuración del software de la tarjeta Ethernet de varias capas ML-Series de Cisco ONS 15454 SONET/SDH**, Producto y documentación de la versión 4.1 Agosto de 2003.
- **Manual de referencia de Cisco ONS 15454 SDH** Documentación y productos: Versiones 4.1 y 4.5 Julio de 2003.
- **“Metro Ethernet Networks”**. Mark Whaley, Dinesh Mohan. Agosto www.metroethernetforum.org/metro-ethernet-networks.pdf
- **Metro-ethernet-networks.pdf “Metro Ethernet Services”**. Ralph Santitoro. Octubre www.metroethernetforum.org/metro-ether-net-services.pdf
- **Norma de instalación de los equipos ONS 15454 SDH de CISCO**. Propiedad de Telmex.
- **Norma de instalación de los equipos ONS 15302 ,15305 de cisco en rack de 19”**. Propiedad de Telmex.
- **ONS 15454 SDH Repisas y Dimensionamiento**, Cisco Metro Optical Transport.
- **Nueva Generación SONET/SDH Tecnologías y Aplicaciones**, Habisreitinger Werner. <http://www.jdsu.com/Solutions/Pages/default.aspx>
- **Protocolo de homologación servicios metro ethernet interoperabilidad cisco-cisco**, Propiedad de Telmex.
- **SDH de Nueva Generación, Área de procedencia: Redes Digitales, Nueva Tecnología Inttelmex**. 2006
- **UIT-T Unión Internacional de Telecomunicaciones, G-982, G-983**. Redes de acceso óptico para el soporte deservicios que funcionan con velocidades binarias de alta velocidad.

Páginas de Internet

<http://www.astrolabio.net/canal/contenido/redes-privadas-virtuales-1013703.php>

http://www.tek.com/Measurement/App_Notes/SONET/intro.pdf

http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Plesiochronous_Digital_Hierarchy

http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.javvin.com/protocol/LA_PS.html&ei=9_mUTKXRHoWasAO3mOXkCQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CBsQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DLAPS%2Bsdh%26hl%3Des

<http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/29.html>

http://www.compasstech.com.mx/ct-html/telefonía_ip.html

<http://es.wikipedia.org/wiki/Streaming>

http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_longitud_de_onda

<http://librosnetworking.blogspot.com/2006/11/introduccion-ospf.html>

<http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/29.html>

<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2006/ps2008/>

<http://www.scribd.com/doc/46651/Algoritmos-de-HASH>,

<http://www.webopedia.com/TERM/Q/QoS.html>

<http://sipan.inictel.gob.pe/distancia/rdsi/uploads/Cap3.PDF>