

Trabajo de fin de carrera titulado:

**INTEGRACIÓN DE TODOS LOS USUARIOS PORTADORES EN UNA RED
ETHERNET (IP) UTILIZANDO LA PLATAFORMA DWDM Y SDH DE LA
EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.**

Realizado por:

MARÍA GABRIELA FRANCO COBO



ANTECEDENTES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Sistema de Telecomunicaciones de la Unidad de Negocio Transelectric constituye el pilar fundamental, donde se soporta la transferencia de servicios de voz, datos, teleprotección, Internet y red WAN del Sistema Nacional de Transmisión.

Las actuales necesidades de comunicación y los requerimientos de alta disponibilidad, demandan la utilización de nuevas tecnologías en la transmisión de la información, es por esto que se ha implementado fibra óptica como parte de la operación de la red.



Con la llegada de la conmutación de paquetes, el paradigma de Internet y el éxito de los protocolos IP como la base del transporte masivo de datos, se introdujo un tema estratégico en la manera de intercambiar datos, al plantear si las redes de transporte debían o no tener un grado significativo de inteligencia en su núcleo central o si esta inteligencia se debía encontrar en los bordes de la red de transporte o en las redes locales únicamente.



Considerando las premisas anteriores y que las redes actuales de SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC no cuentan con el número requerido de puertos Ethernet para satisfacer el aumento continuo de usuarios, la empresa se ve afectada en el intercambio de datos a usuarios, los mismo que requieren la información. Los sistemas SDH y DWDM están compuestos por tarjetas que realizan las diversas funciones requeridas para el correcto funcionamiento de la red.



Sin embargo, el incrementar tarjetas en el equipamiento existente es muy costoso, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP y que pueda satisfacer la demanda de capacidad de los clientes, esto se podrá realizar por medio del diseño de una red IP utilizando las plataformas SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.



Sin embargo, el incrementar tarjetas en el equipamiento existente es muy costoso, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP y que pueda satisfacer la demanda de capacidad de los clientes, esto se podrá realizar por medio del diseño de una red IP utilizando las plataformas SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.



Objetivo General

Diseñar una red Ethernet (IP) sobre las redes SDH y DWDM de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC, que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente en el número de usuarios.



Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado inicial de la red de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC.
- Describir el funcionamiento de las redes de transporte estableciendo así diferencias y semejanzas significativas entre las mismas.
- Establecer las ventajas y desventajas de las redes de transporte DWDM y SDH.
- Determinar la importancia del diseño y la implementación de una red IP, tomando en consideración las necesidades y objetivos que tiene la empresa.
- Evaluar y diagnosticar el número de puertos Ethernet necesarios para satisfacer los requerimientos de los usuarios portadores de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC
- Determinar el mejoramiento de la eficiencia y escalabilidad de las redes de transporte mediante el análisis de su nueva estructura y diseño.



CONCEPTOS BÁSICOS E INTRODUCCIÓN LAS REDES DE TRANSPORTE: SDH Y DWDM

Definición de las redes de transporte

Tomando en cuenta el papel importante que cumplen las redes de transporte en las telecomunicaciones se puede definir como aquellas que se encargan del envío y multicanalización de diversos tipos de información las mismas que pueden tener un formato analógico o digital.

Así tenemos las redes como E1/T1 basadas en líneas de cobre y las redes de transporte basadas en fibras ópticas como ATM, SONET/SDH, entre otras. Para su diseño y gestión es necesaria la elaboración de un modelo de red apropiado con entidades funcionales bien definidas.



Tipos de redes de transporte

La Red de Transporte son las encargadas de la transferencia de información de un usuario desde un punto a otro u otros puntos de forma bidireccional o unidireccional. Se utilizan diferentes técnicas para transmitir información tal como: voz, datos, videos; esto se realiza sobre un mismo canal. La multicanalización tiene como ventaja reducir los costos de la red al minimizar el número de enlaces de comunicación entre dos puntos.

Existen varias técnicas de multicanalización que incluyen FDM (Multicanalización por división de frecuencias), TDM (Multicanalización por división de tiempo), WDM (Multiplexación por división de longitud de onda) y DWDM (Multiplexación por división en longitudes de onda densas).



Definición PDH

La Jerarquía Digital Plesiócrona, es una tecnología usada en telecomunicación habitualmente para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio (ya sea cable coaxial, radio o microondas) usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión.

Existen tres jerarquías PDH: la europea, la norteamericana y la japonesa.

- E1 = 30 canales de 64 Kbps (canales E0) + 2 canales señalización y sincronía = 2.048 Mbps.
- T1 = 24 canales 64 Kbps (canales DS-0) = 1.544 Mbps.
- J1 = 1.544 Mbps por 4 canales de 64 Kbps (canales DS-0).



Jerarquía Europea (E1)

La velocidad básica de transferencia de información, o primer nivel jerárquico, es de 2,048 Kbps, el ancho de banda se puede calcular multiplicando el número de canales, que transmiten en paralelo, por el ancho de banda de cada canal:

- $\text{Canales} \times (\text{ancho por canal}) = 32\text{canales} \times 64\text{kbps} = 2,048\text{kbps}$

Se agrupa 30 canales de voz para señalización y 2 canales para sincronización de 64 kbps, formamos un flujo PDH E1.



Ventajas y Desventajas PDH

Desventajas del PDH:

- Existen tres estándares incompatibles entre sí, estos son: el europeo, el estadounidense y el japonés, no existe un estándar mundial en el formato digital.
- Brinda limitadas capacidades de operación, administración y mantenimiento.
- El proceso de multiplexación y demultiplexación es complejo y requiere de mucho equipamiento, siendo la principal problemática de esta jerarquía la falta de sincronismo entre equipos.



Ventajas y Desventajas PDH

Ventajas del PDH:

- PDH ha permitido la multiplexación para el transporte de voz a una velocidad de 64 Kbps, empleándose aún en los sistemas de transmisión.
- El surgimiento de esta técnica ha permitido nuevos avances tecnológicos que han llevado al desarrollo de otras jerarquías más flexibles, a partir del nivel jerárquico más bajo de PDH (2 Mbps), aumentando tanto la capacidad como la velocidad en las redes de transporte .



Definición SDH

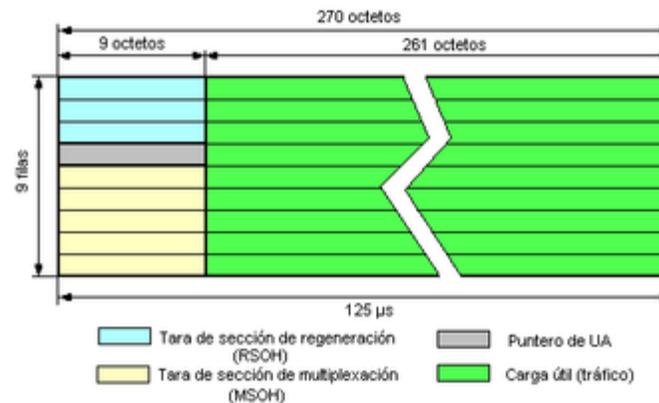
- La jerarquía digital síncrona (SDH), se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.
- La trama básica de SDH es el STM-1(Módulo de transporte síncrono), con una velocidad de 155 Mbps.



Módulo de transporte síncrono (STM -1)

El STM-1 es la unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), correspondiente al primer nivel básico.

Es una trama de 2430 bytes, distribuidos en 9 filas y 270 columnas. Las primeras nueve columnas contienen únicamente información de gestión y se distribuyen en tres campos:



Las columnas restantes (10-270) contienen carga útil. Normalmente, se trata de un contenedor virtual de nivel 4 (VC-4) o de tres contenedores virtuales de nivel 3 (VC-3). No obstante, en Europa sólo se utilizan VC-4.

Un contenedor virtual VC-4 y el puntero de la unidad administrativa conforman una unidad administrativa de nivel 4 (AU-4). Por lo tanto, se genera una trama STM-1 añadiendo a una AU-4 las taras de sección de regeneración (RSOH) y Tara de sección de multiplexación (MSOH) que le correspondan.

Un STM-1 tiene un valor de 155, 52 Mbps



Ventajas y Desventajas de SDH

Ventajas de SDH

- Primer estándar mundial en formato digital e interface óptica.
- Estructura de multicanalización síncrona flexible.
- Los estándares SDH permiten la interconexión de equipos de distintos fabricantes en el mismo enlace.
- La compatibilidad transversal reduce el costo de la red.



Ventajas y Desventajas de SDH

Desventajas SDH

- Algunas redes PDH actuales presentan ya cierta flexibilidad y no son compatibles con SDH.
- El principio de compatibilidad ha estado por encima de la optimización de ancho de banda.
- SDH por ser una técnica que emplea multiplexación digital en el tiempo no permite el aumento de la capacidad (ancho de banda) en la medida que lo requiere la creciente demanda de tráfico.



Definición de DWDM

DWDM es una técnica de transmisión por fibra óptica. La misma que involucra el proceso de multiplexar varias longitudes de onda diferentes sobre una sola fibra óptica.

Si bien la tendencia de las últimas tecnologías de transmisión (SDH/SONET) es hacerlo en forma sincrónica, el sistema de DWDM soporta la multiplexación de diferentes longitudes de onda que pueden no tener relación temporal alguna.



Utilidades DWDM

DWDM es un componente muy importante de las futuras redes ópticas que permitirá ofrecer más servicios (voz, audio, video, datos) a un costo aceptable hasta para los clientes privados, mejorando la velocidad de transmisión y ofreciendo transmisión de datos a muy alta velocidad.

Permitirá además aumentar la confiabilidad incrementando la satisfacción de los clientes, reduciendo los costos de instalación y gestión, y como beneficio principal utilizando las redes ya existentes.



Principios de la transmisión óptica

La técnica de DWDM posee una importante capa óptica que es responsable de la transmisión de datos a través de la red.

De esta manera, algunos principios básicos deben ser considerados para transmitir información en forma óptica tales como:

- Espaciamiento de canal: La separación mínima en frecuencia entre dos señales multiplexadas se conoce como espaciamiento de canal.

Los factores que controlan el espaciamiento de señal son tanto el ancho de banda de los amplificadores como la capacidad de los receptores de identificar dos longitudes de onda cercanas.



Ventajas y desventajas de DWDM

Ventajas de las redes de transporte DWDM

- El alto ancho de banda que ofrece.
- Varios tráficos sobre una misma fibra óptica
- Alta flexibilidad y expansión de ancho de banda
- Canales individuales
- Por otro lado, aunque los sistemas DWDM son relativamente caros debido a la necesidad de componentes ópticos muy avanzados, la reducción en equipamiento y fibras, supone una reducción de costes relativamente grande en sus inversiones y en su mantenimiento.



Ventajas y desventajas de DWDM

Desventajas de las redes de transporte DWDM

- Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de rotura del cable de fibra.
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.



CELEC EP – TRANSELECTRIC.

CELEC EP – TRANSELECTRIC es la responsable de transportar la energía eléctrica en alta tensión, desde las empresas de generación hacia las empresas de distribución; a través de su infraestructura eléctrica que incluye básicamente las líneas y torres de transmisión .

Para poder brindar servicios de voz, datos y teleprotección a todas las subestaciones, Transelectric utiliza el Sistema de Onda Portadora PLC (Power Line Carrier) a través de las líneas de alta tensión del Sistema Nacional de Transmisión (SNT).



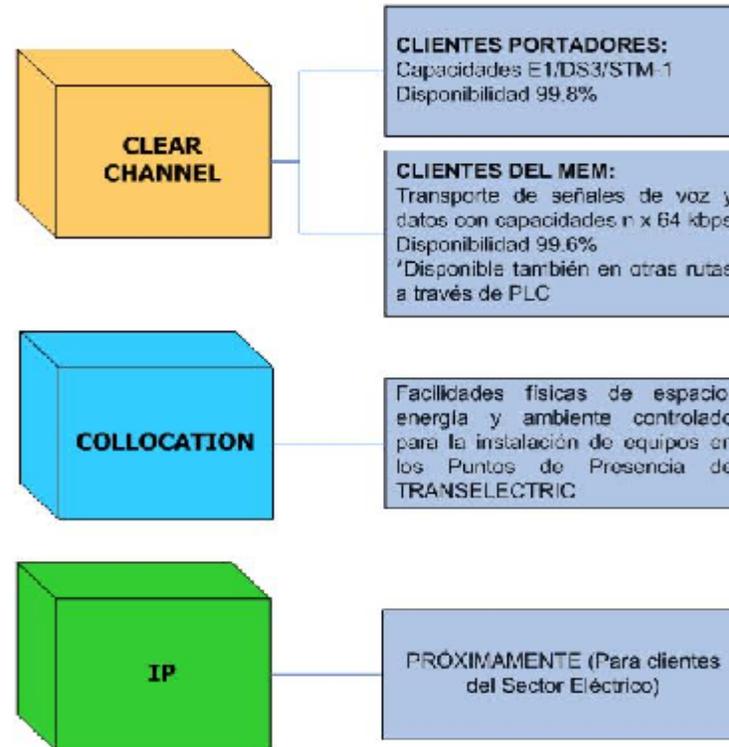
PORTADOR DE PORTADORES (INTERNACIONAL Y NACIONAL)

CELEC EP – TRANSELECTRIC proporciona al usuario una capacidad necesaria para el transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación entre dos o más puntos de una red de telecomunicaciones, es decir, el servicio portador proporciona a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de red definidos, usando uno o más segmentos de una red.



Servicios que ofrece CELEC EP – TRANSELECTRIC a sus clientes

CELEC EP – TRANSELECTRIC ofrece los siguientes tipos de servicios:



Servicio Portador Clase IP

Es un canal para proveer a sus clientes de servicios de Internet (o cualquier tipo de transmisión de datos bajo el protocolo IP).

La administración y manejo de estos canales IP la realiza directamente desde el CGTT (Centro de Gestión de Telecomunicaciones) junto con Internexa.

Características

- Disponibilidad: 99.6%
- Capacidades ofrecidas: $n \times E1$, $n \times DS3$ y $n \times STM-1$.
- El medio físico es una red de fibra óptica.
- Asignación de IP públicas dependiendo del proveedor internacional.



Servicio Clear Channel

Es un canal de comunicación de un punto a otro, a través del cual se puede transmitir cualquier tipo de información, es un servicio de comunicación de datos de alta velocidad, permitiendo interconexión a través de canales dedicados entre dos sitios del cliente dispersos geográficamente. La característica fundamental de este servicio es su alta disponibilidad pudiendo el cliente hacer uso del ancho de banda total de la forma en que desee.



Servicio Clear Channel

Características

- Disponibilidad: 99.8%
- Capacidades ofrecidas: $n \times E1$, $n \times DS3$ y $n \times STM-1$.
- El medio físico es una red de fibra óptica.
- Conexión entre los nodos de la red de transporte.
- Se realiza a nivel SDH y PDH la asignación de canales por los cuales el cliente es libre de enviar el tipo de información de cualquier tipo (voz, datos, video).



Otros servicios

Servicio a los clientes del Mercado Eléctrico Mayorista

Permite la comunicación para transporte de señales de voz y datos. Se ofrece los siguientes servicios para el cliente: registradores de fallas y relés inteligentes, voz dedicada y/o voz conmutada, servicios de respaldo, Internet, servicios básicos y de valor agregado así como también videoconferencia.

Servicios complementarios

Hospedaje de equipos y colocación

El cliente deja su equipo en las instalaciones del cuarto de equipos de Transelectric, permitiendo que los clientes alivien sus inversiones y puedan implementar puntos de presencia para cada sitio de interés



Clientes Sector Eléctrico

- CNEL Corporación Nacional de Electricidad S.A.
- Corporación Centro Nacional de Control de Energía CENACE
- Electroquil S.A.
- Empresa Eléctrica Azogues C.A.
- Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.
- Empresa Eléctrica Regional Sur S.A.
- Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.
- Termoguayas Generación S.A.



Clientes del Sector Público

- Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información
- Superintendencia de Telecomunicaciones



Clientes del Sector Privado

- Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones CONECEL S.A.
- Enermax S.A.
- Global Crossing Comunicaciones Ecuador S.A.
- Megadatos S.A.
- Otecel S.A. – Movistar
- Puntonet S.A.
- Servicios de Transmisión Informática S.A. Integraldata
- Transnexa S.A



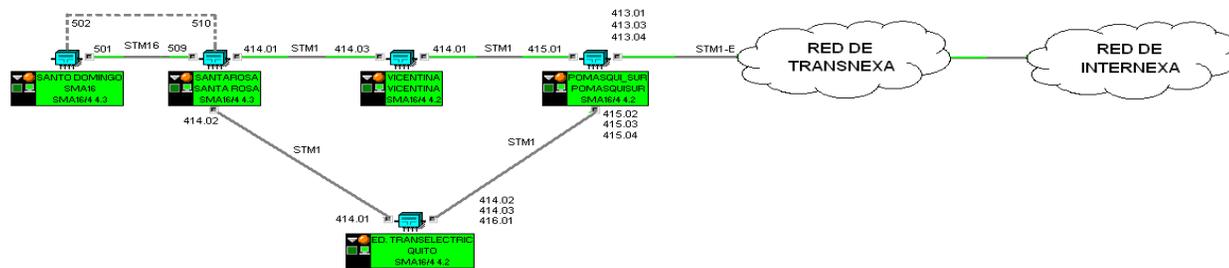
EVOLUCIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE SDH Y DWDM EN CELEC EP – TRANSELECTRIC

- La evolución de la red de transporte SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC es notoria desde sus inicios hasta la actualidad, el incremento de los clientes que utilizan servicios portadores Clase IP o Servicios Clear Channel, han permitido ampliar la infraestructura de la red aumentando el número de subestaciones con la finalidad de brindar estos servicios en los diferentes lugares del país.



Red de Transporte SDH CELEC EP – TRANSELECTRIC 2003

- La red de transporte SDH en el 2003 de Transelectric cuenta con los siguientes elementos.
- Equipos SIEMENS: SMA16
- Sistema de Gestión: Propietario de Siemens: TNMS (Telecommunication Network Management System)
- La fibra óptica utilizada es del tipo mono-modo y trabaja en la ventana de 1550 nm.
- En el 2003 las subestaciones existentes de acuerdo al número de clientes y necesidades eran: Santo Domingo, Santa Rosa, Vicentina, Pomasqui Sur, Ed. Transelectric Quito.

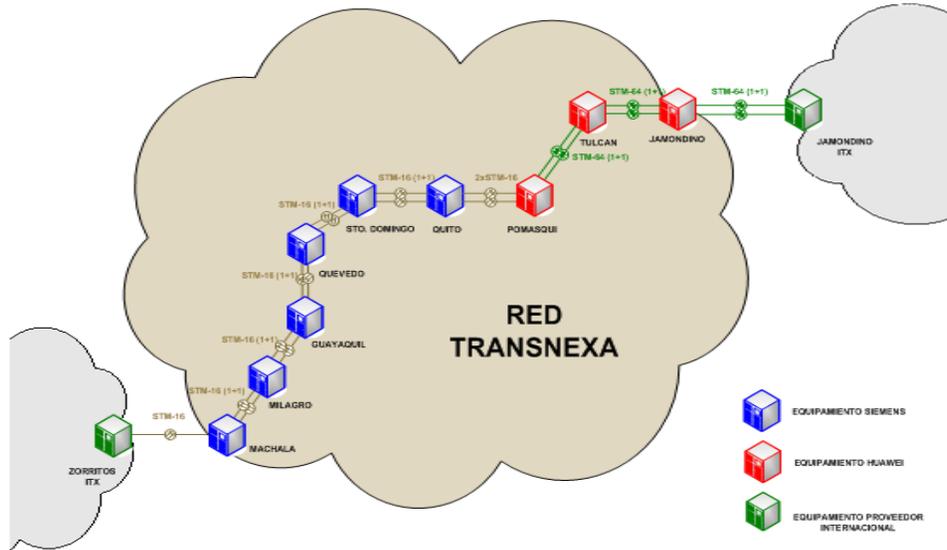


Red de Transporte SDH y DWDM CELEC EP – TRANSELECTRIC 2008

- Para el 2008 es notorio el desarrollo de la red SDH en la empresa, los equipos SIEMENS SMA16 no satisfacen la demanda de capacidad de los clientes por lo cual la empresa se ve obligado adquirir los equipos Siemens Surpass hiT7070 tomando en cuenta sus características principales y beneficios.
- Subestaciones existentes: Jamondina (Equipamiento proveedor internacional), Zorritos Tulcán, Pascuales, Zhoray, Rayoloma, Cuenca, Loja, Machala, Quevedo, Milagro, Policentro, Ed.Transelectric, Santo Domingo, Pomasqui y Guayaquil.



**DIAGRAMA RED SDH TRANSNEXA FRONTERA COLOMBIA
FRONTERA PERU**

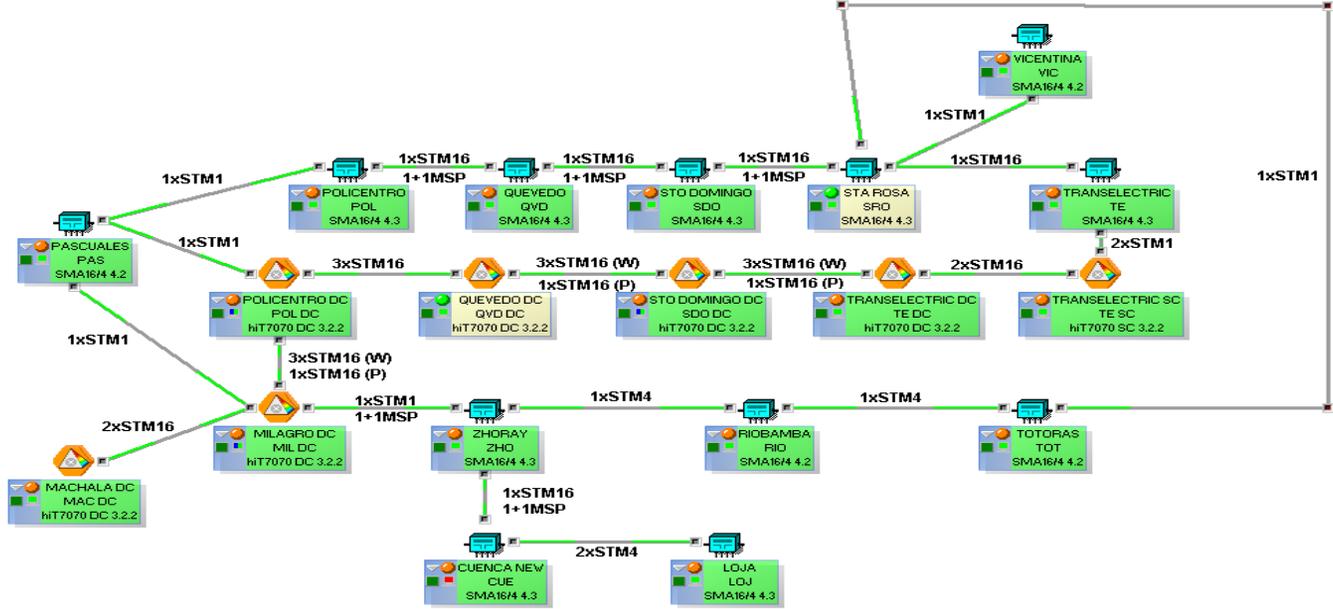


- EQUIPAMIENTO SIEMENS
- EQUIPAMIENTO HUAWEI
- EQUIPAMIENTO PROVEEDOR INTERNACIONAL



Red de Transporte SDH CELEC EP – TRANSELECTRIC 2009

Las Subestaciones existentes en el 2009 son: Jamondina, Zorritos (Equipamiento proveedor internacional) Tulcán, Vicentina, Ed. Transelectric, Santa Rosa, Santo Domingo, Policentro, Pascuales, Quevedo, Machala, Milagro, Zhoray, Riobamba, Totoras, Cuenca, Loja, Manta, Portoviejo, Ambato, Santa Elena, Guayaquil.



Evolución de la Red de transporte DWDM

CELEC EP – TRANSELECTRIC cuenta actualmente con una red de fibra óptica en la cual se conectan equipos multiplexores a nivel SDH con capacidad de hasta STM-64 (10Gbps).

Los requerimientos de incremento de capacidad en la red de fibra óptica han hecho que al momento se decida cambiar la tecnología de backbone actualmente SDH a la tecnología DWDM.



Red de transporte DWDM

Se establece que es útil usar la tecnología DWDM para altas capacidades que estén alrededor de los 40 – 100 Gbps de acceso que serán distribuidas a los clientes que lo requieran en todos los nodos de la red de TRANSELECTRIC. El sistema DWDM utilizará dos fibras ópticas: una para transmisión y otra para recepción de la ruta principal, y dos fibras ópticas para la ruta de protección.

El sistema DWDM utiliza la infraestructura existente en las subestaciones de TRANSELECTRIC y en el Edificio principal ubicado en Quito y el Edificio Administrativo junto a la Subestación Policentro ubicado en Guayaquil.



SITUACIÓN ACTUAL DE LA REDES DE TRANSPORTE

La red de transporte óptico de CELEC EP – TRANSELECTRIC cubre actualmente las provincias de Pichincha, Los Ríos, Guayas, Carchi, Azuay, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, El Oro, Manabí, Sto. Domingo de los Tsachilas, Loja, Santa Elena, Departamento de Nariño (Colombia).

La red de transporte consta con un Centro de Gestión que opera los 365 días del año las 24 horas de forma ininterrumpida para garantizar la disponibilidad de la red. La disponibilidad de la red de TRANSELECTRIC es del 99,8% y la disponibilidad de la red de TRANSNEXA es de 99,6%.



CELEC EP – TRANSELECTRIC ha instalado una red de fibra óptica OPGW (Optical Ground Wire) el mismo que es un cable óptico que se utiliza en líneas de alta tensión, el cual se encuentra en las torres de energía eléctrica.

La utilización del OPGW ha hecho que la red de telecomunicaciones de Transelectric sea muy robusta, por cuanto el cable de fibra óptica está montado sobre las torres de transmisión de energía eléctrica (instalación aérea), lo que reduce los inconvenientes producidos por otro tipo de instalaciones y permite ofrecer una disponibilidad muy alta.



Las subestaciones que CELEC EP – TRANSELECTRIC gestiona y opera son:

- Santo Domingo
- Trinitaria
- Vicentina (Quito)
- Tena
- Babahoyo
- Cuenca
- Esmeraldas
- Loja
- Milagro
- Pascuales
- Pomasqui
- Quevedo
- Salitral (Guayaquil)
- Santa Elena
- Totoras (Ambato)
- Tulcán
- Francisco de Orellana
- Ambato
- Chone
- Dos Cerritos
- Ibarra
- Machala
- Molino (Paute)
- Policentro (Guayaquil)
- Portoviejo
- Riobamba
- San Idelfonso
- Santa Rosa

DISEÑO DE LA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC

El progreso más reciente en el campo de las transmisiones ópticas ha sido la transferencia de información mediante el uso de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM. Por medio de esta red de transporte la información se puede transmitir en múltiples longitudes de onda a la vez, a través de un único filamento de fibra, por otra parte, el uso global del protocolo IP, se ha posicionado como la plataforma más importante para transportar datos sobre la red, sin importar la naturaleza de su fuente.

La calidad de servicio que ofrece la tecnología Ethernet comprobada por varios años, unida a la extraordinaria capacidad soportada por las redes ópticas SDH, se toma como una de las soluciones para enfrentar la demanda de tráfico.

Factores que intervienen en el diseño de la Red Ethernet (IP) sobre las redes DWDM y SDH de la CELEC EP – TRANSELECTRIC.

Ruta	Capacidad	Porcentaje	Capacidad	Capacidad	Porcentaje	Porcentaje
			Ocupada Els	Disponble Els		
Cuenca-Loja	1 STM-4	100%	224	28	89,00%	11%
Quito – Santo Domingo	1 STM-16	100%	954	54	95%	5%
Santo Domingo – Quevedo	1 STM-16	100%	1008	0	100%	0%
Guayaquil a Milagro	1 STM-16	100%	1008	0	100%	0%
Quevedo – Guayaquil	1 STM-16	100%	955	53	95%	5%
Guayaquil - Milagro	1 STM-16	100%	955	53	95%	5%
Milagro - Machala	1 STM-16	100%	960	48	95%	5%
Milagro – Cuenca	1 STM-16	100%	960	48	95%	5%
Machala – Zonito	1 STM-16	100%	567	441	56%	44%
Riobamba – Zhoray	1 STM-4	100%	35	217	14%	86%

NODO	PUERTO	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD		ORIGEN	DESTINO
		OCUPADA	LIBRE	OCUPADA	LIBRE	INSTALADA			
		[E1s]	[E1s]	[%]	[%]	[E1s]	[VC4s]		
CUENCA NEW,CUE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.01 (A: CNT CUE 01)	63	0	100%	0%	63	1	CUENCA	CNT CUENCA
CUENCA NEW,CUE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.02 (A: CNT CUE 02)	63	0	100%	0%	63	1	CUENCA	CNT CUENCA
CUENCA NEW,CUE,SMA16/4 4.3	SPI-OS4-TTP 411 (A: LOJ W1)	224	28	89%	11%	252	4	CUENCA	LOJA
LOJA,LOJ,SMA16/4 4.3	SPI-OS4-TTP 413 (A: CUE W1)	224	28	89%	11%	252	4	LOJA	CUENCA
MACHALA DC,MAC DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-203 (A: MILDC W1)	960	48	95%	5%	1008	16	MACHALA	MILAGRO
MACHALA DC,MAC DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-209 (A: ZOR W1)	994	14	99%	1%	1008	16	MACHALA	ZORRITOS
MILAGRO DC,MIL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-201 (A: MACDC W)	960	48	95%	5%	1008	16	MILAGRO	MACHALA
MILAGRO DC,MIL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.03 (A: POLDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
MILAGRO DC,MIL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.04 (A: POLDC W1)	1008	0	100%	0%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
PASCUALES,PAS,SMA16/4 4.2	SPI-OS1-TTP 413.01 (A: POLDC)	55	8	87%	13%	63	1	PASCUALES	POLICENTRO
PASCUALES,PAS,SMA16/4 4.2	SPI-OS1-TTP 413.02 (A: POLSMA)	63	0	100%	0%	63	1	PASCUALES	POLICENTRO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-203 (A: QVDDC W1)	955	53	95%	5%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-212 (A: QVDDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.03 (A: MILDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.04 (A: MILDC W1)	1008	0	100%	0%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.01 (A: PAS)	55	8	87%	13%	63	1	POLICENTRO	PASCUALES
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.02 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.04 (A: GC POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	GLOBALCROSSING GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.05 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.07 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-209.02 (A: PORTA POL)	189	63	75%	25%	252	4	POLICENTRO	PORTA GYE
POLICENTRO,POL,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 413.01 (A: ALEGRO)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	ALEGRO GYE
POLICENTRO,POL,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 413.02 (A: SMA PAS)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	PASCUALES
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-209 (A: POLDC W1)	955	53	95%	5%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-211 (A: POLDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.01 (A: SDODC W1)	938	70	93%	7%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.02 (A: SDODC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
STA ROSA,SRO,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: TOT)	32	31	51%	49%	63	1	STA ROSA	TOTORAS
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201 (A: TEDC W1)	954	54	95%	5%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.01 (A: QVDDC W1)	938	70	93%	7%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.02 (A: QVDDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-209 (A: TEDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-103.08 (A: CNT SDO)	63	0	100%	0%	63	1	STO DOMINGO	CNT SDO
TOTORAS,TOT,SMA16/4 4.2	SPI-OS1-TTP 415.01 (A: SRO)	32	31	51%	49%	63	1	TOTORAS	STA ROSA
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201 (A: SDODC W1)	954	54	95%	5%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-202 (A: SDODC P1)	570	438	57%	43%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203 (A: SDODC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.03 (A: hiT7020 TE)	54	9	86%	14%	63	1	TRANSELECTRIC	hiT7020 TE
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.04 (A: AT&T)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	AT&T
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.05 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.06 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.07 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-111.03 (A: GC STM4 #2)	210	42	83%	17%	252	4	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-111.04 (A: GC STM4 #1)	241	11	96%	4%	252	4	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hiT7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.01 (A: GC UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hiT7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.03 (A: SPRINT)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	SPRINT UIO
TRANSELECTRIC,TE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 412.04 (A: TESC)	62	1	98%	2%	63	1	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC,TE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: ALEGRO)	61	2	97%	3%	63	1	TRANSELECTRIC	ALEGRO UIO
ZHORAY,ZHO,SMA16/4 4.3	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: MILDC W)	618	390	61%	39%	1008	16	ZHORAY	MILAGRO

Protocolos que intervienen en la transformación **ETHERNET** sobre SDH y DWDM

El término EoS (Ethernet over SDH), se refiere a los protocolos que permiten la adaptación de tramas Ethernet en contenedores virtuales SDH, éstos son: GFP (Procedimiento Genérico de Selección de Tramas), VCAT (Concatenación Virtual) y LCAS (Esquema de Ajuste de Capacidad del Enlace). Además permiten adaptar IP sobre la jerarquía SDH así como también IP sobre DWDM.

GFP (Procedimiento Genérico de selección de tramas)

GFP, es un protocolo que pertenece a la capa 2 (enlace) del modelo OSI, que permite adaptar el tráfico de varias tecnologías (FastEthernet, Escon, MPLS, etc.) sobre la jerarquía SDH.

VCAT (Concatenación Virtual)

En este tipo de agrupamiento se puede transportar contenedores virtuales individualmente, para luego unirlos en el nodo final de la transmisión.



Equipos del Core utilizados para el diseño de la Red Ethernet (IP) sobre SDH y DWDM de CELEC EP - TRANSELECTRIC

Siemens Surpass hiT7070

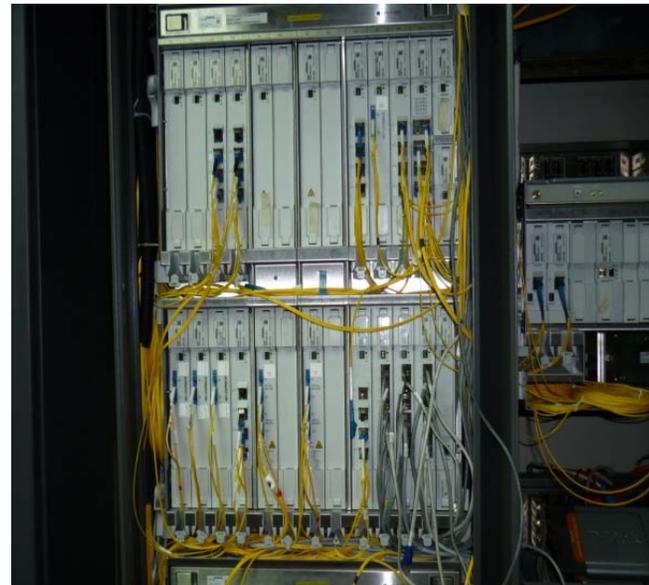
El diseño se realiza con los equipos de Core existentes, sin embargo es necesario establecer si estos equipos poseen los elementos necesarios para formar una red Ethernet(IP) sobre SDH , los elementos que se tomaron en cuenta son:

Aparte de las tradicionales tarjetas PDH y SDH, SURPASS hiT7070 cuenta con interfaces GFP, Generic Framing Procedure, que es un nuevo mecanismo genérico estandarizado para encapsular Datos en redes SDH; GFP soporta protocolos LAN como Ethernet, IP.



Características

- Integrable con el sistema de gestión de altas prestaciones TNMS-Core de Siemens.
- Equipamiento sencillo y modular.
- Variedad de interfaces STM-64 incluyendo DWDM.
- Puede soportar tráfico de baja prioridad sobre líneas de reserva.
- Posee Tarjetas Ethernet
- Flexibilidad y escalabilidad enlaces punto a punto mediante el uso de la GFP y LCAS
- Conexiones punto a multipunto y agregación a través de un sistema integrado de Capa-2 se puede construir VLANs



- Una vez determinado que el multiplexor HIT7070DC tiene tarjetas Ethernet y cuenta con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, podemos decir que es un equipo apto para el diseño de nuestra red, sin embargo en cada uno de los nodos que contengan estos equipos se incrementara un Switch capa 2 de 24 puertos con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.
- El Switch irá conectado a la tarjeta IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small- Electrical, los puertos de la tarjeta trabajan con tecnologías 10BaseT ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC3 ó VC-12, ésta es para nodos en los que tengan capacidades STM-1, en el caso de que tenga capacidades STM-4 y STM-16 se requiere de la tarjeta Ethernet IFQGBEB



Huawei OSN 3500

Características principales del equipo para determinar si es compatible con Ethernet y si se puede utilizar los mismos para el diseño de la red.

- El equipo OptiX OSN 3500 es un equipo de transmisión integrado que permite velocidades de 2.5G (STM-16) y 10G (STM-64). Es una plataforma de transmisión multiservicios. Es compatible con las tradicionales redes SDH e integra además, muchas y variadas tecnologías, tales como PDH, Ethernet.
- Sus aplicaciones más comunes se orientan a los backbones de las redes de transmisión con la ventaja de que provee una completa solución para evolucionar desde las plataformas SDH existentes hacia redes ópticas de conmutación automática.
- Flexible y escalable enlaces punto a punto-a través del uso de la GFP y LCAS, posee tarjetas Fast Ethernet.



SMA 16

El multiplexor síncrono SMA16 es idealmente ajustable para usos de larga distancia, regionales, y para acceso de red directo en ciudades.

- Primer equipo multiplexor que utilizó Transelectric, por lo cual tiene grandes desventajas con los equipos Siemens Surpass hiT7070 y HUAWEI OSN 3500.
- Uno de las mayores desventajas es que no tiene tarjetas Ethernet.

A diferencia de los multiplexores HIT7070DC y HUAWEI OSN 3500 no tiene tarjetas Ethernet y no cuenta con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, por lo cual para el diseño debemos incrementar un equipo que nos permita encapsular el tráfico Ethernet sobre SDH en un contenedor virtual VC4. Es decir nos pueda convertir de un STM-1 a un Fast Ethernet esto se logra a través del equipo RC702-GE o RC702-GESTM4 estos se aplican según las necesidades.



RESULTADOS OBTENIDOS CON EL DISEÑO DE LA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC

Tomando en cuenta que nuestro objetivo es proporcionar beneficios sin cambios significativos, sin mayores inversiones y retardos que puedan impedir cumplir las expectativas de los usuarios, se establece una solución al continuo incremento de usuarios en los diferentes tramos el mismo que se resumen en el siguiente cuadro.



Ruta	Capacidad	Capacidad Ocupada [%]	Implementación para el Incremento de Capacidad	Capacidad obtenida	Distribución para IPDWDM o IPSDH
Cuenca-Loja	1 STM-4	89,00%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUA WEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Quito – Santo Domingo	1 STM-16	95%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUA WEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Santo Domingo – Quevedo	1 STM-16	100%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes hIT7070DC con la interfaz GFP	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a un switch de 24 puertos
Guayaquil a Milagro	1 STM-16	100%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUA WEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Quevedo – Guayaquil	1 STM-16	95%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUA WEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Guayaquil - Milagro	1 STM-16	95%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes hIT7070DC con la interfaz GFP	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a un switch de 24 puertos
Milagro - Machala	1 STM-16	95%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a

ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN, IMPACTO DE FALLOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE UNA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.

Uno de los aspectos claves para lograr el máximo aprovechamiento posible de la funcionalidad ofrecida por las redes de transporte SDH y DWDM es su sistema de gestión, CELEC – EP TRANSELECTRIC que cuenta con el siguiente sistema de monitoreo, el mismo que es administrado y supervisado el Centro de Gestión.

TNMS (Telecommunication Network Management System) Client

El TNMS proporciona una administración integrada para toda la red de transporte, es decir para el 100% de redes SDH, para redes IP y redes ópticas multiservicio con muy alta capacidad.

La administración incluye sistemas DWDM, IP, etc. Además se caracteriza por tener un entorno amigable con el usuario, el mismo que permite saber aspectos tales como: la topología de la red, potencias de transmisión, potencias de recepción, capacidades de los servicios ofrecidos, tipos de tarjetas (SDH, FastEthernet, etc.), alarmas asociadas a la trayectoria (path) de los diferentes multiplexores conectados entre sí en la red SDH.

Sistema de gestión de redes de transmisión de fibra óptica T- 20000 de HUAWEI

T2000 es un Sistema de Gestión de Redes Ópticas SDH y DWDM. Propietario de Huawei en Windows y Solaris, ofrece la gestión de la Red de Transmisión SDH, montada con equipos Huawei.

El T2000 gestiona sistemas de transmisión como SDH, WDM, DWDM, SONET de manera unificada. El iManager T2000 proporciona todas las funcionalidades de la gestión de redes.

PRTG TRAFFIC GRAPHER

Es un programa diseñado para monitorear la velocidad de transmisión de entrada y salida, de uno o varios servicios transportados en el canal de transmisión en tiempo real. El usuario obtiene datos exactos del flujo de datos en la red y sobre las tendencias de su uso, los resultados se presentan en forma individual y gráfica para una fácil comprensión.

CONCLUSIONES

- CELEC EP - TRANSELECTRIC ha incursionado en el mundo de las telecomunicaciones hace siete años, proporcionando una plataforma basada en redes de transporte para modernizar los procesos de transmisión de información utilizando fibra óptica e incursionando de esta manera en el mercado del Servicio Portador Ecuatoriano. Suministrando al usuario la capacidad necesaria para el transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación entre dos o más puntos de una red de telecomunicaciones.
- La evolución de las redes de transporte SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC es notoria desde sus inicios hasta la actualidad, el incremento de los clientes que utilizan servicios portadores Clase IP o Servicios Clear Channel, han requerido ampliar la infraestructura de la red aumentando el número de subestaciones en un 85%, con la finalidad de brindar estos servicios en los diferentes lugares dentro del país.



CONCLUSIONES

- La jerarquía SDH permite, de una forma rápida y factible, cumplir con los requerimientos de las redes que manejan altas capacidades y variados tipos de tráfico, mediante la utilización de fibra óptica monomodo, con capacidades de transmisión de datos de 622 Mbps (STM-4) y 2.5 Gbps (STM-16); sin embargo el progreso más reciente en el campo de las transmisiones ópticas ha sido la transferencia de información mediante el uso de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM. Por medio de esta red de transporte la información se puede transmitir en múltiples longitudes de onda a la vez, a través de un único filamento de fibra, además DWDM es un componente muy importante de las futuras redes ópticas que permitirá ofrecer servicios de voz, audio, video y datos, mejorando la velocidad de transmisión y proporcionando capacidades de hasta 10 Gbps (STM-64).



CONCLUSIONES

- El incrementar tarjetas en el equipamiento existente Siemens Surpass hiT7070, Siemens SMA16, Huawei OSN 3500 no es una solución al problema de demanda de capacidad e incremento de usuarios ya que es muy costoso. Al realizar una investigación significativa de los equipos existentes llegamos a la conclusión de que éstos cuentan con tarjetas Ethernet y con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, pudiendo establecer que es un equipo apto para el diseño de una red Ethernet IP sobre SDH, sin embargo, en cada uno de los nodos que contengan estos equipos se deberá incrementar un Switch capa 2 de 24 puertos para una mejor distribución de la capacidad solicitada por los usuarios y que pueda atender la demanda creciente del número de clientes. El Switch irá conectado a la tarjeta IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small-Electrical, los puertos de la tarjeta trabajan con tecnologías 10BaseT ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC3 ó VC-12, ésta es para nodos en los que tengan capacidades STM-1, en el caso de que tenga capacidades STM-4 y STM-16 se requiere de la tarjeta Ethernet IFQGBEB.

GRACIAS