



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



“DISEÑO DE UNA RED SDH PARA DAR SERVICIO DE 1 STM-1 A UNA COMPAÑÍA CELULAR DEL PAÍS Y ASIGNAR UN E1 EN LA CIUDAD DE MANTA PARA CREAR UN CALL CENTER HACIA EL NAP DE LAS AMERICAS CON TDMoIP”

Walter Parra Astudillo - Gonzalo Ramón Sanmartín - Héctor Fiallos

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

walter.parra.gye@gmail.com

gramon_ec@hotmail.com

hfiallos@telconet.ec

Resumen

El presente estudio consiste en diseñar una red SDH que va permitir la comunicación entre dos ciudades importantes, Manta y Portoviejo en la provincia de Manabí, Ecuador. Se creará en cada uno de ellas un nodo principal y a su vez se implementará a través de topología tipo anillo una red de respaldo, que consistirá en nodos secundarios los cuales van brindar servicios y transporte de datos a otros sectores del país. Así la red se conectará hacia Punta Carnero donde será el sitio de interconexión hacia el NAP de Las Américas a través de la Fibra Submarina. Para demostrar la operación de esta Red se utilizó el Laboratorio de Telecomunicaciones de la FIEC, el cual utiliza equipos SDH de marca Huawei, el mismo que utilizaremos para crear los nodos principales y respaldo.

Palabras Claves: Red SDH, Fibra Óptica, STM-4, STM-1, E-1, TDMoIP.

Abstract

This paper designs a SDH network that it is going to allow the communication between, Manta and Portoviejo in the province of Manabí - Ecuador. We built in each city, a principal node and it was implemented through a network ring topology to support route that consists in a few nodes which provide data transport services and connect to other sectors of the country. Therefore, the new network connect to Punta Carnero site where it interconnect to the NAP of the Americas through Submarine cable The operation of this network will be shown on the Telecommunications Laboratory of the FIEC, that uses Huawei SDH equipment and use primary and backup nodes.

Keywords: SDH Network, Optical Fiber, STM-4, STM-1, E-1, TDMoIP.

1. Introducción

En estos últimos 15 años, con el avance de la tecnología y desarrollo económico de las naciones, el ser humano se ha visto en la necesidad de desarrollar un mejor medio de comunicación, que participe en el desarrollo de su sociedad a todo tipo de nivel y que cuente con una rapidez y una comunicación fluida ideando varias formas de transmisión de la información.

Con la transición de la industria de las Telecomunicaciones en Ecuador, el énfasis de la Compañía de Telecomunicaciones, es cumplir con las necesidades y expectativas del cliente, por lo que se ha

visto inmersa en generar nuevos estudios y proyectos que vayan con el avance tecnológico.

Este proyecto, hace el estudio y diseño de la red SDH, que permita proveer la demanda creciente de ancho de banda por parte de los clientes, así como la prestación de nuevos servicios entre las ciudades de Manta y Portoviejo. Por tales motivos es necesario hacer el estudio del tipo de equipos, que se adapten a las diferentes características y necesidades que requiera la red, así como el costo que involucran los mismos.

Esta implementación se basará en NG SDH (Next Generation SDH) la cual maneja conmutación de paquetes como las redes de transmisión de datos más

comunes en la actualidad, a diferencia de las redes de conmutación de circuitos, que han sido las utilizadas tradicionalmente en las redes de telefonía. Las redes NG SDH tienen la ventaja de una utilización más flexible y eficiente de los recursos disponibles pero está frente el problema de una mayor complejidad en su gestión.

En estos momentos las redes troncales de empresas tales como Claro, Telefónica, Telconet, las utilizan para su gestión y prestación de servicios.

2. Métodos e Implementación

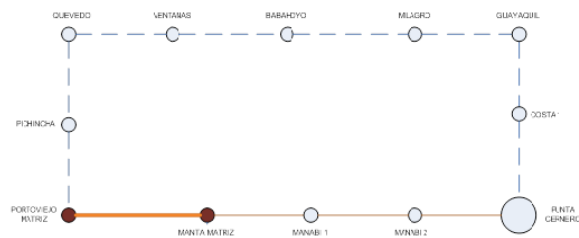


Figura 1. Topología de red SDH

Para la implementación de nuestra red se la realizada mediante una topología tipo anillo con protección, para la cual la hemos dividido en dos rutas que se las conocerá como ruta principal y ruta secundaria o ruta de back up, dicha ruta nos servirá para conmutar el tráfico en caso de fallas en la ruta principal, el punto de salida hacia el NAP de las américas se lo realizara a través de Punta Carnero, la tabla 1 muestra las rutas y las distancias entre los diferentes puntos de la red.

Tabla 1. Distancia de las rutas

Puntos de la Ruta	L (Km)
Ruta Principal	
Manta - Portoviejo	30
Manta - Manabí 1	78
Manabí 1 - Manabí 2	78
Manabí 2 - Punta Carnero	78
Subtotal	264
Ruta Secundaria	
Portoviejo - Pichincha	72
Pichincha - Quevedo	72
Quevedo - Ventanas	51
Ventanas - Babahoyo	51
Babahoyo - Milagro	37
Milagro - Guayaquil	37

Guayaquil - Costa 1	63
Costa 1 - Punta Carnero	60
Subtotal	443
Total	707

El total del recorrido de la F.O será de 707 Km, cuyo despliegue será aéreo haciendo uso en mayor porcentaje de postere que serán instalados por nuestra compañía ya que el objetivo es tener una infraestructura propia con fines de seguir creciendo a medida que transcurre el tiempo, el tipo de cable que se utilizada para el despliegue será cable ADSS, que se caracteriza por ser adecuado para despliegues aéreos y por cumplir los requisitos que se estandarizan en la norma UIT-T G.655.

La ventaja de tener el despliegue de F.O hacia diferentes puntos como lo hemos realizado, es que se puede en un futuro brindar servicios de conectividad hacia esas zonas, además de ser una ruta secundaria en caso de falla de la ruta principal.

3. Parámetros y cálculos a considerar en diseño red SDH.

Para poder realizar la implementación de diseño red SDH se deberá considerar varios parámetros que pueden afectar la transmisión de la señal hacia cada uno de los nodos. Primero se debe averiguar cuál es la atenuación que va a sufrir la señal durante un enlace óptico, dependiendo de la distancia que están ubicados.

Para calcular la atenuación se utiliza la fórmula:

$$(2.1) \text{ Aenlace (db)} = L*a + Ne*ae + Nc*ac$$

$$(2.2) NE = (L/lbobina) + 1$$

Dónde:

Aenlace	Atenuación del enlace db
L	Longitud entre Nodo
A	Atenuación en db/Km
N	Números de Empalmes
ae	Atenuación por empalme
N _c	Número de Conectores
Ac	Atenuación por Conector

Los valores estándar que se deben de considerar para aplicar a los cálculos de atenuación por cada enlace óptico, son recomendados como referencia por la ITU-T G.655, donde determina que los valores correspondientes de atenuación son los siguientes:

Atenuación del cable: 0.22 db/Km
Atenuación por empalme: 0.1 dB
Atenuación por conector: 0.5 dB

El número de conectores que se instalan durante un enlace óptico es de dos unidades. Según investigaciones realizadas a proveedores de cable de Fibra Óptica, las bobinas por lo general tienen una distancia de 4 km a 8 km.

Se va a calcular los valores de atenuación de cada uno de los enlaces ópticos para poder determinar la cantidad de materiales y equipos que se van a instalar en los nodos.

En la tabla 2 se detalla como quedarían los valores de atenuación de la red SDH a implementar considerando bobinas de 8km.

Tabla 2. Valores de atenuación por tramos

Enlaces	L (Km)	Nc	Ne	A enlace (dB/Km)
Manta - Portoviejo	30	2	5	8,1
Manta - Manabí 1	78	2	11	19,26
Manabí 1 - Manabí 2	78	2	11	19,26
Manabí 2 - Pta. Carnero	78	2	11	19,26
Portoviejo - Pichincha	72	2	10	17,84
Pichincha - Quevedo	72	2	10	17,84
Quevedo - Ventanas	51	2	7	12,92
Ventanas - Babahoyo	51	2	7	12,92
Babahoyo - Milagro	37	2	6	9,74
Milagro - Guayaquil	37	2	6	9,74
Guayaquil - Costa 1	63	2	9	15,76
Costa 1 - Pta. Carnero	60	2	9	15,1

Luego de haber obtenido los valores de atenuación en la tabla 2 utilizando la bobina de 8Km, se deberá validar que tipo de tarjetas y equipos se deberán implementar para la transmisión de los datos.

Para este caso se está utilizando equipos marca Huawei modelo OSN 1500, el cual se deberá utilizar tarjeta SL4 que tendrá las siguientes características que están detalladas en la figura 2 correspondiente a las tarjetas que soportan tráfico de un STM-4:

Transmission rate	Corresponding level	Wavelength (nm)	Transmission distance (km)	Launched optical power (dBm)	Receiver sensitivity (dBm)
STM-4	I-4	1310	0-2	-15 to -8	-31
	S-4.1	1310	2-15	-15 to -8	-31
	L-4.1	1310	15-40	-3 to 2	-30
	L-4.2	1550	40-80	-3 to 2	-30
	Ve-4.2	1550	80-100	-3 to 2	-33

Figura 2. Características de la tarjeta SL4

El enlace será proyectado para un margen de potencia igual a la máxima atenuación antes de ser necesario un repetidor.

$$(2.3) \quad PM = Pt - Pu$$

Dónde:

PM = Margen de potencia en dBm (máxima atenuación permisible)

Pt = Potencia del transmisor en dBm

Pu = Potencia de umbral en dBm (dependiente de la sensibilidad del receptor)

También se va a realizar el cálculo del margen de error permisible de enlace, siguiendo los valores de la atenuación total en dB analizados anteriormente en las formulas 2.1, 2.2:

$$(2.1) \quad A_{\text{enlace}} (\text{db}) = L * a + N_c * a_e + N_e * a_c$$

Siendo

$$(2.3) \quad PM = Pt - Pu$$

El margen de enlace Me en dBm será:

$$(2.4) \quad Me = P_m - a_t$$

Utilizando los cálculos anteriores de atenuación de la tabla 2 y los valores de la distancia que existe en cada enlace de nodo óptico descrito en la tabla 1, tenemos los valores de potencia máxima de recepción (2.3) que tendrá cada equipo y su margen de variación de potencia permitida ME (2.4).

Así también se escogerá que tipo de tarjeta STM-4 descrito en la figura 2, se utilizara para la instalación de cada nodo que se va implementar en la ruta a implementar descrito en la Fig. 1

En la tabla 3 se describe el tipo de tarjeta a utilizar para servicio de STM-4 tomando como referencia la bobina de 8 Km.

Tabla 2. Tipo de tarjeta SLA a utilizar

Enlaces	Pt (dBm) -3 a 2	Pm (dBm)	Me (dBm)	Tarjeta
Manta - Portoviejo	1	-7,1	22.55	L-4.1
Manta - Manabí 1	1	-18,26	10.79	L-4.2
Manabí 1 - Manabí 2	1	-18,26	10.79	L-4.2
Manabí 2 - Pta. Carnero	1	-18,26	10.79	L-4.2
Portoviejo - Pichicha	1	-16,84	12.26	L-4.2
Pichincha - Quevedo	1	-16,84	12.26	L-4.2
Quevedo - Ventanas	1	-11,92	17.40	L-4.2
Ventanas - Babahoyo	1	-11,92	17.40	L-4.2
Babahoyo - Milagro	1	-8,74	20.83	L-4.1
Milagro - Guayaquil	1	-8,74	20.83	L-4.1
Guayaquil - Costa 1	1	-14,76	14.46	L-4.2
Costa 1 - Pta. Carnero	1	-14,1	15.20	L-4.2

4. Conclusiones

Las especificaciones técnicas propuestas, van a garantizar que los equipos que se deba utilizar sean de última generación y garanticen total confiabilidad de toda la red, a la vez que permitan actualizaciones en caso de requerir ampliaciones en nuevos servicios.

El diseño de la red comprende un estudio completo de lo que se refiere a atenuaciones de la fibra en todo el trayecto de Manta a Portoviejo, y del tramo de respaldo, los valores de atenuaciones detallados en este trabajo son teóricos, para la comprobación de dichos valores de atenuaciones podrán ser verificados a través de OTDRs una vez implantada la red.

El sistema de gestión propuesto administrar toda red, independiente a los equipos que se utilice, y cada uno podrá ser gestionado de forma remota.

Las recomendaciones de la ITU-T, mencionadas a lo largo de este trabajo nos permiten tener un adecuado criterio en lo que se refiere a los diferentes,

parámetros de diseño (sincronismo, gestión, equipos, entre otros), por lo que es muy importante saber interpretarlos.

Hay que tener en cuenta que los equipos analizados, en el diseño, permitirán por medio de la inserción de tarjetas, ampliar su capacidad hasta llegar a un STM-64, Como la red consta de ADMs, que tienen la capacidad de ser configurados como equipos multiplexores terminales o multiplexores add / drop.

El costo total del proyecto es de \$ 3.737.846,00, lo que a simple vista es muy alto, por lo que se estima un periodo de recuperación de la inversión de 2 años, con todas las etapas implementadas del plan de cobertura servicios a nivel local y con proyección nacional.

Como experiencia de nuestro trabajo de laboratorio durante la simulación podemos decir, para tener un buen sistema de protección en el direccionamiento del tráfico de la información en una red en producción, lo adecuado es que los equipos ADM tengan una tarjeta independiente por cada puerto agregado ya que de esta manera no se verá afectado el enlace en caso que falle una tarjeta.

El máximo número de nodos en una red con tecnología SDH con topología anillo óptico es de 16, ya que un número mayor a este de nodos es posible que la sincronización se vea afectada en decir se distorsione.

Los equipos a utilizarse tengan una alimentación de - 48 V DC, para que puedan ser respaldados por bancos de baterías, ya que si fueran alimentados con una fuente AC se podría tener muchos problemas a causa de los armónicos presentes en la señal AC.

El tipo de protección que configuramos en los ADMs para nuestra simulación fue la PSP ya que estos equipos no soportan MSP.

Para nuestra simulación en laboratorio con los equipos SDH, la sincronización fue tomada del reloj interno del Gateway, ya que no existía una fuente externa generadora del reloj, en una red SDH en producción el sincronismo es un factor muy importante ya que una mala sincronización afectaría al flujo de datos que estarían transmitiéndose, lo ideal sería tener una fuente externa generadora del reloj de la red.



5. Referencias

- [1] Colaboradores de Wikipedia, Jerarquía Digital Síncrona, http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Jerarqu%C3%ADa_digital_s%C3%ADncrona&oldid=47929866, 21 de agosto de 2011.
- [2] Pineda, Gabriel, Estructura de Trama STM-1, <http://www.monografias.com/trabajos908/sdh-digital/sdh-digital2.shtml#estruc>, 4 de julio de 2001.
- [3] Domínguez Picasso, José, Características de la Tecnología SDH, <http://www.mailxmail.com/curso-jerarquia-digital-sincrona-sdh/introduccion-sdh>, 07 de mayo de 2004.
- [4] Michael, Tecnología Metro Ethernet, <http://metroethernet1.blogspot.com/2010/04/la-red-metro-ethernet.html>, 22 de abril de 2010.
- [5] Colaboradores de Wikipedia, Funcionalidades de la conexión virtual Ethernet (EVC), http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_Ethernet, 1 de mayo de 2011.
- [6] Hoekman, Rod, Gráfico Red Metro Ethernet, <http://www.convergedigest.com/bp-me/bp1.asp?ID=168&ctgy=>, 25 de octubre de 2004.
- [7] Vilco Ltda, Tecnología TDMoIP, [http://www.vilco.cl/?page_id=Vilco_Limitada_-_Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_del_tiempo_sobre_Protocolo_Internet_\(TDMoIP\).mht](http://www.vilco.cl/?page_id=Vilco_Limitada_-_Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_del_tiempo_sobre_Protocolo_Internet_(TDMoIP).mht), 22 de junio de 2011.
- [8] Sergio, Shnitzler, Fibra Óptica, <http://www.yio.com.ar/fo/index.html>, 14 de enero de 2002.
- [9] Herrero, Javier, Tamaño de Trama en TDMoIP, http://www.aslan.esn04foros04solucionesippresentacionesreprese.ppt_1 de junio de 2010.
- [10] Huawei Technologies, Intelligent Optical Transmission System Technical Manual, <http://www.huawei.com>, 5 de febrero de 2007.
- [11] Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación G.703 del CCITT (1991), Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas, <http://iie.fing.edu.uy/~javierp/SDH/NORMAS-ITU-T/T-REC-G%5B1%5D.811-199709-I!!PDF-S.pdf>, 19 de septiembre de 1997.