

“Diseño e Implementación de una red para el transporte de datos, voz e internet para conexión de nodos de Fibra Óptica de Telconet Galápagos entre las Islas Santa Cruz y San Cristóbal”

Cristóbal Omar Tapia Quintana¹, Ing. César Yépez Flores²
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
ctapia@fiec.espol.edu.ec¹, cyepez@espol.edu.ec²

Resumen

El presente proyecto profesional, estudia alternativas del uso de redes de comunicaciones de datos, incluyendo sus sistemas de seguridad y protecciones (pararrayos, puesta a tierra, etc.), su capacidad para transmisión de datos, la legalización de enlaces, etc. para diversos sectores de las telecomunicaciones como militar, civil y comercial. El proyecto consta de un estudio de Factibilidad, Análisis de Interferencia y Pérdidas, Infraestructura, Configuración e Implementación de equipos, siguiendo el estándar de seguridad informática ISO27001, para que los usuarios ubicados en las Islas Galápagos puedan hacer uso de esta infraestructura de red para transportar información entre ellas, videoconferencias, Internet, voz sobre IP, etc.

La implementación del proyecto, además, requirió los siguientes procesos: Contratos de arrendamientos de terrenos (cerro El Niño y Camote) para instalación de infraestructura, traslado de personal técnico a las radio bases en Galápagos, instalación de la red (switch cisco Catalys 3650) y su cableado, instalación de sistemas de energía eléctrica, instalación de radio bases, legalización de frecuencias ante el organismo regulador SNT, y la elección e instalación de equipos de radiofrecuencias marca Motorola PTP600 para integración de los nodos a un concentrador ubicado en el Telepuerto de Telconet San Cristóbal. Los resultados finales se prepararon y enviaron al departamento técnico de Telconet S.A. La capacidad de transmisión entre Islas puede llegar a 42Mbps.

Palabras Claves: Backbone, fibra óptica, diseño de red, pérdidas, ancho de banda.

Abstract

This professional project studies alternatives for establishing communication networks, including security systems and protection (lightning, grounding, etc.) data capacity transmission, licenses, etc. for various sectors of telecommunications among them military, civil and commercial sectors. The project has different stages which consist of a feasibility study, Interference and Loss Analysis, Infrastructure, Configuration and Implementation of equipment following the ISO 27001, information security standard for users located in the Galapagos Islands to make use of this infrastructure network to transport information including video, internet, voice over IP, etc.

The implementation of the project was conducted following additional processes: land leases (hill Niño and Camote) for installation of infrastructure, transfer of technical staff to base stations in the Galapagos, network and cabling installation (3650 Cisco Catalys switch), Installation of electrical energy systems, installation of base stations, Legalization of frequencies to the regulator SNT, selection and installation of Motorola brand radio PTP600 for integration of the nodes to a hub located in San Cristobal Telconet Telepor. Final results were compiled and shipped to Telconet technical department. Transmission capacity between islands can reach 42Mbps.

Keywords: Backbone, fiber optic, network design, loss, bandwidth.

1. Introducción

En el año 1992 se inicia la reestructuración del sector de telecomunicaciones en el Ecuador con la aprobación de la Ley Especial de Telecomunicaciones, en la que inicialmente mantuvieron los servicios básicos de telecomunicaciones como un monopolio exclusivo del Estado. Posteriormente los ISP concentraban la mayor proporción de suscriptores en servicios dial-up o conmutados.

El constante crecimiento de usuarios finales conectados a los servicios de voz o internet, han motivado que existan cada vez más redes empresariales dispuestas a proveer servicios de telecomunicación, y más variedad de medios de transmisión y de protocolos de red.

Actualmente la ley General de Telecomunicaciones contiene regulaciones previstas que ayudan a la consecución del proceso de consolidación de la competencia en el sector de las telecomunicaciones y las redes inalámbricas tienen gran aceptación en la prestación de servicios, porque ofrecen beneficios de conectividad, movilidad, rendimiento, instalación rápida y económica permitiendo la integración de servicios como datos, voz e internet.

La propuesta considerada en el presente proyecto, es el diseño de una red usando equipos de radiofrecuencia para interconectar los nodos que se encuentran entre las islas San Cristóbal y Santa Cruz, parte del Archipiélago de Galápagos. Para la realización del presente diseño de la red, hemos considerado un conjunto de etapas, que van desde la generación de un conjunto de criterios para diseñar la red en base a las necesidades de la organización hasta su implementación, que nos permite constatar que se cumple con las Especificaciones de establecidas en los Requerimientos.

2. Identificación y Descripción del problema que origina la investigación

A inicios del año 2008, la tecnología y diseño topológico empleado por la compañía Telconet S.A. para conexión entre las Islas Galápagos se basaba en enlaces satelitales. La conexión a los servicios de voz, datos y videos sobre IP, entre las Islas San Cristóbal y Santa Cruz presentaba las siguientes características:

- La comunicación de datos entre las islas tenían latencias de aproximadamente 500mseg.
- El crecimiento de la red limitó a un consumo máximo de 3Mbps.
- Los costos de mantenimiento para prestación de servicios satelitales eran altos en comparación a enlaces de radiofrecuencia usando microonda.

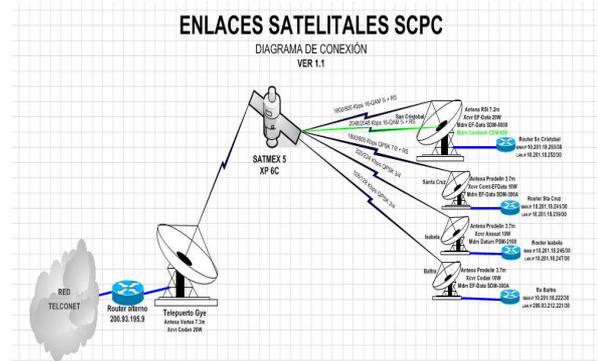


Figura 1.- Antigua red de Telconet S.A. entre las islas San Cristóbal y Santa Cruz

3. Diseño de la Red usando equipos de radiofrecuencia

La propuesta considerada en el presente proyecto para la solución del problema, es el diseño de una red usando equipos de radiofrecuencia para interconectar los nodos que se encuentran entre las islas San Cristóbal e Islas Santa Cruz. Para la realización del presente diseño de la red, hemos considerado un conjunto de etapas, que van desde la generación de un conjunto de criterios para diseñar la red en base a las necesidades de la organización hasta constatar que se cumple con las Especificaciones establecidas.

3.1 Criterios de diseño de la Red

Con la finalidad de mejorar la calidad del servicio de los usuarios finales de la compañía Telconet S.A en Galápagos se realizó un estudio de factibilidad que permitiera la implementación de una red jerárquica con beneficios de escalabilidad, rendimiento, seguridad, facilidad de administración, facilidad de mantenimiento, convergente y que se integrara a un concentrador de servicios en el Telepuerto de Telconet San Cristóbal.

3.2 Selección de la Tecnología Inalámbrica

La característica principal de las tecnologías inalámbricas es el uso del espectro radioeléctrico. A continuación podemos citar las más importantes:

- Bluetooth.- permite establecer transmisiones de voz y datos a través de un radioenlace de corta distancia. Debido a su corto alcance y al bajo consumo de energía se le usa para conectar toda clase de dispositivos a la computadora, teléfonos celulares y palmtops. La cobertura máxima que alcanza es de 20 metros.
- WIFI (Wireless Fidelity).- para conexión de internet de banda ancha. La transmisión de los datos la realiza diez veces más rápido que

Bluetooth y tiene un alcance de 100 metros en espacios cerrados. Un ejemplo son los hotspot de acceso público.

- WIMAX.- está diseñado para cubrir una ciudad entera a través de estaciones base dispersas alrededor del área metropolitana.
- GPRS.- También conocido como servicio general de paquetes vía radio para la transmisión de datos no conmutada o por paquetes. Permite velocidades de transferencia de 56 a 144 kbps.
- Satélite.- realiza funciones de un repetidor radioeléctrico localizados en órbita alrededor de la tierra, recibe señales generadas en la tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la tierra, localizado en el mismo punto donde se origina la señal u otro punto distinto. Las velocidades de transmisión de datos de subida y bajada para la banda ancha por satélite son relativamente bajas, los costos de operación son elevados y la calidad que presta esta tecnología dependerá de condiciones climáticas presentes en el medio.

El área técnica de Telconet S.A. después de analizar: tipos de tecnologías que existen en el Ecuador, factibilidad de enlaces, costos de equipamiento, políticas de calidad de servicio que permitan seguir el objetivo principal del diseño de red de Telconet S.A. Galápagos de integrar y mantener una red de banda ancha convergente y escalable tomo la decisión como la mejor opción usar el Modelo conectorizado de 5.4Ghz de la serie PTP 600 porque cumple con las necesidades técnicas, de garantías, costos, seguridad, confiabilidad y por demás beneficios que ofrece innovadora tecnología de Motorola para redes de banda ancha.

3.3 Trayectoria del enlace de radio entre islas

Los datos de las coordenadas de los puntos geográficos el cálculo de la trayectoria, altura de las antenas y capacidad de enlaces se introdujeron en el software Link Estimator propietario de los equipos Motorola PTP600, el cual nos generó resultados teóricos.

Las coordenadas de los puntos instalados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.- Coordenadas de radio bases de Telconet Galápagos.

CORDENADAS	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Telepuerto San Cristóbal	0°54'26.40"S	89°36'23.12"W	42.97m
Cerro el niño	00°54'11.1"S	89°31'16.0"W	580.8m
Cerro el Camote	0°40'03.7"S	90°17'55.8"W	392.2m
Estación Santa Cruz	0°44'40.10"S	90°18'55.94"W	13.10m

La línea de vista de los enlaces de radiofrecuencia se puede verificar de la siguiente manera:

- Observando físicamente la ruta del enlace, se lo realiza manejando o volando sobre la ruta en línea recta.
- Determinando las obstrucciones mediante inspecciones visuales.
- Utilizando el software topográfico de enlaces Link Estimator de Motorola o mapas que incluyen bases de datos de terreno.
- Cartas Aeronáuticas.
- Estroboscopios Electrónicos, espejos o artículos reflejantes (CDs)
- Video cámara sobre soporte o mástil
- Globos meteorológicos (de colores) cohetes luminosos
- Prueba de Radio

3.4 Topología a utilizar

Para inicio del diseño y posterior implementación de nuestra red partimos de la determinación del tipo de topología que satisfaga las siguientes consideraciones:

- Capacidad de soportar la demanda del servicio del futuro crecimiento la red
- Mantenerse como un sistema geográficamente escalable.
- Garantizar la disponibilidad de la red.

De acuerdo a estas consideraciones la topología tipo árbol es la más óptima para la conexión de los enlaces entre los puntos de repetición y se consideró la topología tipo estrella para la última milla, para conexión de los servicios voz, datos e internet contratados por cada cliente.

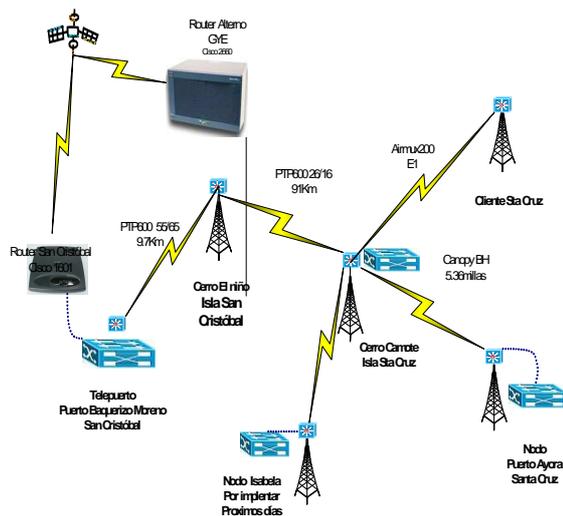


Figura 2.- Topología física de la red de Telconet Galápagos

3.5 Equipos de radiofrecuencia a utilizar

Los equipos inalámbricos de la serie PTP 600 fueron seleccionados por que combinan beneficios de velocidad y confiabilidad de las soluciones inalámbricas, con la flexibilidad de un espacio no licenciado, esto nos ahorra tiempo y dinero relacionados con la obtención de una licencia para configurar redes inalámbricas de circuito conmutado o IP, gestión avanzada del espectro mediante i-DFS, modulación adaptiva y diversidad espacial.

Mediante equipos de radiofrecuencia Motorola PTP600 se complementa la red entre islas, con la red de nodos enlazados con fibra óptica unificando el diseño topológico de la red para Galápagos con lo cual se produce la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una red basada en el protocolo IP.

El presente proyecto ofrece, además, a los técnicos de redes de comunicación las explicaciones comprensibles acerca de por qué deben tomarse ciertas decisiones en la implementación y soporte de un sistema eléctrico y de red con el objetivo de mitigar los riesgos que puedan afectar el rendimiento, confiabilidad y disponibilidad de la red.

4.1 Diseño de la puesta Tierra

En el funcionamiento de los equipos electrónicos es importante contar con un sistema de puesta a tierra que nos ayude a minimizar los daños eléctricos que afecten la disponibilidad del servicio a los usuarios.

Para la construcción de un sistema a tierra se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Dimensiones de la infraestructura que se desea proteger ejemplo edificio, cuarto de comunicación, altura de la torre.
- Puntos más vulnerables de los puntos a proteger.
- Forma e inclinación del techo.
- Altura de las antenas.
- Elementos metálicos existentes a nivel de techo: ductos de aire acondicionado, escaleras de cables, etc.
- Disposición de cañerías de agua, eléctricas, etc.
- Ubicación de las salas de equipos o sistema sensible a falla.

El sistema de puesta a tierra provee un camino de baja impedancia para derivar a tierra corrientes de fuga y disturbios presentes en las redes de energía, a través de los dispositivos de protecciones específicos.

Las jabalinas a utilizar serán del tipo Copperweld de 5/8 de pulgadas y un largo mínimo de 3 metros, recomendándose según la resistividad del suelo:

- Humus pampeano: Jabalina de 5/8 " x 3 metros
- Arenas varias: Jabalina de 5/8 " x 6 metros

En los sistemas de puesta a tierra se presentan las siguientes características:

- La cantidad de electrodos en paralelo proporcionan una resistencia menor al suelo que un sistemas que use un sólo electrodo.
- De acuerdo a cálculos de resistividad existen métodos que permiten un mejor rendimiento de nuestro sistema de red eléctrico.
- Incrementando el diámetro de la barra de tierra o jabalina no reduce la resistencia del sistema.
- Cuando una barra de toma a tierra es enterrada profundamente su resistencia es reducida sustancialmente. Los diámetros prácticos mínimos por limitaciones de enterrado para barras de 10ft o 3mt son a) 1.27mt en tierra promedio. b) 1.59cm en tierra húmeda. c) 1.91cm en tierra dura o para profundidades de enterrado de más de 3 mt.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 tiene como norma que la distancia entre varillas o de cualquier electrodo, no debe ser menos de 1,8 m, aunque se recomienda que estén separadas más del largo de cualquiera de ellas.

4.2 Diseño del Pararrayos

El objetivo de este diseño es garantizar la protección eléctrica de torres de vientos, equipos y principalmente de la infraestructura del telepuerto de la isla San Cristóbal, contra descargas atmosféricas directas y que nuestro sistema este en capacidad de canalizar las corrientes eléctricas hacia la tierra y mitigar fenómenos como inducción eléctrica, diferenciales de potencial sobre los cables de conexión a tierra.

Una instalación de un pararrayos está dividida en tres partes:

- Estructura de recolección.
- Estructura de descenso.
- Estructura de flujo (tomas de tierras propias).

En los sistemas de puesta a tierra para una correcta protección del pararrayo todo tipo de antena a instalar en una torre deberá estar necesariamente debajo del "cono de protección" del pararrayos y deben ajustarse a la norma IRAM 2184 . Se define así al cono de 30° con vértice en el extremo superior del pararrayos, tal como se muestra en la figura 3 y la figura 4 muestra las conexiones de los anclajes a la torre.

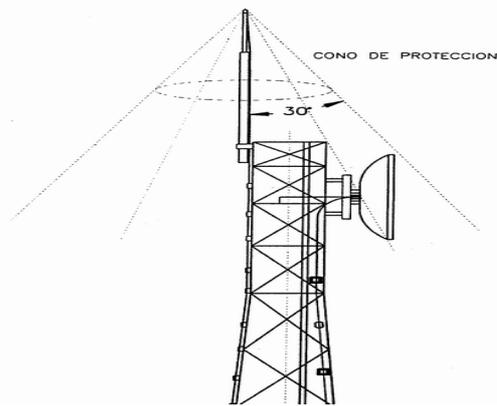


Figura 3.- Instalación de Pararrayos.

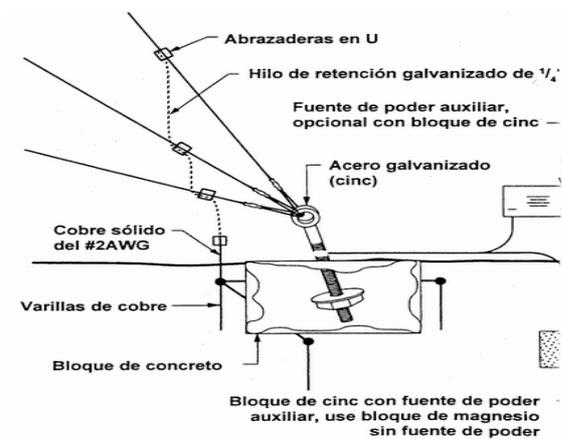


Figura 4.- Conexión a tierra en los puntos de anclaje a la torre.

4.3 Corriente de Cortocircuito

Uno de los fenómenos que regularmente afectan un sistema de red eléctrica es el cortocircuito. Un cortocircuito se manifiesta por la disminución repentina de la impedancia de un circuito determinado, lo que produce un aumento de la corriente.

La duración del cortocircuito es el tiempo en segundos o ciclos durante el cual, la corriente de cortocircuito circula por el sistema. El fuerte incremento de calor generado por tal magnitud de corriente, puede destruir o envejecer los aislantes del sistema eléctrico, por lo tanto, es de vital importancia reducir este tiempo al mínimo mediante el uso de las protecciones adecuadas.

La planificación, el diseño y la operación de los sistemas eléctricos contienen estudios para evaluar su comportamiento, confiabilidad y seguridad.

Los estudios de operación de un sistema eléctrico se complementan con flujos de potencia, estabilidad, coordinación de protecciones, cálculo de cortocircuito, etc. Además la elección del dispositivo de protección debe tener en cuenta tanto la corriente máxima como la mínima de cortocircuito.

Para calcular la Corriente máxima de cortocircuito usamos la siguiente fórmula:

$$S \geq \frac{I_{cc} \sqrt{T}}{C}$$

La sección (S) elegida para el conductor es suficiente para soportar la máxima corriente de cortocircuito (I_{cc}) donde:

T = duración del cortocircuito (sec.)

S = sección del conductor (mm²)

I_{cc} = corriente de cortocircuito (A)

C = 115 para cables en cobre aislados en PVC (160°C)

C = 74 para cables en aluminio aislados en PVC (160°C)

C = 143 para cables en cobre aislados en XLPE (250°C)

C = 92 para cables en aluminio aislados en XLPE (250°C)

5. Conclusiones y Recomendaciones

Siguiendo los estándares de seguridad ISO27001 se concluye que la seguridad de la red en el entorno de empresarial para prestación de servicios a los usuarios, depende de las políticas de seguridad que se planteen.

Los beneficios de equipos Motorola modelo PTP 600 como la mitigación de la interferencia y el rendimiento varían de acuerdo a la modulación adaptable y administración avanzada del espectro mediante i-DFS o selección dinámica de frecuencia inteligente.

Las características de equipos instalados se puede obtener una capacidad de transmisión de datos de 42Mbps.

Se comprueba la vialidad de los enlaces entre Islas, cumple con todas las especificaciones necesarios de funcionamiento, además, se calcula una recepción teórica de -55.9 dB, mientras que la recepción del enlace una vez funcionando con la potencia máxima permitida fue de -60.6 dB.

Se recomienda que existan diferentes niveles de seguridad desde básico hasta muy complejo. Una desventaja de la implementación de normas de seguridad podría reducir el rendimiento de la red.

Se recomienda seguir de muy cerca el régimen regulatorio del Ecuador y tomando en cuenta la importancia de homologar el enlace de radiofrecuencia.

Se debe complementar la información técnica con un análisis de costos beneficios que permita tener una idea de los gastos que incurren en la implementación y beneficios que obtendrán de la inversión económica realizada.

Se recomienda realizar un cronograma de mantenimiento periódico de equipos, cableado, torres de transmisión, mínimo 6 meses o 1 año.

6. Referencias

- [1] GARCÍA DOMÍNGUEZ ARMANDO, Cálculo de Antenas, 3ª Edición, Editorial: MARCOMBO, S.A., Barcelona, España 1994.
- [2] GARCÍA DOMÍNGUEZ ARMANDO, Cálculo de Antenas, 3ª Edición, Editorial: MARCOMBO, S.A., Barcelona, España 1994.
- [3] FERNANDO ANDREU, IZASKUN PELLEJERO, AMAIA LESTA Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN 1ª Edición, Editorial: MARCOMBO, S.A. España, 2006.
- [4] PLANET3 WIRELESS, CWNA Certified Wireless Network Administrator Exam PW0-100 Second edition USA 2003.
- [5] MOTOROLA, CPT Curso Técnico Canopy & OFDM, USA 2002.
- [6] MOTOROLA, OFDM_Backhaul_training_Materials (5[1].4 GHz, 5.7 GHz), USA 2002.

Guayaquil, 5 de noviembre del 2010

Ing. César Yépez Flores
Profesor del Informe de Trabajo Profesional

