

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE TELECOMUNICACIONES PARA EL PROYECTO DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA SAN FRANCISCO

Samaniego Armijos Hernán Adolfo
hernan_sam007@hotmail.com

Ing. Antonio Calderón E.
a_calderon_e@hotmail.com

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

RESUMEN

En este trabajo se especifican los requerimientos, diseño, dimensionamiento, equipos recomendados y el costo de inversión en equipamiento para cada uno de los subsistemas que permitirán la implementación de un Sistema Integral de Telecomunicaciones para la ejecución del Proyecto de Generación Hidroeléctrica "San Francisco" que se realizará en el cantón Baños perteneciente a la provincia de Tungurahua.

El sistema integral se encuentra conformado por los siguientes subsistemas:

Televisión por Cable (SMATV)

Muestra el diseño de un sistema de recepción y distribución que permite proveer tanto canales de teledifusión como satelitales.

Radiocomunicaciones Móviles Privadas (PMR)

Muestra el diseño de un sistema de radiocomunicaciones en la banda de VHF que permitirá comunicar a los usuarios que se encuentren sobre el área de influencia del proyecto incluso si se encuentran dentro de ambientes confinados como un túnel.

Red WAN para transmisión de Voz y Datos

Muestra el diseño de una red de área amplia que permite enviar voz y datos sobre enlaces de microondas.

SISTEMA INTEGRAL DE TELECOMUNICACIONES (SIT)

El Proyecto de Generación Hidroeléctrica San Francisco está ubicado cerca de la ciudad de Baños de Agua Santa, en la provincia de Tungurahua, Ecuador.

Las obras están siendo ejecutadas desde Noviembre del año 2003 y se divide en cuatro zonas principales:

- La interconexión con la Central Agoyan ya existente

- El Túnel de Conducción, con 11.2 Km. de extensión
- La Ventana 4, por donde empezó la excavación del Túnel de Conducción
- La Casa de Máquinas, donde quedarán ubicadas las dos unidades generadoras

Contando con el apoyo técnico y administrativo de la Oficina Central, ubicada en el Campamento Los Pinos, en la ciudad de Baños.

Esta central será capaz de proveer al sistema nacional interconectado 230 Mega Vatios de potencia por un periodo de 30 años, de allí la importancia y prioridad de esta obra.

Este proyecto aprovecha nuevamente el caudal de agua que desecha la central hidroeléctrica "HIDROAGOYAN", el mismo que es llevado mediante un túnel principal hasta la población llamada San Francisco, donde se ubicaran los equipos para la generación de energía eléctrica.

El flujo de agua luego de ser aprovechado regresará a su cauce normal que es el Río Pastaza.

Para cumplir satisfactoriamente con los objetivos del Proyecto de Generación Hidroeléctrica "San Francisco", los ingenieros han propuesto ubicar sitios estratégicos desde donde se van a coordinar y administrar los trabajos a realizarse, estos sitios son llamados campamentos y tienen los siguientes nombres:

Campamento LOS PINOS: Ubicado en la ciudad de Baños, y es el lugar donde se encuentran las oficinas principales y las residencias del personal ejecutivo.

Campamento VENTANA 4: Ubicado entre las poblaciones de Río Verde y San Francisco, en este lugar se construye un túnel que se conectará con el túnel principal que va desde

HidroAgoyan hasta San Francisco; la razón de este campamento es monitorear y proveer materiales y herramientas para la construcción del túnel principal, sin tener que regresar por estos a Casa de Máquinas.

CASA DE MAQUINAS: Ubicado en la población de San Francisco, es en este lugar donde se van a ubicar todos los equipos para la generación de energía eléctrica.

Como en toda obra civil, las comunicaciones son un pilar fundamental para el desarrollo de la misma, generándose la necesidad de contar con ciertos servicios tales como las comunicaciones móviles, tanto en los exteriores como dentro de los túneles de la obra permitiendo un uso más efectivo y eficiente de los recursos, el acceso a Internet, la transferencia de archivos de datos, la telefonía convencional y móvil, el acceso a la información y entretenimiento, lo que da lugar a la creación de un sistema integral de telecomunicaciones, el mismo que permitirá ofrecer las soluciones más adecuadas en el área de las telecomunicaciones y permitirá que las personas puedan comunicarse con el mundo entero y que el hecho de encontrarse en lugares remotos sin los servicios básicos sea un pretexto para retrasar el desarrollo de la obra.

Con la finalidad de mostrar un enfoque global del Sistema Integral de Telecomunicaciones (SIT) se ha realizado la Figura 1, que indica la organización del sistema y por ende el desarrollo de este proyecto. Seguidamente se detallan cada uno de los componentes que forman parte del SIT.

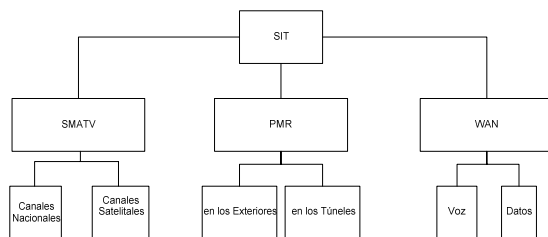


Figura 1 Estructura del SIT

TELEVISION POR CABLE (SMATV)

Un sistema SMATV tiene como objetivo captar las señales de TV provenientes de los satélites y de las estaciones de teledifusión VHF / UHF, para luego procesarlas, combinarlas y distribuirlas por medio de una red de cable coaxial hasta los usuarios finales. Su cobertura es pequeña, sirve a un determinado número de usuarios y no tiene fines de lucro.

Por ningún motivo éste sistema transmitirá señales de TV hacia el satélite, ni funcionara como estación de TV local, por lo que también es conocido como TVRO.

Este servicio va a funcionar únicamente en el Campamento Los Pinos, ya que aquí es donde se encuentran las villas de descanso y oficinas administrativas de la obra.

Satellite Master Antena Television (SMATV)

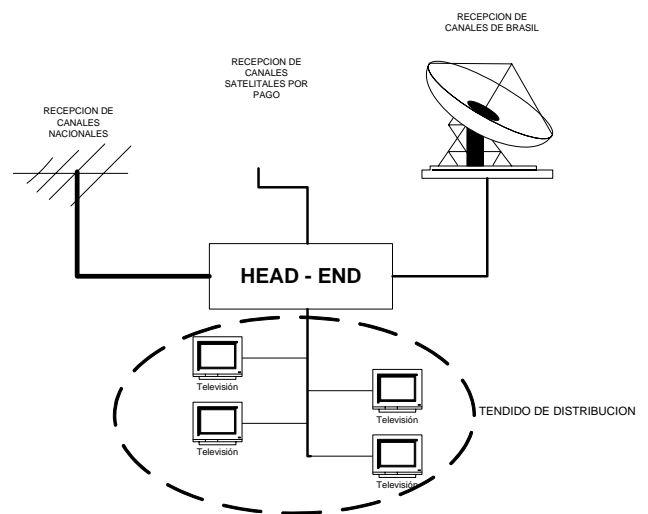


Figura 2 Subsistema SMATV

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Inspección

Se recolecta información del sitio, puntos terminales de servicio, niveles de señal de los canales de televisión y recursos disponibles en el lugar donde se va a implementar posteriormente el sistema SMATV.

Tendido de Distribución

Típicamente se utiliza un tendido de distribución híbrido con derivadores (tap) y distribuidores (splitter) que permitan llevar la señal de televisión hasta la toma de usuario mediante el cable de acometida que es de tipo coaxial. La diferencia de atenuación entre la toma mas desfavorable que es aquella que tiene la mayor atenuación y la menos desfavorable no debe superar los 10 dB, con la intención de mantener la simetría, por tal razón se ha hecho necesario colocar un amplificador de distribución y un amplificador de lanzamiento para mantener esta condición.

La Figura 10 del anexo muestra el tendido de distribución final del subsistema.

Recepción de Señales de Teledifusión

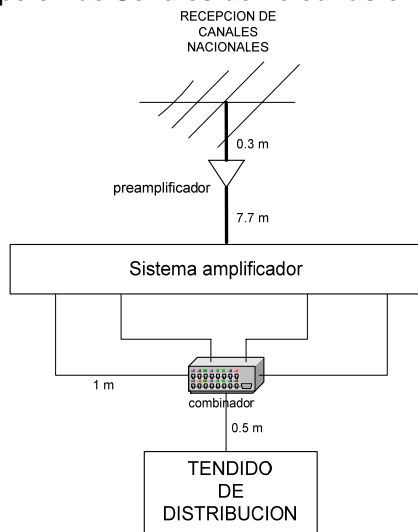


Figura 3 Recepción de Canales de Teledifusión

El circuito de la Figura 3 va a permitir recibir canales de teledifusión, para lo cual primeramente se ubica la antena de recepción de tal manera que los canales de teledifusión que se puedan captar tengan el mismo nivel de señal, con la intención de luego preamplificarlos y así contar con un valor adecuado de señales para ingresarlas al sistema amplificador, el cual permitirá procesar las señales de TV captadas por la antena y va a estar conformado por una serie de amplificadores monocanal en cascada que a la salida proveen el mismo nivel de señal para todos los canales antes de combinarlos y distribuirlos.

Existen dos condiciones que se tienen que cumplir para distribuir de manera óptima los canales de televisión, primeramente comprobar que el diseño tenga una relación S/N mayor que 46 dB en la toma de televisión más desfavorable, esto se hace utilizando la fórmula de Friis y en segundo lugar hay que garantizar que el nivel de señal en la toma más favorable y más desfavorable se encuentra entre 0 y 17 dBmV con el fin de no saturar, ni contar con un pobre nivel de señal en el receptor de televisión.

Recepción de Señales de Televisión Satelital

El circuito para la recepción de los canales satelitales se muestra en la Figura 4

Recepción de canales satelitales

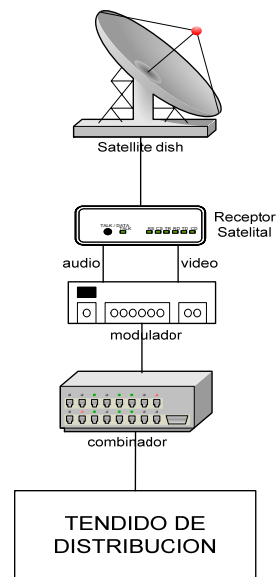


Figura 4 Recepción de Canales Satelitales

Canales de Brasil

Para captar los canales provenientes de Brasil se escogió el satélite BRASILSAT B1 que provee varios canales Brasileños libre de pago y que se encuentra en 70.0° W sobre la órbita geostacionaria, con lo que se puede calcular los ángulos de elevación y de acimut para apuntar la antena de recepción.

Se escogió una antena parabólica de foco primario debido a la simplicidad para su construcción y bajo costo, con dimensiones que han sido calculadas en base al nivel de señal portadora requerida, potencia isotrópica radiada efectiva, pérdidas en el camino de propagación entre el satélite y la antena, y el amplificador de bajo ruido, garantizando que el enlace es factible, ya que la figura de mérito G/T es mayor que $16 \text{ dB}/^\circ\text{K}$ y la relación C/N es mayor a 11 dB lo que garantiza una disponibilidad del enlace satelital del 99.9%

Para captar un canal en el receptor satelital se debe configurar la velocidad de señalización y el código de corrección de errores ya que usa el estándar DVB, estos valores son provistos por el administrador del satélite; luego el receptor emite la señal en banda base, es decir audio y video en canales separados, los cuales entran a un modulador de canal de TV que deberá proveer a la salida el mismo nivel de señal que los demás canales del sistema para evitar interferencias de canal adyacente y permitir su posterior distribución.

Canales de Servicio por Pago

Para los canales de servicio por pago se utiliza el mismo circuito de recepción de la Figura 4 y se ha considerado como opción la utilización del sistema de recepción directa (DirecTV), el mismo que utiliza el satélite GALAXI III-R que se encuentra en 95.0° W sobre la órbita geostacionaria, con lo que se puede calcular los ángulos de elevación y de acimut para apuntar la antena de recepción.

La antena para prestar éste tipo de servicio es tipo offset de 1.1 m y es provista junto con el LNB por DirecTV, garantizando la calidad y disponibilidad del enlace satelital, por tal razón no es necesario realizar los cálculos respectivos.

El receptor satelital cuenta con un descrambler para decodificar la señal de TV, que junto con los parámetros configurados por el proveedor de servicio DirecTV, permiten obtener las señales de audio y video en banda base que luego ingresaran al modulador para ser combinadas y distribuidas.

Configuración de la Cabecera

Es aquí donde se reciben las señales de TV, se procesan y luego son transmitidas hacia los usuarios por medio del tendido de distribución; de ahí la importancia de la cabecera o Terminal de cabecera.

Las funciones de la cabecera siguen la siguiente secuencia:

- Las señales son detectadas y si es necesario son amplificadas.
- Las señales son separadas en canales individuales.
- Las señales son procesadas y balanceadas.
- las señales son combinadas y distribuidas.

La Figura 11 del anexo muestra la configuración de la cabecera del subsistema.

RADIOCOMUNICACIONES MOVILES PRIVADAS (PMR)

Se caracterizan por tener una cobertura local y no estar conectados a la PSTN (Red telefónica Pública Conmutada). Permite el intercambio de información de voz entre los terminales de los usuarios sin importar su ubicación o si estos se encuentran móviles o fijos, siempre y cuando se encuentren dentro de la zona de cobertura. Este sistema debe cubrir las zonas de trabajo que son los campamentos: Los Pinos, Ventana 4, Casa de Máquinas, Túnel de Conducción e Interconexión con HidroAgoyan.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Inspección

Se determinan las zonas que necesitan estar comunicadas y los sitios donde van a ir ubicadas las estaciones base o estaciones repetidoras.

Dimensionamiento de las Estaciones Repetidoras

Dentro de cada zona de cobertura se especifican agrupaciones lógicas con comunicaciones independientes, comprobando que el número máximo de usuarios sea cuarenta; éste es un valor empírico basado en la práctica y recomendado por los fabricantes de equipos para que una sola repetidora pueda prestar el servicio de manera efectiva.

Plan de Frecuencias

Como es un sistema Semi-Duplex tal como lo muestra la Figura 5, es necesario contar con dos frecuencias por cada estación repetidora.

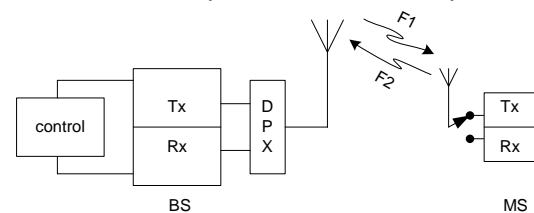


Figura 5 Sistema Semi Duplex

Entre las frecuencias F_1 y F_2 debe existir una separación mínima de 2.5 MHz, mientras que la separación entre las frecuencias de TX y RX adyacentes, debe ser mínimo 100 KHz.

En las zonas donde no se cuenta con cobertura de las estaciones repetidoras, se puede utilizar un sistema simplex en el cual es necesaria una sola frecuencia.

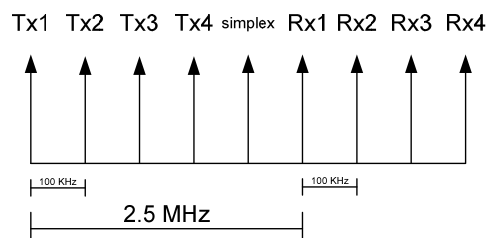


Figura 6 Plan de Frecuencias

Cobertura en Exteriores

Ofrece radiocomunicaciones sobre la superficie terrestre en la banda de frecuencias de VHF y debe cubrir las zonas de los campamentos: Los Pinos, Ventana 4, Casa de Máquinas y la mayoría de las carreteras que interconectan estos sitios.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones SENATEL, recomienda para realizar los cálculos de cobertura para prestar el servicio fijo-móvil terrestre utilizar el método de Okumura-Hata con su recomendación ITU-R P.529-3 para un campo eléctrico mediano igual a 38.5 dBmV/m.

La Figura 12 del anexo muestra un diagrama funcional del sistema de radiocomunicaciones móviles en los exteriores.

Cobertura dentro de los Túneles

Dentro de los túneles las radiocomunicaciones son complejas debido a la gran atenuación y reflexiones de las ondas, por lo que la mejor solución para este caso es la implementación de estaciones amplificadoras a lo largo del mismo, utilizando un cable especial, el cual tiene perforaciones a lo largo que sirven como pequeñas antenas.

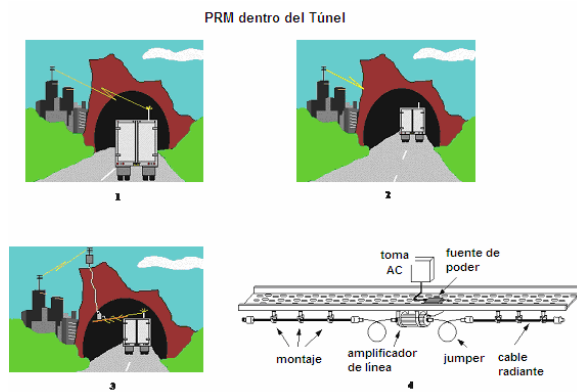


Figura 7 PMR dentro del Túnel

El túnel principal tiene 11.2 Km., pero existe una bifurcación a los 1000 m del campamento Casa de Máquinas que tiene una longitud de 800 m., ésta bifurcación tiene como objetivo el ingreso de material y maquinaria para la construcción del túnel principal y va desde el Campamento Ventana 4 hasta interconectarse con el túnel principal.

Para diseñar el sistema radiante el fabricante provee las siguientes recomendaciones:

- Los LA deben estar separados 350 m (± 35 m) como máximo para evitar las pérdidas por inserción del cable radiante.
- Se debe usar una fuente de alimentación PS/PC por cada 10 LA como máximo; estos LA deben estar distribuidos simétricamente con respecto al PS/PC.

- Al utilizar un BU1 o un PC se debe compensar disminuyendo 75 m en la distancia entre los LA.
- La distancia de separación entre un LA y un LT debe ser menor a 350 m.
- La fuente de alimentación de la cabecera permite alimentar máximo a 5 LA.
- La cobertura del cable radiante es de 10 metros como máximo.

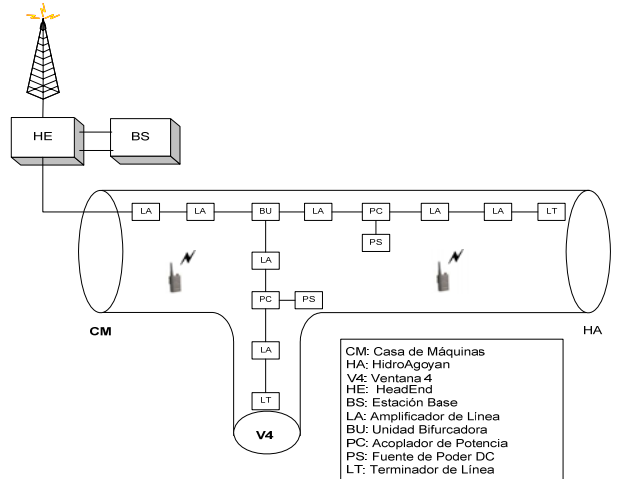


Figura 8 Estructura del Sistema PMR dentro del Túnel

La Figura 13 del anexo muestra la configuración del sistema de radiocomunicaciones móviles dentro del túnel.

Interconexión de los Exteriores con el Túnel

Con la intención de integrar las comunicaciones en exteriores y dentro del túnel, es necesario contar con un sistema de interconexión entre la entrada del túnel y la estación base que estará ubicada en el cerro Mirador.

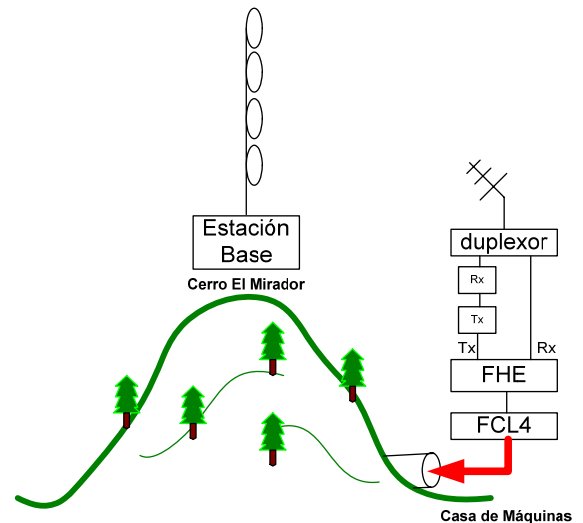


Figura 9 Interconexión de las Comunicaciones

Para lograr la interconexión se requieren los siguientes equipos:

- Cabecera (HE)
- Distribuidor de 4 vías (CL4)
- Duplexor
- Antena Yagi para la interconexión
- Repetidor Dual (Tx/Rx)

RED WAN PARA TRANSMISION DE VOZ Y DATOS

Es un tipo de red que tiene una gran *cobertura* geográfica y sirve típicamente para interconectar varias redes de área local; actualmente permite integrar voz, datos y video con calidad de servicio. El interés de diseñar éste subsistema es proveer el servicio de telefonía convencional y móvil, Internet con todos sus beneficios y transmisiones de datos, hacia y entre los Campamentos Ventana 4, Casa de Máquinas y Los Pinos.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Inspección

Se determinan los sitios que necesitan estar interconectados y los servicios que van a ser implementados en cada campamento.

Elección del Medio de Transmisión

Como existe una gran distancia de separación entre los puntos que van a ser interconectados, se propone como medio de transmisión usar enlaces de microondas punto a punto o enlaces satelitales, pero estos últimos no pueden ser implementados debido a que el retardo de propagación mínimo es de 250 ms. y no cumple con la recomendación G.114 que propone un retardo mínimo de 150 ms. para cumplir con los parámetros de calidad de servicio, por lo tanto el medio de transmisión será a través de enlaces de microondas tal como muestra la Figura 14 del anexo.

Se ha escogido la banda de frecuencias de 1.5 GHz. debido a que la canalización de 500 KHz permite el envío de información a velocidades de transmisión consideradas como de banda ancha, adicionalmente debido al ambiente eruptivo de la zona, es necesario evitar la atenuación que provocaría utilizar portadoras de más alta frecuencia.

Al realizar el análisis de los perfiles y condiciones de propagación de las ondas electromagnéticas se ha encontrado que existe línea de vista entre los sitios en mención con una disponibilidad del enlace de radiofrecuencia igual a 99.9999%

Diseño de la capa de enlace

El protocolo de WAN que se va a usar es MLPPP debido a que permite fragmentación e interleaving para garantizar QoS.

Se calcula el throughput necesario para enviar por la red de datos la información de voz digitalizada con el esquema de codificación y compresión G.729, esto permitirá ofrecer el servicio telefónico público y móvil en Casa de Máquinas y Ventana 4 e intercambiar información de voz entre los campamentos de la obra con un grado de servicio del 5%

De igual manera para aprovechar todos los beneficios de Internet y de las comunicaciones digitales, se calcula el throughput necesario para que las personas en los campamentos Ventana 4 y Casa de Máquinas puedan enviar correos electrónicos típicos de 100 KB, utilizar los servicios de My Web Day que es una aplicación propietaria que requiere 25.6 Kbps. por usuario, el acceso a Internet de 90 usuarios simultáneos de todos los campamentos con una tasa de transferencia de 32 Kbps por usuario, e intercambiar archivos digitales entre los campamentos de la obra e incluso el mundo entero.

Una vez calculado el throughput para cada aplicación y para cada campamento, se puede calcular la velocidad de transmisión necesaria por cada campamento tomando en cuenta la eficiencia de trama para cada una de las aplicaciones y agregando una tolerancia del 20% para seguridad.

Tabla 1 Velocidad de Transmisión de Cada Enlace

ENLACE	Vtx (Kbps)
Ventana 4 - Mirador	684.3339
Casa de Máquinas - Mirador	350.5848
Mirador -Los Pinos	915.8787

El ISP deberá prestar el servicio con las siguientes características mínimas para acceso a Internet:

UPSTREAM: 32 Kbps

DOWNSTREAM: 768 Kbps

De acuerdo al análisis anterior se va a utilizar la tecnología de WAN conocida como TDM basado en el estándar G.703 con una velocidad de transmisión de 2 Mbps (E1), ya que el sistema es privado y no requiere ser compartido razón por la cual no es necesaria ninguna tecnología de WAN de conmutación de paquetes (X.25, Frame Relay, ATM). Además

esta es una tecnología probada por mucho tiempo lo que garantiza su estabilidad y confiabilidad.

Convergencia de Voz y Datos

Como dispositivos para realizar la convergencia de la información, se van a utilizar los ruteadores que permitan integrar voz y datos sobre enlaces seriales. Estos ruteadores serán ubicados en el campamento Los Pinos, Ventana 4, Casa de Máquinas y en el cerro El Mirador, mientras que el cerro Loma Grande se va a ubicar una estación de repetición.

Para poder llevar las líneas telefónicas desde Baños hacia los campamentos Ventana 4 y Casa de Máquinas, se van a utilizar tarjetas FXO y FXS que permitirán interconectarse con la PSTN, centrales telefónicas analógicas que se encuentran en cada uno de los campamentos, y equipos de telefonía celular que se encuentran en el cerro Mirador.

Para la configuración de los canales de voz sobre IP es necesario seguir los siguientes pasos:

- Darle un identificador local, lo que se hace mediante una configuración POST dial peer.
- Establecer el camino que debe seguir para llegar a su destino, lo que se hace mediante una configuración VoIP dial peer.
- Establecer una configuración hotline entre los ruteadores, para lo cual se hace una configuración PLAR.

Direccionamiento TCP / IP

En la capa de red del modelo OSI, va a funcionar el protocolo Internet IP, ya que es el protocolo más utilizado en el mundo y es totalmente compatible con Internet.

Tabla 2 Direcciones IP en cada Ruteador

Router	S0:0/0	FE0/0	S0:0/1	S1:0/0
LP	10.16.254.5 /30	10.16.12.1 /23		
MI	10.16.254.6 /30		10.16.254.9 /30	10.16.254.13 /30
V4	10.16.254.10 /30	10.16.14.1 /23		
CM	10.16.254.14 /30	10.16.16.1 /23		

Por lo tanto el subsistema completo quedará diseñado tal como indica la Figura 15 del anexo.

ANÁLISIS DE COSTOS

Se han analizado los costos de inversión en equipamiento necesarios para implementar cada uno de los subsistemas que forman parte del SIT.

Subsistema de Televisión por Cable SMATV

Tabla 3 Costos del Subsistema SMATV

TENDIDO DE DISTRIBUCIÓN	871.78
RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEDIFUSIÓN	709.41
RECEPCIÓN DE SEÑALES SATELITALES	5416.56
CABECERA	473.45
TOTAL DEL SUBSISTEMA SMATV	7471.2

Subsistema de Radiocomunicaciones Móviles PMR

Tabla 4 Costos del Subsistema PMR

COBERTURA EN EXTERIORES	33489.365
COBERTURA EN EL TUNEL	289700
EQUIPOS DE USUARIO	71220
TOTAL DEL SUBSISTEMA PMR	394409.365

Red WAN para Transmisión de Voz y Datos

Tabla 5 Costos del Subsistema Red WAN

MEDIO DE TRANSMISIÓN	80975.77
RUTEADORES	57365.91
TELEFONÍA	1200
TOTAL DE LA RED WAN	139541.68

Costo Total del Sistema Integral de Telecomunicaciones

Tabla 6 Costos Total del SIT

SISTEMA	COSTO
TELEVISIÓN POR CABLE (SMATV)	7471.2
RADIOCOMUNICACIONES MÓVILES (PMR)	394409.365
RED WAN PARA TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS	139541.68
SISTEMA INTEGRAL DE TELECOMUNICACIONES (SIT)	541422.245

ANEXO

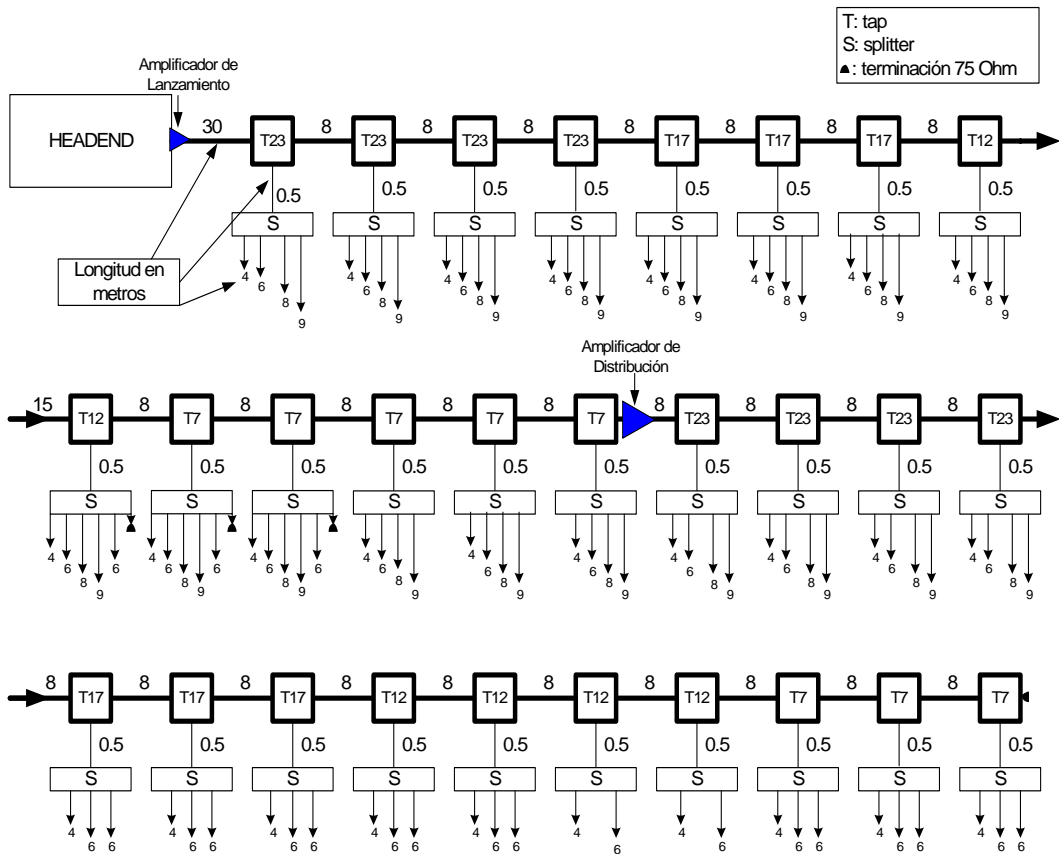


Figura 10 Tendido de Distribución

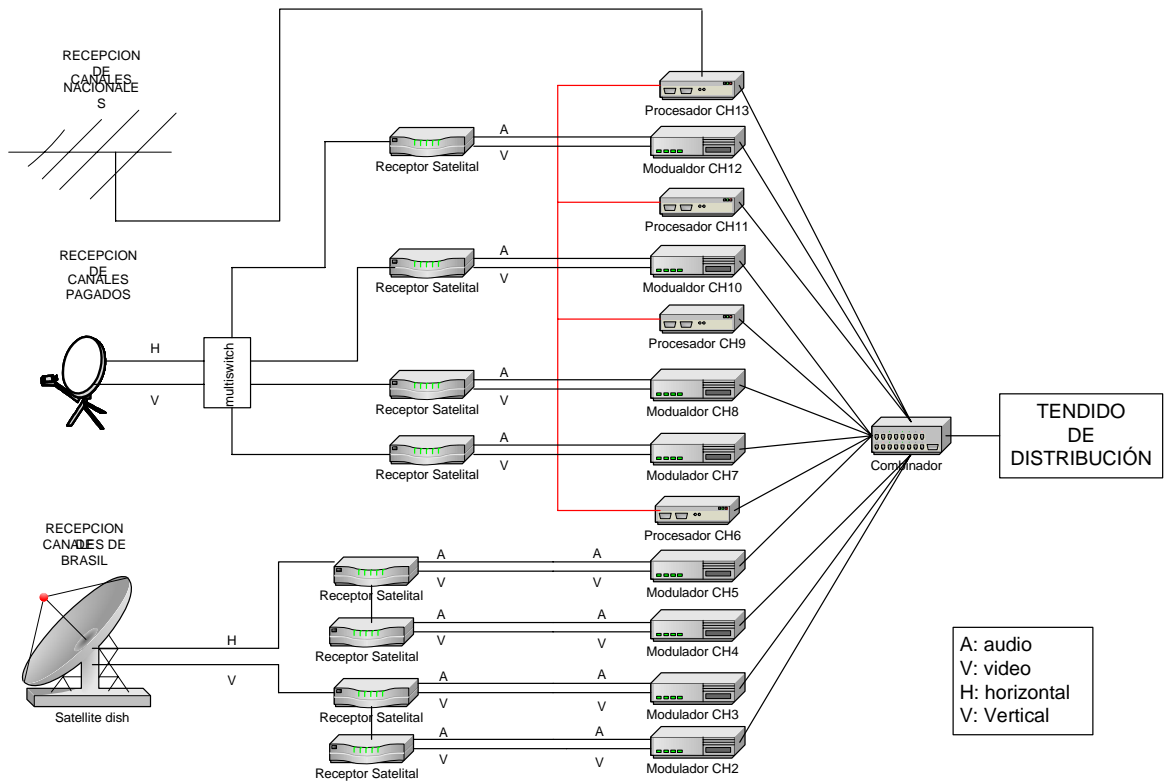


Figura 11 Configuración de la Cabecera

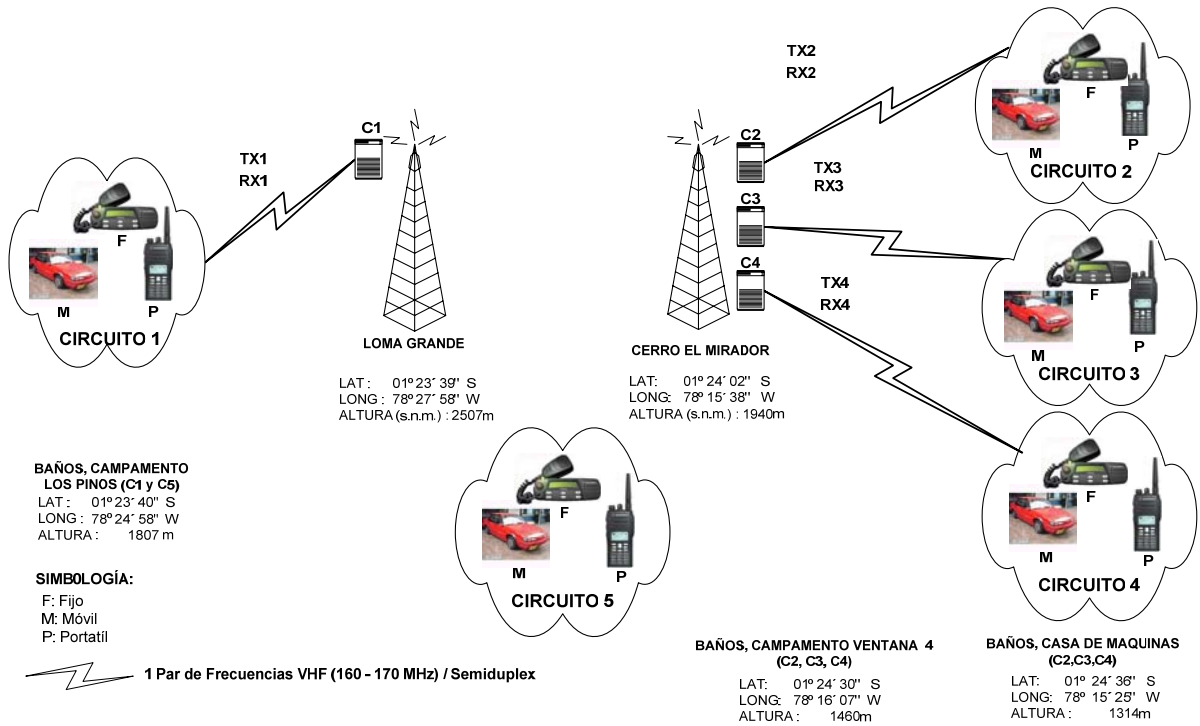


Figura 12 Cobertura en Exteriores

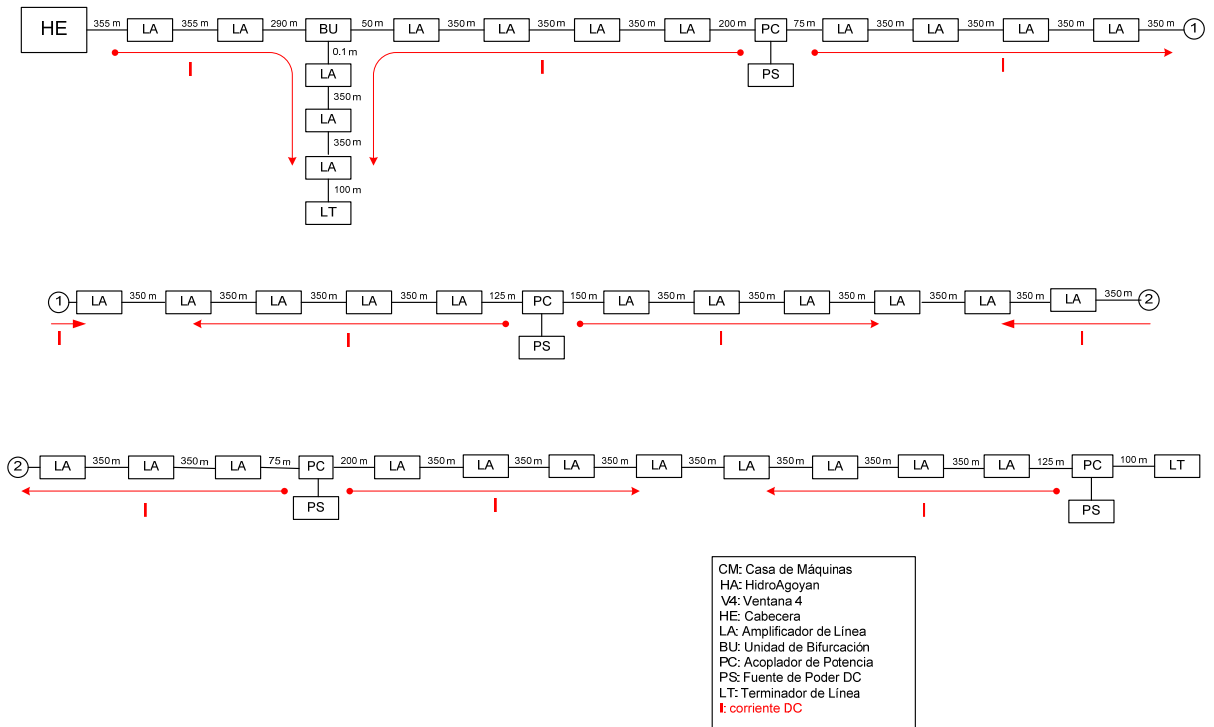


Figura 13 Cobertura dentro del Túnel

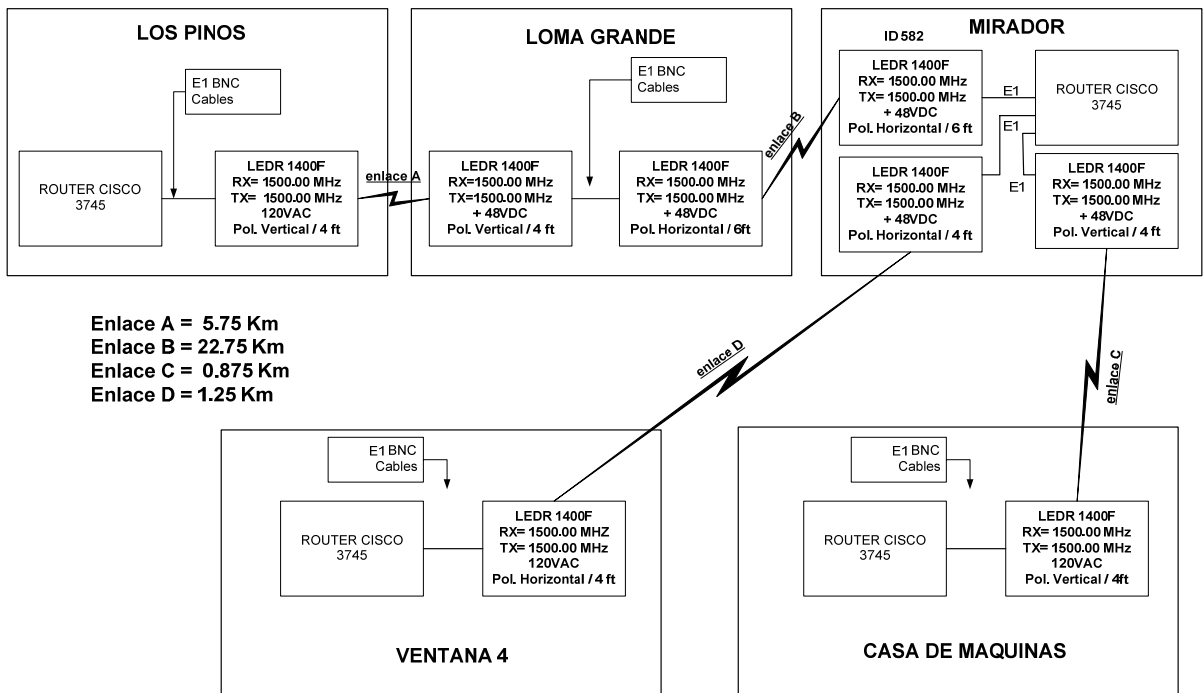


Figura 14 Red de Microondas

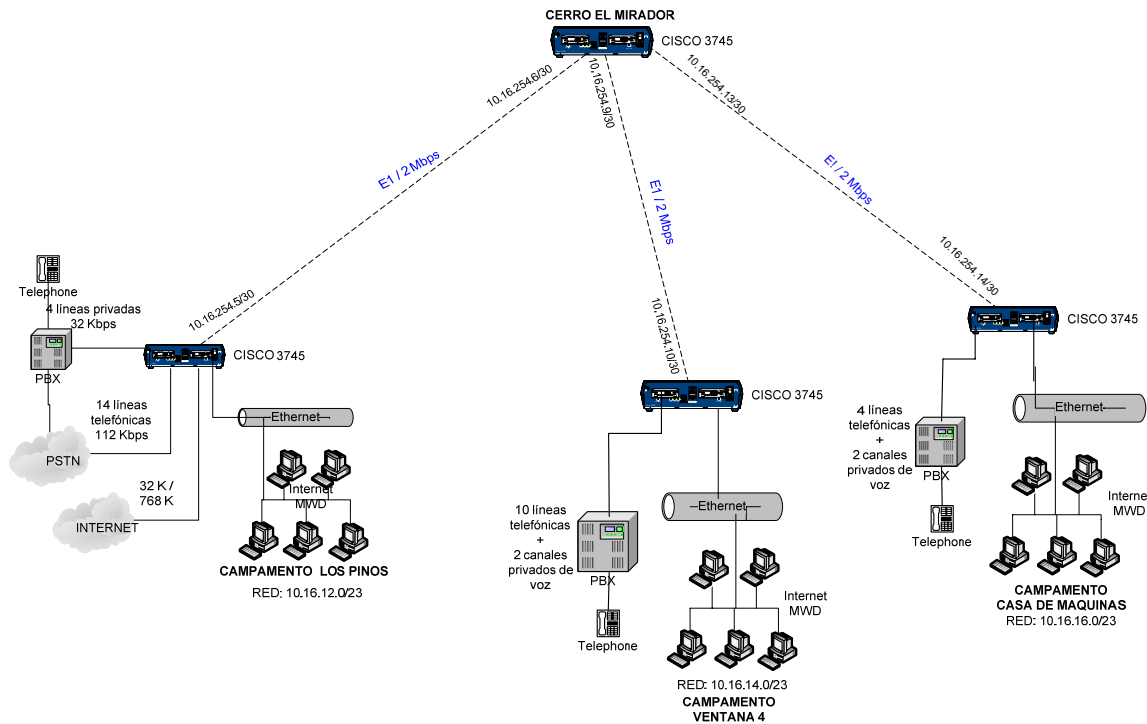


Figura 15 Red de Voz y Datos

APÉNDICE

ATM: Modo de Transferencia Asíncrono
BU: Unidad de Bifurcación
C/N: Relación Portadora a Ruido
DVB: Digital Video Broadcasting
FXO: Foreign Exchange Office
FXS: Foreign Exchange Station
G/T: Relación Ganancia a Temperatura Equivalente.
ISP: Proveedor de Servicios de Internet
ITU-R: Unión Internacional de Telecomunicaciones – Radiocomunicaciones
LA: Amplificador de Línea
LNB: Amplificador de Bajo Ruido
MLPPP: Multilink Point to Point Protocol
OSI: Interconexión de Sistemas Abiertos Plain Old Telephone Service
PLAR: Private Line Automatic Ringdown
PMR: Private Mobile Radio
PS/PC: Fuente de Poder / Acoplador de Potencia
PSTN: Red Telefónica Pública Conmutada
QoS: Calidad de Servicio
RX: Receptor
S/N: Relación Señal a Ruido
SIT: Sistema Integral de Telecomunicaciones
SMATV: Satellite Master Antenna Television
TCP / IP: Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet
TDM: Multiplexación por División de Tiempo
TV: Televisión
TVRO: Televisión Reception Only
TX: Transmisor
UHF: Ultra Alta Frecuencia
VHF: Muy Alta Frecuencia
VoIP: Voz sobre Protocolo Internet
WAN: World Area Network

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tomasi, Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Segunda Edición. Prentice Hall Hispanoamericana. México. 1996.

National Association of Broadcasters (NAB). Engineering Handbook. Octava Edición. USA. 1992.

Berral Montero, Isidoro. Instalación de Antenas de TV. Primera Edición. Editorial Paraninfo. Madrid. 1996.

Baylin, Frank. Digital Satellite TV. Quinta Edición. Baylin Publications. Colorado. 1997.

INTELSAT. Tecnologías de Estaciones Terrenas. EEUU, 1999.

Inglis, Andrew. Satellite Technology. Focal Press. EEUU. 1991.

Hernando Rábanos, José M. Transmisión por Radio. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. S.A. Madrid. 1993.

Cisco Certified Network Associate Curriculum (CCNA). V2.14. Semester 4.

McQuerry, McGrew and Foy. Cisco Voice over Frame Relay, ATM, and IP. Quinta Edición. Cisco Press. USA. 2004.

Japan International Cooperation Agency (JICA). Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT) Radiocomunicaciones en las bandas de VHF y UHF.

Grob, Bernard. Televisión Práctica y Sistemas de Video. Alfaomega Marcombo. Quinta Edición. México. 1990.

Stallings, William. Comunicaciones y Redes de Computadores. Prentice Hall. Sexta Edición. España. 2002.

http://www.internext.com.br/vimarsat/Satelites/Lyngemark%20Satellite%20Chart%20Brasilsat%20B1%20at%2070_0°W.htm

www.andrew.com
www.mineradio.com
www.cisco.com
www.conatel.gov.ec
www.senatel.gov.ec

BIOGRAFÍA DEL AUTOR

Hernán Adolfo Samaniego Armijos



Nacido en la ciudad de Loja, el 06 de Noviembre de 1978,

Sus padres son el Lcdo. Hernán Samaniego Rentería y la Dra. Mgs. Sc. Enith Armijos Muñoz.

Curso sus estudios primarios en la Escuela Miguel Riofrío N°1 de la ciudad de Loja, sus estudios secundarios en el Colegio Experimental Bernardo Valdivieso de la ciudad de Loja, obteniendo el título de Bachiller en Humanidades Modernas en la especialidad Físico-Matemática, sus estudios universitarios fueron realizados en la Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito, obteniendo el

título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y sus estudios de Postgrado se realizaron en la Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito, obteniendo el título de Diplomado Superior en Plataformas Operativas para Internetworking.

Posee la certificación Cisco Certified Network Associate, CCNA emitida por la empresa Cisco Systems desde Marzo del 2003 y se desempeña como Gerente de la División de Tecnologías de la Información en la Compañía Audio, Video y Comunicaciones, ADVICOM Cia. Ltda.. de la ciudad de Quito.