

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD TECNICA
CARRERA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



EXAMEN DE GRADO
TRABAJO DE APLICACIÓN

**“INSTALACION DE UNA ESTACION REMOTA VSAT PARA
SERVICIO DE VoIP”**

Postulante: Ruddy Hernan Choque Torrez

LA PAZ – BOLIVIA
DICIEMBRE 2011



DEDICATORIA

A mi Señor, Jesús, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mi esposa, Maritza Chambilla, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor. ¡Gracias!

A mi pequeña y adorada hija Ciara quien me dio la fortaleza para el esfuerzo de decir, "No te rindas" y "Sé fuerte". ¡Gracias, mi calabasita!

A mis padres, Lidia y Angel quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes, ¡los amo!

A mi querida hermana, Milenia y mis dos hermanos, Alvaro y Yerko, ¡Gracias! Sin ustedes no hubiese podido hacer realidad este sueño.

AGRADECIMIENTO

A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me permite construir otros mundos mentales posibles.

A mis padres, Lidia Torrez de Choque y Angel Choque, por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera.

A mi esposa Maritza Chambilla, por ese cariño que me impulso a culminar en su totalidad mi carrera universitaria.

A mis amigos, René López, Lucas Carranza, Juan Carlos Flores, por la ayuda brindada para demostrar este proyecto, gracias.

A EMPROTEL S.A. por haberme abierto las puertas para desenvolver mi profesión en telecomunicaciones.

RESUMEN

En este texto, se muestra el modo de instalación bajo sus respectivas normas de una estación remota satelital y la calibración desde la estación terrena en La paz, que consta de una antena parabólica, un equipo transmisor/receptor (modem), un switch, una computadora portátil para su calibración y también se la usara de prueba.

En esta instalación se explicara los pasos del enlace de la estación remota, el cual se encuentra situado en un sitio donde no se cuenta con cobertura de enlace terrestre y por lo general esta se encuentra en areas rurales con el cual se puede dar el servicio de telefonía e internet.

Este proyecto de aplicación permite mostrar la forma, los pasos que un profesional debe seguir para hacer los cálculos correspondientes para dar servicio de voz, datos, video y otros en el area de propagación por el sistema satelital, el cual es de forma idéntica para cualquiera de los casos de servicio a brindar.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 JUSTIFICACION DEL TRABAJO	2
1.4 OBJETIVOS	2
1.4.1 Objetivo general	2
1.4.2 Objetivos específicos	2

CAPITULO 2

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 INTRODUCCION	3
2.2 LIMITES	3
2.3 ALCANCES	3
2.4 METODOLOGIA	4

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 DEFINICION Y CARACTERISTICAS DE UN SATELITE	5
3.2 TIPOS DE SATELITE	5

3.2.1 Satélites orbitales	5
3.2.2 Satélites geoestacionarios	7
3.3 ANGULO DE ELEVACION	7
3.4 ANGULO DE VISTA	9
3.5 AZIMUT	9
3.6 MODELOS DE ENLACE	9
3.6.1 Modelo de subida	9
3.6.2 El transponder	10
3.6.3 Modelo de Bajada	11
4.6.4 Punto a Multipunto	12
3.7 ESTACIONES TERRENAS	12
3.8 ESTACION REMOTA	14
3.9 LA ANTENA PARABOLICA	15
3.10 TIPOS DE ANTENA	15
3.10.1 Antena Parabólica con Foco Primario o Foco central	15
3.10.2 Antena parabólica OFFSET	16
3.10.3 Antena parabólica Cassegrain	16
3.11 ORIENTACIÓN	17
3.12 PARÁMETROS DE LA ANTENA	18
3.12.1 Ganancia	18
3.12.2 Directividad	18
3.12.3 Ruido de la Antena	19
3.13 ALIMENTADORES	19
3.14 POLARIZACION	20
3.14.1 Polarización elíptica	20
3.14.2 Polarización lineal	21
3.14.3 Polarización Circular	21
3.15 TRANSMISORES Y RECEPTORES	22
3.15.1 Transmisores	22

3.15.2 Receptores	22
3.16 INTERFACES PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION	24
CAPITULO IV	
DESARROLLO DEL PROYECTO DE APLICACIÓN	
4.1 ESTRUCTURA GENERAL	25
4.2 PLANIFICACION DEL PROYECTO	26
4.3 HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS DE PRUEBA Y MATERIALES	26
4.3.1 Herramientas mínimas	26
4.3.2 Instrumentos de prueba	28
4.3.3 Materiales de instalación	29
4.3.4 equipos de instalación	30
4.4 DISEÑO DE INSTALACIÓN TERMINAL REMOTA SATELITAL VSAT	30
4.4.1 Prospección del sitio	30
4.4.2 Instalación de la antena	31
4.4.3 Sistema de aterramiento	34
4.5 INSTALACION DE EQUIPOS Y CONEXIONES	36
4.5.1 Conexiones externas	36
4.5.2 Instalación del Feeder, BUC y LNB	39
4.5.3 Conexiones internas	40
4.5.4 Instalación de los equipos en el rack	41
4.5.5 Instalación del aparato telefónico	42
4.5.6 Instalación del tablero de distribución de energía DC	43
4.5.7 Sistema de energía solar	43
4.5.7.1 Instalaciones del panel y obra civil	43
4.5.7.2 Aterramiento para el panel solar	44

4.5.7.3	Conexiones	45
4.5.8	Sistema de pararrayos	46
4.5.8.1	Instalación de la base del pararrayos	46
4.5.8.2	Aterramiento	47
4.6	ALINEACION DE LA ANTENA	49
4.6.1	Configuración del modem ldirect en el campo para el apuntamiento	49
4.6.2	Pruebas de calidad y registro de equipos	52
4.6.2.1	Pruebas de enlace	52
4.6.2.2	Pruebas de datos e internet	52
4.6.2.3	Pruebas de Telefonía	53
CAPITULO V		
COSTOS		
5.1	Detalle de Costos Equipamiento	54
5.2	Detalle de Costos de materiales para obras Civiles	55
5.3	Detalle material de aterramiento y cableado estructurado	55
5.4	Detalle de gastos por mano de obra obras civiles	56
CONCLUSIONES		57
RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA		58

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION

Entre los desarrollos tecnológicos de los últimos años, se encuentra presente las comunicaciones de video, voz y datos, estando en primer lugar el internet seguida de la comunicación móvil, que en el mundo va creciendo de forma alarmante, este hecho nos lleva a prever las técnicas de implantación, instalación de equipos de última tecnología. El desorden geográfico de las regiones de muchos países, hace que la posibilidad de dar cobertura de señal y ofrecer servicios de comunicación de datos sea complejo y costoso vía terrestre, tal hecho es contrarrestado por un sistema de transmisión que también fue evolucionando con el pasar de los años, transmisión vía satélite. Este sistema es ventajoso para dar señal en áreas alejadas de las ciudades (áreas rurales), sin importar el entorno accidentado geográfico hace que sea casi imposible hacer llegar cobertura vía terrestre (montañas, selváticas y otros).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente y desde el año 2009, en Bolivia se fue extendiendo la red de comunicación inalámbrica para proporcionar los servicios de voz, video, y datos (telefonía fija, telefonía móvil, internet, televisión), para el cual se fue estructurando una red de cobertura total en el país utilizando diversos sistemas de transmisión (microondas, fibra óptica, tecnología satelital), en estaciones terrestres en diferentes puntos del país con el fin de cubrir el total de las poblaciones alejadas con comunicación. Por la problemática de la geografía accidentada que sufre el país, se introdujo en la mayoría de las estaciones terrestres (torres con altura mayor a 25 metros), la transmisión satelital, el cual se la efectúa con antenas parabólicas el cual requiere de algunos conceptos teóricos para su instalación y buen funcionamiento.

1.3 JUSTIFICACION DEL TRABAJO

En Bolivia al igual que otros países existen empresas que se dedican a implementar, instalar con el mantenimiento correspondiente en sistemas VSAT (que es el que estudiaremos en este proyecto de aplicación), tales empresas hacen la contratación de profesionales universitarios y no universitarios para la ejecución de estos trabajos técnicos, que en la mayoría de los casos estos nuevos trabajadores no están capacitados con un nivel óptimo para desarrollar técnicamente estos trabajos de instalación.

Al realizar la empresa la contratación de profesionales, se ven en la necesidad de capacitarlos, pero una mayoría sufre de textos explícitos en los cuales puedan basarse y facilitar al nuevo empleado las técnicas de instalación, donde pueda tener las normas estándar de una estación satelital, las herramientas mínimas para el montaje, y técnicas de apuntamiento al satélite.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Explicar las técnicas estándar de una estación remota para una instalación VSAT e implementar las normas de instalación de una antena parabólica offset bajo los estándares dados para acceso de teléfono y datos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Mostrar las características de una antena offset y su aplicación para la transmisión de voz y datos vía satélite.
- Describir las herramientas e instrumentos mínimos para una instalación
- Describir toda la característica de una estación remota mas costos de instalación.
- Conocer sobre el diseño de la obra civil para la instalación
- Dar servicio de voz e internet en una localidad rural.
- Verificar la conectividad del servicio una vez finalizada la instalación y sus protecciones correspondientes.

CAPITULO II

2 FUNDAMENTO TEORICO

2.1 INTRODUCCION

Este proyecto cubre dos áreas fundamentales en el ámbito tecnológico: la comunicación satelital y la arquitectura del diseño de una instalación de una antena parabólica en una estación remota.

Hoy en día el problema que existe en la comunicación en áreas rurales, es dar cobertura para la comunicación de VoIP, video y otros, mediante la transmisión terrestre, debido a la geografía accidentada que sufre un área específica donde existen poblaciones que sufren la necesidad de estar conectados con las ciudades y carecen de muchos servicios y a consecuencia de esto tienden a estar abandonados en educación, salud o otros servicios que les corresponde por derecho.

2.2 LIMITES

En el presente proyecto se definen a los requerimientos de terreno y ambientes que se adecuen al diseño referencial dentro de la estación a ser instalada, también se considera que la implementación de este proyecto es de mediano plazo, este se limita a la susceptibilidad de demoras causados por permisos de uso de terreno, acceso al sitio, factores naturales, adquisición o provisión de equipos, instalación, pruebas, etc.

2.3 ALCANCES

Este proyecto de aplicación por ser descrito con una antena parabólica offset y un equipo de transmisión MODEM IDIRECT soporta los servicios de telefonía e internet, cualquiera sea la localidad o población donde esta sea instalada.

Una vez dado el servicio, este puede ser estructurado mediante una red cableada para una cierta cantidad de computadoras en el caso de que sea para una central de café internet o una institución educativa.

2.4 METODOLOGIA

Los métodos a emplearse inicialmente se basan en la recopilación de datos, mediante visitas realizadas a estaciones ya instaladas, donde se pudo observar las características para efectuar el estudio de campo, seguidamente del análisis y organización de la información para el estudio de diseño a implementarse.

Las técnicas planteadas en este proyecto es revisado por expertos del area satelital de la empresa Emprotel S.A. (empresa profesional en telecomunicaciones), quienes por la alta experiencia ejercido en el campo de la transmisión satelital aseguran mayor operatividad, seguridad y funcionamiento a terminales remotas.



CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 DEFINICION Y CARACTERISTICAS DE UN SATELITE

Se define al satélite como un repetidor de radio en el cielo (transponder). Un sistema de satélite consiste de un transponder, una estación basada en tierra, para controlar su funcionamiento y una red de usuario, de las estaciones terrestres que proporciona las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite.

Actualmente todas las aplicaciones se avocan a lo que es transmisión de datos por internet y los mismos clasificándolos pueden darnos servicios de voz, video y otras aplicaciones mediante Protocolo de Internet (IP).

3.2 TIPOS DE SATELITE

Existen dos tipos de satélites los orbitales y los geoestacionarios.

3.2.1 Satélites orbitales

También llamados “no síncronos”, estos satélites giran alrededor de la tierra en un patrón elíptico o circular de baja altitud. Si el satélite está girando en la misma dirección que la rotación de la Tierra y a una velocidad angular superior que la de la Tierra, la órbita se llama órbita progradada. Si el satélite está girando en la dirección opuesta a la rotación de la Tierra o en la misma dirección, pero a una velocidad angular menor a la de la Tierra la órbita se llama órbita retrógrada. Consecuentemente, los satélites no síncronos están alejándose continuamente o cayendo a tierra y no permanecen estacionarios en relación a ningún punto en particular de la Tierra. Por lo tanto los satélites no síncronos se tienen que usar cuando están disponibles, lo cual puede ser un corto periodo de tiempo, como 15 minutos por órbita. Otra desventaja de los satélites orbitales es la necesidad de equipos complicados y costosos para el rastreo desde las estaciones terrestres. Cada estación terrestre debe localizar el satélite conforme está disponible en cada órbita y después unir su antena al satélite y localizarlo cuando pasa por arriba.

Una gran ventaja de los satélites orbitales es que los motores de propulsión no se requieren a bordo de los satélites para mantenerlos en sus órbitas respectivas.

Tabla 1. Clasificación de los Satélites por el tipo de Orbita

Tipos de Orbitas	Altura snm	Veloc. del Satélite	Función del satélite	Ventajas
Órbita baja	250 – 1500 Km	25000-28000 km/h	Comunicación y observaciones de la tierra	Poco retraso en la comunicacion. Se requiere menor potencia
Órbita polar	500 – 800 km sobre el eje polar	26,600-27500 Km/h	Clima navegación	Perpendicularmente sobre la línea del ecuador y pueden observar distintas regiones de la tierra.
Órbita geo-estacionaria	35786 sobre el Ecuador	11000 Km/h	Comunicaciones/Clima, Navegación, GPS.	Al dar la vuelta a la tierra a su misma velocidad siempre observa el mismo territorio
Orbita Elíptica	Perigeo (cerca la Tierra 1000 km). Apogeo (lejos 39000 Km).	34200 Km/h 3400 Km/h	Comunicaciones	Servicios a grandes latitudes

Tabla 1. Clasificación de los Satélites por el tipo de Orbita

Uno de los sistemas más interesantes de satélite orbital, es el sistema soviético Molnia (figura 1) usados para la transmisión de televisión y se caracteriza por el apogeo (distancia más lejana de la tierra que un satélite alcanza) y el perigeo (distancia mínima).

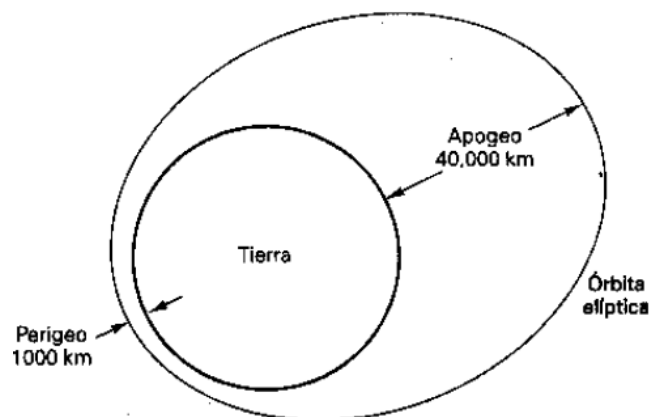


Figura1. Órbita del satélite soviético Molnia

3.2.2 Satélites geoestacionarios

Son satélites que giran en un patrón circular, con una velocidad angular igual al de la Tierra. Consecuentemente, permanecen en una posición fija con un punto específico en la Tierra. Una ventaja obvia es que están disponibles para todas las estaciones de la Tierra., dentro de su sombra, 100% de las veces. La sombra de un satélite incluye a todas las estaciones de la Tierra que tienen un camino visible a él y están dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite. Una ventaja obvia es que a bordo, requieren de dispositivos de propulsión sofisticados y pesados para mantenerlos fijos en una órbita. El tiempo de órbita de un satélite geosíncrono es de 24 horas, igual que la Tierra.

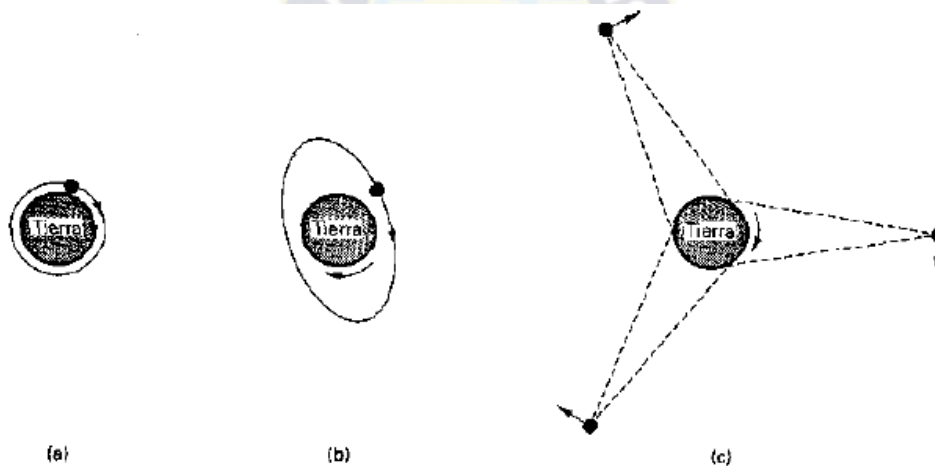


Figura 2 Órbitas de Satélite. (a) Baja altitud (Órbita circular 100 – 300 millas). (b) Media Altitud (Órbita Elíptica 6000 – 12000 millas). (c) Alta altitud (Orbita geosíncrono 19000 – 25000 millas).

3.3 ANGULO DE ELEVACION

El ángulo de elevación es el ángulo vertical formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Entre más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la Tierra. Como con cualquier onda

propagada a través de la atmósfera de la Tierra, sufre absorción y, también, puede contaminarse severamente por el ruido. Consecuentemente, si el ángulo de elevación es demasiado pequeño y la distancia de la onda que está dentro de la atmósfera de la Tierra es demasiado larga, la onda puede deteriorarse hasta el grado que proporcione una transmisión inadecuada. Generalmente, 5 grados es considerado como el mínimo ángulo de elevación aceptable. La figura 3 muestra cómo el ángulo de elevación afecta la intensidad de la señal de una onda propagada debido a la absorción atmosférica normal, absorción debida a neblina pesada, y absorción debida a fuerte lluvia. Además, en ángulos de elevación menores a 5 grados la atenuación se incrementa rápidamente.

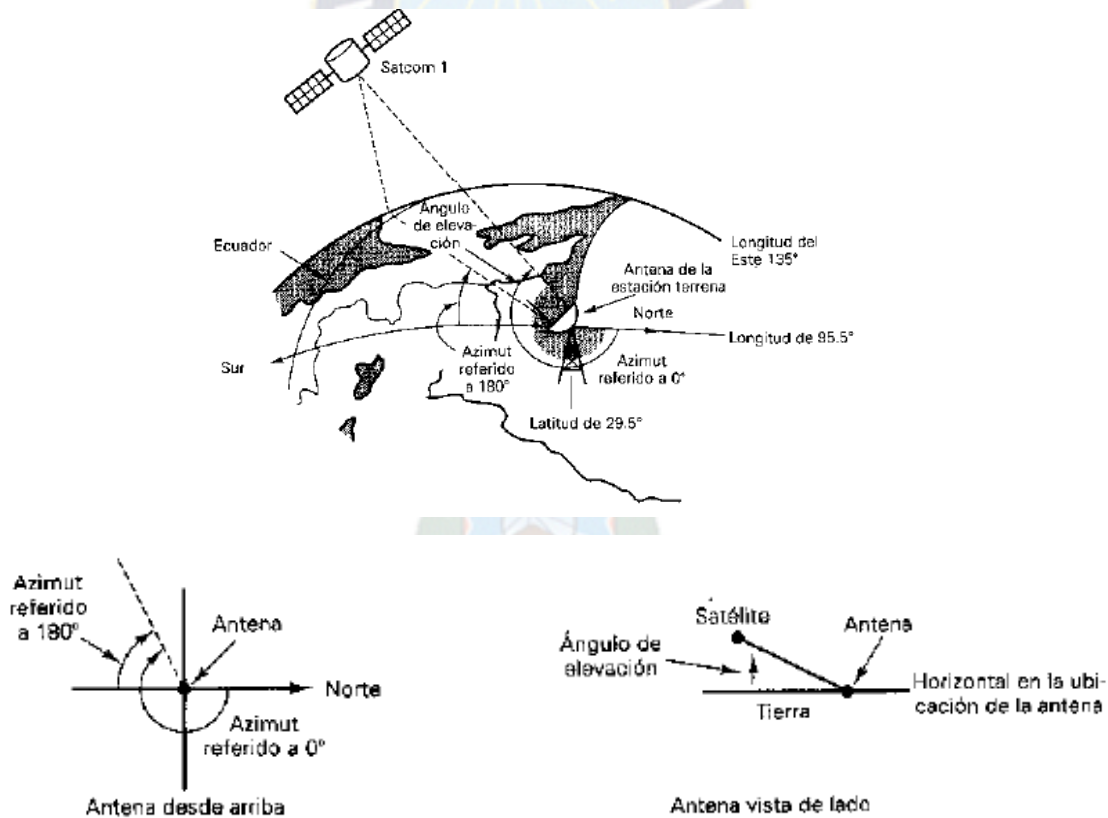


Figura 3. Azimut y ángulo de elevación, "Ángulos de vista"

3.4 ANGULO DE VISTA

Para orientar una antena desde una estación terrena hacia un satélite, es necesario conocer el ángulo de elevación y el azimut el cual ya se tiene registrado en la estación central para después verificar que no exista ningún tipo de obstrucción de la antena al satélite

3.5 AZIMUT

Se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de un antena. Normalmente se mide en una dirección, según las manecillas del reloj, en grados del norte verdadero. El ángulo de elevación y el azimut, dependen de ambos, de la latitud de la estación terrena y la longitud de esta, así como el satélite de órbita.

3.6 MODELOS DE ENLACE

3.6.1 Modelo de subida

El principal componente dentro de la sección de subida, de un sistema satelital, es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF, un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia (HPA) y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida (por ejemplo, un filtro pasa-bandas de salida). La figura 4 muestra el diagrama a bloques de un transmisor de estación terrena satelital. El modulador de IF convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-bandas) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transponder del satélite. Los HPA comúnmente usados son klistrones y tubos de onda progresiva.

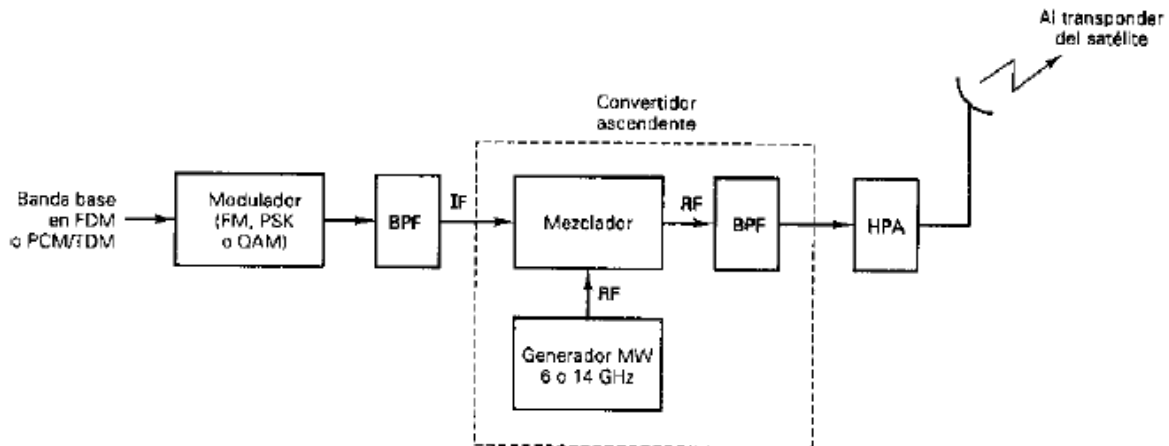


Figura 4. Modelo de subida de la antena al satélite.

3.6.2 El transponder

Un típico transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un traslador de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. La figura 5 muestra un diagrama a bloques simplificado de un transponder satelital. Este transponder es un repetidor RF a RF. Otras configuraciones de transponder son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los que se usan en los repetidores de microondas. En la figura 5, el BPF de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada del LNA. (Un dispositivo normal utilizado como un LNA, es un diodo túnel.) La salida del LNA alimenta a un traslator de frecuencia (un oscilador de desplazamiento y un BPF), que convierte la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja. El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas, amplifica la señal de RF para su transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena. Cada canal de RF del satélite requiere de un transponder separado.

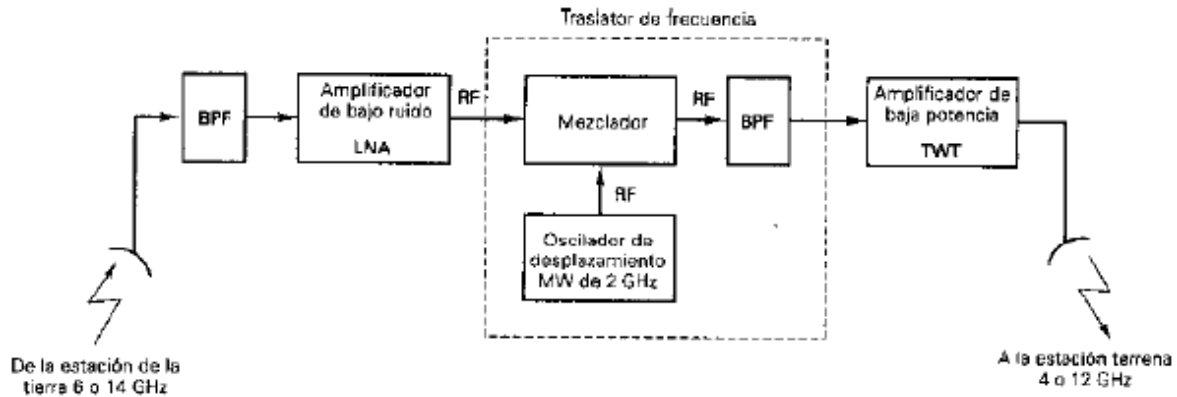


Figura 5. Transponder

3.6.3 Modelo de Bajada

Un receptor de estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. La figura 6 muestra un diagrama a bloques de un receptor de estación terrena típico. Nuevamente, el BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido, tal como un amplificador de diodo túnel o un amplificador paramétrico. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador/ pasa-bandas que convierte la señal de RF recibida a una frecuencia de IF.

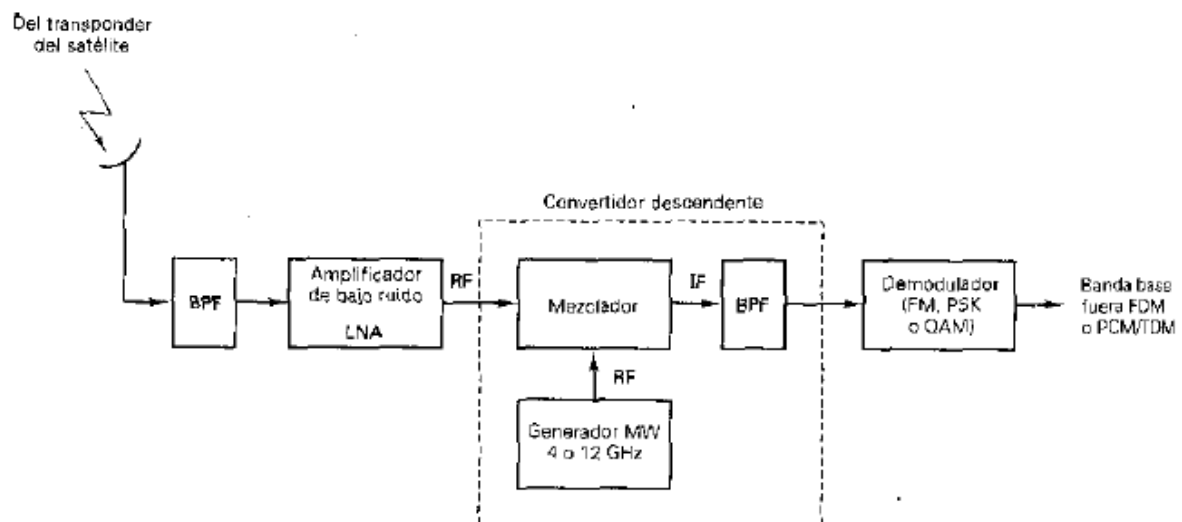


Figura 6. Modelo de bajada del satélite.

3.6.4 Punto a Multipunto

Los satélites tienen la ventaja de poder transmitir la misma señal desde una estación de una red a un número ilimitado de estaciones receptoras dentro de la zona de cobertura. En este caso, todas las estaciones reciben una señal que estará en una misma frecuencia, pues no necesitaran diferenciar a otra señal de diferente frecuencia que podría interferirlas.

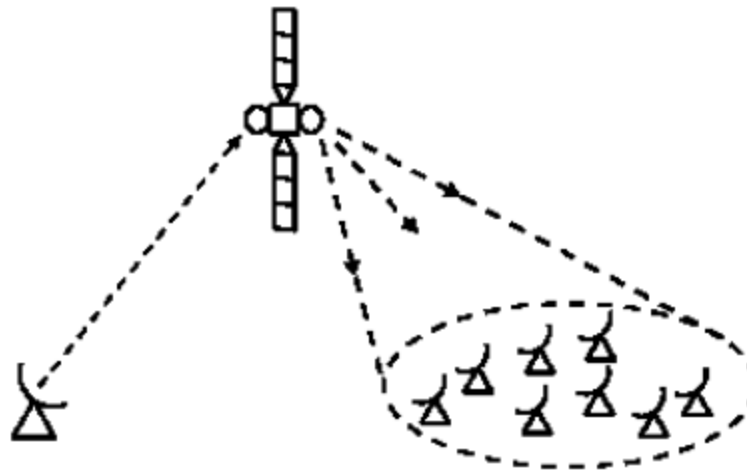


Figura 7. Enlace Punto a Multipunto.

Cuanto mayor sea la potencia de la estación transmisora, mayor será la potencia recibida por las antenas receptoras y menor el tamaño del diámetro de sus reflectores. En este tipo de redes es recomendable aumentar la potencia de la estación transmisora, lo cual reduciría el tamaño de las antenas receptoras, con lo cual se podría reducir costos.

3.7 ESTACIONES TERRENAS

Una estación terrena es un equipo de comunicación con una antena o un conjunto de equipos con antenas, la cual puede tener un extremo de entrada y salida de señales en banda base o en frecuencia intermedia, y otro de radiaciones hacia y desde uno o más satélites. Cada uno de estos extremos se encarga de procesar la señal, con la finalidad de conseguir una transmisión eficiente; y en recepción, una conversión adecuada de las radiaciones recibidas, en replicas fieles de las señales, en la forma que tenían, antes de ser procesadas y transmitidas.

Las estaciones terrenas, en tanto al tamaño y a la complejidad mecánica y eléctrica, pueden variar notablemente pues, podemos tener estaciones físicamente grandes que manejan alta capacidad de tráfico o estaciones remotas físicamente pequeñas como las estaciones VSAT remotas, las cuales tienen capacidades de transmisión y recepción de uno o pocos canales.

Las partes más importantes de una estación de alta capacidad son:

- El sistema de antena
- Los transmisores y receptores
- Los moduladores y demoduladores
- Los procesadores en banda base
- Las interfaces con redes terrenales
- El sistema de energía y la infraestructura general
- El sistema de supervisión, control y comunicación del servicio

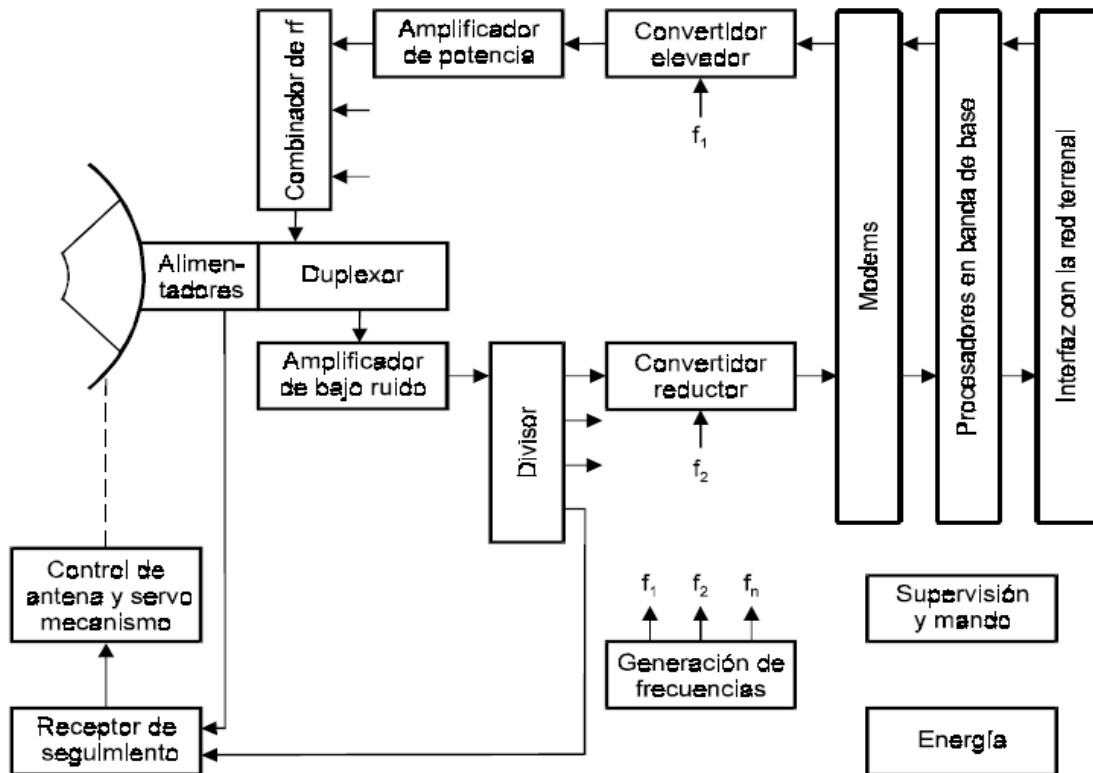


Figura 8. Diagrama Funcional de una Estación Terrena de Alta Capacidad.

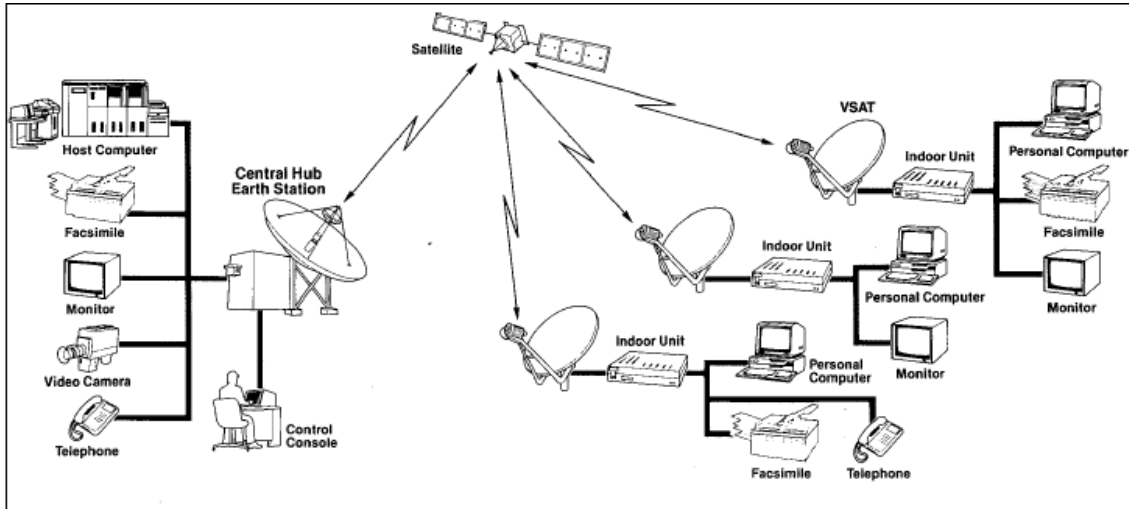


Figura 9. Diagrama a bloques de componentes de una red VSAT.

3.8 ESTACION REMOTA

Es la estación que está situada en un punto lejano al otro lado de la estación terrena, por medio de ella se efectúa el servicio de VoIP, otros. Esta estación comprende de las siguientes partes.

- El sistema de antena
- Unidad Exterior
- Unidad Interior

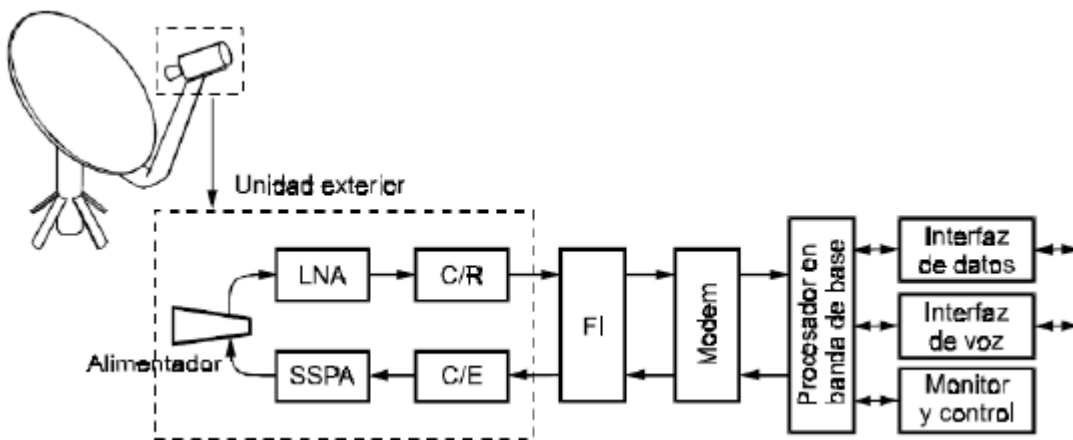


Figura 10. Diagrama de Configuración Funcional Típico de una estación VSAT para voz y datos

3.9 LA ANTENA PARABOLICA

Este sistema incluye el alimentador primario, el reflector, un arreglo de duplexor, para la conexión de receptores y transmisores a la misma antena y un arreglo separado de alimentadores, controles y mecanismos para el seguimiento automático.



Figura 11. Antena parabólica

3.10 TIPOS DE ANTENA

Las más importantes son: Foco primario, OFFSET, Cassegrain y Antena plana.

3.10.1 Antena Parabólica con Foco Primario o Foco central

La forma más simple de antena, que podemos tener en comunicaciones satelitales, es un reflector parabólico con un alimentador primario localizado en el foco (Figura 12).

La superficie de la antena es un paraboloides de revolución. Todas las ondas inciden paralelamente al eje principal se reflejan y van a parar al Foco. El Foco está centrado en el paraboloides. Tiene un rendimiento máximo del 60% aproximadamente, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60% llega al foco y se aprovecha, el resto no llega al foco y se pierde.

Este tipo antenas son las más comerciales dentro del mercado local y se ve que su aplicación es televisión satelital, ya sea privada o abierta.

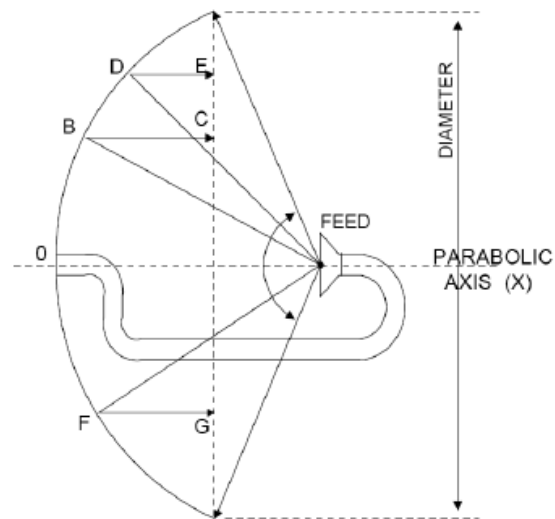


Figura 12. Antena parabólica con alimentador central.

3.10.2 Antena parabólica OFFSET

Este tipo de antena se obtiene recortando de grandes antenas parabólicas de forma esférica. Tienen el Foco desplazado hacia abajo, de tal forma que queda fuera de la superficie de la antena. Debido a esto, el rendimiento es algo mayor que en la de Foco primario, y llega a ser de un 70% o algo más. Las ondas que llegan a la antena, se reflejan, algunas se dirigen al foco, y el resto se pierde.



Figura 13. Antena offset (*Channel Master 0.75 cm Offset Receive Only*)

3.10.3 Antena parabólica Cassegrain

Es similar a la de Foco Primario, sólo que tiene dos reflectores; el mayor apunta al lugar de recepción, y las ondas al chocar, se reflejan y van al Foco donde está el

reflector menor; al chocar las ondas, van al Foco último, donde estará colocado el detector.

Se suelen utilizar en antenas muy grandes, donde es difícil llegar al Foco para el mantenimiento de la antena.

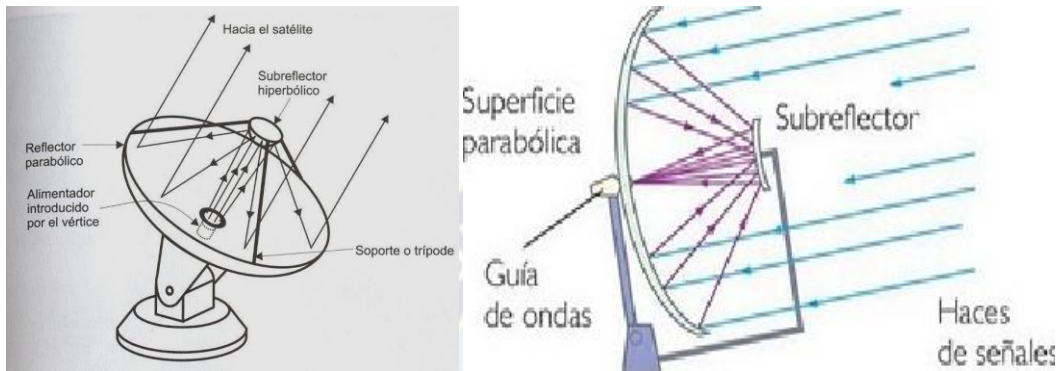


Figura 14. Antena parabólica Cassegrain.

3.11 ORIENTACIÓN

La orientación de la antena se basa en el cálculo de los ángulos de elevación y azimut derivado de parámetros de la posición del satélite y de la estación terrena.

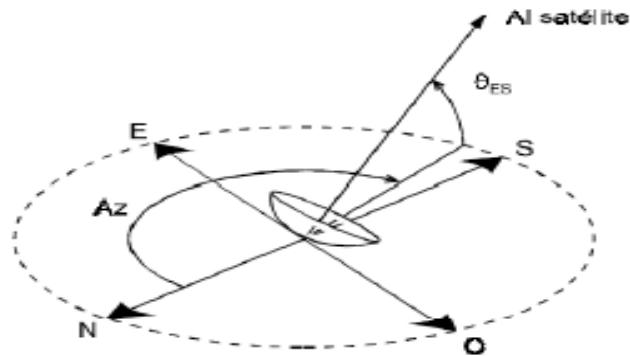


Figura 15. Ángulos de acimut (Az) y elevación (θ_{ES}) de la antena de una estación terrena o estación remota.

Para calcular estos ángulos, podemos utilizar la siguiente fórmula, que es aplicable para satélites, que están en la órbita geostacionaria.

$$\cos(\theta_{ES}) = \frac{42165}{d} (1 - \cos^2 \phi \cos^2 \Lambda)^{\frac{1}{2}} \quad \text{grados}$$

$$\tan(Azm) = \left| \frac{\tan \Lambda}{\sin \phi} \right| < 90 \quad \text{grados}$$

donde

Φ = latitud de la estación terrena

Λ = diferencia entre la longitud del satélite y de la estación terrena

d = distancia en Km. de la estación terrena al satélite

si la estación terrena está:

Al Noreste: $Az = 180 + Azm$

Al Noroeste: $Az = 180 - Azm$

Al Sureste: $Az = 360 - Azm$

Al Suroeste: $Az = Azm$

3.12 PARÁMETROS DE LA ANTENA

Los parámetros importantes de una antena son la ganancia, la Directividad, el Ruido de la antena, los cuales solo se describirá conceptualmente, no se mostraran formulas de calculo matemático.

3.12.1 Ganancia

La ganancia de la antena es la relación, entre la potencia radiada de la antena en una dirección dada y la potencia radiada por una antena isotrópica, alimentada con la misma potencia. La ganancia es máxima, en la dirección de máxima radiación.

3.12.2 Directividad

Es una medida del ángulo sobre el cual mayor ganancia ocurre; este ángulo representa la anchura del haz a media potencia (HPBW), entre dos direcciones

simétricas, respecto del eje de radiación máxima; en donde la potencia transmitida o recibida es la mitad de la potencia máxima.

$$HPBW = \frac{\lambda}{D\sqrt{\eta}} * 57.29$$

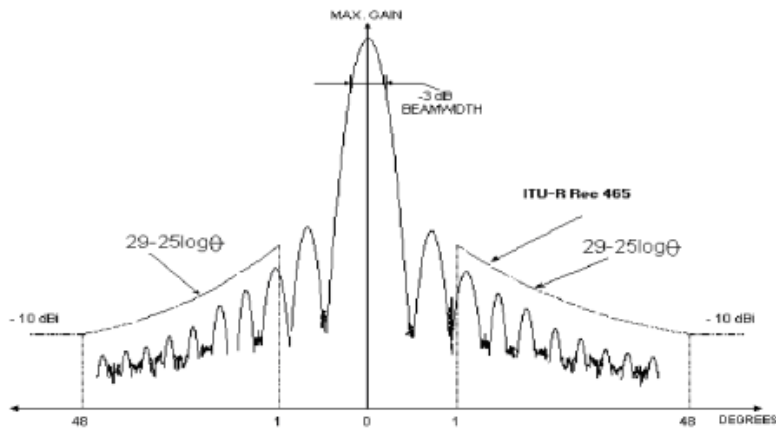


Figura 16. Diagrama de radiación de la Antena y el Ancho del Haz

3.12.3 Ruido de la Antena

El ruido de la antena incluye todos los ruidos externos que entran a la antena, a través de su lóbulo principal y sus lóbulos secundarios. El ruido de la antena varía con la frecuencia, el ángulo de elevación y la concentración de la humedad en la superficie.

Estos factores son muy importantes para casos de diseño e implementación de remotas maestras, además que el proveedor del satélite necesita homologar la antena que se vaya a utilizar, para garantizar una portadora con el menor ruido posible o en todo caso con valores discriminables.

3.13 ALIMENTADORES

Los principales elementos que participan en la alimentación de energía a los reflectores son los radiadores primarios, los cuales realizan el acoplamiento electromagnético con el medio de propagación de modo que la energía pueda

propagarse eficientemente en una dirección sin que se refleje en una proporción importante en sentido contrario.

3.14 POLARIZACION

La polarización de las ondas radiadas o recibidas por una estación terrena corresponde a la orientación de su vector eléctrico, que siempre es perpendicular a la dirección de propagación, el cual puede conservar su orientación o girar alrededor del eje de propagación.

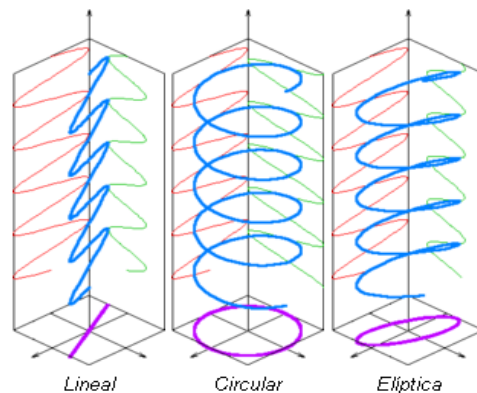


Figura 17. Tipos de polarización Lineal y Circular

3.14.1 Polarización elíptica

El vector campo eléctrico gira, pero su amplitud no es constante, teniendo una dirección en que es máxima y otra en que es mínima, siendo la relación de amplitudes.

$$E_{m\acute{a}x} / E_{m\acute{i}n} = R.$$

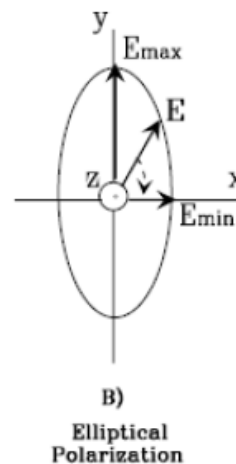


Figura 18. Polarización Elíptica

3.14.2 Polarización lineal

Idealmente R es infinita, por lo que el vector campo eléctrico no gira. La polarización lineal vertical es ortogonal respecto de la polarización lineal horizontal.

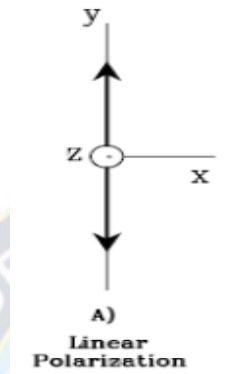


Figura 19. Polarización Lineal.

3.14.3 Polarización Circular

Idealmente $R = 1$, el vector puede girar en el sentido de las manecillas del reloj visto en dirección de la propagación, denominándose dextrógira, o en sentido contrario, denominándose levógira, considerándose ortogonales entre sí. La polarización circular puede considerarse como la suma de dos componentes de igual amplitud, polarizadas linealmente, que tienen una diferencia de fase de $\pi/2$ radianes.

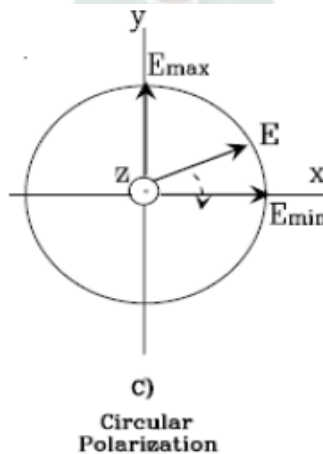


Figura 20. Polarización Circular

En una misma antena, si es necesario, se pueden recibir y transmitir simultáneamente dos polarizaciones ortogonales

3.15 TRANSMISORES Y RECEPTORES

3.15.1 Transmisores

La etapa de transmisión está constituida básicamente por los convertidores elevadores (C/E) y por los amplificadores de potencia. El p.i.r.e. del enlace ascendente es el parámetro más importante, de la etapa transmisora de una estación terrena; que al operar con un determinado satélite, la potencia del amplificador de radiofrecuencia puede variar desde una fracción de Watt hasta varios kilowatts dependiendo principalmente de la ganancia de la antena, de la cantidad de canales por transmitir y del ancho de banda de cada uno. Además es posible distribuir los canales por transmitir, entre diversos canales de potencia.

Los amplificadores de potencia que se utilizan en las estaciones terrenas son de tres tipos: amplificadores de estado sólido (SSPA), amplificadores de tubos de ondas progresivas (TOP), y los amplificadores de tubos Klistrón, tales que no se describirá sus características correspondientes.

3.15.2 Receptores

La etapa de recepción está compuesta por el amplificador de bajo ruido (LNA), el convertidor reductor (C/R), y el demodulador; en estaciones terrenas de gran Capacidad, estas etapas vienen por separado, en tanto que estaciones pequeñas como las estaciones tipo VSAT, todas estas etapas vienen en un solo dispositivo compacto denominado LNB (*Low Noise Block Down converter*), el cual integra las etapas, del amplificador de bajo ruido y del convertidor reductor, este dispositivo se instala directamente en la antena. El LNB abarca toda la banda, la cual es convertida en su totalidad en frecuencia Intermedia y sale por cable coaxial, eliminando la necesidad de guías de onda.

Los **LNB (*Low Noise Block*)** actuales tienen ganancias típicas de 60 a 70 dB, temperaturas de ruido de 45 a 150 K en banda Ku y desde 20 K en banda C, a 20°C.

Existe una variedad de amplificadores como son: el LNA (*Low Noise Amplifier*), amplificador de bajo ruido, que está compuesto por un sistema amplificador y una guía de onda; el LNB (*Low Noise Block*) bloque amplificador de bajo ruido, que se compone de un LNA y la antena dipolo en un solo bloque; y el LNC (*Low Noise Converter*), conversor de bajo ruido, éste es similar al LNA, la diferencia es que recibe y emite mediante el mismo dispositivo la señal y la convierte en otra.

Los LNB se utilizan cada vez más, ya que es la mejor alternativa cuando se necesita selección independiente de canales para múltiples receptores, esto permite diseñar un sistema simple y a bajo costo.

Los LNB entregan una frecuencia en el rango de la banda L (940 a 1750 MHz); para esto se utilizan cables con pérdidas menores en los tendidos largos como el cable coaxial RG-6 o RG-59.

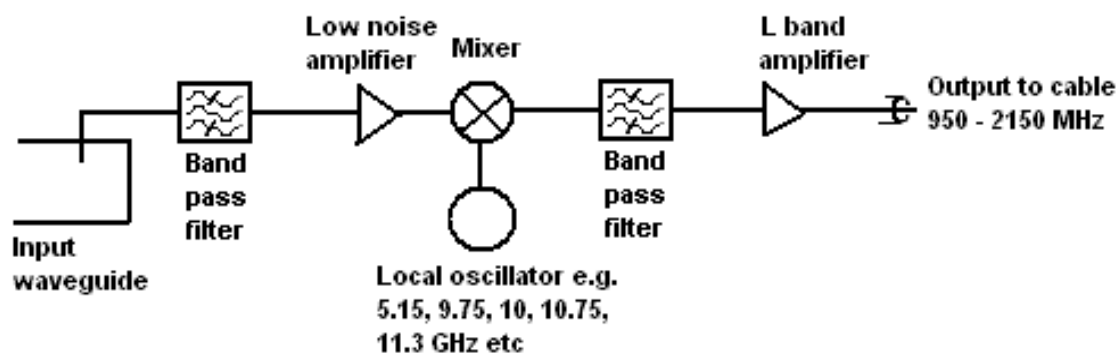


Figura 21. Diagrama de Bloques de un LNB

3.16 INTERFACES PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION

El cableado utilizado para interconectar el Gateway Remoto con el BUC y el LNB, dependerá del MODEM utilizado, pues se podría utilizar para la conexión con el BUC cable Belden 9913 (50 Ohmios) o Belden 1694A (75 Ohmios), la conexión con el LNB será siempre utilizando el cable Belden 1694A (75 Ohmios)



Figura 22. Cables coaxiales para Tx y Rx.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO DE APLICACION

4.1 ESTRUCTURA GENERAL

Nuestro sistema está centrado en una estación remota satelital para dar servicio de VoIP(voz y datos) con un equipo modem Idirect, el cual se lo hará tal cual se nuestra el siguiente diagrama de bloques.

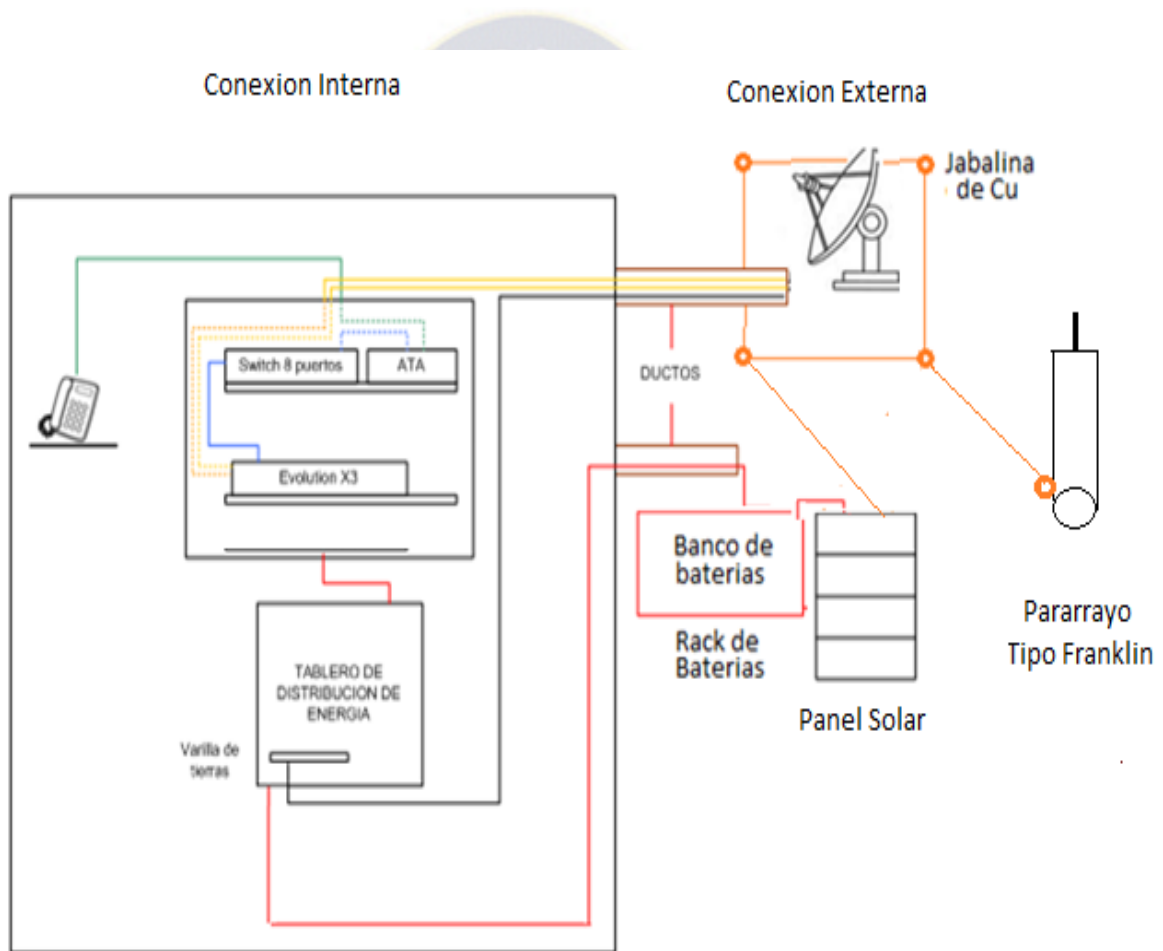


Figura 23. Diagrama de bloques del proyecto en descripción.

Como se presento en los objetivos específicos del proyecto, para efectuarlo, lo haremos explicando paso a paso las técnicas de diseño y planificación.

4.2 PLANIFICACION DEL PROYECTO

Para realizar la planificación del estudio para implementación de una estación remota Vsat IP, se seguirán los siguientes pasos:

- Diseño de la implementación considerando normas referenciales para obras civiles, montaje de antena, montaje unidad externa, montaje unidad interna, Red, Energía, Sistema de Puesta a tierra y Protección.
- Estudio de campo para decidir sobre las posibles ubicaciones para la instalación de la antena, equipos de RF (radio frecuencia), Red, Energía, Sistema de Puesta a tierra y Protección.
- Citar y en algún caso describir las herramientas mínimas para el trabajo.

Para mostrar de forma detallada de este proyecto el cual será totalmente aplicativo para posteriores ejecuciones reales, se lo hará empleando tomas fotográfica de localidades donde se realizaron la instalación de equipos ldirect.

4.3 HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS DE PRUEBA Y MATERIALES

4.3.1 Herramientas mínimas

Para operar en la ejecución del trabajo de instalación, se requiere tener a mano las siguientes herramientas:

- Un juego de llaves fijas.
- Llave ingles o crecen uno grande para fuerza la otra puede ser pequeña.
- Alicates de fuerza, corte, punta, grimpers para red, otros.
- Un juego de destornilladores.
- Cúter o estilete, sierre metálica, taladro.
- Brújula para orientar la antena.
- Inclino metro para orientar la elevación del plato.

Véase la siguiente figura:



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



f)



g)

Figura 24. Herramientas: a) Brújula, b) llave inglesa, c) llaves fijas, d) destornilladores, e) juego de alicates, f) taladro, g) sierra metálica.

4.3.2 Instrumentos de prueba

También es importante poseer los siguientes instrumentos de medida:

- Medidor de tierra, nos permite conocer la resistividad del sistema de aterramiento.
- Multitester , con preferencia digital
- GPS, nos permite obtener los datos geográficos del sitio.
- computadora móvil, el cual se utiliza para hacer el apuntamiento mediante el software correspondiente.



(a)



(b)



(b)



(d)

Figura 25. Instrumentos de prueba: a) tester digital, b) medidor de tierra digital, c) GPS, d) computadora móvil.

4.3.3 Materiales de instalación

Para la instalación citaremos el material mínimo para la instalación.

No	Descripción del material
1	Tubo galvanizado de 4" 2 m.
2	Soldadura de travesaños de fierro P/tubo
3	Perno 3/4" conector Zapato en tubo Gal
4	Bolsa de Cemento
5	maderas de 50cmX15cm P/ pretil base de Antena
6	Clavos P/ base Pretil
7	Arena
8	Piedra

Tabla 2. Materiales para la instalación.

4.3.4 equipos de instalación

Se detallan en la siguiente tabla:

ITEM	DESCRIPCION
1	Antena 1.2 m
2	Buc banda KU 4w
3	Lnb banda KU
4	Feed horn banda KU
5	Canister de antena de 1.2
6	cable coaxial RG 6
7	Conectores F de compresión
8	Tablero de energía
9	Transformador aislador 1KVA
10	UPS de 1KVA
11	Rack de Equipos
12	Modem idirect x3 evolución
13	Ata audio codes MP-202
14	Switch SD-208 de 8 puertos
15	Un teléfono analógico siemens

Tabla 3. Detalle de equipos a instalar.

4.4 DISEÑO DE INSTALACIÓN TERMINAL REMOTA SATELITAL VSAT

4.4.1 Prospección del sitio

Previamente, se realiza una inspección del sitio donde se pretende hacer una instalación remota de una antena parabólica el cual se la realiza visitando el sitio y tomando en cuenta los datos descritos por el responsable del sitio, localidad, institución, otros.

En esta primera visita debe el ingeniero y/o técnico responsable del trabajo, debe asegurarse que el sitio sea adecuado para la instalación, verificar los siguientes factores:

- que exista un ambiente cerrado donde se pueda instalar los equipos de modulación y distribuidores de la red interna (modem satelital, switch, teléfono fijo, ups, y otros).
- Que el terreno donde se pretende ejecutar el trabajo, esté libre de la línea de vista de la antena parabólica al satélite (con datos que se obtienen de la base de datos de las posiciones en el espacio de cada satélite).
- Ver si existe energía comercial en el sitio. Si el caso fuera de que no se cuente con energía comercial, ver la posibilidad de hacer la instalación con energía solar (mediante paneles solares).
- Tomar datos características del terreno (si es rocoso, arenoso, etc.), para después planificar el material de aterramiento.

4.4.2 Instalación de la antena

Se la realiza en una segunda visita al sitio, donde antes de hacer la instalación se debe verificar los datos referenciales en la primera visita, donde se debe tener en cuenta lo siguiente:

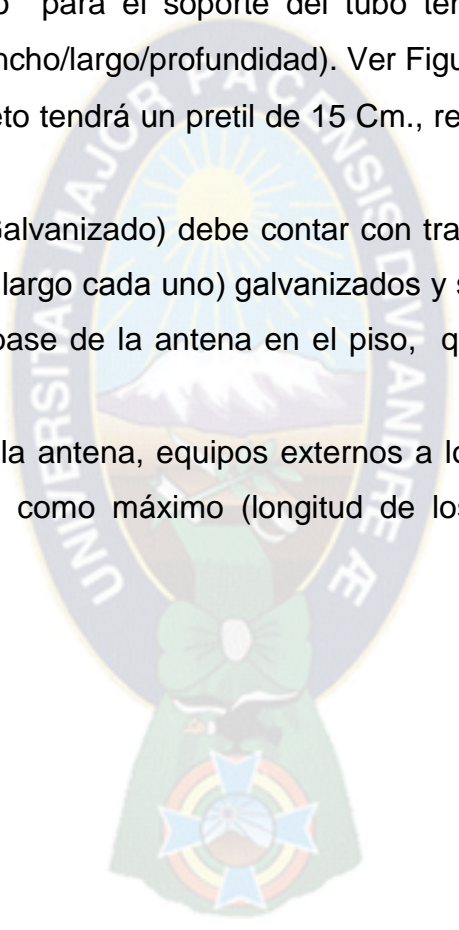
- Espacio disponible, para la instalación de la antena y sus equipos externos de aproximadamente 4m x 4m y en lo posible verificar una línea de vista disponible entre el norte a este geográfico, a una altura de 1.5 metros para arriba aproximadamente.
- La separación de esta antena parabólica, a los equipos internos, debe ser aproximadamente de 15 a 30 metros como máximo.
- Ambiente para los equipos internos, de 2x2 m² como mínimo.
- Distancia entre el ambiente de los equipos hasta el teléfonos no mayor a 20 metros.
- Sistema de energía: sistema de energía solar de acuerdo a requerimiento.

En este proyecto se empleara una estación con una antena OFFSET.

El montaje de la antena se realiza sobre un tubo galvanizado de 2.5 pulgadas de diámetro, según las especificaciones del fabricante totalmente vertical y en nivel. Este tubo deberá ser parte de la base de antena

La base para el soporte de la antena, estará compuesta por un tubo galvanizado de 2.5 pulgadas de diámetro y una longitud de 2 metros; el montaje debe considerar:

- Base de concreto para el soporte del tubo tendrá las dimensiones de 80x80x100 cm (ancho/largo/profundidad). Ver Figura 48
- La base de concreto tendrá un pretil de 15 Cm., respecto a la superficie del terreno
- El soporte (tubo Galvanizado) debe contar con transversales de fierro tipo "L" (de 40 cm, de largo cada uno) galvanizados y soldados, para garantizar la sujeción de la base de la antena en el piso, que será empotrada en la base de hormigón.
- La separación de la antena, equipos externos a los equipos internos debe ser de 30 metros como máximo (longitud de los cables IFL son de 30 metros)



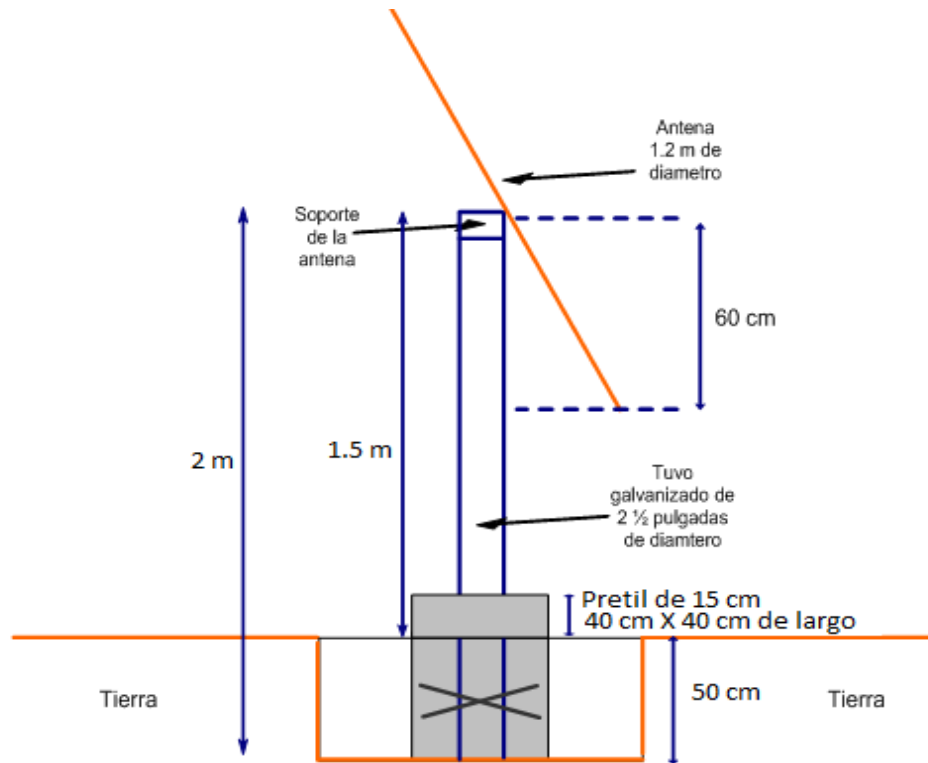


Figura 26. Diseño de la base de la antena.

Con este diseño de la base de antena se garantiza que el alineamiento no sufrirá variación debido a vientos de 90 a 120 Km/h como se muestra en la figura 27a.

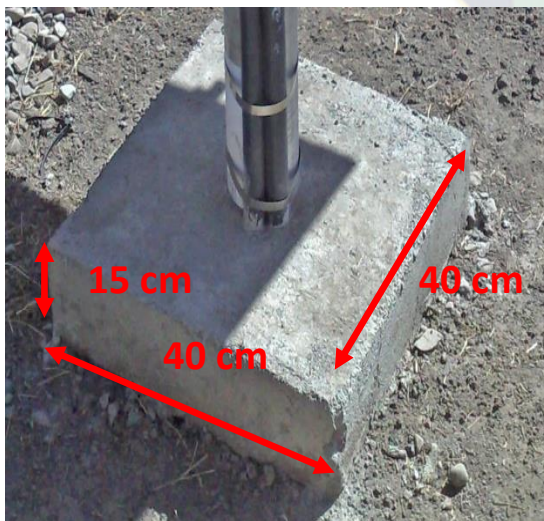


Figura 27(a)



figura (27 b)

Figura 27. Foto real de una base.

Cuando se realiza el vaciado del tubo, el técnico debe asegurarse que paralelamente se adjunte dos poli tubos dentro el concreto, el cual es un conducto del cable desnudo de aterramiento y el otro para los cable RF que deben ir por debajo del suelo. El concreto por lo mínimo debe secar 24 horas para asegurar que no existan rajaduras en el concreto antes de montar el plato parabólico.

4.4.3 Sistema de aterramiento

El sistema de aterramiento es de tipo malla cuadrangular con cuatro polos de disipación (figura 28). Se Ubica alrededor de la base de la antena con dimensiones de 2.4 metros por lado.

En cada esquina de la malla se enterrarán jabalinas de cobre de cinco octavos de pulgada de diámetro y de 2.4 metros de profundidad, estas estarán unidas con cable de cobre desnudo AWG 2/0, la unión entre el cable desnudo y jabalinas se realizará con soldadura cadwell, el cable 2/0 debe estar enterrada a una profundidad mínima de 30cm.

Diagrama de la malla de aterramiento:

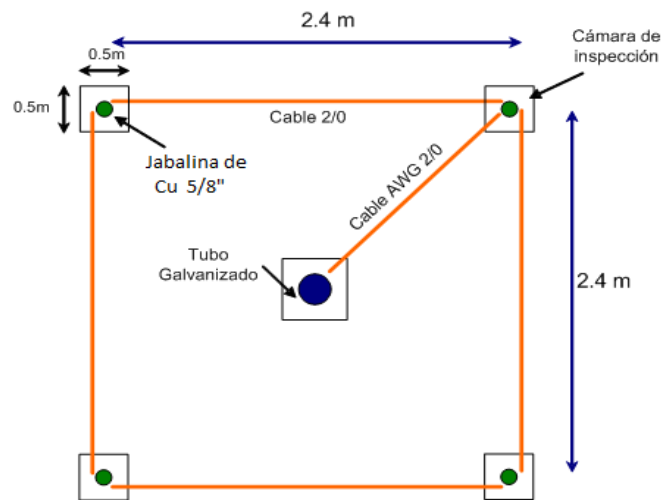


Figura 28. Malla del aterramiento.

En una de las esquinas se instalará una cámara de inspección de 30x30x30 cm de concreto con tapa adecuada (ancho, alto, profundidad, con paredes de 2.5 cm de

grosor) para realizar la medición de tierras, desde este punto existirá una unión con el tubo galvanizado mediante cable de cobre desnudo AWG 2/0.

Ubicación de la cámara de inspección en una esquina:

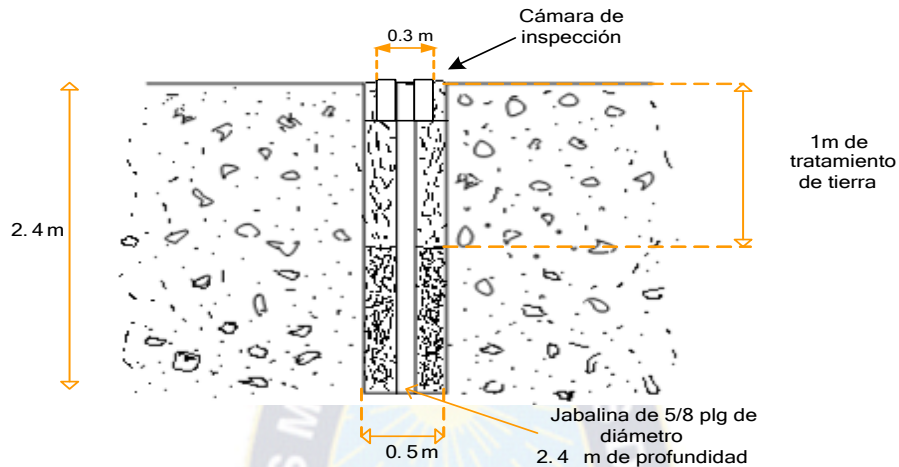


Figura 29. Cámara de inspección.

El tratamiento a realizarse en cada fosa comprende aditivos químicos y naturales constituidos por geogel (una bolsa de 7 kgr. Por cada jabalina), carbón y tierra negra, estos combinados o no, en función del tipo de terreno. Las fosas tendrán una dimensión de 0.50 x 0.50 x 1.00 metros (largo x ancho x profundidad).

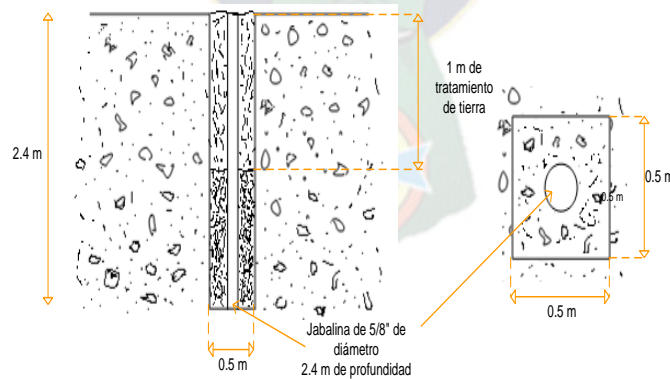


Figura 30. Cámara de inspección.

Con este arreglo y tratamiento de la tierra se garantiza un nivel de resistividad $\leq 5 \Omega$. En caso de que no se logre alcanzar este nivel de resistividad se debe

aumentar una quinta jabalina. Diagrama de la malla de aterramiento con cinco jabalinas:

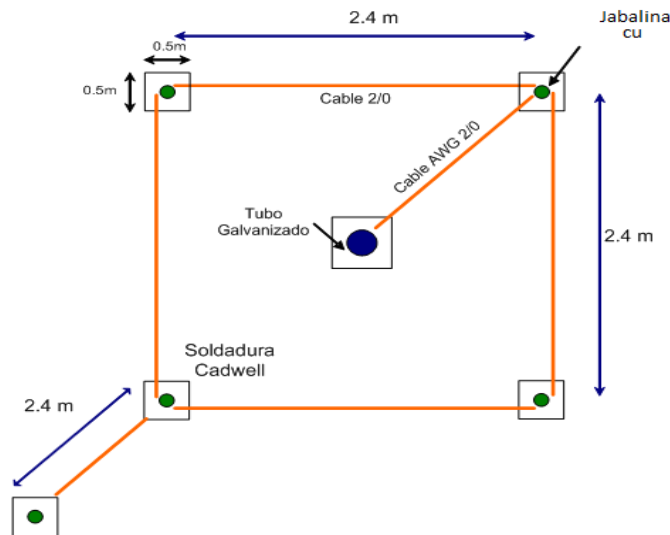


Figura 31. Diagrama de aterramiento de 5 jabalinas.

4.5 INSTALACION DE EQUIPOS Y CONEXIONES

4.5.1 Conexiones externas

La malla del sistema de tierra terminara en el tubo galvanizado (soporte de la antena) la unión al cable AWG 1/0 será por medio una terminal tipo zapato 1/0 ubicado a 40 centímetros de la base, este punto será usado como punto de distribución de tierra hacia el BUC y hacia la barra colectora de tierras ubicada en el ambiente de equipos internos.

La conexión entre el punto de distribución de tierra y el BUC será con cable AWG # 10 (6 mm) verde-amarillo, con sus respectivos terminales de ojo en cada extremo de la conexión.

La conexión entre el punto de distribución de tierra a la barra colectora ubicada en el ambiente del telecentro será con cable de cobre AWG No. 4 (16 mm) con sus respectivos terminales de ojo en cada extremo de la conexión, el cual se lo

instalara dentro de un politubo PVC tipo E40 de una pulgada de diámetro, enterrado a una profundidad mínima de 30 cm, en caso de instalación externa se debe sujetar correctamente a la pared con abrazaderas metálicas.

Las dimensiones de la barra colectora del ambiente interno del telecentro deberá ser de Cobre de 15 cm de largo, 2 cm de alto y 3 mm de grosor, deberá tener 6 orificios para el aterramiento de los equipos del telecentro y la terminal satelital.

La conexión entre la barra colectora del ambiente interno hacia e rack de equipos satelitales, el transformador aislador y otros será con cable de cobre de 16 mm (verde – amarillo)

Son dos cables coaxiales RG-8 cada uno de 30 metros de longitud y con conectores F en ambos extremos.

Estos cables coaxiales deberán estar sujetos firmemente, sin obstruir o estar expuestos a posibles deterioros, el trayecto de estos hacia la sala de equipos será preferentemente por lugares no transitables y deben estar protegidos con un ducto adecuado (politubo PVC tipo E40 de una pulgada) en todo su trayecto, el cual debe estar enterrado a una profundidad mínima de 30 cm, en caso de instalación externa se deberá sujetar correctamente a la pared con abrazaderas metálicas.

Los conductos a través de paredes, deben estar hechos convenientemente y estéticamente, evitando posibles interferencias u obstrucciones. En caso de crear daños en el ambiente al realizar las perforaciones o excavaciones se debe realizar las readecuaciones de manera que no existan reclamos por el encargado o dueño de los ambientes.

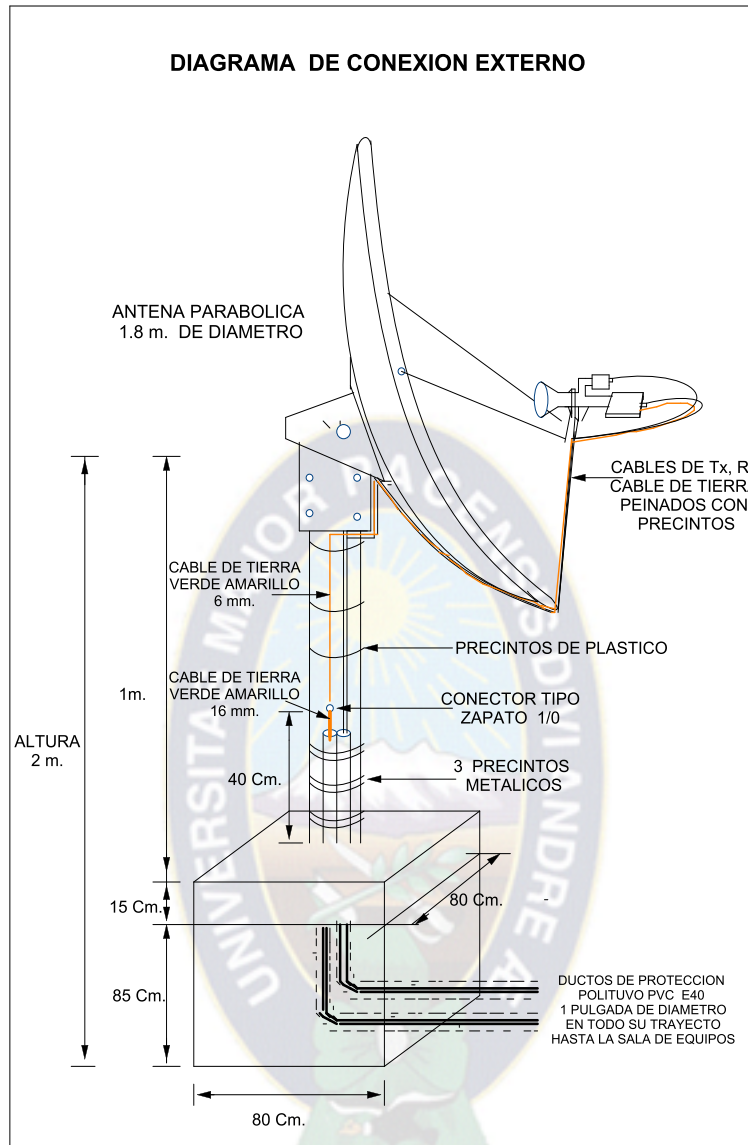


Figura 32. Esquema de conexiones externa.



Figura 33. Imagen fotográfica de una antena ya montada.

4.5.2 Instalación del Feeder, BUC y LNB.

La instalación del Feeder deberá ser realizado en el soporte de Feeder de la antena satelital y estar firmemente aseguradas al mismo y a las varillas de la antena, se debe polarizar de forma correcta el Feeder de tal forma de obtener una relación de polarización cruzada lo más grande posible

Los equipos (BUC y LNB) estarán firmemente sujetos al Feeder de la antena y sellados con silicona en las uniones al Feeder, los puntos de unión de los cables IFL Tx/Rx al BUC y LNB estarán sellados con cinta vulcanizante y recubiertos con silicona respectivamente.

La longitud de los cables de transmisión y recepción estará en función de cada sitio, teniendo como referencia una longitud máxima de 30 metros.



Figura 34. Foto del FEED, LNB Y BUC.

4.5.3 Conexiones internas

Los equipos a instalarse que serán provistos son los siguientes:

- Modem Satelital
- ATA (Adaptador VOIP).
- Roseta telefónica
- Aparato telefónico de mesa
- Switch 8 puertos 10/100 Base T
- Protector de red y protector de línea telefónica.
- Tablero de distribución de energía AC
- Transformador aislador (2 KVA)
- UPS (3 KVA)
- Protector de transientes AC
- Rack de pared de 4 pisos con dos bandejas para alojar equipos

La instalación y puesta en marcha de estos equipos deberán ser de acuerdo a las normas y especificaciones de los fabricantes.

4.5.4 Instalación de los equipos en el rack

Los equipos: router satelital, switch, ATA, protectores de red y de línea telefónica serán instalados en rack de pared interior de 54x35x54 cm (ancho, alto, profundidad), el rack estará ubicado sobre 1.8 metros sobre el nivel del piso y será debidamente sujetado a la pared.

Los cables de entrada y salida del rack (IFL Tx/Rx y de energía), deben estar instalados estéticamente y debidamente protegidos a manipuleos indebidos, sin embargo el acceso debe ser fácil para su mantenimiento y claramente identificados.

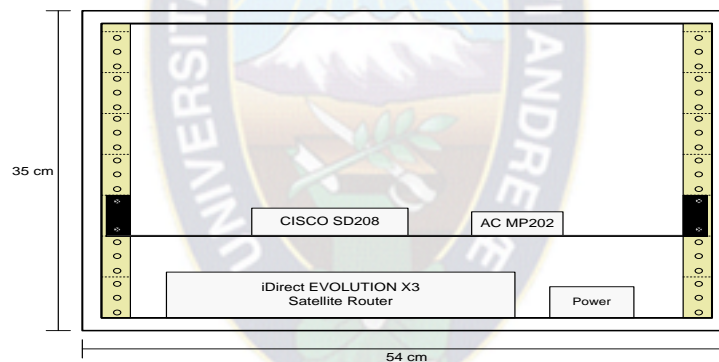


Figura 35. Esquema de rack de equipos.

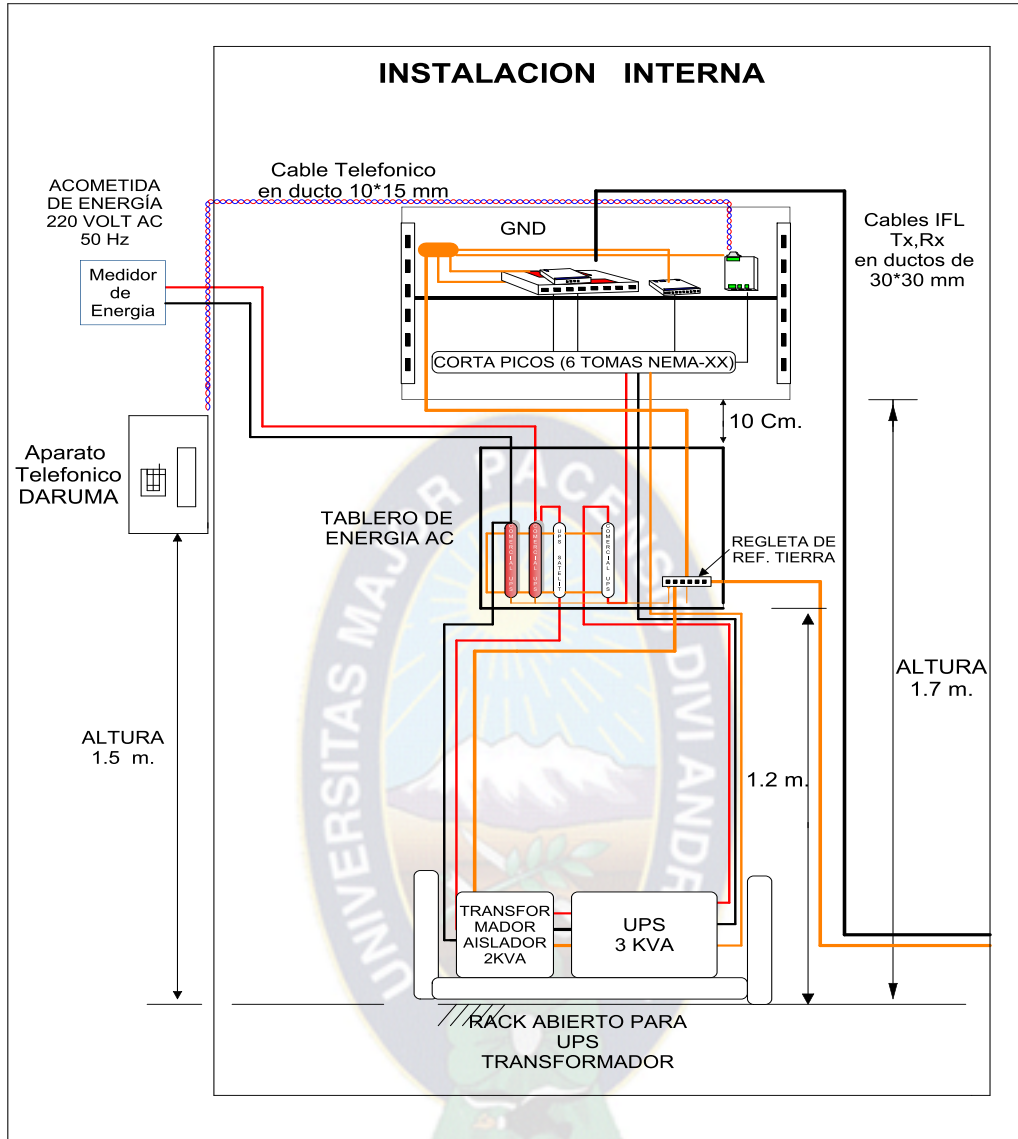


Figura 36. Instalación Interna de los equipos.

4.5.5 Instalación del aparato telefónico

La ubicación e instalación del aparato telefónico debe estar en un lugar adecuado y que no esté expuesto a daños externos.

La distancia del ATA MP-202 al aparato telefónico no será mayor a 20 m.

4.5.6 Instalación del tablero de distribución de energía DC

El tablero de distribución DC tiene las siguientes dimensiones: 40x40x20(ancho, alto, profundidad). En el diagrama de distribución de energía DC (ver diagrama de distribución DC) se puede observar las conexiones que se realizaran desde el panel solar hacia el tablero, esto se realizara con cable AWG 8 (multifilar), la conexión de las baterías se realizará con cable AWG 8.

El tablero debe componer de: protectores de Transientes, termomagnéticos, barra de tierra de 12 polos donde se conecta el cable de tierra de 16 mm², y demás protecciones requeridas para el sistema remoto DC.

El peinado de los cables de energía y tierra deben estar debidamente ubicados, tal que no debe existir sobreposición de estos, evitando recalentamiento y posibles corto circuito. Ver figura 23.

4.5.7 Sistema de energía solar

En muchas poblaciones no se cuenta con energía comercial, por lo cual es necesario describir un sistema de energía solar.

4.5.7.1 instalaciones del panel y obra civil

Se establece las siguientes especificaciones, en la Instalación y puesta en servicio de una terminal Satelital (Vsat-IP) con el sistema de energía solar.

Previamente a la instalación de la base se realizará la verificación del azimut eligiéndose el mejor sitio para el apuntamiento adecuado y tendido de cableado eficiente.

La base para el soporte de los paneles solares estará compuesta por un tubo galvanizado de 4 pulgadas y una altura de 2 metros.

Este soporte debe tener soldados/unidos transversales de fierro tipo "L" (de 40 cm, de largo cada una) galvanizados para garantizar la sujeción de la base de la antena en el piso, esta será empotrará en la base de hormigón

La ubicación de la base del panel solar se realizará previa verificación del azimut, elevación, eligiéndose el mejor sitio para el apuntamiento (libre de obstrucciones a los rayos solares) y tendido del cableado eficiente.

La base de hormigón para el soporte de los paneles, debe ser de 50 x 50 x 65 cm., (largo x ancho x profundidad).

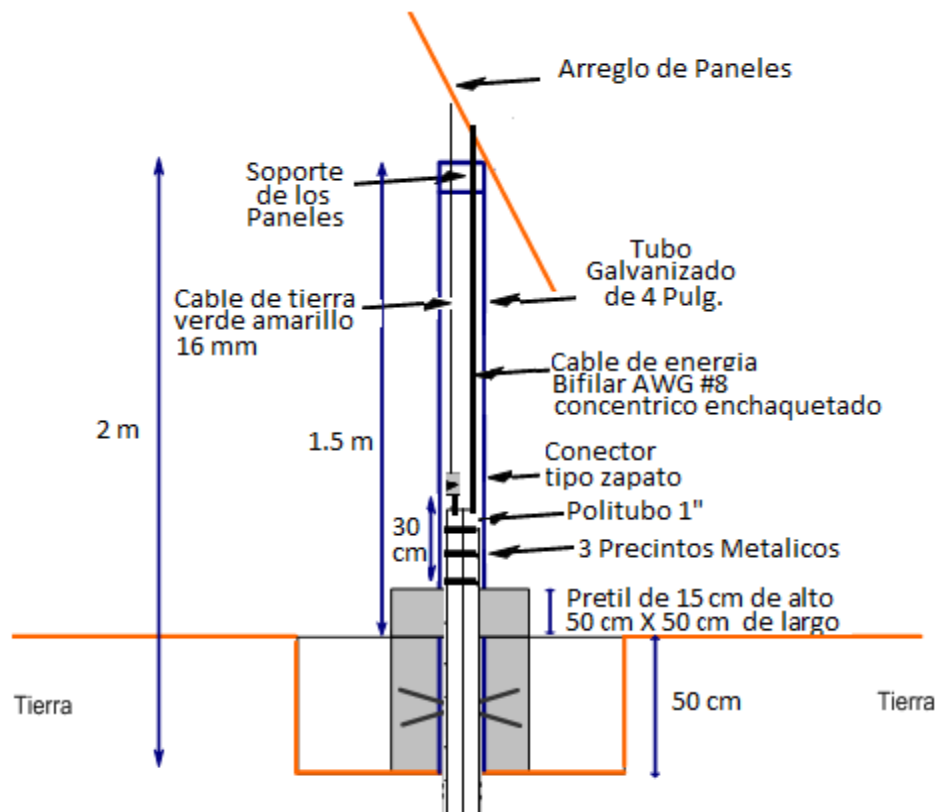


Figura 37. El diagrama muestra las dimensiones que tendrá la base del panel.

4.5.7.2 Aterramiento para el panel solar

Se realizara la conexión en uno de los polos de la malla del sistema de tierra de la VSAT-IP, en una de las jabalinas de cobre, con cable de cobre AWG 2/0, la unión en este punto será con soldadura cadwell, uniendo al tubo galvanizado del sistema solar por medio de un terminal tipo zapato ubicado a 30 centímetros de la base de cemento, este punto será usado como punto de distribución de tierra a los paneles (ver gráfico 37).

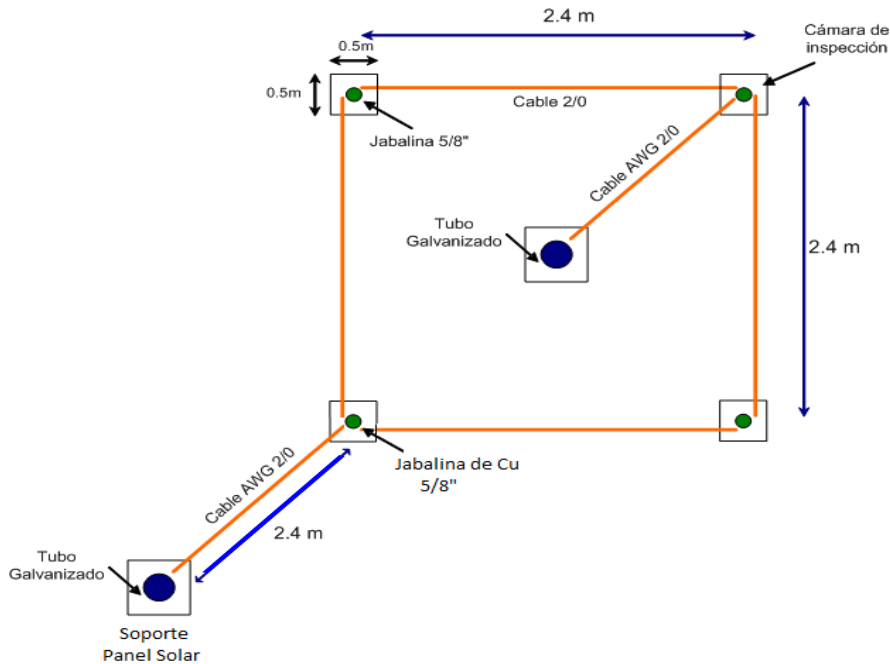


Figura 38. Aterramiento del panel

4.5.7.3 Conexiones

La conexión entre el punto de distribución de tierra en el tubo galvanizado del conector tipo zapato a los paneles solares se lo realizara con cable de tierra verde amarillo de 16 mm con sus respectivos terminales de ojo de 16mm.

Las baterías estarán ubicadas en un lugar seco libre de humedad dentro de un gabinete (Rack de baterías)

La conexión entre los paneles y el banco de baterías será con cable bipolar multifilar enchaquetado AWG #8 (no mayor a 4 m., ó distancia que garantice el correcto funcionamiento y sin perdidas de potencia del sistema) debe estar dentro de un politubo PVC tipo E40 de 1 pulgada de diámetro, el cual estará enterrado a unos 30 a 40 cm de profundidad, en interiores debe estar sujeto correctamente a la pared con cable canal respectivo.

La conexión del banco de baterías al tablero de distribución DC será con cable bipolar multifilar enchaquetado AWG # 8 debidamente peinado con cable ductos firmemente y sujetos a la pared.

4.5.8 Sistema de pararrayos

Para el presente proyecto se ha definido la implementación de instalación del sistema de pararrayos tipo Franklin.

4.5.8.1 Instalación de la base del pararrayos

La altura a la cual se ubicará este pararrayos es de 3 metros de altura sobre el nivel del piso, con un tubo galvanizado de 6 pulgadas (ver gráfico 39).

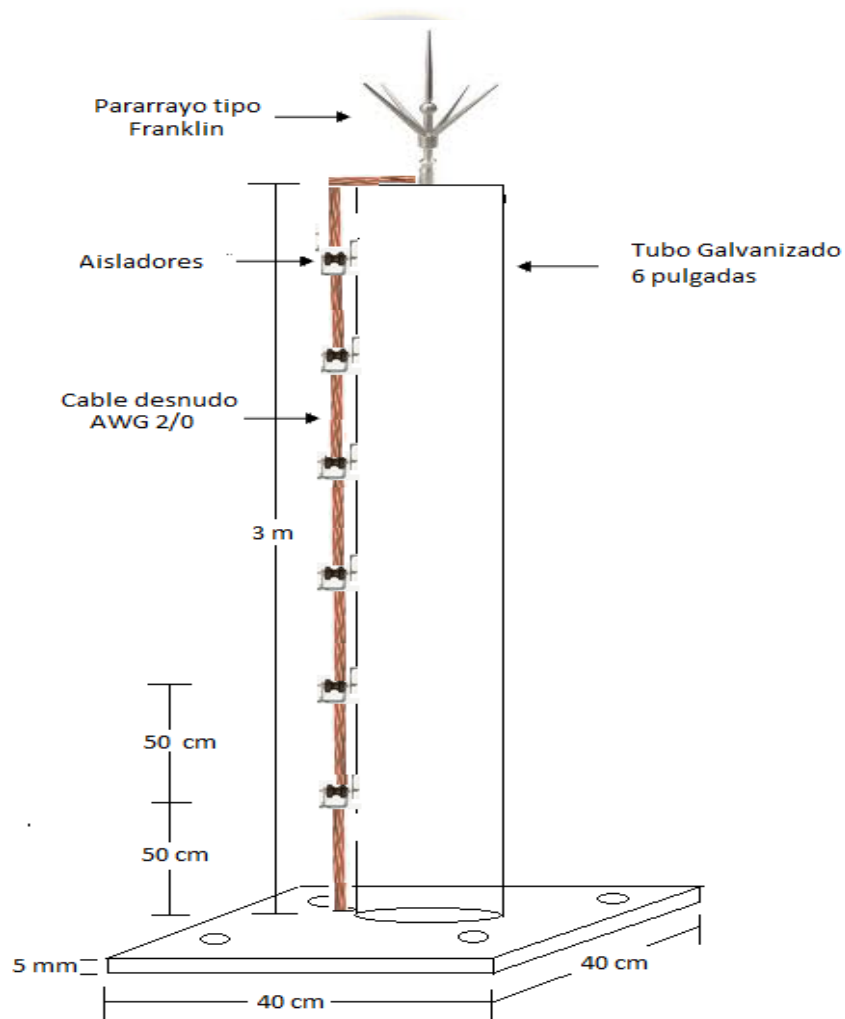


Figura 39. La base de concreto para el pararrayos cumple la estabilidad de altura y peso.

4.5.8.2 Aterramiento

La conexión del pararrayo tipo franklin se lo realizara con cable desnudo de cobre AWG 2/0, el cable deberá estar sujeto al tubo con sus respectivos aisladores de sujeción cada 50 cm hasta el piso donde se unirá a una jabalina de cobre de 2.4 m de longitud y 5/8" de diámetro, la cual esta enterrada en el piso, la unión del cable desnudo de cobre con la jabalina será por fusión (soldadura cadwell),

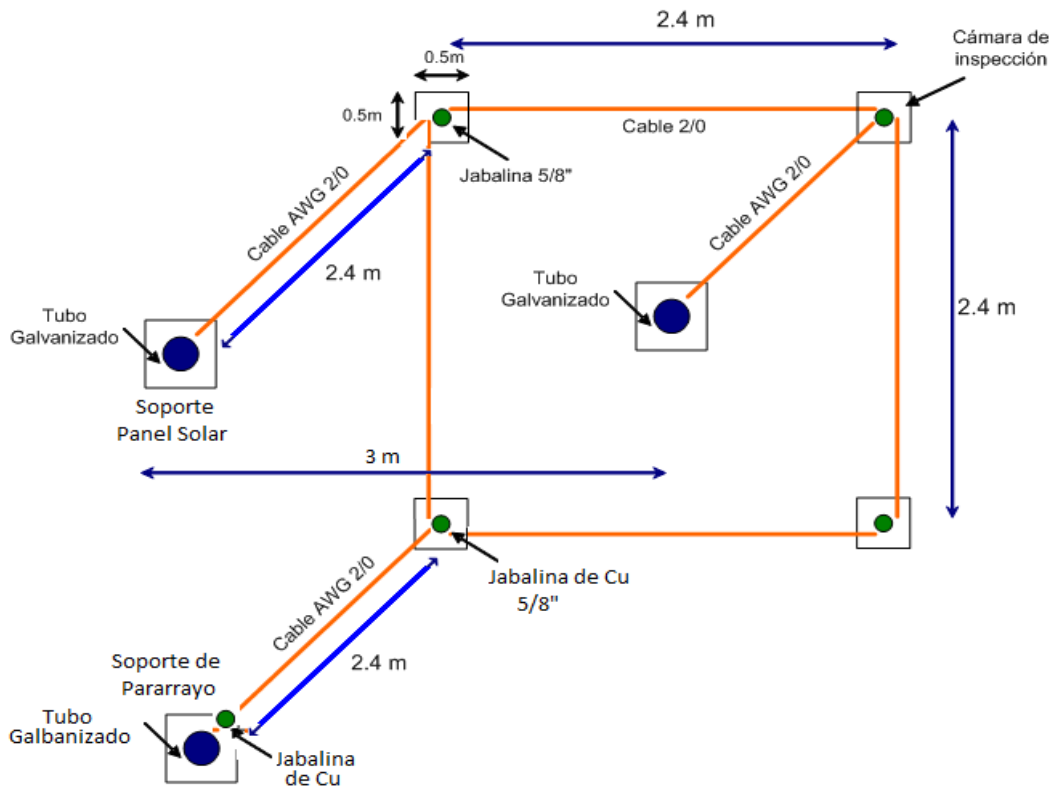


Figura 40. Diagrama de conexión del pararrayo.



Figura 41. Imagen de una estación ya culminada.



Figura 42. Imagen de la instalación interna. Rack, tablero de energía Transformador, UPS y el peinado del cableado.

4.6 ALINEACION DE LA ANTENA

La alineación de la antena se la logra con los datos de ángulo de elevación y azimut y ajuste fino con el que permite encontrar los parámetros óptimos para el buen funcionamiento de la remota. El cual se la realiza conectando el modem idirect a una computadora mediante un cable de red, ingresando al programa de apuntamiento del mismo Isite. Se debe jugar con la antena en elevación y azimut de acuerdo al dato geográfico de apuntamiento, hasta llegar al máximo nivel

Se deberá lograr el mejor nivel de recepción posible de la señal del HUB satelital y realizar el ajuste de potencia de transmisión en coordinación con el HUB de gestión (Pruebas de 1 dB de compresión y pruebas de linealidad)

4.6.1 Configuración del modem idirect en el campo para el apuntamiento.

Para el apuntamiento de la antena se utiliza computadora portátil, en el cual debe estar instalado el programa Isite (figura 43), el software viene envuelto junto al equipo. El modem debe estar conectado al receptor con el cable coaxial, seguidamente se enciende el equipo.

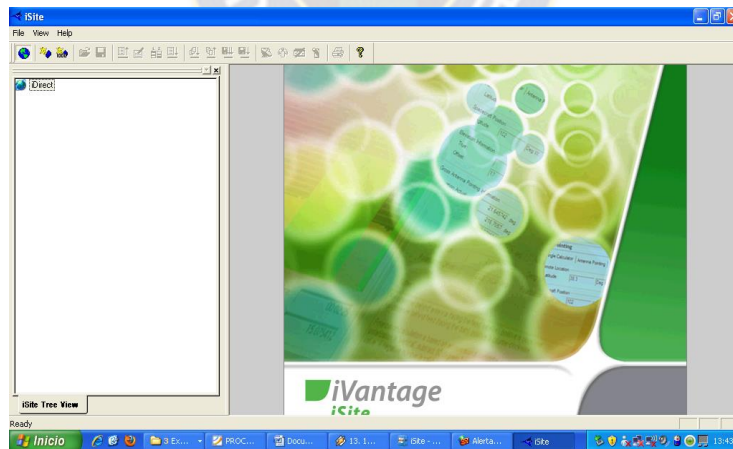


Figura 43. Ventana del software de apuntamiento del modem idirect.

Una vez ya instalada se debe configurar el modem, el cual está sujeto a un programa ya establecido, para ingresar al modem es necesario un cable de red directo (con conector RJ45), o un cable interface db9. En el proyecto se lo realizara

con un cable de red directo, el cual se conecta al puerto LAN, en el modem y a la entrada de red en la computadora, se abre el programa isite en el cual se cargan los datos geográficos del sitio, mediante un archivo evo y otro Linux,

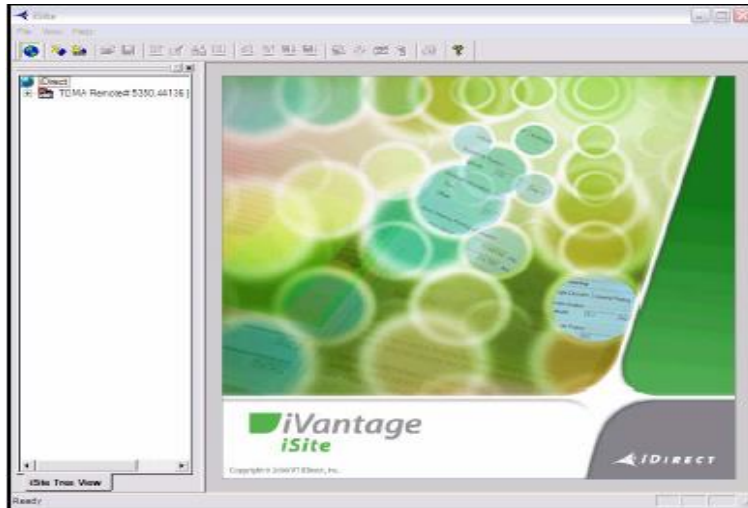


Figura 44. Ventana del programa Isite.

El programa reconoce de forma inmediata al equipo de acuerdo al IP asignado, este se abre haciendo doble clic en el IP como se muestra en la figura (esta se aparece con una x de color rojo resaltado), con el cual aparece el siguiente cuadro



Figura 45. Ventana donde se requiere el password.

En la parte del *password* se debe escribir “iDirect” en algún caso es “p@55w0rd!”, aparece la ventana donde en la parte de herramientas aparecen dos opciones. Se entra a la opción *point* donde muestra la ventana de la figura

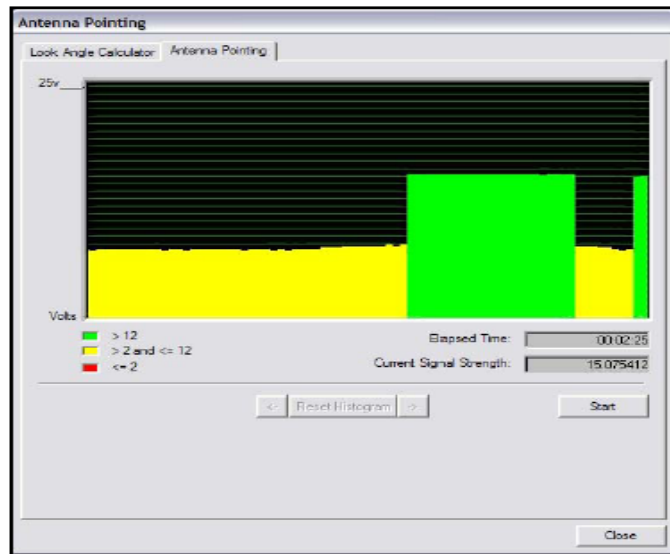


Figura 46. Monitor del comisionado o apuntamiento.

Es en este cuadro donde se realiza el apuntamiento, mientras se va hallando el nivel máximo, este cambia de color de rojo a amarillo y luego a verde donde es el nivel óptimo que está mayor a 12 dB.

A la vez ya establecido el nivel de señal se asegura de la mejor forma posible la antena para que este no sufra movimiento más alguno.

En el proyecto como se definió en los objetivos, es plantear y aplicar la instalación de una antena satelital remota, en el cual se puede utilizar diferentes equipos de enlace que cumpla la misma función, es decir que cuando se hará un trabajo de instalación, el equipo a ser utilizado vendrá con su propio programa de instalación, esto es totalmente diferente al que se está mostrando, por lo cual no se especificara profundamente el modo de la estructuración del lenguaje del archivo de configuración, el proyecto va dirigido a profesionales que instalaran el sistema quienes por ser un trabajo de alto presupuesto, no tiene la opción de hacer pruebas en el sitio, sino este debe ser probado en la estación terrena central, donde se prueba el equipo. En el sitio o estación remota, se debe ensamblar y poner en funcionamiento con las normas y recomendaciones pertinentes.

Una vez realizada el apuntamiento, se debe apagar el equipo para luego conectar el cable de transmisión, finalmente el equipo quedara enlazado en 5 minutos aproximadamente.



Figura 47. Modem idirect.

4.6.2 Pruebas de calidad y registro de equipos

Al concluir la instalación se realizaran pruebas del correcto funcionamiento del sistema realizando pruebas de conexión a la red Internet, llamadas salientes, entrantes, verificando los niveles de transmisión y recepción en el modem satelital lado HUB y lado Remoto.

4.6.2.1 Pruebas de enlace

Una vez terminado el trabajo, llamar al HUB SATELITAL quienes se realizarán las pruebas de calidad de enlace, se deben obtener los mejores parámetros posibles de (C/N upstream), (C/N downstream), (Tx Power), (Rx Power). Todos estos resultados se deben registrar en el formulario de instalación y pruebas.

4.6.2.2 Pruebas de datos e internet

Desde una PC conectada directamente al router satelital realizar pruebas de conectividad ICMP al servidor DNS, los mismos deben tener un tiempo de respuesta RTT aproximadamente entre 530 ms y 800 ms

4.6.2.3 Pruebas de Telefonía

Desde el aparato telefónico realizar llamadas al HUB para la verificación de todos los parámetros de la terminal satelital. Posteriormente realizar prueba de llamadas entrantes desde diversos números.



Figura 48. Técnico haciendo prueba.

CAPITULO V

COSTOS

Se detallara el costo del total de equipos materiales y mano de obra empleada en la siguiente tabla.

5.1 Detalle de Costos Equipamiento

ITEM	CANTIDAD	UNIDADES	DESCRIPCION	OBS.	COSTO FINAL Bs
1	1	Unidad	Antena 1.2 m	Ref. Cotización iDirect	14000
2	1	Unidad	Buc banda KU 4w	Ref. Cotización iDirect	
3	1	Unidad	Lnb banda KU	Ref. Cotización iDirect	
4	1	Unidad	Feed horn banda KU	Ref. Cotización iDirect	
5	1	Unidad	Canister de antena de 1.2	Ref. Cotización iDirect	
6	1	Unidad	Modem Modelo Infinity 3100 o Modelo Evolution X3	Ref. Cotización iDirect	
7	1	Unidad	Switch Cisco SD208 8-port 10/100	Mas costo de envío	450
8	1	Unidad	Aparato telefónico siemens	Mercado nacional	120
9	1	Unidad	Ata MP-202	En 6 cuotas	840
10	60	metros	cable coaxial RG 6	Ref. Cotización M&M	240
11	4	Unidades	Conectores F de compresión	Ref. Cotización M&M	30
12	1	Unidad	Tablero de energía	Ref. Cotización Hansa	950
13	1	Unidades	Transformador aislador 1KVA	Ref. Cotización Hansa	750
14	1	Unidad	UPS de 1KVA	Ref. Cotización Hansa	1000
15	1	Unidad	Rack de Equipos	Ref. Cotización Rednet	950
TOTAL					19340

TABLA 4. Costos del equipo satelital idirect.

5.2 Detalle de Costos de materiales para obras Civiles

ITEM	CANTIDAD	UNIDADES	P/U	DESCRIPCION	COSTO FINAL
1	1	Unidad	300	Tubo galvanizado de 4" 2 m.	300
2	1	Unidad	60	Soldadura de travesaños de fierro P/tubo	60
3	1	Unidad	16	Perno 3/4" conector Zapato en tubo Gal	16
4	1	bolsa	60	Bolsa de Cemento	60
5	1	Unidades	40	maderas de 50cmX15cm P/ pretil base de Antena	40
6	1	Docenas	8	Clavos P/ base Pretil	8
7	4	Carretillas	35	Arena	140
8	3	Carretillas	35	Piedra	105
TOTAL					729

Tabla 5. Costos del material de obra civil.

5.3 Detalle material de aterramiento y cableado estructurado

ITEM	CANTIDAD	UNIDADES	P/U	DESCRIPCION	COSTO FINAL
1	3	Unidades	62,3	Jabalinas de 2,4 m y 5/8" diámetro	186,9
2	20	metros	64	Cable de cobre desnudo 1/0	1280
3	4	bolsas	104	Bentonitas	416
4	5	Unidades	55,2	Pernos partidos	276
5	1	Unidad	15	Conector Tipo Zapato 5/8"	15
6	25	metros	18	Cable de 6 mm Verde-Amarillo	450
7	12	Unidades	1	Terminal de ojo 16 mm	12
8	1	Unidad	40	Barra Colectora de Cobre 20 cm.	40
9	2	Unidades	10	Aisladores P/ barra colectora	20
10	8	Unidades	1,5	Pernos de 3/4" par barra colectora	12
12	20	metros	9,85	Cable de Energía	197
15	10	Unidades	2,5	Abrazaderas P/cable de energía	25
16	5	metros	3,5	Cable UTP Cat 5E	17,5
17	8	Unidades	2,5	Conector RJ 45	20
18	2	Unidades	15	Cable ducto 2cmX1cm y lago de 1,2 metros	30
19	2	Unidades	18	cable ducto de 1"	36
20	1	Unidad	18	Siliconas transparente	18

21	1	Unidad	12	Cinta aislante	12
22	1	Unidad	50	Cinta Vulcanizante	50
23	2,5	docena	4,5	Tornillo y ramplús 6 mm	11,25
24	1,5	docena	8	Tornillo y ramplús 10 mm para sujeción de RACK	12
25	20	metros	13	Politubo de 1"	260
26	10	metros	6,5	tubo corrugado de 1"	65
27	10	Unidades	4	Abrazaderas P/Politubo	40
28	30	Unidades	1,5	Precinto de Plástico 30 Cm.	45
29	20	Unidades	2,5	Precinto de Plástico 50 Cm.	50
30	50	Unidades	0,4	Precinto de Plástico 10 Cm.	20
31	1	Unidad	42	Tubo de 6" 30Cm	42
32	1	Unidad	10	Tapa cámara de inspección de 6 "	10
33	1	Unidad	13	Barra Roscada sujeción de rack de equipos	13
34	1	unidades	7	tuercas + Volandas para barra roscada	7
35	1	metros	3,5	Cable telefónico interno	3,5
36	1	unidades	6,5	roseta telefónica	6,5
38	1	unidades	2	conectores RJ11	2
39	1	Unidad	0,5	Tornillo P/Tierra buc	0,5
1	2	Unidades	45	Térmico 10 Amperios	90
2	1	Unidad	15	Caja de térmicos	15
TOTAL					3806,15

Tabla 6. Costos del material de aterramiento y cableado.

5.4 Detalle de gastos por mano de obra obras civiles

ITEM	CANTIDAD		P/U	DESCRIPCION	COSTO FINAL
1	1	FOSAS	70	CAVADO DE FOSA BASE ANTENA	70
2	4	FOSAS + SANJAS	70	CAVADO DE FOSAS + SANJADO SIST. PUESTA A TIERRA	280
TOTAL					350

Tabla 7. Costos de mano de obra civil.

Es un total de 24225, se debe adicionar el gasto de ensamblado al personal técnico, transporte, el cual se aproxima a 1500 Bs.

El total de inversión para la implementación es de: 25725 Bolivianos.

CONCLUSIONES

Se logro describir minuciosamente la técnica de diseño, montaje, cableado estructurado de una estación remota satelital para dar el servicio de teléfono e internet.

Se logro identificar los equipos del sistema satelital del sistema idirect, tales equipos son totalmente actuales y están siendo utilizados hoy en dia en las zonas rurales para poder brindar el servicio VoIP.

El costo es elevado, se debe hacer notar que este tipo de trabajo en la mayoría de los casos esta subvencionado por el estado.

RECOMENDACIONES

Contar con personal capacitado para la Implementación del sistema satelital.

Tener en cuenta un programa para el mantenimiento correctivo y preventivo de las redes remotas.

Tener una buena administración para disponer del stock básico de repuestos para las estaciones remotas satelitales y de los equipos terminales, requeridos para la prestación del servicio.

Al momento de la instalación, se sugiere:

- Ante problemas de energía eléctrica, si el Tx no engancha, se debe apagar el equipo y revisar el fusible del BUC.
- La conexión de cables de Tx y Rx solo se lo debe hacer apagado el equipo.
- En la actualización de software de nuevas versiones el equipo no debe ser apagado.
- El FEED HORN es un elemento sensible a la humedad si no está hermético, ocasiona intermitencias y pérdida de potencia, de igual forma sucede con los conectores y el cable.

BIBLIOGRAFÍA

Wayne Tomasi "Sistemas de Comunicaciones Electrónicas", segunda edición.

Manual de operación del modem satelital iDirect.

Gráficos y justificación de costos obtenidos en internet:

http://www.servsat.com/es/CONTENCION_10_A_1.pdf

http://listado.mercadolibre.com.ar/ADAPTADOR-VOIP-%C3%98-AUDIOCODE-MP%C3%98202_OrderId_PRICE

http://www.ciao.es/Linksys_8_Port_10_100_Switch_SD208_8_636510

Bibliografía reservada de la empresa EMPROTEL S.A.

