



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD TÉCNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



NIVEL LICENCIATURA

EXAMEN DE GRADO

TRABAJO DE APLICACIÓN

“DISEÑO DE UNA RED DE CATV PARA LA COMUNIDAD PARIRI”

Postulante: Arcenio Aduviri Callizaya

La Paz – Bolivia

2012



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la institución Facultad Técnica por su valiosa Colaboración por la formación y el aporte para el desarrollo del presente trabajo.

Al tribunal y plan docente por brindarme sus conocimientos de su amplia experiencia.

Mi más profundo agradecimiento a la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme albergado en sus aulas.

Finalmente a todos los que, de una manera u otra, me extendieron su mano fraterna en la culminación de este anhelado trabajo.



DEDICATORIA

A mi familia: a mis Padres, Emilio Aduviri y Francisca Callizaya, por su apoyo y comprensión, que me impulsaron a seguir adelante.

A mis hermanos, por su constante aliento.



RESUMEN

Como se ha podido observar las redes HFC son capaces de ofrecer una gran cantidad de servicios, que a su vez se vuelven muy atractivos tanto para el usuario como para las compañías. Debido a esto no es de extrañarse que las principales empresas de distribución por cable de nuestro país, estén tendiendo a la integración de algunos de estos servicios, y que en algunos años más puedan ofrecer ya casi la mayoría de estos.

Bueno a pesar de que las compañías en nuestro país han buscado la integración de estos servicios se ha podido notar la lenta reacción de los usuarios, esto quizás nos puede dar a entender que las compañías mantienen sus precios demasiado altos o los usuarios no son capaces de financiar todos estos servicios. Sea cual sea la razón es que se puede notar lo lento que tienden a avanzar la integración de todos estos servicios.

Se presenta a consideración el diseño de una red de televisión comunitaria (CATV) para su implementación en la comunidad a través de la propuesta se hace un recuento teórico de todos los componentes necesarios para la distribución de señales de radiofrecuencia, RF, por medio de cable coaxial en redes con topología árbol – rama. Cabe anotar que los módulos de recepción y procesamiento de la señal, necesarios para que esta sea inyectada a la red troncal, son tocados de manera tangencial ya que el objetivo primordial de la propuesta es diseñar la red de distribución a partir de un nivel garantizado de potencia de la señal en la Cabecera.

La propuesta también incluye las tablas dadas en donde se consigna los valores de atenuación de los componentes utilizados, de los elementos pasivos y activos. Todos estos elementos se combinan en la forma más eficiente para generar un diseño con la mejor relación costo y beneficios.



ÍNDICE

CAPITULO I

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
2. OBJETIVOS	1
2.1. Objetivo general	1
2.2. Objetivos específicos	1
3. JUSTIFICACIÓN	2

CAPITULO II

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
4.1. Transmisión satelital	3
4.2. Posición orbital	3
4.3. Orbita Geoestacionaria	4
4.4. Bandas de Frecuencias Utilizadas	5
4.5. Antenas Parabólicas	7
4.6. Antena Parabólica OFFSET	9
4.7. LNB.....	10
4.8. Orientación de una antena Parabólica	11
4.9. Posición del Satélite	11
4.10. Azimut	12
4.11. Elevación	13
4.12. Polarización	13



4.13. Cabecera TV CABLE	14
4.14. Esquema de la Cabecera	17
4.15. Modo de Programación	19
4.16. Sistema Híbrido Fibra/coaxial (HFC)	20
4.17. Receptores Satelitales	21
4.18. Decodificadores	22
4.19. Moduladores	22
4.19.1. Modulador Fijo	23
4.19.2. Modulador Ágil	24
4.20. Combinadores	25
4.21. Amplificador de Canal	25
4.21. Taps	26
4.23. Tabla de Pérdidas de Inserción	27
4.24. Amplificadores	28
4.25. Red Troncal	30
4.26. Red de Distribución	31
4.27. Cable Coaxial	31
4.28. Atenuación de cable coaxial por unidad de Longitud	33
4.29. Atenuador.....	35
4.30. Red de Acometida	35



CAPITULO III

5.	DESARROLLO DEL TRABAJO	36
5.1.	Diagrama de Red	36
5.2.	Canal de Recepción	36
5.3.	Equipos a Utilizar en la red de CATV	37
5.4.	Calculo de Red	38
5.5.	Plano de la Comunidad Pariri	42
5.6.	Diseño de la red de CATV	43
5.7.	Ubicación de la Comunidad	45
5.8.	Estudio de Factibilidad	45
5.8.1.	Factibilidad Técnica	45
5.8.2.	Factibilidad Económica	46
6.	Análisis de Costos	46
7.	Costo del Servicio	48
8.	Conclusiones.....	49

Bibliografía



CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

Debido a que existe la mala recepción de señales de canales de televisión por la distancia que se tiene al lugar, se opta el llevar acabo el diseño para la recepción de canales mediante una cabecera de tv cable para que se tenga una adecuada recepción de canales de televisión.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar el servicio en la recepción de canales de televisión en la comunidad de Pariri?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de una red de distribución para televisión comunitaria, CATV, para ser implementada en la comunidad Pariri, de la ciudad de La Paz.

2.2. Objetivo especifico

- Diseñar un sistema de tv cable acorde a los requerimientos de la comunidad.
- Identificar los recursos técnicos/materiales para el diseño de la cabecera y para su posterior distribución a cada usuario.
- Determinar la viabilidad de la configuración de los equipos.



3. JUSTIFICACIÓN

Después de realizar un análisis en la comunidad se pudo observar que existen problemas en la recepción de canales de televisión, por lo que no se puede recepcionar canales de televisión esto afecta a la comunidad a la no información visual de programas emitidos.



CAPITULO II

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.1. Transmisión satelital

EL satélite artificial situado en el espacio a una determinada altura sobre la superficie terrestre. Dada la distancia a que se encuentra, las antenas que habrá que utilizar para captar la señal han de tener una gran directividad y ganancia así como otras características específicas que se verán más adelante.

Básicamente, un sistema de este tipo se compone de tres elementos fundamentales: la estación terrena emisora, el satélite y la estación terrena receptora. Figura.1.

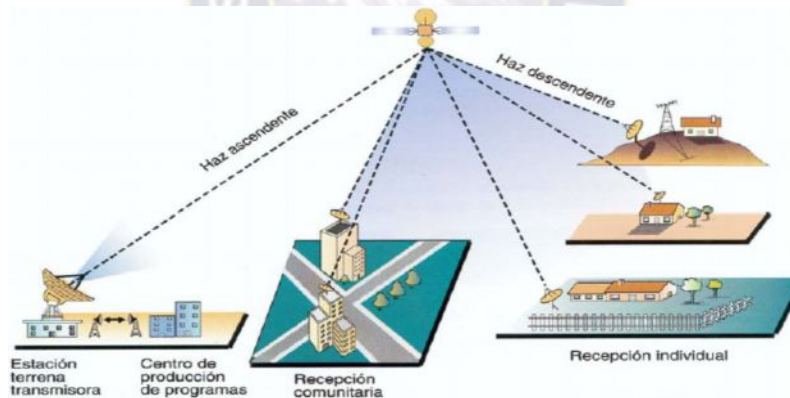


Figura1 Componentes de una estación

4.2. Posición Orbital

Un satélite de comunicaciones podría considerarse como un sistema receptor/transmisor de señales radioeléctricas, lanzado desde la superficie de la tierra y situado en una órbita alrededor de un planeta primario.



Cuando se iniciaron las comunicaciones por satélite, debido a que los cohetes lanzadores no tenían la potencia suficiente para llevar a estos a la altura necesaria, se recurría a realizar órbitas elípticas que obligaban a utilizar en tierra equipos de seguimiento móviles muy complejas y costosas.

4.3. Órbita Geoestacionaria

Gracias al científico y escritor Arthur C. Clarke que en octubre de 1945 determinó la órbita geosíncrona para los satélites, se logró la comunicación directa con antenas fijas.

La órbita geoestacionaria donde están colocados todos los satélites geosíncronos de comunicaciones, describe un círculo alrededor de la tierra a nivel del ecuador, girando en el mismo sentido y a la misma velocidad angular que la tierra en su movimiento de rotación. Figura 2.

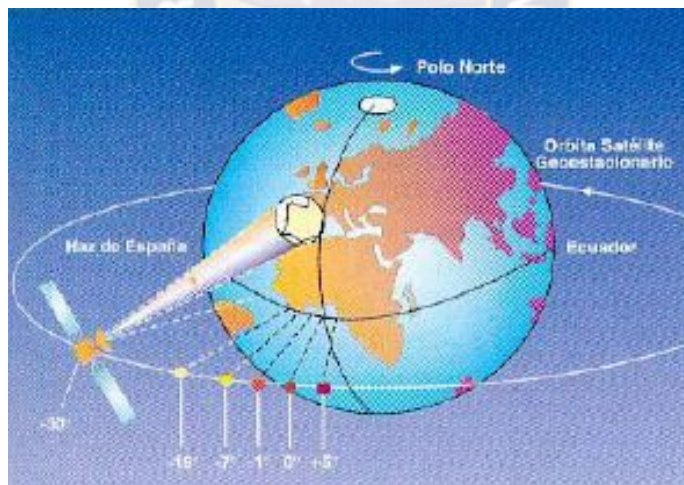


Figura 2 Órbita de circulación de Satélite

De esta forma, para un observador situado en la superficie terrestre, un satélite determinado se mantiene siempre sobre la misma vertical de un punto dado.

Para poder mantener esta posición con poco consumo de energía, el satélite debe estar a una altura sobre el ecuador de unos 35.806Km a esta distancia la

fuerza de atracción gravitatoria y la fuerza centrífuga del satélite en su movimiento de traslación alrededor de la tierra, se igualan. Figura 3.

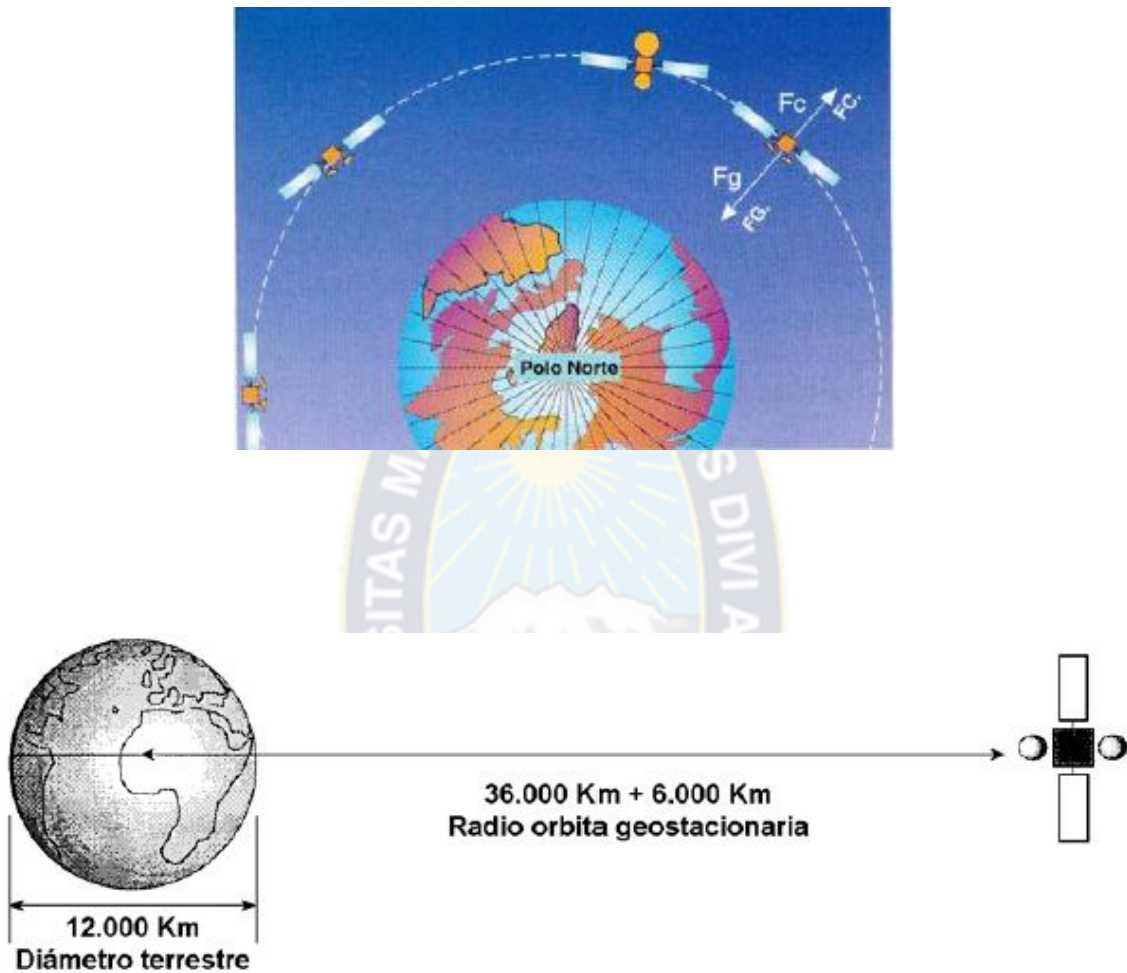


Figura 3. Distancia de un Satélite respecto a la tierra

4.4. Bandas de Frecuencias utilizadas

La capacidad de tráfico de un satélite está limitada por dos factores: ancho de banda y potencia de los amplificadores. En cuanto al ancho de banda, la ITU ha asignado a las comunicaciones satelitales las bandas VHF (30-300MHz), UHF (0,3 – 3GHz) y SHF (3 – 30GHz). A su vez, estas bandas han sido subdivididas en subbandas, también llamadas bandas. Por ejemplo, UHF tiene las bandas L y S,



mientras que SHF contiene a las bandas C, X, Ku y Ka. Los tres tipos de servicios que la ITU ha definido, son:

FSS (Fixed Satellite Service) o servicio fijo por satélite. Se aplica a todo servicio de comunicaciones que no sea móvil ni de radiodifusión.

MSS (Mobile Satellite Service) o servicio móvil por satélite. Se refiere a toda comunicación entre dos puntos, donde uno o ambos pueden ser móviles.

BSS (Broadcast Satellite Service) o servicio de radiodifusión por satélite. Son señales transmitidas directamente a los hogares (también llamado DBS, Direct Broadcast Service, o DTH, Direct to Home).

Banda	Enlace ascendente (GHz)	Enlace descendente (GHz)	Servicio
C: 6/4 GHz	5.925 – 6.425 (500MHz)	3.700 – 4.200 (500MHz)	AUDIO VIDEO
X: 8/7 GHz	7.900 – 8.400 (500MHz)	7.250 – 7.750 (500MHz)	Comunicaciones militares
Ku: 14/12 GHz	14.0 – 14.5 (500MHz)	11.7 – 12.2 (500MHz)	AUDIO VIDEO
Ku: 17/12 GHz	17.3 – 17.8 (500MHz)	12.2 – 12.7 (500MHz)	BSS
Ka: 30/20 GHz	27.5 – 31.0 (3500 MHz)	17.7 – 21.2 (3.500MHz)	FSS

Tabla 1. Tabla de frecuencias asignadas en cada banda

Cada servicio tiene sus propias bandas de frecuencia asignadas y los límites inferior y superior de cada una de ellas pueden variar dependiendo de la región.

En la tabla siguiente se resumen las bandas más usadas. Tabla 1.

Las frecuencias utilizadas en estos satélites están comprendidas en las siguientes bandas:

Banda C (3,7 a 6,2 GHz)

Banda Ku (10,9 a 36 GHz)



Dentro de dichas bandas, para el enlace descendente se utiliza la gama de frecuencias de los 4 GHz (4.000 MHz) en la banda "C" y los 12 GHz (12.000 MHz) en la banda "Ku".

4.5. Antenas Parabólicas

Una antena es el elemento que se utiliza en la transmisión o recepción de las ondas electromagnéticas.

Como dispositivo transmisor, la antena debe convertir los componentes de tensión y corriente de la señal en campos eléctricos y magnéticos para que combinados se propaguen a través del espacio.

Inversamente, durante la recepción, la antena debe interceptar los campos eléctricos y magnéticos que constituyen la energía de la señal transmitida para reconvertirla en los valores de tensión y corriente para su amplificación y demodulación.



Figura 4. Antena Parabólica

La antena parabólica es una antena unidireccional, está compuesta de un elemento radiador o receptor y de un reflector en forma paraboloide que concentra la energía en un haz. Habitualmente se emplea en forma de reflector, por lo cual recibe el nombre de antena parabólica. Debido a su característica de reflexión se emplea generalmente para la recepción de señales vía satélite. Figura 4.

Su principal función es concentrar en el punto focal la mayor cantidad de ondas electromagnéticas que se reciben desde los equipos electrónicos ubicados en el satélite, para que este campo después sea amplificado a los niveles adecuados y permita su manejo en el sistema de recuperación de la señal (decodificador).

Las más importantes son:

- Foco primario.
- OFFSET.

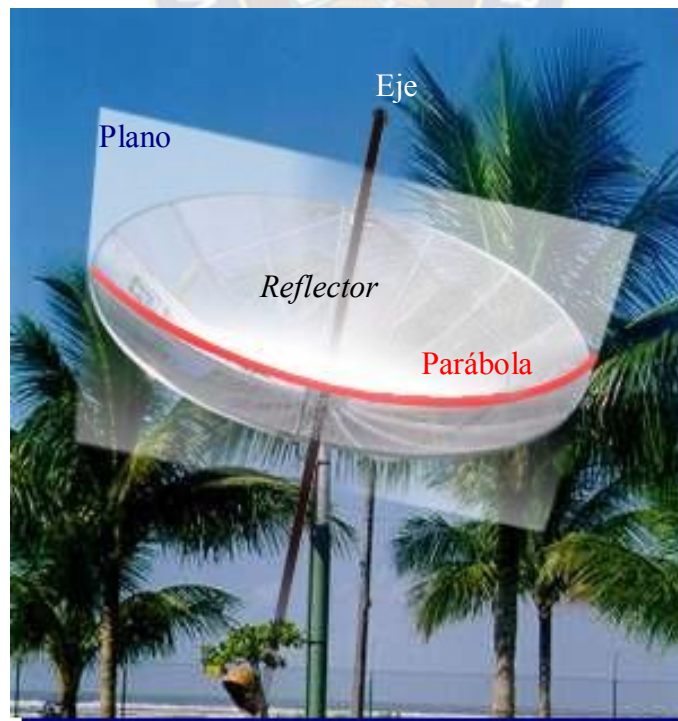


Figura 5 Función Principal

Estos tipos de antena tiene la característica fundamental de que las ondas que inciden en la superficie de la antena, dentro de un ángulo determinado, se reflejan e inciden en un punto denominado Foco (a excepción de la antena plana). Allí se colocará el detector correspondiente. Figura 5.

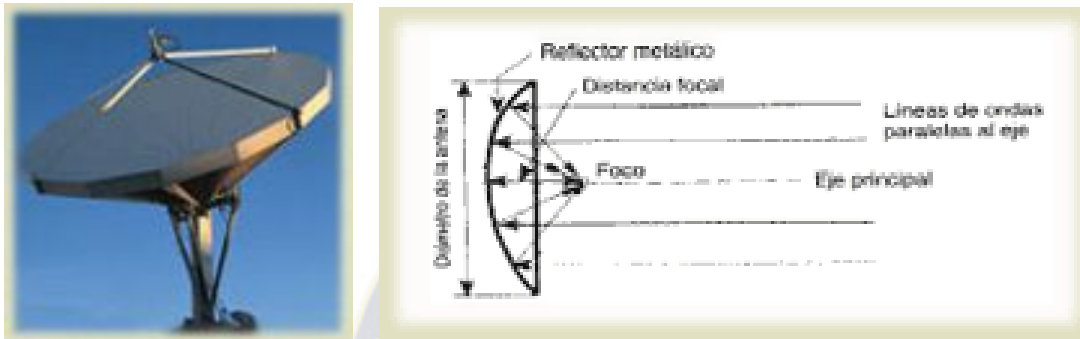


Figura. 6 ondas incidentes de la antena

Observando la figura.6, podemos ver que todas las ondas inciden paralelamente al eje principal se reflejan y van a parar al Foco. El Foco está centrado en el paraboloide.

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.

4.6. Antena parabólica OFFSET

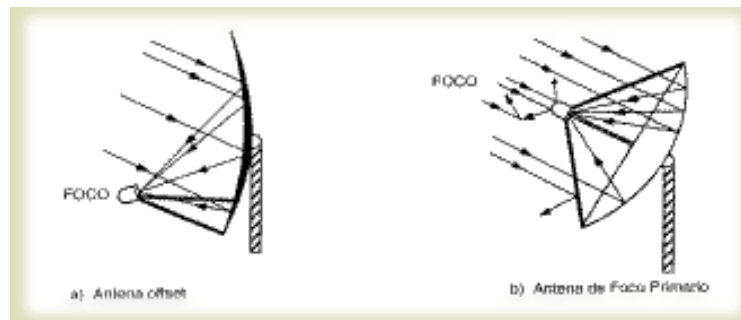


Figura 7 Antena Off set

El foco está descentrado, situándose en un brazo por debajo del reflector, con lo cual no proyecta sombra sobre el mismo. Debido a esto, el rendimiento es algo mayor que en la antena de Foco Primario, llegando a ser de un 70% o algo más, siendo su tamaño menor (no excede de 90 cm. de diámetro).

Observando la figura 7, vemos que las ondas que llegan a la antena de Foco Primario, se reflejan y se dirigen al Foco, pero bastante de ellas se pierden. Por el contrario, la gran mayoría de las ondas que inciden sobre la antena de offset, son reflejadas y recogidas por el Foco.

4.7. LNB

Las siglas LNB provienen del inglés Low Noise Block, aunque quizás sería más correcto llamarlos LNC, Low Noise Converter, pues no es más que eso, un conversor de frecuencias. Estos aparatos, que ya se han convertido en algo cotidiano en nuestros tejados y fachadas, son muy interesantes desde el punto de vista del radioaficionado, pues constituyen quizás la forma más sencilla y barata de introducirse de lleno en las bandas de microondas, y más concretamente en la banda de 10 GHz. Figura 8.



Figura 8 Conversores de frecuencia



Originalmente estos aparatos, están contruidos para recibir las emisiones de TV vía satélite en banda Ku, más concretamente entre 10.7 y 12.75 GHz, convirtiéndolas a una frecuencia mucho más apropiada para enviar a través de un cable coaxial, (950 - 2150 MHz). Se caracterizan por tener una figura de ruido muy baja (menor de 1 dB) y una ganancia de conversión muy elevada (típicamente 55 dB).

Estos LNBs han evolucionado mucho con el tiempo, desde los más antiguos y sencillos, que solo convertían una porción de la banda con una única polarización a los más modernos, que se han dado en llamar LNB universal que cubre todo el segmento siendo capaz de recibir en las dos polarizaciones.

4.8. Orientación de una antena Parabólica

Para orientar una antena parabólica a un satélite determinado, se debe saber la posición del Satélite al cual se le va a orientar, luego el dato geográfico (Latitud y Longitud) del lugar donde uno se encuentra, ya con esos datos se puede hallar mediante fórmulas el Azimut y Elevación que debe de tener para la orientación de la antena parabólica

4.9. Posición del Satélite

La posición del satélite será fácil encontrarla ya que es única para cada satélite tan sólo consta de longitud y no de latitud. Esto es debido a que todos los satélites destinados a la televisión digital se distribuyen en orbita geoestacionaria (cinturón de Clark). Esta orbita tiene la peculiaridad que cualquier satélite que esté en ella orbitará con el mismo periodo de rotación que el de la Tierra. De esta manera, la posición relativa del satélite respecto cualquier punto de la tierra no variará con el tiempo. A la práctica esto no es ideal, por lo que normalmente hace falta corregir la posición del satélite. Da la casualidad que este cinturón está situado por encima del ecuador, encima de todos los puntos de la tierra donde la latitud es 0°. Figura.9

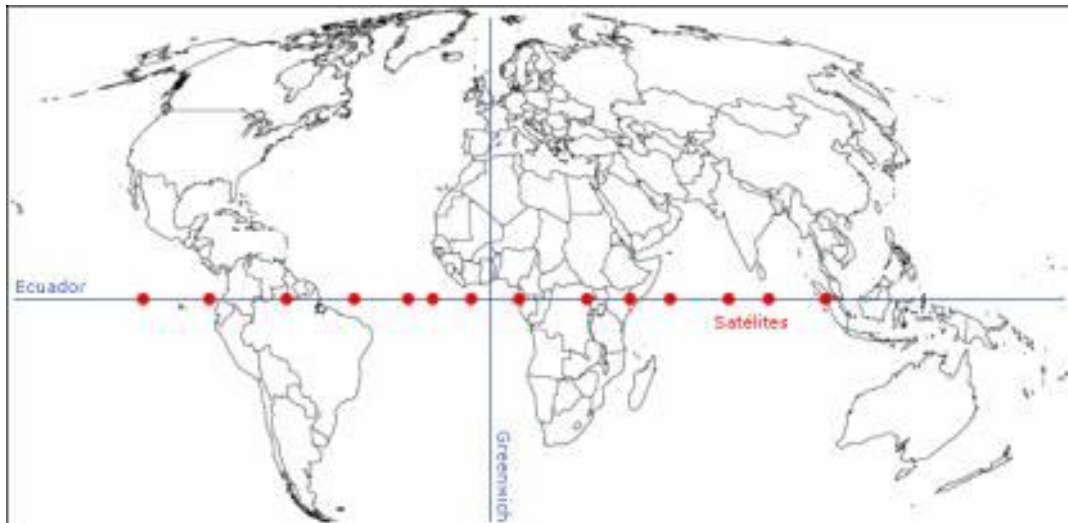


Figura 9 Cinturón de Clark Sobre la línea del Ecuador.

La parte más complicada a la hora de realizar la instalación de una parabólica es conocer los datos de azimut, elevación y polarización de nuestra antena; todos estos datos dependen no solo del satélite que queramos recibir, sino también de la ubicación geográfica en la que nos encontremos. Por eso en esta sección se explica el significado de estos términos, con solo saber la ubicación del satélite que se quiere recibir. Con esta información se podrá instalar una antena sin ningún tipo de problema.

4.10. Azimut

El ángulo Azimut nos indica la posición del satélite con respecto al sur real, es decir, este valor nos indicará el punto exacto hacia donde debe "mirar" la antena.

Para orientar una antena de recepción satelital hay que definir el valor del azimut y la elevación correspondiente, para lo que hay que tener en cuenta la localización geográfica del lugar de recepción (latitud y longitud) y la ubicación del satélite geostacionario sobre el plano ecuatorial (longitud).

4.11. Elevación

Es el ángulo que nos resulta al trazar un triángulo entre el punto donde nos encontramos, el horizonte y el satélite. Depende de nuestra posición geográfica (latitud y longitud) y el satélite al que queremos orientar la antena. Figura 10



Figura 10 Movimiento de la antena parabólica

4.12. Polarización

Se refiere a la inclinación del LNB. Contrariamente a lo que mucha gente piensa, el LNB no debe de estar en sentido vertical (a menos que el cálculo de polarización así nos lo indique), sino que hay que darle una inclinación dependiendo de nuestra posición geográfica y el satélite que queremos captar.



4.13. Cabecera TVCABLE

Es el origen o punto de partida de un sistema de televisión por cable (CATV), es el centro desde el que se gobierna todo el sistema.

Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red, por ejemplo, para el servicio básico de distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas, digitales) dispone de una serie de equipos de recepción de televisión terrenal, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de producción. Por otra parte las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio del cable y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 MHz; las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG (Motion Picture Expert Group)

La cabecera también se encarga de monitorizar la red y supervisar el funcionamiento. El monitorizado se está convirtiendo en un requerimiento básico de las redes de cable, a causa de la complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen de la red una fiabilidad muy alta. Otras de las funciones que se realizan en la cabecera se relacionan con la tarificación y control de los servicios prestado a los abonados.

En el "headend" se procesan señales, ya sea generadas en forma local, (internas), o recepcionadas de aire, satélite o microondas (Externas). Figura 11

Por otra parte la banda total asignada a la radiodifusión directa de televisión desde satélite es de 11,7 – 12,5 GHz, lo que supone una banda total de 800 MHz evidentemente un receptor universal deberá ser capaz de recibir toda la banda, con lo que podría usarse en cualquier país.

Esta posibilidad de receptor está siendo contemplada actualmente por la mayoría de los fabricantes pensando sin duda en una fácil comercialización a nivel internacional del producto.¹

¹ Mundo electrónico. Televisión Directa por Satélite pág. 57

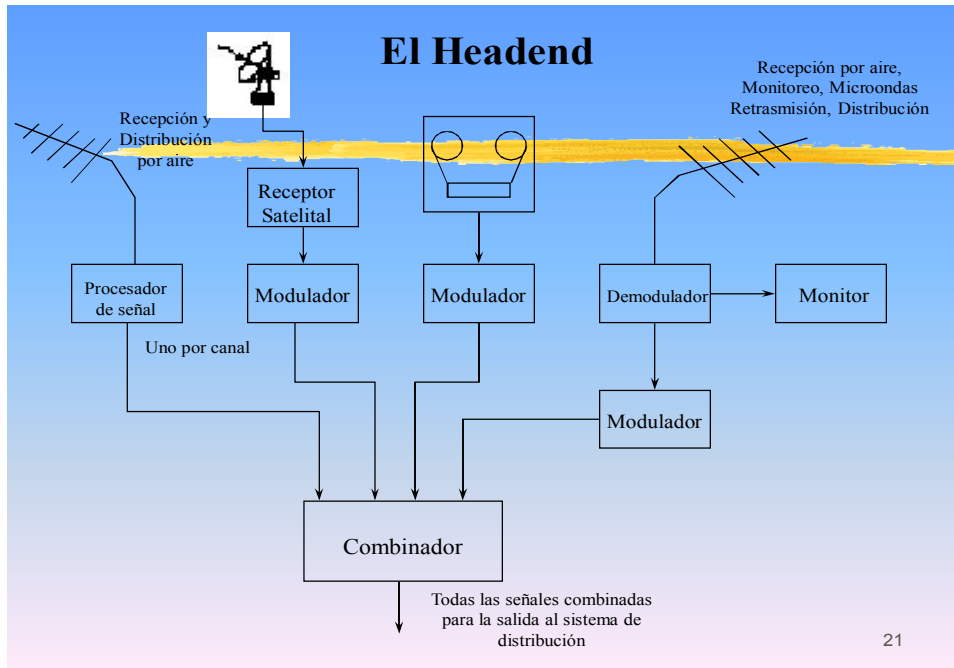


Figura 11 Cabecera de CATV

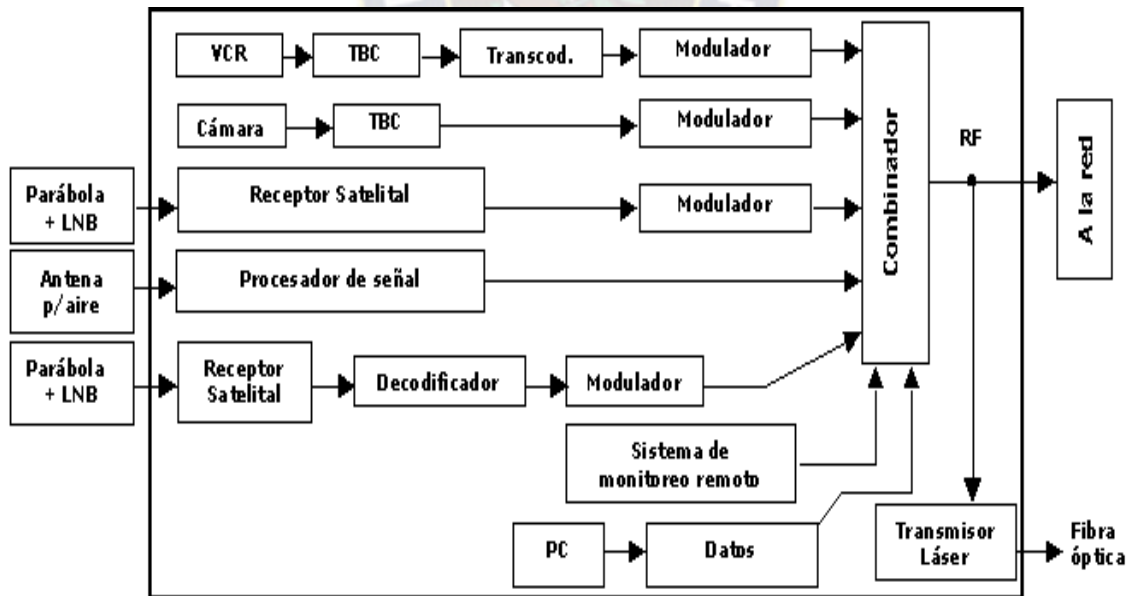


Figura 12 Diagrama de bloques de la Cabecera



En la Figura 12 Se observa un sistema que comprende generación propia de canales, con máquinas grabadoras - reproductoras de video, cámaras, y todos aquellos elementos periféricos necesarios para la generación de señal. También recibe señales externas; la señal receptionada de aire, mediante una antena, es enviada a un procesador de canal cuya función principal es sintonizar, amplificar y convertir la salida, para luego enviar esta señal a la red. La señal de satélite es receptionada por una parábola, amplificada y convertida por un amplificador de bajo ruido (LNB), y sintonizada por un Receptor satelital. La señal de audio y video resultante será; ahora modulada en el canal correspondiente. Cada uno de estos canales se suma en un combinador para dar así salida del paquete completo a la red de RF y a los módulos láser para la transmisión por fibra óptica.

Por tanto la principal función de las Cabeceras es combinar distintas fuentes de información para introducirlas en la red. En el caso de la televisión por cable, la Cabecera es la encargada de combinar las señales provenientes de distintos lugares y medios físicos e incluso tipos de información y formas de codificación. Figura 13.

Antiguamente los operadores de cable combinaban señales provenientes de satélites, cables e incluso antenas radioeléctricas. En la actualidad, los nuevos operadores de cable son, en su mayoría, Operadores Multi-Servicio, proporcionando telefonía e Internet de alta velocidad. Esto se consigue utilizando técnicas de división por frecuencia. Para proporcionar telefonía, las Cabeceras incorporan un nodo de acceso denominado Host Digital Terminal para controlar la asignación dinámica de los canales del cable a los abonados, cuando se producen llamadas entrantes y salientes.

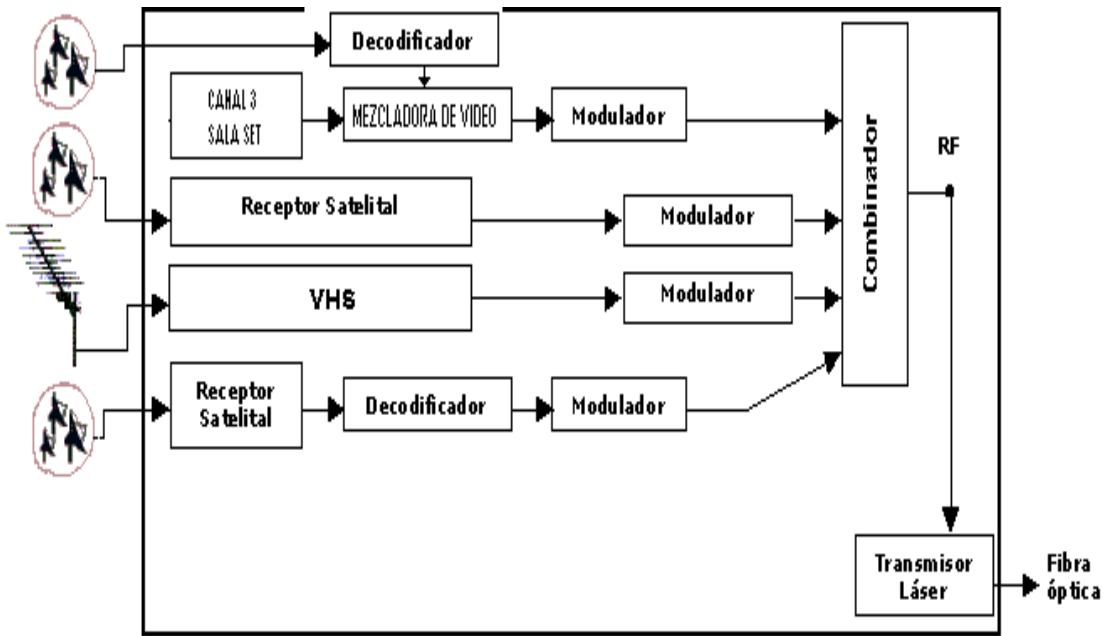


Figura 13 Receptor Satelital

4.14. Esquema de la Cabecera

En este esquema se muestra con más detalles de cómo está diseñada las 60 señales de CABLE TV, donde cuenta un canal propio (canal 3) donde se emiten algunos eventos locales, deportivos, premios a la teleaudiencia y otros.

Los combinadores se unen a un sumador (splitter) para tener un solo punto de salida que va dirigido al transmisor óptico para la Red Troncal de TvCable. Figura14.

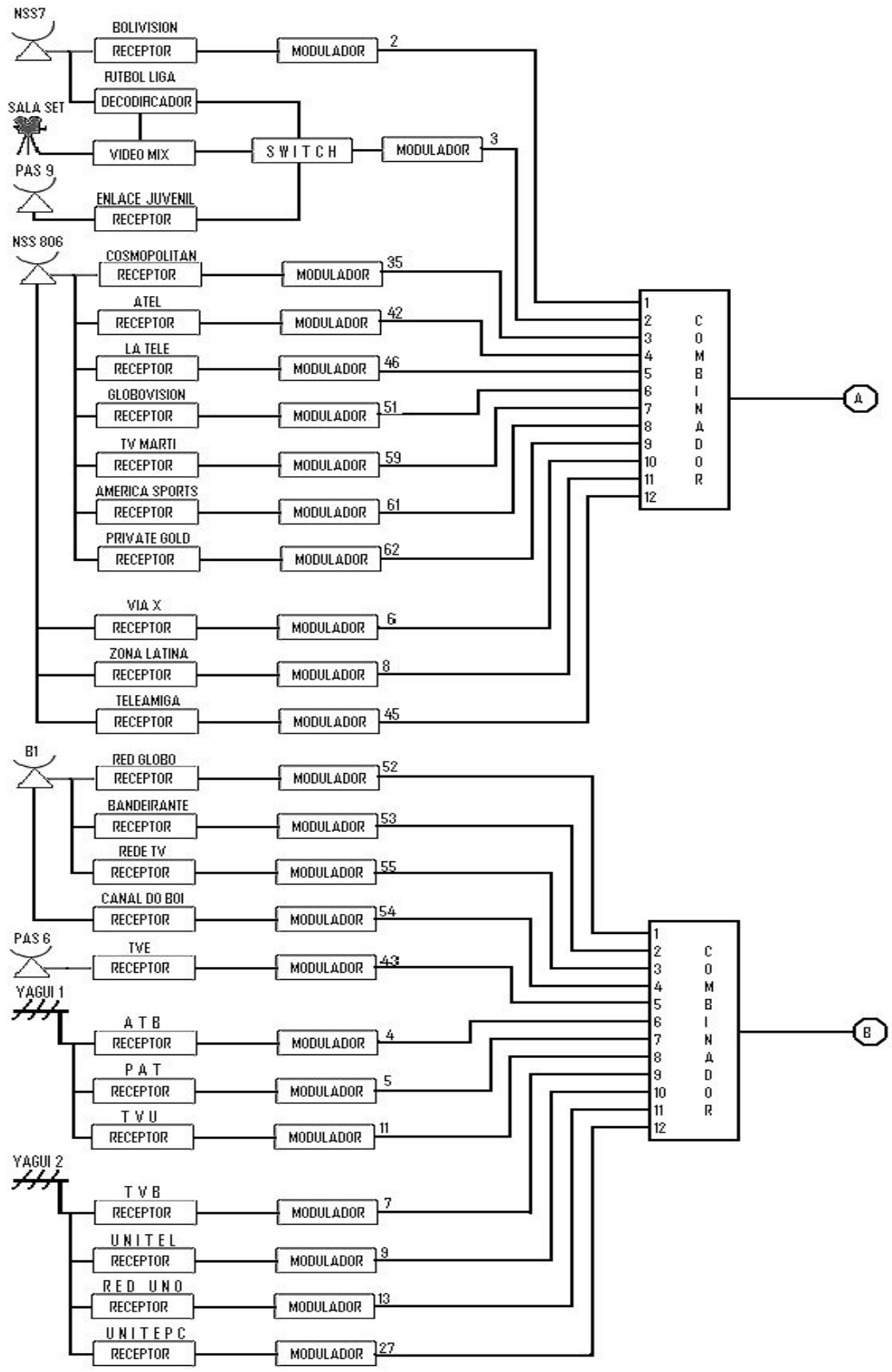
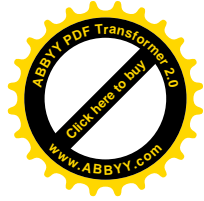


Figura 14 Esquema de cabecera



Figura 15 Instalación de la Cabecera de CATV

Como se puede observar se tiene una instalación de una cabecera de CATV donde se tiene en cada columna.

1º columna se muestra los 5 combinadores, los transmisores y receptores de fibra óptica.

2º, 5º y 8va Columna se muestra los moduladores.

3º, 4º, 6º, 7º, y 9na Columna se observar los receptores y codificadores de señal.

Figura15.

4.15. Modo de Programación

Una vez orientada la antena y su respectiva conexión eléctrica, se programa en el receptor la señal de Audio Video, que se va a bajar y los datos se pueden encontrar en el Internet. Los datos requeridos para bajar la señal son: Frecuencia, Polarización, Symbol Rate.



Figura 16 Ventana de Programación

En la figura 16 se puede observar la configuración para bajar una señal en banda KU que tiene como datos:

Frecuencia = 12109
Polarización = Horizontal
Symbol Rate = 27500

También muestra el Nivel de recepción de la señal ya programada que es del 80% la recepción y una calidad del 77%, como pueden observar su calidad de recepción es muy buena.

4.16. Sistema Híbrido Fibra/Coaxil (HFC).

Ha sido propuesto como un medio para el cual los operadores de CATV pueden mejorar los sistemas existentes logrando mayores capacidades de canales sin tener que remplazar la planta coaxial existente.

La inclusión de fibra óptica apuntaría a reducir las cascadas de amplificadores en las líneas troncales, lográndose de esta forma, reducir la contribución al ruido de RF y también bajar los costos de mantenimiento al ver disminuido el número de amplificadores. Figura17.

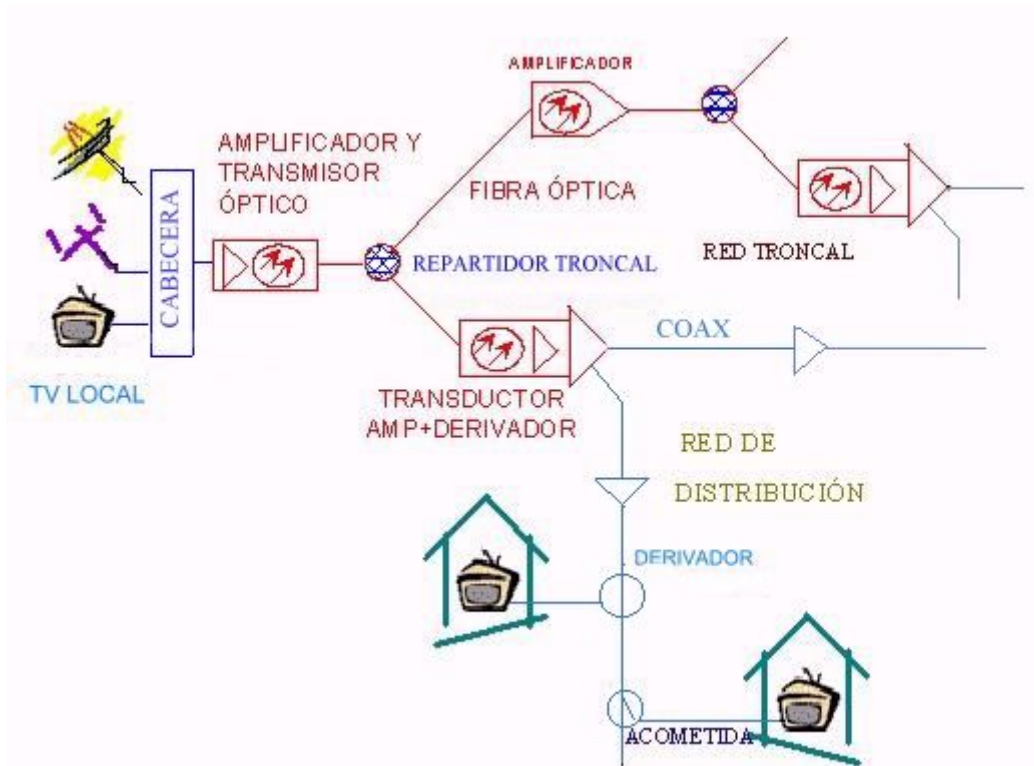


Figura 17 diagrama de un sistema HFC

4.17. Receptores Satelitales

Una vez se tiene una señal proveniente del LNB es necesario discriminarla en frecuencia y amplificarla, esta tarea es realizada por los receptores satelitales los cuales trabajan en el rango de frecuencias de banda C y Ku permitiendo la selección de canales

4.18. Decodificadores

Cuando se está recibiendo señales pagadas los distribuidores usualmente codifican la señal para evitar su recepción no autorizada, en estos casos el proveedor de CATV debe adquirir un dispositivo decodificador, desde el distribuidor, para ser conectado a la salida del LNB; por esta razón los decodificadores son tan variados como el número de distribuidores de señal paga que exista en el mercado, la mayoría de la veces una red comunitaria tiene un número reducido de dispositivos de este tipo con la finalidad de cumplir con las normas mínimas de programación exigidas por la Comisión Nacional de Televisión.

4.19. Moduladores

Una vez se tienen todas las señales que se desean distribuir por la red de CATV es necesario que cada una de ellas se module a la frecuencia correspondiente al canal en la cual será sintonizada. Esta labor es realizada por los moduladores los cuales “montan” sobre una portadora RF la señal proveniente en banda base. Figura 18.



Figura 18 Moduladores



En CATV se pueden distinguir 2 tipos de moduladores:

- a. Modulador fijo. (De frecuencia fija de salida)
- b. Modulador ágil. (De frecuencia sintonizable de salida.)

4.19.1. Modulador Fijo

En los de frecuencia fija de salida, la señal de entrada principal ingresa al modulador directamente o a través de una etapa de ecualización que corrige la diferencia de amplitud en función de la frecuencia provocada por el cable.

En la etapa moduladora se modula en AM la señal de video y la salida de $f_i=45.75\text{MHz}$ es filtrada obteniéndose la banda lateral vestigial utilizada en televisión. Para este filtrado suele recurrirse a filtros piezoeléctricos de tecnología SAW (Surface Acoustic Wave) que poseen una característica de retardo de grupo plana en toda la banda, además de excelente estabilidad en tiempo y temperatura. La salida de este filtro ingresa a un amplificador de FI, cuya salida tiene acceso externo al equipo.

La señal de audio esta modulada en FM, después de pasar por una etapa de preénfasis. Luego de modulada se filtra para eliminar armónicos no deseados y se amplifica. A la salida existe la misma facilidad de conexión que con el caso de video.

Ambas señales (video y audio) se combinan e ingresan a un conversor de salida del cual se obtiene la señal de frecuencia del canal requerido. Un amplificador permite ajustar el nivel de salida que en muchos casos alcanza a $+60\text{dBmV}$ (portadora de video). Finalmente, el filtro de salida evita la emisión a la red de señales espurias fuera de la banda del canal. Figura 19.

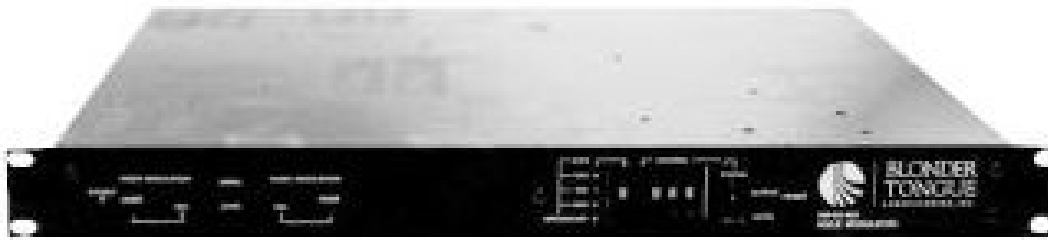


Figura 19 modulador fijo

4.19.2. Moduladores Ágil

Estos equipos suelen utilizarse como reserva en cabeceras con moduladores de frecuencia fija de salida. Figura 20 Este equipo posee un conversor de salida sintonizable para poder ser utilizado como modulador de cualquier canal. Por ser tan versátil, no incluye el filtro de salida, por lo cual es susceptible a las componentes de ruido que el modulador de frecuencia fija era inmune.



Figura 20 Modulador ágil

4.20. Combinadores

A la salida de cada modulador se encuentra una señal RF que determinada frecuencia, como todas deben viajar por el mismo canal estas deben ser combinadas o multiplexadas en frecuencia, existen dos tipos de Combinadores: activos y pasivos dependiendo de la forma en que realicen la tarea.

Estos equipos de salida deben presentar una alta aislación entre entradas y una pequeña pérdida de inserción, a fin de evitar la elevada atenuación de la señal. Los combinadores pasivos son mas frecuentemente usados que los activos. Figura 21



Figura 21 Combinadores

4.21. Amplificadores de Canal

Son los encargados de amplificar la señal de un canal dado con el fin de que todos entren a un mismo nivel para poder ser tratados posteriormente en el sistema de distribución por medio de ecualizadores, teniendo en cuenta que la atenuación es mayor a medida que sube la frecuencia de trabajo.

4.22. Taps

Taps o también conocido Derivador de señal, la función básica de un acoplador direccional (TAP) es operar sobre una señal de entrada de forma que se disponga de dos señales de salida. Este dispositivo es el enlace entre la red de distribución y el abonado, vía la bajada del cable coaxial hasta el receptor de TV.

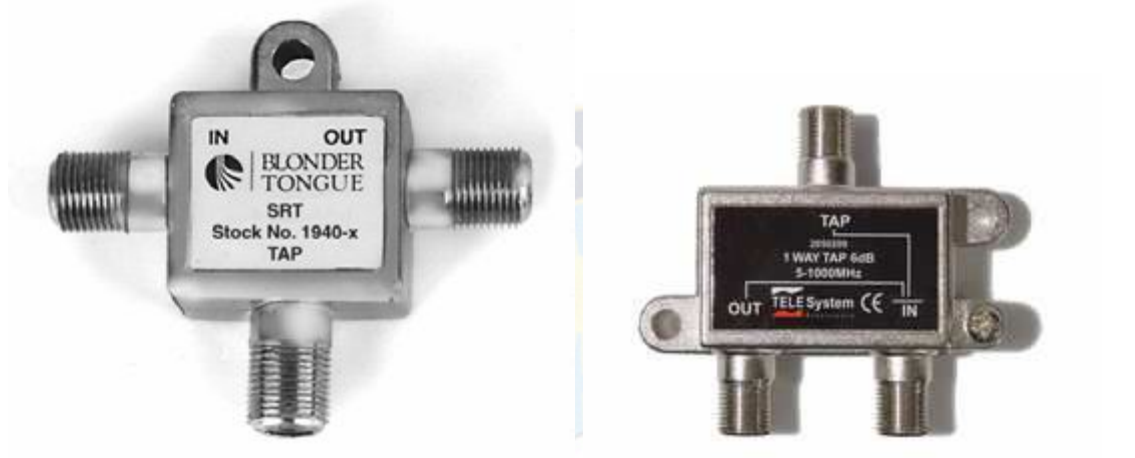


Figura 22 Derivador de Señal

El acoplador direccional garantiza baja inserción en sentido pasante y alto aislamiento entre derivaciones y salidas y viceversa. Así también los divisores presentan importantes valores de aislamiento entre salidas del abonado. Figura22.



Figura 23.1 Derivadores de 2 y 4 salidas. El número impreso equivale al valor de atenuación en las salidas de derivación



Figura 23.2 Divisor (Splitter)

Los Taps se caracterizan por tener un valor en decibeles (dB) que corresponde a la atenuación total entre la entrada y la salida del abonado IN – TAP.

Suponiendo que se pretende tener +15dBmV en cada salida TAP. Si en ese sitio la red de distribución tiene 32dBmV de nivel de señal; entonces el valor del TAP a instalar debería ser de 17dB. Figura 23.1 y Figura 23.2

4.23. Tabla de Perdidas de inserción

Son las perdidas que se tiene cuando se conectan los tap en una red de distribución, como se puede ver en la tabla 2 y tabla 3.

FFT*–*N/* Series Tap Specifications

Model	Nom. Tap Value	Insertion Loss (dB)															
		5 MHz		10 MHz		50 MHz		450 MHz		550 MHz		750 MHz		870 MHz		1000 MHz	
		Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max
FFT2																	
4TN	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7N	7.5	3.4	3.6	3.3	3.5	3.3	3.5	3.9	4.1	4.2	4.4	4.3	4.5	4.5	4.7	4.7	5.0
10N	10.5	1.7	2.0	1.3	1.5	1.3	1.5	1.8	2.0	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7	3.2	3.5
12N	12.0	1.4	1.6	1.1	1.3	1.0	1.2	1.5	1.7	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	2.6	2.7	2.9
14N	14.0	1.1	1.4	0.9	1.1	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2	2.9
17N	17.0	1.0	1.2	0.9	1.1	0.8	1.0	1.2	1.3	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	2.0	2.0	2.2
20N	20.0	0.6	0.9	0.5	0.7	0.5	0.7	0.9	1.1	1.1	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1
23N	23.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
26N	26.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
29N	29.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
32N	32.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
35N	35.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
FFT4																	
7TN	6.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10N	10.3	3.3	3.6	3.3	3.5	3.3	3.5	4.0	4.2	4.1	4.3	4.3	4.5	4.5	4.7	4.2	4.5

Tabla 2 perdidas de inserción para Tap de 2 salidas

14N	14.4	1.6	1.9	1.3	1.5	1.3	2.1	1.9	2.1	1.9	2.1	2.4	2.6	2.6	2.8	3.2	3.5
15.5N	15.5	1.3	1.6	1.1	1.3	1.0	1.2	1.5	1.7	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.9	3.1
17N	17.0	1.1	1.4	0.9	1.1	1.0	1.2	1.4	1.6	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8
20N	20.0	0.8	1.1	0.7	0.9	0.8	1.0	1.4	1.5	1.2	1.4	1.6	1.8	1.8	2.0	2.1	2.4
23N	23.0	0.5	0.8	0.5	0.7	0.5	0.7	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.2
26N	26.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
29N	29.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
32N	32.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
35N	35.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
FFT8																	
10TN	10.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14N	14.2	3.9	4.2	3.4	3.6	3.3	3.5	3.9	4.1	4.0	4.2	4.4	4.6	4.6	4.8	5.0	5.3
17N	17.8	1.8	2.1	1.8	2.0	1.6	1.8	2.1	2.3	2.3	2.5	2.7	2.9	2.8	3.0	3.5	3.8
20N	20.0	1.2	1.3	1.0	1.2	0.8	1.0	1.3	1.5	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1	2.3	2.6	2.9
23N	22.5	1.0	1.3	0.9	1.1	0.8	1.0	1.2	1.4	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	1.9	2.1	2.4
26N	26.1	0.6	0.9	0.5	0.7	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	2.0	2.2
29N	29.2	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.9	2.2
32N	32.2	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.9	2.2
35N	35.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.9	2.2

Tabla 3 Pérdidas por Inserción para Tap de 4 y 8 salidas

4.24. Amplificadores

La pérdida de transmisión es la reducción en el nivel de la señal conforme esta avanza a través de los cables de la red. La atenuación presentada por el cable es función de la frecuencia, lo que provoca que los canales de frecuencias más altas sufran una mayor degradación que los canales de frecuencias más bajas.

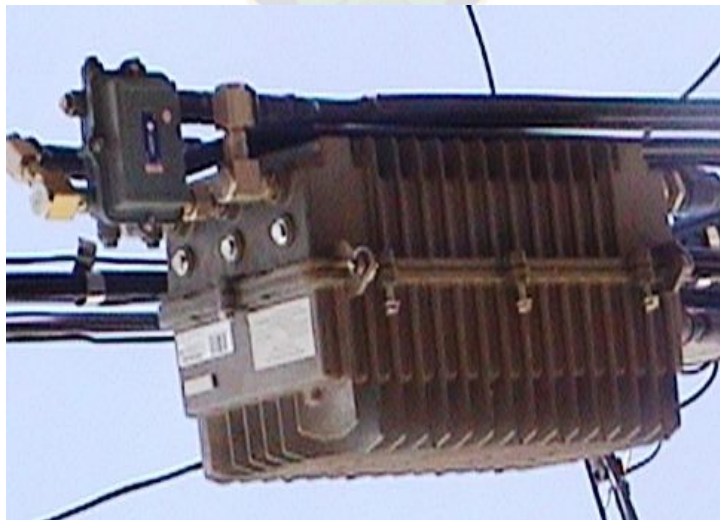


Figura 24 Amplificador de la red troncal

Estas características del sistema, atenuación y respuesta en frecuencia, son compensadas en la red con la inclusión de amplificadores. Figura 24. Todos los amplificadores hoy utilizados, se alimentan a través del mismo cable de señal.

Cuando una señal eléctrica se desplaza a través de cualquier materia se encuentra con cierta oposición, como la que experimenta el agua al recorrer una tubería. El desplazamiento puede ser a través de un conductor, fibra óptica o la atmósfera. Para vencer esta resistencia se necesita energía, que solo puede provenir de la propia señal. En consecuencia según se desplaza la señal, se debilita progresivamente es decir disminuye su amplitud o potencia.

Este proceso se conoce como atenuación o pérdidas, y como mejor se mide es en decibelios.²

Debe quedar claro que lo expuesto hasta aquí es lo básico y general que se puede encontrar, y que la verdadera combinación de bloques la da cada fabricante de equipos. Figura 25



Figura 25 Amplificador de CATV

² F. A. Wilson, Televisión por Satélite. Pag41



4.25. Red troncal

Es la encargada de repartir la señal compuesta generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo-coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y el cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica. Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí. En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la cabecera a usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

Suele presentar una estructura en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. Esta estructura emplea habitualmente tecnología PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) o SDH (Jerarquía Digital Síncrona), que permite construir redes basadas en ATM (Modo de Transferencia Asíncrono). Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto a punto o bien mediante anillos. En estos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas.

4.26. Red de distribución

Está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado.

Estas señales eléctricas se distribuyen a los hogares de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial. Cada nodo sirve a unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha como máximo.

4.27. Cable coaxial

Cuando se realiza una transmisión de señales que tiene involucradas altas frecuencias, es necesario utilizar cables especiales, ya que los alambres de cobre utilizados normalmente no son adecuados para la transmisión de estas frecuencias puesto que tienden a comportarse como antenas y radiar la mayor parte de la potencia, lo cual se traduce en pérdidas para el sistema. Por esto en el caso de señales de alta frecuencia, como el caso de las señales moduladas de TV, se utilizan cables especialmente diseñados para evitar pérdidas o atenuación de la señal recibida.

Un cable coaxial puede definirse como dos conductores metálicos que comparten el mismo eje y están separados por un material dieléctrico (no conductor). Se llama coaxial porque el conductor central y la malla externa tienen un eje común. En CATV se utilizan cables coaxiales de varios tipos Figura 26.

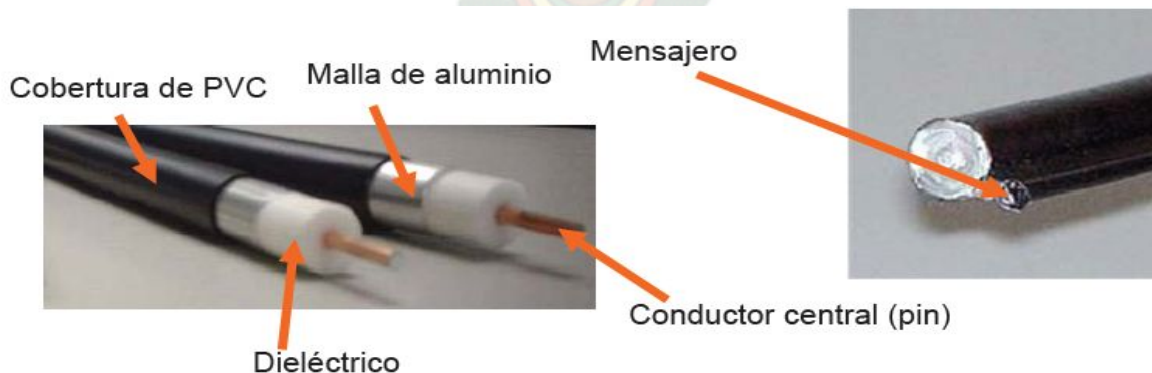


Figura. 26 Tipos de Cable Coaxial

Las señales se atenúan al viajar en los dos sentidos: desde el Centro de transmisión hacia las instalaciones del suscriptor.

El cable no atenúa a todas las frecuencias por igual en las frecuencias bajas se atenúan menos y en las frecuencias altas sufren mayor atenuación como en la figura 27.

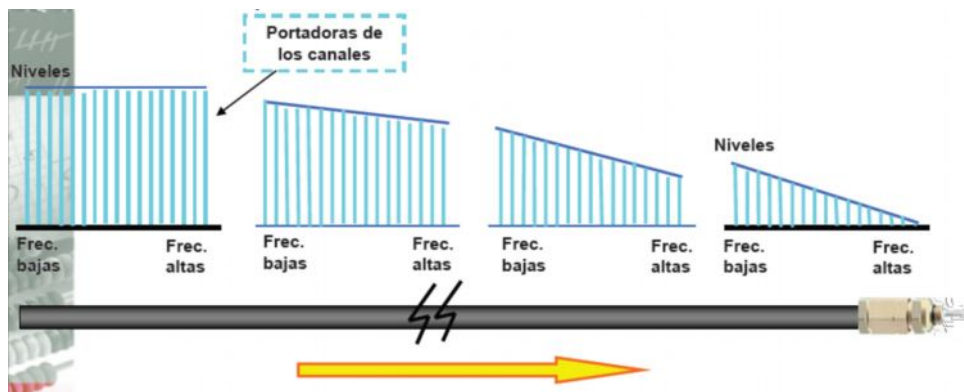


Figura 27 Atenuación de una señal a frecuencias altas

Al llegar al amplificador, éste incrementa los niveles de las señales y le da una pendiente positiva al conjunto de las portadoras para contrarrestar su pendiente negativa Figura 28.

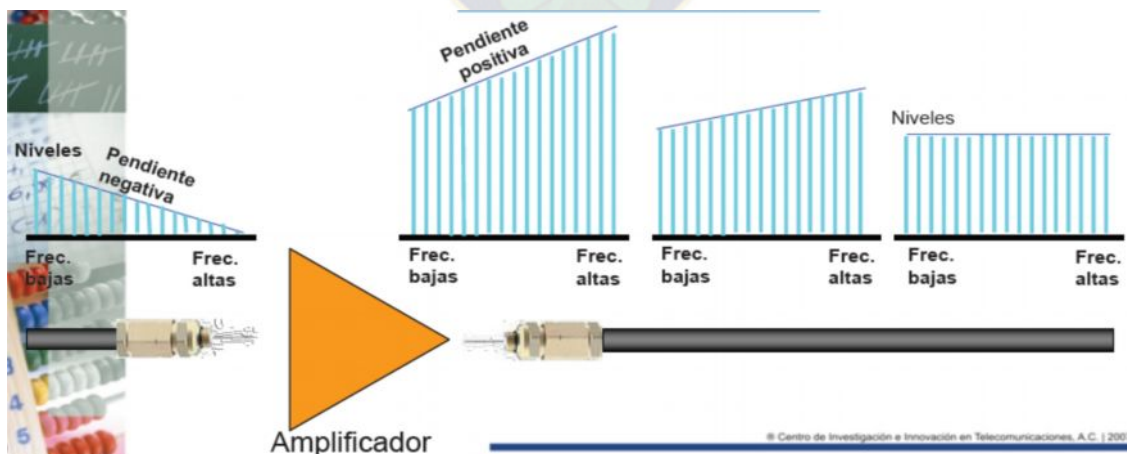


Figura 28 Amplificación de los niveles

De esta manera, todos los canales llegarán al suscriptor con el mismo nivel.



En las tablas de especificaciones, la atenuaciones e indica en decibeles por unidad de longitud. En la siguiente se muestra un ejemplo de una hoja de especificaciones.

4.28. Atenuaciones de cable coaxial por unidad de longitud

Como se puede saber en cada elemento conductor siempre existe un resistencia una oposición de corriente, en este caso se tiene una atenuación de cada conductor, o la atenuación del cable coaxial, aquí presentamos unas tablas de atenuaciones en cada 100 metros de distintos cables, como el cable coaxial .500, RG11, RG6, etc. Tabla 4.1, tabla 4.2, y tabla 4.3.

Frequency (MHz)	500	625	750	875	1000
Maximum Loss at 68° F (dB/100 ft) ¹					
5	0.16	0.13	0.11	0.09	0.08
30	0.40	0.32	0.27	0.23	0.21
40	0.47	0.38	0.31	0.27	0.24
50	0.52	0.42	0.35	0.30	0.27
110	0.78	0.64	0.52	0.45	0.41
174	0.99	0.82	0.68	0.58	0.54
220	1.11	0.92	0.76	0.66	0.60
300	1.31	1.08	0.89	0.78	0.72
350	1.43	1.18	0.97	0.84	0.78
400	1.53	1.27	1.05	0.91	0.84
450	1.63	1.35	1.12	0.97	0.90
550	1.82	1.51	1.25	1.09	1.01
600	1.91	1.58	1.31	1.14	1.06
750	2.16	1.79	1.48	1.29	1.21
865	2.33	1.94	1.60	1.40	1.32
1000	2.53	2.11	1.74	1.53	1.44
Loop Resistance at 68° F (Ohms/1000 feet) ^{2,3}					
CA	1.70	1.10	0.75	0.55	0.41
SC	—	—	—	—	—

Tabla 4.1 atenuaciones de cables coaxiales por frecuencia de trabajo



Frequency (MHz)	Series				
	440	500	650	750	1000
Maximum Loss at 68° F (dB/100 ft) ¹					
5	0.17	0.14	0.11	0.10	0.07
30	0.41	0.35	0.28	0.25	0.18
40	0.47	0.41	0.32	0.29	0.21
50	0.53	0.46	0.36	0.32	0.23
110	0.79	0.68	0.53	0.47	0.35
174	1.01	0.86	0.69	0.60	0.45
220	1.13	0.97	0.78	0.67	0.50
300	1.33	1.14	0.91	0.79	0.60
350	1.44	1.23	0.99	0.86	0.65
400	1.54	1.32	1.06	0.91	0.70
450	1.64	1.40	1.13	0.97	0.74
550	1.81	1.55	1.25	1.08	0.78
600	1.90	1.63	1.34	1.11	0.82
750	2.12	1.83	1.50	1.25	0.97
865	2.31	1.99	1.64	1.36	1.07
1000	2.49	2.15	1.77	1.47	1.16
Loop Resistance at 68° F (Ohms/1000 feet) ^{2,3}					
CA	2.04	1.57	1.01	0.73	0.41
SC	—	—	—	—	—

Tabla 4.2 Atenuaciones de cables RG440 a RG1000

Frequency (MHz)	Series			
	59 Foam	6 Foam	7 Foam	11 Foam
Maximum Loss at 68° F (dB/100 ft) ¹				
5	0.86	0.58	0.47	0.38
30	1.51	1.18	0.92	0.71
40	1.74	1.37	1.06	0.82
50	1.95	1.53	1.19	0.92
110	2.82	2.24	1.73	1.36
174	3.47	2.75	2.14	1.72
220	3.88	3.11	2.41	1.96
300	4.45	3.55	2.82	2.25
350	4.80	3.85	3.05	2.42
400	5.10	4.15	3.27	2.60
450	5.40	4.40	3.46	2.75
550	5.95	4.90	3.85	3.04
600	6.20	5.10	4.05	3.18
750	6.97	5.65	4.57	3.65
865	7.52	6.10	4.93	3.98
1000	8.12	6.55	5.32	4.35

¹ To obtain loss in dB/100 m, multiply by 3.281.

Tabla 4.3 Atenuaciones de cables de serie RG59 a RG11

4.29. Atenuador

Es un dispositivo utilizado para reducir en ciertos casos los niveles de potencia de la señal en una cantidad dada, la señal de salida es atenuada respecto a la señal de entrada.



Figura. 29 Tipos de atenuadores

Existen atenuadores fijos y atenuadores variables, los atenuadores fijos se encuentran en una amplia gama de equipos electrónicos para extender el rango dinámico de equipos de medida, para prevenir señales de sobrecarga en receptores, para igualar impedancias y reducir los efectos de terminaciones inapropiadas de entrada/salida de osciladores, amplificadores y equipos de pruebas. Figura 29.

4.30. Red de Acometida

Salva el último tramo del recorrido de las señales descendentes, desde la última derivación hasta la base de conexión de abonado como se ve en la Figura 30.



Figura 30 Conexión de acometida

CAPITULO III

5. DESARROLLO DEL TRABAJO

Una vez orientado la antena parabólica, se procede a conectar eléctricamente todo el equipo y localizar el satélite haciendo pequeños barridos en torno a la posición de azimut pre calculado y reajustando la elevación si fuese preciso.

5.1. Diagrama de Red

En el diseño se emplea una red tipo árbol o rama, esto por que se puede expandir a una terminación y amplificarla para ser distribuida nuevamente.

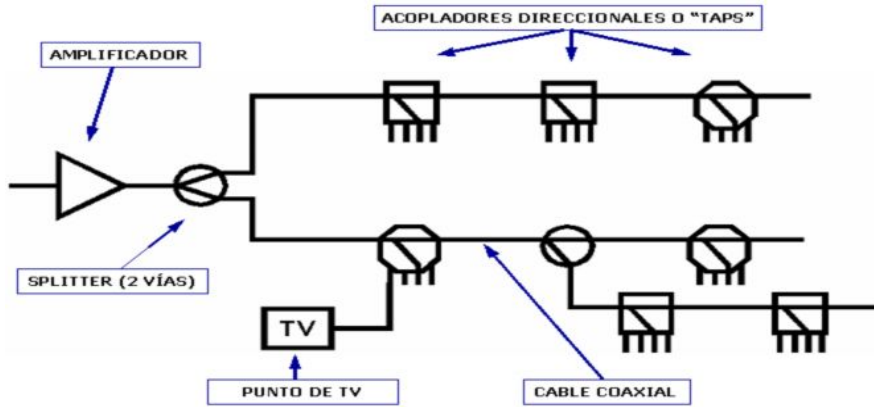


Figura 31 Diagrama de una red de CATV tipo árbol

5.2. Canales de Recepción

Los canales que se quiere recepción para la comunidad esta orientado o se quiere llegar a personas como a los adultos, los jóvenes y a los niños teniendo una programación variada, como también recibir canales libres de nuestro país para la buena información visual de lo que pasa en nuestro país.

Por lo que la programación que se recibirán será los canales libres en donde mostramos la siguiente tabla 5, de los canales y el satélite donde se encuentran las mismas.



Ítem	Canal	Satélite de trabajo	Transponder	Elevación	Azimut
1	PAT	NSS 7	22° Oeste	32.4°	75.7°
2	Boliviación	NSS 7	22° Oeste	32.4°	75.7°
3	Red Uno	NSS 7	22° Oeste	32.4°	75.7°
4	RTP	NSS 7	22° Oeste	32.4°	75.7°
5	UTV	Intelsat	55.5° oeste	65.7°	38.4°
6	Tele Sur	Intelsat	55.5° oeste	65.7°	38.4°
7	HBO	Amazonas	-	68.9°	23.9°

Tabla 5 asignación de canales del satélite

5.3. Equipos a Utilizar en la Red de CATV

Posteriormente para la recepción de los 7 canales que se quiere debemos tener en cuenta los equipos que se requieren para el siguiente diseño

Necesariamente requerimos de antenas parabólicas para la recepción de canales libres como de canales por suscripción. Donde tenemos los LNB que recepcionaran de la banda C, y la cobertura a la banda L.

Receptores satelitales o splitter satelital que nos derivara para cada demodulador o decodificadores.

Decodificadores o IRD, estarán en las frecuencias asignadas del proveedor, estas características nos dan como ya lo dijimos el proveedor de cada canal o suscripción de los canales.

Luego tenemos los patch panel o es donde se hace el monitoreo de las señales recibidas, donde puede existir fallas de transmisión como recepción del mismo satélite, es donde podemos diagnosticar en donde esta la falla.

Posteriormente se tiene los moduladores es donde nosotros asignamos las frecuencias o nuestra portadora en donde el canal que se esta recepcionando trabaje en la frecuencia asignada.



Los cobinadores donde se suman todas las portadoras en nuestro espectro de frecuencias, al final de esto tenemos nuestro amplificador, todo esto es nuestra cabecera.

La red de distribución consta de los equipos como el amplificador los tap's los splitter y los conectores que se van a utilizar.

5.4. Cálculos de red

Para nuestro cálculo debemos tomar en cuenta, cuantos canales se transmiten hacia la red, para tener nuestro pendiente de perdidas en todo en trayecto que obtendremos en db. Como también la frecuencia de trabajo.

Para el diseño necesitamos saber con cuanto en db se transmite en señales altas como en señales bajas esto de acuerdo a los canales que se tiene.

Para esto tenemos nuestra siguiente tabla 6.

Tenemos para 18 canales de transmisión

Off-Air Television Frequencies				
Channel Number	Picture Carrier (MHz)	Color Carrier (MHz)	Sound Carrier (MHz)	Wavelength (inches)
2	55.25	58.83	59.75	213.8
3	61.25	64.83	65.75	192.8
4	67.25	70.83	71.75	175.6
5	77.25	80.83	81.75	152.9
6	83.25	86.83	87.75	141.9
7	175.25	178.83	179.75	67.4
8	181.25	184.83	185.75	65.2
9	187.25	190.83	191.75	63.1
10	193.25	196.83	197.75	61.1
11	199.25	202.83	203.75	59.3
12	205.25	208.83	209.75	57.5
13	211.25	214.83	215.75	55.9
UHF Television				
14	471.25	474.83	475.75	25.1
15	477.25	480.83	481.75	24.7
16	483.25	486.83	487.75	24.4
17	489.25	492.83	493.75	24.1
18	495.25	498.83	499.75	23.8
19	501.25	504.83	505.75	23.6
20	507.25	510.83	511.75	23.3
21	513.25	516.83	517.25	23.0
22	519.25	522.83	523.75	22.7
23	525.25	528.83	529.75	22.5
24	531.25	534.83	535.75	22.2
25	537.25	540.83	541.75	22.0
26	543.25	546.83	547.75	21.7

Tabla 6 Frecuencia de canales por aire



Tenemos una frecuencia desde 55. – 750, para nuestra transmisión y en el espectro de frecuencia de CATV por lo tanto necesitamos transmitir solo 7 canales posteriormente podemos ampliar nuestro canales, en este caso transmitimos desde el canal 2 que esta en la frecuencia de 55,25 hasta el canal 18 que esta en la frecuencia de 495.25 esto es mas que suficiente para nuestros canales.

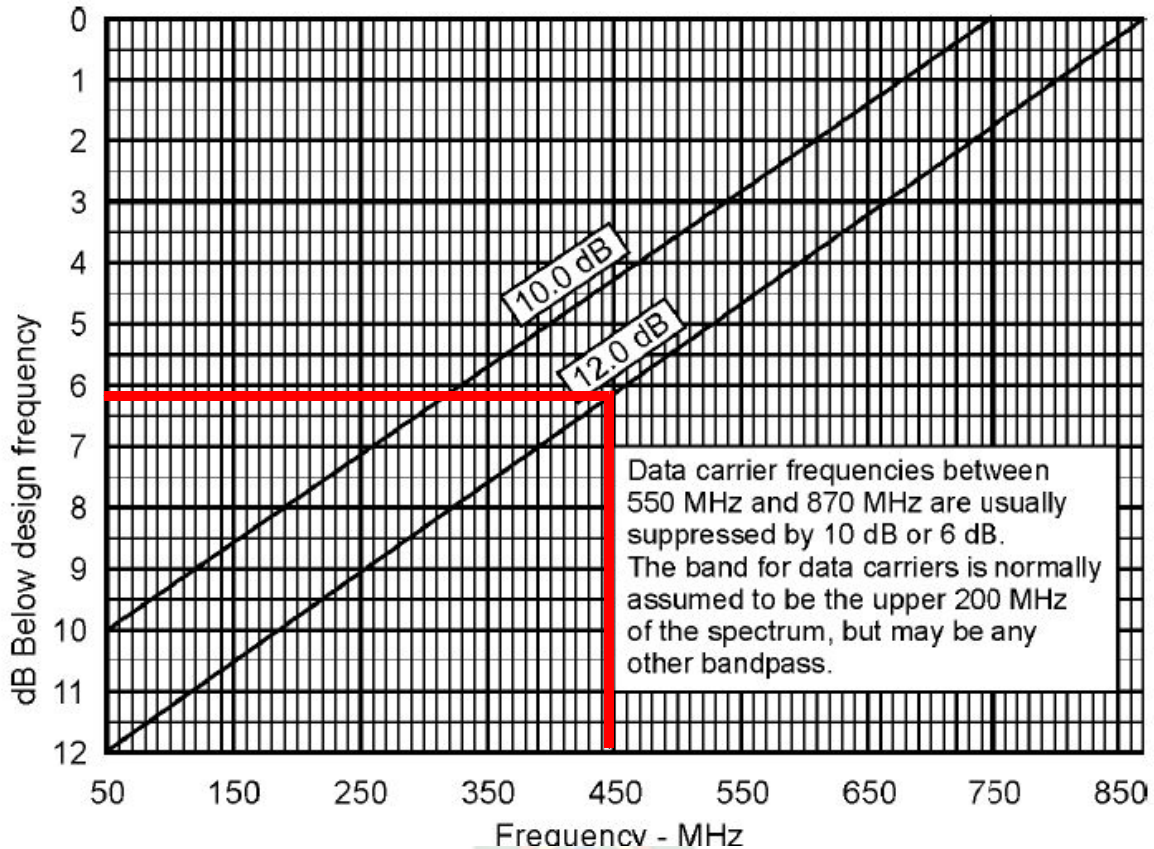


Tabla 7 Designación de Frecuencias

Como se observa en la Tabla 7. Tenemos una frecuencia alta de 450 MHz y una ganancia en db de 6, para 18 canales por tanto nuestra pendiente para el cálculo de nuestra red es la siguiente Figura 32.

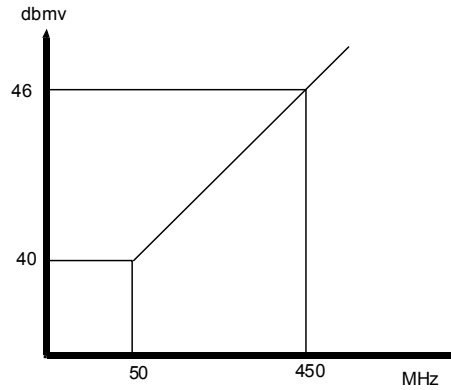


Figura 32 Pendiente para el diseño de CATV

Debemos tener en cuenta que tipo de cable se va a usar por la atenuación que se tiene y cuanto es lo que atenúa en dicha frecuencia de trabajo.

Para esto se calcula la distancia más lejana o el último tap donde se encuentra para nuestro ejemplo determinamos. El último tramo es de 241m.

Para nuestro cálculo necesitamos la atenuación del cable por cada 100m en un cable coaxial RG11

para frec. 450 MHz

$$2.75 * 3.28 = 9.02$$

$$4.5 * 2.41 = 22 \text{ db}$$

para frec. 50MHz

$$0.92 * 3.28 = 3$$

$$3 * 2.41 = 7 \text{ bd}$$

Posteriormente se hace un cálculo, que la señal llegue a un nivel determinado con un nivel de 20 db hasta el último tap de acuerdo a la pendiente que se determina

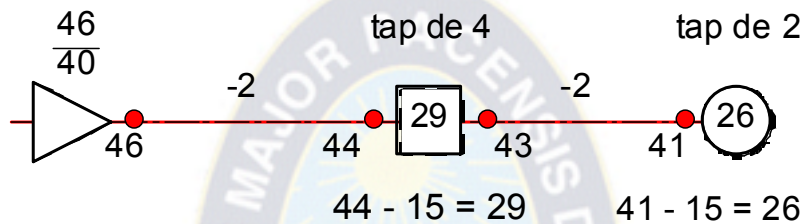
$$\frac{46 - 22}{40 - 7} = \frac{24}{33}$$

Como podemos ver la señal alta como la señal baja llegan con niveles adecuados hasta el último punto donde se encuentra el tap.



Viendo que la señal llega y no necesita ser amplificada en el transcurso del trayecto se procede al calculo de la red en donde se utilizan las demás tablas que se encuentran las perdidas de inserción en cada tap, teniendo siempre en cuenta que en cada boca se tiene que tener una señal en db de 15, como también la el valor de cada tap para el uso y la aplicación.

Un ejemplo que podemos denotar es la siguiente, como también el uso de la tabla de perdida que se tiene. Tabla 8.



Model	Nom. Tap Value	Insertion Loss (dB)															
		5 MHz		10 MHz		50 MHz		450 MHz		550 MHz		750 MHz		870 MHz		1000 MHz	
		Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max
FFT2																	
4TN	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7N	7.5	3.4	3.6	3.3	3.5	3.3	3.5	3.9	4.1	4.2	4.4	4.3	4.5	4.5	4.7	4.7	5.0
10N	10.5	1.7	2.0	1.3	1.5	1.3	1.5	1.8	2.0	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7	3.2	3.5
12N	12.0	1.4	1.6	1.1	1.3	1.0	1.2	1.5	1.7	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	2.6	2.7	2.9
14N	14.0	1.1	1.4	0.9	1.1	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2	2.9
17N	17.0	1.0	1.2	0.9	1.1	0.8	1.0	1.2	1.3	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	2.0	2.0	2.2
20N	20.0	0.6	0.9	0.5	0.7	0.5	0.7	0.9	1.1	1.1	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1
23N	23.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
26N	26.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
29N	29.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
32N	32.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
35N	35.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.8	2.0
FFT4																	
7TN	6.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10N	10.3	3.3	3.6	3.3	3.5	3.3	3.5	4.0	4.2	4.1	4.3	4.3	4.5	4.5	4.7	4.2	4.5
FFT8																	
14N	14.4	1.6	1.9	1.3	1.5	1.3	2.1	1.9	2.1	1.9	2.1	2.4	2.6	2.6	2.8	3.2	3.5
15.5N	15.5	1.3	1.6	1.1	1.3	1.0	1.2	1.5	1.7	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.9	3.1
17N	17.0	1.1	1.4	0.9	1.1	1.0	1.2	1.4	1.6	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8
20N	20.0	0.8	1.1	0.7	0.9	0.8	1.0	1.4	1.5	1.2	1.4	1.6	1.8	1.8	2.0	2.1	2.4
23N	23.0	0.5	0.8	0.5	0.7	0.5	0.7	1.0	1.2	1.0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.8	1.9	2.2
26N	26.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
29N	29.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
32N	32.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1
35N	35.0	0.3	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.1

Tabla8 Perdidas por inserción en 450 MHz

Como se puede observar en el calculo se tiene los tap's a utilizar de acuerdo a la tabla de inserción de cada tap.



5.5. Plano de la Comunidad





5.6. Diseño de la red de CATV







5.7. Ubicación de la Comunidad

Pariri es un pueblo de la provincia los andes situado en el departamento de La Paz, Bolivia, esta situado a una altura de 12788. Se encuentra a una distancia aproximada de 75Km desde la ciudad de La Paz, con una población aproximada y en crecimiento de 620 habitantes.

La actividad económica que desempeñan es agricultura, ganadera y el comercio, puesto que son las actividades primordiales de todas las comunidades de las provincias.

La comunidad Pariri tiene provincias aledañas como la comunidad Suriquiña, Catacora, Yahurichambi, Chirapaca y peñas.

Donde el trayecto a la comunidad es por la carretera de Peñas.

5.8. Estudio de Factibilidad

5.8.1. Factibilidad Técnica

Desde el punto de vista técnico, para la realización del trabajo de aplicación son necesarios recursos tecnológicos que no corresponde precisamente a un proceso de desarrollo, pues el mercado tanto nacional como internacional los ofrece a costos razonables y de buena calidad.

Para el desarrollo del proyecto. Iniciamos con el estudio de factibilidad técnica encontramos que existen por lo menos alternativas de implementación, para las cuales los requerimientos son los siguientes.

Consiste en construir una cabecera de red que contendrá los canales requeridos, instalados en la cede social de la comunidad, o en una vivienda aledaña, en cualquier de los casos requeridos para la puesta en marcha del trabajo de aplicación son básicamente los siguientes.



Dos antenas satelitales

Splitter satelital

Combinadores

Demoduladores

Moduladores

Amplificadores

Taps

Splitters

Cables coaxial RG11

Cable coaxial RG6

Conectores

De otro modo la cabecera será ubicada en una de las propiedades de la empresa, con esto para la ampliación de canales necesarios, como también la capacidad de información y telefonía.

5.8.2. Factibilidad Económica

Dado que se planteo alternativas en el estudio, igualmente se establecen los costos de equipos por cuanto tendremos en cuenta lo siguiente.

6. Análisis de Costos

En el análisis de costos del proyecto se consideran lo elementos de la inversión inicial, que compone de los gastos iníciales que requiere el proyecto, como también la adquisición de equipos necesarios.



El proyecto en su fase inicial precisa un monto de inversión de bolivianos en la tabla 9 se describe los gastos de inversión.

Ítem	Descripción	Costos en Bolivianos
1	Servicio de instalación	5000
2	Equipos	52,580
3	Total	57,580

Tabla 9. Gastos de inversión

En la siguiente tabla 10 se describe en detalle cada uno de los equipos y sus costos.

Ítem		Equipos	Costo por Unidad en Bs	Costo total
1	7	Moduladores PDI Dixon	1,218	8,526
2	7	Demoduladores	1,532	10,724
3	2	Splitter satelital	644	1,288
4	1	Combinadores PDI	2,841	2,841
5	2	Antena Parabólica de 1.8m	5,740	11,480
6	4	Amplificador CATV	850	3,400
7	22	Tap de 4 Puertos (Dixon)	98	2,156
8	4	Cable Coaxial RG 11. 300m	1,470	5,880
9	100	Conector RG 11	7	700
10	22	Tensores	70	1,540
11	7	Cable coaxial RG6	535	3,745
12	100	Conector RG6	3	300
		Total		52,580

Tabla 10 Costos de inversión de la Red



7. Costo del Servicio

Los costos de servicio para cada usuario ascienden a un valor de bolivianos 50, esto por el servicio de instalación, como también por la instalación de toda la red y funcionamiento de la cabecera donde cada abonado podrá cancelar cada final de mes después del contrato.

Costo en Bs	20 Bs	50 Bs	75 Bs	100 Bs
Nº Habitantes	80	100	10	0

Tabla 11 Encuesta por numero de habitantes que puede adquirir el servicio

Podemos ver en la tabla 11, la cantidad de personas que pueden adquirir el servicio a un costo Moderado y bajo. Por lo tanto podemos prestar el servicio a un costo mensual de bolivianos 50.

Dado que la población esta en crecimiento y la aceptación de la comunidad para la implementación de una red de CATV, el trabajo de aplicación puesto en marcha y la inversión que se realiza y la remuneración del proyecto será en un lapso de 3 años, teniendo en cuenta que se tendrá gasto de mantenimiento, etc. Como se muestra en la tabla 12.

Ítem	Descripción	% 100
1	Fondos de mantenimiento y reparación	30 %
2	Suscripción por Canal	25 %
3	Fondos por inversión	30 %
4	Gastos de Electricidad	15 %

Tabla 12 Costos Variables



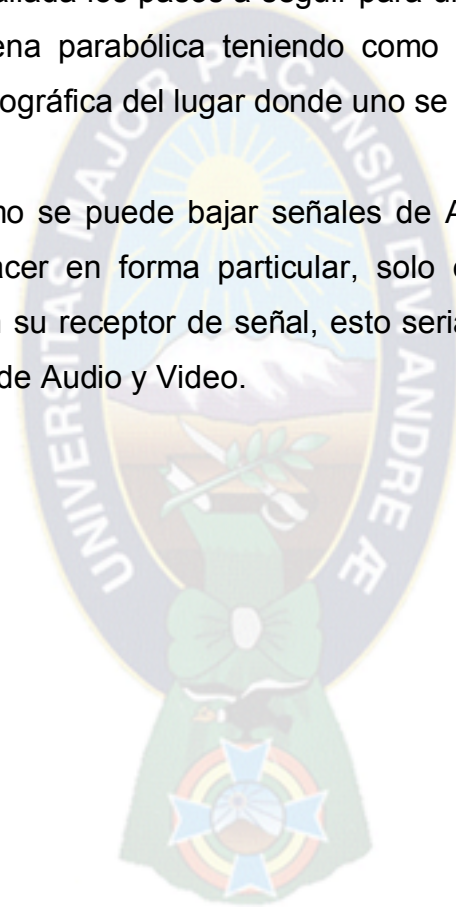
8. CONCLUSIÓN

El diseño que se realiza esta acorde a los requerimientos dado que se prestará servicio de canales libres a la comunidad.

Como también la facilidad de adquirir los equipos en cualquier sucursal de ventas de equipos de CATV, de la ciudad de La Paz.

Se explico en forma detallada los pasos a seguir para una adecuada orientación y calibración de una antena parabólica teniendo como referencia la longitud del satélite y la ubicación geográfica del lugar donde uno se encuentra.

También se mostró como se puede bajar señales de Audio Video, esta práctica incluso se la puede hacer en forma particular, solo es conseguir una antena parabólica completa con su receptor de señal, esto sería más que suficiente para la recepción de señales de Audio y Video.





BIBLIOGRAFÍA

Mundo electrónico. (1992), Televisión Directa por Satélite. Barcelona, Marcombo.

F. A. Wilson, (1998), Televisión por Satélite. Barcelona, Babani.

Cesar, Paulo. (2010). Red de televisión comunitaria. Obtenido el 16 de julio 2012, de: <http://www.monografias.com/trabajos15/television-comunitaria/television-comunitaria.shtml>

Artículo. (1996). Televisión por Cable. Obtenido el 21 de julio 2012, de: http://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_por_cable

Becerra Yomma, Néstor. Nicolás, Beltrán Maturana. (2009). Diseño e Implementación de un curso de Servicios sobre Redes HFC de Nueva Generación. Obtenido el 16 de julio 2012, de: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2009/wolff_p/sources/wolff_p.pdf

Arias Alvarado, Gerardo. (1979). Diseño e Implementación de redes de acceso para proveer el servicio de telefonía fija, portadores, y servicios de valor agregado por el grupo tv cable. Obtenido el 12 de julio 2012, de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/213/1/334.pdf>

Gonzales, Héctor. Redes de telecomunicaciones por Cable. Obtenido el 17 de julio 2012, de: <http://es.scribd.com/doc/25028330/Curso-Redes-Tv-Cable>

Artículo. (nd).Sistemas CATV. Obtenido el 16 de julio 2012, de: http://www.tac.cl/cph_upl/694698_Sistemas%20CATV.pdf

Cortes, Pablo. Juan Larreñeta. (nd).Diseño de una Red Urbana HFC para la Distribución de servicios avanzados de Telecomunicaciones. Obtenido el 16 de julio 2012, de: <http://io.us.es/cio2001/cio-2001/cd/Art%C3%ADculos/Us/US-3.pdf>

Andreula, Luis. Sistemas de Televisión por Cable. Obtenido el 18 de julio 2012, de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/sistema-television-cable/sistema-television-cable.pdf>

Faria, H. Carlos Eduardo. Manual Practico de Sistemas de Televisión. Obtenido el 16 de julio 2012, de: <http://colsafra.com/tvfta/descargas/manualpractico.pdf>



(nd). Como Diseñar una Red para Televisión por Cable. Obtenido el 18 de julio 2012, de: <http://www.latinotca.com.ar/chi/capacitacion.php?id=28>

Galindres Guancha, Luis Fernando. (2010). Optimización Multiobjetivo de redes de comunicación. Obtenido el 11 de julio 2012, de: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/621382l864.pdf>

Achedad Cortez, Pablo. (2000).Diseño y planificación de redes de Telecomunicaciones por Cables. Obtenido el 15 de julio 2012, de: http://fondosdigitales.us.es/media/thesis/13/D_T.170.pdf

