Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica.

TRABAJO DE DIPLOMA

Sistemas de Televisión Digital Interactiva.

Autor: Yenisey Toledo Pérez.

Tutor: M.Sc Hiram del Castillo Sabido.

Co-Tutor: Ing. Luis Armando Moreno Valiño.

Consultante: Dr. Jorge Matos Gómez.

Santa Clara
2005
“Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas”.

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica.

TRABAJO DE DIPLOMA

Sistemas de Televisión Digital Interactiva.

Autor: Yenisey Toledo Pérez.

Tutor: M.Sc Hiram del Castillo Sabido.
Prof. Dpto. de Telecomunicaciones y Electrónica.
Facultad de Ing. Eléctrica. UCLV.
e-mail: Hiramd@uclv.edu.cu

Co-Tutor: Ing. Luis Armando Moreno Valiño.
División Tecnológica CIMEX. Santa Clara.

Consultante: Dr. Jorge Matos Gómez.
Empresa Nacional Eléctrica. Santa Clara.
e-mail: matos@elecvcl.une.cu

Santa Clara
2005
“Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas”.

Hacemos constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Telecomunicaciones y Electrónica autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

_____

Firma de los Autores.

Los abajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

_____ _____

Firma del Tutor. Firma del Jefe de Dpto.
Donde se defiende el trabajo.

_____

Firma del Responsable de
Información Científico- Técnica.

Pensamiento

"Las ciencias tienen las raíces amargas,

pero muy dulces los frutos."

Aristóteles

Agradecimientos

A mis tutores por dedicar gran parte de su tiempo a orientarme y ayudarme a solucionar los problemas y las dudas que se me han presentado durante el desarrollo de este trabajo.

A mi novio porque gracias a su cariño y dedicación obtuve como resultado un trabajo de mayor calidad.

A todos los que de una manera u otra me hayan colaborado en la realización de esta tesis.

Dedicatoria

A mi familia, en especial a mi mamá, mi abuela, mis tíos Raudel e Ileana y mi novio.

Resumen

RESUMEN

Los sistemas de antenas colectivas SMATV han sido utilizados tradicionalmente para la distribución de señales de televisión, tanto por satélite como terrestres, en edificios y casas unifamiliares agregadas. En este trabajo se describe la arquitectura general, así como las principales características de dos sistemas iSMATV: el primero con interactividad remota, el cual surge como resultado de fusionar los sistemas SMATV con las Redes Interactivas por Satélites, basadas en la norma DVB-RCS y el segundo con interactividad local, que debido a su idoneidad para ser implementado en los hoteles y la importancia del turismo en Cuba, es tratado con mayor profundidad brindándose además la extensa gama de servicios que ofrece y las especificaciones de los principales equipos utilizados en la red de distribución.

Índice

INDICE

INTRODUCCION 1
CAPITULO 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA CON INTERACTIVIDAD REMOTA 3
1.1 Arquitectura general de un Sistema de Televisión Interactiva. 3
1.2 Redes Interactivas por Satélite. 4
1.2.1 Diseño de sistemas iDTH. 8
1.3 Sistema SMATV con interactividad remota. 11
1.3.1 Sistema SMATV basado en la concatenación de secciones de satélite y coaxial. 12
1.3.2 Sección de Satélite. 15
1.3.2.1 Tecnología de acceso múltiple al satélite y control de acceso. 16
1.3.3 17
Sección de Coaxial 17
1.4 Asignación del espectro. 20
CAPITULO 2: ESPECIPECIFICACIONES Y NORMAS DE LOS SISTEMAS ISMATV APLICADAS A INSTALACIONES HOTELERAS. 21
2.1 Sistemas SMATV con interactividad local. 21
2.2 Sistema de televisión digital interactiva ECLIPSE. 24
2.2.1 Servicios del sistema ECLIPSE. 25
2.3 Arquitectura general del sistema interactivo ECLIPSE. 27
2.4 Requerimientos del cableado RF para la comunicación bidireccional del Sistema de Televisión Interactiva: ECLIPSE. 30
CAPITULO 3: CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO UTILIZADO EN LA RED DE DISTRIBUCION DE LOS SISTEMAS iSMATV 35
3.1 Introducción. 35
3.2 Amplificadores bidireccionales. 35
3.2.1 Amplificador monitoreable VOS 940. 35
3.2.2 Amplificador bidireccional VGF 8001. 38
3.2.3 Amplificador bidireccional VOS 30/F. 40

3.2.4 Amplificador de distribución interior VOS 135/P. 42
3.3 Divisores de señal. 43
3.4 Derivadores de señal o TAPs. 45
CONCLUSIONES 50
RECOMENDACIONES 51
REFERENCIAS BIBLIOGRFICAS 52
ANEXO 1 54
ANEXO 2 58
ANEXO 3 63
GLOSARIO 65

Introducción

INTRODUCCION

Muchos son, a lo largo de décadas, los resultados tecnológicos que han revolucionado la televisión y que la han convertido en el más poderoso medio de difusión masiva. La introducción en el medio de las posibilidades interactivas que ineludiblemente llegan de la mano de otro concepto: el de la televisión digital, permite realizar cambios significativos en la forma en que el contenido de la programación es producida, entregada y visualizada. Las necesidades crecientes del individuo para acceder a nuevas formas de entretenimiento, más servicios a su disposición, posibilidad de participar de forma personalizada en algún programa de televisión como si estuviera en el estudio, hacer transacciones monetarias, comprar un producto en cualquier cadena de tiendas y disfrutar de las bondades de la Internet son sin lugar a dudas motivos suficientes para el desarrollo de la televisión interactiva.

El estudio de los principios, características y normas de instalación de los Sistemas de Televisión Interactivos sobre diferentes soportes constituye una temática novedosa dentro del campo de la Televisión Digital. Debido a que en nuestro país y en específico en los hoteles de la cayería norte de la provincia de Villa Clara se ha comenzado por primera vez la introducción de esta tecnología, resulta necesario obtener información sobre el tema, por lo que con la presente investigación se pretende elaborar una documentación adecuada que permita de una manera fácil y efectiva obtener los conocimientos esenciales sobre los Sistemas de Televisión Digital Interactivo, los procedimientos de instalación y los parámetros del equipamiento utilizado, dado que no se cuenta en estos momentos con ningún material condensado que de forma explícita nos ilustre las características de estos sistemas. Para llevar a cabo dicha investigación, se ha propuesto el cumplimiento de los siguientes objetivos.

Objetivos:

Recopilar y ordenar información sobre sistemas de Televisión Digital Interactivo que utilizan como soporte el enlace satelital y circuitos cerrados. En este aspecto se incluye tanto las normas de instalación como las características del equipamiento utilizado.

A fin de dar un correcto cumplimiento a los objetivos propuestos para este trabajo, se han planteado un grupo de tareas técnicas y de investigación, las cuáles se enumeran a continuación:

1. Búsqueda bibliográfica, incluyendo lo que refleja Internet de los diferentes tipos de Sistemas de Televisión Digital Interactivo y organizarlos en forma de monografías por temas.
2. Elaborar una documentación que refleje las normas aplicadas a las instalaciones hoteleras en sistemas iSMATV y validar el diseño que se realiza en el hotel de la cayería norte de la provincia de Villa Clara. (colaboración con los ingenieros de CIMEX, Cienfuegos y Villa Clara).
3. Reflejar las normas que utiliza la Televisión Interactiva aplicada en aquellos lugares donde se utiliza el soporte satelital.
4. Elaborar un material que refleje en tres capítulos la temática tratada.

Estructura del trabajo.

Este trabajo está estructurado de la siguiente forma: introducción, capitulario, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, anexos. En cada uno de ellos se abordarán las siguientes temáticas:

- Capítulo 1: Características de los Sistemas de Televisión Digital Interactivo SMATV con interactividad remota.
- Capítulo 2: Especificaciones de los sistemas iSMATV aplicadas a las instalaciones hoteleras.
- Capítulo 3: Características del equipamiento utilizado en los sistemas de iSMATV.
- Conclusiones: Se realizará un análisis crítico de los resultados obtenidos a partir de los objetivos que se trazaron inicialmente.
- Recomendaciones: Se harán recomendaciones que tengan como objetivo enriquecer el material a partir de los resultados obtenidos.
- Referencias bibliográficas: Se hará un listado de las referencias bibliográficas consultadas siguiendo la metodología existente para este fin.

Capítulo 1

CAPITULO 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA CON INTERACTIVIDAD REMOTA

1.1 Arquitectura general de un Sistema de Televisión Interactiva.

La televisión es el medio de comunicación audiovisual de mayor influencia e impacto en la sociedad. Aunque minoritario a escala mundial, los televisores tienen la bidireccionalidad que tienen los terminales telefónicos y ordenadores personales (PC, *Personal Computer*). La televisión interactiva (iTV, *Interactive Television*) es un sistema que permite convertir al televisor en un instrumento con tantas posibilidades como un PC para acceder a las nuevas tecnologías de la información. Para lograr la interactividad en entornos de televisión se requiere el uso de un canal de interacción bidireccional que posibilite la comunicación entre el dispositivo del cliente, como un receptor de televisión digital o decodificador y uno o más servidores. En la figura 1.1 se muestra un modelo de referencia para sistemas interactivos.

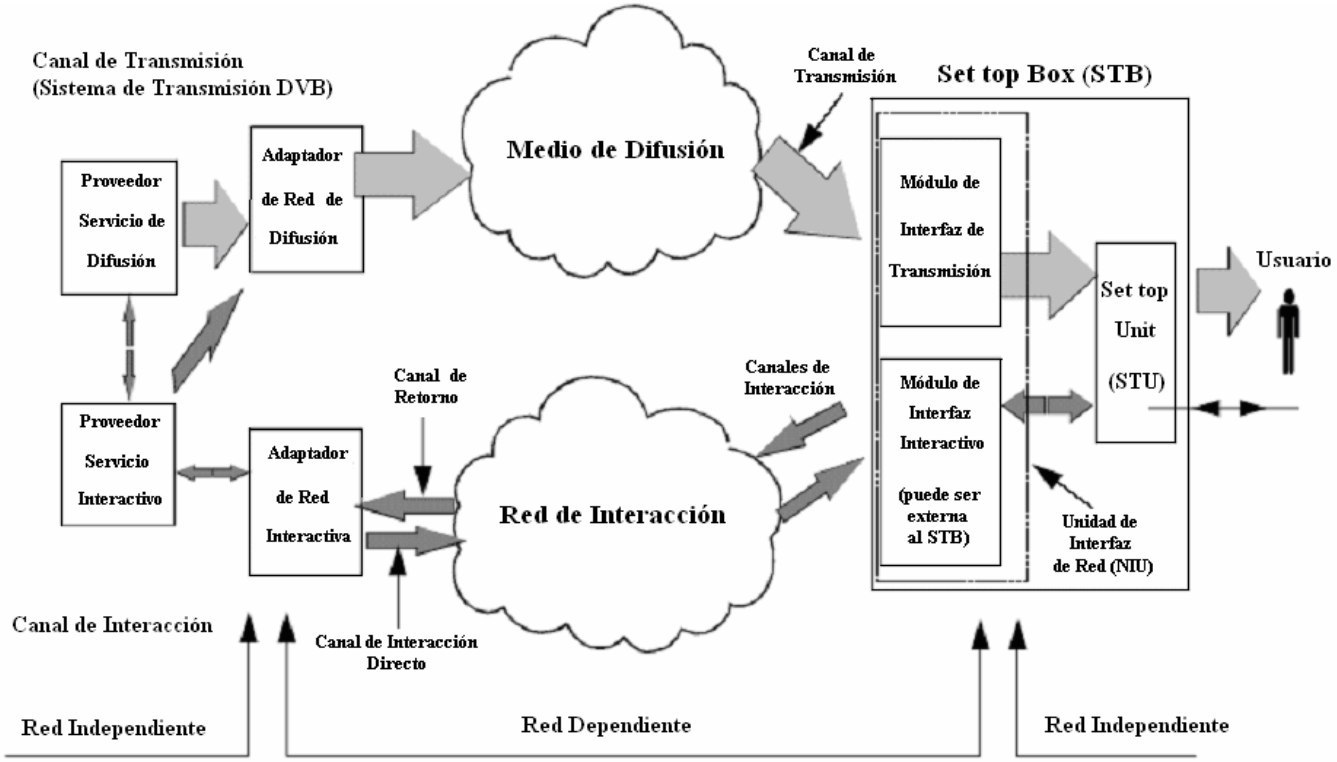


Figura 1.1. Modelo de referencia para sistemas interactivos.

En el modelo, dos canales son establecidos entre el proveedor de servicios y el usuario, estos son:

- Canal de transmisión: Se establece un canal de transmisión de banda ancha que incluye video, audio y datos desde el proveedor de servicios a los usuarios. Este puede incluir el camino de interacción directo.

- Canal de interacción: Se establece un canal de interacción bidireccional entre el proveedor de servicios y el usuario para propósitos de interacción, el cual esta formado por:

    - Camino de interacción de retorno (canal de retorno): Desde el usuario al proveedor de servicios. Es usado frecuentemente para hacer solicitudes al proveedor de servicios o para responder preguntas. Es un canal de banda estrecha, también conocido comúnmente como canal de retorno.

    - Camino de interacción directo (canal directo): Desde el proveedor de servicio al usuario. Se usa para proporcionar algunas clases de información por el proveedor de servicio al usuario y cualquier otra comunicación requerida para la provisión del servicio interactivo. Puede ser incluido en el canal de transmisión. Es posible que este canal no sea requerido en algunas aplicaciones simples, las cuales pueden usar el canal de transmisión para transportar los datos al usuario.

El terminal de usuario está formado por una Unidad de Interfaz de Red (compuesta por un Módulo de Interfaz de Transmisión y un Módulo de Interfaz Interactivo) y una Unidad de *Set Top*. El terminal de usuario proporciona la interfaz para ambos canales de transmisión e interacción. La interfaz entre el terminal del usuario y la red de interacción se realiza a través del Módulo de Interfaz Interactivo.

1.2 Redes Interactivas por Satélite.

La televisión directa por satélite, más conocida como sistemas DTH (*Direct-To-Home*), ha sido un medio muy efectivo en la difusión de contenidos, pero ha tenido que utilizar la Red Telefónica Conmutada (RTC) para sustentar el canal de retorno dada la imposibilidad de contar con tecnologías económicamente viables para implementar un canal de estas características a través del propio satélite. Limitaciones como la presencia de un segundo

operador, congestión en la RTC (Red Telefónica Conmutada), diferencias en la calidad de servicio: QoS (*Quality of Service*) y necesidad de discado para lograr la conectividad de retorno, han estimulado al desarrollo de nuevas tecnologías que ahora permiten la implementación del canal de retorno por satélite. Estas redes se han denominado de forma genérica: Redes Interactivas por Satélite (RIS) o iDTH (*Interactive Direct to Home*) [1] y se sustentan en la norma DVB-RCS que se describe a continuación.

DVB–RCS [2] ofrece a los proveedores de servicios de Internet basados en satélites la oportunidad de usar una arquitectura de servicio común, para ofrecer el valor agregado de las aplicaciones, mientras se maneja el bajo costo y la estandarización del equipo terminal de acceso. El desarrollo de los estándares de retorno vía satélite DVB-RCS, es el primer intento de introducir estándares de acceso al satélite de gran escala. Los estándares RCS están tabulados en los matices específicos de acceso a Internet sobre satélites geosincrónicos (retardo de propagación, efecto Doppler, atenuación por lluvia). La arquitectura de la red RCS es mostrada en la figura 1.2.

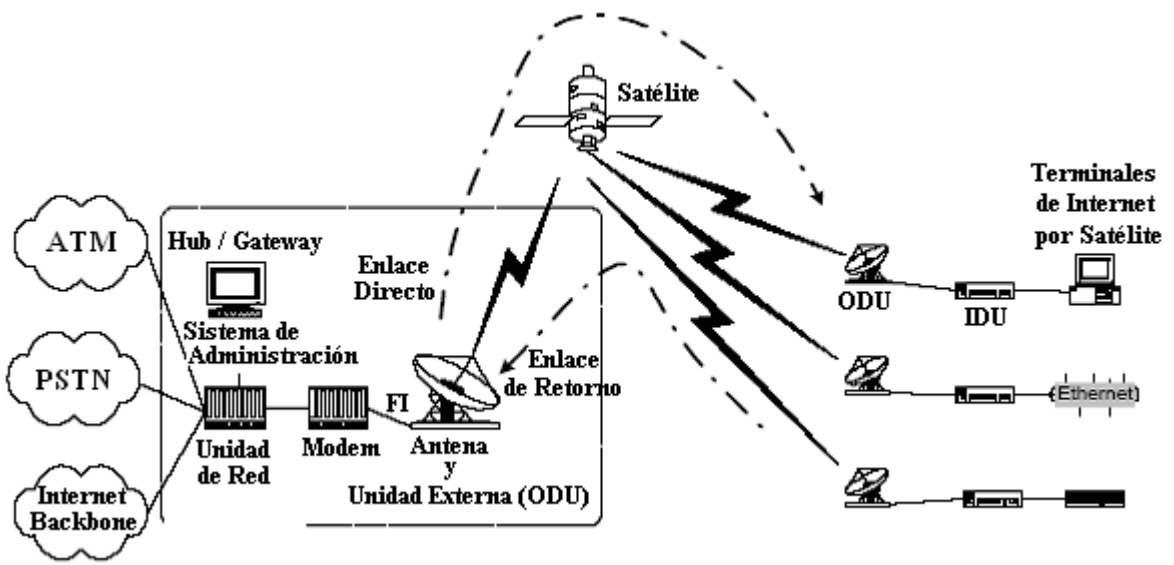


Figura 1.2. Arquitectura de la red RCS.

Una configuración en estrella de la red RCS es mostrado, donde todo el tráfico fluye a través de la estación *hub* donde la mayoría de los tráficos son enrutados dentro del *backbone* de Internet (la PSTN, *Public Switching Telephone Network*, y un *backbone* de ATM, *Asynchronous Transmitions Mode*, son mostrados como conexiones de un *hub*

opcional). Los terminales trasmiten a razones de 128 a 4096 MSps usando un *hub* fijo de acceso múltiple por división en el tiempo a múltiples frecuencias (MF-TDMA, *Multiple Frequency - Time Division Multiple Access*). Con el fin de tomar ventaja de la tecnología existente y de la penetración en el mercado, el enlace directo (*hub to terminal*) combina la transmisión de datos con la de video. El enlace es basado en DVB con la opción de usar ATM y/o IP (*Internet Protocol*) sobre transporte DVB.

Las principales características de las redes interactivas por satélite son:

- Huella con haces puntuales múltiples (*multi-spot beam*) en el enlace de retorno (figura 1.3) y huella de un solo haz (huella convencional) en el enlace de difusión o directo.
- Uso de la banda Ka (30/20 GHz) en el canal de retorno.
- Uso de la norma DVB-RCS.

Los estándares DVB-RCS pueden ser implementados usando cualquier combinación de frecuencias de las bandas Ku o Ka para trasmitir y recibir paquetes. Lo novedoso de la banda Ka es que puede ofrecer a los proveedores de servicio un significativo ahorro de *transponder* debido a su eficiencia espectral.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) habilita el uso de la banda Ka (30/20 GHz) por el congestionamiento de la banda C y Ku en determinadas posiciones orbitales claves. Además, el uso de la banda Ka facilita la implementación de haces puntuales múltiples al diseñar antenas a bordo del satélite con mayor ganancia, a pesar de que presenta una mayor atenuación por lluvia.

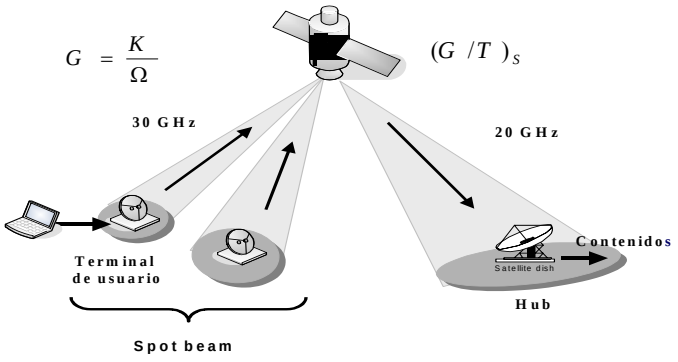


Figura 1.3. Canal de retorno en una RIS.

La infraestructura de conectividad que permiten las Redes Interactivas por Satélite puede ser aprovechada para la implementación de la televisión interactiva. A tal efecto se desarrolla actualmente el proyecto europeo denominado *Satmode (Satellite Modem)* basado en este tipo de red. El proyecto es financiado por la ESA en colaboración con un grupo de empresas francesas (*Canal+ Technologies, Newtec, STMicroelectronics* y *Thomson*) con un costo de 49 millones de Euros. Los objetivos del proyecto son:

- Lograr terminales interactivos de usuario de bajo costo que utilicen un canal de retorno a través del satélite Astra 1H, en banda Ka, en 19,2º E.
- Convertir al televisor en un terminal interactivo multimedia que contenga los servicios propios de la televisión digital interactiva (PPV, *Pey per View;* VoD, *Video on Demand*; comercio-T) e incorpore el acceso a Internet y correo electrónico.

En la figura 1.4 se muestra la arquitectura del sistema.

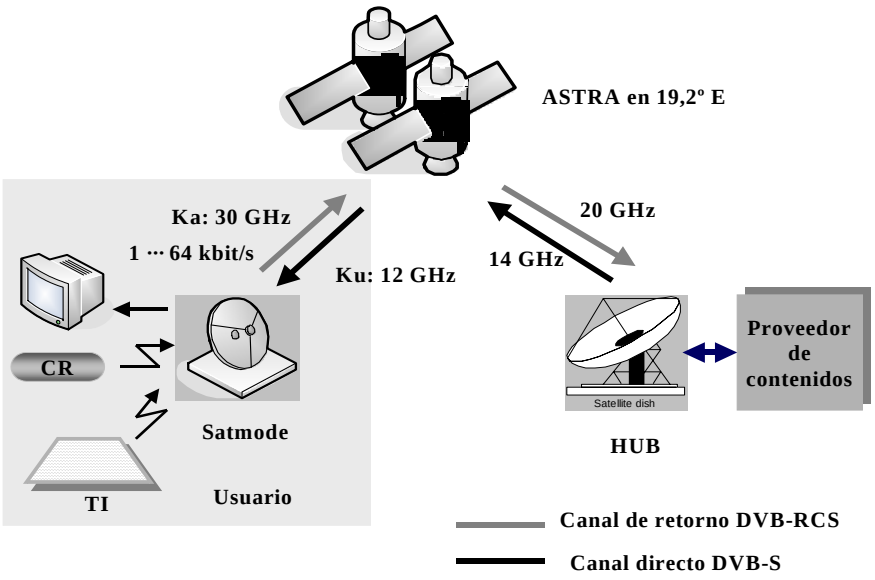


Figura 1.4. Sistema *Satmode***.**

El terminal Satmode presenta dos fases de implementación que se muestran en las figuras 1.5 y 1.6.

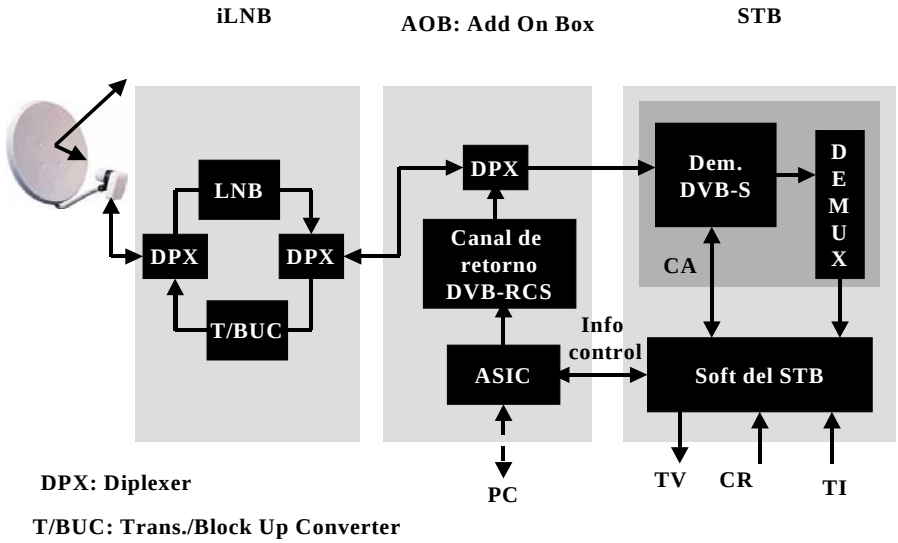


Figura 1. 5. Satmode versión 1.0.

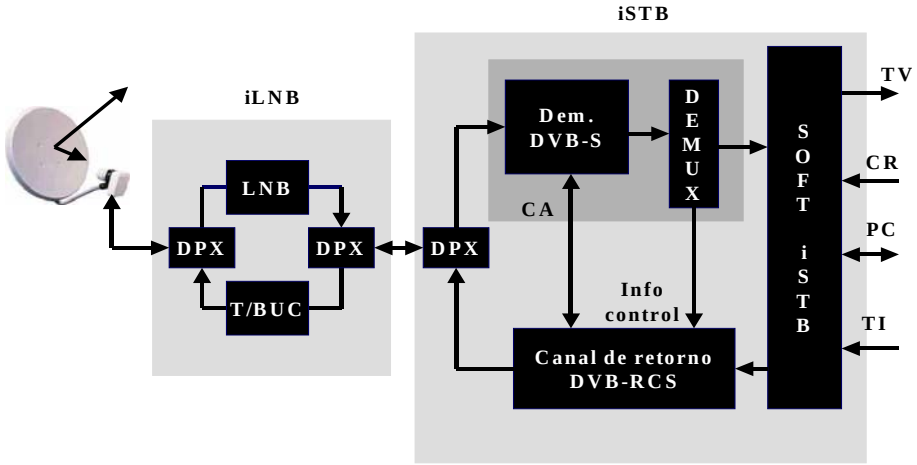


Figura 1. 6. Satmode versión 1.1.

1.2.1 Diseño de sistemas iDTH.

El enfoque de diseño de un terminal iDTH es diferente al sistema DTH convencional, donde se considera solamente el aspecto de la recepción. Aunque el terminal iDTH contiene la sección de recepción, ahora incorpora la sección de transmisión y el diseño tiene que enfocarse a ésta última, que es la más crítica y define el desempeño integral del

terminal. Siguiendo las pautas para el análisis de un enlace de televisión por satélite, la ecuación del enlace de transmisión (ascendente) puede escribirse como:

$$M_R(dB) = PIRE_{TX} + (G/T)_S - L_b - \Sigma L - R_{RL} - (E_b/N_0)_0 + 228{,}6 \quad (1)$$

$$M_R(dB) \geq A_R \quad (2)$$

$$G_{TX}(dBi) = PIRE_{TX} - P_{TX} + L_{TX} \quad (3)$$

donde M_R representa el margen por lluvia en dB, A_R la atenuación por lluvia en dB, $PIRE_{TX}$ es la potencia isotópica radiada efectiva del iDTH en dBW, $(G/T)_S$ es el factor de mérito en recepción del transponder asociado en dB/K, L_b es la pérdida de espacio libre a 30 GHz en dB, ΣL es la pérdida adicional en dB que toma en cuenta la desalineación de la antena, pérdida en el alimentador, y otros, R_{RL} es la velocidad de transmisión del terminal iDTH en dB.bit/s, $(E_b/N_0)_0$ es el valor que determina el BER (*Bit Error Reason*) para el QoS establecido, G_{TX} es la ganancia de la antena del terminal iDTH actuando como transmisora, en dBi, P_{TX} es la potencia de salida de la sección transmisora del iLNB en dBW y L_{TX} representa la pérdida de acople entre la antena y la salida del transmisor, en dB.

A modo de ilustrar cuantitativamente las potencialidades de los nuevos sistemas iDTH se mostrará el siguiente ejemplo utilizando el sistema europeo BBI de Astra el cual utiliza como canal de retorno dos *transponders* de banda Ka (29,5-30 GHz), cada uno de 500 MHz de ancho de banda (H/V). En la figura 1.7 se muestra la huella del canal de retorno de este sistema.

Ejemplo:

Un terminal interactivo (SIT, *Satellite Interactive Terminal*) está ubicado en 52,6º N; 12,4º E (Berlín) y transmite un mensaje VoD utilizando las facilidades del ASTRA 1H en banda Ka. La potencia de salida del iLNB es de 200 mW y la pérdida de acople con la antena es de 1 dB.

Para garantizar la calidad de servicio (QoS) en transmisión se requiere una BER de 10^{-5} y 99,7 % de disponibilidad promedio anual.

Se desea determinar la máxima velocidad de transmisión si la antena es de 60 cm de diámetro, compatible con los sistemas DTH de recepción.

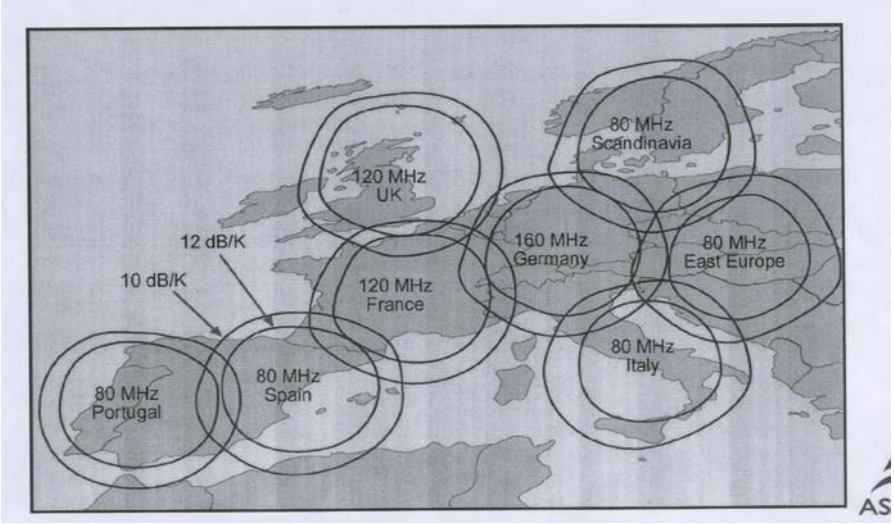


Figura 1. 7. Huella del canal de retorno del sistema BBI.

Solución:

De acuerdo con el QoS establecido y la zona de lluvia (zona E), la atenuación por lluvia es de 4,38 dB a la frecuencia de 30 GHz y un ángulo de elevación de 30º (elevación del sitio de transmisión en Berlín hasta el ASTRA 1H en 19,2º E). La perdida de espacio libre a 30 GHz es de 213,7 dB y para la BER establecida se tiene un valor de 9,6 dB para $(E_b / N_0)_0$. Como solo se toma en cuenta la atenuación por lluvia, se selecciona un margen de 4,5 dB. La ganancia de la antena, considerando una eficiencia del 60 %, es de 43,3 dBi. Como la potencia de salida del transmisor del iLNB es de – 7 dBW y tomando en cuenta que existe 1 dB de pérdida de acople, la PIRE del SIT es igual a 35,3 dBW. Considerando la huella del enlace ascendente del ASTRA 1H, se tiene que (G/T)s = 12 dB/K. Sustituyendo los valores hallados en la ecuación del enlace de retorno, se obtiene que R = 48,1 dB.bit/s; o sea, 64,56 kbit/s.

1.3 Sistema SMATV con interactividad remota.

Con el desarrollo de la norma DVB-RCS y los sistemas iDTH, las infraestructuras SMATV (*Satellite Master Antenna Television*) pueden soportar la implementación de los canales de interacción para servicios interactivos apropiados para sistemas de radiodifusión DVB e interactividad remota. Por consiguiente, los sistemas SMATV se pueden usar para ejecutar servicios interactivos en un ambiente DVB, proporcionando un camino de comunicación bidireccional entre el terminal de usuario y el proveedor del servicio, convirtiéndose de hecho en un sistema iSMATV (*interactive* SMATV). Actualmente se desarrollan proyectos en Europa para definir la arquitectura de un sistema de esta naturaleza [3]. En la figura 1.8 se muestra un sistema iSMATV.

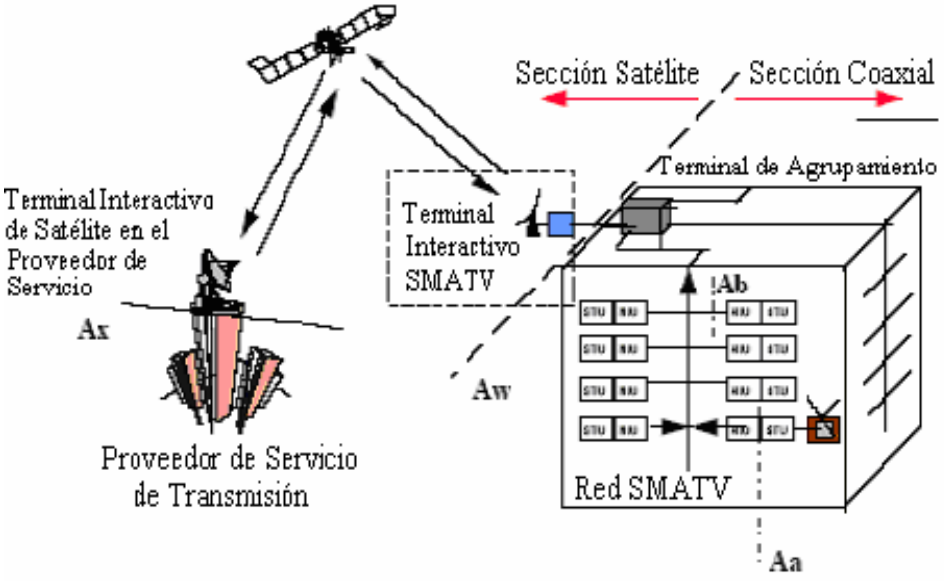


Figure 1. 8. Canales de interacción DVB para sistemas SMATV.

Antes de describir las especificaciones de un sistema iSMATV, es necesario conocer la definición de SMATV o sistemas de antena colectiva. Un sistema de antena colectiva (SMATV) se define como un sistema diseñado para la distribución de señales de televisión y sonido a hogares situados en uno o más edificios adyacentes. Estas señales se reciben por una antena de recepción de señales de satélite y se pueden combinar con señales de televisión terrenal. Las antenas colectivas representan un medio de compartir costos y recursos entre varios usuarios para la recepción de TV satélite y terrenal.

Dos sistemas pueden ser definidos para la distribución de TV digital por satélite mediante SMATV:

- SMATV *system* A: Este sistema se basa en la transmodulación transparente de la señal de satélite QPSK (*Quaternary Phase Shift Keying*), como se define en la norma ETS 300 429 (DVB-S, *DVB Satellite*), a un esquema QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) como se definió en la norma ETS 300 429 (DVB-C, *DVB Cable*). El proceso de transmodulación sin interfaz en banda base es también conocido como transmodulación transparente y lo realiza un dispositivo denominado Transmodulador Digital Transparente (TDT).
- SMATV system B: Este sistema se basa en la utilización de la modulación QPSK hasta el usuario. Este concepto de sistema permite la recepción directa de señales digitales de satélite realizando una conversión de frecuencia de la señal recibida del satélite a una banda de frecuencias apropiada a las características de la red de distribución de la antena colectiva. Según la banda utilizada se han definido los siguientes sistemas:
    1. SMATV -IF: Este usa las frecuencias intermedias (FI) como son entregadas por el bloque de bajo ruido (950-2050 MHz)
    2. SMATV-S: Es usado para la conversión a la banda extendida S (230-470 MHz)

1.3.1 Sistema SMATV basado en la concatenación de secciones de satélite y coaxial.

En la figura 1.9 se presenta un modelo de referencia para un caso particular de canales de interacción SMATV basado en la concatenación de secciones de satélite y coaxial.

Los canales de interacción se establecen mediante dos secciones: satélite y coaxial, como se representó en la figura 1.8. Por el camino de Interacción de Retorno (hacia arriba), el tráfico interactivo de los usuarios se transmite en la parte más baja de la banda de frecuencia de la red de distribución bidireccional (pasivo) a coaxial y se reúnen en el extremo superior del SMATV por el Terminal de Agrupamiento, entonces se transporta al proveedor de servicios a través del terminal interactivo SMATV del satélite.

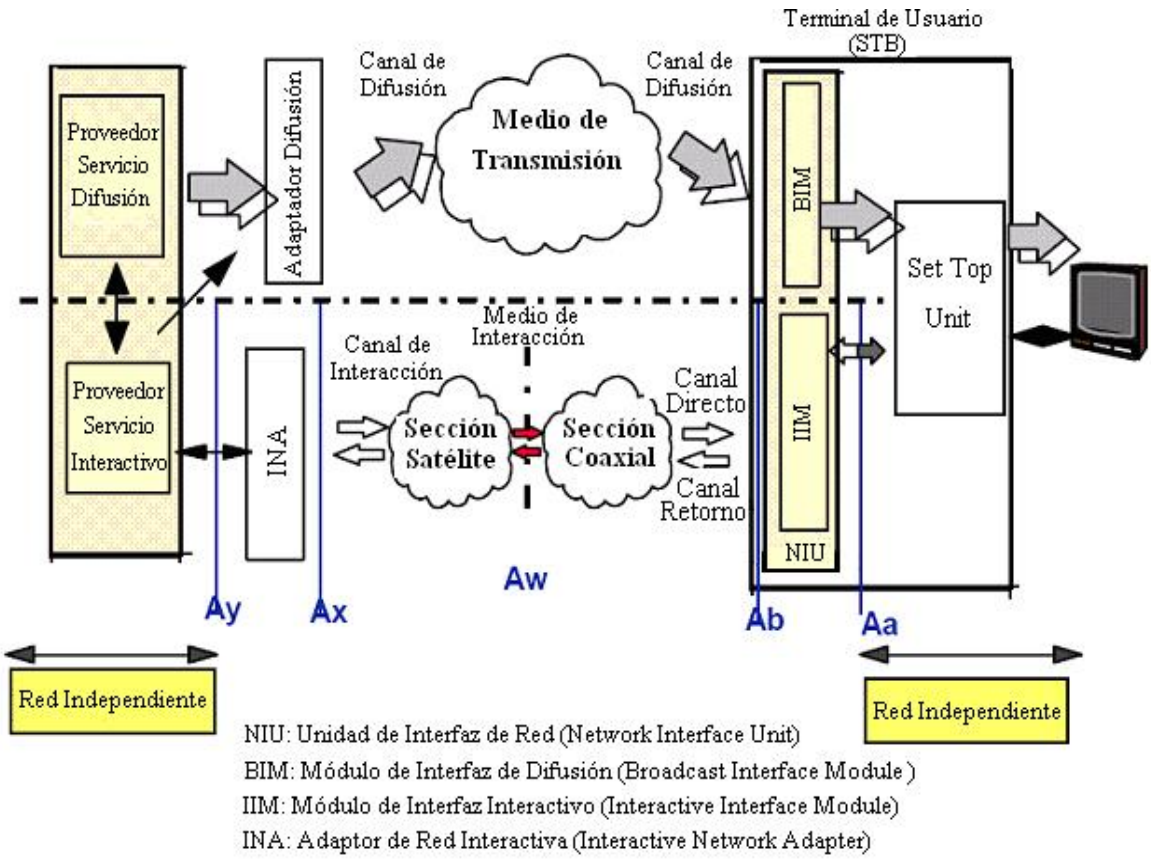


Figura 1. 9. Modelo de referencia para un caso particular de canales de interacción SMATV.

Por el camino de Interacción Directo (hacia abajo) las contestaciones del proveedor de servicios se distribuyen a través de la red bidireccional de satélite al Terminal Interactivo del Satélite en el extremo superior del SMATV y entonces, dentro de cada edificio, se ejecuta la distribución mediante el Terminal de Agrupación a cada usuario usando la parte más baja de la banda de frecuencia de la red de distribución bidireccional (pasivo) a coaxial. A continuación se definirá el Terminal Interactivo del Satélite y el Terminal de Agrupamiento:

- Terminal Interactivo del Satélite (SIT, *Satellite Interactive Terminal*): Es el equipo fundamental en la sección del satélite para suministrar los canales de interacción a los sistemas SMATV. El terminal interactivo del satélite es instalado en el extremo superior de cada edificio para suministrar un camino de comunicaciones de dos vías entre el proveedor de servicio y la sección SMATV de coaxial; si el terminal de agrupamiento SMATV lo permite, un simple SIT puede ser capaz de agrupar el trafico

de diferentes edificios. Se asume un número de SIT a ser desplegado de acuerdo al tipo de equipo del consumidor.

- Terminal de Agrupamiento SMATV: Ejecuta el agrupamiento y la distribución de la información que entra y sale del terminal de usuario. Está compuesto por el Adaptador de Red Interactiva del Terminal de Agrupamiento, las funciones de control de acceso al medio (MAC, *Medium Access Control*) y las interfaces con el Terminal Interactivo del Satélite a fin de colectar y distribuir la información en la red SMATV relacionada a cada usuario terminal (Módulo de Interfaz Interactivo).

De manera alternativa, o en paralelo, se puede incluir el camino de la Interacción Directo dentro del Canal de Transmisión en el multiplex MPEG-2, cuando la capacidad requerida en el camino de la Interacción Directo o el tipo de aplicaciones lo requiera. En la figura 1.10 y 1.11 se muestra el diagrama funcional en bloques del terminal cabecera de SMATV, compuesto por el SIT y el Terminal de Agrupación; y el terminal SMATV interactivo del usuario respectivamente.

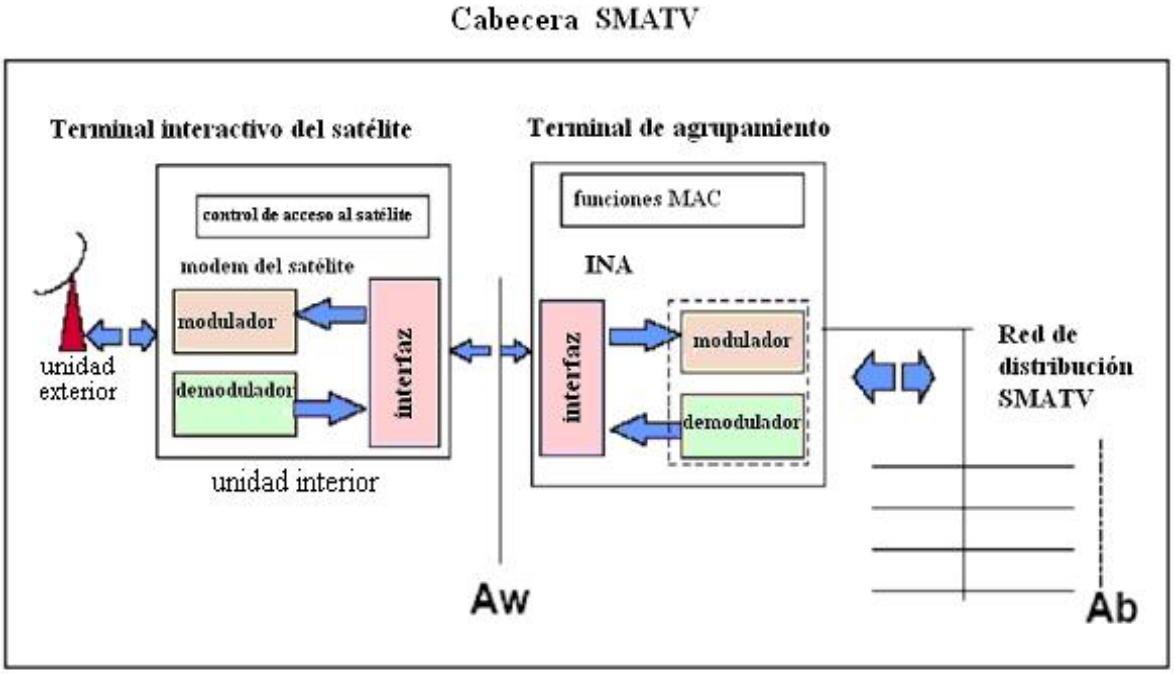


Figura 1.10. Diagrama funcional en bloques para un terminal superior interactivo DVB-SMATV interactivo.

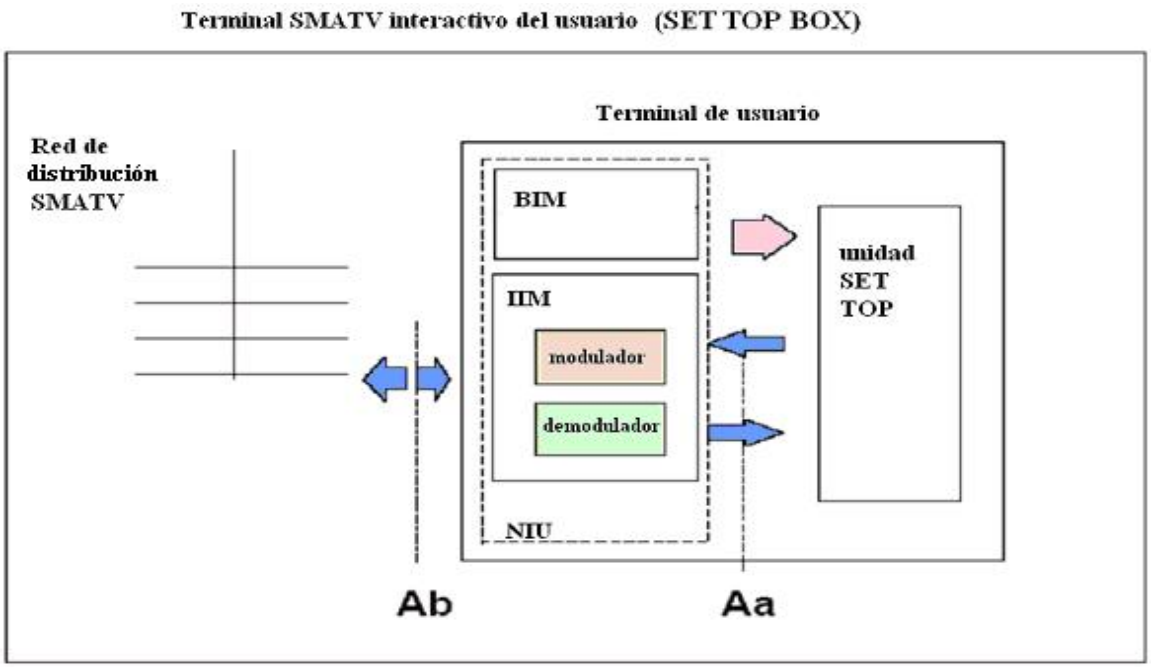


Figura 1.11. Diagrama funcional en bloques para un terminal de usuario DVB-SMATV interactivo.

1.3.2 Sección de Satélite.

La Sección del Satélite para un sistema interactivo SMATV se basa en redes de satélites, usando soluciones eficaces diseñadas y acopladas al esquema SMATV. El tipo de red de satélites que aquí se analiza consta de una estación terrena central, normalmente llamada estación principal (que proporciona el manejo de la red de satélite) y varias estaciones terrenas remotas (terminales interactivos de satélite). Los proveedores de servicio pueden ser conectados a una de las estaciones principales o a cualquiera de las estaciones terrenas remotas dependiendo de la arquitectura específica de la red. Del punto de vista del servicio significa que se identifican tres tipos de estaciones: la estación principal para el manejo de las redes, el terminal interactivo del satélite para el proveedor de servicios y el terminal interactivo de satélite para los usuarios. Normalmente la estación principal y el terminal interactivo del satélite para el proveedor del servicio constituyen juntos la estación *hub*.

Los factores fundamentales que definen la sección del satélite son:

- La tecnología de múltiple acceso al satélite y el control del acceso, determinan la complejidad de los terminales así como la eficacia de la red en cuanto a rendimiento. La tecnología óptima de acceso al satélite y el tipo control de acceso dependerán

principalmente del tipo de aplicaciones, el tipo de tráfico de interacción y la población de red que se sirve.

- Las dimensiones de la antena y del amplificador de potencia, que influirán principalmente en el costo del terminal interactivo del satélite y su flexibilidad operacional, así como la banda de frecuencias usada para los canales de interacción.
- Las capacidades del manejo de la red que debe tener un sistema robusto con una carga de tráfico de señalización mínima.

1.3.2.1 Tecnología de acceso múltiple al satélite y control de acceso.

El sistema debe estar preparado para distintos tipos de aplicaciones que pueden ser usadas a distintas horas durante el día, como por ejemplo:

- Tráfico masivo en avalancha de contestaciones muy cortas de usuarios producidas como una reacción a la transmisión de programas de radiodifusión.
- Otras aplicaciones de Multimedia que requieran un mayor ancho de banda tales como *teleworking*, acceso a Internet, etc., las cuales son usadas por todos a toda hora.

Los siguientes modos de acceso al satélite son usados comúnmente:

- Modo de contención como por ejemplo en los modos Aloha ranurado y Aloha puro.
- Asignación fija, por ejemplo ranuras de tiempo específicas para cada terminal en modo TDMA.
- Modo reservado.
- Asignación dinámica (ancho de banda en demanda).
- Modo tipo encuesta.
- Otras combinaciones posibles.

Los modos de contención son muy flexibles porque cuando hay un tráfico bajo y estos están extendidos en el tiempo, el número de colisiones es más bien pequeño y ambos, el retraso y el rendimiento de procesamiento son satisfactorios. Estos modos proporcionan la ventaja que cuando la carga total del tráfico es baja la capacidad entera de cada portador se puede utilizar por un solo usuario. El modo Aloha ranurado establece las ranuras de tiempo

de referencia cuando un paquete puede ser enviado, este hace el modo de acceso más eficiente que el modo Aloha puro en caso de que la red se cargue altamente, alcanzando un rendimiento de procesamiento teórico cerca del 37% en la carga máxima de la capacidad nominal del portador.

El modo de reservación es una clase de asignación fija controlada dinámicamente dependiendo de la petición de los terminales de reservar cierto número de ranuras para transmitir una cantidad de información específica. Previene a la red, que se saturará con colisiones, cuando una carga de tráfico es producido por cualquier terminal. La asignación dinámica es una clase de asignación fija controlada dinámicamente dependiendo de la petición de los terminales de reservar cierto número de ranuras por unidad del tiempo para permitir cierta razón de bit para un edificio específico o el grupo de edificios. No parece una solución adecuada para el tráfico transaccional formado por los mensajes cortos aunque podría ser un acercamiento muy conveniente para un panorama en la evolución hacia usos de banda ancha de las multimedias. El modo de tipo encuesta podría ser ineficaz para las redes grandes con varios millares de terminales como se prevé en el panorama de DVB. Los modos mezclados que toman la ventaja sobre los modos basados en asignación fija, reservación, asignación dinámica y de contención, están disponibles en los sistemas previstos y los ya existentes, por lo tanto cualquier tipo de combinación de los modos de control de acceso pueden ser puestos en ejecución.

1.3.3 Sección de Coaxial.

La sección de coaxial soporta las comunicaciones bidireccionales entre el terminal de usuario y el terminal de agrupamiento. El canal de interacción se basa en la misma red de distribución a coaxial SMATV que los canales de transmisión pero usan el rango de frecuencia más bajo (15-35 MHz). El Módulo de Interfaz Interactivo, el cual se localiza del lado del usuario, garantiza la calidad requerida para la transmisión de la señal (modulación, demodulación, codificación del canal, acceso a la red, etc.) a través de esta interfaz y del adaptador del canal conocido como Módulo de Interfaz Interactivo. El terminal de agrupamiento en el extremo superior del SMATV agrupa y distribuye el tráfico de la interacción relacionados con los usuarios conectados con unas o más redes

independientes SMATV para alimentar el terminal interactivo del satélite, como se puede observar en la figura 1.12.

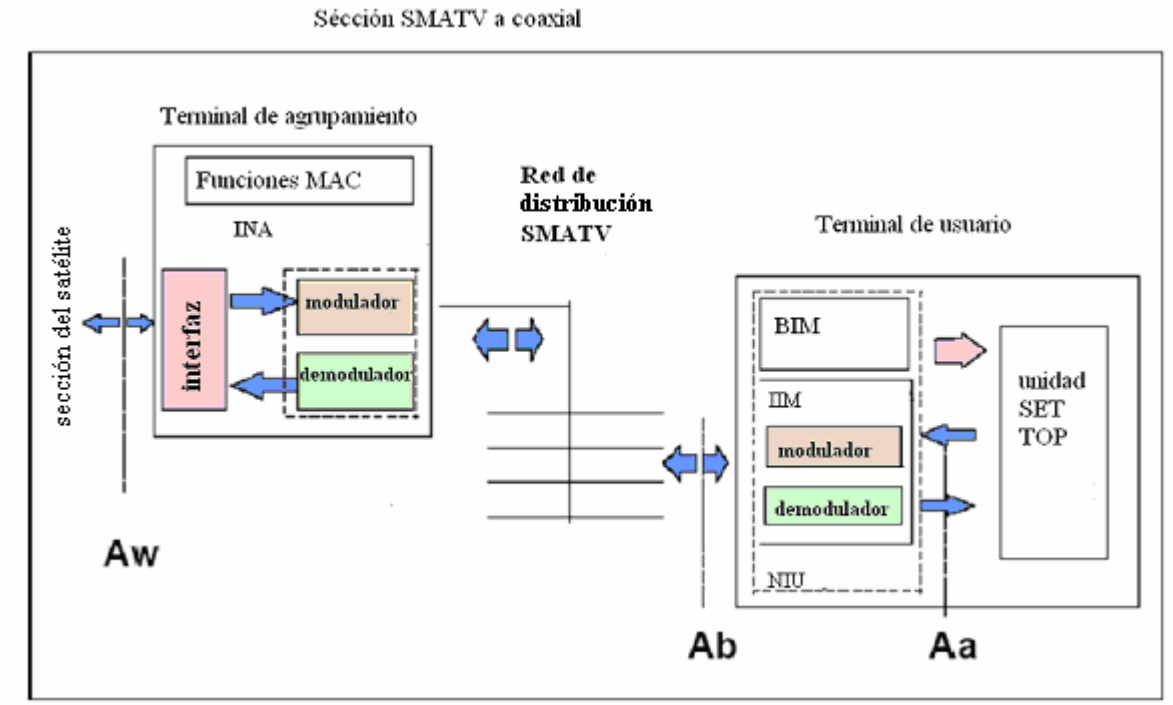


Figure 1.12. Diagrama en bloques de la sección a coaxial de SMATV.

La sección coaxial permite la transmisión de las señales del canal de la interacción a través del camino de interacción directo y del camino de interacción de retorno. El concepto general es utilizar la trayectoria de interacción directa del terminal que agrupa a los módulos de interfaz interactivos (IIM, *Interactive Interface Module*) para proporcionar la sincronización y la información a todos los IIM. Esto permite que el IIM se adapte a la red y envíe la información sincronizada en la trayectoria de interacción de retorno. Las portadoras de la trayectoria de interacción de retorno se dividen en las ranuras de tiempo que se pueden utilizar por diversos usuarios, usando la técnica del acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA). Una portadora de la interacción directa se utiliza para sincronizar hasta 8 portadoras de la trayectoria de interacción de retorno, los cuales se dividen en ranuras de tiempo. Del terminal de agrupamiento se envía periódicamente un contador a los módulos de interfaz interactivos de manera tal que todos los que estén en una misma red SMATV trabajen con el mismo reloj. Esto da la oportunidad al terminal que agrupa de asignar ranuras de tiempo a diversos usuarios.

Tres modos de acceso importantes se proporcionan con este sistema. El primero se basa en el acceso de la contención, que deja a usuarios enviar información en cualquier momento con el riesgo de tener una colisión con las transmisiones de otro usuario. El segundo y tercer modo están basados en menos contención, donde el terminal que agrupa proporciona una cantidad finita de ranuras a un IIM específico, o una razón de bit dada que es solicitada por un IIM hasta que el terminal que agrupa detiene la conexión en la demanda de IIM. Estos modos de acceso se comparten dinámicamente entre las ranuras de tiempo, estos permiten que los IIM conozcan cuándo la transmisión basada en contención es o no permitida. Periódicamente, el terminal que agrupa indicará a los nuevos usuarios que tienen la posibilidad a pasar a través del procedimiento *sign-on*, para darles la oportunidad de sincronizar su reloj al reloj de red, sin tener colisiones con los usuarios ya activos. Esto se hace dejando un intervalo más grande del tiempo para que los nuevos usuarios envíen su información, considerando el tiempo de la propagación requerido para ir desde el terminal que agrupa a los IIM y regresar.

Varias simplificaciones del extremo superior según lo especificado para el sistema de CATV (*Cable Television*) se pueden aplicar al panorama de SMATV a fin de tener en cuenta un terminal de grupo simple con una capacidad de proceso más baja. Estas simplificaciones se pueden hacer para los sistemas de SMATV debido al número más bajo de usuarios y a que la distancia que separa al extremo superior de los usuarios es más pequeña con respecto a las redes de CATV. En cualquier caso los IRD (*Integrated Receiver Decoder*) basados en especificaciones de DVB-RC-CATV (DVB-*Return Channel*-CATV) son aplicables en SMATV tomando ventaja en la economía prevista de la escala. Las opciones de DVB-RC-CATV recomendadas para el panorama de SMATV son:

- Uso de una opción fuera de la banda (OOB, *Out of Band*) con una portadora única en cada dirección. Alternativamente, o en paralelo, la trayectoria directa de la interacción se podría encajar en el canal de transmisión en el multiplex MPEG-2, cuando la capacidad requerida en el sentido descendente o el tipo de uso lo requiera.

- Uso de una sola portadora a 3.088Mbit/s para que el camino de interacción de retorno sea compartido entre el número de usuarios en la red de SMATV.
- Uso de una sola portadora de 3.088Mbit/s para que el camino de interacción directo sea compartido entre el número de usuarios en la red de SMATV.
- Gamas de frecuencia reducidas (15-35 MHz).
- En algunos casos, la asignación de razón fija a cada usuario se podría utilizar de acuerdo a la capacidad total asignada a la sección del satélite.

Cuando el IIM es externo al terminal del usuario, las interfaces definidas por DVB para el IRD deben ser utilizadas.

1.4 Asignación del espectro.

La figura 1.13 indica una asignación posible del espectro. Aunque no es obligatorio, una pauta se proporciona para utilizar las gamas de frecuencia preferidas siguientes, 70 - 130 MHz para la trayectoria de interacción directa (OOB en sentido descendente) y 15 - 35 MHz para la trayectoria de interacción de retorno (sentido ascendente).

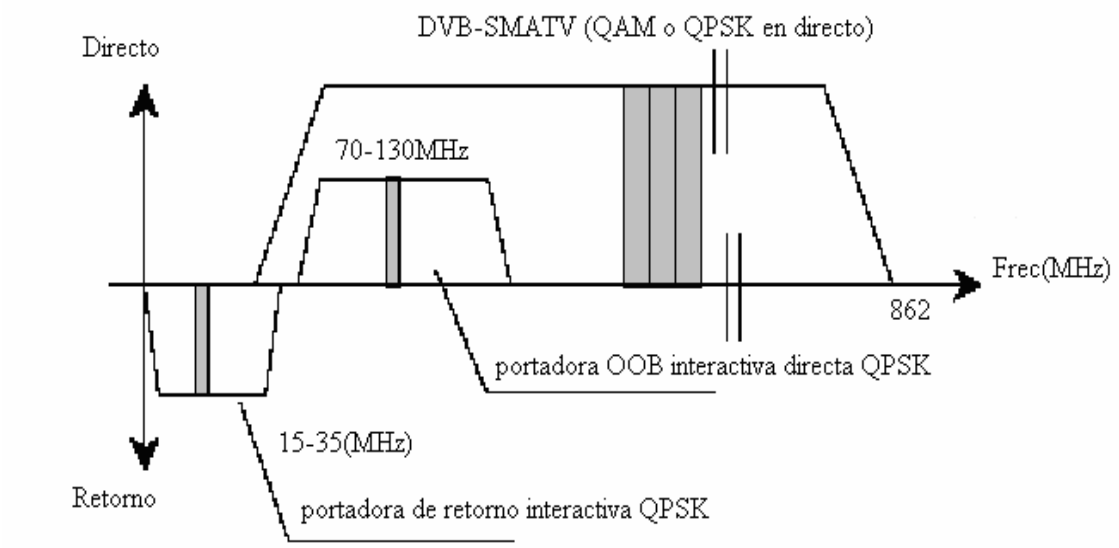


Figura 1.13. Intervalos de frecuencias recomendados por DVB para sistemas interactivos SMATV.

Capítulo 2

CAPITULO 2: ESPECIPECIFICACIONES Y NORMAS DE LOS SISTEMAS ISMATV APLICADAS A INSTALACIONES HOTELERAS.

2.1 Sistemas SMATV con interactividad local.

Los servicios que ofrece la televisión interactiva a través de los sistemas SMATV pueden no solo ser brindados con interactividad remota sino también haciendo uso de la interactividad local, en cuyo caso el sistema es caracterizado por poseer el proveedor de servicios interno (el servidor pertenece a la red). El sistema es principalmente usado en los hoteles para brindar una extensa gama de servicios tales como el de películas por pago (VoD) , opera como una Intranet de computadoras, utilizando el televisor como interfaz final aplicando tecnología multimedia para lograr la interactividad con el usuario, por lo que las posibilidades que permite son ilimitadas (imágenes, sonido, animación etc.), es por ello que el hotel podrá incluir dentro del sistema, toda la información que desee o adicionar un servicio nuevo no incluido inicialmente, o personalizar uno existente [4]. En la figura. 2.1 se muestra la arquitectura del sistema SMATV con interactividad local.

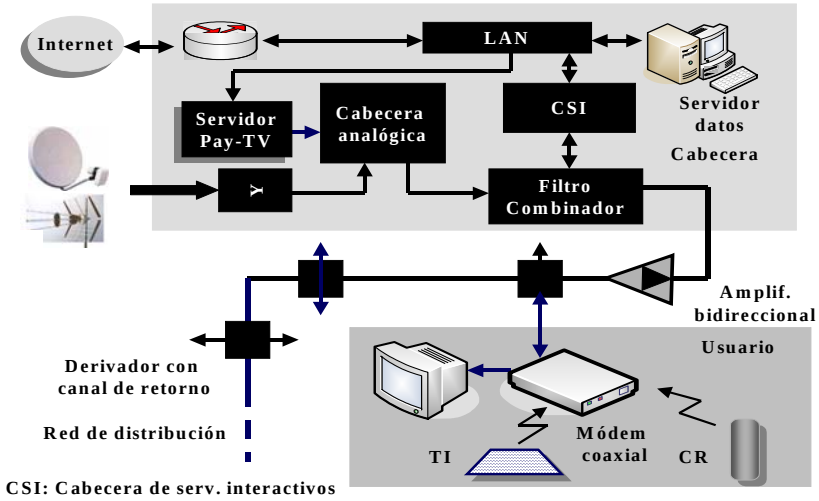


Figura 2.1. Sistema SMATV con TV interactividad local.

La red mostrada contiene una cabecera para gestionar los servicios interactivos (CSI: Cabecera de Servicios Interactivos) y utiliza una red de distribución a cable coaxial con tecnología bidireccional; es decir, los derivadores y repartidores se construyen de tal manera que posibilitan el paso de las señales del canal de retorno en el sentido contrario al

flujo de las señales que se distribuyen por la red de cable. Los amplificadores utilizados son del tipo bidireccional, tal y como se muestra en la figura 2.2.

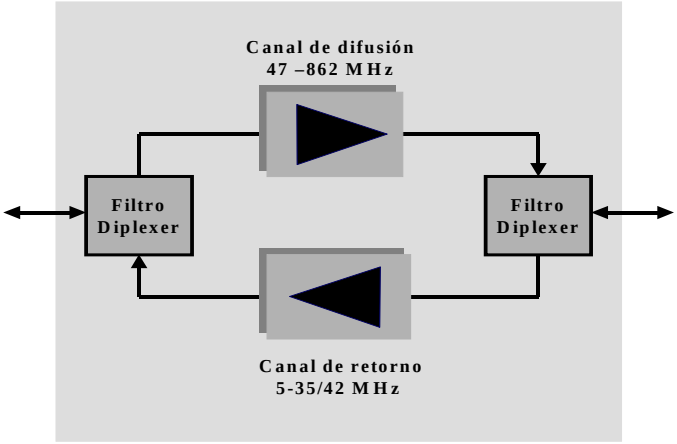


Figura 2. 2. Amplificador bidireccional.

El módem coaxial es el elemento fundamental de la tecnología y garantiza la interactividad del usuario por lo que cada televisor dispondrá de uno (figura 2.3), en él se distinguen dos canales que se identifican como "*downstream*" que es el canal de difusión y el "*upstream*" que constituye el canal de retorno.

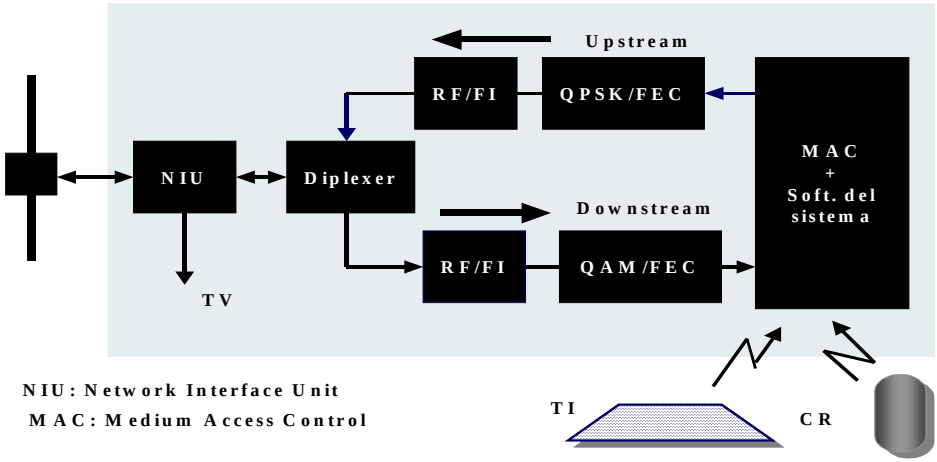


Figura 2. 3. Módem coaxial.

En las figuras 2.4 y 2.5 se muestran las características espectrales y de modulación para cada uno de estos canales. Cada televisor dispondrá de un pequeño módem coaxial. Dentro

del flujo "*dowstream*" se escogerá un canal de datos donde el módem coaxial recibe la información de control del CSI. En algunos sistemas se utiliza un canal con una portadora de 47 MHz. La información contenida en este canal está estructurada en paquetes. En cada comunicación, el CSI atenderá a un sólo televisor, identificado por el número de unidad que dicho equipo posee, a pesar de que todos la reciben. La CSI encuesta regularmente a todos los usuarios mediante un mensaje de "*polling*".

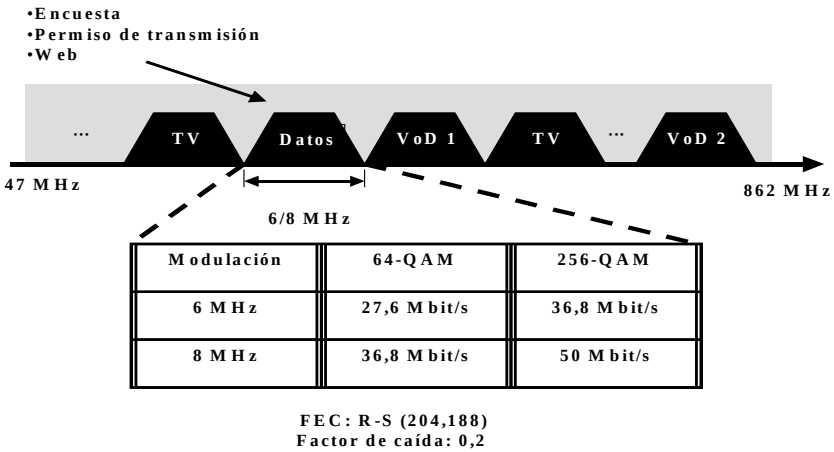


Figura 2. 4. Espectro de frecuencia del canal de difusión ("*downstresm*").

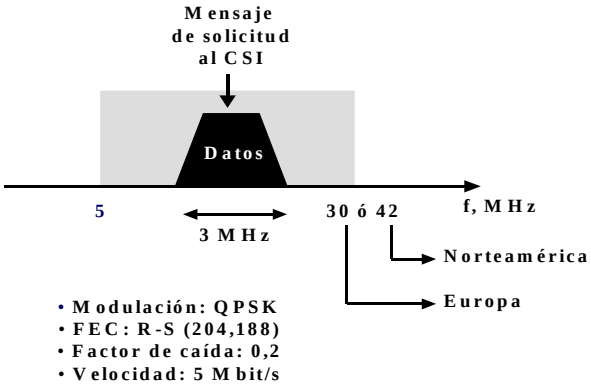


Figura 2. 5. Espectro de frecuencia del canal de retorno ("*Upstream*").

La CSI establece la organización de la transmisión de los usuarios activos asignándole un intervalo de tiempo para que realicen su transmisión, enviándole un mensaje de autorización ("*grant*"). Una vez que el usuario recibe un "*grant*", puede comenzar su transmisión durante el intervalo de tiempo asignado previamente. Existen sistemas capaces

de encuestar hasta 2000 televisores en 1 segundo. Un televisor sólo podrá establecer la comunicación con la CSI cuando éste sea encuestado. La comunicación entre el televisor y la CSI se realiza a través de la señal de retorno de 13,3 MHz en pequeños intervalos de tiempo con un nivel aproximado de 90 $dB\mu V$, para comunicarle al mismo los comandos enviados por los huéspedes desde el Control Remoto (CR) ó el Teclado Inalámbrico del sistema (TI). La CSI necesita un nivel de señal en recepción de aproximadamente 55 $dB\mu V$. Este método de encuesta es comúnmente conocido como encuesta TDMA. Cuando se utilizan amplificadores de retorno, se debe garantizar que los niveles de señal de 13,3 MHz recibidos en la CSI desde cada habitación, no difieran en un intervalo mayor de 15 a 20 dB.

2.2 Sistema de televisión digital interactiva ECLIPSE.

El turismo se ha convertido en el motor de desarrollo de la economía cubana. Es una de las principales fuentes de ingresos del país y ha permitido cierto desarrollo de la industria ligera a través de la sustitución de importaciones de insumos destinados al mercado turístico. No obstante, el sector muestra síntomas de cierto agotamiento y el país todavía adolece de una buena infraestructura extrahotelera, motivo por el cual ha sido necesaria la búsqueda de soluciones novedosas para aumentar los ingresos en este sector. Una de alternativas es la instalación en los hoteles del sistema digital de televisión interactiva de última generación ECLIPSE el cual se encuentra instalado en más de 430000 habitaciones hoteleras distribuidas en Europa, Asia y África.

El sistema digital ECLIPSE Visión permite ser conectado sobre la red coaxial ya instalada en el hotel, manteniendo la compatibilidad con los sistemas tradicionales de televisión siendo ésta la solución más económica puesto que no necesita modificaciones en el cableado. Además brinda a los huéspedes una amplia variedad de servicios y películas de entretenimiento a su gusto, sin interferir el uso de la televisión local mediante el control remoto de su televisor. ECLIPSE Visión le permite controlar cada uno de los canales generados por el sistema de Televisión Interactiva.

2.2.1 Servicios del sistema ECLIPSE.

Entre los servicios que oferta ECILPSE están [5]:

- *Pay TV*: Esta es una de las posibilidades más importantes del sistema (figura 2.6), este soporta dos modos de operación para el servicio de películas prepagadas:

  a) Mediante equipos estándar de VCR o DVD, pudiendo prestar los siguientes servicios:

     1. Películas que comienzan en un horario preestablecido (*Video en Cartelera*).
     2. Paquetes de películas. Al comprar un paquete, el usuario dispone de varias películas durante 24 horas.
     3. Mini Pay: Es un servicio prepagado que permite al operador del hotel cobrar por un canal de televisión o CATV determinado (*Ej. HBO, Cinemax etc.*).

  b) Mediante un servidor de películas (*digital*), permitiendo:

     1. Todos los anteriores.
     2. Permite la selección hasta más de 25 películas.
     3. Video a Demanda**:** Significa que el huésped solicita que la película de su preferencia comience en ese preciso momento y no en un horario predeterminado. El huésped tiene la opción de detener la película en caso que lo necesite y continuar minutos mas tarde.
        4. Ventajas: Las películas pueden rodarse indefinidamente sin deteriorarse.

Figura 2. 6. Interfaz visual del servicio *Pay TV*.

- Información del hotel: Esta función es una de las más potenciales fuentes de ingreso, debido a que podrá mostrarse todo tipo de información de los servicios que presta el hotel y los lugares aledaños a este. Mediante el uso de tecnología multimedia es posible capturar la atención del cliente lo cual significa una potente herramienta de *marketing* para promover servicios tanto internos como de terceros.

Figura 2.7. Interfaz visual del servicio de información del hotel.

- Internet: El servicio de Internet se ha vuelto una necesidad en los hoteles, sobre todo para los hombres de negocio. El sistema le posibilita el acceso pleno a Internet desde su habitación. A través del botón "Internet" del menú principal puede acceder a otros servicios como:

  1. WWW: Mediante el teclado inalámbrico así como desde el propio control remoto del televisor, es posible navegar por Internet usando el navegador propio del sistema.

  2. Correo Electrónico: Los mensajes de correo electrónico pueden ser enviados y recibidos mediante una interfaz propia del sistema o Internet. El sistema tiene vínculos directos con los más conocidos servidores WEB de correo como: *Hotmail*, *Mail City*, *Yahoo* y otros.

  3. Postales: Permite la colocación de fotografías que pueden ser enviadas como postales a través del sistema mediante correo electrónico. Cada postal que envía el huésped lleva consigo una promoción y forma de contacto al hotel.

  4. Vínculos de negocios: Esta opción permite colocar vínculos a páginas de interés de negocios, noticias, finanzas, estado del tiempo etc.

Otros servicios de este sistema se brindan en el Anexo 1.

2.3 Arquitectura general del sistema interactivo ECLIPSE.

En la figura 2.6 se muestra un esquema general del sistema el cual funciona de la siguiente manera: por ejemplo si un usuario solicita una película, el *set top box* (cuando es encuestado) se lo informa al servidor principal y luego el servidor le habilita un canal interactivo que esté disponible en cualquiera de los bloques de moduladores y copia la película en la computadora correspondiente, inmediatamente se le inhabilita ese canal al resto de los usuarios, de esta forma se evita que alguien obtenga el servicio sin pagar. En caso de que otro quiera la misma película se le asigna otro canal.

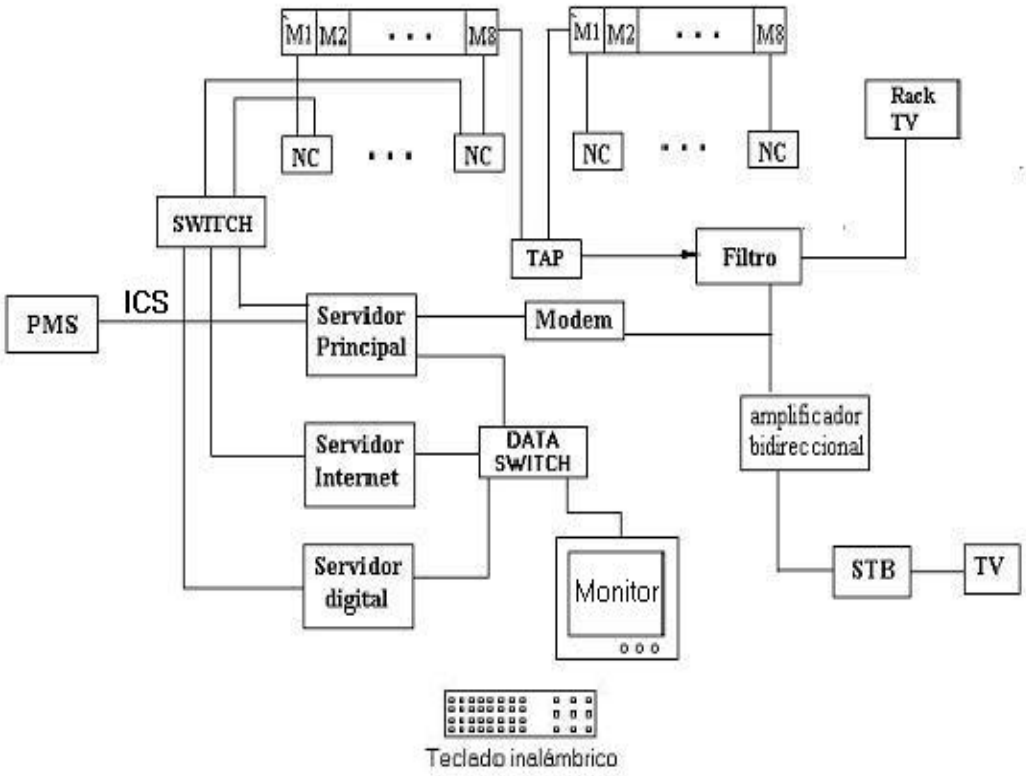


Figura 2.6. Arquitectura general del sistema ECLIPSE.

Los componentes fundamentales del sistema son:

- PMS: Sistema de gestión hotelera (*Property Managrment Systems*) que no es mas que el servidor de administración del hotel.

- ICS: Sistema de Interfaz de Comunicación (*Interface Comunications System*) para el acceso al PMS. Algunas de las funciones del sistema como: chequeo de cuenta, mensajes, etc. Requieren de la interfaz con el PMS.
- *Rack* de televisión: a través de él se obtienen los canales de televisión por cable.
- *Rack* interactivo: todo el equipamiento de ECLIPSE está diseñado para ser instalado en *rack standard* de 19 pulgadas [6], la altura de éste se deberá calcular de acuerdo a la cantidad de equipos a instalar como por ejemplo:

  1. Servidor principal: se suministra en un chasis especialmente diseñado para ser montado en el *Rack* de 19 pulgadas. Es el centro de toda la comunicación en el sistema ECLIPSE pues este incluye todo el *software* necesario para la operación del sistema. Este servidor cuenta con cuatro salidas y por defecto se suministra con una capacidad de 80 Gb, suficiente para el almacenamiento de aproximadamente 18 películas de 3 a 3.5 Gb cada uno. Este permite colocar discos duros adicionales o ampliar su capacidad inicial. Añadiendo servidores de videos esclavos con cuatro salidas cada uno, es posible alcanzar hasta 12 salidas de películas al mismo tiempo en una configuración. Significa que 12 huéspedes pueden ver la misma película o diferentes cada uno. De ser necesario, con mayor cantidad de canales se puede repetir la misma configuración obteniendo 24, 36, 48, y más canales. Utilizando estos canales es posible utilizar algunos de ellos como Video en Cartelera y el resto como Video en Demanda, considerando que la cantidad de canales destinados a este último coincida con la cantidad de usuarios que podrán disfrutarlo al mismo tiempo. Los canales destinados a Video en Cartelera podrán ser utilizados simultáneamente por todos los huéspedes del hotel.
  2. Servidor para Internet (opcional): servidor especialmente preparado para brindar un servicio de acceso a Internet con la máxima calidad y la posibilidad de acceder a páginas que contengan código *Java Script 1.4*, HTML 4.01, CSS versión 1 y 2, soporte completo SSL, documentos PDF y *flash* V5.
  3. Servidor digital: servidor para películas digitales, a través de él se brindan los servicios de Video a Demanda y Video en Cartelera.

4. Computadora: computadora de red especialmente diseñada para ser usada con el sistema ECLIPSE, permite mostrar información de promoción, navegar en Internet, etc., están acopladas una para cada modulador de video.
5. Modulador de video: se agrupan en bloques de 8 moduladores, existiendo un modulador por cada canal interactivo.
6. TAP: sumador que une las salidas de los bloques moduladores.
7. Filtro: internamente está formado por dos filtros: uno paso alto y uno paso bajo para separar los canales interactivos de la TV por cable respectivamente.
8. MODEM: se requiere de un MODEM de 56K para el acceso remoto en caso de reparaciones o actualizaciones del software.

Sección de usuario.

- Set top box: es el dispositivo que sirve de interfaz con el sistema ECLIPSE y posibilita la recepción de la televisión digital y todas sus ventajas: los servicios interactivos, el acceso condicional o la televisión de alta definición. Básicamente se encarga de recibir una señal digital en alguno de los estándares de televisión digital existentes, comprueba que tenga permiso para mostrarla y envía la señal de forma analógica al televisor.
- Televisor interactivo: el sistema eclipse soporta cualquier tipo de televisor pero se recomienda el uso de televisores hoteleros Philips especialmente diseñados para la comunicación con sistemas interactivos. Las funciones de los televisores como brillo, contraste, encendido, apagado, control de volumen, etc. Son controlados a través del servidor principal. Cada vez que un huésped se registra en el hotel, el televisor recibirá del servidor los parámetros por defecto.
- Teclado inalámbrico: se utiliza para navegar en Internet.
- Control remoto: especialmente diseñado para la operación del sistema ECLIPSE, dispone de teclas de acceso directo a funciones del sistema como: PayTv, Menú principal, Internet, etc.

2.4 Requerimientos del cableado RF para la comunicación bidireccional del Sistema de Televisión Interactiva: ECLIPSE.

Debido a que el sistema opera como un sistema de comunicaciones en dos direcciones, el cableado y accesorios beberán cumplir con las siguientes características [7]:

- El sistema utiliza una señal de 46.7MHz desde el servidor hacia las habitaciones, y recibe de retorno una señal de 13.3MHz.
- El ancho de banda utilizado en la red interactiva es de aproximadamente 850MHz.
- Cada televisor dispondrá de un pequeño receptor / transmisor. La señal de 46.7MHz enviada a los televisores contiene información de estos, codificados por el número de la habitación, una vez que el televisor recibe este paquete personalizado envía una señal de retorno en la frecuencia de 13.3 MHz indicándole a la computadora principal las acciones del usuario desde el control remoto o el teclado inalámbrico del sistema.

Los requerimientos generales del cableado son los siguientes [7]:

- Cables: Los cables troncales entre la cabecera y los armarios de distribución horizontal, así como los troncales horizontales deben ser del tipo RG-11 con frecuencias permisibles entre los 5 MHz y 1 GHz. Puede ser usado también cable 500, para enlazar grandes distancias. Nunca utilizar cables del tipo RG-59. Se deben utilizar preferiblemente cables del tipo RG-6 en los puntos terminales desde los registros en los pasillos hasta el TV en la habitación.
- Habitaciones: Las tomas tipo F de las habitaciones deberán ser marcas reconocidas y específicamente diseñadas para el uso de frecuencias desde 5 a 25 MHz en retorno. Estas especificaciones deberán ser consultadas con el fabricante. Los spliters deberán garantizar la señal de retorno de 13.3 MHz. Se recomienda el uso de spliters tipo F de 5 a 860 MHz. El cableado deberá garantizar el nivel de señal en las habitaciones sin necesidad de utilizar el máximo de los amplificadores (mínimo de 62 dBuV). Pueden existir problemas de modulación cruzada que afecten la señal de retorno de 13.3 MHz si el televisor recibe un nivel de señal muy alta después del último amplificador. Deberán usarse los derivadores de señal “TAP” con filtro paso bajo incluido, para evitar la entrada de señal de radio o televisión hacia el servidor principal.
- Comunicación entre el servidor y las habitaciones: La atenuación de la señal de 13.3 MHz no deberá sobrepasar los 35 dB medidos desde la habitación hacia la computadora

principal. Si la atenuación es mayor, deberán ser usados amplificadores de 5 a 25 MHz para la señal de retorno. En estos casos la ganancia deberá ser optimizada para evitar ruidos. La computadora principal emite una señal portadora contínua de 46.7 MHz a un nivel de 90 dBuV. En caso de utilizar los canales 2, 3 o 4, la señal de 46.7 MHz deberá ser ajustada en el servidor principal a 5 dBuV por debajo del nivel de señal usado para estos canales, en caso de ser necesario. De no utilizarse estos canales, el nivel de señal de 46.7 MHz se mantendrá igual.

- Conectores: El uso de señal de retorno por el sistema, requiere de una buena conectividad del cableado. Los conectores tipo F deberán ser apretados lo suficiente con las herramientas apropiadas. Los sistemas que operan a altas frecuencias (48 MHz) no presentan problemas con conectores apretados a mano, pero en frecuencias por debajo de 25 MHz, de no estar bien apretados los conectores se presentarán problemas a largo plazo, esto se debe a que los hilos de rosca llegan a aislarse por la oxidación. Esta oxidación provocará un mal aterramiento, actuando como un pequeño condensador y por consiguiente una mala conexión a bajas frecuencias. La rama del cableado por encima del conector con mala conexión a tierra actuará como una antena receptora de AM (Amplitud Modulada), causando que señales de baja frecuencia puedan inducirse en el cableado e interferir con la señal de retorno. Por estas razones, es muy importante que los conectores tipo F estén bien apretados usando las herramientas adecuadas.
- Materiales y componentes: Los componentes del cableado usados en el sistema ECLIPSE deben garantizar el retorno de la señal de 5 a 25 MHz. La mayoría de los fabricantes poseen equipamientos que cumplen con estas características. La única marca que se recomienda debe evitarse es Bosch debido a problemas técnicos presentados. Las marcas que se usan normalmente son: Kathrein, Fuba, Wisi, Teleste. Se recomienda tener en cuenta que los componentes utilizados para banda AM de 0.5 a 30 MHz se comportan diferentes a los diseñados para la señal de retorno de 5 a 25 MHz, por lo que estos no deberán ser utilizados.
- Componentes pasivos: Los dispositivos pasivos (taps, splitters, etc.) tienen que operar a frecuencias comprendidas entre 5 MHz y 1 GHz. El valor mínimo tolerado de aislamiento entre las salidas (port to port isolation) no debe ser menor de 23 dBmV.

- Componentes activos: en estas redes son los amplificadores bidireccionales. Estos dispositivos deben ser escogidos para amplificar la señal de CATV, deben operar entre los 47 MHz y 862 MHz como mínimo y con posibilidades de amplificar señales de retorno entre los 5 MHz y 30 MHz. De ser posible se deben utilizar amplificadores con ecualizadores internos que permitan compensar las perdidas que se producen en el cable a altas frecuencias, este efecto se ilustra a manera de ejemplo en la figura 2. 7.

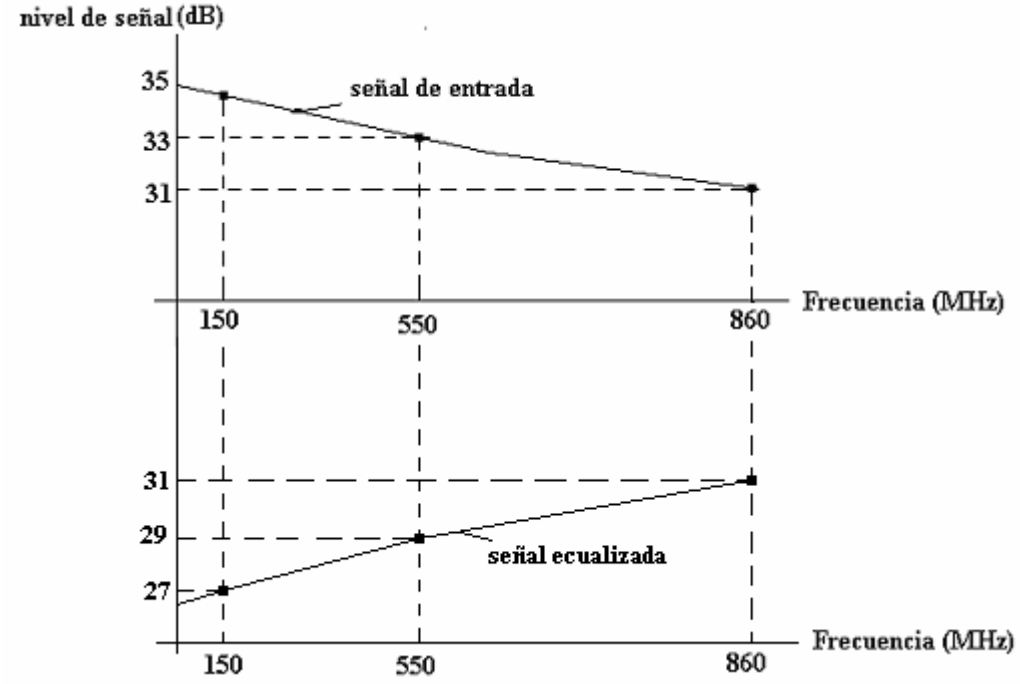


Figura 2. 7. Compensación de las pérdidas introducidas en los cables a altas frecuencias.

- Instalación: Como regla fundamental se debe garantizar un nivel de señal en cada habitación de 72 + 10 dBuV. La computadora principal envía una señal de 46.7MHz con un nivel de 90 dBuV. De ser necesario, esta deberá ser amplificada para alcanzar los niveles requeridos para cada habitación. La señal de retorno es enviada a 13.3 MHz solo en pequeños intervalos de tiempo con nivel aproximado de 90 dBuV, por lo que es difícil de medir. Se recomienda el uso de un generador de señal para la prueba de sistema con una frecuencia de 13 MHz. La atenuación máxima para la señal de retorno entre el televisor y el servidor principal es de 35 dB en el caso de no utilizar ningún amplificador. Para garantizar una buena comunicación el nivel mínimo de retorno medido en el servidor principal no deberá estar por debajo de los 55 dBuV. En los

casos de requerir el uso de amplificadores de retorno, se debe garantizar que los niveles de la señal de 13.3 MHz recibidos en el servidor desde cada habitación no difieran en un rango de 15 a 20 dB esto se logra si hay simetría en la red, es decir que en el camino entre el servidor y los puntos terminales existan la misma cantidad de elementos activos (amplificadores).

- Modulación cruzada: Cuando dos o más amplificadores están en cascada el ajuste de ganancia de cada uno es muy importante. Si la ganancia es muy alta en los primeros amplificadores, existe un riesgo que la señal de entrada a los siguientes amplificadores sea muy alta, provocando una modulación cruzada que genera disturbios en la señal de retorno. En la práctica, la ganancia deberá ser más alta en el último amplificador de la cadena para evitar la modulación cruzada. Una forma de verificar la existencia de la modulación cruzada es desconectando la señal de televisión enviada desde la computadora principal, si el sistema mejora su funcionamiento entonces hay problemas de modulación cruzada. La solución es reducir la ganancia de unos pocos dB en el primer amplificador, e incrementar lo mismo en el siguiente. Esto provocará el mismo nivel de ganancia final pero con menos ruido. La banda de frecuencias entre los 11 y 15 MHz debe encontrarse libre de cualquier otra señal con el objetivo de evitar interferencias con la señal de 13.3 MHz de retorno.

En la figura 2.8 se representa un esquema simplificado de la red bidireccional, destacándose los puntos de interés de intensidad de señal a tener en cuenta en el montaje del sistema. Además en la tabla 2.1 se brindan de manera sintetizada los niveles correspondientes a estos puntos.

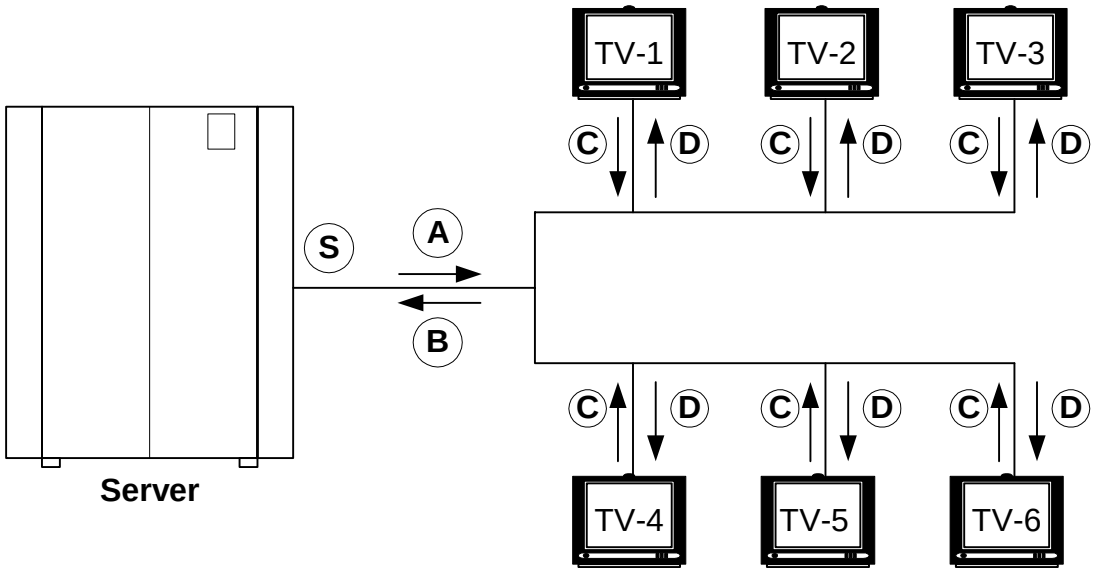


Figura 2. 8. Esquema simplificado de la red bidireccional.

Tabla 2.1. Niveles de señal en la red bidireccional.

Pto	Descripción	Frecuencia (MHz)	Nivel de señal (dBμV)	Nivel de señal (dBmV)
A	Nivel de señal portadora que genera el servidor	46.7	90 ± 3	30 ± 3
D	Niveles de señal portadora requeridos a la entrada de los televisores	46.7	70 ± 8	10 ± 8
C	Nivel de señal de retorno que genera el TV	13.3	90 ± 3	30 ± 3
B	Niveles de señal de retorno requeridos a la entrada del servidor	13.3	55^{+20}_{-0}	-5^{+20}_{-0}

Capítulo 3

CAPITULO 3: CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO UTILIZADO EN LA RED DE DISTRIBUCION DE LOS SISTEMAS iSMATV

3.1 Introducción.

El surgimiento de los sistemas SMATV ha revolucionado totalmente la televisión, no solo en lo que al receptor respecta, al cual se le ha añadido el *Set Top Box* para lograr la interactividad, la red de distribución ha sido sujeta a cambios sin los cuales no se hubiese logrado la bidireccionalidad, un ejemplo de ello es la sustitución de los amplificadores hasta ahora unidireccionales por amplificadores bidireccionales. En este capítulo se describirá a manera de ejemplo el equipamiento utilizado en la red de distribución del hotel "Encenacho" en la cayería norte de Villa Clara, la cual está compuesta esencialmente por amplificadores, derivarores y divisores de señal, mostrándose los esquemas monolineales de la red exterior bidireccional para servicios de televisión interactiva y de la distribución interior en los anexos 2 y 3 respectivamente.

3.2 Amplificadores bidireccionales.

El amplificador bidireccional es el elemento clave para lograr la bidireccionalidad en las redes de distribución. Como su nombre lo indica se caracteriza por amplificar en ambas direcciones: el canal de ida (directo) y el canal de retorno.

3.2.1 Amplificador monitoreable VOS 940.

Este amplificador, mostrado en la figura 3.1, pertenece a la familia VOS9XX, especialmente diseñada para redes HFC (Híbridas Fibra óptica - Coaxial) interactivas, usa la última tecnología de Arsenito de Galio (GaAs). Está equipado con una fuente de suministro conmutada apantallada con bajas pérdidas de potencia que opera entre 198 y 253 VAC (voltaje de corriente alterna), conectores de Radio Frecuencia (RF) tipo F y zócalos de prueba diseñados como acopladores direccionales, además presenta 9 W de potencia Draw y trabajan en el intervalo de temperatura comprendido entre -20 y +55 grados Celsius [8].

Figura 3.1. Amplificador VOS 940

Otra de las características interesantes de este amplificador es la posibilidad opcional de monitoreo remoto, muy efectiva en caso de redes extensas, a través del cual se puede medir parámetros como tensión interna, temperatura, etc., que en la red de Ensenacho no se utiliza debido a su alto costo y las pequeñas dimensiones de la red. Los zócalos son de -20dB y su finalidad es la medir la señal en diferentes puntos del amplificador, en este caso se usan tres: uno interno y dos externos, el primero se localiza a la entrada del camino directo estando los demás uno a la salida del amplificador y el otro en la salida del canal de retorno, después del paso amplificador, lo que se puede apreciar en el diagrama en bloques que se ilustra en la figura 3.2.

El canal directo tiene ganancia de 38 dB, figura de ruido de 5 dB y en él se localizan los siguientes elementos fundamentales: dos filtros paso alto (WFS 903), uno a la entrada y otro a la salida, que brindan la posibilidad de trabajar en dos intervalos de frecuencia diferentes: de 47 a 862 MHz o de 80 a 862 MHz, en este caso se trabaja con el primero; una sección ecualizadora conformada por una filtro de-énfasis que puede conmutar entre 0, 3 y 6dB y otro de pre-énfasis que varía de 0 a 16 dB en pasos de dos; una sección de atenuación que permite trabajar con un intervalo de ganancia variable entre cero y 16 dB con pasos de dos; un amplificador fijo seguido de un filtro de pre-énfasis opcional de 6dB y un bloque de atenuación conmutable entre 0, 3 y 6 dB seguido de dos amplificadores fijos. Es importante resaltar que todo este proceso por el que pasa la señal a partir de la ecualización hasta la amplificación final brinda la posibilidad de ajustar el valor de la misma según sea necesario.

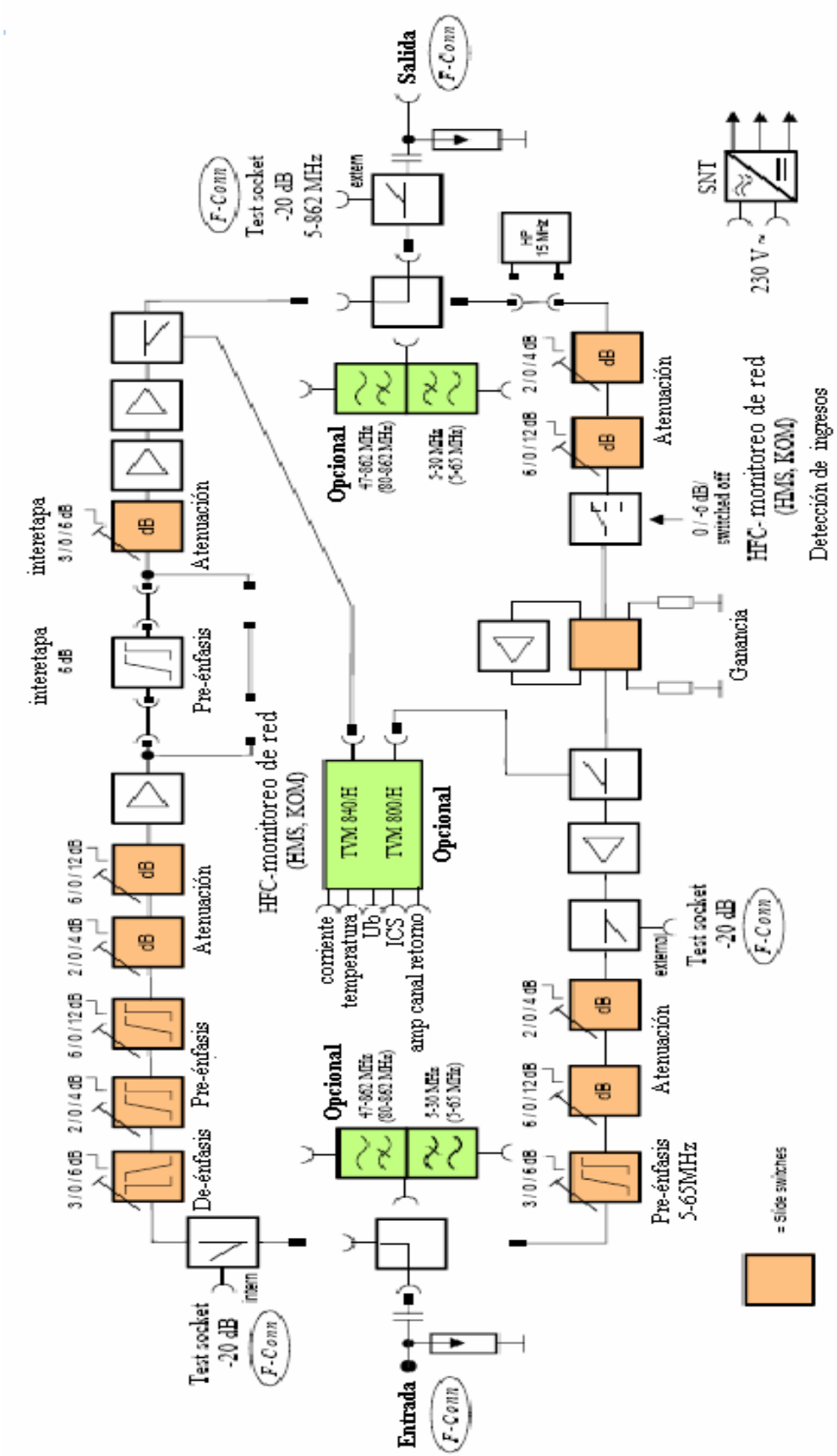


Figura 3. 2. Diagrama en bloques del amplificador VOS 940

El canal de retorno trabaja en un rango dinámico de 17 dB con una relación señal al ruido mayor igual a 50 dB en el intervalo de frecuencias entre 5 y 65 MHz, figura de ruido de 5 dB, sus elementos principales son: dos filtros paso bajo, uno a la entrada y otro a la salida, que brindan la posibilidad de trabajar en dos intervalos de frecuencia diferentes: de 5 a 30 MHz o de 5 a 65 MHz., en este caso se trabaja con la primera; dos secciones de atenuadores que varían entre 0 y 16 dB en pasos de dos, uno a la entrada y otro a la salida; un interruptor cuyo objetivo es monitorear el canal de retorno a través de tres posiciones: 0dB, -6dB y -40dB abierto); una etapa amplificadora cuya ganancia puede ser 15 o 33 dB; una sección de atenuación que puede variar de 0 a 16 dB en pasos de a dos; una etapa de pre-énfasis que puede conmutar entre 0, 3 y 6dB, estas tres últimas permiten , como en el canal directo, el ajuste de la señal.

3.2.2 Amplificador bidireccional VGF 8001.

La nueva familia de amplificadores VGF/VGO 8001 mostrado en la figura 3.3, para redes de distribución de *Kathrein* representa el desarrollo posterior constante de la serie VGF 8x. El sistema compuesto por grupos individuales de funciones, permite la configuración flexible, es fácil de mantener y simple convertir. El VGF 8001 es para realizar suministro remotamente y el VGO 8001 para suministro local [9].

Figura 3.3. Amplificador VGF 8001.

El diseño da importancia específica para lograr parámetros extremadamente altos de modulación y máxima flexibilidad. Los VGF/VGO 8001 son particularmente convenientes para el uso en redes de HFC con la operación de la trayectoria de retorno o en redes

puramente coaxiales con cascadas cortas de amplificadores. El amplificador es opcionalmente configurable como:

- Amplificador delantero solamente.
- Amplificador delantero con la trayectoria de vuelta pasiva.
- Amplificador de la trayectoria delantera y de vuelta.

El amplificador VGF 8001, cuyo diagrama en bloques se muestra en la figura 3.4, es caracterizado por su concepto de fuente de alimentación flexible. Es posible realizar el suministro de manera remota a través de las entradas/salidas además de la alimentación directa en la cubierta. La gama de voltaje de entrada grande (28 V... 90 V ±10 %) permite alta flexibilidad y eficacia económica en el sistema de la fuente de alimentación. Debido a su cubierta fundida a troquel a prueba de mal tiempo, el VGF es también conveniente para uso externo. Tiene sistema especial de ventilación que permite la condensación del agua, la cual puede ser acumulada, para liberarla. Gracias el uso de la tecnología de Arsenito de Galio (GaAs) la ganancia de este amplificador es de 38dB, el factor de ruido bajo de 6.5 dB y el nivel de salida alto con una relación señal al ruido de 60 dB.

El módulo de monitoreo permite que el VGF/VGO 8001 se pueda supervisar con el software del sistema de Operación y Monitoreo de *Kathrein* (KOM: *Kathrein Operating and Maintenance*). Los zócalos de prueba son acopladores direccionales que se localizan en la entrada y la salida de ambos caminos con un valor de -20dB. Las ranuras enchufables inter-etapas (atenuación/pre-énfasis) permiten una compatibilidad perfecta con las estructuras de red existentes.

Otras de las características interesantes de este amplificador a tener en cuenta es su posibilidad de trabajar en el canal directo en un amplio intervalo de frecuencias (47 a 862 megaciclos), una respuesta de frecuencia de ± 0.5dB y pérdidas de retorno de 18-1.5 dB/octava. El canal de retorno en particular trabaja en un intervalo de frecuencias de 5 a 40 MHz con pérdidas de retorno de 20dB y atenuación de acoplamiento de 1.5 dB, dependiendo de si es activo o pasivo el amplificador trabajará con un consumo de potencia de 20 o 30 W respectivamente. Este amplificador tiene la posibilidad además de tener un montaje universal pues permite el montaje en la pared del mástil, en el cable o en el gabinete.

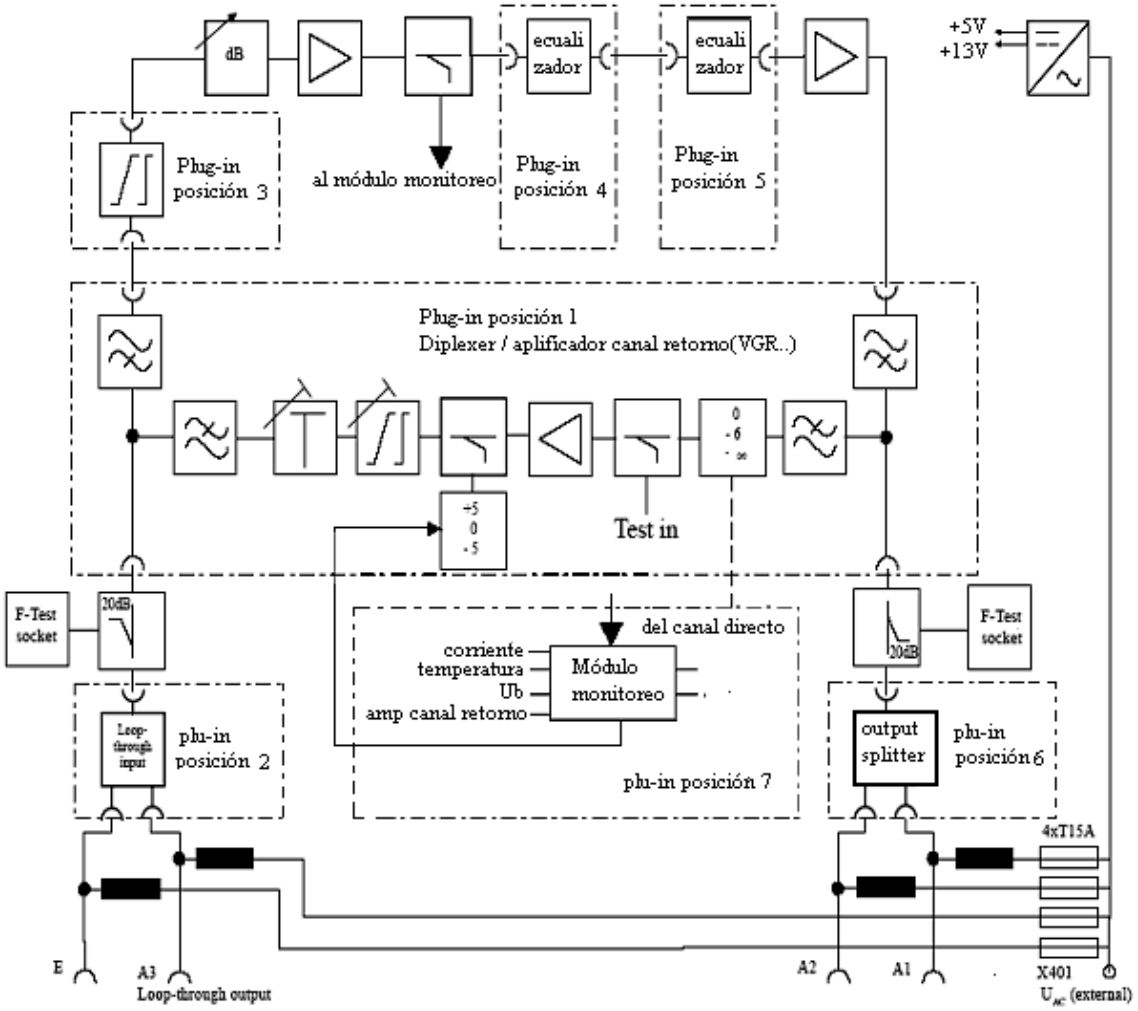


Figura 3.4. Diagrama en bloques del amplificador VOS 8001.

3.2.3 Amplificador bidireccional VOS 30/F.

El VOS 30/F mostrado en la figura 3.5 es un amplificador de distribución interior multibanda para redes HFC modernas el cual se alimenta a través de una fuente de suministro de 230 V de voltaje alterno, pudiendo trabajar en el intervalo de temperatura comprendido entre -20 y +55 grados. Está provisto de una envoltura metálica con conectores F, zócalos de prueba a la salida del amplificador y a la salida del canal de retorno, ambos de -20 dB [10].

Figura 3. 5. Amplificador bidireccional VOS 30/F.

Este amplificador se caracteriza especialmente por operar en un intervalo de frecuencia entre 47 y 862 MHz con una ganancia ajustable en un rango de 0 a 20 dB, una figura de ruido de 6dB y el valor típico de potencia Draw es de 9 W. El canal de retorno es configurable individualmente como se muestra en la figura 3.7. Si se utiliza el amplificador VGR 25/30 el intervalo de frecuencia es de 5 a 30 MHz y de 5 a 65 MHz si se utiliza el VGR 25/65.

El VGR 25/30 de la figura3.6, tiene una ganancia de 25 dB, trabaja en un rango dinámico de 19 dB y su figura de ruido es de 5 dB con una relación señal a ruido de aproximadamente 55dB [11].

Figura 3. 6. Amplificador de retorno VGR 25/30.

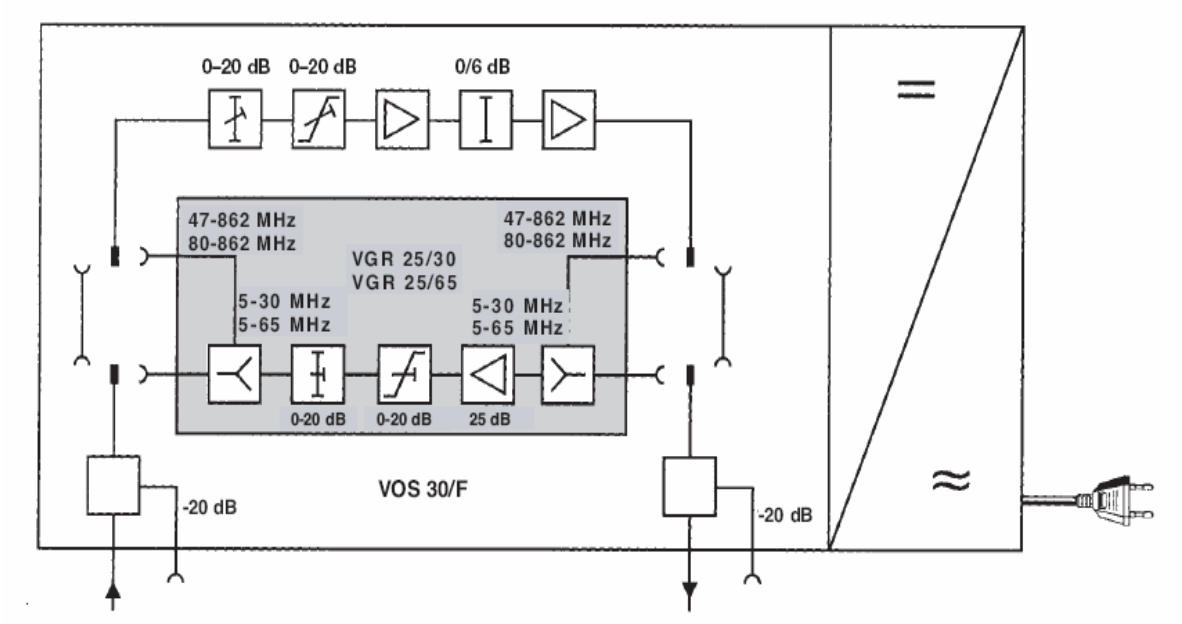


Figura 3. 7. Diagrama en bloques del amplificador bidireccional VOS 30/F.

3.2.4 Amplificador de distribución interior VOS 135/P.

El amplificador VOS 135/P de la figura3.8, tiene como características más sobresalientes un voltaje de suministro de 230 V, envoltura metálica con conectores F, utiliza acopladores direccionales de -20 dB como zócalos de prueba en la salida, rango de frecuencia de 47 a 862 MHz para el canal directo y de 5 a 30 MHz para el canal de retorno debido al uso del filtro WFS 130, tiene una potencia Draw de 14 dB, y opera con intervalo de ganancia ajustable de 0 a 20 dB con una figura de ruido de siete u ocho dB [12]. En la figura 3.9 se muestra el diagrama en bloques de este amplificador.

Figura 3. 8. Amplificador bidireccional VOS 135/P.

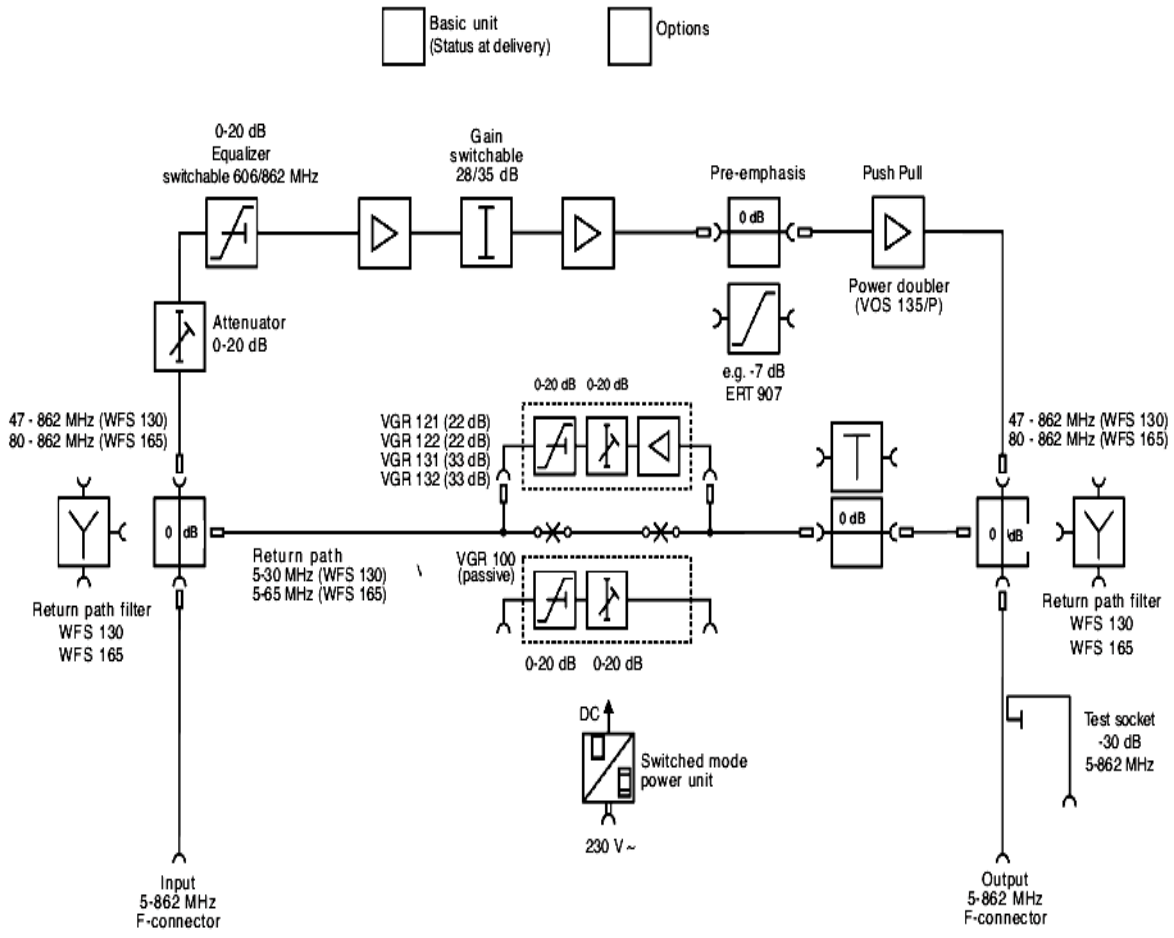


Figura 3.9. Diagrama en bloques del amplificador VOS 135/P.

3.3 Divisores de señal.

Como su nombre lo indica, estos dispositivos dividen la señal en dos o más ramas, teniendo cada una de las ramas el mismo nivel de señal debido a que hay la misma atenuación entre la entrada y cualquiera de sus salidas. No deben ser utilizados para las distribuciones finales debido a que introducen pérdidas por reflexiones, en la figura 3.10 se ilustran diferentes tipos de *splitters*. En todos los casos el número que aparece en el nombre comercial indica la cantidad de ramas.

Figura 3. 9. Tipos de *spliters.*

Los divisores de señal o *splitters* utilizados en la red de distribución son los siguientes:

- TGSP-2: Pertenece a la serie TG de dispositivos pasivos para lineas de distribución los cuales se caracterizan por tener un ancho de banda de 5 a 1000 GHz, soportar un paso de corriente de 10 A con un voltaje de 90 V, ser sensible a la Interferencia de Radio Frecuencia (RFI: *Radio Frequency Interference*) solo cuando esta supere en 100 dB a la señal y tener un espaciamiento entre ramas de 3 1/8" para permitir el uso de cables largos y conectores [13]. La información acerca de pérdidas en las salidas, aislamiento entre ramas y pérdidas de retorno atendiendo al intervalo de frecuencia específica para el TGSP-2 se brinda en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Especificaciones del TGSP-2.

Bandas de frecuencias (MHz)	Pérdida en las salidas (± 1dB)	Aislamiento	Perdidas de retorno(± 1dB)
5 - 400	4.3	26	18
400 - 600	4.5	27	18
600 – 750	4.8	25	18
750 - 1000	5.5	20	17

- DSV – (*): En este caso se trabaja con el DSV-2 y DSV-3 que operan en un ancho de banda de 5 a 900 MHz., cuyos datos técnicos están disponibles en las tablas 3.2 y 3.3 respectivamente, estos dispositivos son sensibles a RFI si esta es 130 dB mayor que la

señal [14]. Es importante señalar que en el caso del DSV-3 una de sus salidas es diferencial lo que implica que el valor de pérdidas de inserción en esta rama sea diferente, siendo el menor de los dos que están en la tabla.

Tabla 3.2 Datos técnicos del DSV-2.

Intervalo de frecuencia (MHz)	5 -54	54 – 400	400 - 550	550 -900
Pérdidas de inserción:(máxima en dB)	4.0	3.8	4.0	5.0
Aislamiento entre las ramas:(mínima en dB)	20	22	22	18
Pérdidas de retorno a la entrada:(mínima en dB)	18	18	16	15

Tabla 3.3 Datos técnicos del DSV-3.

Intervalo de frecuencia (MHz)	5 -54	54 – 400	400 - 550	550 -900
Pérdidas de inserción:(máxima en dB)	3.8 7.5	3.5 7.3	3.5 7.3	5.0 9.0
Aislamiento entre las ramas:(mínima en dB)	16	20	20	16
Pérdidas de retorno a la entrada:(mínima en dB)	10	12	14	12

- MS-2D: Está diseñado para ser montado en la pared por lo que se utiliza en la distribución interior, tiene un ancho de banda de 5 a 900 MHz , pérdidas de retorno máximas de 3.5 dB en VHF y 4.3 dB en UHF y el aislamiento máximo entre las salidas es de 20 dB en VHF y de 16 dB en UHF [14].

3.4 Derivadores de señal o TAPs.

Se utilizan en la distribución final de la señal tanto en la red exterior bidireccional como en la red de distribución interior. Cuando a la salida de estos dispositivos no se conecta otro elemento de red, en su lugar entonces se colocará una impedancia de 75 ohms para evitar pérdidas por reflexión Los derivadores utilizados son los siguientes:

- SMT10X – Y: La X indica el número de derivaciones y la Y la atenuación entre la entrada y las derivaciones en (dB). Estos dispositivos los cuales han sido diseñados utilizando la tecnología de montaje superficial lo que permite optimizar el ancho de banda con mínimas perdidas de inserción, están equipados con un chasis de acero inoxidable para evitar la corrosión, trabajan en un ancho de banda comprendido entre 5MHz y 1GHz y 100 dB de RFI además soportan el paso de 10 A de corriente para un voltaje entre 60 y 90 V [15]. De este tipo solo se usan los que tienen 2 o 4 derivaciones de los cuales se muestran en las tablas 3.6 y 3.7 los valores de aislamiento entre derivaciones y pérdidas de retorno respectivamente, en el caso de las pérdidas de inserción se brindarán los valores nominales en la tabla 3.4 y para el peor caso en la tabla 3.5.

Tabla 3.4. Valores nominales de pérdidas de inserción (dB) para diferentes intervalos de frecuencias.

Modelos de 2 derivaciones	5-10 MHz	10 -50 MHz	50 - 200 MHz	200 - 450 MHz	450 - 600 MHz	600-750 MHz	750 - 860 MHz	860 -1000 MHz
SMT102-4T								
SMT102-8	3.6	3.2	3.4	3.7	4.1	4.4	4.7	4.9
SMT102-11	2.0	1.7	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.2
SMT102-14	1.6	1.0	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9	2.1
SMT102-17	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3	1.7	1.9	2.0
SMT102-20	0.9	0.5	0.6	0.9	1.0	1.2	1.5	1.6
SMT102-23	0.9	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
SMT102-26	0.8	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
SMT102-29	0.8	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
SMT102-32	0.8	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
Modelos de 4 derivaciones	5 -10 MHz	10 -50 MHz	50 - 200 MHz	200 - 450 MHz	450 - 600 MHz	600-750 MHz	750 - 860 MHz	860 -1000 MHz
SMT104-8T								
SMT104-11	3.6	3.2	3.4	3.7	4.1	4.4	4.7	4.9
SMT104-14	2.0	1.7	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.2
SMT104-17	1.4	0.9	1.0	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1
SMT104-20	1.4	0.9	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.0
SMT104-23	0.9	0.6	0.8	1.0	1.0	1.2	1.5	1.6
SMT104-26	0.9	0.6	0.8	1.0	1.0	1.2	1.4	1.6
SMT104-29	0.9	0.6	0.8	1.0	1.0	1.2	1.4	1.6
SMT104-32	0.9	0.6	0.8	1.0	1.0	1.2	1.4	1.6

Tabla 3.5: Pérdidas de inserción para el peor caso.

Modelos de 2 derivaciones	5 -10 MHz	10 -50 MHz	50 - 200 MHz	200 - 450 MHz	450 - 600 MHz	600-750 MHz	750 - 860 MHz	860 - 1000 MHz
SMT102-4T	Derivación terminal							
SMT102-8	3.9	3.7	3.8	4.1	4.3	4.9	5.2	5.4
SMT102-11	2.2	1.9	2.0	2.3	2.6	3.1	3.4	3.7
SMT102-14	1.8	1.2	1.6	1.6	1.7	2.0	2.1	2.2
SMT102-17	1.5	1.1	1.1	1.4	1.5	1.8	2.0	2.2
SMT102-20	1.5	1.1	0.8	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8
SMT102-23	1.2	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8
SMT102-26	1.0	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8
SMT102-29	1.0	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8
SMT102-32	1.0	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8
Modelos de 4 derivaciones	5 -10 MHz	10 -50 MHz	50 - 200 MHz	200 - 450 MHz	450 - 600 MHz	600-750 MHz	750 - 860 MHz	860 - 1000 MHz
SMT104-8T	Derivación terminal							
SMT104-11	3.9	3.7	3.8	4.1	4.3	4.9	4.7	5.4
SMT104-14	2.2	1.9	2.0	2.3	2.6	3.1	3.1	3.7
SMT104-17	1.8	1.2	1.6	1.6	1.7	2.0	2.0	2.2
SMT104-20	1.5	1.1	1.1	1.4	1.5	1.8	1.9	2.2
SMT104-23	1.2	1.1	0.8	1.1	1.2	1.4	1.5	1.8
SMT104-26	1.0	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.4	1.8
SMT104-29	1.0	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.4	1.8
SMT104-32	1.0	0.6	0.7	0.9	1.2	1.4	1.4	1.8

Tabla 3.6: Aislamiento entre derivaciones.

Intervalo de frecuencias (MHz)	Valor promedio (dB)	Peor caso (dB)
5 – 50	28	20
50 - 600	28	25
600 – 1000	28	22

Tabla 3.7. Pérdidas de retorno.

Intervalo de frecuencia (MHz)	Derivaciones		Entrada / Salida	
	Valor promedio (dB)	Peor caso (dB)	Valor promedio (dB)	Peor caso (dB)
5 – 50	23	18	20	16
50 – 600	26	22	23	18
600 - 1000	26	20	22	18

- TGT8 – 14: Acoplador direccional perteneciente a la serie TGT de 8 derivaciones con 14dB de atenuación entre la entrada y las derivaciones, construido con tecnología de montaje superficial con un ancho de banda de 5 a 1000 MHz. Estos derivadores mantienen la integridad de la señal en un valor superior a los -100 dB RFI, poseen un encapsulado pequeño lo que permite que sean instalados en los espacios más estrechos, este encapsulado es de zinc fundido a troquel con enchapado de níquel para lograr una mayor protección contra la corrosión [16]. En la tabla 3.8 se brindan las especificaciones, de este dispositivo, en cuanto a pérdidas de retorno, aislamiento y pérdidas de inserción para diferentes intervalos de frecuencias.

Tabla 3.8. Especificaciones del TGDC-8.

Intervalo de frecuencia (MHz)	Pérdidas en las derivaciones (± 1dB)	Pérdidas de inserción (± 0.5dB)	Aislamiento	Pérdidas de retorno (± 1dB)
5 - 450	8.3	2.1	25	18
450 – 600	8.3	2.4	25	18
600 – 750	8.3	2.7	25	18
750 - 1000	8.3	3.5	20	17

- TGDC-8: Como pertenece a la serie TG consta con las mismas características generales que el TGSP-2 [13]. En la tabla 3.9 se brindan los valores de pérdidas en las derivaciones, pérdidas de retorno, aislamiento y pérdidas de retorno.

Tabla 3.9: Especificaciones del TGT8-14.

Parámetros	Intervalos de frecuencias			
Pérdidas de retorno	5 – 15 MHz	15 – 40 MHz	40 - 550 MHz	550 - 1000 MHz
Entrada	≥23 dB	≥25 dB	≥20 dB	≥20 dB
Salida	≥25 dB	≥25 dB	≥22 dB	≥20 dB
Derivación	≥25 dB	≥28 dB	≥20 dB	≥20 dB
Aislamiento				
Entre derivaciones	≥32 dB	≥35 dB	≥27 dB	≥27 dB
Entre derivación y salida	≥40 dB	≥40 dB	≥27 dB	≥26 dB
Pérdidas de retorno (dB)	3.6	6.6	3.8	3.4

Conclusiones

CONCLUSIONES

Al concluir la realización del presente trabajo de diploma se han arribado a los siguientes resultados:

1. Disponemos de un material actualizado sobre la temática de Televisión Digital Interactiva, que abre sus puertas actualmente a un amplio campo de desarrollo en el sector hotelero del país.
2. El material ha sido elaborado de manera comprensible, lo que posibilita su aplicabilidad en todos los lugares donde se realicen trabajos referentes al tema, que dados la importancia del turismo en nuestro país y el desarrollo tecnológico hacen del mismo un servicio imprescindible.
3. Se logró establecer una vinculación entre los sistemas SMATV y sus principales características, brindando una descripción lo más detallada posible de los distintos bloques funcionales y de la operación de los equipos en su conjunto.
4. El capítulo dedicado al equipamiento da una idea desde el punto de vista económico del costo de una red interactiva, dada su complejidad.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

Debido a que el tema de la televisión interactiva es muy amplio y está en constante desarrollo es necesario que se continúe profundizando en su análisis así como en la búsqueda de información y documentación sobre temas como:

- Difusión y desarrollo tecnológico de los Sistemas iSMATV con interactividad remota en el mundo, especialmente en el sector residencial.
- Situación actual y perspectivas de desarrollo de la Televisión Digital Interactiva en nuestro país.
- Repercusión de la televisión interactiva en las relaciones interpersonales y la sociedad en general.

.

Referencias Bibliográficas

REFERENCIAS BIBLIOGRFICAS

[1] Gómez, J. M. y Sabido H. C. (2005) IDTH: sistemas para servicios interactivos y multimedia por satélite, Cuba.

[2] SpaceBridge Semiconductor Corporation. (2001) DVB-RCS: Satellite Industry Needs, Opportunities & Issues, disponible en: www.dvb.org/documents/white-papers/WP-DVBRCSIND-DB.pdf , 20 de Febrero del 2005.

[3] Anónimo (1998) DVB Interaction Channel for Satellite Master Antenna Television (SMATV) systems; guidelines for versions based on satellite and coaxial sections,disponible en: www.bjpace.com.cn/data/tec/tecDVB/DVBBlueBooksstandars/spacificationsandStandards/interactivity/dvb-rcs/A034.pdf , 20 de Febrero del 2005.

[4] Gómez, J. M. y Sabido H. C. (2005) Sistemas SMATV con interactividad local, Cuba.

[5] FECOM S.A. (2004) Sistema digital de TV interactiva, Pay TV, disponible en: www.FecomSA.com/docs/eclipse/servicios-eclipse.pdf , 6 de Marzo del 2005.

[6] FECOM S.A. (2004) Sistema digital de TV interactiva, descripción del equipamiento, disponible en: www.FecomSA.com/docs/eclipse/equipamiento-eclipse.pdf , 6 de Marzo del 2005.

[7] FECOM S.A. (2002) Sistema digital de TV interactiva, requerimientos técnicos de instalación, disponible en: www.FecomSA.com/docs/eclipse/equipamiento-eclipse.pdf , 6 de Marzo del 2005.

[8] Kathrein-Werke KG (2002) Monitorable House Connection Amplifier, disponible en: www.fecomsa.com/docs/kathrein/VOS9XX.pdf , 6 de Marzo del 2005.

[9] Kathrein-Werke KG (2002) Distribution Network Amplifier VGF/VGO 8001, disponible en: www.Kathrein.de/en/hfc/kataloge/download/9986422.pdf , 18 de Mayo del 2005.

[10] Kathrein-Werke KG (2002) In-house Distribution Amplifier, disponible en: www.entercom.co.za/Produts/kathrein/VOS30.pdf , 5 de mayo del 2005.

[11] Kathrein-Werke KG (2002) Return Paht Amplifier Block Diagram disponible en: www.entercom.co.za/Produts/kathrein/VGR25.pdf , 5 de mayo del 2005.

[12] Kathrein-Werke KG (2002) In-house Distribution Amplifier, disponible en: www.entercom.co.za/Produts/kathrein/VOS-120.pdf , 5 de mayo del 2005.

[13] Toner Cable Equipment (2003) SMT-10 Series Multitaps disponible en: www.tonercable.com/TonerWebsite/CatalogPages/Section14/TCE-TGseries.pdf , 2 de junio del 2005.

[14] PICO MACOM (2003) Distribution Passive Componenet, disponible en: http://www.picomacom.com/specs/pico/C/C5-C6.pdf , 5 de Junio del 2005.

[15] Toner Cable Equipment (2003) SMT-10 Series Multitaps, disponible en: www.tonercable.com/TonerWebsite/CatalogPages/Section14/TCE-SMT.pdf , 2 de Junio del 2005.

[16] Toner Cable Equipment (2004) TGT Series: 2, 4, 8,12 port 1GHz Taps, disponible en: www.tonercable.com/TonerWebsite/CatalogPages/Section16/TCE-TGT8.pdf , 2 de Junio del 2005.

Anexo 1

ANEXO 1

Otros de los servicios que brinda el sistema ECLIPSE son:

- **Interfase gráfica:** Eclipse, posee una interfase gráfica de alta resolución para la operación amena del sistema.
- **Bienvenida:** En cuanto el huésped hace el Chek-In en la recepción, el televisor de la habitación mostrará un mensaje personalizado de bienvenida con el nombre del huésped y su idioma indicado durante el proceso de Check-In en el PMS.
- **Menú principal:** El menú principal tiene un amplio rango de opciones, las cuales pueden ser personalizadas de acuerdo a los servicios que el hotel desee ofrecer con el sistema. A ellos se accede mediante las flechas teclas arriba y abajo del control remoto.
- **Lenguajes:** Los huéspedes pueden escoger el lenguaje apropiado para la manipulación del sistema, estos pueden ser hasta seis. Si se registra en el PMS del hotel el idioma del huésped, el sistema lo activará de forma automática. El sistema soporta todos los lenguajes, incluyendo los caracteres especiales como el alfabeto cirílico, hebreo o árabe. El sistema por defecto viene instalado con cuatro idiomas a escoger.
- **Matutino:** En la recepción del hotel pueden establecer un horario para el servicio matutino ó de lo contrario, el huésped lo puede establecer directamente a través del sistema en su habitación. Una vez establecido el sistema le pedirá una confirmación. En el horario establecido el televisor se encenderá automáticamente mostrando una página de "Servicio de matutino" mientras que el volumen se incrementará gradualmente, el huésped aceptará con el botón OK del control remoto. En el caso que el mensaje no sea aceptado, el TV se apagará nuevamente y se emitirá una notificación a la recepción del Hotel indicando que el huésped no ha recibido el mensaje de matutino, permitiendo avisarle de forma personal. El sistema mantiene actualizada una base de datos con la información de los huéspedes que tienen pendiente el servicio la cual puede ser consultada en el momento que se requiera. Como elemento de seguridad el sistema envía la lista de usuarios que solicitaron el servicio a un correo del hotel de forma que pueda ser consultado como vía alternativa para garantizar el servicio.
- **Información del hotel:** Esta función es una de las más potenciales fuentes de ingreso, debido a que podrá mostrarse todo tipo de información de los servicios que presta el

hotel y los lugares aledaños a este. Mediante el uso de tecnología multimedia es posible capturar la atención del cliente lo cual significa una potente herramienta de marketing para promover servicios tanto internos como de terceros.

- **Servicios del hotel:** Permite tener acceso a determinados servicios del hotel desde la habitación, como:

➢ Servicio Habitación y Restaurante: Permite mostrar el menú con los elementos y servicios disponibles para el "servicio de habitaciones", indicando la hora que se quiere que sea servido. Este canal puede mostrar adicionalmente el menú del restaurante de último minuto, desde donde los huéspedes pueden hacer el pedido y/o hacer su reservación. Permite mostrar de forma gráfica las especialidades culinarias y características ambientales del restaurante.

➢ Revisión de cuenta y *Check Out*: En cualquier momento el huésped podrá revisar el estado de cuenta y manifestar a tiempo cualquier discrepancia. Con el fin de agilizar el proceso de *Check-Out* el sistema permite hacerlo desde su habitación. Esta función puede ser desactivada desde la recepción.

➢ Servicios de Mensajería: Todos los mensajes pueden ser enviados directamente desde la recepción hasta su televisor incluyendo aquellos destinados a grupos de huéspedes. El sistema tiene la posibilidad de enviar hasta 40 mensajes a cada habitación, el huésped podrá revisarlos en cualquier momento a través del menú principal. En el caso que el mensaje no sea aceptado, el TV se apagará nuevamente y se mostrará el mensaje una ves que el huésped lo encienda. El sistema lleva un control de los mensajes leídos y no leídos, por lo que en el momento del *Check-Out* una lista de los mensajes no leídos puede ser impresa y entregada al huésped antes de su partida. En este momento son borrados todos los mensajes enviados a esa habitación.

➢ Programas de TV y Radio: El sistema accede de forma automática a la guía de canales disponibles en su hotel, por lo que no será necesario imprimirlos. La posibilidad de escuchar radio a través de su TV, es una posibilidad de ahorro al operador del hotel, ya que no tiene que colocar aparatos en cada habitación. Permite la transmisión de radio FM o AM a través de los TV instalados en cada habitación, mediante el editor de pantallas del sistema se pueden crear pantallas de promoción que aparecerán mientras se escucha la señal de radio.

- **Servicio de habitaciones avanzado:** Es posible habilitar el sistema para solicitar otros servicios disponibles en el Hotel para los cuales opcionalmente puede especificar el horario en que quiere ser atendido. El Hotel puede definir los servicios que quiera habilitar desde la habitación, algunos de ellos pueden ser: Alquiler de medios, servicio de lavandería, servicio de maletero, servicio de taxi, *House keeping*, etc.
- **Estado de la habitación (camareras):** Este canal garantiza que solo las habitaciones listas estén disponibles para nuevos huéspedes. Mediante una combinación de teclas usando un control remoto especial, la camarera informa el estado de la habitación, esta información es transferida al PMS, y puede ser utilizada de inmediato desde la recepción. La camarera accede al menú donde indica el estado de la habitación. El sistema permite el monitoreo de las acciones realizadas por la camarera. El menú disponible por la camarera es posible adaptarlo a las necesidades del Hotel, permitiendo que la camarera indique la información precisa que para ser procesada posteriormente. entre los mensajes que pueden enviar las camareras están:

- Mensajes a camarera: Mediante un programa instalado en el Dpto. de ama de llaves es posible enviar mensajes a las camareras. Una vez que la camarera acceda al menú mediante su clave, recibirá el mensaje enviado a ella. Esto facilita el proceso de localizar una camarera dentro de un grupo de habitaciones.
- Estado de la habitación: Permite indicar el estado de la limpieza de la habitación directamente al PMS por lo que la habitación puede ser ocupada nuevamente de inmediato.
- Mantenimiento técnico: Permite solicitar la necesidad de mantenimiento técnico desde la habitación, esta solicitud queda almacenada en una base de datos para su revisión y control.
- Estado del minibar: Permite verificar el contenido del minibar y ordenar su reabastecimiento, según el tipo de minibar instalado, esta solicitud queda almacenada en una base de datos para su revisión y control. Dentro de este servicio se encuentran las siguientes variantes:

  a) Minibar convencional: La camarera desde la habitación solicita que sea reabastecido el minibar con los productos faltantes, esta solicitud queda almacenada en una base

de datos para su revisión y se cargará el importe a la cuenta del huésped en el PMS de forma opcional.

b) Minibar automático: El sistema permite la interconexión con minibares con cobro automático, los cuales enviarán la solicitud de reabastecimiento automáticamente. Así como el gasto incurrido se incluirá automáticamente en su cuenta a través del PMS del Hotel.

- *Check Out Status*: Con esta opción la camarera verifica las habitaciones que han sido liberadas y que requieren de limpieza.

- **Información en vivo**

Permite colocar cámaras en diferentes lugares como: restaurantes, salones de conferencias, piscinas de niños, verificación del estado del tiempo etc.

- **Alarma de fuego o emergencias**

Permite establecer hasta 16 zonas del hotel donde se enviarán señales de alarma a los TV de las habitaciones. En el momento de lanzar la señal de alerta se encenderán automáticamente todos los televisores de la zona afectada y mostrará el mensaje de alerta, pudiendo ser controlado incluso el volumen del televisor para una buena recepción o simplemente lograr que el huésped se despierte si es tarde en la noche. En este momento el sistema toma el control total del televisor evitando cualquier posibilidad de que el mensaje no sea recibido por el huésped. Para este servicio se instala un panel que permite activar la señal de alarma, mostrado en la figura A1.1, y hacer pruebas del sistema para verificar su estado. Presionando el botón adecuado se envía la señal de alerta a los televisores de un determinado grupo de habitaciones.

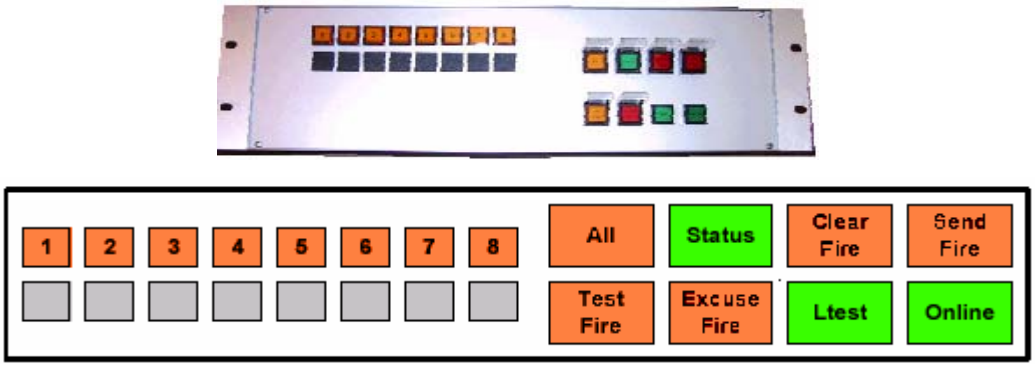
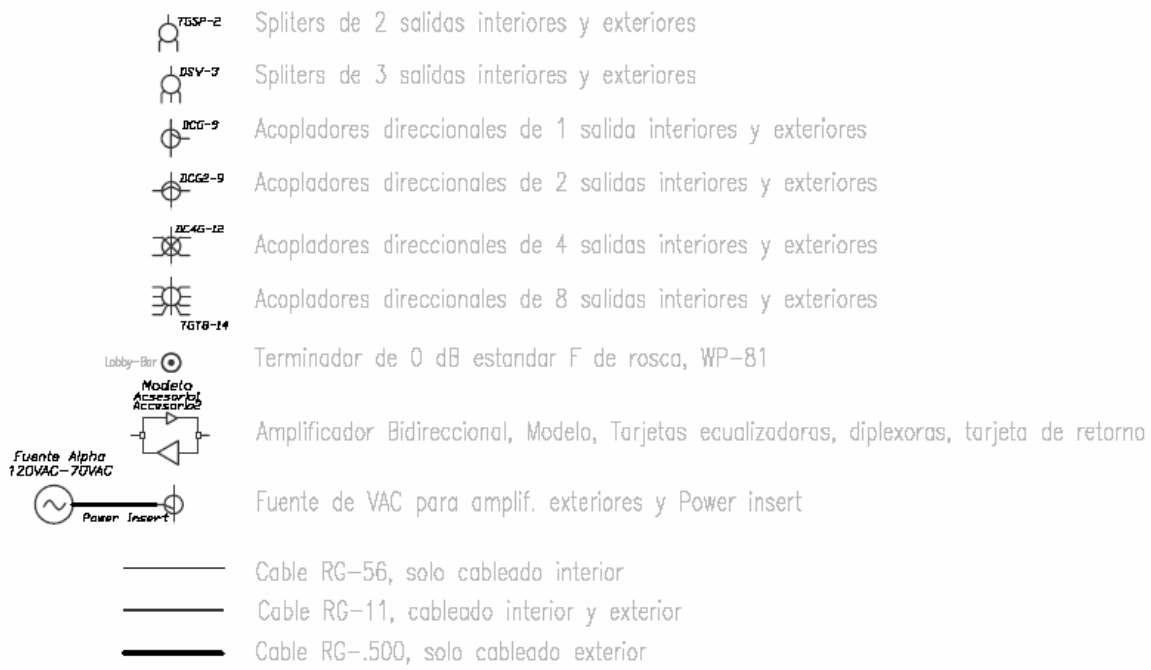


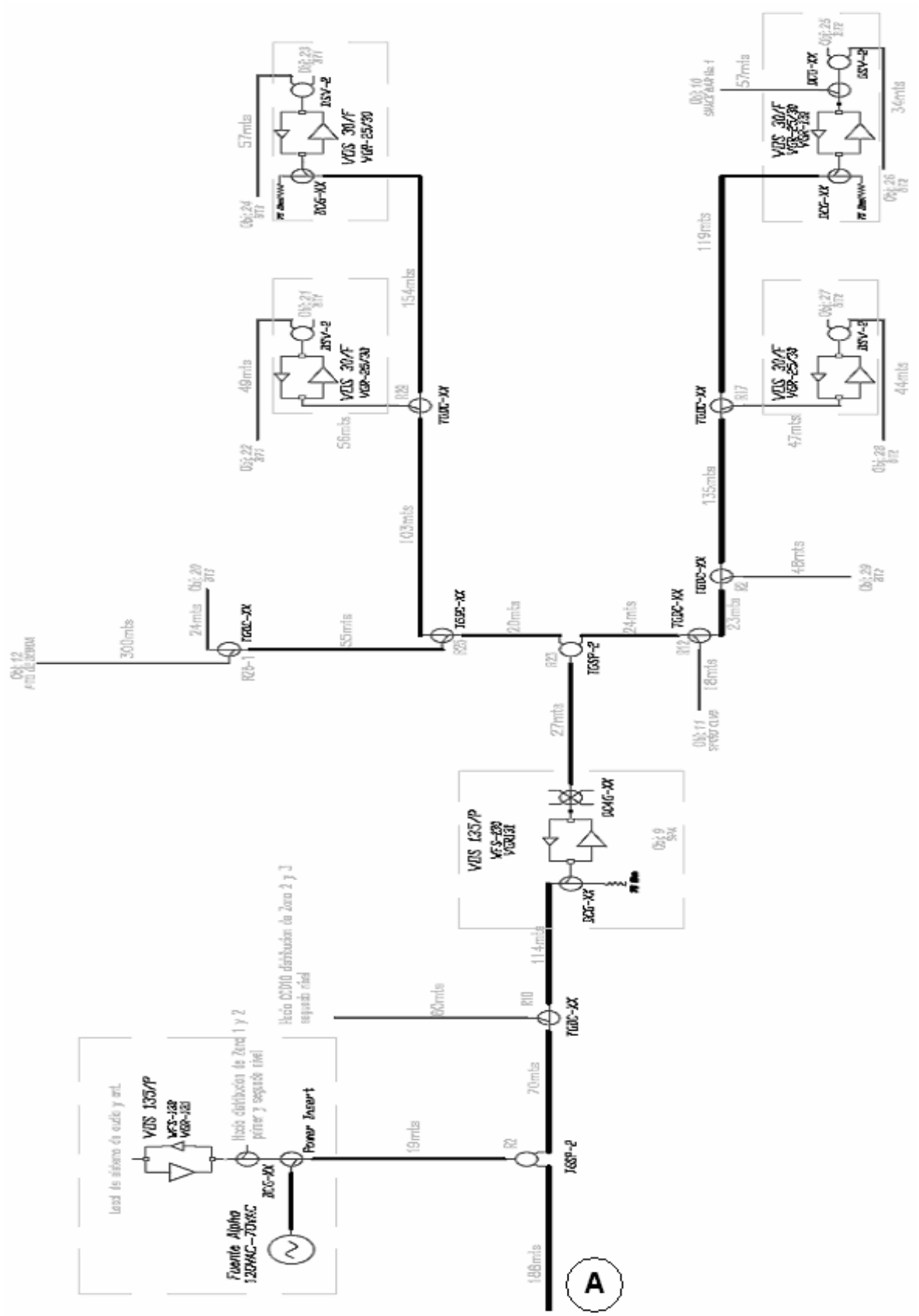
Figura A1.1. Panel de alarma.

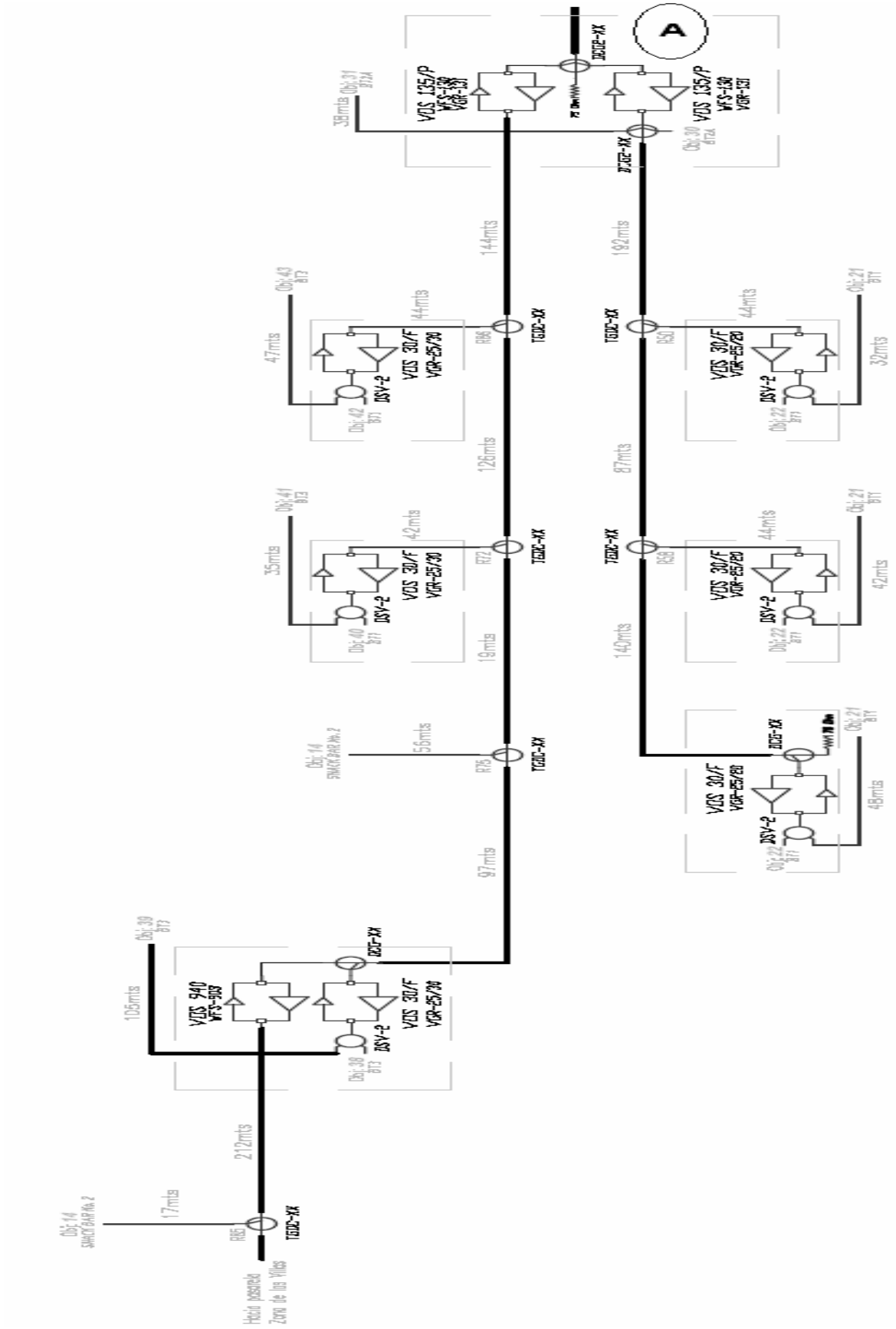
Anexo 2

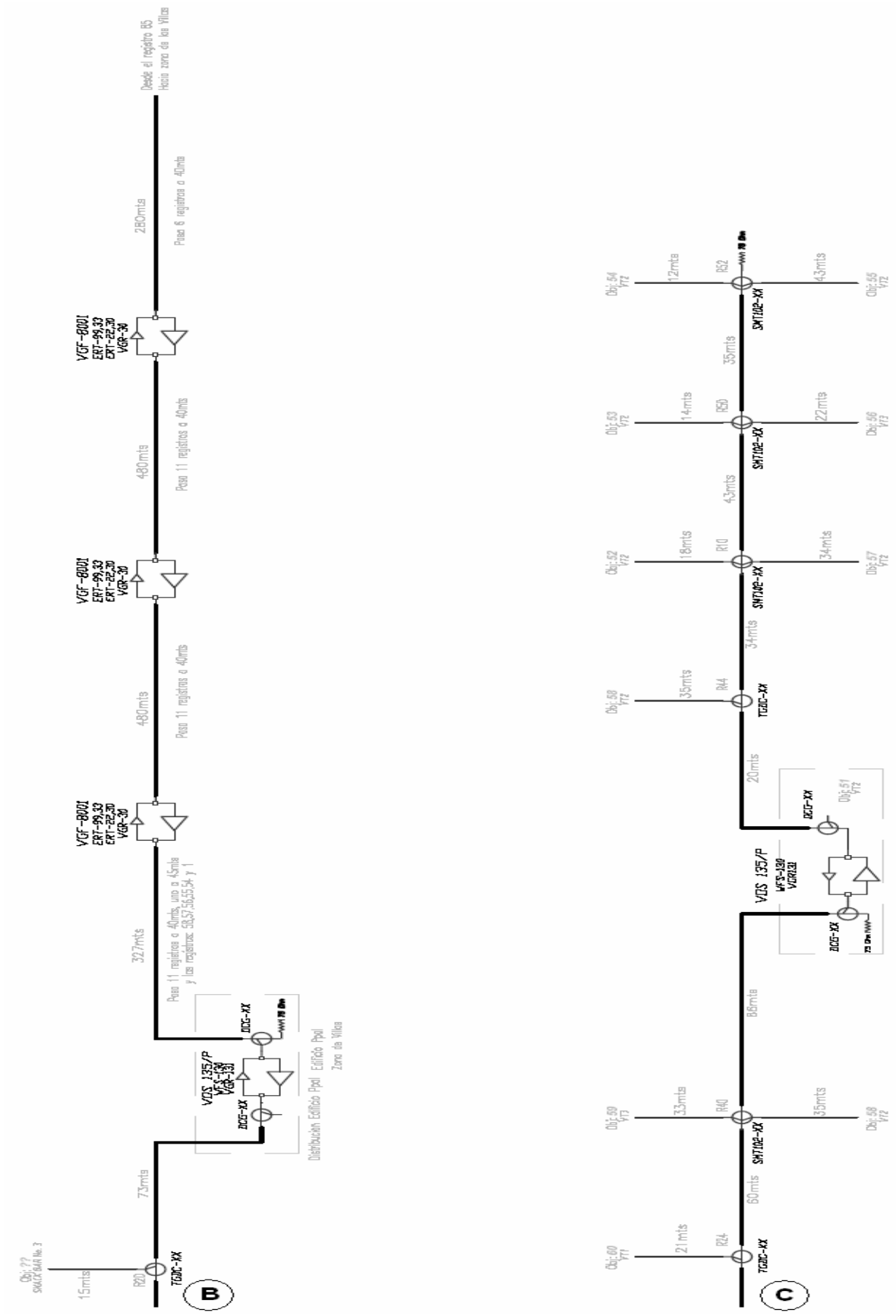
ANEXO 2

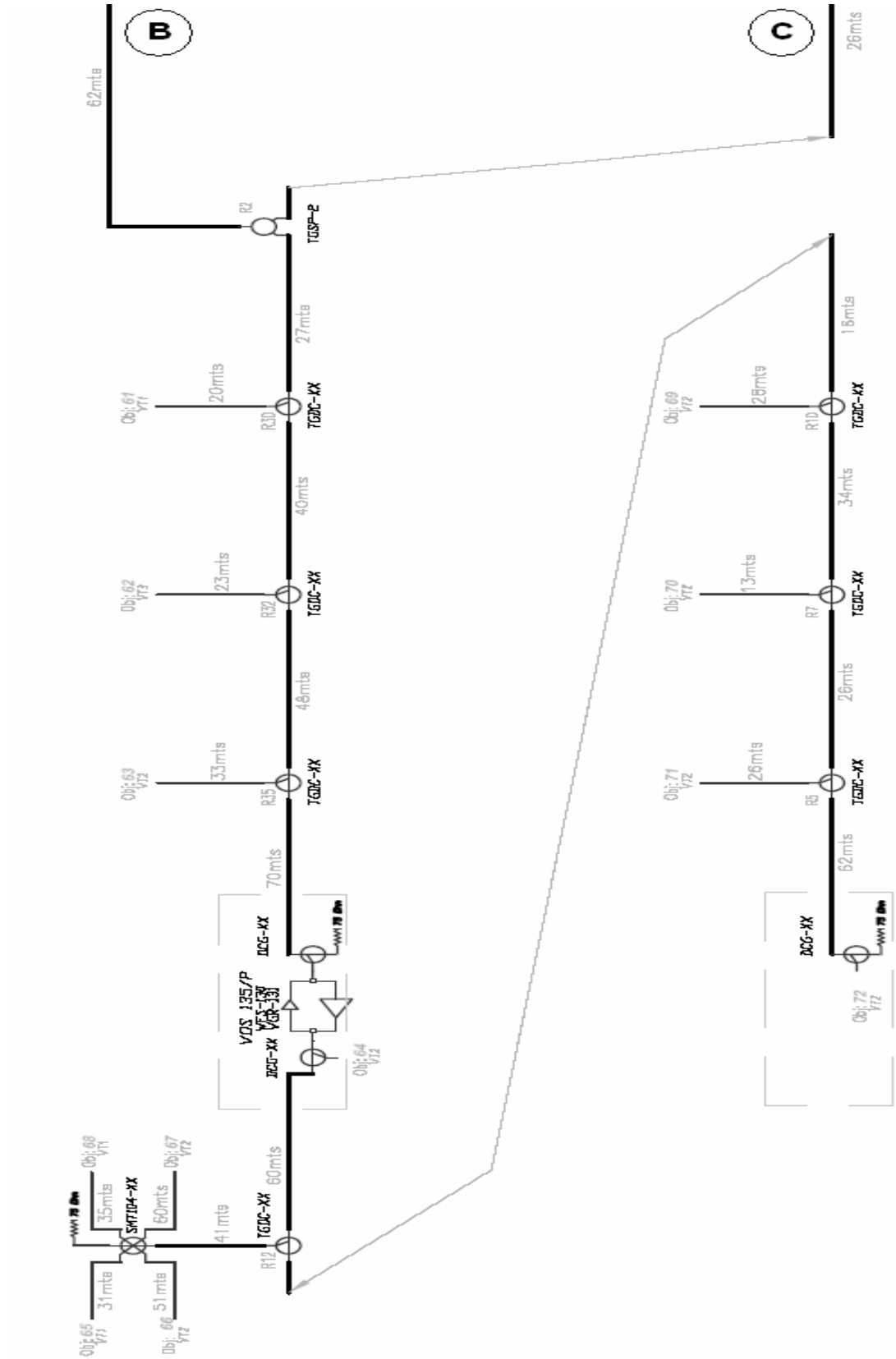
En el presente anexo se muestra el monolineal de la red exterior bidireccional para servicios de televisión interactiva del hotel Encenacho situado en la cayería norte de Villa Clara, el cual, con el fin de ilustrarlo mejor, se dividió en cuatro partes en las que se indica la continuidad de la red con letras mayúsculas encerradas en un círculo. La leyenda para este monolineal se brinda a continuación.




VDIS 135/P
VDIS 30/F
Fuente Alpha
120VAC-70VDC
Power Insert
A


A
VDS 135/P
VFS-130
VGR-131
35mts
144mts
192mts
47mts
44mts
126mts
87mts
32mts
35mts
42mts
19mts
140mts
42mts
56mts
97mts
48mts
105mts
212mts
17mts
VDS 30/F
VGR-25/20
DSV-2
VDS 940
VFS-109
Hotel posada
Zona de las Villas

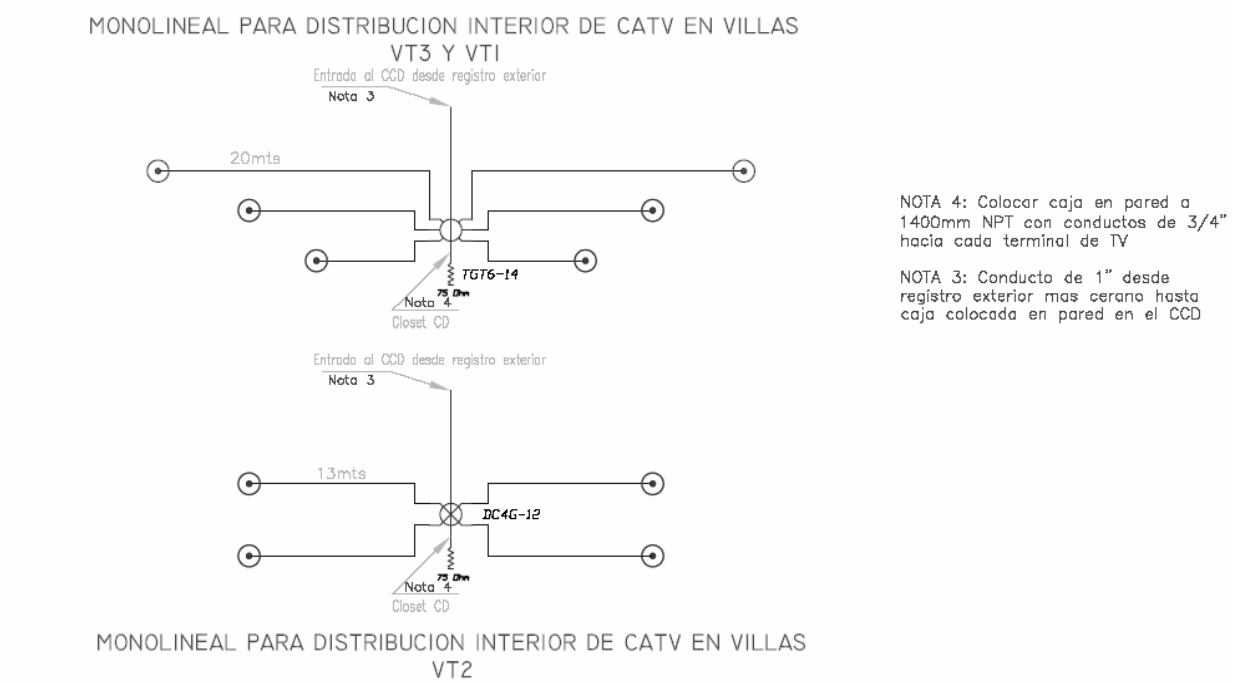

Desde el registro 65
Hacia zona de las Villas
280mts
Pasa 6 registros a 40mts
VGF-8001
ERT-99.33
ERT-22.20
VGR-30
480mts
Pasa 11 registros a 40mts
VGF-8001
ERT-99.33
ERT-22.20
VGR-30
480mts
Pasa 11 registros a 40mts
VGF-8001
ERT-99.33
ERT-22.20
VGR-30
327mts
Pasa 11 registros a 40mts, uno a 45mts
y las registros: 50,57,56,55,54 y 1
DCG-XX
VDS 135/P
VFS-120
VGR-131
DCG-XX
Distribuidor Edificio Ppal
Edificio Ppal
Zona de Villas
73mts
Obj:22
SKALX BAR No. 3
15mts
R20
TGDC-XX
B
Obj:54
V72
12mts
R32
43mts
Obj:55
V72
SM7102-XX
35mts
Obj:53
V72
14mts
R30
22mts
Obj:56
V73
SM7102-XX
43mts
Obj:52
V72
18mts
R10
34mts
Obj:57
V72
SM7102-XX
34mts
Obj:50
V72
35mts
R44
TGDC-XX
20mts
DCG-XX
Obj:51
V72
VDS 135/P
VFS-120
VGR131
DCG-XX
88mts
Obj:59
V73
33mts
R40
35mts
Obj:58
V72
SM7102-XX
60mts
Obj:60
V71
21mts
R24
TGDC-XX
C

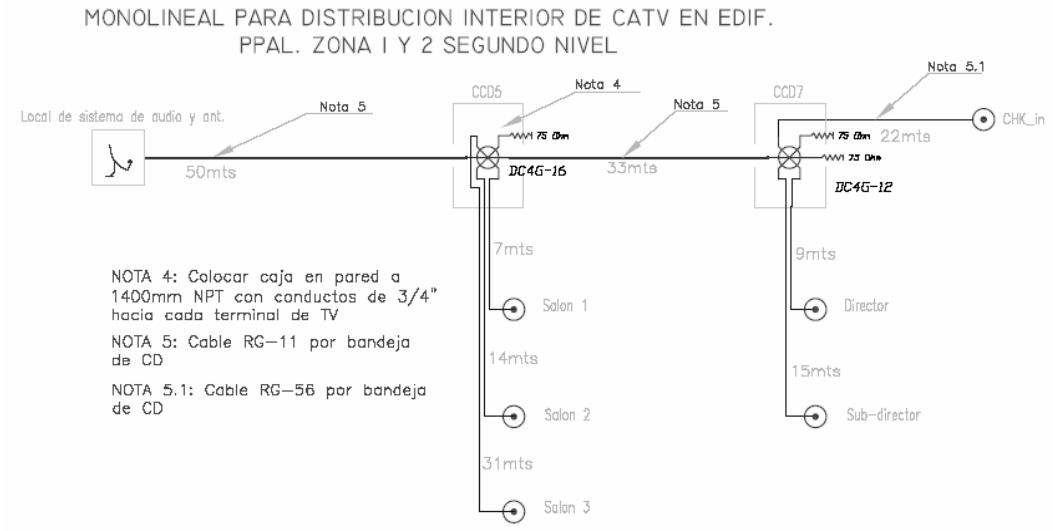

B
C
62mts
26mts
R2
TGSP-P
27mts
16mts
Obj:61
VT1
20mts
R10
TGDC-XX
Obj:69
VT2
28mts
R10
TGDC-XX
40mts
34mts
Obj:62
VT3
23mts
R32
TGDC-XX
Obj:70
VT2
13mts
R7
TGDC-XX
48mts
26mts
Obj:63
VT2
33mts
R35
TGDC-XX
Obj:71
VT2
28mts
R5
TGDC-XX
70mts
62mts
DCG-XX
DCG-XX
VCS 135/P
VCS-135
VCS-135
DCG-XX
Obj:64
VT2
Obj:72
VT2
Obj:68
VT1
35mts
SMT104-XX
60mts
Obj:67
VT2
41mts
60mts
TGDC-XX
R12
31mts
51mts
Obj:65
VT1
Obj:66
VT2

Anexo 3

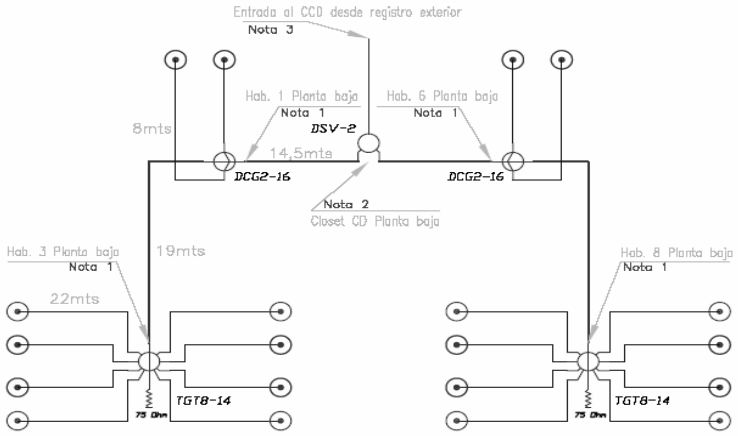
ANEXO 3

En el presente anexo se ilustran los monolineales para las distribuciones interiores del hotel Encenacho cuya leyenda es la utilizada para el anexo 2.





MONOLINEAL PARA DISTRIBUCION INTERIOR DE CATV PARA BUNGALOWS BTI, BT2(A/B) Y BT3

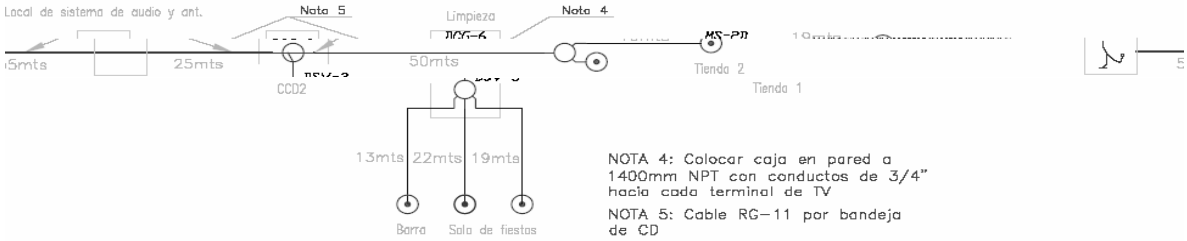


NOTA 1: Colocar caja en pared frente a bandeja de CD en habitacion señalada con conductos hacia cada Hab. a distribuir

NOTA 2: Colocar caja en pared a 1400mm NPT con conducto de 1" hacia bandeja de CD

NOTA 3: Conducto de 1" desde registro exterior mas cerano hasta caja colocada en pared en el CCD

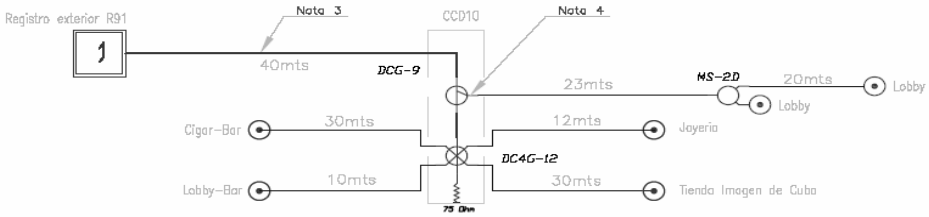
MONOLINEAL PARA DISTRIBUCION INTERIOR DE CATV EN EDIF. PPAL. ZONA I Y 2 PRIMER NIVEL



NOTA 4: Colocar caja en pared a 1400mm NPT con conductos de 3/4" hacia cada terminal de TV

NOTA 5: Cable RG-11 por bandeja de CD

MONOLINEAL PARA DISTRIBUCION INTERIOR DE CATV EN EDIF. PPAL. ZONA 2 Y 3 SEGUNDO NIVEL



NOTA 4: Colocar caja en pared a 1400mm NPT con conductos de 3/4" hacia cada terminal de TV

NOTA 5: Cable RG-11 por bandeja de CD

NOTA 3: Conducto de 1" desde registro exterior mas cerano hasta caja colocada en pared en el CCD

Glosario

GLOSARIO

ATM	Modo de Transmisión Asincrónico (*Asynchronous Transmitions Mode*).
BER	Razón de Error de Bit (*Bit Error Reason*).
BIM	Broadcast Interface Module.
CATV	Sistema de distribución de televisión por cable (Cable TV distribution System).
CR	Control Remoto.
CSI	Cabecera de Servicios Interactivos.
DTH	Direct-To-Home.
DVB	Digital Video Broadcasting.
ESA	Agencia Especial Europea.
HFC	Híbridas Fibra óptica – Coaxial.
ETS	Normas de Telecomunicaciones Europeas (European Telecommunications Standard).
ISC	Interactive Services Comercial.
IDTH	Interactive Direct-To-Home.
IIM	Módulo de Interfaz Interactivo (Interactive Interface Module).
ILNB	Bloque de Bajo Ruido Interactivo (Interactive Low Noise Block).
INA	Adaptador de Red Interactiva (Interactive Network Adapter).
IP	Protocolo de Internet (Internet Protocol).
IRD	Integrated Receiver Decoder
ITV	Televisión Interactiva (Interactive Television).
MAC	Control de Acceso al Medio (Media Access Control).
MF-TDMA	Multiple Frequency-Time Division Multiplex Access.
OOB	Out of Band.
PC	Computadora Personal (Personal Computer).
PSTN	Public Switched Telephone Network (RTPC).
PIRE	Potencia Isotrópica Radiada Efectiva.
QAM	Quadrature Amplitude Modulation.

QoS	Quality of Service (calidad de servicio).
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying.
RFI	Interferencia de Radio Frecuencia (Radio Frequency Interference).
RIS	Redes Interactivas por Satélite.
RTC	Red Telefónica Conmutada.
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada.
SIT	Terminal Interactivo del Satélite (Satellite Interactive Terminal).
SMATV	Satellite Master Antenna Television.
TI	Teclado inalámbrico.
TDT	Transmodulador Digital Transparente.
UIT	Union Internacional de Telecomunicaciones.
VCR	Video cassette recorders.
VoD	Video on Demand.
DVD	Digital Versatile Disk.