



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
CABECERA DE RED (HEADEND) CON EQUIPO
FUNDAMENTAL PARA RECOLECTAR Y PROCESAR LAS
SEÑALES SATELITALES PARA SU DIFUSIÓN**

Herbert Gilberto López Cordón

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
CABECERA DE RED (HEADEND) CON EQUIPO
FUNDAMENTAL PARA RECOLECTAR Y PROCESAR LAS
SEÑALES SATELITALES PARA SU DIFUSIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HERBERT GILBERTO LÓPEZ CORDÓN

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Byron Odilio Arrivillaga Méndez |
| EXAMINADOR | Ing. José Anibal Silva de los Ángeles |
| EXAMINADOR | Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CABECERA DE RED (HEADEND) CON EQUIPO FUNDAMENTAL PARA RECOLECTAR Y PROCESAR LAS SEÑALES SATELITALES PARA SU DIFUSIÓN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha de junio de 2006.

Herbert Gilberto López Cordon.

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS** **Por haberme iluminado en el transcurso de este proyecto y poder culminar satisfactoriamente mi carrera.**
- MIS PADRES** Gilberto López Estrada y María Luisa Cordón de López, por su apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado brindándome amor, sabiduría y comprensión. Gracias a su esfuerzo este sueño es hoy una realidad.
- MI ESPOSA** Karla Waleska Vásquez de López, por todo su gran amor y abnegación incondicional, por ser la compañera de mi vida.
- MIS HIJOS** Herbert Eduardo, Cristian Gilberto, Ángel Sebastián y Fátima Waleska; porque ellos son el motivo de inspiración para seguir adelante cada día de mi vida.
- MIS HERMANAS** María Magdalena y Mercedes, por todo su afecto y sus consejos en el transcurso de mi vida.
- MI FAMILIA** A quienes agradezco su apoyo incondicional, principalmente a mi sobrina Dilia Paola Sigüenza.
- MI ASESOR** Kenneth Issur Estrada Ruiz, por su colaboración incondicional para lograr este éxito.
- MI AMIGO** Alfonso Moraga, por sus consejos y su colaboración en la culminación de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | IX |
| GLOSARIO..... | XI |
| RESUMEN..... | XV |
| OBJETIVOS..... | XVII |
| INTRODUCCIÓN..... | XIX |
| | |
| 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes de la Empresa..... | 1 |
| 1.1.1 Reseña Histórica..... | 1 |
| 1.1.2 Misión de la Empresa..... | 2 |
| 1.1.3 Visión de la Empresa..... | 3 |
| 1.1.4 Servicio..... | 3 |
| 1.2 Equipos ya instalados anteriormente..... | 3 |
| 1.2.1 Parámetros de calidad de amplificadores..... | 3 |
| 1.2.2 Parámetros de calidad del Cable RG-500..... | 4 |
| 1.2.3 Parámetros de calidad de Equipos Pasivos..... | 5 |
| 1.2.4 Parámetros de calidad de Fuentes de Poder..... | 6 |
| | |
| 2. FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS..... | 7 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.1 | Sistemas de Recolección de Señales..... | 7 |
| 2.1.1 | Descripción..... | 7 |
| 2.1.2 | Métodos y técnicas..... | 8 |
| 2.1.3 | Aplicaciones..... | 10 |
| 2.2 | Efectos de Recolección de las Redes..... | 10 |
| 2.2.1 | Efectos de Red..... | 10 |
| 2.2.2 | Dispositivos de Red..... | 11 |
| 2.2.3 | Condiciones de trabajo..... | 11 |
| 2.2.4 | Parámetros de temperatura..... | 11 |
| 2.2.5 | Análisis de fallas..... | 12 |
| 2.3 | Equipos de Amplificación de Lanzamiento..... | 13 |
| 2.3.1 | Descripción..... | 13 |
| 2.3.2 | Aplicación técnica..... | 13 |
| 3. | INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE ANCHO DE BANDA..... | 15 |
| 3.1 | Ancho de Banda Promedio..... | 15 |
| 3.1.1 | Asignaciones espectrales para servicios..... | 15 |
| 3.1.2 | Servicios actuales y futuros..... | 16 |
| 3.1.3 | Requisitos..... | 17 |
| 3.2 | Régimen y condiciones de operación..... | 18 |
| 3.2.1 | Frecuencias a utilizar..... | 18 |
| 3.2.2 | Recolección de Señales..... | 19 |
| 3.2.3 | Ecualización de pendientes..... | 20 |
| 3.2.4 | Unidades de Medición..... | 21 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.2.5 | Portadoras a Ruido..... | 22 |
| 4. | NORMAS Y ESTÁNDARES SEGÚN LA NEC..... | 23 |
| 4.1 | Reglamentos y procedimientos de seguridad..... | 23 |
| 4.1.1 | Estándar en la Transmisión de Audiofrecuencia..... | 23 |
| 4.1.2 | Reglamentos y procedimientos de seguridad de NEC..... | 24 |
| 4.1.3 | Conceptos y descripciones..... | 25 |
| 4.2 | Niveles sobre señal de Fuga..... | 25 |
| 4.2.1 | Descripción..... | 25 |
| 4.2.2 | Características técnicas..... | 25 |
| 5. | LINEAMIENTOS PARA TRANSMISIÓN Y TRANSFERENCIA | 27 |
| 5.1 | Reglas y Procedimientos..... | 27 |
| 5.1.1 | Distribución de Equipo..... | 27 |
| 5.1.2 | Simbologías..... | 28 |
| 5.1.3 | Número de clientes..... | 28 |
| 5.2 | Estándares de transmisión..... | 29 |
| 5.2.1 | Conceptos y definiciones..... | 29 |
| 5.2.2 | Características técnicas..... | 30 |
| 6. | PROCEDIMIENTOS PARA DISTRIBUCIÓN FINAL..... | 31 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6.1 | Técnicas y procedimientos..... | 31 |
| 6.1.1 | Dispositivos de protección..... | 31 |
| 6.1.2 | Vías de acceso..... | 32 |
| 6.1.3 | Equipos de trabajo..... | 32 |
| 6.1.4 | Equipos de medición..... | 33 |
| 6.1.5 | Pruebas finales de Redes instaladas..... | 35 |
| | | |
| 7. | CONEXIÓN DE ELEMENTOS ACTIVOS A LA CABECERA..... | 37 |
| 7.1 | Estándares y Normativos..... | 37 |
| 7.1.1 | Conceptos y descripciones..... | 37 |
| 7.1.2 | Características técnicas..... | 38 |
| 7.1.3 | Equipos de medición..... | 39 |
| 7.1.4 | Régimen de Operación..... | 41 |
| 7.2 | Clasificación de Equipo..... | 42 |
| 7.2.1 | Conceptos y descripciones..... | 42 |
| 7.2.2 | Características técnicas..... | 46 |
| 7.2.3 | Acoplamiento al Sistema..... | 49 |
| 7.3 | Procedimientos de Medición..... | 51 |
| 7.3.1 | Pendientes..... | 51 |
| 7.3.2 | Ecuación con atenuación..... | 52 |
| 7.3.3 | Difusión..... | 53 |

| | |
|---|-----------|
| 8. SISTEMA DE MODULACIÓN..... | 55 |
| 8.1 Descripciones y características..... | 55 |
| 8.1.1 Régimen de operación..... | 55 |
| 8.1.2 Capacidad..... | 55 |
| 8.1.3 Niveles de operación..... | 56 |
| 8.1.4 Diagramas de operación..... | 57 |
| 8.2 Resultados de transmisión..... | 58 |
| 8.2.1 Niveles de Potencia..... | 58 |
| 8.2.2 Ecuación y Atenuación en la amplitud portadora..... | 58 |
| 8.2.3 Gráficos de entrelace para las diferentes modulaciones..... | 58 |
| 8.2.4 Análisis General..... | 60 |
| | |
| 9. UBICACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE SEÑALES (ANTENAS)... | 61 |
| 9.1 Diseño preliminar..... | 61 |
| 9.1.1 Ubicación Geográfica..... | 61 |
| 9.1.2 Características técnicas..... | 62 |
| 9.1.3 Régimen de operación..... | 63 |
| 9.1.4 Metodología..... | 64 |
| | |
| 10. PRUEBAS FINALES..... | 65 |

| | |
|---|-----------|
| 10.1 Técnicas y procedimientos | 65 |
| 10.1.1 Rendimiento de la Cabecera de Red..... | 65 |
| 10.1.2 Nivel de Ruido..... | 65 |
| 10.1.3 Nivel de Distorsión..... | 66 |
| 10.1.4 Nivel de potencia de Audiofrecuencia..... | 67 |
| 10.1.5 Nivel de Retorno..... | 68 |
| 10.1.6 Nivel de fugas de señal..... | 69 |
| 10.1.7 Nivel de ganancia..... | 70 |
| 10.1.8 Razones a portadoras..... | 70 |
| 10.1.9 Portadoras a modulación cruzada..... | 71 |
| 10.1.10 Portadoras a Zumbido..... | 72 |
| 10.1.11 Atenuación de salida..... | 72 |
| 10.1.12 Pérdida de Ecuación a cualquier frecuencia..... | 72 |
| 10.1.13 Nivel de pendiente de salida con ajuste variable..... | 73 |
| 10.1.14 Longitud de onda..... | 73 |
| 10.1.15 Impedancias Características..... | 73 |
| 10.1.16 Monitoreo de Estado..... | 74 |
| CONCLUSIONES..... | 75 |
| RECOMENDACIONES..... | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 79 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1. Impedancia Característica del cable coaxial..... | 5 |
| 2. Fuente de Poder para el Sistema..... | 6 |
| 3. Modulación de Amplitud..... | 8 |
| 4. Modulación de Frecuencia..... | 9 |
| 5. Cambio de la Atenuación con respecto la Temperatura..... | 12 |
| 6. Ruta de la señal delantera..... | 14 |
| 7. Asignación de las señales..... | 16 |
| 8. Digitalización de la señal análoga..... | 17 |
| 9. Señal de vídeo compuesta..... | 19 |
| 10. Portadora a ruido de un Amplificador..... | 22 |
| 11. Estándar de televisión de un canal..... | 24 |
| 12. Simbología de Cabecera de Red..... | 28 |
| 13. Señales satelitales convertidas a RF..... | 30 |
| 14. Analizador de Espectros..... | 33 |
| 15. Medidor de Potencia..... | 34 |
| 16. Medidor de señal satelital..... | 34 |
| 17. Onda Sinusoidal..... | 39 |
| 18. Onda cuasi-cuadrada..... | 40 |
| 19. Circuito Ferroresonante..... | 41 |
| 20. Sistema Satelital..... | 42 |
| 21. Modulador..... | 43 |
| 22. Combinador..... | 44 |
| 23. Amplificador de Lanzamiento..... | 45 |

| | |
|--|----|
| 24. Diagrama de Cabecera de Red..... | 50 |
| 25. Pendiente del Amplificador..... | 51 |
| 26. Pendiente del Cable..... | 52 |
| 27. Sistema de Distribución..... | 54 |
| 28. Señal Portadora..... | 59 |
| 29. Señal Moduladora..... | 59 |
| 30. Modulación en Amplitud..... | 59 |
| 31. Modulación en Frecuencia..... | 60 |
| 32. Portadora a Ruido..... | 66 |
| 33. Distorsión..... | 67 |
| 34. Asignación espectral de señales en servicio..... | 68 |
| 35. Señal de Fuga..... | 69 |
| 36. Canal Analógico de 6 Mhz..... | 71 |

TABLAS

| | |
|--|----|
| I. Asignación de frecuencias para cada canal..... | 18 |
| II. Asignación de Ecuilibradores según la pendiente..... | 21 |
| III. Características de los Combinadores..... | 49 |
| IV. Características de los Moduladores..... | 57 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--------------------------|
| π | 3.1416 |
| $\sqrt{\quad}$ | Raíz Cuadrada |
| f | Frecuencia |
| ▲ | Cabecera de Red |
| △ | Amplificador |
| ≍ | Portadoras de frecuencia |

GLOSARIO

| | |
|--------------------------|---|
| AC | Corriente alterna. Corriente eléctrica en la cual la polaridad se invierte periódicamente. |
| Amplificador | Dispositivo utilizado para aumentar el nivel operativo de una señal de entrada |
| Ancho de Banda | Gama de frecuencias utilizables que un sistema de TV por cable puede transportar. |
| Atenuación | Diferencia entre la potencia transmitida y la potencia recibida debido a la pérdida en los medios de transmisión en dBmV. |
| Cabecera de Red | Centro de control del sistema de TV por cable. Donde se procesan las señales y se combinan para transmisión a suscriptores. |
| Cable coaxial | Un tipo de cable que tiene dos conductores que comparten el mismo eje. Consiste en un conductor central, dieléctrico aislante, blindaje conductor y funda protectora. |
| Caída de tensión | Disminución en la tensión eléctrica entre dos cuerpos cargados. |
| C/N Razón a Ruido | La razón de la potencia pico de la portadora a la potencia media cuadrática del ruido en un ancho de banda de 4 Mhz. |

| | |
|---------------------------|--|
| Conductor | Sustancia que controla o dirige el calor, la luz, el sonido o una carga eléctrica. |
| (dBmV) | Unidad de medición que se refiere a un milivoltio sobre una impedancia específica. |
| Derivador | Dispositivo del acoplador direccional que proporciona señales para transporte, mediante cable de bajada a las instalaciones del cliente. |
| Dispositivo Pasivo | Operativamente estático, incapaz de amplificar u oscilar, no requiere energía para su funcionamiento. |
| Distorsión | Cambio indeseable en la forma de onda de una señal dentro de un medio de transmisión. |
| Ecuilibradores | Se utilizan para compensar las pérdidas por transmisión a altas frecuencias. |
| FCC | Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU. |
| Fuga de Señales | Emisión indeseable de señales de un sistema de TV por cable. |
| Hz | Unidad de frecuencia equivalente a un ciclo por segundo. |
| Impedancia | Efecto combinado de reactancia inductiva, resistencia y reactancia capacitiva en una señal a cierta frecuencia. |
| KHz | Mil ciclos por segundo. |

| | |
|----------------------------|---|
| LNB | Intensificador de señales de bajo ruido utilizado para amplificar señales débiles. |
| MHz | Un millón de ciclos por segundo. |
| Modulación | Proceso de cambiar una forma de onda variando la amplitud, frecuencia o fase para transmitir información. |
| Monitoreo de estado | Método para vigilar los parámetros del sistema. |
| NEC | (Código Eléctrico Nacional de EE.UU). Reglamentos y procedimientos de seguridad emitidos por la Asociación Nacional para la Protección. |
| NESC | (Código Eléctrico Nacional de Seguridad de EE:UU). Reglamentos y procedimientos de seguridad para proteger personas durante la instalación. |
| NF | Figura de ruido, es la cantidad de ruido en dB introducido por el dispositivo de amplificación al ruido ya presente |
| NTSC | (Comisión Nacional de Normas Técnicas, EE:UU). Señal estándar de la industria de vídeo y televisión. 525 líneas entrelazadas exploradas a una velocidad dada. |
| Onda Sinusoidal | Forma de onda con una desviación que puede expresarse como el seno y el coseno de una función lineal de tiempo o espacio. |

| | |
|---------------------------|--|
| Ondas Alternas | Ondas alternas que comienzan en una amplitud cero, aumentando hasta amplitud máxima, disminuyendo hasta una amplitud cero, disminuyendo aún más hasta un valor mínimo de amplitud. |
| Portadora | Onda electromagnética en la que se cambia alguna característica con el fin de transmitir. |
| Rendimiento de Red | La medición de los niveles de ruido, triple batido compuesto y modulación cruzada en el extremo de la red. |
| RMS | Media cuadrática |
| Ruido | Ráfaga aleatoria de energía o interferencia eléctrica. |
| Voltímetro Eficaz | Dispositivo de prueba capaz de medir la tensión eficaz. |
| Zumbido | Tono o tonos bajos indeseables que consisten en varias frecuencias armónicamente relacionadas. |

RESUMEN

El mercado del Cable de televisión en Guatemala es muy prolífero, ya que según datos estadísticos, en la Ciudad más del 65% de los guatemaltecos gozan de este servicio, tomando como requisito indispensable el conseguir un sistema donde las estaciones sean lo más factibles posibles, todo esto para que puedan ser accesibles a un gran número de usuarios.

Nuestro principal objetivo es el juntar toda la información necesaria, para realizar un manual que den los lineamientos necesarios, para el desarrollo y ejecución de un proyecto de esta categoría, basándose en los reglamentos básicos y normas de la Comisión Nacional de Normas Técnicas, EE.UU. (NTSC), para poseer un soporte operacional junto con un programa de rendimiento técnico.

Conocer los patrones orbitales satelitales, que nos dicen que ya una vez lanzado un satélite permanece en órbita debido a que la fuerza centrífuga, la cual es causada por su rotación alrededor de la Tierra, es contrabalanceada por la atracción gravitacional de la Tierra. Que entre más cerca gire de la Tierra el satélite, más grande es la atracción gravitacional que existe y por ende mayor será la velocidad requerida para llegar a mantenerlo alejado del planeta donde vivimos.

Por medio de los tipos de satélites dependerá de la distancia que se encuentre de la Tierra. Esto es debido que los satélites de baja altitud tienen orbitas cercana de 160 a 480 Kilómetros de altitud, viajando a una velocidad de 28,160 kilómetros/hora. Y los satélites Geoestacionarios que los encontramos a 35,848 Kilómetros de la tierra girando al mismo tiempo que ella.

La elaboración del documento es muy importante para conocer, teóricamente, lo que debe ser un rendimiento de calidad del centro encargado de agrupar y tratar los diversos contenidos que se transmiten en la red, que incluya todos los requisitos para instalaciones y ajustes de los diferentes efectos físicos como, la distorsión, relación de pérdida, portadoras a ruido, modulación cruzada, ruido térmico, etc.

Por medio de este estudio se obtiene que sobre la base de las técnicas y conocimientos para prestar un servicio óptimo y que garantice cubrir múltiples necesidades a los usuarios del sistema con excelencia.

OBJETIVOS

- **General**

Realizar un Manual de diseño y construcción de una Cabecera de Red con equipo fundamental para la operación del mismo.

- **Específicos**

1. Tener la información necesaria para la transmisión de un Satélite que actúa como una estación de relevación. Donde se encuentra un transpondedor que a su vez recibe las señales de un transmisor, para luego amplificarlas y retransmitirlas hacia la tierra.
2. Manejar las señales recolectadas y combinarlas para ser introducidas en el sistema de distribución, por medio de combinadores, en los que manejaremos las diferentes frecuencias en un solo transmisor coaxial.
3. Hacer notar que la estación terrena transmisora envía a un solo satélite, pero sin embargo, el satélite envía a cualquiera de las estaciones terrenas receptoras en su área de cobertura.
4. Conocer el manejo de las diferentes bandas de difusión de señales, utilizadas para enlaces profesionales entre los organismos de televisión, donde nos permitan transportar señales de vídeo y audio de alta calidad.

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de un manual de diseño para una Cabecera de Red, se requieren los diferentes fundamentos y técnicas, para la investigación del procesamiento de señales en forma local, para luego ser enviada hacia la Red de distribución y finalmente hacia los abonados. Definiendo la arquitectura que se utilizara para manejar en forma más global cada uno de los elementos que en ella se encuentran. Con la identificación del equipo fundamental requerido para su perfecto funcionamiento.

Teniendo todos los lineamientos a seguir, según normas y estándares utilizados por la NESC. Donde se den todos los procedimientos de seguridad emitidos por el Instituto Americano de Normalización (ANSI), para proteger a todas aquellas personas involucradas en las conexiones de los sistemas de comunicaciones.

Sabiendo que el manejo de las señales recolectadas se combina, para luego ser introducidas en el sistema de distribución por medio de combinadotes, donde podemos manejar las diferentes frecuencias en un solo transmisor coaxial.

Conocer el manejo de las diferentes bandas de difusión de señales, utilizadas para enlaces profesionales entre todos los organismos de televisión, donde nos permitan transportar señales de audio y video de alta calidad. Dando a conocer las diferentes ventajas de los satélites geoestacionarios, ya que estos permanecen fijos con respecto a un punto específico de la Tierra, por lo tanto, para comunicarse con ellos las antenas de las estaciones terrestres están totalmente estáticas, ya que no se necesita que sigan la trayectoria del satélite.

Se tomaran en cuenta todos los servicios futuros como Internet vía cable, sonido digital, aparatos de juegos de video, etc. Donde se requieran la utilización de rutas de retorno para procesar las señales en la cabecera de red y así podamos cubrir las necesidades que el usuario quiera, sin recurrir a otras entidades de servicios de telecomunicaciones.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1 Antecedentes de la empresa

La empresa SERVICOMSA se fundó en el Residencial “Los Olivos” en el año de 1995, como una empresa de distribución de cable de Televisión, únicamente dentro del residencial. Cuando se empezó la construcción del mismo, en ese tiempo se contaban con 325 casas ya ejecutadas, lo que constituyen el Sector uno, para lo cual se tenía que hacer una inversión bastante fuerte, ya que los diseños son en su totalidad a nivel subterráneo, tanto su línea Troncal en cable RG-500, como en sus Ramificaciones y entradas domiciliarias, para mantener un grado estético dentro del mismo. Ahora doce años después el Residencial “Los Olivos”, es el más grande de todo Latinoamérica con más de 2,450 casas construidas, y galardonado como el segundo mejor, también a nivel Latinoamericano, esto a la vez nos ha llevado a ser el Residencial con una Red de Distribución de Cable a nivel subterráneo con más de 31.5 Kilómetros de líneas RG-500 instaladas. Dando con esto un impresionante crecimiento en nuestros servicios.

1.1.1 Reseña Histórica

Durante el transcurso de los años de 1995 hasta nuestra fecha se han dado muchas innovaciones tecnológicas a nivel de Telecomunicaciones, lo que ha hecho que estemos al día con ellas, para prestar un servicio de calidad a todos nuestros abonados, ya que contamos con el % 78.6 de ellos, lo cual es uno de los porcentajes más altos a nivel Nacional. Una de nuestras principales preocupaciones es el tener un mantenimiento donde involucre los lineamientos, normas y estándares adecuados para todos los elementos del sistema. El mercado del Cable en Guatemala lo constituyen en si cuatro empresas grandes, que a la vez proporcionan el servicio a otras empresas redistribuidoras que venden dicho servicio. Nuestro mercado a pesar que se encuentra delimitado en el área del residencial, es bastante prolifero en las utilidades de la Empresa.

Los principales logros de nuestra empresa han sido el permanente crecimiento y la constante modernización de nuestros sistemas, con un buen manejo y dirección se puede tener el máximo rendimiento.

Nuestras tarifas en el cobro del cable son bajas en comparación con otras empresas que prestan este servicio en lugares residenciales, esto se hace con el fin de mantener a un mayor número de abonados a nuestro sistema, y que a la vez se sientan satisfechos de pagarlo. Actualmente no poseemos una planta propia completamente, lo que nos obliga a comprar el servicio a Convergence Communications, y depender de ellos para la recepción de los canales de televisión.

Actualmente, la empresa SERVICOMSA cuenta con la infraestructura necesaria para el Montaje de una Planta o Cabecera de Red propia, lo que nos beneficiaría en gran medida, ya que con esto nosotros podemos manejar todo el Sistema en sí, desde lo que comprende el enlace Satelital hasta la entrega del servicio al cliente. Con esto se pretende que no tengamos que depender de un sistema externo al cual no podamos manejar a nivel técnico, lo que muchas veces es muy delicado, ya que cualquier falla técnica en el sistema de la Empresa que nos provee el servicio esta totalmente fuera de nuestra jurisdicción, por lo tanto es imposible solucionar este tipo de problemas.

1.1.2 Misión de la Empresa

Tener un alto grado de eficiencia, con acciones conducentes en la solución de problemas para contribuir a mejorar la calidad de vida de nuestros clientes, llenando todas las necesidades en lo que a un servicio de Telecomunicaciones se refiere, con la utilización de tecnologías innovadoras como instrumentos básicos, donde se permita incluir procesos y estrategias para aumentar nuestro desarrollo de habilidades y conocimientos, con la identificación de formas creativas.

1.1.3 Visión de la Empresa

Ser líder en el mercado de las Telecomunicaciones en Guatemala, con un servicio que incluya promover la cultura como una actitud creadora, autónoma e independiente, donde el principal recurso es la fuerza de trabajo.

1.1.4 Servicio

Cuestionar y sustituir la cultura del “no se puede” como una cultura de trabajo, Generando una actitud positiva hacia la participación donde se pueda disponer de recursos humanos con mayor preparación y calificación, para hacer frente a los constantes avances de la tecnología, constituyendo esto un gran desafío para nuestro país, donde cada día la practica frecuente y apropiada la que determine el éxito en nuestro aprendizaje mediante técnicas participativas para dar cada día un mejor servicio.

1.2 Equipos ya instalados anteriormente

1.2.1 Parámetros de calidad de Amplificadores

Dentro de los amplificadores existen diferencias muy importantes las cuales se tienen que tener en cuenta a la hora de adquirirlos, se debe saber el ancho de banda a la que se trabajara, la ganancia que se necesitara, la pendiente, la ecualización, la atenuación y si es necesario módulos de retorno. En el mercado existen varias marcas conocidas las cuales tienen sus ventajas y desventajas, anteriormente tuvimos amplificadores de marca Sylvania con un ancho de banda de 450 Mega-hertz, lo cual limitaba en gran medida nuestra programación no pasando más allá de los 62 canales con nitidez.

Esto nos hizo cambiar de marca de amplificadores a Cientific Atlanta de 750 Mega-hertz, manejando con estos más de 82 canales visibles en nuestra red, y pudiendo a la vez prestar el servicio de Internet vía cable coaxial, ya que estos amplificadores poseen módulos de retorno para su transmisión sin ningún tipo de inconveniente.

1.2.2 Parámetros de calidad de Cable RG-500

El cable coaxial es un tipo de cable con dos conductores que comparten el mismo eje. Consiste en un conductor central, dieléctrico aislante, blindaje conductor y cubierta protectora opcional. Las señales de un sistema de cable de televisión se transportan por medio de cable coaxial. El conductor central transporta las señales de televisión y el conductor externo es la tierra y evita el escape o penetración de radiación. El dieléctrico funciona como un aislante entre el conductor central y el conductor externo.

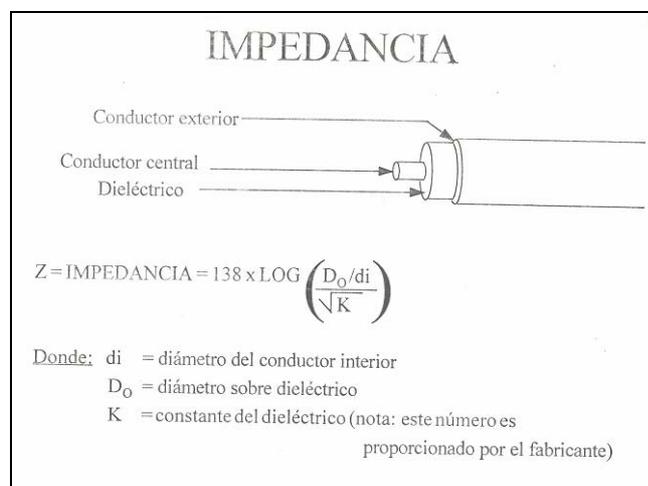
El conductor que se encuentra en el centro es de aluminio con un clad de cobre. Esto se debe a que si todo el conductor central fuera de cobre aumentase su costo. Aunque el aluminio no es tan buen conductor como el cobre presenta algunas ventajas el tener el revestimiento de cobre ya que esto compensa el efecto piel.

La impedancia característica del cable coaxial es una función de la razón de los diámetros de los conductores interior y exterior. El factor K es la constante dieléctrica de cualquier material dieléctrico. El factor K para el dieléctrico de espuma es de 1,285 y 1,0 para el dieléctrico de aire.

Los cables coaxiales tienen una impedancia de 75 ohmios para obtener el máximo voltaje de transmisión, un ancho de banda de 5 Mega-hertz a 1000 Mega-hertz, con una atenuación que aumenta con la frecuencia y la longitud del cable a utilizarse. Para reducir la atenuación aun más se requieren cables coaxiales más grandes con impedancia característica de 75 ohmios.

Esto aumenta efectivamente el área superficial y reduce las pérdidas de transmisión por “efecto superficial”. Por supuesto que cables más grandes significan un aumento en los costos.

Figura 1. Impedancia Característica del Cable Coaxial.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

1.2.3 Parámetros de calidad de Equipos Pasivos

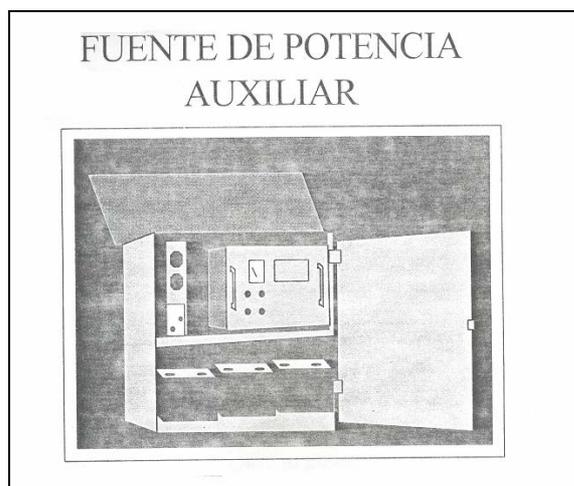
Entre los equipos pasivos que se instalan en el sistema se encuentran los Combinadores pasivos, estos los utilizamos para adicionar los canales dentro de un mismo medio de transporte, estos no contienen etapa de amplificación ya que no están conectados a una fuente de energía. También se encuentran los Tap's, que son dispositivos acopladores direccionales que proporcionan señales para transporte mediante cable de bajada a las instalaciones del cliente, estos pueden configurarse con dos, cuatro y ocho puertos.

Los divisores son dispositivos que dividen la energía de RF, de la entrada en dos partes iguales, teniendo siempre una pérdida por inserción como cualquier elemento pasivo, siendo la de este último de 3.5 decibeles. Cada uno de estos elementos se consiguen en el mercado en diferentes marcas y precios en los cuales se debe de saber cual marca escoger para un mejor resultado para cubrir nuestras necesidades.

1.2.4 Parámetros de calidad de Fuentes de Poder

La potencia de la red del sistema se suministra en el cable coaxial mediante una unidad auxiliar de 60 voltios 60 hertz, conectada a la acometida de la compañía local de electricidad, Esta Utiliza un transformador ferresonante, para que la tensión varié únicamente el % 1.0 del valor nominal de salida. En esta es muy fácil el poder apreciar los elementos que la conforman, y poder hacer un análisis de los elementos para su adquisición en las diferentes marcas, aunque la marca que ha predominado durante mucho tiempo es la ALPHA, que además dan una buena garantía de operación.

Figura 2. Fuente de Alimentación para La Cabecera de Red.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

2. FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS

2.1 Sistemas de Recolección de Señales

La recolección de señales se realiza vía satelital, el cual actúa como una estación de relevación (relay station) o repetidor. Un transpondedor recibe la señal de un transmisor, luego la amplifica y la retransmite hacia la tierra a una frecuencia diferente. Debe notarse que la estación terrena transmisora envía a un solo satélite. El satélite, sin embargo, envía a cualquiera de las estaciones terrenas receptoras en su área de cobertura o huella.

2.1.1 Descripción

La transmisión por satélite ofrece muchas ventajas para una compañía. Ya que los precios de renta de espacio satelital es más estable que los que ofrecen las compañías telefónicas. Ya que la transmisión por satélite no es sensitiva a la distancia. Y además existe un gran ancho de banda disponible.

El inmueble que se utiliza para recolectar señales de vídeo, datos, RF y digitales se denomina cabecera de red. Entre las señales recolectadas se encuentran las analógicas y digitales entregadas por satélite, cintas de video pregrabadas, AM y FM de microondas, video de banda base. Las señales recolectadas se multiplexan y/o combinan para ser introducidas en el sistema de distribución mediante amplificadores de distribución de RF o amplificación de luz mediante la emisión estimulada de radiación (láser). La cabecera de red también tiene que procesar todas las señales de retorno del sistema de distribución.

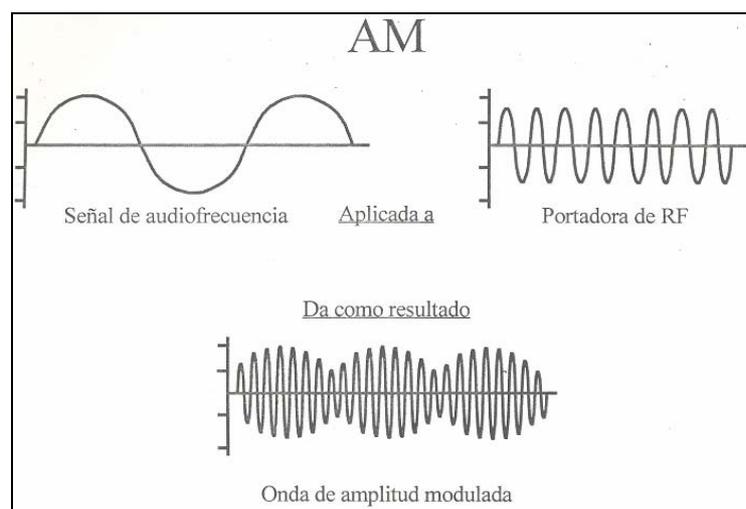
2.1.2 Métodos y técnicas

Todos nosotros sabemos que nuestro planeta se encuentra rodeado por un círculo de satélites que generan un gran manto electromagnético que no se puede observar. Este manto electromagnético es donde se dan los intercambios de información más relevantes de nuestro planeta.

Las ondas de radio, que forman parte del espectro electromagnético, son ondas alternantes que comienzan en una amplitud cero, aumentando hasta una amplitud máxima, disminuyendo aún más hasta un valor mínimo de amplitud y finalmente aumentando nuevamente hasta una amplitud cero. Este “ciclo” completo de valores eléctricos, cuando la unidad de segundo es la referencia, determina la frecuencia de la onda de radio. El término “ciclos por segundo” se expresa comúnmente como Hertz.

La modulación de amplitud se logra superponiendo una señal con amplitud variable en una portadora de radiofrecuencia. La señal de radiodifusión resultante es de frecuencia constante y de amplitud variable, de conformidad con señal moduladora.

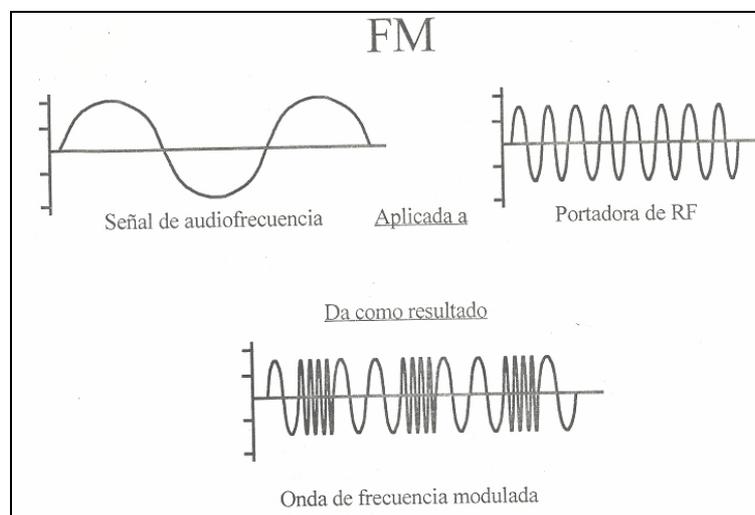
Figura 3. Modulación en Amplitud



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha

También tenemos la modulación de frecuencia, que se logra convirtiendo el voltaje de audiofrecuencia en variaciones de frecuencia de la portadora de radiofrecuencia. La señal de radiodifusión resultante tiene una amplitud constante y una frecuencia variable.

Figura 4. Modulación de Frecuencia



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

Para difundir las señales de vídeo y de audiofrecuencia en el aire, éstas se superponen en portadoras de RF. El vídeo es de amplitud modulada y la audiofrecuencia es de frecuencia modulada.

2.1.3 Aplicaciones

Podemos mencionar que la comunicación satelital para la recolección de señales posee una transferencia de información a altas velocidades (Kbps, Mbps). Es ideal para comunicaciones en puntos muy distantes y que no son fácilmente accesibles por las dificultades geográficas que esta pueda presentar, es idónea para los servicios con accesos múltiples a un gran número de puntos, ya que permite establecer la comunicación entre dos usuarios distantes con la posibilidad de evitar las redes públicas telefónicas.

2.2 Efectos de recolección en las Redes.

2.2.1 Efectos de Red

La Red se encuentra alimentada por una fuente de poder de 60 voltios, que es la que proporciona potencia a varios amplificadores, a partir de esta se sufre una caída de tensión sobre la resistencia del cable coaxial según la ley de Ohm. Existen varios métodos para calcular la caída de tensión y el método apropiado depende del resultado final deseado. En el diseño de la red, se tiene que saber exactamente donde se encuentran ubicadas las fuentes de poder para conocer el valor de tensión correcto en cierto punto del sistema, donde se calculará la caída comenzando desde la fuente de potencia hasta el punto de interés.

Antes de comenzar cualquier tipo de cálculos en la red es preciso obtener la información de referencia, la cual incluye, el tipo de cable y la resistencia del bucle, la temperatura de operación máxima, la corriente alterna para cada tipo de amplificador de distribución y finalmente la tensión mínima de corriente alterna para cada uno de los amplificadores instalados al sistema de la red.

2.2.2 Dispositivos de Red

Estos son todos aquellos dispositivos que conforma la red en su totalidad para su correcto funcionamiento, entre ellos se encuentran, los espliter, derivadores, acopladores direccionales, amplificadores, fuentes de poder.

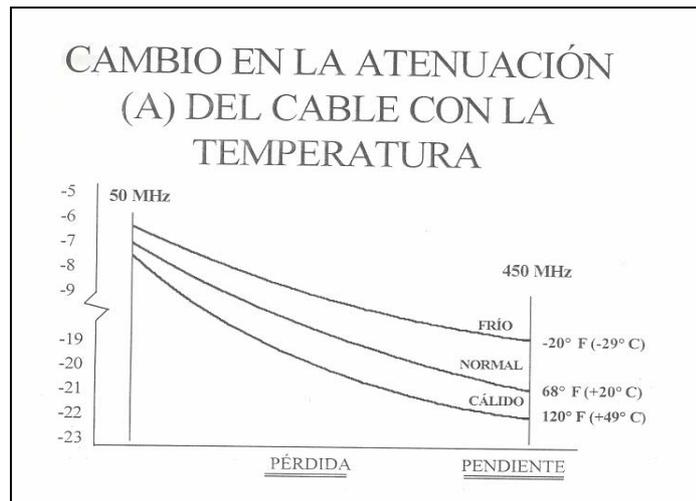
2.2.3 Condiciones de trabajo

Uno de los factores que más afectan a la red es la humedad, esta provoca corrosión que puede generar pérdidas en la señal hasta valores más halla de los 22 decibeles. Una de las medidas de protección contra la humedad es no realizar muchos cortes en el cable coaxial, ya que cada una de las conexiones que se realizan son una posible fuente de humedad.

2.2.4 Parámetros de temperatura

Entre las condiciones de trabajo del sistema se encuentra la del coeficiente térmico de resistividad, ya que entre mayor temperatura, mayor resistencia. Dado el caso que en los semiconductores posean un coeficiente térmico de resistividad negativo. Las extensiones largas del cable sufren variaciones fuertes en el valor total de resistencia debido a este fenómeno. Da como resultado mayores pérdidas de señal durante el día que durante la noche, o lo que equivale, mayores perdidas a temperaturas altas que a bajas. Lo que se tiene durante el día son imágenes débiles y durante la noche imágenes distorsionadas o saturadas si no se controla por medio de una buena pendiente de eualización y atenuación en los amplificadores.

Figura 5. Cambio de Atenuación con respecto a la Temperatura.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

2.2.5 Análisis de fallas

Uno de los principales factores de deterioro de la portadora de señal es la interferencia que se provoca por ingreso de frecuencias extrañas a través de las malas conexiones o daños físicos al cable, esto incluye cortes, donde se dan todas las fugas de señal, estas deben de ser reparadas dentro de un plazo razonable. Se sabe que el 90% de las fugas de señales está relacionado con el cable de bajada del cliente o con el conector del mismo.

2.3 Equipos de amplificación de lanzamiento

2.3.1 Descripción

Este es un amplificador que se utiliza para la amplificación de salida de la Cabecera de Red, es muy importante el valorar su uso ya que si excedemos la potencia podríamos estar saturando la red. Los amplificadores de lanzamiento nos dan el impulso final para que la señal pueda llegar a todos los usuarios.

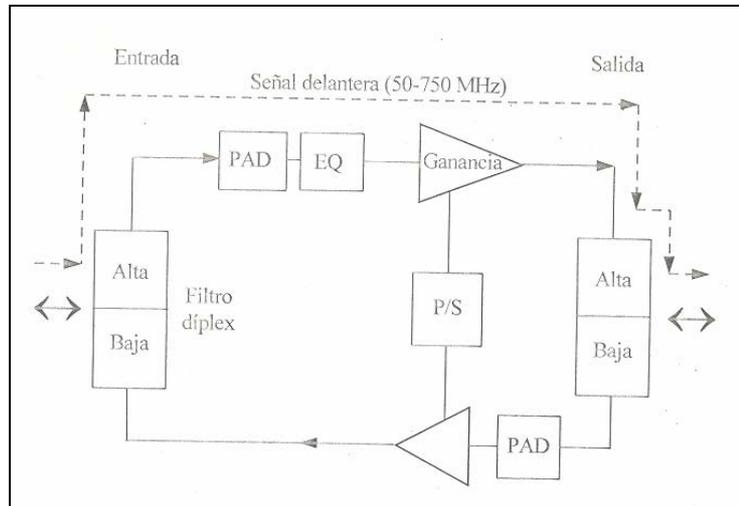
2.3.2 Aplicación técnica

Estos amplificadores cuentan con un ajuste de ganancia variable y un ajuste de pendiente que sirve para compensar las pérdidas por atenuación debido a las altas frecuencias.

Se sabe que los amplificadores son utilizados para mantener la ganancia unitaria en el sistema de distribución. Esta compensación de las pérdidas en la transmisión puede ocurrir cuando los niveles de señal llegan a valores inferiores al valor nominal predeterminado para mantener el funcionamiento del sistema.

Dentro del diagrama del amplificador se tiene los filtros dúplex que dividen el flujo de la señal de un amplificador básico en dos rutas. Las señales bajas (generalmente entre 5 y 40 Mhz) se encaminan desde la salida del amplificador, se procesan, se amplifican y se vuelven a combinar mediante este filtro hasta la red coaxial. Las señales altas de radiofrecuencia (50 a 750 Mhz) circulan en la dirección opuesta.

Figura 6. Ruta de la Señal Delantera.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

3. INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE ANCHO DE BANDA

3.1 Ancho de Banda promedio

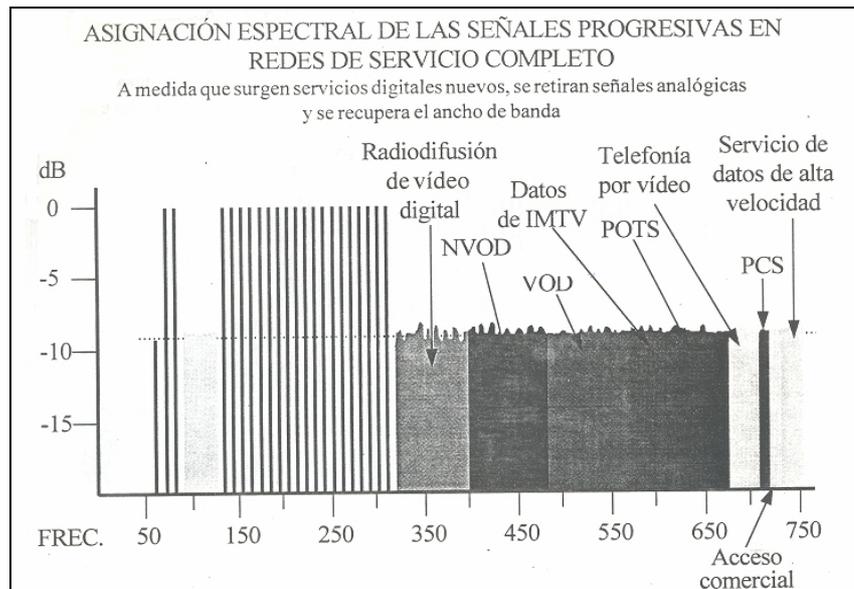
Para esto se requiere poder identificar las asignaciones espectrales para los servicios digitales y analógicos, así como comprender los servicios actuales y futuros que serán transmitidos y el ancho de banda que requieren.

3.1.1 Asignaciones espectrales para servicios

Para poder determinar el ancho de banda de la red se requieren:

1. Analizar los servicios actuales disponibles y el ancho de banda que requieren.
2. Analizar los servicios que se ofrecerán en el futuro y el ancho de banda que estos requerirán.
3. Identificar todos los servicios analógicos digitales.
4. Considerar los requisitos de retorno para diferentes aplicaciones.
5. Considerar los requisitos de administración de redes.

Figura 7. Asignación de las Señales en Redes de Servicio.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

3.1.2 Servicios actuales y futuros

Entre los servicios actuales tenemos la programación televisiva que va de un ancho de banda de 50 hasta 750 Mhz, entre las que se incluyen señales de retorno, señales analógicas y señales digitales. Entre otros tenemos Internet vía cable, estereofonía, telefonía.

Una de las ventajas de la digitalización de servicios es que es más inmune frente al ruido del sistema, estas a la vez se pueden comprimir, utilizando así menos ancho de banda y a la vez pudiéndose codificar para impedir el uso sin autorización.

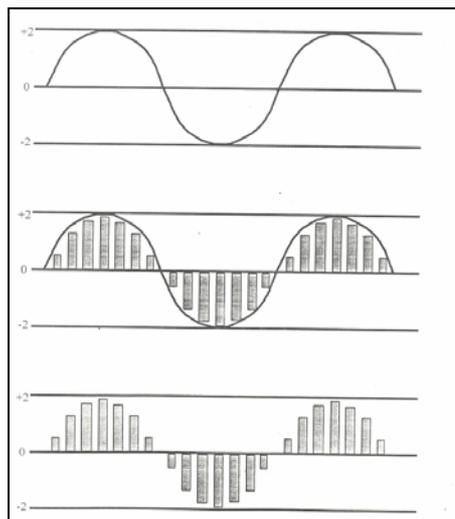
3.1.3 Requisitos

Entre los requisitos de ancho de banda son:

1. Programación de video en formato NTSC (canal de 6 Mhz)
2. Radio FM (banda de 88-108 Mhz).
3. Entrega por aire (difusión local)
4. Entrega por satélite en los diferentes programadores
5. Canales PEG, que son los públicos, educativos, gubernamentales.

A las muestras de señal analógicas se les asignaran valores digitales discretos, donde a una cadena de 8 bits puede representar 256 valores discretos, la digitalización la logramos tomando una muestra de la amplitud de la señal analógica y asignándoles un valor digital. Mientras mayor sea el ancho de banda de la señal analógica, más muestras se requieren.

Figura 8. Digitalización de Señales Análogas.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

3.2 Régimen y condiciones de operación

3.2.1 Frecuencias a utilizar

En la siguiente tabla mostraremos las frecuencias utilizadas en la televisión por cable:

Tabla I. Tablas de Frecuencias en Vídeo y Audio.

| 3.1 Standard CATV Channel List of U.S.A. | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------|---------------------------|---------------------------|
| Channel | Video carrier freq. (MHz) | Audio carrier freq. (MHz) | Channel | Video carrier freq. (MHz) | Audio carrier freq. (MHz) |
| 2 | 55.25 | 59.75 | 31 | 265.25 | 269.75 |
| 3 | 61.25 | 65.75 | 32 | 271.25 | 275.75 |
| 4 | 67.25 | 71.75 | 33 | 277.25 | 281.75 |
| 1 | 73.25 | 77.75 | 34 | 283.25 | 287.75 |
| 5 | 77.25 | 81.75 | 35 | 289.25 | 293.75 |
| 6 | 83.25 | 87.75 | 36 | 295.25 | 299.75 |
| 95 | 91.25 | 95.75 | 37 | 301.25 | 305.75 |
| 96 | 97.25 | 101.75 | 38 | 307.25 | 311.75 |
| 97 | 103.25 | 107.75 | 39 | 313.25 | 317.75 |
| 98 | 109.25 | 113.75 | 40 | 319.25 | 323.75 |
| 99 | 115.25 | 119.75 | 41 | 325.25 | 329.75 |
| 14 | 121.25 | 125.75 | 42 | 331.25 | 335.75 |
| 15 | 127.25 | 131.75 | 43 | 337.25 | 341.75 |
| 16 | 133.25 | 137.75 | 44 | 343.25 | 347.75 |
| 17 | 139.25 | 143.75 | 45 | 349.25 | 353.75 |
| 18 | 145.25 | 149.75 | 46 | 355.25 | 359.75 |
| 19 | 151.25 | 155.75 | 47 | 361.25 | 365.75 |
| 20 | 157.25 | 161.75 | 47 | 361.25 | 365.75 |
| 21 | 163.25 | 167.75 | 48 | 367.25 | 371.75 |
| 22 | 169.25 | 173.75 | 49 | 373.25 | 377.75 |
| 7 | 175.25 | 179.75 | 50 | 379.25 | 383.75 |
| 8 | 181.25 | 185.75 | 51 | 385.25 | 389.75 |
| 9 | 187.25 | 191.75 | 52 | 391.25 | 395.75 |
| 10 | 193.25 | 197.75 | 53 | 397.25 | 401.75 |
| 11 | 199.25 | 203.75 | 54 | 403.25 | 407.75 |
| 12 | 205.25 | 209.75 | 55 | 409.25 | 413.75 |
| 13 | 211.25 | 215.75 | 56 | 415.25 | 419.75 |
| 23 | 217.25 | 221.75 | 57 | 421.25 | 425.75 |
| 24 | 223.25 | 227.75 | 58 | 427.25 | 431.75 |
| 25 | 229.25 | 233.75 | 59 | 433.25 | 437.75 |
| 26 | 235.25 | 239.75 | 60 | 439.25 | 443.75 |
| 27 | 241.25 | 245.75 | 61 | 445.25 | 449.75 |
| 28 | 247.25 | 251.75 | 62 | 451.25 | 455.75 |
| 29 | 253.25 | 257.75 | 63 | 457.25 | 461.75 |
| 30 | 259.25 | 263.75 | 64 | 463.25 | 467.75 |

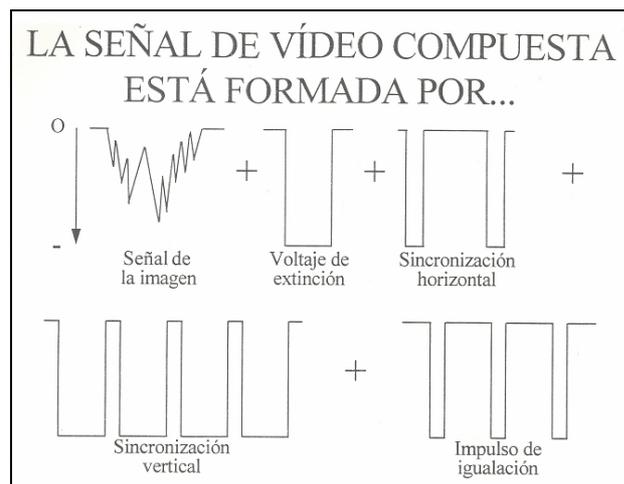
Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

3.2.2 Recolección de Señales

La reproducción de una escena de televisión en un TRC requiere sincronización de los haces electrónicos entre la cámara y el receptor de TV. Para lograr una reconstrucción inteligente de la imagen, se añaden señales de sincronización al intervalo de borrado.

La señal de Vídeo esta formado por:

Figura 9. Señal de Vídeo Compuesta.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

Con la incorporación de impulsos sincronizadores horizontales y verticales en el intervalo de extinción, los receptores de televisión pueden reconstruir la información de vídeo transmitida.

El intervalo de extinción será entonces el tiempo durante el cual el cañón electrónico está apagado durante la exploración de una línea a la otra. Sin embargo, la cámara primero explora las líneas con números impares y después explora las líneas con números pares. A esto se le llama exploración entrelazada.

3.2.3 Ecuación de pendientes

Para elegir el ecualizador correcto, se debe de encontrar la pendiente del cable que coincide con la gama especificada en la tabla de ecualizadores. Recordemos que al recorrer la señal grandes distancias de cable se llega a la necesidad de ecualizar, ya que entre mayor sea la frecuencia del canal, mayor será la pérdida o atenuación.

$$\text{Pendiente} = AO_T + (L_I - H_I) - AI_T$$

Donde

AO_T = Pendiente de salida del amplificador

AI_T = Pendiente interetapas del amplificador

L_I = Nivel de entrada del canal bajo

H_I = Nivel de entrada del canal alto

Tabla II. Número de Ecuallizadores.

TABLA DE ECUALIZADORES AMPLIFICADOR X

| Alcance de pendiente | Valor del EQ | Modelo (Amp X) |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| 0.00 - 0.70 | 0 | EQ - 750 - 0 |
| 0.71 - 2.19 | 2 | EQ - 750 - 2 |
| 2.2 - 3.69 | 4 | EQ - 750 - 4 |
| 3.70 - 5.18 | 6 | EQ - 750 - 6 |
| 5.19 - 6.68 | 8 | EQ - 750 - 8 |
| 6.69 - 8.17 | 10 | EQ - 750 - 10 |
| 8.18 - 9.66 | 12 | EQ - 750 - 12 |
| 9.67 - 11.16 | 14 | EQ - 750 - 14 |
| 11.17 - 12.65 | 16 | EQ - 750 - 16 |
| 12.66 - 14.15 | 18 | EQ - 750 - 18 |
| 14.16 - 15.64 | 20 | EQ - 750 - 20 |
| 15.65 - 17.13 | 22 | EQ - 750 - 22 |

Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

3.2.4 Unidades de medición

El decibel, es la unidad de medición que expresa la razón de dos niveles de potencia en una escala logarítmica equivalente a un décimo de un BEL. Los decibels se pueden expresar en valores positivos o negativos.

$$\text{Razón de potencias} = \text{dB} = 10 \times \text{Log}_{10} (P_2 / P_1)$$

P_1 = Nivel de la potencia de entrada. P_2 = Nivel de la potencia de salida

También tiene los decibels x milivoltios (dBmV), que es la unidad de medición que se refiere a un milivoltio sobre una impedancia específica.

$$0\text{dBmV} = 1 \text{ milivoltio sobre } 75 \text{ ohmios.}$$

3.2.5 Portadoras a Ruido

Mide la relación del nivel pico de la portadora de video con el nivel de ruido mínimo ente canales. Es quizás una de las medidas más importantes de todo el sistema y debe realizarse desde la cabecera hasta la toma del abonado, ya que determinará cuál es la pérdida de calidad que tiene todo el sistema. Se expresa C/N (dB).

Ya que la portadora de ruido se da por C/N, es la razón de potencia pico de la portadora a la potencia media cuadrática del ruido en un ancho de banda de 4 Mhz.

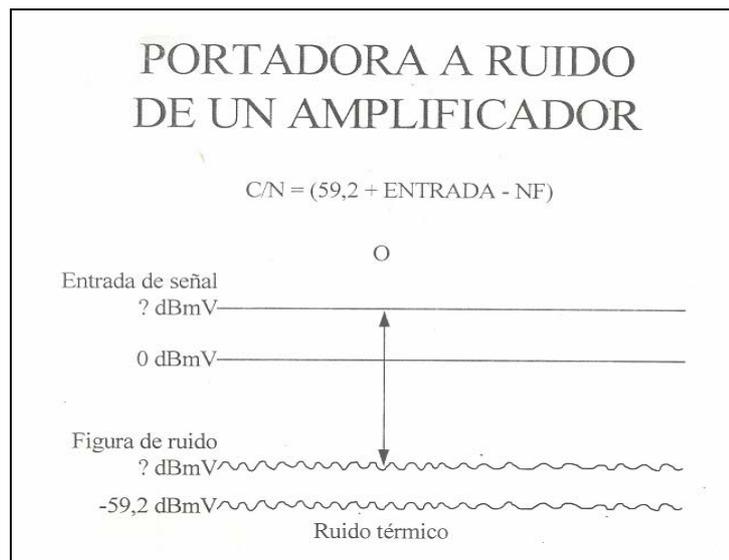
$$C/N = (59,2 + ENTRADA - NF).$$

Donde

NF = Figura de ruido.

C/N = Portadora a ruido.

Figura 10. Nivel de Portadora a Ruido.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

4. NORMAS Y ESTANDARES SEGÚN LA NESC

4.1 Reglamentos y procedimientos de seguridad

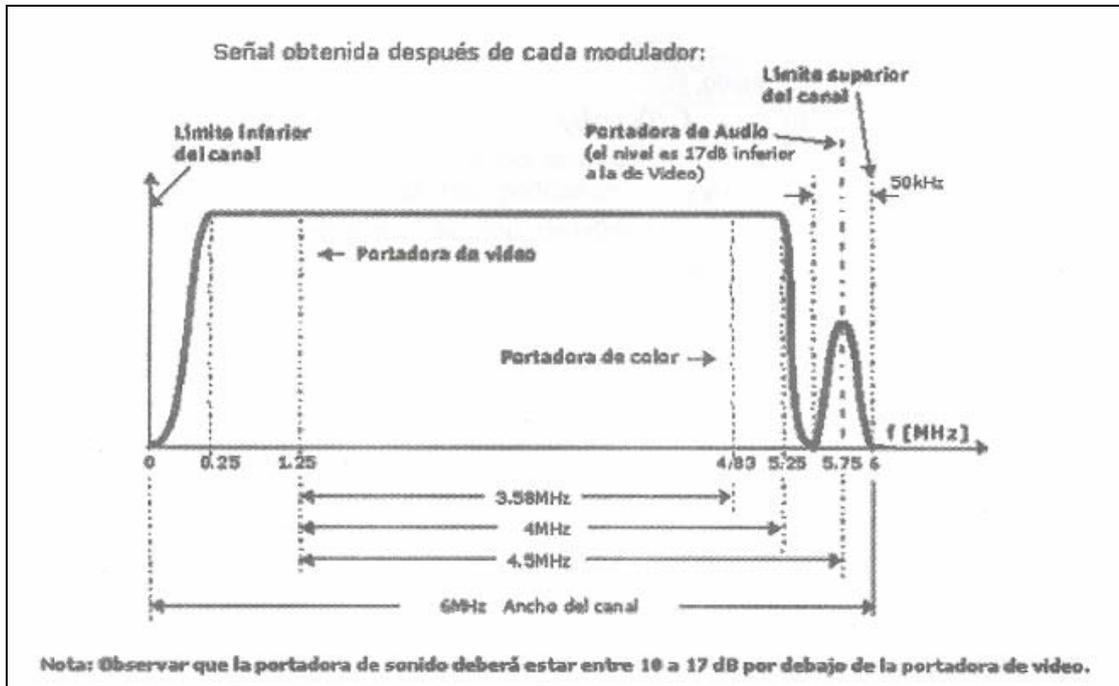
4.1.1 Estándares en la transmisión de audiofrecuencia

Para los prestadores de servicios de telecomunicaciones en régimen de competencia que utilicen como medio de transmisión enlaces satelitales, deben de llenar el formulario de anexo I –1-Banda Ku, datos de la estación terrena y el adjunto: Características y condiciones de funcionamiento de la estación terrena en banda Ku.

Las estaciones terrenas VSAT subordinadas a una estación maestra y las estaciones terrenos tipo SCPC, en número superen a 10, deberán cumplir los datos necesarios en soporte magnético conforme con la estructura de datos que la C.N.T. entregará a cada usuario.

El estándar de televisión de (525 líneas de barrido) usado para la generación, transmisión y recepción de señales de TV. El estándar nos dice que la información entera de canal tiene un ancho de banda de 6 Mhz una portadora de color a 4.8 Mhz y una portadora de audio a 5.75 Mhz.

Figura 11. Estándar de Televisión para un canal.



Fuente: Redes de Comunicación de Banda Ancha.

4.1.2 Reglamentos y procedimientos de seguridad de NEC

El Código Eléctrico Nacional de EE.UU. (NEC) describe las pautas mínimas de seguridad establecidas por la Asociación Nacional para la Protección contra Incendios de EE.UU (NFPA). Dicho artículo describe los requisitos asociados con los sistemas de distribución de radio y televisión de antena colectiva. Los cables coaxiales instalados dentro de los edificios se someten a prueba y se rotulan de acuerdo con las pautas de NEC. En este artículo se describen cuatro clasificaciones de cable coaxial y su aplicación correspondiente. Antes de seleccionar, instalar y operar cables, tiene que consultarse con las agencias locales y estatales que regulan los códigos de edificios y con las organizaciones dedicadas a la inspección eléctrica y de protección contra incendios.

4.1.3 Conceptos y descripciones

En los Artículos 820-51(a) y 820-53(a), de Nec. Donde el cable de pleno para sistemas de televisión de antena colectiva tipo CATVP tiene que se apropiado para uso en conductores porta cable, en plenos y en otras áreas utilizadas para aire ambiental y también tienen que ser cables con características adecuadas de resistencia contra incendios y baja producción de humos. Así como los cables instalados en conductos, en plenos y en otras áreas utilizadas para aire ambiental tiene que ser tipo CATVP.

4.2 Niveles sobre señal de fuga

4.2.1 Descripción

La FCC (Comisión Federal de Comunicaciones). Requiere un informe anual de monitoreo de las fugas de señales. Además la FCC requiere que se lleve un registro diario de las fugas de señales. Todas las fugas detectadas tienen que ser reportadas y reparadas dentro de un plazo razonable (de 2 semanas a 30 días). Las fugas de señales que exceden un valor máximo tienen que ser reparadas de inmediato.

4.2.2 Características técnica

El 90% de todas las fugas de señales están relacionadas con el cable de bajada del cliente o con el conector mismo. Dado esto la FCC requiere un “comprobante de rendimiento” anual de fallas de fugas. Con todo esto podemos decir que la mejor garantía para obtener un comprobante de rendimiento sin pasar por dolores de cabeza es un programa de mantenimiento por escrito, donde se pueda llevar una bitácora de trabajos diarios realizados por el departamento técnico.

Es importante examinar las recomendaciones de NEC, con el código nacional de seguridad junto al personal operativo.

5. LINEAMIENTOS PARA TRANSMISIÓN Y TRANSFERENCIA

5.1 Reglas y procedimientos

5.1.1 Distribución de equipo

Ya que la cabecera de red es la encargada de agrupar y tratar los diversos contenidos que se van a transmitir por la red, es necesario una buena distribución en el equipo a instalar, los equipos a instalar son:

Colectores de Señal.

- Antena de VHF y UHF
- Antena Parabólica (TVRO)
- Antena de microondas
- Videograbadoras
- Líneas telefónicas
- Generadores de Caracteres
- Módulos de retorno.

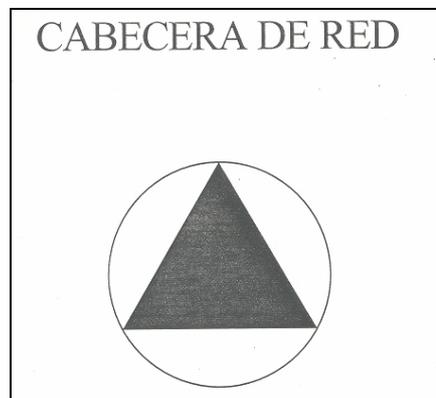
Procesadores de Señal.

- Moduladores
- Procesadores
- Demoduladores
- Receptores de Satélite (LNB)
- Moduladores de Audiofrecuencia
- Combinadores
- Controladores direccionables
- Sistemas de soporte operacional.

5.1.2 Simbologías

Cada uno de los dispositivos de la cabecera de Red tiene una simbología específica para poder diferenciar cada uno en un diseño de bloques, el cual es muy importante de tener a la hora que surja un problema en el sistema. En este caso la cabecera de red en su totalidad se identifica por la simbología siguiente.

Figura 12. Simbología de Cabecera de Red.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

5.1.3 Número de clientes

Indicar el número de unidades habitacionales que serán alimentadas por medio del cable de bajada, es de suma importancia ya que con esto nos damos una idea precisa del alcance que tendrá el sistema, donde se incluyen:

- ❑ Distancias aéreas
- ❑ Distancias Subterráneas
- ❑ Longitud del cable ascendente
- ❑ Número de postes
- ❑ Zonas de paso

Con todo esto es muy importante el que nosotros tengamos que ejecutar los planos para todo el sistema, y con esto conocer todas nuestras densidades y decidir cual será la cascada de radiofrecuencia según el alcance de la red. En áreas urbanas son más de 130 casas por milla (1,6Km), las cascadas típicas son de 1 a 2 amplificadores más allá del nodo óptico. Recordemos que la geografía en forma de continuidad para el tendido de cables podría alterar la cascada según la densidad.

5.2 Estándares de transmisión

5.2.1 Conceptos y definiciones

Los satélites ubicados a 36,000 kilómetros (22,500 millas) encima de la tierra son los encargados de retransmitir la mayor parte de nuestra programación televisiva. Cada satélite está compuesto de “transponder” (unidad de recepción y transmisión independiente). Los satélites Geo-estacionarios rotan a la misma velocidad de la tierra, siendo así estacionarios en relación a la superficie de la tierra.

Esto simplifica enormemente, el trabajo de mantenerlos dentro del rango de los platos receptores en la tierra.

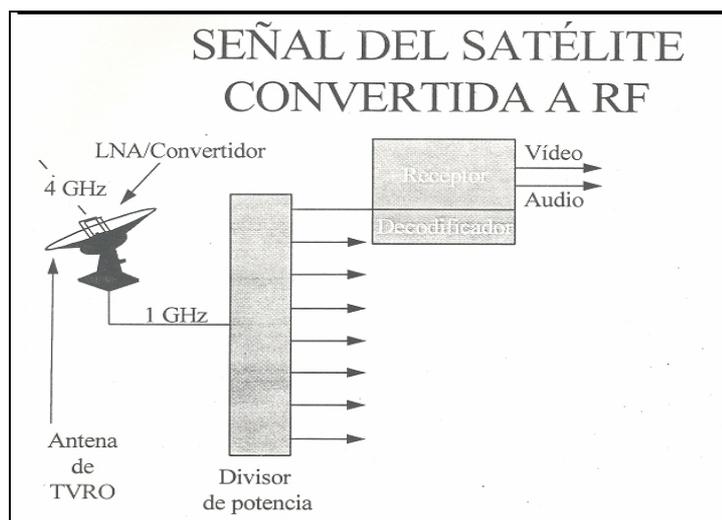
5.2.2 Características técnicas

Los satélites usados en estas transmisiones son los Satélites banda-Ku, que utilizan frecuencias entre 11 y 12m Gh.

La banda Ku, es utilizada por la televisión y la radio, es la banda más extendida en Europa, teniendo en cuenta del pequeño tamaño de las parabólicas necesarias para su recepción. Se subdivide en sub-bandas: Telecom., DBS y otras.

Las señales se retransmiten a la Tierra en la banda de 3,7 a 4,2 Ghz, utilizando antenas direccionables. Un transpondedor a bordo del satélite convierte la frecuencia para cada canal de 24 ó 36 Mhz. El transpondedor opera como un repetidor analógico.

Figura 13. Señales de Satélite a RF.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

Los Convertidores de Bajada (LNB), son los que reciben esta señal de la banda Ku, para luego convertirla en una señal de la banda (950-1450 Mhz).

La señal de 950 Mhz – 1450 Mhz, se decodifica y demodula en componentes de vídeo y de audio utilizando un receptor/decodificador de satélite.

6. PROCEDIMIENTOS PARA DISTRIBUCIÓN FINAL

6.1 Técnicas y procedimientos

6.1.1 Dispositivos de protección

La fuente de alimentación del sistema de corriente alterna tiene que estar conectada a las fuentes de toma de tierra de la compañía de electricidad. No existiendo excepciones a esta regla. En algunos de los equipos como Generadores de Caracteres y otros se pueden conectar a un UPS, de tal forma que a la hora que se interrumpe la corriente eléctrica no exista pérdida de memoria en ellos, aunque algunos poseen una batería de reserva.

Las fuentes de poder que alimentan a los amplificadores, tienen en su interior un sistema de protección el cual si excede del amperaje de carga, este se dispara según sea la capacidad de la misma que va desde 15 amperios hasta 25 amperios. Algunas tienen en su parte frontal un tablero donde las luces indicadoras nos marcan la potencia de consumo y un sistema de relevadores para regular el voltaje de entrada.

Otro dispositivo que tiene seguros en su interior es el Insertador de Potencia. Este divide la corriente alterna que proviene de la fuente, con la señal de RF, para luego mezclar ambas en un solo conductor y dirigirlo al sistema de amplificadores que se encuentren en la red.

Los espliter, no solo actúan como divisores de señal, sino que también permiten el paso de corriente alterna en su interior, pudiendo direccionar en estos la salida que nosotros elijamos con voltaje, por medio de seguros de paso.

6.1.2 Vías de acceso

Según el artículo 820-51(b) tipo CATVR. El cable ascendente para sistemas de televisión de antena colectiva tipo CATVR tiene que ser apropiado para uso en tramos verticales en una columna o de piso a piso y también tiene que ser un cable con características de resistencia contra incendios capaz de impedir la transmisión de fuego de un piso a otro.

Los cables instalados en tramos verticales y que penetran más de un piso, o los cables instalados en tramos verticales en columnas, tienen que ser tipo CATVR. Las aplicaciones de penetración por el piso que requieren los tipos CATVR tienen que comprender únicamente cables adecuados para uso ascendente o en plenos.

Se deben de indicar todos los problemas de las zonas de paso y anotar las restricciones de construcción. Anotando también las áreas en las que se colocarán los nodos, como por ejemplo lotes vacíos, espacios abiertos, etc.)

6.1.3 Equipos de trabajo

El personal de mantenimiento de turno en la planta tiene que verificar que las portadoras piloto reciban mantenimiento diario en la cabecera de red, para asegurar la operación del AGC (Control automático de ganancia) que en el campo sea adecuada.

En la cabecera de red deben de tener al menos un ingeniero de planta, con un grupo de técnicos, conociendo todos los detalles y especificaciones del equipo interno como de las líneas, incluyendo la localización de los amplificadores con los valores de ecualizadores de cada uno y sus respectivas pendientes.

6.1.4 Equipos de medición

Uno de los equipos de medición más importantes dentro de una cabecera de red se encuentran el analizador de espectros, este es un dispositivo dedicado al estudio de las señales en el dominio de la frecuencia. Por lo tanto si se trabaja con señales periódicas y se desea conocer las componentes en frecuencia de las mismas, sus niveles de potencia, y las componentes en frecuencia, o cualquier otro parámetro relacionado se recurre al analizador de espectros.

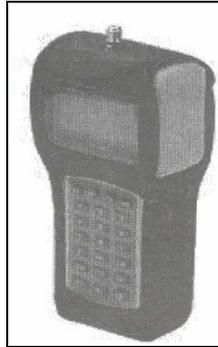
Figura 14. Analizador de espectros.



Fuente: Redes de Comunicación de Banda Ancha.

Otro de los instrumentos utilizados es el decibelímetro, que son medidores de señal usados como una alternativa practica y económica para las instalaciones en campo, por su flexibilidad se pueden hacer un gran número de pruebas como el medir la potencia en dBmV, la relación de A/V, voltaje en línea en RMS, Calculo de pendiente, Video – Audio, etc.

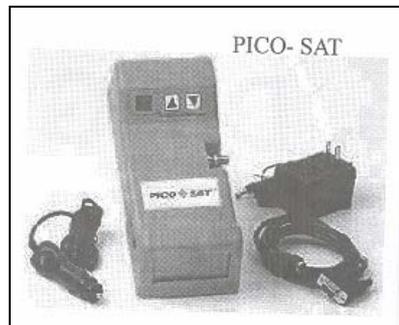
Figura 15. Medidor de Potencia.



Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

Finalmente el equipo que utilizamos para la recepción de señales satelitales es el medidor de señal de satélite profesional, que cuenta con identificador de satélite un medidor de calidad de la señal. Compatible con las señales en las bandas C y Ku, QPSK, señales DVB o DTH, y para sistemas de conmutación multisatélites de 22 Khz.

Figura 16. Medidor de Señal Satelital.



Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

6.1.5 Pruebas finales de las redes conectadas a la cabecera de red

Para determinar el tamaño de las celdas en nuestra red tenemos que tener:

- ❑ La mayoría de los sistemas utilizan el límite de 500 casas por nodo para el tamaño de celda, con reducción en el futuro a 125 casas por nodo para incluir servicios de telefonía e Internet.
- ❑ Si los servicios de telefonía e Internet, no son una consideración, entonces se podrá determinar un área de 2,000 casas por celda de nodos con reducción en el futuro a nodos de 500 casas.
- ❑ Otros servicios que afectarán la determinación de los tamaños de las celdas comprenden vídeo sobre demanda, computadoras, aparatos para juegos de vídeo, sonido digital y telefonía, que requerirán celdas más pequeñas para producir el número adecuado de señales de retorno continuas para expedir la cantidad de datos en la ruta de retorno.

7. CONEXIÓN DE ELEMENTOS ACTIVOS A LA CABECERA

7.1 Estándares y Normativos

7.1.1 Conceptos y descripciones

A todos los prestadores de Servicio de televisión en régimen de competencia autorizados deberán poseer todos los datos de las estaciones remotas interconectadas a su estación cabecera, que permitan la individualización del lugar de la estación y de su titular, como así también los datos técnicos que permitan la verificación de los valores consignados. Toda la información deberá estar a disposición de la C.N.T. cuando ésta lo requiera.

A los usuarios privados que utilicen enlaces satelitales como medio de transmisión, una vez realizada la aceptación técnica, les será otorgada la autorización para instalar y poner en funcionamiento las estaciones, a cuyo efecto se aprobará el Anexo de Características y Condiciones de Funcionamiento y se confeccionará el acto resolutivo correspondiente.

Cumplidos los requisitos y no observándose objeciones, la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (C.N.T.) entregará al usuario un comprobante con las estaciones que merecieron la aceptación técnica, ordenadas por un código de asignación.

El prestador de servicio en régimen de competencia deberá extender a cada uno de sus abonados el Certificado de Interconexión Radioeléctrica que se acompaña como modelo "C" al presente.

7.1.2 Características técnicas

Las cadenas de Televisión y productoras, rutinariamente distribuyen su programación vía satélite. Así es como las producciones originadas en el área de los Ángeles y Hollywood son enviadas a la costa este para ser distribuidas entre las cadenas.

Una vez que llegan a la costa este, estas son grabadas, e incluidas dentro de la agenda de las cadenas, para ser luego enviadas de vuelta hacia satélites, en intervalos apropiados a los horarios de las zonas donde hay estaciones afiliadas en Norteamérica.

Cuando el enlace cadena-afiliado no esta siendo utilizado para llevar programación regular, se utiliza para mandar noticias, promociones y otros segmentos relacionados a la transmisión hacia estaciones afiliadas.

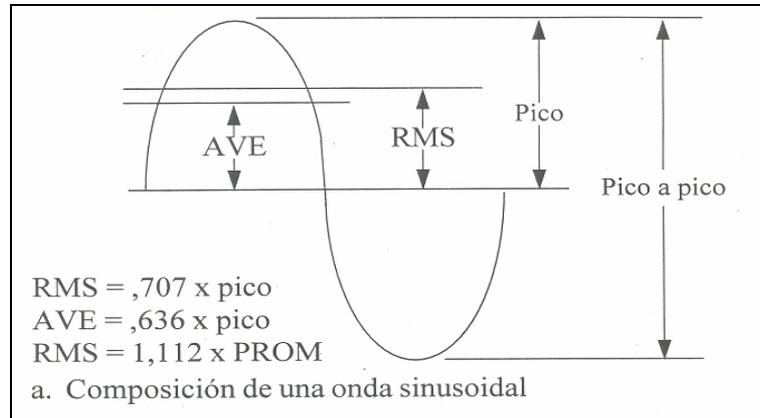
Las compañías de cable (CATV) también reciben gran parte de su programación por satélite. Esto incluye tanto los servicios de televisión como audio. Muchos servicios de Tv. Y audio (“estaciones”) no son transmisiones o programación pero están disponibles solo a través de satélites.

Uno de los requisitos más importantes del sistema es conseguir que las estaciones sean lo más económicas posibles para que puedan ser accesibles a un gran número de usuarios, lo que se consigue utilizando antenas de diámetro chico y transmisores de escala (en aquellas aplicaciones que lo permiten) el factor determinante para la reducción de costos.

7.1.3 Equipos de medición

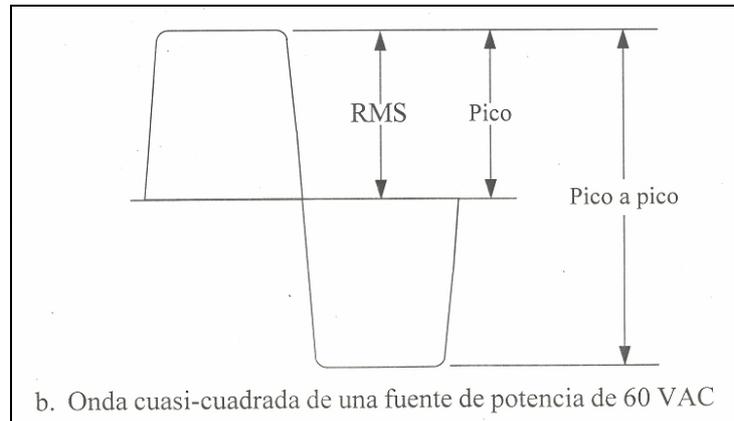
Entre los equipos de medición que se utilizan en los elementos activos de la red tenemos los voltímetros eficaces, ya que estos son dispositivos de prueba capaces de medir una tensión eficaz. Debido que los transformadores que utilizan las fuentes de potencia son ferrosesonantes, esto es debido a que la tensión de línea que nos da la empresa encargada del servicio eléctrico de 120 voltios, fluctúa alrededor de 10 %, pero la tensión de salida de estas fuentes fluctúa solamente el 1 % de la nominal cuando se utiliza dentro de sus límites de operación. A continuación mostraremos la forma de onda cuasi-cuadrada.

Figura 17. Señal de una onda Alterna.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

Figura 18. Señal de una onda cuasi-cuadrada.



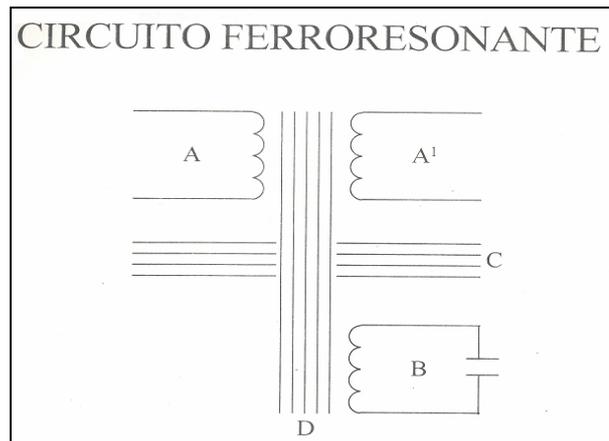
Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

Las fuentes que se utilizan dan una forma de onda cuasi-cuadrada, ya que las fuentes de potencia alternas comunes producen una salida sinusoidal no recomendadas por las siguientes razones:

- La onda sinusoidal de un transformador estándar está sujeta a variaciones en la tensión de línea y por lo tanto puede producirse un zumbido de AC en el sistema durante los períodos de tensión baja.
- Ciertos equipos no son completamente compatibles con una entrada sinusoidal ya que la tensión pico de una onda sinusoidal es aproximadamente 1,4 mayor que la de una onda cuasi-cuadrada.

Circuito ferresonante de una fuente de poder de 60voltios.

Figura 19. Circuito Ferroresonante de un Transformador.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

7.1.4 Regímenes de operación

Existen varios métodos para calcular la caída de tensión y el método apropiado depende del resultado final deseado. El diseñador del sistema tiene que saber dónde se encuentran las fuentes de potencia y posiblemente tenga que hacer cálculos desde el último dispositivo activo a la ubicación propuesta posible. Por otro lado, si un técnico necesita conocer el valor de tensión correcto en cierto punto del sistema, calculará la caída comenzando desde la fuente de potencia hasta el punto de interés.

Debemos de tener siempre la información de referencia que incluye:

- ❑ El tipo de cable y la resistencia del bucle.
- ❑ La temperatura de operación (max.)
- ❑ La AC requerida para cada tipo de amplificador de distribución.
- ❑ La tensión mínima de AC para cada amplificador

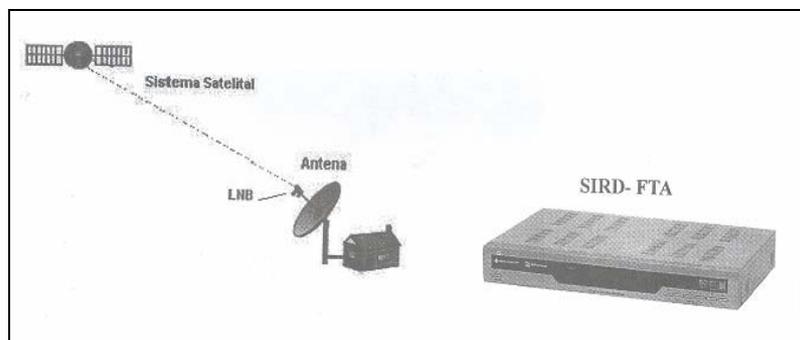
7.2 Clasificación de Equipo

7.2.1 Conceptos y descripciones

Uno de los primeros equipos a instalarse son las antenas de disco o parabólicas, dirigidas al satélite geostacionario, recordando que cuanto más alta es una frecuencia de operación de un dispositivo electrónico, más crítica es la fabricación de los componentes, así también de los elementos conjuntos como cables, conectores y antenas. Para la banda Ku de los satélites recientes se requieren de un plato de precisión para la captación de la señal en tierra. Precisión en la superficie reflectora y también en los componentes de montaje y ajuste.

En el disco de la antena se encuentra un convertidor de bajada (LNB), que recibe una señal de banda Ku (12-18 Ghz) y la convierte a una señal de banda L (950-2150 Mhz). Para luego con un cable coaxial se conecta directamente a un receptor con decodificador integrado (IRD o DSS). En este caso los canales son enviados del LNB al receptor por medio del cable coaxial y después de ser procesador por el receptor se pueden visualizar sin problemas en el televisor.

Figura 20. Servicio Satelital Directo.



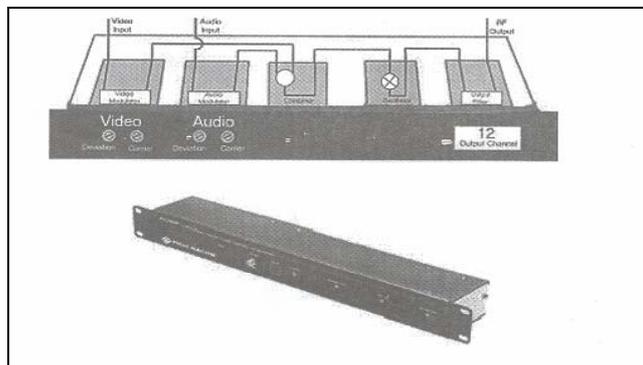
Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

La señal de la banda L de 950Mhz – 1450 Mhz, se decodifica y demodula en componentes de vídeo y de audio utilizando un receptor/decodificador de satélite.

Luego de pasar la información por los receptores, se dirige hacia los moduladores, estos se utilizan para la transmisión de diferentes canales por un mismo medio en este caso el cable, es necesario situarlos en diferentes frecuencias dentro del espectro asignado para la TV por cable, este proceso es conocido como modulación y los equipos encargados de hacer esta función moduladores.

Dependiendo del número de canales será el número de moduladores que se usen, uno por canal, que al ser sumados o combinados tendremos como resultado la señal CATV (54-1000 Mhz) para ser transmitida por nuestro sistema hasta los abonados.

Figura 21. Modulador.



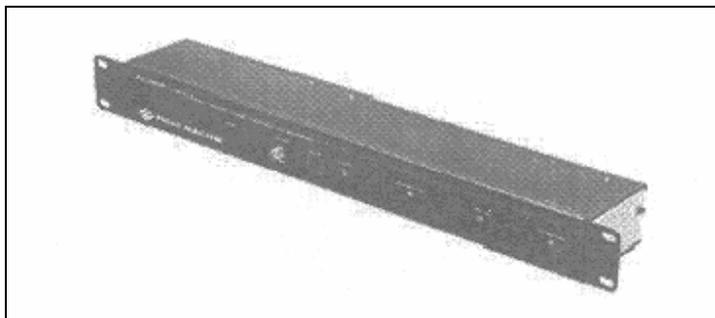
Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

Uno de los últimos equipos en la conexión de la cabecera de red lo conforman los Combinadores. Estos son dispositivos que se usan para adicionar todos los canales dentro de un mismo cable, los hay en diferentes números de entradas ya sean pasivos o activos.

Dentro de los combinadores se usan acopladores direccionales en serie para sumar cada una de las señales de entrada y un combinador de dos vías.

La única diferencia que existe con los combinadores activos es que contienen una etapa de amplificación para compensar las pérdidas en el sistema.

Figura 22. Combinador.

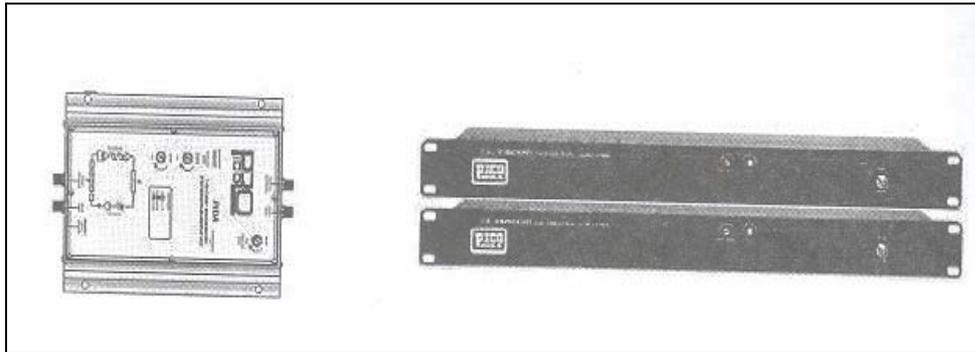


Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

El Amplificador de lanzamiento, es el último paso dentro de la cabecera de red, ya que es la amplificación de salida, donde es muy importante valorar su uso ya que si excedemos la potencia podríamos estar saturando la red. Los amplificadores de lanzamiento nos dan el impulso final para que la señal pueda llegar a todos los usuarios.

Estos amplificadores cuentan con ajuste de ganancia variable y un ajuste de pendiente que sirve para compensar las pérdidas por atenuación debido a las altas frecuencias.

Figura 23. Amplificador de Lanzamiento.



Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

Ahora todo nuestro equipo esta orientado a difundir la señal en todo la red, con un sistema de amplificadores de distribución, que nos ayudan a mantener la ganancia unitaria en todo el sistema, estos deben de cumplir el espectro de frecuencia en el que se este trabajando, ya que cada uno de ellos tiene un ancho de banda determinado según sea el caso. Estos en su interior cuentan con módulos de ecualización para compensar la perdida por transmisión a altas frecuencias, así como módulos de atenuación para no saturar la red y módulos de compensación de temperatura que se logran en dos maneras:

1. AGC- Control automático de ganancia
2. Atenuadores fijos térmicos instalados en las ranuras para atenuador fijo interetapas, para compensar las fluctuaciones internas de temperatura.

7.2.2 Características técnicas

Empezaremos hablando de las características técnicas de los satélites geoestacionarios o geosincronos, son satélites que giran en un patrón circular, con una velocidad angular igual a la de la tierra. Por lo tanto permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la Tierra. Una ventaja obvia es que están disponibles para todas las estaciones de la Tierra, dentro de su sombra, el 100% de las veces. La sombra de un satélite incluye a todas las estaciones de la Tierra que tienen un camino visible a el y están dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite. Una desventaja obvia es que a bordo, requieren de dispositivos de propulsión sofisticados y pesados para mantenerlos fijos en una órbita. El tiempo de orbita de un satélite geosincrono es de 24 horas, al igual que la Tierra.

Como es sabido un satélite geoestacionario tiene un periodo de rotación igual al de la Tierra, por lo tanto deberemos saber con exactitud dicho período de rotación. Para ello se considera el día sidéreo, que es el tiempo de rotación de la Tierra medido con respecto a una estrella lejana y que difiere del día solar o medido con respecto al sol.

La duración de este sidéreo es de 23 horas con 56 minutos y 4.1 segundos, y es el tiempo que usaremos en nuestros cálculos.

Si hiciésemos la consideración de que la Tierra fuese realmente esférica y con una densidad uniforme, su masa equivalente podría considerarse como puntual y su fuerza de atracción sobre un satélite de masa m , respondería a la ley de gravitación universal de Newton, esta fuerza puede expresarse como:

$$F_s = G * (mM/r^2)$$

Donde:

M: Es la masa de la Tierra, $5.98 \cdot 10^{24}$ kg.

G: Es la constante de gravitación universal, $6.67 \cdot 10^{-11}$ N.M²/kg².

r: Distancia desde el satélite al centro de la Tierra.

m: Masa del satélite.

Además dado que el satélite se encuentra en una órbita circular, existirá una fuerza centrífuga F_c debida a su movimiento alrededor de la Tierra, de igual magnitud pero opuesta a la fuerza F_g , en consecuencia el satélite se encuentra en una situación de equilibrio.

$$F_c = mV^2/r$$

V: velocidad del satélite.

De la ecuación (2) podemos despejar la velocidad del satélite

$$V = \sqrt{GM/r}$$

El periodo de rotación T, del satélite es:

$$T = 2\pi r / V$$

Reemplazando (3) en (4) y despejando el radio r, nos queda:

$$R = \sqrt{GM(T/2\pi)^2}$$

Por lo tanto de esta expresión podemos obtener la distancia del satélite al centro de la Tierra, y si a este valor le restamos el radio terrestre $R=6370$ Km, obtendremos la altura de la órbita geoestacionaria.

Una de las principales características de las antenas es que son susceptibles a los efectos climatológicos, ya que cuando llueve en gran medida se tiende a romper el dieléctrico del aire, que es el medio de transporte de la señal. A la vez las antenas están predispuestas al desgaste por diferentes medios, tales como el polvo, la humedad, la corrosión y la saturación de otros agentes extraños.

Las antenas Construidas con fibra de vidrio que tienen un refuerzo metálico perimetral para darle rigidez y evitar posibles deformaciones. Se suministran con una base de acero tipo A₂/E₁, para permitir fácilmente la localización de los satélites. Se dispone de un tornillo de ajuste micrométrico tanto para el control de elevación como para el Azimutal, también se incluye en soporte del LNB.

La modulación es la alteración sistemática de una onda portadora de acuerdo con el mensaje (señal modulada) y puede ser también una codificación.

Una portadora es una senoide de lata frecuencia, y uno de sus parámetros (tal como la amplitud, la frecuencia o la fase se varía en proporción a la señal de banda base $s(t)$. De acuerdo con esto, se obtiene la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM), o la modulación en fase (PM).

La característica principal del combinador es el aislamiento para impedir que surja interfase entre canales adyacentes. Una vez que se combinan las señales se balancean esto es que las mediciones en los niveles de los puntos de prueba deben ser los mismos en todos los canales. Como lo mostraremos en la tabla a continuación:

Tabla III. Combinadotes y sus principales características.

| | PHC - 12G | PHC - 24G | CHC - 16U/550 | CHC - 16U/860 | C860 |
|---------------------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| Ancho de banda MHz | 5 - 1000 | 5 - 1000 | 54-550 | 54 - 860 | 5 - 1000 |
| Número de Puertos | 12 | 24 | 16 | 16 | 24 |
| Pasivo (P) Activo(A) | P | P | A | A | P |
| Pérdida por inserción Db | -18 | 21 | | | 21 |
| Ganancia dB | | | 6.0 - 12 | 6.0 - 12 | |

Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

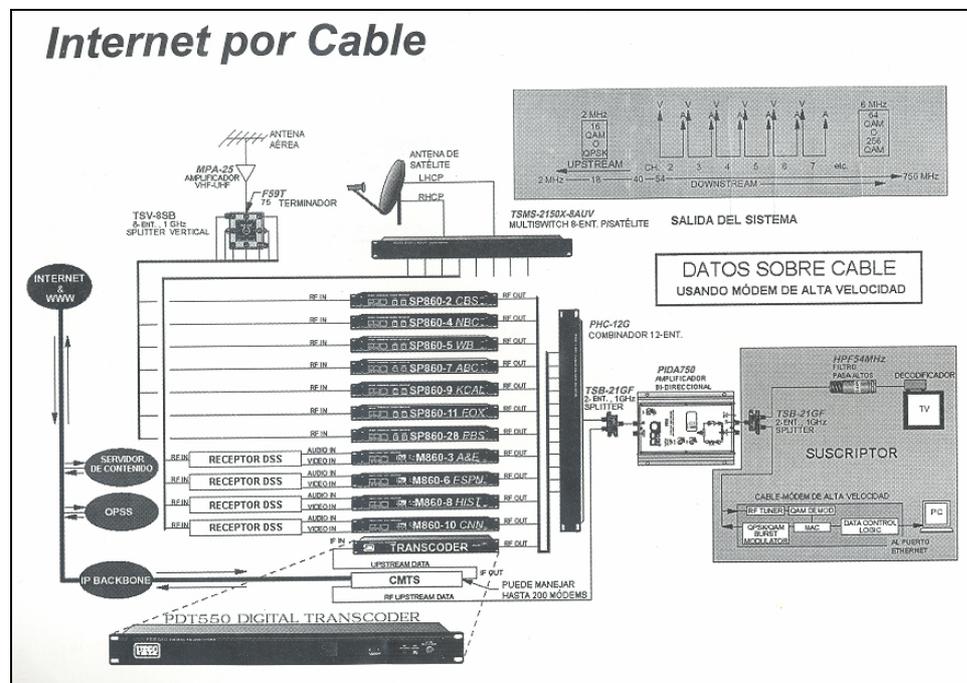
Con respecto a los amplificadores de lanzamiento para telecomunicaciones de banda ancha utilizan tecnología de duplicación de potencia con producción de varias salidas. También incluye una plaqueta de control de ecualización variable para mantener una respuesta uniforme en todo el espectro de 50 a 750 Mhz. De ahí que los niveles comparativos de todos los canales pueden ajustarse en el campo para compensar las desigualdades de impedancia.

7.2.3 Acoplamiento al sistema

Ya teniendo todo el equipo instalado tenemos lo que se constituye en una cabecera de red, o también denominada Headend o CRC, ya que es el punto de partida de un sistema de televisión por cable, en la cabecera de red se procesan las señales que se colectan ya sea de forma local, recepción de aire, señales de satélite o microondas, para después ser distribuida a los abonados.

A continuación en el siguiente diagrama se presentarán cada uno de los equipos que conforman la cabecera, y los equipos que la conforman, para conocer el diseño en su totalidad,

Figura 24. Diagrama de Cabecera de Red.



Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

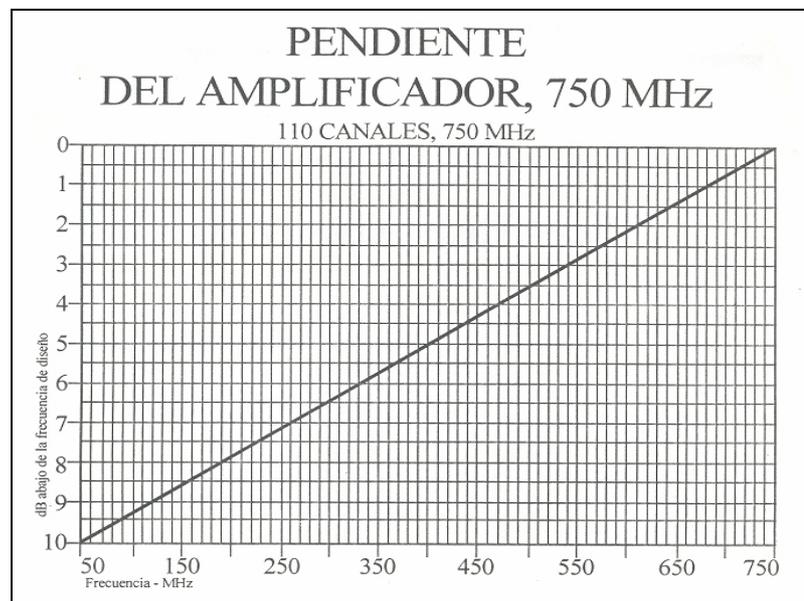
7.3 Procedimientos de medición

7.3.1 Pendientes

En la pendiente del amplificador tenemos que para proporcionar un mejor rendimiento de distorsión (CTB/XM) operando con niveles de potencia reducidos sobre el ancho de banda tenemos que compensar la respuesta del cable coaxial, ya que se da que mayores pérdidas a mayores frecuencias, y menores pérdidas a menores frecuencias.

La compensación de las pérdidas de la transmisión se da cuando los niveles de señal llegan a valores más bajos de los nominales predeterminados para que mantengan el funcionamiento del sistema.

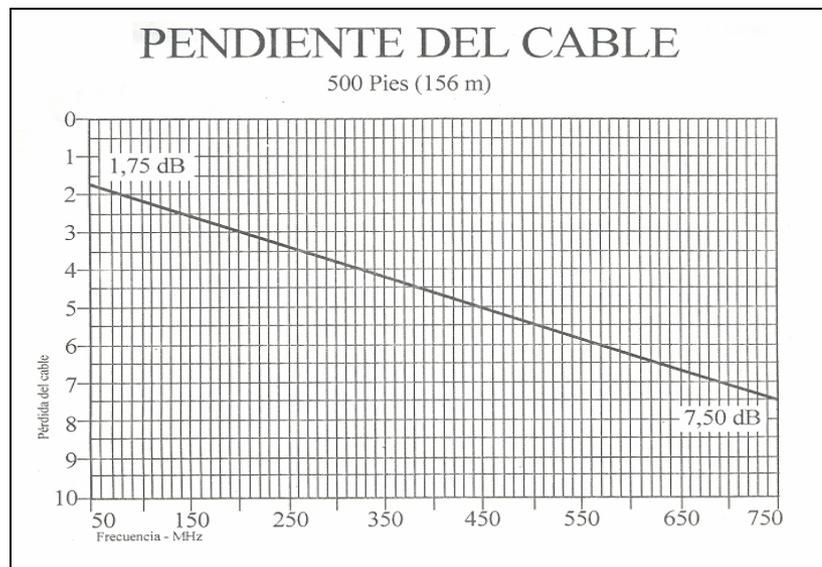
Figura 25. Pendiente del Amplificador.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

La pendiente del cable se da principalmente en recorridos bastante grandes, ya que la atenuación del cable coaxial, es la pérdida de potencia, a determinada frecuencia, expresada en decibeles cada 100 metros. Esta varía con el tipo de material empleado y con la geométrica del cable, incrementándose al crecer la frecuencia.

Figura 26. Pendiente de Pérdida del Cable Coaxial.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

7.3.2 Ecuación con atenuación

Para llegar a elegir el ecualizador correcto, se debe de encontrar la pendiente del cable antes que nada para que coincidan con la gama de especificaciones de la tabla de ecualizadores.

La posibilidad de transmitir canales más allá de 216 Mhz, la súper banda del cable coaxial, depende de la utilización de un ecualizador de mayor ancho de banda, específicamente, de 54 Mhz hasta el canal transmitido de mayor frecuencia. Los controles de tilt en amplificadores proporcionan ecualización a través de la banda completa del aparato en sí.

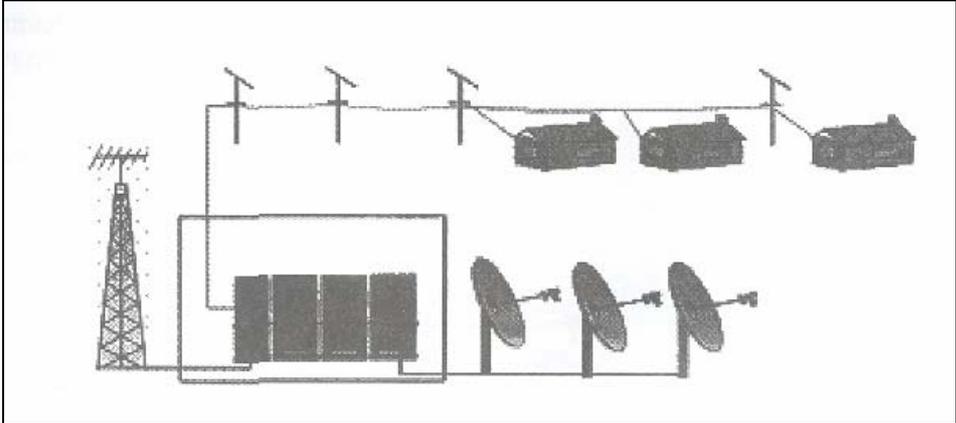
En la atenuación tenemos que existen diferentes posibilidades, una es la pérdida típica del cable coaxial, pérdidas debidas a conexión por elementos pasivos del sistema como conectores y uniones, y las pérdidas por atenuación en un amplificador para evitar la saturación.

La atenuación es una pérdida intencional de la potencia en un amplificador que se logra de dos formas, una es con la utilización de atenuadores y con la utilización de controles de ganancia y ecualización, o tilt, de un amplificador. Los Atenuadores están disponibles en los valores desde el uno hasta veinte decibeles. El control de ganancia de un amplificador atenúa hasta 10 dB, y el control de ecualización de 10 dB en 54 Mhz y de 5 dB en 216 Mhz. El propósito es el mismo evitar una saturación en la red, lo que provocará líneas horizontales en los televisores.

7.3.3 Difusión

La televisión por cable básicamente es un sistema de tele distribución de canales de TV, también se pueden agregar otros servicios como el radio, video bajo demanda, servicios interactivos etc., en urbanizaciones, pueblos y ciudades. El medio para transportar estos canales puede ser el cable coaxial o la fibra óptica. Los canales son recibidos de diferentes partes y son modificados y agrupados para ser enviados a las casas. Estos canales son distribuidos por medio de cables aéreos sujetos a postes o bien clocados bajo tierra y una porción de esta señal es bajada hacia los clientes.

Figura 27. Sistema de Distribución de Cable.



Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

8. SISTEMAS DE MODULACIÓN

8.1 Descripciones y características

8.1.1 Régimen de operación

Entre las razones que existen para modular tenemos:

- Facilita la propagación de la señal de información por cable o por el aire.
- Ordena el Radioespectro, distribuyendo canales a cada información distinta.
- Disminuye dimensiones de antenas.
- Optimiza en ancho de banda de cada canal.
- Evita interferencia entre canales.
- Protege a la información de las degradaciones por ruido.
- Define la calidad de la información transmitida.

8.1.2 Capacidad

Ya que la mayoría de señales al ingresar de la fuente de información, no se pueden enviar directamente a través del canal, y por lo tanto se necesita de un onda portadora, cuyas propiedades son mejor definidas al sistema de transmisión dado.

Una de las principales características en su capacidad de trabajo es la facilidad de radiación. La radiación electromagnética requiere de elementos radiantes, lo que lo constituyen antenas cuyas dimensiones sean el 0.1 de la longitud de onda.

Pero la mayoría de señales, especialmente la de audio, poseen componentes de frecuencia más bajas de 100Hz, y se necesitarían antenas hasta de 3000 metros de largo si se radiara directamente. Pero utilizando la propiedad de traslación de frecuencia de modulación, éstas señales son impresas en una portadora de alta frecuencia, permitiéndose una reducción bastante considerable del tamaño de antena. En la banda de transmisión de FM, como un ejemplo, donde las portadoras están en un rango entre 88 y 108 Mhz, las antenas ya no necesitan ser más de 1 metro de longitud.

8.1.3 Niveles de operación

Con la modulación se logra en cierta forma la eliminación de ruido e interferencia, además de asignar las frecuencias a cada uno de los canales que se transmitirán. Si no fuera por la modulación, no sería posible la selección y separación de una estación de otra ya que cada una tiene una portadora de distinta frecuencia asignada. Dos o más estaciones transmitiendo en el mismo medio, sin modulación, produciría un caos desesperante de señales interfiriéndose. Por medio del analizador de espectros, podemos distinguir las señales en el dominio de su frecuencia, y además podremos determinar los diferentes niveles de las portadoras de vídeo, portadoras de color, portadoras, de audio, en el ancho de banda de los 6 Mhz, de cada canal, ya que entre las portadoras existe una diferencia en ancho de banda de:

- ❑ Entre portadora de vídeo y portadora de audio 4.5 Mhz.
- ❑ Entre portadora de vídeo y portadora de color 3.58 Mhz.
- ❑ Ancho de portadora de vídeo de 0.25Mhz a 1.25Mhz.
- ❑ Ancho de portadora de color de 4.83 Mhz a 5.25 Mhz.
- ❑ Portadora de audio es de 12 a 17dB inferior a la del vídeo.

Nota:

Al utilizador un modulador se debe considerar si formará parte de un sistema de canales adyacentes o no, debido al efecto térmico del equipo instalado en las estanterías próximas a él. Las variaciones de temperatura pueden provocar entre 25 KHz, adicionales de corrimiento en el espectro de frecuencia, en el caso de un modulador corriente, y oscilar 10 KHz, en el caso de un modulador profesional.

8.1.4 Tablas de operación

En la tabla que se muestra a continuación nos da el ancho de banda a la que puede trabajar cada modulador según sea su tipo, el rango de canales, niveles de salida en potencia (dBmV), la relación de ruido (C/N), puntos de prueba frontales, si son moduladores ágiles o no.

Tabla IV. Moduladores y sus principales características.

| | Ancho de Banda (MHz) | Rango de Canales | Nivel de salida (dBmV) | Relación (C/N) (dB) | Filtro SAW | Punto de Prueba frontal | Compatible con BTSC estereo | Selección ágil de canales |
|--------------|----------------------|------------------|------------------------|---------------------|------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| PCM55 | 11.75 - 216 | T7 - 22 | 55 | 60 | - | SI | - | - |
| PCM55SAW | 5.75-550 | T7 - 78 | 55 | 62 | SI | SI | SI | - |
| PLM860SAW | 300-860 | 23-135 | 58 | 62 | SI | SI | - | - |
| PM45 | 54-806 | 2-125 | 45 | 60 | SI | - | SI | - |
| M860 | 54-806 | 2-125 | 60 | 60 | SI | SI | SI | - |
| PFAM550 | 54-550 | 2-78 | 57 | 57 | SI | SI | - | SI |
| PFAM550SUB | 5.75-550 | T7-78 | 57 | 57 | SI | SI | - | SI |
| PFAM550MT | 54-550 | 2-78 | 60 | 65 | SI | SI | SI | SI |
| PFAM860MT | 54-860 | 2-135 | 60 | 65 | SI | SI | SI | SI |
| MACOM F860II | 54-806 | 2-125 | 62 | 60 | SI | SI | SI | - |
| MACOM A860II | 54-860 | 2-135 | 62 | 68 | SI | SI | SI | SI |
| MPCM45 | 54-806 | 2-125 | 45 | 60 | SI | NO | SI | NO |
| MPCMA | 54-860 | 2-135 | 45 | 65 | SI | NO | SI | SI |

Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

8.2 Resultados de transmisión

8.2.1 Niveles de potencia

Los niveles de potencia de cada uno de los moduladores utilizados varía según el modelo a utilizar, ya que los valores varían desde 45dBmV, hasta 62dBmV. Con un ancho de banda diferente de cada uno de ellos según sea la necesidad. El modelo PFAM860MT, es uno de los más utilizados por sus diferentes ventajas, y además es un modulador ágil, al cual se le pueden asignar diferentes canales.

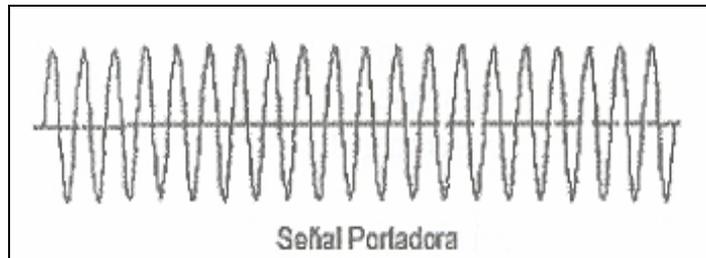
8.2.2 Ecualización y Atenuación en la amplitud portadora

Todo modulador posee ajuste del nivel de modulación de vídeo y audio, ajuste del nivel de salida y ajuste de la potencia de la portadora de sonido y subportadora de color en relación a la de vídeo, comúnmente llamada aural. El ajuste del control aural debe proporcionar la relación de portadoras de vídeo, color y audio del espectro de frecuencias. Un modulador con un espectro en el cual la portadora de audio sea únicamente 10dB o menos que la portadora de vídeo provocará una gran interferencia en el canal adyacente siguiente a pesar de la ecualización del filtraje adicional.

8.2.3 Gráficos de entrelace para diferentes modulaciones

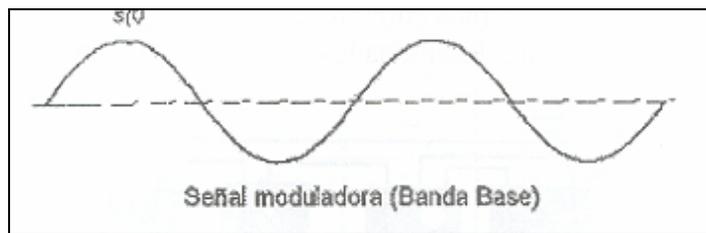
En la siguiente figura mostraremos una señal de banda base $s(t)$ y las formas de onda de AM y FM correspondientes. En AM la amplitud de la portadora varía en proporción a $s(t)$, y en FM, la frecuencia de la portadora varía en proporción a $s(t)$. La onda CW u onda continua, la utilizaremos como portadora difusora de señales.

Figura 28. Señal Portadora.



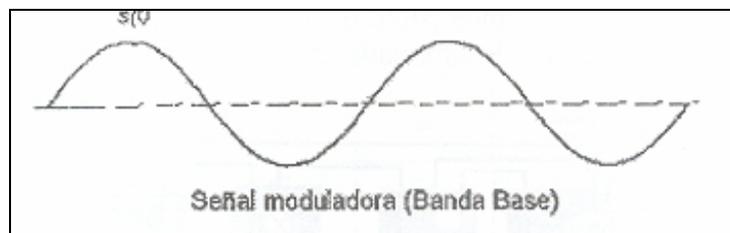
Fuente: Manual de Convención Pico 2004.

Figura 39. Señal Moduladora.



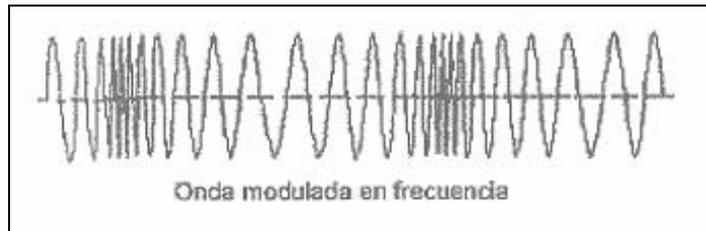
Fuente: Manual Convención Pico 2004.

Figura 30. Onda Modulada en Amplitud.



Fuente: Manual Convención Pico 2004.

Figura 31. Onda Modulada en Frecuencia.



Fuente: Manual Convención Pico 2004.

8.2.4 Análisis General

Dado que para transmitir una señal de audiofrecuencia con amplitud variable y frecuencia constante, la señal de audiofrecuencia que será superpuesta en una portadora se conoce como señal moduladora.

9. UBICACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE SEÑALES (ANTENAS)

9.1 Diseño Preliminar

9.1.1 Ubicación Geográfica

Como primera medida para describir el paso de un satélite en órbita, deberemos designar un punto de observación o un punto de referencia. Este punto podrá tratarse de un lugar distante, tal como una estrella, o un punto en la superficie de la tierra, o también el centro de la Tierra, que a su vez es el centro de gravedad del cuerpo principal.

En caso de tomar como lugar de observación un punto en la superficie de la Tierra, deberemos estar en condiciones de localizar dicho punto mediante algún método.

Este método de localización es a través de un grillado imaginario denominado meridianos. Estas líneas conforman un cuadrículado sobre la superficie de la Tierra. Las líneas verticales se denominan Longitud y las líneas horizontales se denominan Latitud.

Las líneas de Longitud se extienden desde el Polo Norte al Polo Sur, es decir que son círculos iguales al contorno de la Tierra que se interceptan en los polos. Se ha definido por convención, como primer meridiano o Longitud cero grados, al meridiano que pasa por la ciudad de Greenwich, tomando el nombre de dicha ciudad.

En total son 360 líneas, lo que equivale a 180 círculos completos. De esta manera se componen los 360 grados de Longitud, partiendo desde la línea de Longitud cero grados hacia el Este.

Las líneas de Latitud están conformadas por 180 círculos paralelos y horizontales. Siendo el círculo mayor el círculo mayor el ubicado en la línea del Ecuador denominada Latitud cero grados.

De esta forma existen 90 grados hacia el hemisferio Norte, denominado Latitud Positiva y 90 grados hacia el hemisferio Sur, denominados Latitud Negativa.

Por lo tanto mediante la intersección de las coordenadas de Latitud y Longitud podremos localizar un punto que este sobre la superficie de la Tierra.

En cuanto a un satélite, este se encuentra en el espacio, y su posición puede ser estimada con una Latitud, una Longitud y una altura. Dicha altura estará referida a un punto sobre la Tierra que es la intersección de la recta que une al satélite con el centro de la Tierra y la superficie terrestre.

9.1.2 Características técnicas

Para orientar una antena desde una estación terrena hacia un satélite, es necesario conocer el ángulo de elevación y azimut. Estos se denominan ángulos de vista.

El ángulo de elevación es el ángulo formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Entre más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la Tierra. Como cualquier onda propagada a través de la atmósfera de la Tierra, sufre absorción, y también, puede contaminarse severamente por el ruido.

De esta forma, si el ángulo de elevación es demasiado pequeño y la distancia de la onda que esta dentro de la atmósfera de la Tierra es demasiado larga, la onda puede deteriorarse hasta el grado que proporcione una transmisión inadecuada. Generalmente de 5 grados es considerado como el mínimo ángulo de elevación aceptable.

El Azimut se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena. Se toma como referencia el Norte como cero grados, y si continuamos girando en el sentido de las agujas del reloj, hacia el Este, llegaremos a los 90 grados de Azimut.

Hacia el Sur tendremos los 180 grados de Azimut, hacia el Oeste los 270 grados y por último llegaremos al punto inicial donde los 360 grados coinciden con los cero grados del Norte.

El ángulo de elevación y azimut, dependen ambos. De la latitud de la estación terrena, así como el satélite en órbita.

Para un satélite geosíncrono, en una órbita ecuatorial, el procedimiento es el siguiente: de un buen mapa se determina la latitud y longitud de la estación terrestre, luego conociendo la longitud del satélite en interés, se calcula la diferencia, entre la longitud del satélite y la longitud de la estación terrena.

9.1.3 Régimen de operación

Los satélites geosíncronos deben compartir un espacio y espectro de frecuencia limitados, dentro de un arco específico en una órbita geoestacionaria. A cada satélite de comunicación se asigna una longitud en el arco geoestacionario, aproximadamente a 36000 Km, arriba del ecuador. La posición en la ranura depende de la banda de frecuencia de comunicación utilizada.

Los satélites trabajando, en o casi la misma frecuencia, deben estar lo suficientemente separados en el espacio para evitar interferir uno con otro. Hay un límite realista del número de estructuras satelitales que pueden estar estacionadas, en un área específica del espacio. La separación espacial requerida depende de las siguientes variables:

- ❑ Ancho de haz y radiación del lóbulo lateral de la estación terrena.
- ❑ Frecuencia de la portadora de RF.
- ❑ Técnica de codificación o de modulación usada.
- ❑ Límites aceptables de interferencia.
- ❑ Potencia de la portadora de transmisión.

9.1.4 Metodología

Cabe destacar que la tendencia en la evolución de los satélites de telecomunicaciones es hacia el uso de terminales de recepción pequeños y de bajo costo para poder permitir el acceso al sistema de una mayor cantidad de usuarios. Estos requerimientos se pueden llevar adelante mediante el uso de Técnicas de Procesamientos de Señales que permitan la codificación y control de errores de los datos enviados por los usuarios, también mediante el empleo de antenas multihaz, con haces spot de gran ganancia.

Otras de las ventajas en el caso de los satélites geoestacionarios de alta altitud es que pueden cubrir un área de la Tierra mucho mayor que sus contrapartes orbitales de baja altitud, sin embargo estas altitudes superiores introducen tiempos de retardo de propagación más largos y además se requieren mayores potencias de transmisión como así también receptores más sensibles.

10. PRUEBAS FINALES

10.1 Técnicas y procedimientos

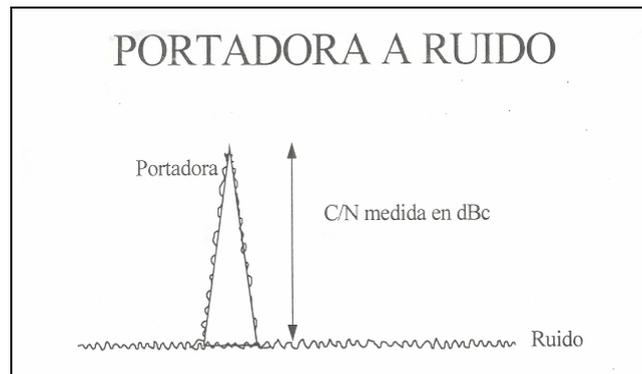
10.1.1 Rendimiento de la Cabecera de Red

En esta se tiene que realizar una evaluación de rendimiento de la cabecera de red, como un sistema de transmisión de RF midiendo todos los parámetros que a continuación mencionaremos. Donde se requiere el equipo de prueba para llevar a cabo estos estudios.

10.1.2 Nivel de Ruido

Tenemos que medir en primer lugar la relación del nivel de pico de la portadora de video con el nivel de ruido mínimo entre canales. Es quizá una de las medidas más importantes que tenemos que tener en cuenta en todo el sistema y lo debemos de ejecutar desde el principio hasta el final, ya que nos determinará cual será exactamente la pérdida de calidad que tiene todo el sistema que conectaremos. Lo expresamos como **C/N (dB)**.

Figura 32. Portadora a Ruido.



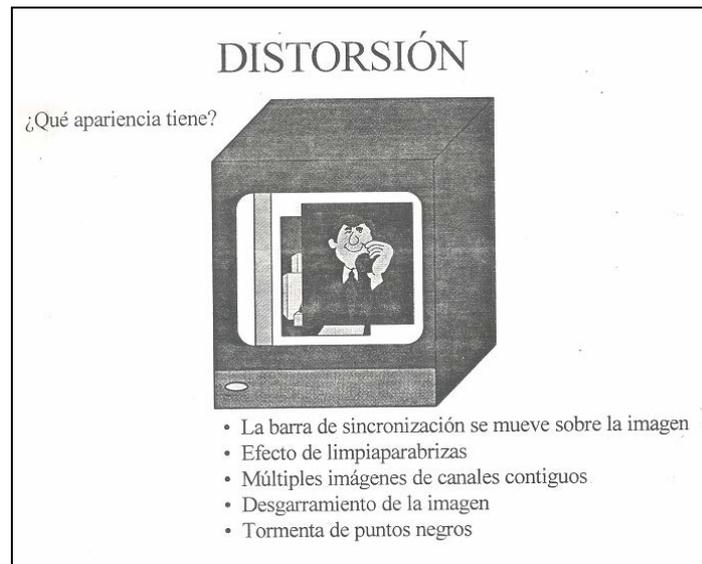
Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

10.1.3 Nivel de Distorsión

Esta es un cambio indeseable que podamos tener en nuestra cabecera de red, de una onda de una señal dentro de un medio de transmisión. Una reproducción alineal de la forma de onda de entrada. Como por ejemplo:

- La Modulación cruzada, que es un tipo de distorsión del televisor en el cual la modulación de uno o más canales de televisión están superpuestos en uno o varios canales.
- El Triple batido compuesto, se dan por productos de distorsión de tercer orden agrupados alrededor de las portadoras visuales en los sistemas de cable.

Figura 33. Distorsión en la Imagen.



Fuente: Diseño de redes de Comunicación de Banda Ancha.

10.1.4 Nivel de potencia en audiofrecuencia

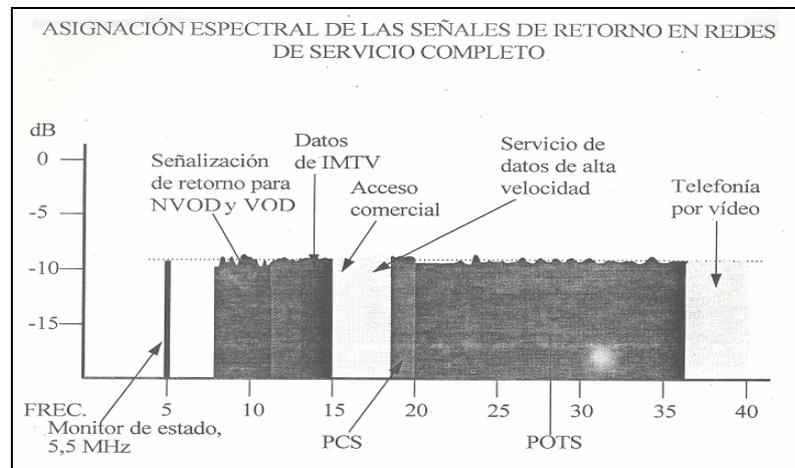
Debemos de observar que la portadora de audiofrecuencia para el canal dos es 59.75 Mhz. Cuando no se está transmitiendo ninguna audiofrecuencia, la portadora se mantiene constante en 59.75 Mhz. Cuando se transmite el sonido más fuerte, como por ejemplo de una explosión o un balazo, ocurre la desviación más alta de frecuencia. En radiodifusión televisiva este cambio de frecuencias está limitado a más menos 25 Kilociclos. A esto se le conoce como modulación del 100% (término establecido por la FCC). De ahí que la portadora de audiofrecuencia cambiaría entre 59,725 Mhz ($59,75 - 0,025$) y 59,775 Mhz ($59,75 + 0,025$) estando 100% modulada.

Este aumento o disminución de frecuencia se produce en función de la intensidad sonora (amplitud). La proporción de cambio de frecuencia está en función de la frecuencia del voltaje modulador de frecuencia.

10.1.5 Nivel de Retorno

Tomaremos la relación entre la potencia incidente y reflejada, utilizada para determinar la señal reflejada en una interfase entre cables y equipo, o las reflexiones originadas por imperfecciones de la construcción interna de un cable.

Figura 34. Asignación de Señales en las Redes de Servicio.



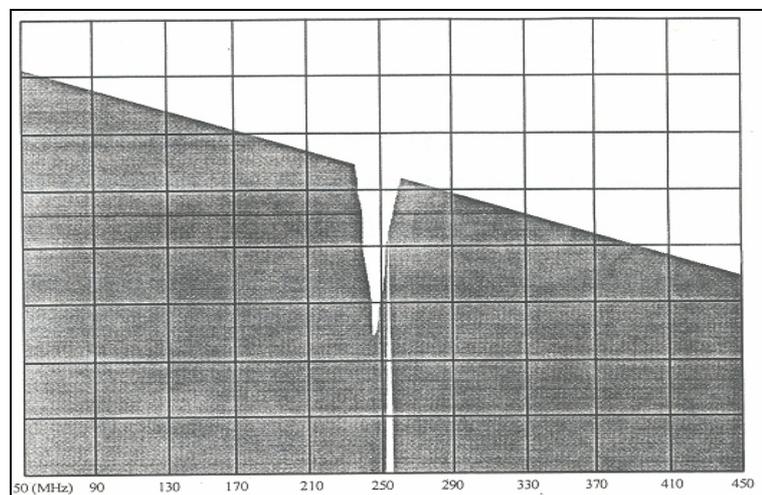
Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

10.1.6 Nivel de fugas de señal

Es una emisión indeseable de señales de un sistema de Tv por cable. Generalmente a través de coartaduras en el cable, corrosión o conexiones flojas que se hagan en los elementos a instalar. Una mala instalación puede provocar esta clase de fugas, dando como resultado la grafica que a continuación presentaremos, donde la calidad del equipo es un factor determinante en esta clase de procedimientos.

El 65% de las llamadas con problemas de señal estarán siempre relacionadas con el cable que se introduce en la instalación al cliente. Y el 15% de las llamadas con problemas estarán relacionadas con el convertidor del cliente.

Figura 35. Señal de Fuga de un Conector.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

10.1.7 Nivel de Ganancia

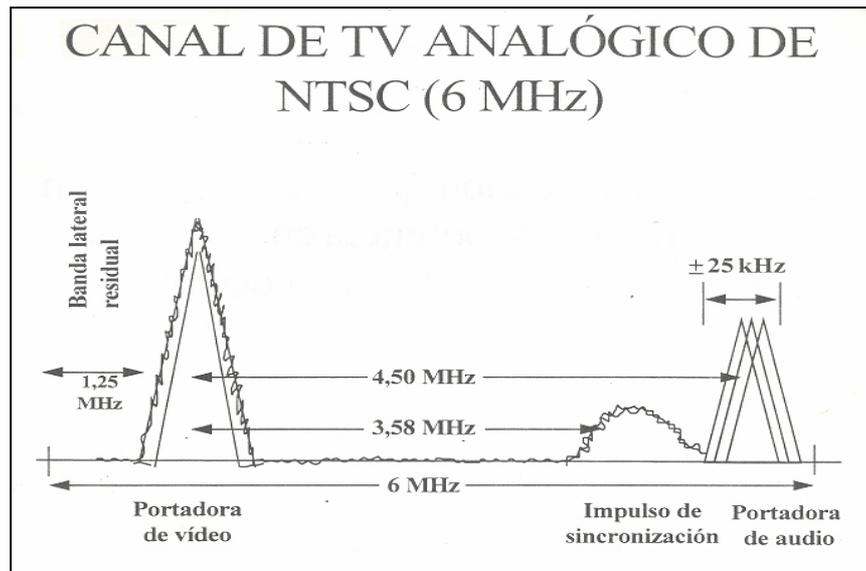
Nuestra ganancia en el sistema de distribución será en este caso la compensación para las pérdidas que ocurre cuando los niveles de la señal bajan a menos de las normas de nuestro diseño predeterminado para conservar siempre el funcionamiento de la cabecera de red.

Siempre tenemos que tener un control de la ganancia tomando muestras del nivel de la señal en el analizador de espectros para ajustar la salida de la etapa de ganancia utilizando potenciómetros de ajuste variable en el amplificador de lanzamiento, para mantener la señal deseada con la potencia nominal en dBmV.

10.1.8 Razones a portadoras

Nuestro primer paso es, difundir las señales que tengamos tanto de vídeo como de audiofrecuencia en el aire, donde éstas las superponemos en portadoras de RF. Dando con esto que el vídeo en amplitud modulada y la audiofrecuencia también será de frecuencia modulada, transmitiéndose cada canal en un ancho de banda de 6 Mhz, cada uno donde se incluya el impulso de sincronización y la diferencia de ancho de banda entre cada portadora.

Figura 36. Canal Analógico de 6 Mhz.



Fuente: Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha.

10.1.9 Portadoras a modulación cruzada

En el momento de tener el monitoreo de estado, podemos observar un tipo de distorsión de la señal del televisor en la que la modulación de una o más canales de televisión están superpuestos en uno o varios canales, si esto sucede con el analizador de espectros tenemos que calibrar cada modulador en el ancho de banda determinado de cada canal en los 6 Mhz, con el aural de cada uno, y con la amplitud de vídeo a una diferencia de 12dBmB a 17dBmV con respecto a la del audio.

10.1.10 Modulación por zumbido

Cabe mencionarla ya que es una modulación indeseable que se da en la portadora visual del televisor a través de las frecuencias de las líneas eléctricas, esto pasa cuando los cables coaxiales pasan cerca de fuentes de poder que alimentan a diferentes equipos, o cuando pasan cerca de líneas que transmiten corriente altera y esta por inducción penetra los cables de vídeo y audio.

10.1.11 Atenuación de salida

En el amplificador de lanzamiento se tiene que atenuar su salida, ya que la potencia de estos es tan alta que tiende a saturar la red de distribución, causando líneas horizontales en los televisores. En esta se provocan pérdidas intencionales lográndose de dos diferentes formas, una con la utilización de atenuadores fijos, o con la utilización de controles de ganancia y ecualización, o tilt, de un amplificador. Los atenuadores fijos están disponibles en diferentes valores según sea la necesidad. Y el control de ganancia de un amplificador atenúa hasta 10 dBmV, por medio de un potenciómetro variable.

10.1.12 Pérdida de ecualización en las frecuencias

Al recorrer la señal distancias largas de cable surge la necesidad de ecualizar, esto es debido a que entre mayor sea la frecuencia del canal a transmitir, mayor será la pérdida, en comparación con un canal de menor frecuencia. Para elegir el ecualizador correcto, se debe encontrar la pendiente que existe en el cable que coincide con la gama específica en la tabla de ecualizadores.

En los amplificadores de ganancias altas se puede emparejar la ecualización por medio de un ajuste variables hasta de 6 dB.

10.1.13 Nivel de Pendiente de salida con ajuste variable

Para poder tener una pendiente de salida optima, tenemos que ecualizar y atenuar nuestro amplificador, tomando en cuenta las lecturas de potencia en dBmV, del canal más bajo con respecto al canal más alto que se encuentre en nuestra cabecera de red. Si con esto tenemos aun una pequeña diferencia, con el ajuste variable podemos llegar a solucionar nuestro problema.

10.1.14 Longitud de onda

Se medirán la distancia entre dos puntos de fase correspondiente en ciclos consecutivos en una onda periódica, por medio de analizador de espectros.

10.1.15 Impedancias Característica

Esta se da en los cables coaxiales, ya que este es un tipo de cable con dos conductores que comparten el mismo eje. Y además consiste en un conductor central, dieléctrico aislante, blindaje conductor y cubierta protectora opcional.

La impedancia característica del cable coaxial la tomaremos en función de los diámetros de los conductores tanto interior como exterior. Tomaremos el factor K que es la constante dieléctrica de cualquier material, en este caso es la espuma que separa ambos conductores.

10.1.16 Monitoreo de Estado

Este será el método para vigilar o someter a prueba los parámetros del sistema. Sistema que basaremos a un P.C. que se comunicará con un transpondedor.

CONCLUSIONES

1. Por medio de este documento, se recabó toda la información necesaria, para realizar un manual que nos pueda dar un estudio detallado de fallas técnicas, que el equipo más comúnmente pueda sufrir, para tener un respaldo inmediato a la hora de existir un problema
2. Con esto se crea un comprobante de rendimiento del sistema, donde logramos medir todos los parámetros en RF, donde incluimos las respuestas de las diferentes frecuencias por medio del análisis de espectros, indicándonos el ancho de banda adecuado para cada canal de televisión, en la cual existen límites de portadoras de frecuencias, de color, vídeo, audio, ruido, separadas a un ancho de banda exacto una de la otra.
3. Optimizan las técnicas y eficiencias en la elaboración de un sistema colector y procesador de señales, con el propósito de prestar un mejor servicio a los abonados, y a la vez, se tiene una guía práctica para los instaladores de este tipo de equipos, con el fin de esquematizarles el funcionamiento en forma clara y entendible. Y que todo esto conlleve a estar siempre al frente de las innovaciones tecnológicas que se puedan dar, para poseer un grado de profesionalismo y competitividad muy alto.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario la actualización de manuales técnicos de esta índole, donde se tienda a simplificar no sólo el trabajo de adecuación de cada uno de los componentes de la Cabecera de Red, sino que también definir e identificar el equipo fundamental para su operación. Con esta información se recomienda realizar análisis económicos para determinar los costos de la Cabecera de red para no tener gastos innecesarios en su ejecución.
2. Se sugiere indicar todos los puntos clave del sistema operacional entre los que podemos mencionar, Sensibilidades atmosféricas, Sensibilidades a eclipses, Transmisiones a mucha potencia, Posibilidades de interrupciones de cualquier índole.
3. Una evaluación de la Cabecera de red en general, donde utilizando el equipo de medición idóneo, determinar los diferentes niveles de transmisión de portadoras de vídeo y audio, así como las pendientes a utilizarse en el sistema de salida, para tener el mejor rendimiento de la misma en su distribución exterior.

BIBLIOGRAFÍA

1. “Diseño de Redes de Comunicación de Banda Ancha”, Manual de Trabajo, General Instrument Corporation, México 1994.
2. “Códigos Eléctricos Nacional de EE:UU”, Normativos al servicio de instaladores y operadores, EE:UU, junio de 1991.
3. “Comisión Nacional de Normas Técnicas, EE:UU, Señales estándar para la industria del vídeo y televisión, EE:UU. Abril de 1985.
4. “Manual de Operaciones Satelitales” Documento de Pico MACOM, Febrero 2004.
5. Simón Haykin y Barri Van Veen. Sistemas de Señales con Modulación. (2da. Edición; Mexico: Limunsa. 2001).
6. Donal L. Herbert y Schilling. Principios de sistemas de comunicaciones. (2da. Edición; México: MacGraw-Hill 1986).
7. Lynn Hamlin. Sistemas de comunicaciones Electrónicos. (2da. Edición; Mexico: Pretice-Hill. 1996).