



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

# **ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL**

**Otoniel René Agustin Palacios**

Asesorado por el Ing. Rolando Palacios Gómez

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
**ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE  
COAXIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**OTONIEL RENÉ AGUSTIN PALACIOS**  
ASESORADO POR EL INGENIERO ROLANDO PALACIOS GÓMEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

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	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podzueck
EXAMINADOR	Ing. Juan Pablo Pastor Cojulún
EXAMINADOR	Ing. Jacobo Estuardo Ponce Chavarría
EXAMINADOR	Ing. Edwin Alberto Solares Martínez
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

## 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:

### **ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Eléctrica, el 12 de agosto de 2005.



Ottonel René Agustín Palacios

Guatemala 2 de Octubre de 2006

Ingeniero  
Ángel Roberto Sic García  
Coordinador de unidad de E. P.S  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.

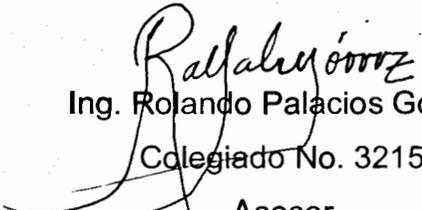
Estimado ingeniero Sic,

Por este medio me permito informarle que he revisado el informe final de proyecto de EPS titulado: "**ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL**", elaborado por el estudiante **OTONIEL RENE AGUSTIN PALACIOS** y he comprobado que cumple con los objetivos trazados en el anteproyecto.

Cabe mencionar que los puntos planteados en este trabajo representan un valioso aporte a la Universidad de San Carlos de Guatemala, a la empresa Telecomunicaciones de Guatemala S.A. y en general a la república de Guatemala.

Sin otro particular,

Atentamente:

  
Ing. Rolando Palacios Gómez

Colegiado No. 3215

Asesor

**Rolando Palacios Gómez**  
INGENIERO ELECTRICISTA  
COL. 3215



Guatemala, 03 de octubre de 2006  
Ref. EPS. C.537.10.06

Ing. Angel Roberto Sic García  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, **OTONIEL RENÉ AGUSTIN PALACIOS**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es titulado **"ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL"**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

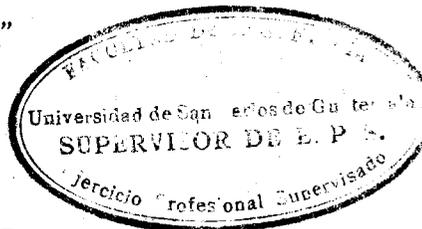
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Dá y Enseñad a Todos"

Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
Colegiado 6271

Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica - Eléctrica



KIER/jm



Guatemala, 03 de octubre de 2006  
Ref. EPS. C.537.10.06

Ing. Renato Escobedo  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Escobedo.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL".

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario, **OTONIEL RENÉ AGUSTIN PALACIOS**, quien fue asesorado por el Ing. Rolando Palacios Gómez y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García  
Director Unidad de EPS



ARSG/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Otoniel René Agustín Palacios titulado: **ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL**, procede a la autorización del mismo.

**Ing. Mario Renato Escobedo Martínez**

**DIRECTOR**



**GUATEMALA, 13 DE OCTUBRE 2,006.**



Ref. DTG.436.06

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL**, presentado por el estudiante universitario **Otoniel René Agustín Palacios**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, Octubre 2006

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>DIOS</b>	Por permitirme culminar este trabajo de graduación, dándome la fuerza y el entendimiento necesario.
<b>MIS PADRES</b>	Por su esfuerzo y sacrificio, para que pudiera ser un profesional.
<b>ESPOSA E HIJA</b>	Por la comprensión, apoyo y amor demostrado en todo momento.
<b>MIS HERMANOS</b>	Con cariño sincero, y que esto sirva como motivación para culminar sus estudios.
<b>A MI FAMILIA</b>	Por el cariño demostrado, y especialmente a mi abuela Juliana Gómez, quien ha sido la columna principal de una familia unida.
<b>MI ASESOR</b>	Por el apoyo brindado para realizar este trabajo y especialmente por sus consejos para llegar a culminar el proceso de graduación.
<b>COMPAÑEROS Y AMIGOS</b>	Por los momentos compartidos durante la época estudiantil.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIX</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes de la empresa	
1.1.1 Historia de la empresa	1
1.1.2 Servicios que presta la empresa	2
1.1.3 Visión de la empresa	2
1.2 Estructura de la empresa	2
1.3 Sistemas utilizados por la empresa	3
1.3.1 Transmisión de señal de TV	3
1.3.2 Transmisión de señal de Internet	3
1.3.3 Retorno de señal de usuarios a planta central	4
1.3.4 Estado actual de ruido en la señal.	4
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS</b>	<b>5</b>
2.1 Cable coaxial	5
2.1.1 Concepto	5
2.1.2 Tipos de cable coaxial	7
2.2 Fibra óptica	8
2.2.1 Concepto	8

2.2.2 Aplicación	11
2.3 Red HFC	11
2.3.1 Concepto y componentes	11
2.3.2 Cabecera	11
2.3.3 Red troncal	12
2.3.4 Red de distribución	13
2.3.5 Acometida	13
2.4 Elementos activos de red	14
2.4.1 Concepto	14
2.4.2 Aplicación	14
2.5 Elementos pasivos de red	16
2.5.1 Concepto	16
2.5.2 Aplicación	16
2.6 Señal transmitida en cable coaxial	18
2.6.1 Descripción de señal de cable	18
2.6.1.1 Canal de RF directo	19
2.6.1.2 Canal de RF de retorno	20
2.6.2 Transmisión por canales	21
2.6.3 Canales utilizados para transmitir y recibir señal	22
2.7 Cable módem	23
2.7.1 Funcionamiento de Cable módem	23
2.7.2 Aplicación	24
2.7.3 Tecnologías	27
<b>3. ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL</b>	<b>29</b>
3.1 Campos magnéticos y eléctricos	29
3.1.1 Concepto	29

3.1.2	Análisis en líneas coaxiales	29
3.1.3	Interferencias en coaxial	32
3.2	Ruido	33
3.2.1	Concepto	33
3.2.2	Relación señal a ruido	34
3.2.3	Tipos de ruido	36
3.3	Características técnicas	37
3.3.1	Equipo de medición	37
3.3.2	Equipo de análisis	38
3.3.2.1	Interpretación de gráficas en analizador de espectro	39
3.3.2.2	Causas de ruido en retorno	41
3.4	Procedimientos de detección de ruido	42
3.4.1	Puntos de muestreo	42
3.4.2	Cantidad de muestreo	48

#### **4. GUÍA TÉCNICA DE INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO DE SEÑAL DE TV E INTERNET POR MEDIO D CABLE COAXIAL**

4.1	Instalación de TV e Internet	49
4.1.1	Acometida	49
4.1.2	Distribución externa (usuario)	51
4.1.3	Distribución interna (usuario)	52
4.1.4	Preparación de cable RG-6 y conectores	53
4.1.5	Materiales a utilizar en instalación promedio	56
4.1.6	Herramienta	56
4.1.7	Ductos y registros	57
4.1.8	Conexión de cable módem	58
4.1.9	Niveles de señal para TV y cable módem	59

4.2 Mantenimiento preventivo	59
4.2.1 Descripción	59
4.2.2 Aplicación	59
4.3 Mantenimiento correctivo	61
4.3.1 Descripción	61
4.3.2 Solución de problemas de señal de tv	61
4.3.3 Solución de problemas de cable módem	68
<b>5. REALIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE RUIDO</b>	<b>71</b>
5.1 Aplicación de análisis de ruido	71
5.2 Ejecución de pruebas de medición	73
5.3 Documentación de análisis de ruido	76
5.4 Análisis de resultados obtenidos	79
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>83</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>87</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Estructura de cable coaxial	6
2	Cable RG-500	7
3	Cable RG-6	8
4	Fibra óptica	10
5	Estructura de fibra óptica	10
6	Estructura de red HFC	14
7	Esquema de frecuencia de un canal de TV	22
8	Fotos de cable módem	24
9	Estructura de un cable módem	25
10	Esquema de propagación de interferencia	33
11	Relación señal a ruido	35
12	Equipos de medición	38
13	Analizador de espectro	39
14	Gráfica de nivel de ruido normal	40
15	Gráfica de nivel de ruido elevado	41
16	Nodo o receptor como punto de muestra	43
17	Línea de distribución como punto de muestra	44
18	Tap de distribución como punto de muestra	45
19	Acometida como punto de muestra	46
20	Conexión de acometida	50
21	Detalle de conexión de tap o derivador	51
22	Conexión externa	52
23	Desnudar cable RG-6	53
24	Peladora de cable RG-6	54

25	Colocación de de conductor y dieléctrico	54
26	Ponchadora para cable RG-6	55
27	Conector RG-6 finalizado	55
28	Conexión de cable módem a PC	58
29	Curva de calibración de de señal de amplificador	64
30	Amplificador de señal	65
31	Equipo de medición para mantenimiento	68
32	Panel de alarmas de cable módem	69
33	Monitoreo de señal	71
34	Gráfica de ruido Nodo San Agustín	72
35	Gráfica de ruido Nodo Colinas de Monte María.	72
36	Informe de sistema de ordenes	73
37	Analizador de espectro en planta central o <i>Head End</i>	74
38	Proceso de revisión de ruido	75
39	Niveles de cable módem como punto de prueba	76
40	Nivel de ruido y relación C/N cable módem de muestra	77
41	Cable RG-6 abierto	78
42	Conexión realizada por usuario	78
43	Cable abierto en distribución interna	78
44	Pruebas realizadas por técnico	79
45	Antena de equipo para detectar interferencias	79
46	Proceso de colocación de conector	80
47	Conexión a tap o derivador	80
48	Niveles de cable módem según sistema de monitoreo	81
49	Gráfica de ruido normal (Nodo de muestra)	82
50	Amplificador troncal	94
51	Gráfica (ideal) de niveles de señal de cable módem	94
52	Conectores RG-6	95
53	Accesorios RG-6 (derivadotes y divisores)	95

54	Copla direccional RG-500	96
55	Taps o derivadores RG-500	98
56	Herramienta Básica	100
57	Gráfica de nivel de piso de ruido (ideal)	100

## **TABLAS**

I	Frecuencia de canales	89
II	Pérdidas en cable coaxial	93
III	Perdidas por inserción para Tap RG-6	95
IV	Pérdidas de señal en la salida de splitter (divisores) RG-6	96
V	Pérdidas por inserción para copla RG-500	97
VI	Pérdidas de señal en salida de splitter RG-500	97
VII	Pérdidas por inserción en tap RG-500	99



## GLOSARIO

<b>Acometida</b>	Conexión de punto final, punto de distribución hacia el abonado.
<b>AF</b>	Audio frecuencia: Rango de frecuencia que caen dentro del rango perceptible del oído humano: aproximadamente 20 a 20,000Hz.
<b>AM</b>	Amplitud Modulada.
<b>Amplitud</b>	El valor máximo de variación de una onda.
<b>Ancho de banda</b>	Es la diferencia entre el valor superior e inferior de una banda de frecuencia dada.
<b>Armónica</b>	Frecuencia agregada a una frecuencia original.
<b>Atenuación</b>	Es el decremento en magnitud de una onda mientras esta viaja en medio transmisor, o sea un cable o un circuito. La atenuación se mide como una razón o como logaritmo de razón.
<b>Blindaje</b>	Capa conductiva en un cable que tiene la función de reducir la interferencia electromagnética, puede ser una maya de alambre, una cinta metálica o una plástica metalizada.

<b>Capacitancia</b>	Es la propiedad que tiene un material dieléctrico situado en medio de dos conductores de almacenar electricidad.
<b>Capacitancia mutua</b>	Es la capacitancia que existe entre dos conductores cuando los demás conductores están conectados entre sí.
<b>Capacitator</b>	Dos superficies conductoras separadas por un material eléctrico . La capacitancia es determinada por el área de las superficies, tipo de dieléctrico y el espaciamiento entre los conductores.
<b>CATV</b>	Comunita Antena Televisión : Término empleado para los cables coaxiales destinados a los sistemas de televisión comunitaria.
<b>Conductividad</b>	La capacidad de un material para permitir el flujo de electrones, medido por la corriente por unidad de voltaje aplicado.
<b>Constante dieléctrica</b>	También llamada permitividad. Es aquella propiedad del dieléctrico que determina la cantidad de energía electroestática que puede almacenarse cuando es aplicado un voltaje.
<b>Cu</b>	Símbolo de cobre.

<b>Dieléctrico</b>	Es un medio aislante (no-conductivo).
<b>Diplexer</b>	unión de dos filtros, para separar o mezclar señales.
<b>Downstream</b>	Cadena de bajada, se interpreta como la recepción de cable módem
<b>dBs</b>	Abreviatura de decibeles
<b>Decibel</b>	Unidad relativa empleada en acústica y telecomunicaciones, para expresar la relación entre dos magnitudes, acústica o eléctrica. Es 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre la magnitud de interés y referencia. El Belio es el logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia, recibió el nombre en honor a Alexander Gram., Bell.
<b>Efecto piel</b>	Es la tendencia que tiene la corriente alterna de viajar en el perímetro del conductor con el incremento de la frecuencia.
<b>Electromagnético</b>	Se refiere a la combinación de campos eléctricos y magnéticos originado por el movimiento de Electrones por el conductor.
<b>f</b>	Frecuencia: El número de veces que una acción periódica ocurre en un lapso de tiempo: Es el número de

Hertz en los que una corriente en los que una corriente eléctrica completa un segundo.

<b>Fase</b>	Es la relación angular entre ondas.
<b>FM</b>	Frecuencia Modulada.
<b>Higroscopio</b>	Propiedad de algunos materiales de absorber agua del ambiente.
<b>Impedancia</b>	Oposición que presenta un circuito al paso de la corriente alterna.
<b>NTSC</b>	<i>National Television Systems Comitte</i> . Comité Nacional de normas para sistemas de televisión de Estados Unidos.
<b>Multimodo</b>	Varios modos (se aplica este término a uno de los tipos de fibra óptica).
<b>QAM</b>	Modulación de Amplitud en Cuadratura
<b>QPSK</b>	De las siglas <i>Quadrature Phase Shift Keying</i> , significa Modulación por desplazamiento de fase.
<b>RF</b>	Señal de Radio Frecuencia.
<b>TDMA</b>	<i>Time Division Multiple Access</i> , multiplexación por division de tiempo.
<b>Termoplástico</b>	Tipo de material plástico deformable.

**SCDMA**

De las siglas *Synchronous Code Division Multiplex Access*, *multiplexación* por división de códigos síncronos.

**Upstream**

Cadena de subida, se interpreta como la transmisión de cable módem.



## **RESUMEN**

Entre los diversos medios para telecomunicaciones, que se utilizan en Guatemala se encuentra el sistema de red HFC, tomando en cuenta las exigencias de usuario en lo que a calidad de servicio se refiere, es importante mencionar que este tipo de redes requieren un adecuado manejo desde su diseño hasta la operación de la red.

El desarrollo de este material, se enfoca en el análisis de ruido en la señal transmitida en un cable coaxial, que involucra toda la estructura de la red donde se presta el servicio de televisión e Internet a través de la red HFC. Abarca conceptos básicos, estructura de red, análisis de interferencias y una guía técnica de instalaciones y mantenimiento preventivo y correctivo principalmente para la conexión directa hacia el usuario denominada acometida.

Con esto, se logra dar conocimiento básico al personal técnico que se dedica al manejo diario de redes que prestan los servicios mencionados y crear conciencia del uso adecuado de equipo, materiales y herramienta específicos, para poder brindar servicios de calidad al usuario.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Documentar los requerimientos técnicos para desarrollar un análisis detallado del ruido o interferencias en una señal transmitida en cable coaxial.

### **ESPECÍFICOS**

1. Describir los servicios brindados por la empresa.
2. Describir el funcionamiento de redes HFC
3. Conocer conceptos y funcionamiento de equipo y herramienta.
4. Analizar y describir las diferentes fuentes de ruido que pueden afectar al usuario de este tipo de servicio.
5. Realizar un documento con guía técnica, y procedimientos específicos para evitar fuentes de ruido.
6. Verificar en puntos estratégicos afectados por interferencias y que representan problema para la empresa y sugerir soluciones.



## INTRODUCCIÓN

Las redes de televisión por cable representan un medio de comunicación para la sociedad. De acuerdo con la evolución que se ha presentado en dichas redes ha sido posible incrementar los servicios que se pueden ofrecer a través de las mismas, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad y el interés por satisfacerlas, a través de las empresas que se dedican a este tipo de servicios.

En Guatemala, se ofrecen diversos servicios como señal de televisión, Internet, cámaras de control y en un futuro próximo telefonía por medio de redes de cable coaxial que llega a cada usuario.

Actualmente, en las redes de cable coaxial existentes se presentan diversos problemas que inciden directamente en la calidad del servicio ofrecido al usuario. Estos problemas básicamente se deben a defectos en la construcción de la red, por desconocimiento del personal técnico sobre la forma correcta de manipulación del cable y sus elementos. Asimismo en el mantenimiento preventivo y correctivo se generan deficiencias en la calidad del servicio y en el tiempo efectivo de trabajo, por desconocimiento de los procedimientos a seguir para detectar las causas de inserción de ruido o interferencias.

Con el desarrollo de este proyecto de EPS se busca beneficiar a la empresa donde se ejecutó y a otras que se dedican a brindar los servicios de televisión e Internet por cable, ya que permitirá establecer los medios y procedimientos necesarios para realizar de forma correcta las instalaciones y mantenimiento de las redes que conectan directamente al usuario. Así como identificar las fuentes de ruido que afectan los servicios prestados.

## **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

### **1.1 Antecedentes de la empresa**

#### **1.1.1 Historia de la empresa**

En el año de 1988 surgió la empresa denominada Mayacable, prestando los servicios de televisión por cable, ofreciendo a los usuarios 16 canales que permitían tener una variedad de señal en ese entonces. Los servicios se prestaban con lo mínimo de requerimientos técnicos para este servicio. A medida del surgimiento de otras empresas que ofrecían el mismo producto, se debía competir con calidad de servicio y número de canales.

Alrededor de 1990, Mayacable adquirió en propiedad algunas pequeñas empresas que brindaban el servicio de televisión por cable (CATV) en diferentes zonas de la capital, con la visión de formar lo que ahora es la marca comercial Comtech, del grupo SERCOM, que abarca actualmente la mayoría de zonas de la ciudad capital de Guatemala.

Hasta 1997 solo se ofrecía el servicio de canales de televisión, los cuales se incrementaron paulatinamente hasta llegar a tener 52 canales, exteriores, a los que se adicionaron los cuatro canales locales. A partir del año 1998 se inició con los servicios de Internet por cable y se incrementó a 64 canales de televisión transmitidos en forma analógica.

Con el transcurrir de los años, se ha llegado a una estandarización de la red, utilizando tecnología de punta para poder brindar todos los servicios como lo requieren las normas internacionales relacionadas a este ramo y se incrementó el número de canales a 84.

### **1.1.2 Servicios que presta la empresa**

En la actualidad, Comtech presta los servicios de Internet de alta velocidad, transmisión de 84 canales, publicidad y servicio de cámaras de control de acceso a edificios ó condominios, esto a través de las redes de fibra óptica y cable coaxial, existentes en zonas de la capital y Antigua Guatemala. Con un número mayor a los cuarenta y cinco mil usuarios.

### **1.1.3 Visión de la empresa**

La visión de la empresa se expresa así: “Incrementar el número de usuarios de servicios de televisión e Internet, mediante un servicio de calidad, agregando servicios de televisión digital, telefonía por cable coaxial y otros de valor agregado, a clientes en Guatemala y Centro América.

## **1.2 Estructura de la empresa**

Es una empresa que está funcionando por departamentos, los cuales se describen así:

Director general: Dirige todos los departamentos existentes.

Departamento de ventas: Encargado de las ventas, nuevos usuarios.

Departamento de planta interna: Encargado del funcionamiento de planta central (*Head End*).

Departamento de gestión: Encargado de monitorear y gestionar el trabajo de todo el personal técnico de la empresa, llamadas a usuarios.

Departamento de construcción de red: Encargado de construir red solicitadas por el departamento de ventas y remodelaciones de la misma.

Departamento de operaciones: Está subdividido en dos partes:

Mantenimiento de líneas troncales: Encargado de líneas principales y de distribución RG-500, incluyendo equipos de amplificación.

Instalaciones y mantenimiento de abonados: Encargado de la instalación y

mantenimiento desde la acometida y las distribuciones internas de los usuarios. Es precisamente en este departamento donde se enfoca este estudio. Se mencionan los demás para que todo el personal esté enterado del funcionamiento de la empresa.

### **1.3 Sistemas utilizados por la empresa**

#### **1.3.1 Transmisión de señal TV**

Esta se origina en la cabecera principal del sistema, captada vía satélite y se transmite a través de la red diseñada para el efecto, utilizando el sistema internacional NTSC (*National Television Systems Comité*, Comité Nacional para Normas de Televisión en Estados Unidos). Cada canal tiene una frecuencia asignada, de acuerdo a esta norma y están numerados del canal 2 al 84 (transmisión analógica) a excepción de los canales 79, 80 y 81 (transmisión digital) utilizados para señal de Internet, específicamente en Comtech. Los canales están clasificados por franjas como: infantiles, deportes, noticias y películas, exceptuando los canales 3, 7, 11 y 13 que son canales locales de Guatemala. La descripción de cómo se logra la transmisión de dichos canales, se hace en el capítulo 2 (2.6.1).

#### **1.3.2 Transmisión de señal en Internet**

Para la transmisión de esta señal, están designados los canales 79, 80 y 81, en los que se manda una portadora digital a diferencia de los demás canales que es analógica. Se logra a través de los equipos de transmisión adecuados colocados en la cabecera, la red y cable módem conectado a la computadora del usuario. Aquí es cuando el usuario puede navegar por Internet, recibir correo electrónico, imágenes etc. La descripción completa de este tema se trata en los puntos 2.6.2 y 2.6.3 de este material.

### **1.3.3 Retorno de señal del usuario a planta central**

Esto se logra, utilizando el equipo necesario que está conectado a la red coaxial, como enlace entre el usuario y la planta central, utilizando un canal de retorno de frecuencia más baja que las frecuencias utilizadas para enviar la señal de canales utilizados para recibir la información. Así como el equipo necesario en la planta central para procesar los servicios requeridos, un ejemplo de esto es el correo electrónico que es un servicio de doble vía. La descripción de la señal de retorno se hace en el punto 2.7.2.

### **1.3.4. Estado actual del ruido en la señal**

Constantemente, se hace un monitoreo del nivel de ruido que pueda estar afectando la transmisión de la señal, específicamente la de retorno, debido a que es la más sensible a esto y que puede hasta bloquearse si el nivel de ruido es muy alto.

El ruido, se interpreta como toda interferencia que pueda afectar una señal, este nunca se eliminará debido a que también juega un papel importante la relación señal a ruido, que debe mantenerse a cierto nivel para que no represente problemas. Esto se explicará a detalle en el capítulo 3 de este informe.

Actualmente, comtech cuenta con problemas diversos debido al ruido o interferencias que se presentan, principalmente en la acometida y distribución interna del usuario, aunque no se descarta la red de distribución principal con cables y accesorios correspondientes. Se ha determinado que en un 90% de problemas de interferencia, se deriva de un manejo inadecuado de cable, accesorios y herramienta que se utiliza para la acometida y distribución del usuario, que es donde se enfoca este estudio.

## 2. CONCEPTOS BÁSICOS

### 2.1 Cable coaxial

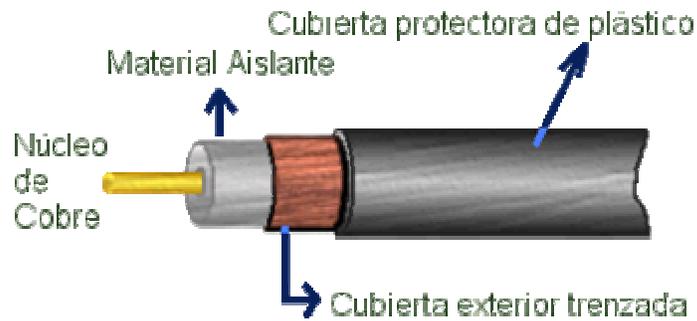
#### 2.1.1 Concepto

El nombre de coaxial viene de la contracción de *Common Access* o acceso común al medio. El cable coaxial cobró gran popularidad en sus inicios por su propiedad idónea de transmisión de voz, audio y video, además de textos e imágenes. El cable coaxial está estructurado (de adentro hacia afuera) de los siguientes componentes:

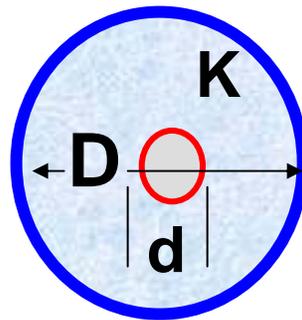
- Un núcleo de cobre sólido o de acero con capa de cobre (dependiendo del fabricante).
- Una capa de aislante que recubre el núcleo o conductor, generalmente de material de polivinilo, dicho aislante tiene la función de guardar una distancia uniforme del conductor con el exterior.
- Una capa de blindaje metálico, generalmente cobre o aleación de aluminio entretejido (a veces solo consta de un papel metálico) cuya función es mantenerse lo más apretado posible para eliminar las interferencias, además de que evita de que el eje común se rompa o sesgue demasiado; ya que si no se mantiene el eje común, trae como consecuencia que la señal se pierda. Esto afectaría la calidad de la señal.

Una capa final de recubrimiento, generalmente de color negro y por lo general de vinilo, xelón, polietileno uniforme para mantener la calidad de las señales.

**Figura 1. Estructura de cable coaxial**



El cable coaxial tiene una impedancia característica, que está dada por:



$$Z = 138 \text{ Log}_{10} \frac{D/d}{\sqrt{K}}$$

Z = Impedancia característica del cable coaxial utilizado para CATV

D= Diámetro exterior

d= Diámetro de conductor central o interno

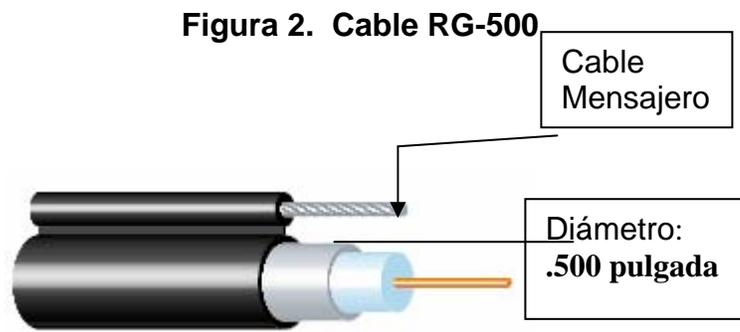
K= Constante dieléctrica.

$Z = 75$  Ohmios. (Impedancia específica para cable utilizado para CATV)

### 2.1.2 Tipos de cable coaxial

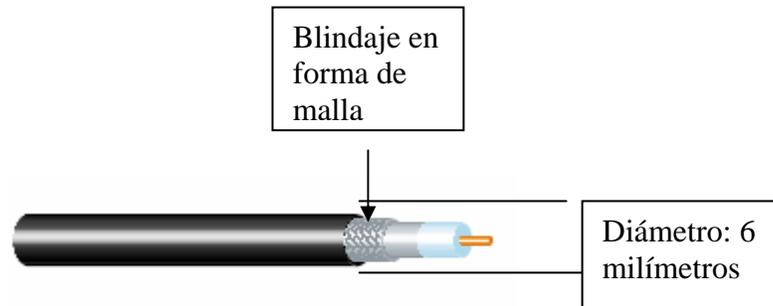
Existen diferentes denominaciones de este cable, (RG-59, RG-58, R6-6, RG-500, RG, 750), determinados por su diámetro. La descripción RG, se obtiene de Radio Guide (guía de radio) debido a que se utilizaba para antenas de radio. En la actualidad en las redes de troncales y de distribución de Comtech se utilizan cables RG-500 y RG-6 para las acometidas de usuario.

CABLE RG-500: Cable coaxial que por su propiedad de 100% de blindaje y su menor pérdida en comparación del RG-6, es utilizado en las líneas principales y distribuciones externas. Para ver la estructura de este cable, ver figura 2. En la tabla No. 2 del apéndice, se observan las pérdidas por distancia y frecuencia de los tipos de cable que se utilizan en nuestra red.



CABLE RG-6: Cable coaxial que por su fácil manejo es utilizado para las acometidas y distribuciones internas de los abonados. Se utiliza con el 95% de blindaje en forma de malla. Ver figura 3

**Figura 3. Cable RG-6**



## 2.2 Fibra óptica

### 2.2.1 Concepto

Se trata de un medio flexible y fino (de 2 a 125  $\mu\text{m}$ ) que conduce energía de naturaleza óptica con capacidad de conducir señales de luz moduladas. El cable de la fibra óptica no transporta impulsos eléctricos, como lo hacen otros tipos de medios de la red de datos que usan cables de cobre, en cambio las señales electrónicas se convierten en haces de luz. Comparado con otros medios el uso de la fibra es de costo elevado, pero con la posibilidad de transmisión de señales de alta capacidad.

La mayoría de las fibras ópticas se hacen de arena o sílice. Con solo unos kilogramos de vidrio se pueden fabricar aproximadamente 43 kilómetros de cable. Su forma es cilíndrica compuesta con tres secciones radiales: El núcleo, la funda óptica y el revestimiento.

- a. El núcleo es la parte del interior y constituye la guía de ondas que transporta las señales y se puede hacer en sílice, cuarzo fundido o plástico.

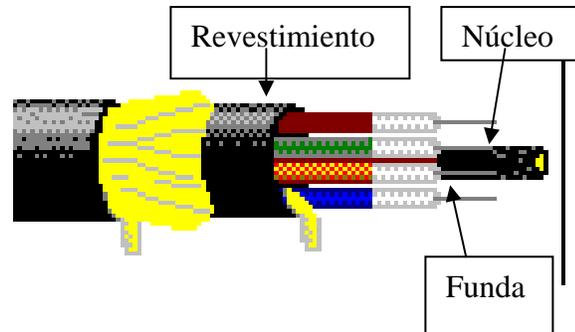
- b. La funda óptica generalmente esta compuesta por los mismos materiales del núcleo y es la que no permite que las ondas se refracten, es decir evita que se salgan del núcleo.
- c. El revestimiento es hecho de plástico y es la parte que protege el núcleo. Estos componentes, se observan en la figura 4

El sistema básico de transmisión de señales a través de fibra óptica esta compuesto en este orden: Comienza con la señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, receptor, amplificador y termina con la señal de salida.

Existen varios tipos de fibra óptica:

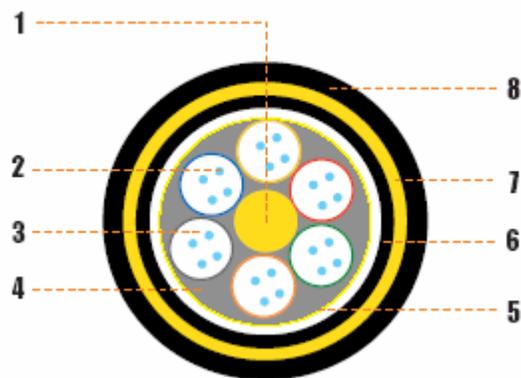
1. La primera es la Fibra monomodo, esta es la que tiene mayor capacidad de transportar información. Pero es la más complicada de establecer. Pueden pasar 100 GHz/km. Se conoce como "monomodo" que significa modo de propagación o camino del haz luminoso, único.
  
2. La segunda es la Fibra Multimodo de Índice Gradiente Gradual, en la cual pueden pasar alrededor de 500 GHz/km.
  
3. La tercera Fibra Multimodo de Índice escalonado, esta llega hasta los 40 GHz/km.

**Figura 4. Fibra óptica**



La estructura de la fibra se muestra en la figura 5:

**Figura 5. Estructura de la fibra (corte transversal)**



1. Elemento central dieléctrico
2. Fibra óptica identificada por color
3. Tubo termoplástico de relleno

4. Compuesto repelente a la humedad dentro y fuera de los tubos
5. Cinta e hilos no higroscópicos
6. Cubierta interna de polietileno
7. Protección de fibra de vidrio
8. Cubierta externa de polietileno negro

### **2.2.2 Aplicación**

La fibra óptica es utilizada en enlaces principales que tienen distancias grandes, para evitar pérdidas significativas en la transmisión de la señal. Es el medio utilizado actualmente, para transmitir la señal entre cabecera principal, hacia los Hubs y Receptores (nodos). Dichos enlaces pueden llevar servicios de video, voz y datos.

## **2.3 Red HFC**

### **2.3.1 Concepto y componentes**

Una red HFC es una red de cable que combina en su estructura el uso de la fibra óptica y el cable coaxial. Este tipo de redes representa la evolución natural de las redes clásicas de televisión por cable (CATV). Una red de HFC (Red híbrida de fibra y cobre, del significado de sus siglas en inglés *hybrid, fiber, copper*) está compuesta básicamente por una cabecera de red, red troncal, red de distribución y acometida hacia el hogar del abonado.

### **2.3.2 Cabecera (*Head End*)**

Es el órgano central desde donde se gobierna todo el sistema. Suele disponer de una serie de antenas que reciben las señales de los canales de TV y radio de diferentes sistemas de distribución (satélite, microondas, etc.), así

como de enlaces con otras cabeceras o estudios de televisión y con redes de otro tipo que aporten información susceptible de ser distribuida a los abonados a través del sistema de cable. Las redes de CATV originalmente fueron diseñadas para la distribución unidireccional de señales de TV, por lo que la cabecera era simplemente un centro que recogía las señales de TV y las adaptaba a su transmisión por medio de su red de cable. Actualmente, las cabeceras han aumentado considerablemente en complejidad para satisfacer las nuevas demandas de servicios interactivos y de datos a alta velocidad.

### **2.3.3 Red troncal**

Es la encargada de repartir la señal compuesta generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo-coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y el cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica.

Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí. En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la cabecera a usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales(doble vía), los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

### **2.3.4 Red de distribución**

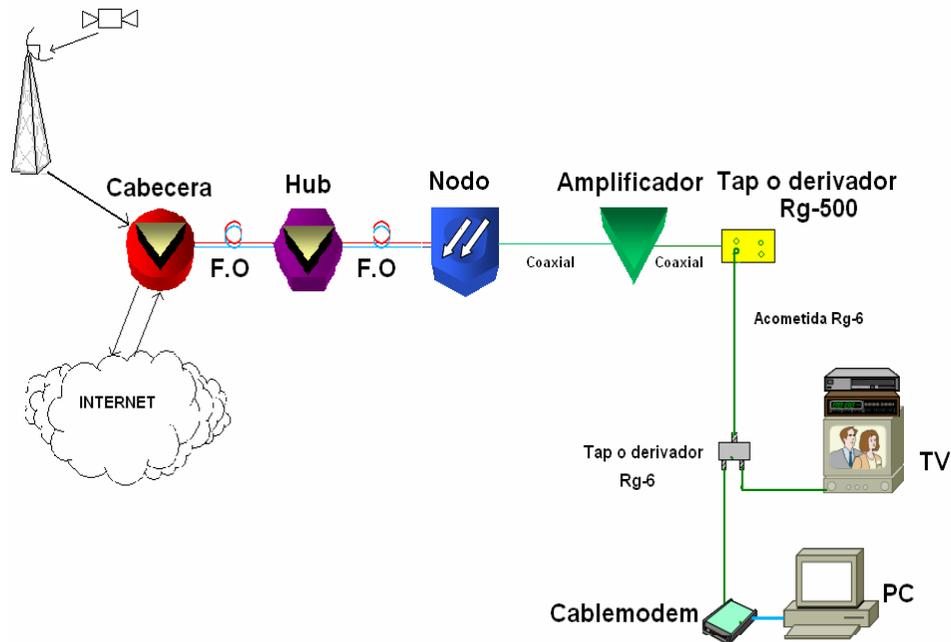
Está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado. En el caso de la red de Comtech normalmente la red de distribución contiene un máximo de 6 amplificadores en cascada partiendo desde el receptor óptico, utilizado para recibir la señal en forma de luz y transmitirla en RF. También cuenta con los derivadores necesarios para distribuir la señal a los usuarios. Los componentes de esta red son los siguientes: Cable coaxial, amplificadores troncales, extensores de línea, amplificadores de distribución (para edificios o casa de grandes dimensiones), derivadores, divisores y accesorios como conectores de los calibres RG-500 y RG-6. Ver tablas 3, 4 y 5 del apéndice.

### **2.3.5 Acometida**

Esta es la que llega a los hogares de los abonados y es sencillamente el último tramo antes de la base de conexión, en el caso de los edificios es la instalación interna. Generalmente está compuesta por cable calibre RG-6 y accesorios respectivos.

En figura 6 se muestra la estructura de una red HFC .

**Figura 6. Estructura de Red HFC**



## 2.4 Elementos activos de red

### 2.4.1 Concepto

Son todos los elementos que se encuentran en una red de cable, que decodifican o amplifican la señal, utilizando voltaje para funcionar. De estos equipos se hace mención y una descripción de cada uno así como su aplicación, en cada una de las partes de red HFC en el punto siguiente:

### 2.4.2 Aplicación

1. **Decodificador o Convertidor:** Equipo electrónico que decodifica y convierte las frecuencias de señales de televisión que no sean VHF en frecuencias VHF estándar.

2. **Modulador:** Equipo usado para cambiar la frecuencia de las señales correspondientes a un canal de televisión a las frecuencias de otro canal.
3. **Combinador:** Equipo usado para unir todos los canales en una sola salida.
4. **Transmisor:** Es el equipo encargado de transmitir la señal de la cabecera hacia los receptores ópticos o red troncal.
5. **Receptor Óptico:** Es el equipo que se usa para recibir la señal óptica y convertirla en señal de RF o de televisión por cable.
6. **Amplificadores:** Equipo que sirve para devolverle a la señal de televisión, los valores de potencia que se han perdido mientras está se conduce por la línea de transmisión o bien por la inserción de equipos pasivos. Entre los amplificadores más usados podemos mencionar:
  - a. **CA 30:** Amplificador que no se puede usar expuesto a la intemperie, amplifica 30 dBs, puede manejar niveles de entrada entre 15 y 25 dBs. Además no necesita de ecualizadores y atenuadores externos para su calibración, ya que los trae incorporados.
  - b. **CA 50:** Amplificador que no se puede usar expuesto a la intemperie, amplifica 50 dBs, puede manejar niveles de entrada entre 0 y 5 dBs. Además no necesita de ecualizadores y atenuadores externos para su calibración, ya que los trae incorporados.
  - c. **Extendedores de Línea (*Line Extender*):** Amplificadores para uso en exteriores, que son usados para extender la línea o para rematarla, es decir, son el último amplificador que se coloca. Tiene la ventaja que toman su alimentación de la propia línea de transmisión. Estos amplificadores si necesitan atenuadores y ecualizadores externos, para su calibración.

- d. Amplificadores Troncales:** Son los amplificadores que se usan para reestablecer los valores de la señal en toda la línea principal o troncal. Toman su alimentación de la línea de distribución y utilizan ecualizadores y atenuadores externos para su calibración. Estos amplificadores tienen dos salidas auxiliares que son usadas para dejar líneas de distribución en el recorrido de la línea principal.
  
- e. Fuentes:** Son los equipos que suministran energía a todos los elementos activos que se encuentran en la línea de transmisión. Existen de 60 o 90 voltios, de 15 y 20 Amperios de capacidad. Se conectan a la red de cable coaxial a través de un Power insert (insertor de potencia). La forma de onda de estos equipos se le denomina cuasicuadrada, debido a que no es senoidal y tiende a ser de forma cuadrada.

## **2.5 Elementos pasivos de red**

### **2.5.1 Concepto**

Son todos los elementos que se encuentran en un sistema de televisión por cable, que no utilizan voltaje para su funcionamiento y generalmente se utilizan en la distribución o división de señal.

### **2.5.2 Aplicación**

- 1. Conectores:** Accesorio que se instala en los extremos del cable a fin de proporcionar una conexión óptima, del cable a un accesorio pasivo o

activo. Existen de diferentes calibres, generalmente se usan RG-500 y RG-6.

2. Unión: Accesorio usado para unir dos cables coaxiales.
3. Acoplador Direccional (Copla): Accesorio que se utiliza para dividir la señal de entrada en dos señales de salida con atenuaciones diferentes.
4. Derivador (*Tap*): Accesorio que se utiliza para la interconexión entre la línea de distribución y la acometida de los abonados. Existen dos tipos, los que se usan con cable Rg500 y los que se usan con cable RG6. Los primeros tienen la característica que se pueden conectar varios abonados a un mismo accesorio, mientras que en los de RG-6 solo se puede conectar uno, debido a que cuentan con una salida para que continúe la señal y otra que sirve para derivación. El accesorio RG-6 normalmente se utiliza para hacer distribuciones de usuario.
5. Divisor (*Splitter*): Accesorio usado para dividir la señal de entrada en dos o más señales de salida.
6. Ecuilizador: Este accesorio es usado para disminuir en potencia solo cierta parte de la señal de cable de entrada, en específico canales del 2 al 22.
7. Atenuador (*Pad*): Dispositivo que reduce en la proporción deseada la amplitud o intensidad de las señales que lo atraviesan. Es usado para disminuir la entrada o salida en los amplificadores.
8. Antena: Dispositivo destinado a captar señal de radio frecuencia (RF).
9. Insertor de Potencia (*Power Inserter*): Es el dispositivo utilizado para mezclar la señal de RF y la energía eléctrica.
10. Terminal de 75 Ohm: Accesorio que es utilizado para cargar la línea y evitar reflexión de señal.
11. Filtros: Son accesorios que sirven para anular una fracción del espectro de señal.

12. Transformador de Impedancia: Accesorio utilizado para cambiar la impedancia de la línea de 75 ohmios y son usados en la mayoría de casos para conectar televisiones antiguas, que no tienen entrada coaxial, sino en su lugar solo dos tornillos para conectar la antena.

## **2.6 Señal transmitida en cable coaxial**

### **2.6.1 Descripción de señal de cable**

El sistema de cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de TV manifestada por aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de una antena comunitaria, que ubicada a gran altura proveía de la señal que era distribuida a toda la comunidad por un cable coaxial como vínculo.

Las redes fueron creciendo y la cantidad de canales a transmitir fue cada vez mayor, se agregaron programas en vivo, desde VCR o desde generadores de caracteres; finalmente fue agregada la recepción de señales vía satélite. Se comenzó utilizando solo los cinco canales de banda baja, para luego ir pasando a hacer uso de las bandas altas, medias y superbanda.

En muchos casos se hizo necesario agregar un convertidor de canales externo al televisor para poder sintonizar la totalidad de los canales. La clasificación de bandas de canales está en el punto 2.6.3 de este material.

### 2.6.1.1 Canal de RF directo

Se denomina SEÑAL DE CABLE a la que viaja en una línea de transmisión (cable coaxial), que consta de canales de televisión, colocados en diferentes posiciones del espectro de frecuencia y de señal digital usada para brindar otros servicios. Cuando es solo señal de televisión se utiliza la línea en una sola dirección (una vía), pero cuando se le agregan otros servicios, como el de conexión a internet, es necesario utilizar la línea en las dos direcciones (doble vía). Las características de este canal se observan en la tabla siguiente:

FRECUENCIA	Desde 50 a 860 Mhz
Ancho de banda	6 Mhz por canal
Relación C/N	No menos de 35 dBs
CTB, CSO	No mayor de -50 dBs
XMOD	No mayor de -40 dBs

C/N: (Carrier to Noise), es la relación en dBs de portadora de retorno a nivel de piso de ruido.

CTB: (Composite Triple Beat, relación en dBs, de la potencia pico de la distorsión agregada a la frecuencia de la portadora de video).

CSO: (composite Second order, relación en dBs, de la potencia pico de la portadora de video a el pico de la señal de la distorsión agregada +/- 0.75 Mhz ó +/- 1.25 Mhz, a la frecuencia de portadora de video).

XMOD: Modulación cruzada

### 2.6.1.2 Canal de RF de retorno

La señal de Internet por cable es la que se utiliza para conectar a un usuario a la red mundial, por medio de cable coaxial, para realizar esta conexión se utilizan dos tipos de señales, las cuales son:

Señal de ida (Forward, Downstream): Es la información que se envía de la cabecera hacia el suscriptor. Se encuentra modulada en un formato digital de 16 QAM, pero a su vez es colocada en la señal de cable como un canal de televisión más, es decir con 6 MHz de ancho de banda y con su portadora de imagen, utilizando la frecuencia de los canales 79, 80 y 81 en el caso específico de Comtech. Toda la información y hasta la portadora tiene un formato digital, ésta es la razón que no muestre ninguna imagen ni audio cuando se sintonizan estos canales, además su nivel de potencia siempre es menor que la de los canales adyacentes a estos, debido a su portadora digital.

Señal de retorno (Return, Upstream): Son los requerimientos que el suscriptor hace a través del cable módem hacia la cabecera. Estos envíos de información se realizan en la parte baja del espectro, antes del canal 2 (debajo de los 50 MHz), parte del espectro propensa a ser vulnerable al ruido. Cada cable módem utiliza una portadora (37 Mhz) alrededor de la cual envía su información modulada en formatos digitales. Cabe mencionar que estos equipos tienen la capacidad para buscar que parte del espectro se encuentra menos congestionada, y es por ahí que levanta su portadora.

Frecuencia	5 a 50 Mhz
Relación C/N	No menos de 25 dBs
Relación Portadora/ingreso	No menos de 25 dBs
Relación Portadora/interferencias	No menos de 25 dBs

La señal presenta pérdidas en el cable coaxial, debido a la distancia que recorre, por inserción de dispositivos en la red y temperatura. Dichas pérdidas se observan en el apéndice 6 en tabla de pérdidas por distancia en los diferentes calibres de cable.

### **2.6.2 Transmisión por canales**

Un canal es toda la información contenida en un tamaño específico del espectro, sirve para poder colocar y enviar varios canales en una misma línea de transmisión, y después poder recuperarlos por separado sin que ellos se mezclen. En un canal de televisión estándar se maneja un formato de 2 portadoras, con información y modulación diferente en cada una, todo esto contenido en un ancho de banda de 6 MHz.

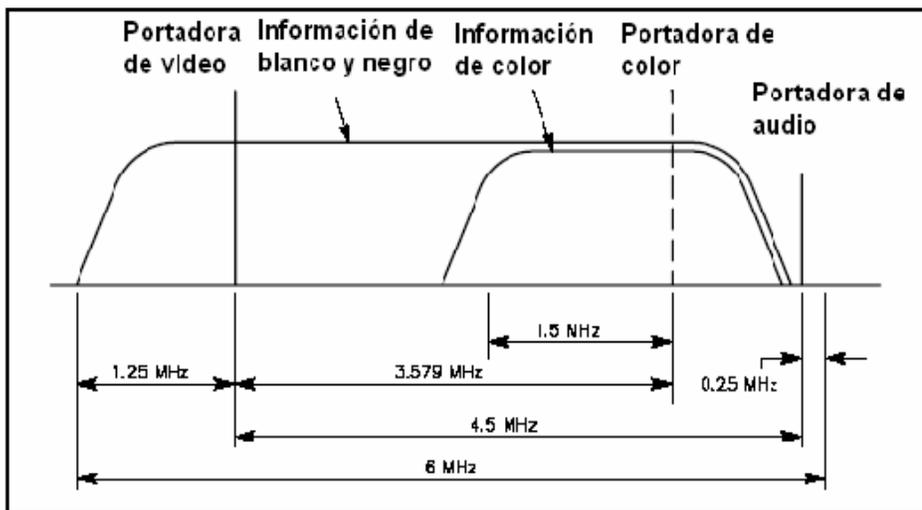
La portadora principal es llamada de imagen, se encuentra a 1.25 MHz del borde inferior del canal, tiene la función de contener toda la información de la imagen, también se usa para ubicar la posición del canal en espectro.

Es la intensidad de ésta portadora la que se mide para saber la potencia o nivel del canal. La segunda portadora se encuentra a 0.25 MHz del borde superior del canal y es de menor intensidad que la de imagen, es llamada la portadora de audio, ya que contiene el audio del canal.

Se transmite utilizando el sistema internacional NTSC de codificación y transmisión de televisión analógica, desarrollado en Estados Unidos en 1940, y que se emplea en la actualidad en la mayor parte de América y Japón, entre otros países.

El nombre viene del comité de expertos que lo desarrolló, el National Television System Committee, que significa Comité Nacional de sistemas de Televisión. A continuación se presenta la figura 7 donde se presenta el esquema de frecuencias de un canal de televisión.

**Figura 7. Esquema de frecuencias de un canal de tv**



### 2.6.3 Canales utilizados para transmitir y recibir señal

En la tabla siguiente se detallan los canales por bandas. Las frecuencias específicas para cada canal se encuentran descritas en la tabla 1 del apéndice.

CANALES	FRECUENCIAS
Subbanda para CATV Ch. T7 a T13	7-47.5 Mhz
Banda Baja VHF CH 2-6	55-88 Mhz
Banda Alta VHF Ch. 7-13	175-216 Mhz
Banda Media UHF Ch. 14-22	121-174 Mhz
UHF Ch 95-99	91-120 Mhz
Super Banda CATV Ch 23-36	216-300 Mhz
Hyper Banda CATV Ch 37-62	300-456 Mhz
Ultra Banda CATV Ch 63-158	457-1002 Mhz

Los canales específicos para transmitir la señal de televisión abarcan del 2 al 84 con transmisión análoga a excepción de los canales 79, 80 y 81, que es donde se transmite la señal de bajada de Internet (Downstream) con portadora digital. Para el canal de retorno, se utiliza el canal T11.

## **2.7 Cable módem**

### **2.7.1 Funcionamiento de cable módem**

El término “Cable módem”, hace referencia a un equipo que opera sobre la red de televisión por cable, modula y demodula la señal; convierte la señal análoga en señal digital: unos y ceros que es el lenguaje que interpreta el equipo de computo del usuario. Su funcionamiento se logra a través de CMTS (Sistema Terminal de Cable módem) que se ubica en la cabecera o Head End y la red HFC.

Esta conexión que utiliza la red de distribución de la televisión por cable para transmitir en el rango entre 3-50 Mbps. La distancia de la conexión podría alcanzar los 100 Kms. O más, ubica el haz “Downstream Data”, datos enviados desde el Internet al computador del usuario, en un canal de 6 Mhz del cable, los datos lucen como cualquier otro canal de televisión. El “Upstream Data”, datos enviados desde el usuario hacia el Internet, ocupa mucho menos espacio, 2 Mhz. Para colocar los datos de Upstream y Downstream en el sistema de televisión por cable se requieren dos tipos de equipos:

- Un Cable módem en el extremo del usuario.
- Un Sistema de Terminación del Cable MODEM (*Cable-Modem Termination System-CMTS*) del lado del proveedor.

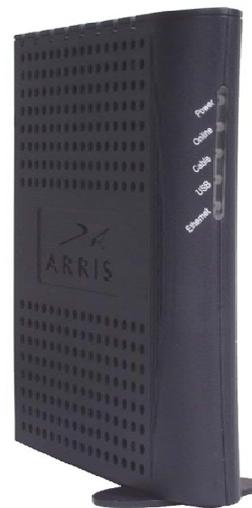
Existen diversos fabricantes de cable módem, entre los principales están Motorola, Arris y Scientific Atlanta. En la figura 8 se muestran dos diferentes clases de cable módem

**Figura 8. Fotos de cable módem**



CABLE MÓDEM

Motorola Modelo SB5100



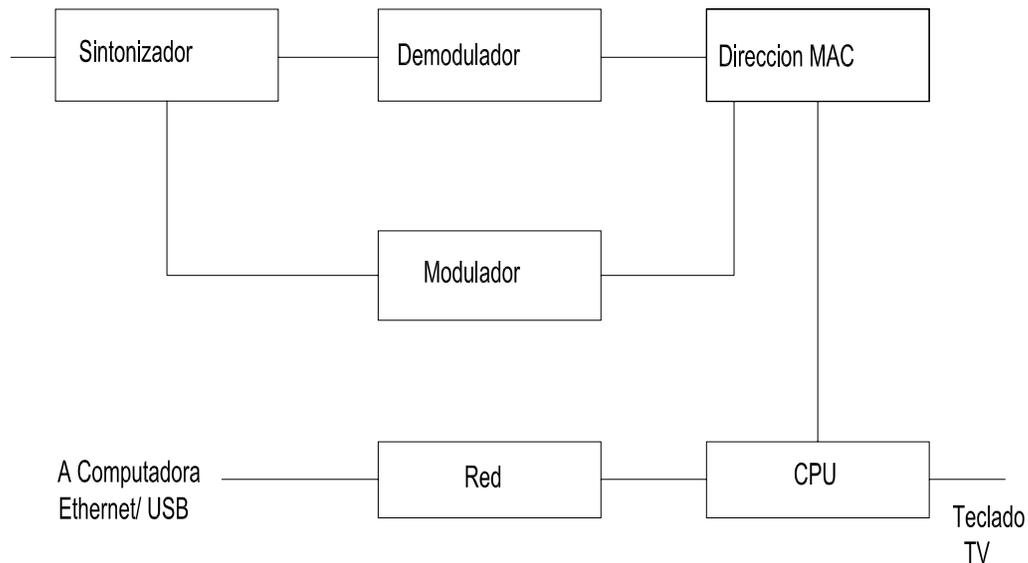
CABLE MÓDEM

Arris Modelo CM450

### **2.7.2 Aplicación**

Específicamente el cable módem se aplica en los sistemas que ofrecen servicios de Internet a través de la doble vía en el cable coaxial, permitiendo la interconexión del usuario y la planta central de la empresa que brinda el servicio. Para comprender el funcionamiento y aplicación, es preciso estudiar las partes que lo componen, se muestran en la figura 9.

**Figura 9. Estructura de cable módem**



**a. Sintonizador:** Este dispositivo se conecta a la salida del cable. En ocasiones se adiciona un divisor (*splitter*) que separa el canal de datos del Internet de la programación CATV normal, recibe una señal digital modulada y la entrega al modulador. Ó en su defecto cuenta con un diplexer (divisor) que permite al sintonizador usar un conjunto de frecuencias para el *downstream* (50-860 Mhz) y otro para el *upstream* (5-50 Mhz).

**b. Demodulador:** Tiene cuatro funciones:

- Conversión de la señal modulada (QAM) en una señal simple.
- Conversión de la señal análoga en digital.
- Sincronización de las TRAMAS, para asegurar que se encuentran en línea y en orden.

- Verificación de Errores.

c. Modulador: Utilizado para convertir las señales digitales de la PC en señales de radiofrecuencia para la transmisión. Llamado en ocasiones “Modulador a Ráfagas” por la naturaleza irregular del tráfico que genera.

Bloques componentes:

- Sección de generación de información para chequeo de errores.
- Modulador QAM.
- Conversor Digital /Análogo.
- Control de Acceso al Medio (MAC)

Es el responsable por el Acceso al Medio. Todos los dispositivos de una red tienen un componente de acceso al medio, en el caso de los cablemódems, estas tareas resultan especialmente complejas.

En la mayoría de los casos, algunas funciones MAC (de sus siglas en inglés Media Access control o control de acceso al medio) son asignadas a un microprocesador (el del cable módem, o el del usuario del sistema). MAC, es la identificación de cada equipo para el CMTS.

El CMTS (Sistema terminal de cable módem) y el Cable módem implantan protocolos para:

- Compensar las pérdidas en el cable.
- Compensar las diferentes longitudes del cable.
- Asignar frecuencias a los Cable Modems.
- Asignar las ranuras de tiempo para el upstream.

Downstream, es el término usado para hacer referencia de la señal recibida por el cable módem. La trama de datos está constituida por un bloque de datos de 188/204 bytes con un byte de sincronía al comienzo de cada bloque.

Upstream, es el término usado para hacer referencia de la señal transmitida por el cable módem siempre en ráfagas, por esta razón, muchos módems pueden transmitir en la misma frecuencia. El rango de frecuencia es 5-65/5-42 Mhz. El ancho de banda por canal podría ser de 2 Mhz para un canal QPSK de 3 Mbps.

Las formas de modulación son QPSK (2 bits por símbolo) y 16-QAM (4 bits por símbolo), cada módem transmite ráfagas en ranuras de tiempo, que podrían ser reservadas, o de compensación. El CMTS asigna las ranuras de tiempo a varios cable modems a través de un algoritmo de asignación del ancho de banda propietario.

El CMTS asigna espacios (ranuras) para que todos los cable módems puedan transmitir, si dos intentan transmitir al mismo tiempo, los paquetes colisionan y los datos se pierden. Este tipo de ranuras de contención se utilizan para transmisiones de datos muy cortas. Como consecuencia de la distancia física entre el CMTS y el cable módem, el tiempo de retraso podría estar en el rango de milisegundos.

Para compensar estas diferencias, los cable módems emplean un protocolo que permite compensar la variación del retraso, para hacerlo, adelantan o retrasan el reloj. Esta compensación también permite que las transmisiones lleguen al CMTS con el mismo nivel de potencia.

### **2.7.2 Tecnologías**

Originalmente se conoció para los servicios de cable módem operando sobre una infraestructura HFC, CDLP (*Cable Data Link Protocol*), Protocolo de

enlace de datos de cable módem, esta tecnología está discontinuada. Luego aparece DOCSIS, que es un estándar no comercial específico, que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable.

Esto permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable existente. Muchos operadores de televisión por cable lo emplean para proporcionar acceso a internet sobre una infraestructura HFC existente. La primera especificación DOCSIS fue la versión 1.0, publicada en Marzo de 1997, seguida de la revisión 1.1 en Abril de 1999. El estándar DOCSIS se encuentra actualmente en la versión 2.0, publicado en Enero de 2002, utiliza el método de acceso TDMA/SCDMA, no experimentan ninguna colisión y es diferente de los sistemas ethernet.

En DOCSIS, hay muchas variantes en las que los niveles 1 y 2 de OSI se pueden configurar, aparte de los métodos de acceso. DOCSIS 2.0 también incorpora cancelación de ingreso (*Ingress Cancellation*). Todas estas mejoras se combinan para proporcionar una velocidad de subida total de 30,72Mbps por canal. La velocidad de subida en DOCSIS 1.0 está limitada a 5Mbps, y a 10Mbps en DOCSIS 1.1. Todas las versiones del estándar DOCSIS soportan una velocidad de bajada de hasta 38Mbps por canal.

### **3. ANÁLISIS DE RUIDO EN LA SEÑAL TRANSMITIDA EN UN CABLE COAXIAL**

#### **3.1 Campo magnético y eléctrico**

##### **3.1.1 Concepto**

Un campo magnético se describe como el espacio alrededor de un imán, en el cual se ejerce una fuerza magnética. Las líneas de campo magnético revelan la forma del mismo. Estas se extienden a partir de un polo, rodean al imán y regresan al otro polo. Las direcciones van del polo norte al polo sur, la intensidad del campo es mayor en las regiones próximas entre sí.

El campo magnético es una consecuencia relativista del campo eléctrico, que circula por un conductor, es decir, el movimiento de las cargas eléctricas provoca el campo magnético. Aunque los imanes estén inmóviles los electrones de sus átomos están en movimiento, lo cual produce el campo magnético; a el movimiento de electrones se le denomina corriente eléctrica.

El magnetismo es una fuente para generar corriente eléctrica, cuando un conductor de cobre se mueve dentro del campo magnético de un imán los electrones libres de los átomos se ponen en movimiento a través del alambre. La corriente eléctrica no es posible observarla directamente, pero se comprueba su existencia por medio de los efectos que produce, los principales son: el calorífico, luminoso, magnético, químico y fisiológico.

##### **3.1.2 Análisis en líneas coaxiales**

El amplificador de señal es uno de los componentes de la red coaxial y debido a que tiene una característica de transferencia no lineal, este provoca algún tipo de distorsión a su salida, modificando la forma de la señal, respecto

de la de entrada. El grado y tipo de distorsión se clasifica según sea el orden de esta, esto es el orden de armónicas de la señal de entrada que se generan en el mismo amplificador.

En este aspecto, es conocido en sistemas de cable la Intermodulación de 2do orden (CSO), que no suele afectar los sistemas de 12 canales que por usar las bandas baja y alta solamente, no se ven influenciados por la distorsión que cae en la banda media. Otra es la situación en sistemas de mayor transporte de canales donde se hace uso de la banda media y la banda de UHF, donde esta distorsión debe ser necesariamente tenida en cuenta.

Para calcular el valor de distorsión de 2do orden en un sistema de cable, se recurre a la siguiente formula, básicamente similar a la de C/N y que depende de los valores suministrados por el fabricante.

$$CSO = CSO1 + 10 \log n \text{ (en dBs)}$$

En donde:

CSO: (Composite, second order beat, relación de la potencia pico de la portadora de video a el pico de la señal de distorsión agregada a +/- 0.75 Mhz ó +/- 1.25 Mhz, a la frecuencia de la portadora de video)

CSO1: Es la relación de la potencia pico de la portadora de video a el pico de la señal de distorsión agregada especificada por el fabricante del amplificador.

n: Es el número de amplificadores

Se ha convenido en representar este parámetro como número negativo. También se puede notar que la CSO empeora en 3dBs cuando se duplica el número de amplificadores.

Otro tipo de distorsión, la Intermodulación de 3er orden se produce como resultado de la trasferencia de grado 3 de los amplificadores. Se incluyen en esta categoría los batidos resultantes de 3 portadoras, la Intermodulación entre 2 portadoras, la generación de 3ra armónica y como caso particular la modulación cruzada.

La modulación cruzada es el resultado de la modulación de una señal por intermedio de otra. El resultado que se observa en la pantalla del receptor es una superposición de la señal de canal interferente sobre la del canal seleccionado, degradando la calidad de la señal recibida. Se calcula como:

$$XMOD = XMOD1 + 2(Sloper - SLespec) \text{ (en dBs)}$$

En donde:

XMOD: es el valor de modulación cruzada expresada en dBs

XMOD1: es el valor de modulación cruzada especificado por el fabricante del amplificador.

El triple batido compuesto suele ser el factor de distorsión limitante en el comportamiento de sistemas multicanales. Se presenta con propiedades parecidas al ruido y muchas veces no es reconocido como una distorsión de 3er orden. CTB es un número negativo que se calcula como:

$$CTB = CTB1 + 20 \log n \text{ (en dBs)}$$

En donde:

CTB= (Composite Triple Beat, relación de la potencia pico de la portadora de video a la potencia de la distorsión agregada a la frecuencia de la portadora de video.

CTB1: Es la relación de la potencia pico de la portadora de video a la potencia de la distorsión agregada a la frecuencia de la portadora de video especificada por el fabricante.

n: Es el número de amplificadores

### **3.1.3 Interferencia en cable coaxial**

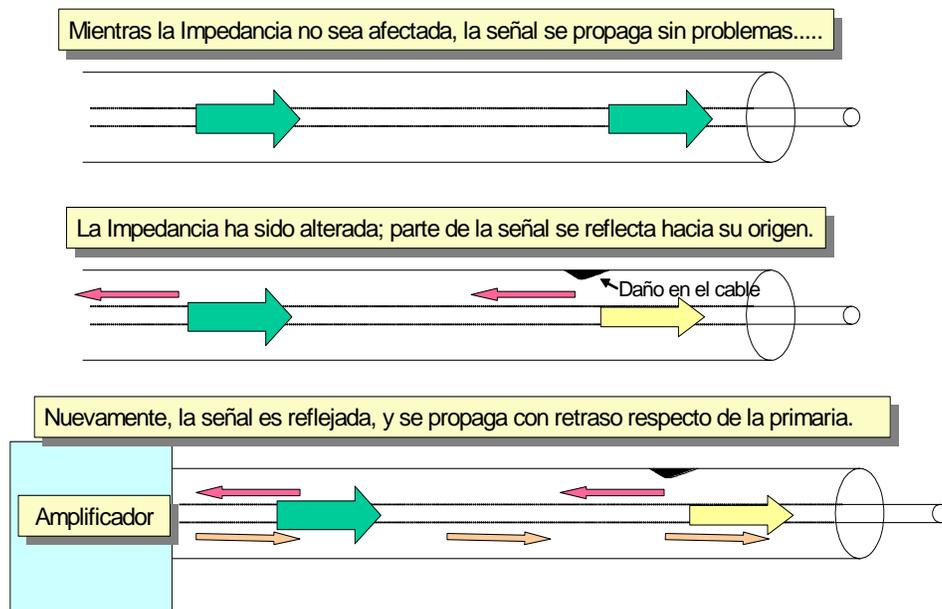
Una de las dificultades más comunes para la red coaxial y precisamente en la vía de retorno es el ingreso de RF, o interferencia de señales de radio de fuentes externas. Esto se debe a la existencia de algún cable dañado, corroído o conectores defectuosos en la red. Se estima que un 80 % de ingreso de interferencia proviene desde la instalación interna del usuario.

El ingreso de RF interrumpe el servicio de retorno, porque ocupa la misma frecuencia a niveles altos e interfiere con la recepción y demodulación de las señales.

Una vez que la señal de interferencia ha ingresado al sistema, viajará a través de toda la red hasta el Head End igual que cualquier otra señal de retorno. Cuando la señal de interferencia llega al Head End este puede obstruir el servicio para todos los usuarios y no solamente al usuario por donde ingresa.

En la figura 10 se muestra un esquema de propagación de interferencia, donde se puede observar que parte de la señal se propaga en sentido contrario, pasa por cualquier elemento de la red y causa problemas en la transmisión.

**Figura 10. Esquema de propagación de interferencia**



## 3.2 Ruido

### 3.2.1 Concepto

Es toda aquella señal (interferencia) no deseada que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada.

### 3.2.2 Relación señal a ruido

Los factores fundamentales que controlan el índice y la calidad de la transmisión de información son el ancho de banda y la potencia de la señal.

La potencia, desempeña un papel dual en la transmisión de la información, está relacionada con la calidad y al incrementarse se reduce el efecto del ruido de canal y la información se recibe con mayor exactitud o con menos incertidumbre. Como en todo sistema de comunicaciones se debe incluir un factor de mérito que indique la calidad de la señal suministrada al usuario. Surgen 2 importantes relaciones:

- La relación C/N (carrier to noise) indicará la calidad de la señal de RF transportada por el sistema. Portadora a nivel de piso de ruido
- La relación S/N (signal to noise) indicará la calidad de la señal demodulada en el receptor del abonado.

Se acepta que la distribución de ruido es uniforme en todas las frecuencias y la contribución al ruido del sistema es independiente del número de canales transportados.

C/N es la relación entre los niveles de portadora de retorno y nivel de ruido, se expresa en dBs (Diferencia entre los niveles de portadora y los niveles de ruido).

Para el caso de tener amplificadores de características idénticas, la C/N se calcula como:

$$C/N = C/N_1 - 10 \log n \text{ (expresada en dBs)}$$

En donde

C/N<sub>1</sub>: Representa la relación portadora a ruido de un solo amplificador (especificada por el fabricante a los niveles de operación recomendados)

n: Es la cantidad de amplificadores involucrados.

Si no se trabaja con los niveles recomendados por el fabricante, se debe buscar una fórmula para obtener C/N correspondiente a un amplificador de la cadena, la cual se define como:

$$C/N1 = S_{Lent} - (E_{th} + NF) \text{ (expresada en dBs)}$$

En donde:

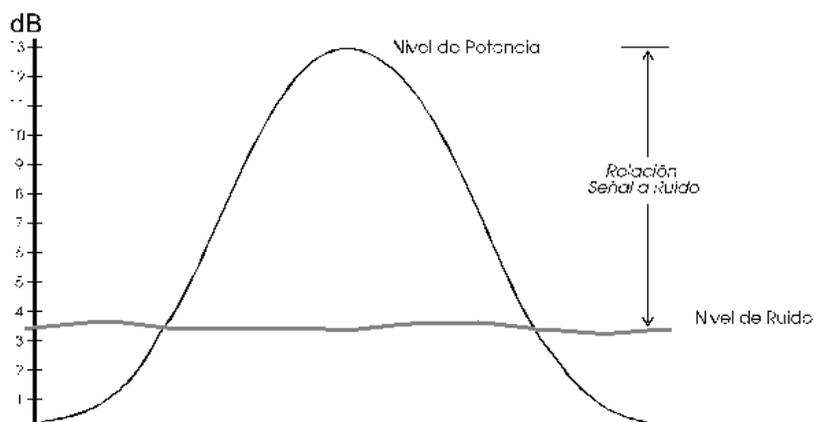
$S_{Lent}$ : Es el nivel de portadora presente en la entrada del amplificador;

$E_{th}$ : es el umbral de ruido térmico del sistema (-59dBmV)

NF: Es el factor de ruido del amplificador.

La relación señal a ruido para el canal de retorno, no debe ser menor a 25 dBs, y en el canal de ida o directo no menos de 35 dBs.

**Figura 11. Relación señal a ruido (Nivel de portadora – Nivel de ruido)**



### **3.3.2 Tipos de ruido**

#### **a. Ruido blanco o gaussiano:**

Es debido a la agitación térmica de los electrones en la línea de transmisión (cable coaxial), o a la inducción de líneas eléctricas adyacentes. Se considera inevitable, pero por lo general no es un problema a menos que su nivel sea muy elevado. Ejemplos de este tipo de ruido los tenemos en el ceceo de fondo o estática conocido en radios y teléfonos.

#### **b. Ruido de impulsos o agujas:**

Es el principal causante de errores en la comunicación de datos. Es identificado como un error durante las comunicaciones de voz. Este ruido provoca un error de ráfaga en donde dependiendo de la tasa de transferencia de información y la duración del impulso puede cambiar desde 1 o 2 bits, hasta decenas o centenas de estos. Las principales fuentes de estos ruidos son cambios de voltajes en líneas adyacentes, falsos contactos y arcos eléctricos en los interruptores o relevadores en las oficinas telefónicas antiguas.

#### **c. Ruido de intermodulación:**

Se produce cuando las señales de dos líneas independientes se intermodulan y forman un producto que cae dentro de una banda de frecuencias que difiere de ambas entradas, pero que puede caer dentro de una banda de una tercera señal. Un cable módem mal ajustado puede transmitir un tono de frecuencia intenso cuando no está transmitiendo datos, produciendo así este tipo de ruido.

#### **d. Ruido de amplitud:**

Este ruido comprende un cambio repentino en el nivel de potencia, y es causado por amplificadores defectuosos, contactos sucios con resistencias variables, cargas agregadas repentinas porque se conmutan nuevos circuitos durante el día y por labores de mantenimiento. El ruido de amplitud no afecta las técnicas de modulación de frecuencia debido a que el equipo transmisor y receptor interpretan la información de frecuencia e ignoran la información de amplitud.

### **3.3 Características técnicas**

#### **3.3.1 Equipo de medición**

Para realizar la medición de una interferencia o ruido (Ingress) en la empresa Comtech, específicamente se utiliza el modelo MS MOD 1700, de la marca Wavetek o Acterna. También es indispensable mencionar que existen otros modelos como el SDA 5000 de la misma marca pero se utiliza específicamente para hacer barridos de señal en líneas troncales y de distribución RG-500, (mediciones carrier to noise, que es la relación entre niveles de portadora y niveles de piso de ruido C/N).

**Figura 12. Equipos de medición (Marca Acterna)**



### **3.3.2 Equipo de análisis**

Para realizar el análisis de ruido, se utiliza un analizador de espectro marca *Hewlett Packard* (ver figura 13) y es un equipo que sirve para observar el nivel de potencia y la frecuencia de una porción del espectro electromagnético. Este instrumento tiene un rango desde 9 KHz. Hasta 1.5 GHz. Tiene interfases IEEE-488, serie y paralelo para conectar a una PC y descargar mediciones y pantallas.

Este equipo es utilizado en la cabecera principal (*Head End*) donde se monitorean todas las conexiones de la red. Paralelo a esto los técnicos en campo se auxilian de un monitor de televisión para observar los niveles de ruido.

**Figura 13. Analizador de Espectro**



Analizador de Espectro  
ESA-L1500A  
Hewlett Packard

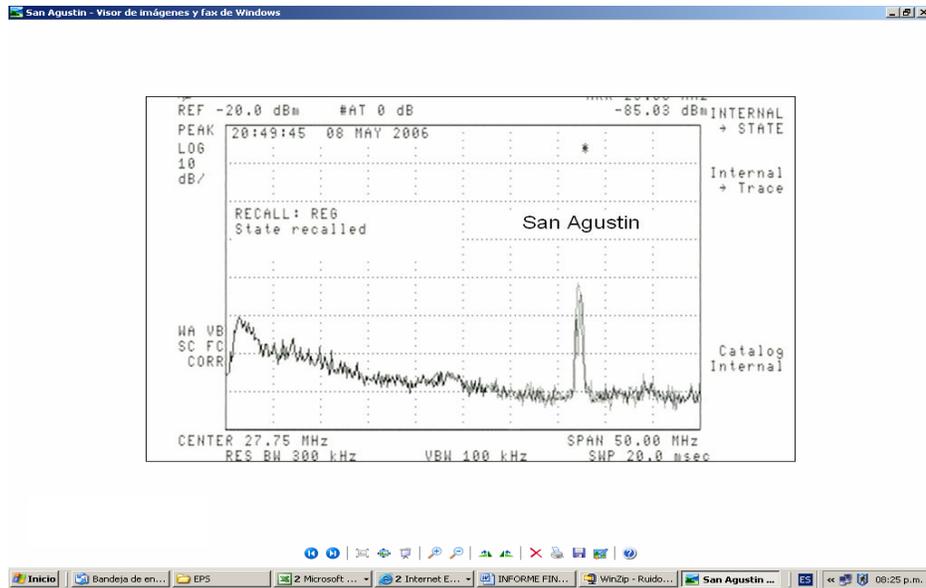
### **3.3.2.1 Interpretación de gráficas en analizador de espectro**

Tomando como referencia la grafica de la figura 14, podemos observar un nivel de ruido normal, tomando en cuenta los parámetros de ajuste (set) del analizador de espectro que son constantes e iguales para todos los receptores (nodos). Está configurado para 10 dBs por cuadro, de acuerdo a lo observado se indica que la parte que corresponde a frecuencias bajas el nivel de piso de ruido presenta una tendencia descendente de 30 a 10 dBs, lo que caracteriza a una línea en funcionamiento normal.

El pico más alto que se observa en la gráfica de la figura 14 (lado derecho), significa una portadora de cable módem que está funcionando en

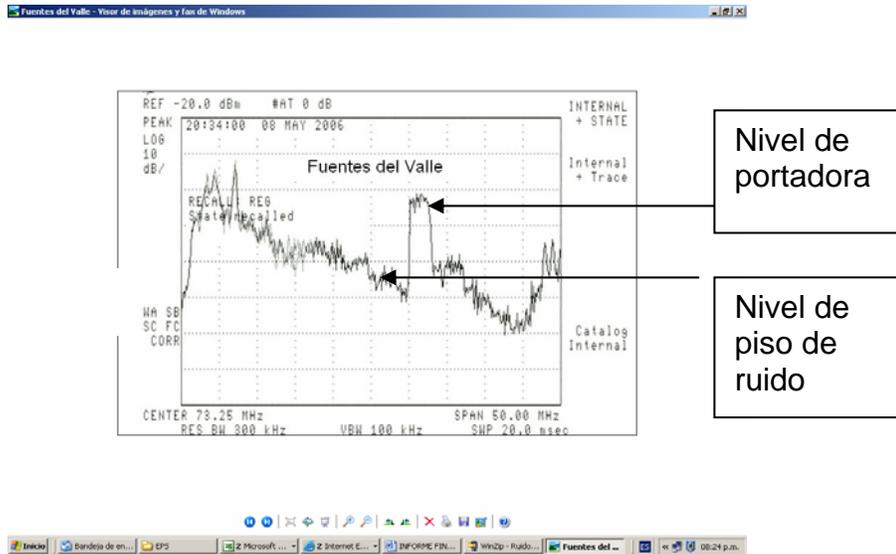
perfecto estado, por lo que se interpreta como una línea limpia en lo que a ruido eléctrico se refiere.

**Figura 14. Gráfica de piso de ruido normal**



Si observamos la gráfica de la figura 15, podemos observar una distribución espectral del ruido de tal manera que en la porción que nos interesa se tiene un nivel muy alto de ruido, llegando en su punto máximo aproximadamente 37 dBs, (punto más cercano a la portadora), valor suficiente para que una de las portadoras ágiles de los cable módems sean cubiertas, lo que redundaría en una caída del enlace (servicio interrumpido), vale decir que en casos de ruidos que aparecen en forma repentina o de ráfagas de ruido, los cable módems tienden a caerse y levantarse con una cadencia marcada por dichos inducidos no deseados.

**Figura 15. Gráfica de nivel de ruido elevado**



### 3.3.2.2 Causas de ruido en el retorno

El retorno debido a su relativa baja frecuencia de operación (5 a 50 mhz), tiende a ser susceptible a interferencias de generadores de las más diversas especies, entre las principales podemos contar:

En la red HFC:

Malas terminaciones de red, problemas en blindajes, conectores mal colocados, aterrizaje inexistente o equipos activos y pasivos en mal estado.

En los usuarios:

Televisores dañados, Conexiones mixtas (en un mismo ducto y cajas, electricidad, cable, teléfono, intercom y cable), Equipos electrónicos asociados (VCR, DVD, consolas de juegos, etc)

Electrodomésticos (licuadoras, timbres, etc)

En el entorno:

Igniciones automotrices, Alumbrado publico, tendidos de baja, media y alta tensión.

### **3.4 Procedimientos de detección de ruido**

Por la dificultad que representa saber de donde se origina el ruido, es preciso seguir una secuencia de puntos de muestreo, con el fin de aprovechar recursos y evitar interrupciones en el servicio.

#### **3.4.1 Puntos de muestreo**

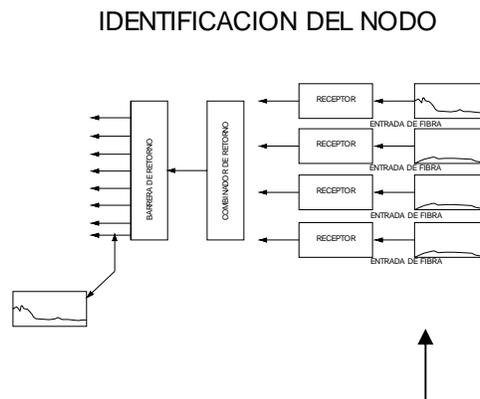
##### **a) Nodo de fibra**

Primero es necesario identificar el Nodo desde el que proviene la interferencia, este proceso comienza al localizar el punto exacto del combinador de señal de retorno desde la cabecera principal (*Head End*); si el combinador de la red esta equipado con *switches* de RF, se pueden utilizar para provocar interrupciones momentáneas hacia cada salida de puerto de retorno para identificar que puerto esta provocando la entrada de interferencia o ruido.

Si no se cuenta con *switches* de RF, será necesario desconectar cada línea de RF en sucesión mientras se monitorea algún cambio en el nivel de ingreso de interferencia.

Una vez identificado el nodo de fibra que introduce la interferencia será necesario enfocarse con la red coaxial asociada con el nodo. Esto se logra con el auxilio del analizador de espectro ubicado en la cabecera principal. En la figura 16, se muestra el nodo o receptor a revisar.

**Figura 16. Nodo o receptor como punto de muestra**



### **b) Línea de distribución**

Para identificar la línea de distribución que trae la señal de interferencia se procede de forma muy parecida a la de identificar la línea de fibra, para nodos con plug-in (solo conectar) internos de dirección, simplemente hay que remover o reorientar los direccionadores de señal para desconectar momentáneamente cada línea coaxial desde el nodo. Se puede también remover el "duplex" o filtros de retorno para obtener el mismo efecto.

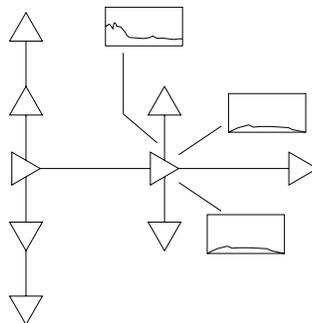
Es preciso monitorear la salida de retorno por cualquier variación en la señal durante las interrupciones. Cuando la línea de distribución que ingresa la

interferencia es desconectada, y se presenta una reducción significativa en amplitud de la interferencia, se debe restaurar todas las conexiones a la normalidad y proceder hacia el primer amplificador de dicha línea. Esto será observado en el analizador de espectro o monitores de televisión utilizados para el efecto.

En cada amplificador a lo largo de la línea de distribución identificada, se hará repetitivo el proceso de eliminación y monitoreo de ingreso de interferencia durante las interrupciones momentáneas causadas a cada amplificador a través de las líneas de distribución. Continuar con la línea que tenga el mayor efecto en ingreso de interferencia. En la figura 17 se muestra la distribución a revisar.

**Figura 17. Línea de distribución como punto de muestra**

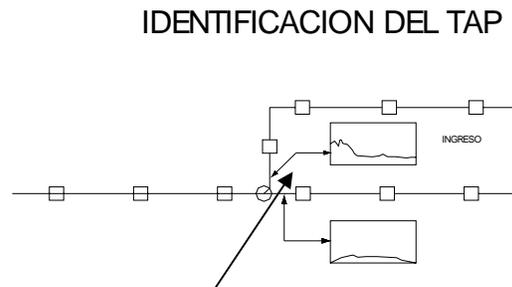
SEGUIMIENTO DEL INGRESO DE RUIDO



### c) Tap o derivador

En este punto se presenta la dificultad de aplicar el proceso de eliminación porque no hay conexiones que permitan que el Retorno sea monitoreado. Los TAP permitirán solamente las señales de salida en las salidas de los puertos del mismo. El sistema de investigación más común utilizado en este punto es el de comprobar el tamaño y estado de los conductores centrales, puesto que se ha comprobado que estos son los que causan altos niveles de ingreso de interferencia.

**Figura 18. Tap de distribución como punto de muestra**



Una vez encontrado un TAP en particular en la línea de alimentación, es necesario investigar la filtración de interferencia y reparar cualquier fuente que la origine, a medida que se presente. Se debe comprobar a través de los equipos la reducción del ruido y el funcionamiento de la señal tanto de televisión como Internet.

Aquí es donde se puede desconectar la parte frontal de tap (cara), para verificar si la interferencia proviene de una de las acometidas conectadas. Este proceso debe repetirse en los diferentes taps que pertenecen a la línea de distribución y amplificador que se está revisando.

#### d) **Acometida**

Si al momento de quitar la cara del tap el nivel de interferencia disminuye, se debe proceder a desconectar una por una las acometidas existentes. Siempre debe ser monitoreado el nivel de interferencia y si disminuye, identificar la acometida para darle seguimiento. Primero verifique que el cable de la acometida sea el apropiado, 95% de blindaje de malla. Si el cable está deteriorado, o no es el adecuado, reemplazar el mismo. Si el cable es el apropiado, interrumpir la señal en la tierra, o en otra conexión, mientras se monitorea en pantalla el ingreso de interferencia, para localizar la conexión que tiene la falla.

**Figura 19. acometida como punto de muestra**



Lo que procede a continuación es revisar las conexiones donde hay accesorios RG-6 de distribución externa del usuario, si presentan humedad o corrosión, de presentarse alguno de los problemas mencionados los accesorios y conectores deben ser reemplazados.

Si el ingreso de interferencia no disminuye con la revisión y reemplazo de cables y conectores, entonces el problema proviene de la parte interna de la casa que alimenta esta acometida. Debe hacerse una revisión completa hasta llegar al punto del problema, debido a que puede ser un accesorio, conectores (conexión interna) o hasta un equipo que esté generando el problema de interferencia.

Cuando no es posible el ingreso a la casa del usuario, la acometida debe colocarse un filtro pasa altos para evitar el problema y luego proceder a la revisión correspondiente.

En resumen, debe hacerse la verificación de ruido de acuerdo al siguiente orden:

- 1o. Nodo o receptor
- 2o. Línea troncal o de distribución
- 3o. Tap o derivador
- 4o. Acometida

### **3.4.2 Cantidad de muestreo**

De acuerdo a lo revisado en el punto anterior, la cantidad de muestreo requerido para la revisión de ruido o interferencia, depende del grado de dificultad que presente el mismo, es preciso seguir lo puntos específicos y contar con los equipos adecuados para facilitar el trabajo.

## **4. GUÍA TÉCNICA DE INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO DE SEÑAL DE TV E INTERNET POR MEDIO DE CABLE COAXIAL**

### **4.1 Instalación de TV e Internet**

Es preciso tomar en cuenta ciertas consideraciones para realizar de forma correcta la instalación de cada servicio al usuario final, esto evitará problemas futuros; en el mantenimiento como en el ingreso de interferencias que afectan la red y la calidad del servicio.

#### **4.1.1 Acometida**

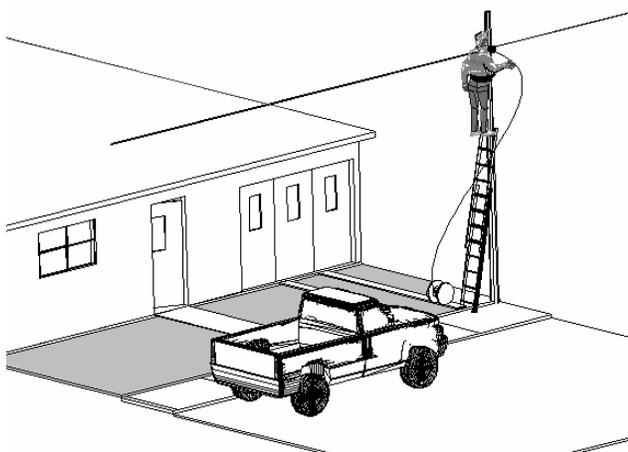
Es la conexión que se realiza del tap RG-500 al punto de distribución de la casa del usuario.

Consideraciones:

- a. Realizar el cableado de la casa del usuario hacia el poste donde se encuentra el tap Rg-500 de distribución. (propósito evitar desperdicio de cable).
- b. Dejar una curvatura de de 40 centímetros en el cable RG-6 para evitar la acumulación de humedad cerca del conector.
- c. La conexión al tap RG-500 debe ser con conector marca PCT con protección para evitar ingreso de humedad al conductor central del cable).
- d. Utilizar cable coaxial de 95% de blindaje
- e. Colocar cincho identificador de usuario color azul.
- f. No exceder una distancia de 50 metros desde el tap de distribución a la primera distribución de la casa del usuario. Si existen casos especiales, debe consultarse con el supervisor de área.
- g. Si existen salidas libres del tap de distribución, colocar trampas de seguridad para evitar conexiones ilegales.

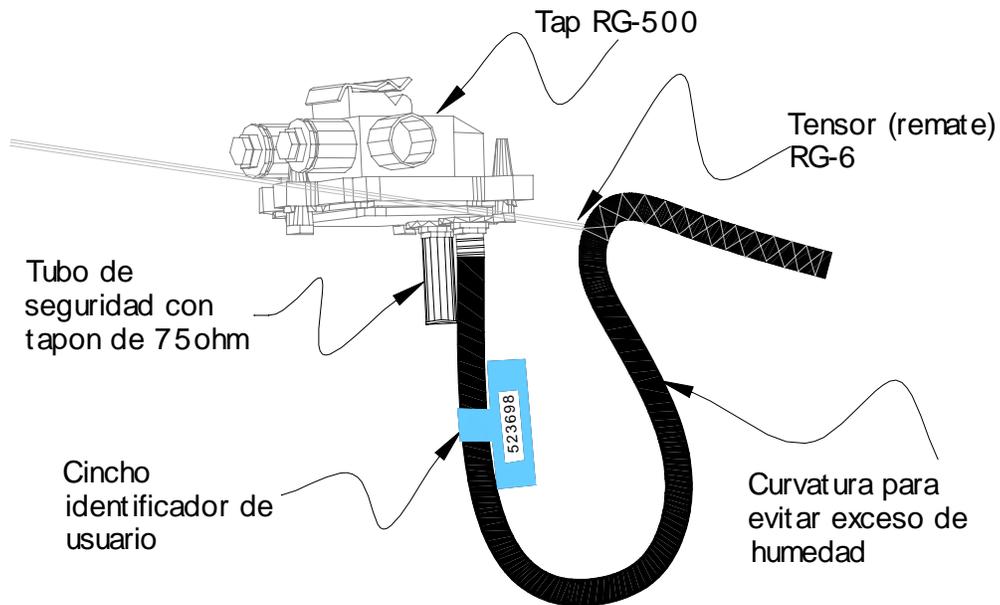
- h. Si la acometida es aérea, utilizar tensor o remate especial para cable RG-6, en el poste como en el punto de sujeción del usuario.
- i. Si la acometida es subterránea, utilizar las cajas de registro construidas para el efecto, si no existen deben solicitarse al cliente para evitar cortes del cable.
- j. Utilizar la herramienta adecuada, para desnudar el cable y colocar conectores, en la acometida como en las distribuciones. La descripción de la herramienta se da en el punto 4.1.4. Esto redundará en la longitud adecuada del conductor central como del conductor externo (shield).
- k. Materiales a utilizar, ver listado de materiales en punto 4.1.4
- l. Ver figura 20, conexión de acometida

**Figura 20. Conexión de Acometida**



En la figura 21, se puede observar el detalle de la forma correcta de hacer conexiones de acometida.

**Figura 21. Detalle de Conexión a Tap o Derivador**



#### **4.1.2 Distribución externa (Cuando el usuario no cuenta con ductos)**

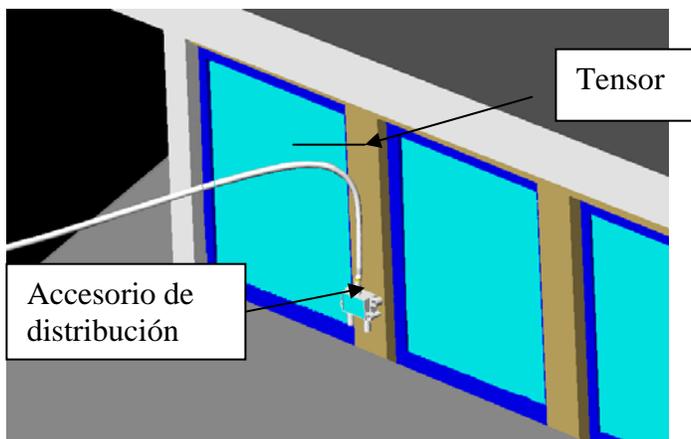
Es la distribución que se realiza cuando en la casa del usuario no se cuenta con los ductos necesarios para el ingreso del cable hacia los puntos de distribución RG-6

Consideraciones:

- a. Utilizar cable de 95% de blindaje
- b. Utilizar conectores marca PCT-TRS-6 (con protección contra humedad), si se utilizan conectores que no cuentan con esta protección, colocar cinta vulcanizada para evitar ingreso de humedad.
- c. Colocar el derivador o divisor de señal RG-6 en un lugar protegido de la lluvia específicamente.

- d. El cable RG-6 debe ser sujetado con grapas especiales y no exceder una curvatura de 90 grados, evitar quiebres o aberturas en el forro del cable.
- e. El cable no debe quedar expuesto al contacto con objetos que puedan causarle daño (láminas, cables eléctricos, alambres de protección para viviendas). Si es necesario, utilizar tensores para cable RG-6. En la figura 22 se ejemplifican estos aspectos.

**Figura 22. Conexión externa**



#### **4.1.3 Distribución interna (usuario)**

Es la distribución que se realiza dentro de la casa del usuario, cuando se cuenta con ductos y cajas de registro asignados para la instalación del servicio de televisión.

Consideraciones

- a. Utilizar cable de 95% de blindaje
- b. Utilizar conectores marca PCT STR-6,

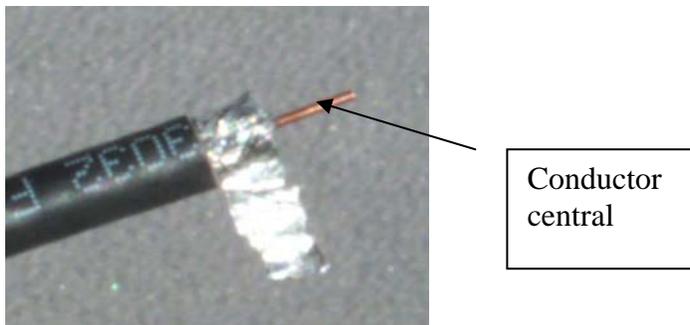
- c. El cable debe colocarse en ducto específico para estas conexiones, no hacerlo en ductos para instalaciones eléctricas.
- d. Para realizar distribución, utilizar tap o derivador para iniciar la misma y luego divisores. dependiendo de la cantidad de televisores requeridos por el cliente.
- e. Como máximo debe distribuirse la señal para dos televisores y un cable módem
- f. En casos específicos consultar a supervisor de área.
- g. La conexión de cable módem debe dársele prioridad en las distribuciones, colocar específicamente tap RG-6.
- h. Evitar quiebres o curvaturas que pongan en riesgo el cable RG-6.

#### 4.1.4 Preparación de cable RG-6 y conectores.

Pasos a seguir:

1. Desnudar el cable coaxial de acuerdo a las dimensiones de  $\frac{1}{4}$ " para el dieléctrico y conductor central respectivamente. Se logra utilizando la peladora RG-6, ver cuadro en punto 4.1.5 (herramientas) y figura 23, esta muestra como debe de trabajarse el cable. La figura 24 muestra la peladora de cable a utilizar.

**Figura 23. Desnudar cable RG-6**

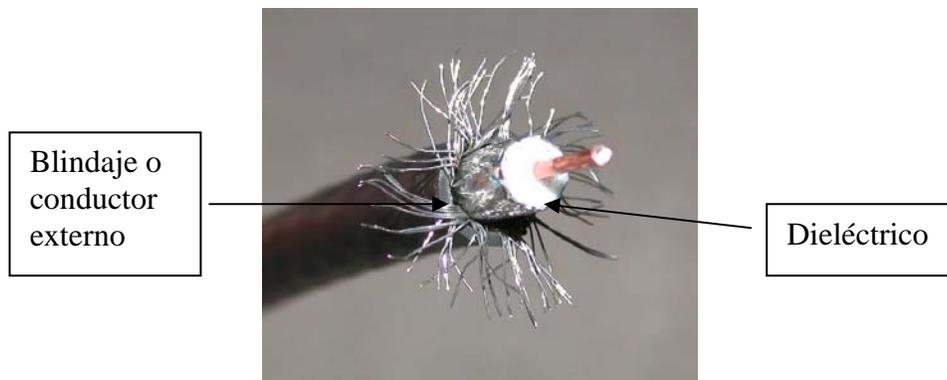


**Figura 24. Peladora de Cable RG-6**



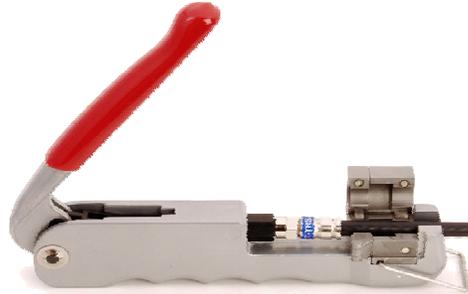
2. El blindaje debe ser colocado en forma correcta como se muestra en la figura 25, debe ser cubierto al colocar el conector. El dieléctrico también es importante que quede bien colocado, debido a que si es más grande, el sobrante se deformará causando variación en la impedancia del cable.

**Figura 25. Colocación de conductor y dieléctrico**



3. Utilizar la herramienta (ponchadora) específica para el efecto, ver cuadro en punto 4.1.5 (herramientas) y figura 26.

**Figura 26. Ponchadora para cable RG-6**



4. El conector debe ser finalizado como se muestra en la figura 27.

**Figura 27. Conector finalizado**



#### 4.1.5 Materiales a utilizar en instalación promedio

A continuación se detalla un listado de materiales, para realizar una instalación promedio de dos televisores y un cable módem.

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	código/modelo	MARCA
2	U	Tensores para cable RG-6	17" No. 4 punto naranja	TVC
12	U	conectores RG-6	PCT-TSR-6	PCT
1	U	Tap o derivador	PCT-IT1W08	PCT
1	u	Divisor o splitter	PCT-100-3W	PCT
1	U	candado de seguridad	SS	TVC
1	U	Cincho identificador de usuario	2 ABL	Teledrafter
50	Mts	Cable RG-6	801065	Condumex
0.20	Mts	cinta de aislar	SCOTCH 33 +	3M
5	U	GRAPAS RG-6	CC-7B	Holland
1	u	Cable módem		Motorota
2	U	Candado de seguridad	PPLT75	TVC

#### 4.1.6 Herramienta

El listado que se detalla a continuación, es el necesario para que el técnico realice de manera correcta la instalación de cable y accesorios necesarios.

CANTIDAD	HERRAMIENTA	codigo/modelo	marca
1	Escalera	FE2624	Lousville
1	Peladora RG-6	DT596	Cable Prep
1	Ponchadora RG-6	PCT-TRS-CT	PCT
1	Llave de candado de seguridad	ST1	TVC
1	Destornillador en cruz o plano	S/N	Stanley
1	Alicate	S/N	Stanley
1	Guía acerada de 15 mts		
1	Cinturón de Seguridad	160N	Bashlin
1	Vehículo	N/A	Diverso
1	Radio	N/A	Motorola

#### 4.1.7 Ductos y registros

Este es uno de los puntos principales, donde el cable sufre deformaciones o roturas que causan problemas en la calidad de señal en televisión y afectan también la señal de cable módem, por lo tanto debe de considerarse lo siguiente:

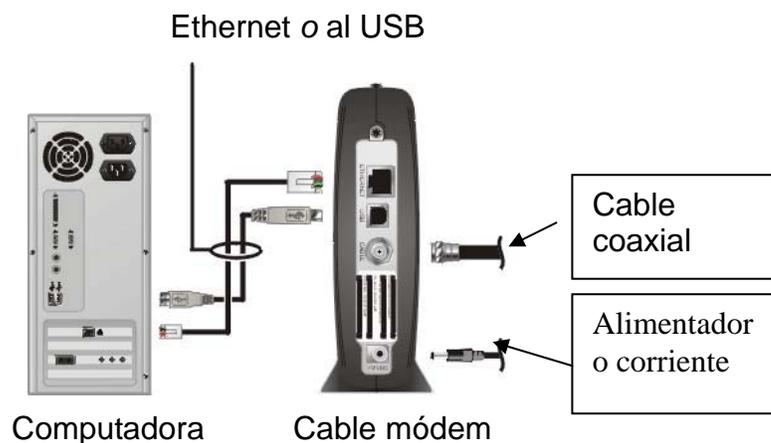
- a. La caja de registro debe ser cuadrada de 5X5X3 pulgadas.
- b. Si existen cajas de 2X4 pulgadas, no serán adecuadas para los accesorios a colocar, se recomienda dejar la distribución fuera de la caja, y sugerir el cambio, para evitar quiebres de cable y daño a los accesorios. Esto con el fin de evitar daños al cable coaxial.
- c. El diámetro de ducto debe ser de ¾ de pulgada.
- d. El ducto debe usarse exclusivamente para instalación de cable coaxial, en su defecto, es posible utilizar el de teléfono.
- e. No realizar cableado donde existen cables eléctricos.

#### 4.1.8 Conexión de cable módem

Debe considerarse como la principal en el servicio al usuario, tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Roscar de manera adecuada el conector PCT al equipo
- b. Si es necesario atenuar la señal, (colocar tap), en la salida del tap colocar un tapón terminal de 75 ohmios.
- c. Dejar holgura de cable para evitar posiciones de riesgo al cable módem
- d. Conectar el equipo a una toma de energía debidamente aterrizada.
- e. La conexión a la computadora y configuración es un tema extenso, que se tratará en otro material. En la figura 28, se puede observar la conexión tipo.

**Figura 28. Conexión de Cable módem a PC**



#### **4.1.9 Niveles de cable MÓDEM y TV**

Existe un rango de señal, en el que se logra un funcionamiento adecuado, esto se refiere a niveles de transmisión y recepción del cable módem .

- a. Nivel de recepción -5 y 5 dBs, ideal 0 dBs
- b. Nivel de Transmisión 35 y 45 dBs, ideal 40 dBs.

Cuando se realiza la instalación de este equipo, debe consultarse al centro de gestión para verificar los niveles, en el sistema de monitoreo de cable módem.

Para el servicio de TV (canales normales) el rango es: Nivel de recepción: -5 y 5 dBs (una sola vía)

## **4.2 Mantenimiento preventivo**

### **4.2.1 Descripción**

Es el proceso de revisión para evitar posibles fallas o problemas en la instalación, en este caso se refiere a televisión e Internet. Debe realizarse en forma periódica en el cableado como en los diferentes accesorios para ampliar su vida útil. Es imprescindible debido a que ayudará a evitar interrupciones repentinas en el servicio y se brindará una señal de calidad. Este material se refiere específicamente al último punto de los componentes de la red HFC, como lo es la acometida y distribuciones finales RG-6.

### **4.2.2 Aplicación**

Esta acción debe hacerse siguiendo un orden que facilite la detección de posibles fallas, revisando las líneas de cable coaxial (acometida y

distribuciones) y cerciorándose que la instalación no cuente con corrosión o rupturas en los accesorios. Debe aplicarse en la verificación de los siguientes puntos:

- a. El conector de acometida está ponchado de forma adecuada y sujeto al cable coaxial (de lado del tap de distribución y casa del usuario).
- b. Los conectores no presentan óxido o se encuentran rotos, verificar que sean PCT, con protección para evitar el ingreso de humedad. (si no existen de este tipo, usar cinta vulcanizada para lograr una buena protección).
- c. Si en la línea de acometida existe una unión para cable RG-6, cambiar el cable completamente hasta el primer accesorio de distribución. (95% de blindaje).
- d. La fijación del cable este con los tensores adecuados para el mismo, de lo contrario provocará roturas en el cable.
- e. El largo del conductor central (cobre) deberá ser aproximadamente de 3milímetros a partir del borde del conector para no dañar los componentes internos de los accesorios.
- f. Si es una distribución externa, verificar la sujeción del cable (grapeado), par evitar daños al mismo.
- g. El número de televisores, incluso cable módem sea acorde al accesorio utilizado para dividir la señal, de lo contrario si sobran salidas, se convierten en fuentes de ruido.
- h. Dentro de los conectores, que el blindaje (conductor externo) no este haciendo contacto con el conductor central, ya que esto provocará un corto circuito.
- i. Si el cable módem está conectado con un atenuador (tap), verificar si cuenta con un tapón terminal de 75 ohmios par evitar fuentes de ruido.

## 4.3 Mantenimiento correctivo

### 4.3.1 Descripción

Es la acción que se realiza para corregir las fallas que se presentan en una instalación (cableado o accesorios), debido a los efectos del medio ambiente, defectos de instalación o situaciones que se presentan por parte del usuario, cuando realiza conexiones no autorizadas.

### 4.3.2 Solución de problemas de señal TV

A continuación se describen las fallas o problemas más comunes que se presentan en una red de televisión por cable y la tabla donde se presentan las causas y las soluciones para resolverlas.

- a. **Pésima señal:** Se manifiesta en forma de porosidad en el video (brisas en la pantalla del televisor), puede ser constatado a través de las mediciones realizadas con el equipo que se utiliza para medir (decibelímetro) tomando en cuenta que los niveles van a estar por debajo de los -5 dBs que deben ingresar a un televisor. Las mediciones deben realizarse en el punto de entrada del televisor, primera distribución del usuario o el tap RG-500.
- b. **Saturación:** Se presenta cuando hay un incremento de señal o pérdida de nivel óptimo (ver apéndice, niveles de amplificador) de entrada en algún equipo activo de la red. Aquí se manifiesta con líneas horizontales o inclinadas en la pantalla del televisor. Su detección se logra realizando las medidas necesarias en las bandas de canales respectivos. Los niveles de señal van a exceder los + 5 dBs. Las mediciones deben

realizarse en el punto de conexión del televisor, primera distribución del usuario y en el tap RG-500.

**c. Sin señal:** Se manifiesta por la ausencia de señal en la pantalla, sus causas son diversas, puede ser un cable roto, conector desconectado, accesorio dañado. Se verifica realizando mediciones de señal en la primera distribución del usuario o directamente en el tap de distribución RG-500.

**d. Interferencias:** Se manifiestan de diferentes formas en la pantalla del televisor, tales como: doble imagen en los canales locales, líneas de voltaje, señal distorsionada (puntos como nieve, rayas) en algunos canales; hasta el bloqueo completo de estos.

**d.1 Doble imagen en canales locales:** En la pantalla del televisor se observa una sombra de la imagen de video que se transmite en los canales locales, (3,7, 11, 13). Esto debido a que existe un cable abierto ó alguno de los accesorios en mal estado que está permitiendo la entrada de frecuencia de dichos canales que también son transmitidos localmente, y por lo tanto se observan dos señales. Debido a cables y accesorios con problema también se pueden presentar otro tipo de interferencias que pueden afectar generalmente a la banda baja de canales transmitidos y principalmente a la transmisión del canal de retorno.

**d.2 Líneas de voltaje:** Se presentan cuando se induce algún tipo de energía en la red la cual no es evacuada apropiadamente por el sistema de tierra preparado para el caso. Esto se presenta en la pantalla del televisor en forma de líneas horizontales que están en movimiento

vertical (parte baja a parte superior de la pantalla). La Solución a esto se puede encontrar revisando la red a través de medidores de diferenciales de potencial inducidos, o por medio de la colocación de un monitor (pantalla de televisión) colocada en puntos clave para localizar el lugar donde se origina el problema y resolverlo. A continuación se presenta un guía rápida de las posibles problemas y soluciones para estas interferencias:

<b><u>FALLA</u></b>	<b><u>CAUSAS POSIBLES</u></b>	<b><u>SOLUCION</u></b>
DOBLE IMAGEN EN CANALES LOCALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accesorio dañado</li> <li>▪ Cable abierto</li> <li>▪ Conectores oxidados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambiar accesorios</li> <li>▪ Cambiar cable</li> <li>▪ Cambiar conectores</li> </ul>
INTERFERENCIAS (Doble imagen, líneas de voltaje, distorsión de la señal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cable abierto</li> <li>▪ Accesorio dañado</li> <li>▪ Conectores mal hechos</li> <li>▪ Mala conexión a tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambiar cable</li> <li>▪ Cambiar accesorio</li> <li>▪ Cambiar conectores</li> <li>▪ Revisar las puestas a tierra</li> </ul>

**e. Revisión de Amplificador:**

En algunas residencias o edificios que lo ameritan por la cantidad de televisores que se utilizarán en estos inmuebles, es necesario colocar amplificadores de señal. Pueden ser CA-30 Y HCA-50, operan con voltaje 120 voltios, precisamente de los inmuebles donde son colocados.

En algunos sectores donde se tiene cobertura de señal actualmente no se ha realizado la estandarización de la red (cableado RG-500 y amplificadores troncales), por lo que existen algunos de estos equipos utilizados como

amplificadores principales, por lo que es importante conocer ciertos aspectos que se detallan a continuación:

### **e.1 Características del Amplificador:**

Entrada: para la conexión de señal

Test de entrada: Para hacer mediciones de entrada de señal sin desconectar la entrada principal. Aquí se mide 20 dBs menor que la entrada.

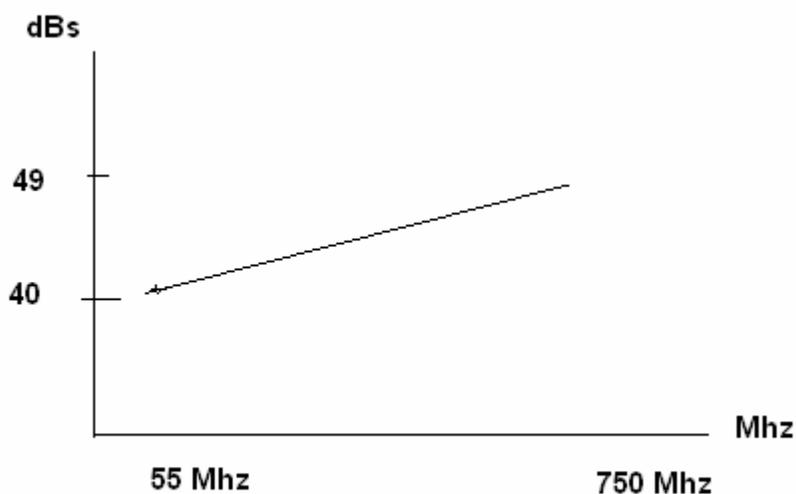
Salida: Para la conexión de cable de salida de señal,

Test de salida: Para hacer mediciones de señal sin desconectar el resto de señal. Aquí se obtiene un nivel de señal de 20 dBs menor a la salida.

Ganancia: Potenciómetro para incrementar el nivel de señal.

*TILT*: Potenciómetro para ajustar la banda baja de canales. Esto se debe a que está compuesto por un filtro pasa bajo (frecuencias bajas), por lo que permite mantener la curva de señal mostrada en la figura 29.

**Figura 29. Curva de Calibración de señal de amplificador**



En la figura 30 se muestra un amplificador de distribución, con las características descritas en el punto e1.

**Figura 30. Amplificador de señal (Distribución)**



**e.2 Niveles de calibración de amplificadores**

<u>Tipo Amplificador.</u>	<u>Nivel de entrada optimo</u>	<u>Niv. De Salida. (dBs)</u>		
		CH2	CH22	CH 62
CA-30	20-25 dBs.	40	43	49
CA-50	0-5 dBs.	40	43	49

**e.3 Resumen de fallas en los amplificadores**

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
	-Amplificador sin	-Verificar conexiones

Ingresa pero no sale señal	voltaje -Amplificador dañado.	-Hacer pruebas con otro equipo.
Salida de señal baja	-Variación de calibración de amplificador. -Amplificador dañado	-Calibración de equipo, revisión de TILT Y GANANCIA. -Cambio de amplificador
Salida de señal con interferencia.	-Variación de calibración de amplificador. -Variación de nivel de señal de ingreso. -Variación de voltaje de alimentación. -Amplificador dañado en alguna de sus etapas de amplificación.	-Hacer pruebas con señal directa, para verificar interferencias en la línea. -Hacer mediciones de nivel de entrada. -Revisar alimentación de 120 voltios. -Cambio de amplificador.

#### **f. Revisión de línea de distribución RG-500**

Este material no está enfocado a este tipo de distribución, pero es necesario que el técnico tenga conocimientos básicos. La revisión involucra todo accesorio pasivo como TAP, splitter, copla y los que estén incluidos dentro del rango desde el amplificador troncal hasta el TAP que provee señal al usuario.

Es preciso hacer la revisión de forma ordenada, luego de constatar que el problema no está en la distribución interna, así como en la acometida. Seguir los siguientes pasos:

**f.1 Primero:** Revisar niveles de señal en Tap de distribución, revisión ocular si este se encuentra en buen estado, si existen salidas libres hacer pruebas en estas.

**f.2 Segundo:** Si el tap revisado en el primer paso, no tiene problemas, hacer inspección ocular a cableado.

**f.3 Tercero:** Si el problema no ha sido encontrado, llegar hasta la primera salida de distribución del amplificador para determinar si se origina en ese punto.

**f.4 Cuarto:** Si el problema persiste, informar al departamento de despacho para que se ingrese una orden de revisión para el departamento de líneas troncales.

**POSIBLES FALLAS**

<b>FALLA</b>	<b>POSIBLE PROBLEMA</b>	<b>SOLUCION</b>
PESIMA SEÑAL (ps), SEÑAL BAJA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accesorio dañado</li> <li>▪ Blindaje roto cerca de conector</li> <li>▪ Cable dañado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambiar accesorio</li> <li>▪ Cambiar conector</li> <li>▪ Cambiar cable</li> </ul>
INTERFERENCIAS LINEAS DE VOLTAJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cable abierto</li> <li>▪ Splitter con corrosión</li> <li>▪ Conectores mal hechos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambiar cable</li> <li>▪ Cambiar splitter</li> <li>▪ Cambiar conectores</li> </ul>
SIN SEÑAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Blindaje de cable abierto</li> <li>▪ Accesorio dañado</li> <li>▪ Conector dañado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambiar cable</li> <li>▪ Cambiar accesorio</li> <li>▪ Cambiar conector</li> </ul>

### **g. Equipo de medición**

Para la medición de señal se utilizan los medidores de decibeles (decíbelímetros) de los modelos MS/ MOD 1300D, estos permiten medir señal de TV e Internet. Existen otros modelos, que se usan específicamente para medir interferencias, que fueron mencionados en el capítulo 3.

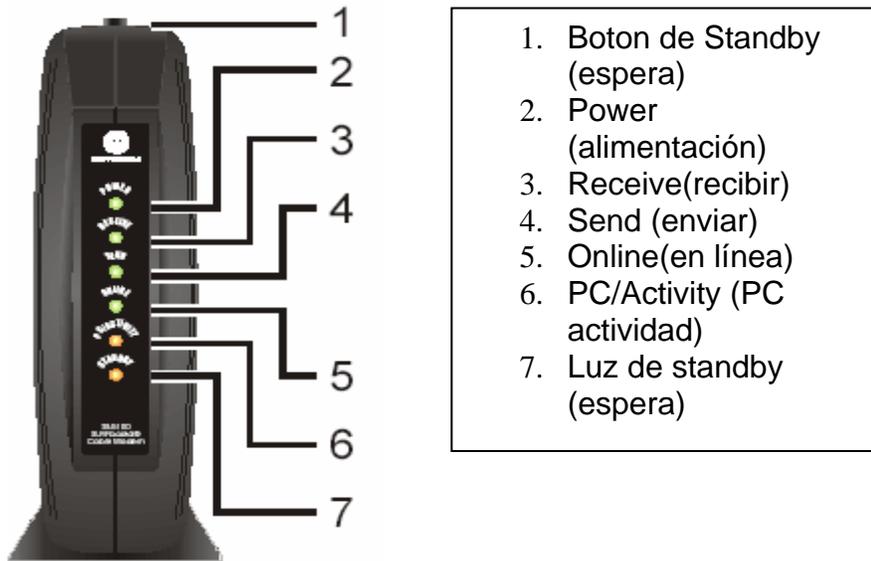
**Figura 31. Equipo de medición para mantenimiento**



### **4.3.3 Solución de problemas de módem**

Para resolver problemas que se presentan con estos equipos, es importante conocer el sistema de luces o leds indicadores que cada cable módem trae incorporado, por lo que es preciso observar la figura 32 donde se detallan las mismas.

**Figura 32. Panel de alarmas (luces de identificación) de cable módem Motorola**



A continuación se presenta el detalle del estado de alarmas del cable módem cuando está en el proceso de inicialización:

<b>Alarma</b>	<b>Estado Intermitente</b>	<b>Estado encendido (fijo)</b>
Power(Alimentación)	Diagnóstico de inicio en curso	El cable módem está encendido.
Receive (Recibir)	Está buscando una conexión con un canal de recepción.	El canal descendente (downstream) está conectado.
Send(Enviar)	Está buscando una conexión con un canal de envío.	El canal ascendente (upstream) está conectado.
Online(línea)	Está buscando una conexión a la red	Se completo el proceso de inicio.
PC/Activity(PC/Actividad)	Está transmitiendo o recibiendo datos	Un dispositivo como una computadora está conectado al USB o a los conectores ethernet en el panel posterior.
Stand by (espera)	Esta luz no parpadea	El servicio de Internet está suspendido porque se pulsó el botón standby(espera). Si esta luz está encendida, las demás están apagadas.

Cuando el cable módem está operando y presenta algún error puede verificarse, de acuerdo al siguiente detalle:

<b>Alarma</b>	<b>Se apaga durante el encendido si:</b>	<b>Se apaga durante el funcionamiento normal si:</b>	<b>Solución</b>
Receive (Recibir)	No se puede conectar al canal de recepción	Se perdió el canal de recepción.	Revisar niveles de señal y conexiones
Send (Enviar)	No se puede conectar al canal de envío	Se perdió el canal de envío	Revisar niveles de señal y conexiones
Online (línea)	Registro de IP incorrecto	Se perdió el registro IP	Revisar conexión a computadora
Power	El cable módem no está correctamente enchufado a la toma de corriente	El cable módem está en estado de espera o desenchufado.	Revisar conexión a toma de corriente
Stand by (espera)			Revisar botón y activar.

## 5. REALIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE RUIDO

### 5.1 Aplicación de análisis de ruido

Para el análisis de ruido en un receptor o nodo, se sigue el procedimiento técnico establecido en el capítulo 3, tomando en cuenta que cada día en la empresa se hace un monitoreo de nivel de ruido en la planta central para todos los nodos y se complementa con la verificación del ingreso de órdenes en el centro de llamadas de Comtech, para determinar la presencia de ruido.

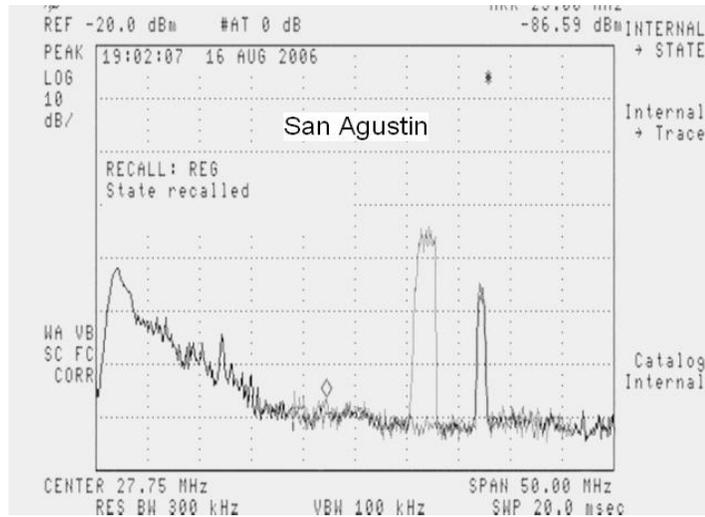
Para el efecto del presente material, se designó el nodo denominado Monte María, ubicado en la zona 7 de Villa Nueva, y para comparaciones el nodo de San Agustín ubicado en el condado el Naranjo zona 4 de Mixco.

1. Monitoreo: En la figura 33 se muestra al técnico encargado de monitoreo de señal. La gráfica del nodo San Agustín (figura 34), muestra un ruido normal, mientras que la de Colinas de Monte María (figura 354) denota un nivel de ruido alto, tomando en cuenta que debe estar en el primer cuadro de la gráfica aproximadamente 10 dBs de nivel de piso de ruido.

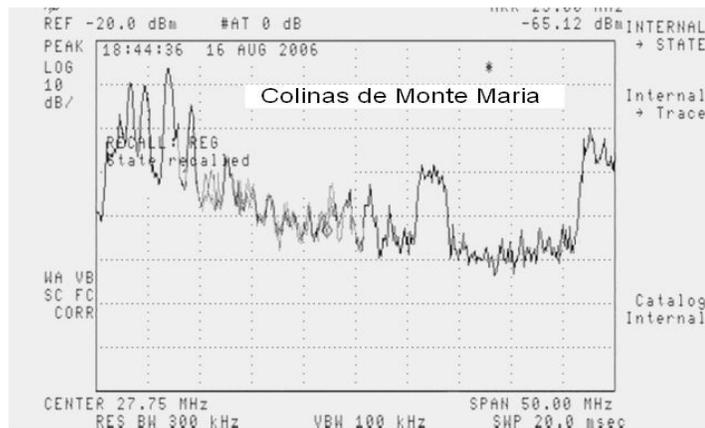
**Figura 33. Monitoreo de Señal**



**Figura 34. Gráfica de ruido considerado normal  
(Nodo San Agustin)**



**Figura 35. Gráfica de ruido anormal  
(Nodo Colinas de Monte María)**



2. Sistema de ordenes: El sistema de órdenes, efectivamente muestra que si han ingresado reportes de problemas de señal en ese sector de servicio, nodo colinas de Monte María como se describe en la figura 36.

Figura 36. Informe de sistema de órdenes

No	Orden	Nombre	Direccion	colonia	Telefono	Zona	Tipo	Est	Observaciones	Codigo	H/I	H/F
1	200003070	DANA ELIZABETH SANDOVAL	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00419178	TV	SS	4	FAVOR DE LUSTRAR ANTES DE LLAMAR TEL. 011 PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM ANTES DE LLAMAR	760346		
2	200003013	KAIRA DEL CAMBEN MONTIEL PALDA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00419186	TV	SS	4	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760211		
3	200003013	MARCY LIETH ESCOBAR OLIVERA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00416487	TV	SS	2	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760230		
4	200003013	OTTO GUILLELMO RETANA BORRERO	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00426755	TV	SS	4	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760259		
5	200003014	ELIYON APOLINO DEL CID	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00403250	TV	SS	4	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760240		
6	200003013	EDITH BASEL ECHEVERRIA GUZMAN	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24783984	SM	SS	6	CLIENTE SE ENCONTRA EN LA AGENCIA SOLICITA QUE POR FAVOR DE LE CLARIFIQUE SU PROBLEMA	760268		
7	200003013	LAL MAFANDELA DAVIANI	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24784012	SM	SS	6	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760263		
8	200003013	ANDREA BEATRIZ RODRIGUEZ	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00417878	SM	SS	4	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760263		
9	200003013	NOYRA ANGELICA PINTO DE	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	0400678	SM	SS	4	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760244		
10	200003013	CECILIA ALVAREZ	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	0235703	SM	SS	2	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760236		
11	200003013	JANA LINDA PIZARRO DE MENDOZA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24780644	SM	SS	3	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760232		
12	200003013	MARCIO MOTA BOLINA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00426618	SM	SS	1	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760214		
13	200003013	BERNARDO GARCIA BANCILLA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24781175	SM	SS	1	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760265		
14	200003013	BERNARDO MANUEL GONZALEZ	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24430330	SM	SS	1	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760203		
15	200003013	JULIO ANTONIO LOPEZ JIMENEZ	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24779366	SM	SS	5	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760282		
16	200003013	GUSTAVO ADOLFO ERACAMONTE	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24779567	SM	SS	1	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	711020		
17	200003013	RICARDO LEONEL SOLIS SUAZO	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00425064	SM	SS	11	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760280		
18	200003013	SILVIA CAROLINA GARCIA RIVERA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00426311	SM	SS	5	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760200		
19	200003013	DELIBRA DE PALMA	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24779490	SM	SS	3	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760211		
20	200003013	HELENA SELMA LUCERO DE	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00427305	SM	SS	3	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	711020		
21	200003013	SABIA VALENTINA CANO DE ANGULAR	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	00226047	SM	SS	1	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760210		
22	200003013	ALFONSO CUBIENDE	35 CALLE 102 DZ 17 COLONIA REMONTE MARA NORTE	COLONIA REMONTE MARA NORTE	24780622	SM	SS	1	TEL. NO SE PUEDE COMUNICAR POR PROBLEMA DE SEÑAL EN LA LINEA DE CABLE MÓDEM	760248		

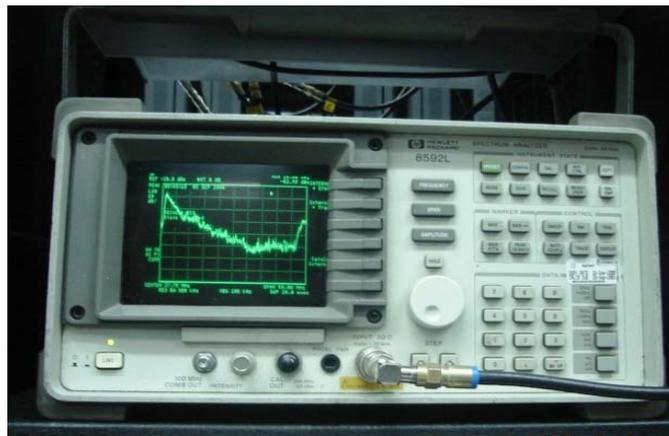
## 5.2 Ejecución de pruebas de medición

### a. Medición en planta central:

Siguiendo el procedimiento establecido en el capítulo 3. Debe tomarse en cuenta que la configuración del analizador de espectro está en 10 dBs por cada cuadro, y es una referencia de dBs/frecuencia. Se observa que el nivel de ruido llega a los 40 dBs, por lo que la portadora de los cable módem (portadora de

cable módem Docsis de 37 Mhz) instalados en esa zona, están siendo bloqueados. Cada cuadro que se muestra en la pantalla del analizador está configurado para 10 dBs por cuadro. Ver figura 37 (lo observado con el analizador de espectro en planta central). Es importante mencionar que se asignó el canal 97 para poder monitorear los niveles de ruido en los monitores conectados a la red.

**Figura 37. Analizador de espectro en Planta central o *Head End***



**b. Medición en receptor o nodo:**

En el nodo, el técnico se auxilia con el técnico en planta central y un monitor de televisión, donde observa el monitoreo que está siendo percibido por el analizador de espectro en la planta central. En la figura 38 se observa el proceso de verificación de las conexiones del nodo respectivo y técnico con monitor para revisión.

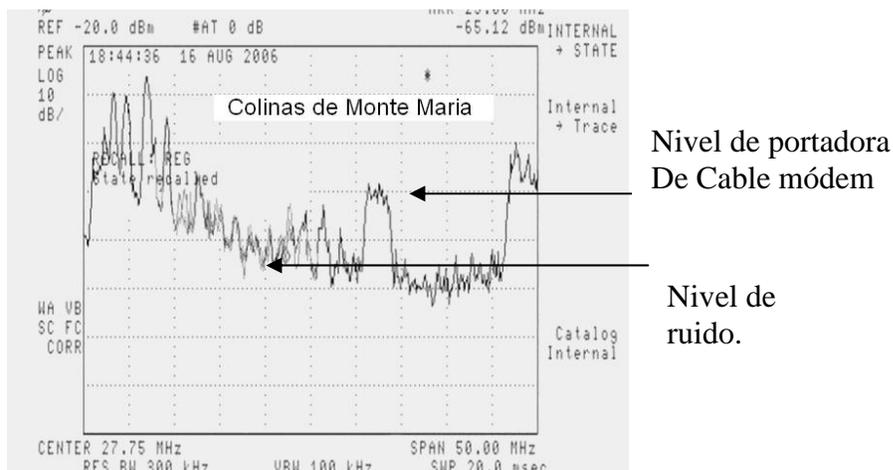
**Figura 38. Proceso de revisión en nodo**





casi constante, pero el upstream (Transmisión) es la señal de retorno o la que está enviando el cable módem, tiene muchas variaciones, está saliendo del rango de transmisión, sobrepasando los niveles de 55 dBs, el nivel ideal de esta transmisión es el rango de 35 a 45 dBs. Esto debido a que el nivel de ruido es tan elevado, que el cable módem trata de hacer transmisiones más altas. La relación de portadora de cable módem a ruido, es mínima como se observa en la gráfica de la figura 40.:

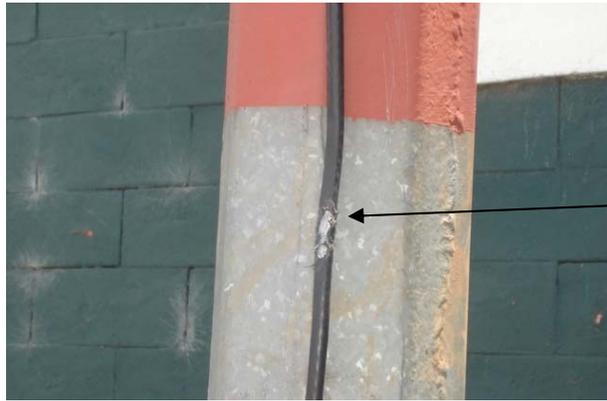
**Figura 40. Nivel de ruido y Relación C/N de cable módem de muestra**



De acuerdo a la interpretación de que cada cuadro representa 10 dBs, La relación señal a ruido (*carrier to Noise*) es mínima, 10 dBs, y está por debajo del mínimo de 25 dBs que debe ser para estos sistemas de canal de retorno.

De la revisión efectuada, se determinó que el problema era generado por cables de acometida abiertos y conexiones realizadas por el mismo usuario con mala calidad de conectores, como se muestra en la figura 41, 42 y 43.

**Figura 41. Cable abierto (conductor externo dañado)**



**Cable  
abierto**

**Figura 42. Conexión realizada por usuario**



**Salida sin  
terminación  
( 75 Ohms)**

**Conexión  
realizada por  
usuario.**

**Figura 43. Cable abierto en distribución interna**



**Otro caso  
de cable  
roto.**

Para llegar a determinar estos problemas se utilizó el equipo marca Wavetec modelo 1300D para determinar de qué línea se originaba la interferencia o ruido. En la figura 44, aparece el técnico de mantenimiento realizando pruebas con el equipo mencionado.

**Figura 44. Técnico realiza pruebas**



**Figura 45. Antena de equipo para detectar interferencias**



**Antena que se conecta al equipo para detectar interferencias**

#### **5.4 Análisis de resultados obtenidos**

Para solventar el problema, fue necesario hacer cambio completo de acometida a tres usuarios con problemas de cable, debido a la manipulación de

los propios usuarios para agregar puntos de salida para televisión. En la figura 46, se observa al técnico realizando el proceso de colocación de conector de forma adecuada.

**Figura 46. Proceso de colocación de conector**



En la figura 47, se observa la correcta colocación de la acometida de los usuarios para evitar problemas como los encontrados en este muestreo.

**Figura 47. Conexión a Tap o derivador**



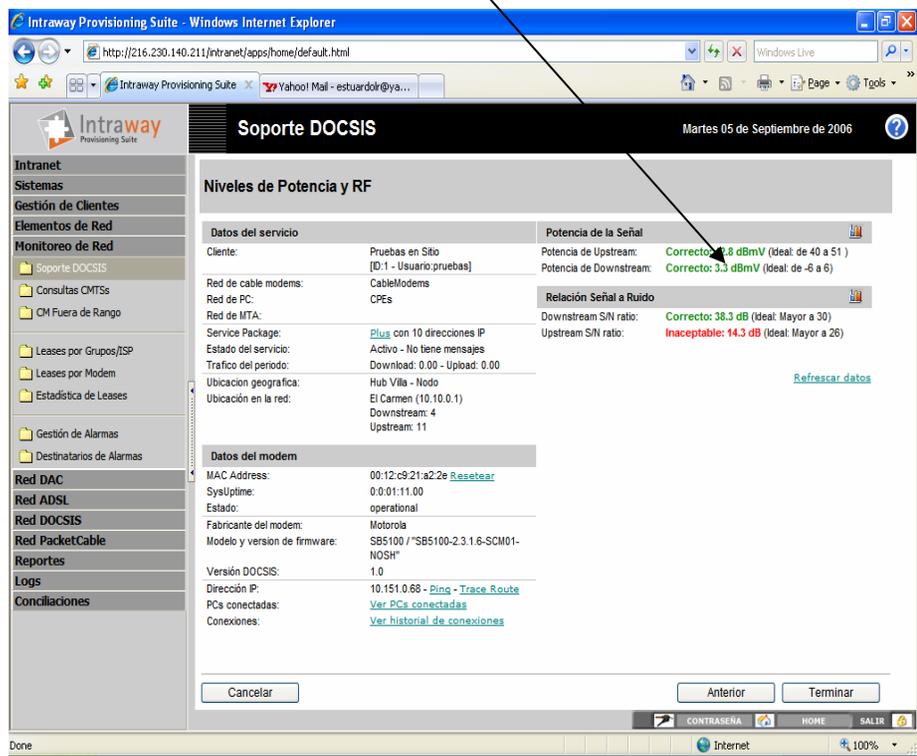
**Conector PCT  
correctamente  
instalado**

**Trampa de  
seguridad  
para evitar  
conexiones no  
autorizadas**

Cuando se realizaron todas las correcciones de los problemas que se detectaron precisamente en las acometidas de abonado, se procedió a la

verificación en el sistema de monitoreo de cable módem y en el analizador de espectro, para las verificaciones respectivas.

**Figura 48. Niveles de Cable módem, según sistema de monitoreo**



En esta página del sistema de monitoreo, se muestra que el cable módem en mención ha alcanzado los niveles siguientes:

Cable módem 0012C921A22E	UPSTREAM (transmisión)	DOWNSTREAM (Recepción)
MEDICION ACTUAL	43.8 dBs	3.2 dBs

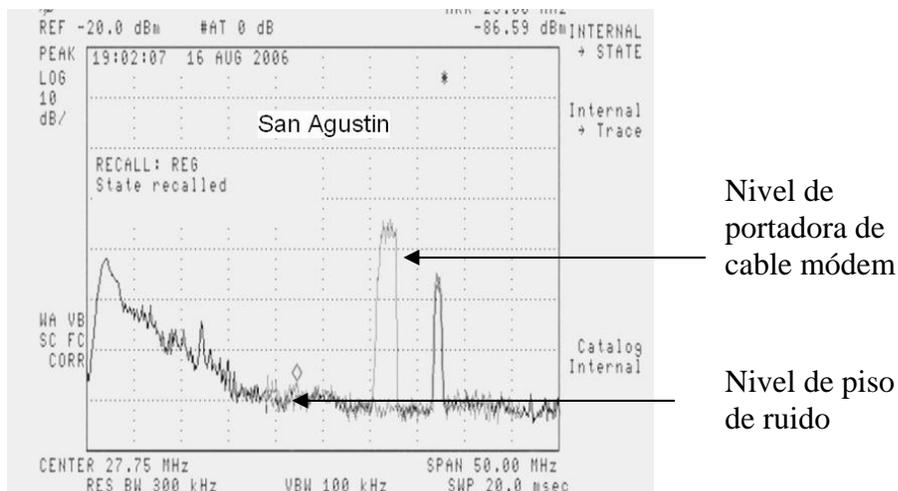
Los valores arriba indicados, están dentro de los rangos ideales siguientes:

	UPSTREAM (recepción)	DOWNSTREAM (Recepción)
RANGO IDEAL	35- 45 dBs	-5 A 5 dBs

Se interpreta que los niveles actuales de dicho cable módem son satisfactorios para lograr una buena transmisión y recepción. Llegando a la conclusión que existía problema precisamente en las acometidas de abonado.

Si se hace una comparación con una gráfica tomada del analizador de espectro en la misma fecha que el punto de muestra, se interpreta que en la figura 49 existe una diferencia marcada de nivel entre la portadora del cable módem y el nivel de ruido de 30 dBs, supera los 25 dBs mínimo de relación portadora de cable módem a ruido. Por lo que ésta transmite sin problemas.

**Figura 49. Gráfica de ruido normal, nodo de muestra**



## CONCLUSIONES

1. Se comprobó que la construcción de redes HFC, sin la observancia de los procedimientos correctos para la manipulación de los cables y sus elementos generan deficiencias en la red que facilitan la inserción de señales que provocan interferencia en la señal transmitida y que consecuentemente degradan la calidad de servicio.
2. La falta de conocimiento del personal técnico sobre la construcción, operación y mantenimiento, tanto preventivo como correctivo de las redes, representa deficiencia en la consecución de los objetivos y costos adicionales para la empresa.
3. La falta de procedimientos adecuados para el mantenimiento preventivo y correctivo de la red HFC genera poca eficiencia en estas actividades, que incide en los costos y calidad de servicio ofrecido al usuario.
4. El uso de equipo y herramienta apropiados para este tipo de redes es imprescindible, debido a que permitirá la detección y la solución efectiva.
5. El uso de elementos y accesorios adecuados para la red HFC, contribuirá a brindar una buena calidad de servicio y a prolongar la vida útil de las redes.

6. Se comprobó que cierto porcentaje de los problemas que afectan los servicios se presentan por parte del usuario, de forma premeditada al intentar obtener conexiones de señal en forma empírica (robo de señal)

## RECOMENDACIONES

1. El mantenimiento preventivo en las redes de cable coaxial es de vital importancia que se realice, para mantener la calidad de servicio libre de interferencias ajenas a las señales transmitidas desde la planta central y para evitar la degradación de la red y sus elementos
2. Se sugiere el uso de la herramienta propicia para la ejecución de las acometidas de abonados, debido a que en este punto de la red HFC es donde se presenta un 90% de problemas de ingreso de interferencia cuando se manipula de forma incorrecta el cable coaxial y sus accesorios, degradando sus parámetros.
3. Es necesario seguir un orden para la revisión de ruido o interferencias no deseadas en la red, por lo que es indispensable tomar en cuenta el procedimiento establecido en el capítulo tres de este material.
4. La identificación de los diversos problemas que se presentan en la red coaxial, para los servicios de de TV e Internet, es de vital importancia para los técnicos que realizan instalaciones y mantenimiento de usuarios, debido a que esto redundaría en la eficiencia de el trabajo de operación y mantenimiento y en consecuencia en la reducción de costos para la empresa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Electromagnetismo, David Krauss 2ª edición, 1986
2. Hayt, William H. Teoría Electromagnética, 2ª edición, México D.F. McGraw-Hill.1991
3. Tabú, Herbert y Schilling, Donal L. Principles of communication systems. Segunda Edición. McGraw-Hill, 1986.
4. Electrónica , jack Millman, 2ª edición Barcelona España 1984.
5. Strembler, Ferrel G. Introduction to communication system. Tercera Edición. Adison-Wesley Iberoamericana, S.A. 1993
6. Chain Nassir y Sapag Chain Reinaldo. Preparación y Evaluación de proyectos. Tercera edición McGraw Hill.
7. Manual, Scientific Atlanta, 2005
8. Internet en red HFC, Haroldo Juarez, 2000
9. Manual de cables Coaxiales, Condumex.
10. CATV, Distribution Amplifiers, Manual Pico MACOM
11. Metodología científica, A.L Cervo y P. A Bervian, Editorial McGraw Hill.



## APÉNDICE

**Tabla I.** Frecuencia de canales (Mhz) según el sistema NTSC y EIA

NTSC: Comité Nacional Para normas de Televisión (Estados Unidos)

EIA: Asociación de industrias electrónicas (Estados Unidos)

### FRECUENCIA DE CANAL (Mhz)

Canal		Standard		Incremental		Armónica	
Nuevo	Anti	Video	Audio	Video	Audio	Video	Audio
T7	none	7.0000	11.5000	NA	NA	NA	NA
T8	none	13.0000	17.5000	NA	NA	NA	NA
T9	none	19.0000	23.5000	NA	NA	NA	NA
T10	none	25.0000	29.5000	NA	NA	NA	NA
T11	none	31.0000	35.5000	NA	NA	NA	NA
T12	none	37.0000	41.5000	NA	NA	NA	NA
T13	none	43.0000	47.5000	NA	NA	NA	NA
2	2	55.2500	59.7500	55.2625	59.7625	54.0027	58.502
3	3	61.2500	65.7500	61.2625	65.7625	60.0030	64.503
4	4	67.2500	71.7500	67.2625	71.7625	66.0033	70.503
1	A-8	NA	NA	73.2625	77.7625	72.0036	76.503
5	5	77.2500	81.7500	79.2625	83.7625	78.0039	82.503
6	6	83.2500	87.7500	85.2625	89.7625	84.0042	88.504
95	A-5	91.2500	95.7500	91.2625	95.7625	90.0045	94.504
96	A-4	97.2500	101	97.2625	101	96.0048	100.50
97	A-3	103.2500	107.750	103.2625	107.762	102.0051	106.50
98	A-2	109.2750	113.775	109.2750	113.775		
99	A-1	115.2750	119.775	115.2750	119.775		
14	A	121.2625	125.762	121.2625	125.762	120.0060	124.50
15	B	127.2625	131	127.2625	131	126.0063	130.50
16	C	133.2625	137.762	133.2625	137.762	132.0066	136.50
17	D	139.2500	143.750	139.2625	143.762	138.0069	142.50
18	E	145.2500	149.750	145.2625	149.762	144.0072	148.50
19	F	151.2500	155.750	151.2625	155.762	150.0075	154.50
20	G	157.2500	161	157.2625	161	156.0078	160.50
21	H	163.2500	167.750	163.2625	167.762	162.0081	166.50
22	I	169.2500	173.750	169.2625	173.762	168.0084	172.50
7	7	175.2500	179.750	175.2625	179.762	174.0087	178.50
8	8	181.2500	185.750	181.2625	185.762	180.0090	184.50
9	9	187.2500	191	187.2625	191	186.0093	190.50
10	10	193.2500	197.750	193.2625	197.762	192.0096	196.50
11	11	199.2500	203.750	199.2625	203.762	198.0099	202.50
12	12	205.2500	209.750	205.2625	209.762	204.0102	208.51
13	13	211.2500	215.750	211.2625	215.762	210.0105	214.51

continuación

23	J	217.2500	221.750	217.2625	221.762	216.0108	220.51
24	K	223.2500	227.750	223.2625	227.762	222.0111	226.51
25	L	229.2625	233.762	229.2625	233.762	228.0114	232.51
26	M	235.2625	239.762	235.2625	239.762	234.0117	238.51
27	N	241.2625	245.762	241.2625	245.762	240.0120	244.51
28	O	247.2625	251.762	247.2625	251.762	246.0123	250.51
29	P	253.2625	257.762	253.2625	257.762	252.0126	256.51
30	Q	259.2625	263.762	259.2625	263.762	258.0129	262.51
31	R	265.2625	269.762	265.2625	269.762	264.0132	268.51
32	S	271.2625	275.762	271.2625	275.762	270.0135	274.51
33	T	277.2625	281.762	277.2625	281.762	276.0138	280.51
34	U	283.2625	287.762	283.2625	287.762	282.0141	286.51

Canal		Standard		Incremental		Armónica	
Nuevo	Anti	Video	Audio	Video	Audio	Video	Audio
35	V	289.2625		289.2625		288.0144	
36	W	295.2625		295.2625		294.0147	
37	AA	301.2625		301.2625		300.0150	
38	BB	307.2625		307.2625		306.0153	
39	CC	313.2625		313.2625		312.0156	
40	DD	319.2625		319.2625		318.0159	
41	EE	325.2625		325.2625		324.0162	
42	FF	331.2750		331.2750		330.0165	
43	GG	337.2625		337.2625		336.0168	
44	HH	343.2625		343.2625		342.0171	
45	II	349.2625		349.2625		348.0174	
46	JJ	355.2625		355.2625		354.0177	
47	KK	361.2625		361.2625		360.0180	
48	LL	367.2625		367.2625		366.0183	
49	MM	373.2625		373.2625		372.0186	
50	NN	379.2625		379.2625		378.0189	
51	OO	385.2625		385.2625		384.0192	
52	PP	391.2625		391.2625		390.0195	
53	QQ	397.2625		397.2625		396.0198	
54	RR	403.2500		403.2625		402.0201	
55	SS	409.2500		409.2625		408.0204	
56	TT	415.2500		415.2625		414.0207	
57	UU	421.2500		421.2625		420.0210	
58	VV	427.2500		427.2625		426.0213	
59	WW	433.2500		433.2625		432.0216	
60	XX	439.2500		439.2625		438.0219	
61	YY	445.2500		445.2625		444.0222	

continuación

62	ZZ	451.2500	451.2625	450.0225
63	63	457.2500	457.2625	456.0228
64	64	463.2500	463.2625	462.0231
65	65	469.2500	469.2625	468.0234
66	66	475.2500	475.2625	474.0237
67	67	481.2500	481.2625	480.0240
68	68	487.2500	487.2625	486.0243
69	69	493.2500	493.2625	492.0246
70	70	499.2500	499.2625	498.0249
71	71	505.2500	505.2625	504.0252
72	72	511.2500	511.2625	510.0255
73	73	517.2500	517.2625	516.0258
74	74	523.2500	523.2625	522.0261
75	75	529.2500	529.2625	528.0264
76	76	535.2500	535.2625	534.0267
77	77	541.2500	541.2625	540.0270
78	78	547.2500	547.2625	546.0273
79	79	553.2500	553.2625	552.0276
80	80	559.2500	559.2625	558.0279
81	81	565.2500	565.2625	564.0282

Canal		Standard		Incremental		Armónica	
Nuev	Anti	Vide	Audi	Video	Audio	Video	Audio
82	82	571.250	575.75	571.2625	575.76	570.0285	574.52
83	83	577.250	581.75	577.2625	581.76	576.0288	580.52
84	84	583.250	587.75	583.2625	587.76	582.0291	586.52
85	85	589.250	593.75	589.2625	593.76	588.0294	592.52
86	86	595.250	599.75	595.2625	599.76	594.0297	598.52
87	87	601.250	605.75	601.2625	605.76	600.0300	604.53
88	88	607.250	611.75	607.2625	611.76	606.0303	610.53
89	89	613.250	617.75	613.2625	617.76	612.0306	616.53
90	90	619.250	623.75	619.2625	623.76	618.0309	622.53
91	91	625.250	629.75	625.2625	629.76	624.0312	628.53
92	92	631.250	635.75	631.2625	635.76	630.0315	634.53
93	93	637.250	641.75	637.2625	641.76	636.0318	640.53
94	94	643.250	647.75	643.2625	647.76	642.0321	646.53
100	100	649.250	653.75	649.2625	653.76	648.0324	652.53
101	101	655.250	659.75	655.2625	659.76	654.0327	658.53
102	102	661.250	665.75	661.2625	665.76	660.0330	664.53
103	103	667.250	671.75	667.2625	671.76	666.0333	670.53
104	104	673.250	677.75	673.2625	677.76	672.0336	676.53
105	105	679.250	683.75	679.2625	683.76	678.0339	682.53
106	106	685.250	689.75	685.2625	689.76	684.0342	688.53

continuación

107	107	691.250695.75	691.2625 695.76	690.0345 694.53
108	108	697.250701.75	697.2625 701.76	696.0348 700.53
109	109	703.250707.75	703.2625 707.76	702.0351 706.53
110	110	709.250713.75	709.2625 713.76	708.0354 712.53
111	111	715.250719.75	715.2625 719.76	714.0357 718.53
112	112	721.250725.75	721.2625 725.76	720.0360 724.53
113	113	727.250731.75	727.2625 731.76	726.0363 730.53
114	114	733.250737.75	733.2625 737.76	732.0366 736.53
115	115	739.250743.75	739.2625 743.76	738.0369 742.53
116	116	745.250749.75	745.2625 749.76	744.0372 748.53
117	117	751.250755.75	751.2625 755.76	750.0375 754.53
118	118	757.250761.75	757.2625 761.76	756.0378 760.53
119	119	763.250767.75	763.2625 767.76	762.0381 766.53
120	120	769.250773.75	769.2625 773.76	768.0384 772.53
121	121	775.250779.75	775.2625 779.76	774.0387 778.53
122	122	781.250785.75	781.2625 785.76	780.0390 784.53
123	123	787.250791.75	787.2625 791.76	786.0393 790.53
124	124	793.250797.75	793.2625 797.76	792.0396 796.53
125	125	799.250803.75	799.2625 803.76	798.0399 802.53
126	126	805.250809.75	805.2625 809.76	804.0402 808.54
127	127	811.250815.75	811.2625 815.76	810.0405 814.54
128	128	817.250821.75	817.2625 821.76	816.0408 820.54
129	129	823.250827.75	823.2625 827.76	822.0411 826.54
130	130	829.250833.75	829.2625 833.76	828.0414 832.54
131	131	835.250839.75	835.2625 839.76	834.0417 838.54
132	132	841.250845.75	841.2625 845.76	840.0420 844.54
133	133	847.250851.75	847.2625 851.76	846.0423 850.54

Canal		Standard		Incremental		Armónica	
Nuevo	Anti	Video	Audio	Video	Audio	Video	Audio
134	134	853.2500		853.2625		852.0426	
135	135	859.2500		859.2625		858.0429	
136	136	865.2500		865.2625		864.0432	
137	137	871.2500		871.2625		870.0435	
138	138	877.2500		877.2625		876.0438	
139	139	883.2500		883.2625		882.0441	
140	140	889.2500		889.2625		888.0444	
141	141	895.2500		895.2625		894.0447	
142	142	901.2500		901.2625		900.0450	
143	143	907.2500		907.2625		906.0453	
144	144	913.2500		913.2625		912.0456	
145	145	919.2500		919.2625		918.0459	
146	146	925.2500		925.2625		924.0462	
147	147	931.2500		931.2625		930.0465	
148	148	937.2500		937.2625		936.0468	
149	149	943.2500		943.2625		942.0471	

continuación

150	150	949.2500	949.2625	948.0474
151	151	955.2500	955.2625	954.0477
152	152	961.2500	961.2625	960.0480
153	153	967.2500	967.2625	966.0483
154	154	973.2500	973.2625	972.0486
155	155	979.2500	979.2625	978.0489
156	156	985.2500	985.2625	984.0492
157	157	991.2500	991.2625	990.0495
158	158	997.2500	997.2625	996.0498

**Tabla II. Pérdidas en cable coaxial**

La tabla muestra las pérdidas en los diferentes tipos de cable coaxial por cada 100 metros de distancia a una temperatura de 20 grados centígrados, expresada en dBs.

PERDIDA EN DBS								
Frecuencia MHz	RG500	RG540	RG625	RG750	RG860	RG 59	RG 6	RG 11
5	0.5	0.46	0.4	0.4	0.3	2.5	1.9	1.2
30	1.3	1.1	1	0.8	0.75	----	----	----
55	1.8	1.6	1.5	1.2	1.1	6.4	5	3
83	2.2	1.9	1.9	1.5	1.3	----	----	----
108	2.5	2.2	2.1	1.7	1.5	----	----	----
150	2.9	2.6	2.5	2	1.8	----	----	----
183	3.3	2.9	2.8	2.2	2	----	----	----
211	3.6	3.1	3	2.4	2.1	11.5	9.3	5.5
250	3.9	3.4	3.3	2.7	2.3	12.4	9.9	6.1
300	4.3	3.7	3.3	2.9	2.5	13.7	11.2	6.7
350	4.7	4	3.9	3.2	2.7	15	12.1	7.3
400	5	4.3	4.2	3.4	2.9	16.2	13.2	7.8
450	5.3	4.6	4.4	3.7	3.1	17.2	13.9	8.1
500	5.7	4.9	4.7	3.9	3.3	18.3	14.7	9.2
550	6	5.1	4.9	4.1	3.5	19.3	15.5	9.5
600	6.3	5.3	5.2	4.3	3.6	20.1	16.3	9.8
750	7.1	6	5.8	4.9	4.1	23	18.3	11.3
862	7.3	6.6	6.2	5.2	4.3	----	----	----
1000	8.3	7.1	6.8	5.7	4.7	26.5	21.5	13.1

Aparece remarcado, cable RG-500 Y RG-6, tomando en cuenta las frecuencias dónde están contenidos los canales 2 y 84

Figura50. Amplificador troncal

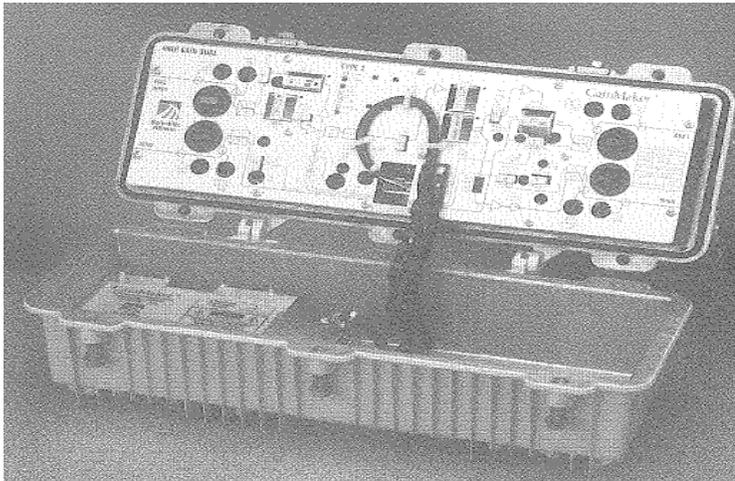
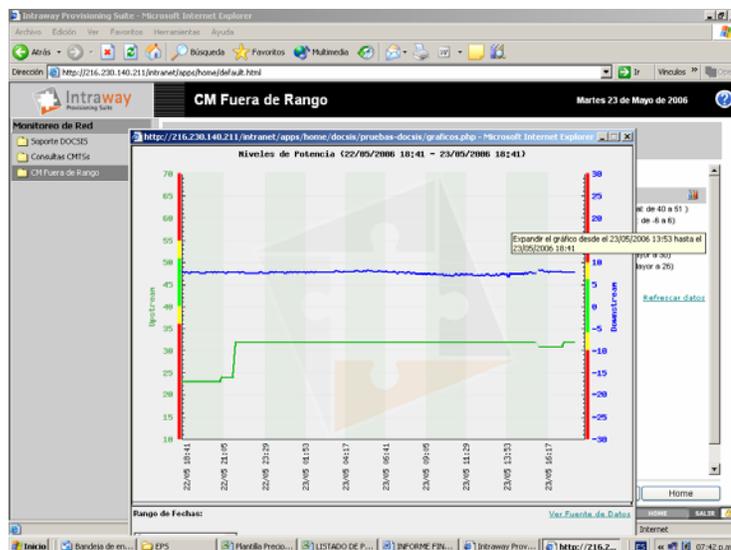


Figura 51. Gráfica (ideal) de niveles de señal de cable módem



**Figura 52. Conectores RG-6**



**Figura 53. Accesorios RG-6 ( Derivadores y divisores)**



**Tabla III. Pérdidas por inserción para Tap RG-6 (dBs)**

Cada tap tiene una salida directa y una (-tap), la tabla muestra los niveles en dBs que se pierden en la salida directa. La otra salida (-tap) representa una atenuación o pérdida del valor del tap.

Pérdida de señal en directa (dbs)			
TAP RG-6 1 SALIDA	VALOR DE TAP	55 Mhz	750 Mhz
		Canal 2	Canal 84
	8	1.8	2.2
	12	1	1.4
	16	0.8	1.1
	20	0.8	1.1
	24	0.8	1.1

NOTA: Estos valores son tomados de las especificaciones de fabricante de la marca PCT

**Tabla IV. Pérdidas de señal en la salida de spliter (divisores) RG-6 (dBs)**

SPLITER RG-6	Número de Salidas	55 Mhz	750 Mhz
		Canal 2	Canal 84
	2	3.6	3.8
	3	5.6	6.3
	4	7	7.5
	3*	3.7	4.4

NOTA: Estos valores son tomados de las especificaciones de fabricante de la marca PCT

El spliter 3\* (spliter desbalanceado)

**Figura 54. Copla direccional RG-500**



**Tabla V. Pérdidas por inserción para copla RG-500 (dBs)**

Cada tap tiene una salida directa y una (-tap), la tabla muestra los niveles en dBs que se pierden en la salida directa. La otra salida (-tap) representa una atenuación o pérdida del valor de la copla.

Pérdida de señal en directa (dbs)			
Copla RG-500	Valor de la copla	55 Mhz	750 Mhz
		Canal 2	Canal 84
	8	1.7	2.2
	12	1.1	1.5
	16	1	1.4

NOTA: Estos valores son tomados de las especificaciones de fabricante de la marca Scientific Atlanta.

**Tabla VI. Pérdidas en señal de salida de SPLITER RG-500(dBs)**

Pérdida de señal en cada salida (dbs)			
SPLITER RG-500	Número de vías	55 Mhz	750 Mhz
		Canal 2	Canal 84
	2	4	4.5
	3	5.6	6.5
	3*	3.8	4.6

NOTA: Estos valores son tomados de las especificaciones de fabricante de la marca Scientific Atlanta. El spliter de 3\* ( es spliter desbalanceado)

**Figura 55. Tap o derivador RG-500**



### **Pérdidas por inserción en TAPS RG-500 (dBs)**

Cada tap tiene una salida directa y una (-tap), la tabla muestra los niveles en dBs que se pierden en la salida directa (cuando se inserta cada tap en la línea de distribución).

La otra salida (-tap) representa una atenuación o pérdida del valor del tap o derivador.

**Tabla VII. Pérdidas por inserción en TAPS RG-500 (dBs)**

Pérdida de señal en Directa(dbs)			
No. De Salidas	Valor de Tap RG-500(dbs)	55 Mhz	750 Mhz
		Canal 2	Canal 84
<b>2</b>	4	0	0
	8	3	4.1
	11	1.8	2.8
	14	1.3	2
	17	1.1	1.7
	20	1	1.4
	23	1	1.4
	26	1	1.4
<b>4</b>	29	1	1.4
	8	0	0
	11	3	4.3
	14	2.1	2.8
	17	1.4	2
	20	1.1	1.7
	23	0.9	1.4
<b>8</b>	26	0.9	1.4
	29	0.9	1.4
	8 11	0	0
	8 14	3.9	5.1
	8 17	2	2.9
	8 20	1.4	1.9
	8 23	1.1	1.6
8 26	1.1	1.6	
8 29	1.1	1.6	

NOTA: Estos valores son tomados de las especificaciones de fabricante de la marca Scientific Atlanta.

**Figura 56. Herramienta básica**



- 1. Medidor de señal
- 2. Destornilladores
- 3. Alicates
- 4. Ponchadora
- 5. Martillo
- 6. Llave para candado de seguridad.
- 7. Peladora.

**Figura 57. Gráfica de nivel de ruido normal**

