

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE AVIÓNICA

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA DE SERVICIO DE INTERNET A TRAVÉS DE LA
RED DE TELEVISIÓN POR CABLE”**

POR:

CAIZA SUNTAXI EDWIN PATRICIO

Proyecto de grado presentado como requisito previo para la

obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN AVIÓNICA

2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. CAIZA
SUNTAXI EDWIN PATRICIO, como requerimiento parcial para la obtención del Título
de **TECNÓLOGO EN AVIÓNICA**

ING. RAMIRO YEROVI

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, Octubre del 2004

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi familia quienes me brindaron todo su apoyo durante mi formación Militar y Académica, a mis compañeros de promoción con quienes he pasado momentos de felicidad y tristeza durante estos tres años, y lo dedico especialmente a Dios quien me dio la fuerza y el coraje necesario para poder culminar mi carrera.

ALNO. Caiza Patricio

AGREDECIMIENTO

El presente trabajo va dirigido a mis padres y a mis hermanos quienes con su apoyo durante mi permanencia en la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea me han ayudado a Finalizar mi carrera de Tecnología en Aviónica.

Al Ing. Ramiro Yerovi quien fue una persona que colaboró en la elaboración de este proyecto brindado sus conocimientos y asesoramiento .

Agradezco a todos los instructores académicos quienes me impartieron sus conocimientos durante mi permanencia en el Instituto.

Agradezco a la noble FUERZA AEREA ECUATORIANA, que a través del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO y la ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AEREA, me han capacitado en el campo académico y militar, para así poder servir a mi patria poniendo en práctica mis conocimientos.

Alno. Caiza Patricio.

ÍNDICE GENERAL

Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice general.....	V
Índice de figura	X
Índice de tablas.....	XI
Introducción.....	XII
Planteamiento del problema.....	XII
Objetivos	XII
Justificación.....	XIII
Alcance	XIV

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. LA BANDA ANCHA.....	1
1.2. BENEFICIOS DE LA BANDA ANCHA.....	1
1.3. TIPOS DE TECNOLOGÍAS QUE SON CONSIDERADAS DE BANDA ANCHA.....	3
1.4. FRECUENCIAS DE FUNCIONAMIENTO.....	5

1.5. REDES DE CABLE DE BANDA ANCHA.....	6
1.6. EL CABLE COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN.....	7
1.7. EL MÓDEM DE CABLE.....	8
1.7.1. ¿QUÉ SE PUEDE ENCONTRAR EN EL INTERIOR DE UN MÓDEM DE CABLE.....	9
1.8. TECNOLOGÍA Y SERVICIOS DEL MÓDEM DE CABLE.....	11
1.9. MODO DE FUNCIONAMIENTO Y ESTANDARES.....	13

CAPÍTULO II

2. ESPECIFICACIONES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS PARA OFRECER EL SERVICIO DE INTERNET POR TV CABLE.....	16
2.1. ESQUEMA DE LA RED HFC.....	16
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES HFC.....	17
2.3. PARTES DE UNA RED HFC.....	17
2.3.1. CABECERA.....	17
2.3.2. RED TRONCAL.....	19
2.3.3. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	20
2.3.4. ACOMETIDA DE USUARIO.....	21
2.4 CARACTERÍSTICAS DEL CABLEADO.....	21
2.5. EQUIPOS DE INTERFACE EN UNA RED HFC.....	22
2.5.1. CONVERTOR ELÉCTRICO-ÓPTICO.....	22
2.5.2. CONVERTOR ÓPTICO-ELÉCTRICO.....	23
2.5.3. DERIVADOR.....	23

CAPÍTULO III

3. ESPECIFICACIONES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA ACCEDER AL SERVICIO DE INTERNET POR TV CABLE.....	24
3.1. RED CATV.....	24
3.2. MÓDEM DE CABLE.....	28
3.2.1. TIPOS DE MÓDEMS DE CABLE.....	29
3.3. INSTALACIÓN TÍPICA DE UN MÓDEM DE CABLE.....	31
3.4. FORMATO DE DATOS DOWNSTREAM.....	32
3.5. FORMATO DATOS UPSTREAM.....	34
3.6. ¿QUÉ ES MAC?.....	37
3.7. ¿CUÁLES SON LOS ESTANDARES?.....	38
3.8. ACCESO MEDIANTE EL MÓDEM DE CABLE.....	39
3.8.1. ACCESO POR CONTIENDA.....	39
3.8.2. ACCESO POR SOLICITUD-RESERVA.....	41
3.8.3. VELOCIDADES DE ACCESO AL CANAL.....	43
3.8.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÓMO UN MODEM DE CABLE SE AUTENTICA EN LA RED.....	44
3.9. REQUISITOS MINIMOS DE LA COMPUTADORA.....	45

CAPÍTULO IV

4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DEL SERVICIO DE INTERNET POR TV CABLE.....	46
4.1. VENTAJAS.....	46

4.1.1. VENTAJAS DE LAS REDES HFC.....	46
4.1.2. VENTAJAS DEL SERVICIO.....	47
4.1.3. VENTAJAS APORTADAS POR EL MÓDEM DE CABLE.....	47
4.2. DESVENTAJAS.....	47
4.2.1. EL CUELLO DE BOTELLA.....	48
4.2.2. SEÑALES INDESEADAS.....	48
4.2.2.1. RUIDO POR EFECTO ANTENA.....	48
4.2.2.2. INTERFERENCIAS DE BANDA ESTRECHA (<i>ingress</i>).....	49
4.2.2.3. RUIDO IMPULSIVO.....	50
4.2.2.4. RUIDO A RÁFAGAS (<i>burst</i>).....	51
4.2.2.5. RUIDO TÉRMICO.....	51
4.2.2.6. ZUMBIDO.....	51
4.2.2.7. DISTORSIÓN DE CAMINO COMÚN.....	51
4.2.2.8. RUIDO DE FASE Y DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA.....	52
4.2.2.9. MICROREFLEXIONES.....	52

CAPÍTULO V

5. ESTUDIO DE UNA POSIBLE ALTERNATIVA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SERVICIO DE INTERNET A TRAVÉS DE LA RED DE TELEVISIÓN POR CABLE.....	55
5.1. ANÁLISIS DE RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	55
5.1.1. EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CABECERA DE RED.....	56
5.1.1.1. GESTIONADOR DE RED.....	56
5.1.1.2. SERVIDORES DE WEBCACHING Y FIREWALL.....	58

5.1.1.3. SERVIDOR DE APLICACIONES LOCALES.....	60
5.1.1.4. ROUTER.....	61
5.1.1.5. EQUIPOS DE CABECERA DEL SISTEMA DE MÓDEMS DE CABLE.....	61
5.1.2. EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CENTRAL DE ACCESO.....	62
5.1.3. INVESTIGACIÓN DE POSIBLES SERVIDORES.....	62
5.1.4. TIPOS Y MARCAS DE MÓDEMS DE CABLE.....	66
5.2. ANÁLISIS DE LOS RECURSOS DE LOS QUE DISPONE EL INSTITUTO.....	67
5.2.1. RECURSO HUMANO.....	67
5.2.3. EQUIPOS.....	67
5.2.4. MATERIALES.....	69
5.3. REALIZACIÓN DE UN DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA ALTERNATIVA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	70
5.4. ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA REALIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	71
5.4.1. ALTERNATIVAS DE SERVIDORES.....	71
5.4.2. COSTO DE LOS EQUIPOS.....	71
5.4.3. COSTO DE LOS MATERIALES.....	72

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES.....	74
6.2. RECOMENDACIONES.....	76
➤ ANEXOS.	
➤ GLOSARIO.	
➤ BIBLIOGRAFÍA.	

- HOJA DE VIDA.
- HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1. Diagrama en bloques de un modem de cable.....	9
Figura 1.2. Esquema de funcionamiento del la tecnología del cable.	13

CAPÍTULO II

Figura 2.1. Esquema de una red HFC.	16
Figura 2.2. Fibra óptica.	21
Figura 2.3. a) Estructura del cable coaxial; b) Coaxial RG-6 con conector tipo F.....	22
Figura 2.4. a) Derivador; b) Derivador en la red HFC.....	23

CAPÍTULO III

Figura 3.1. Esquema de la red de CATV..	24
Figura 3.2. Tipos de módems de cable.....	29
Figura 3.3. Instalación típica de un modem de cable.....	31
Figura 3.4. Formato de datos Downstream.....	32
Figura 3.5. Formato de datos Upstream.	34
Figura 3.6. Pasos en el esquema CSMA/CD.....	40

CAPÍTULO V

Figura 5.1. Esquema del sistema de Internet a través de la red de CATV.	55
Figura 5.2. Esquema del funcionamiento del firewall.	59
Fig. 5.3. Tipos y marcas de módems de cable.....	66
Fig. 5.4. Modém satelital.	68
Fig. 5.5. Router.....	68
Fig. 5.6. Switch.....	69
Fig. 5.7. Esquema del sistema de Internet a través de la red HFC.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

Tabla 3.1. Características eléctricas.....	33
Tabla 3.2. Tasa de datos Teórica.....	33

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue desarrollado con el propósito de estudiar una alternativa de implementación de servicio de Internet a través de la red de TV Cable, que nos permitirá acceder a Internet de forma mas rápida.

Este trabajo cuenta con la información necesaria para poder realizar la implementación, en los siguientes capítulos se describe el funcionamiento del sistema y los equipos necesarios para la implementación, y otros datos de interés que pueden ser utilizados por los alumnos de las carreras de Aviónica y Telemática en su desarrollo académico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En vista de que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO dispone de un sistema de servicio de INTERNET relativamente lento, se ha visto necesario realizar una investigación acerca de un moderno sistema, mucho más rápido y de menor costo, que proporcione INTERNET a través de red de televisión por cable.

OBJETIVOS

GENERALES

- Realizar el estudio de factibilidad de la implementación de un sistema de servicio de INTERNET a través de la red de televisión por cable.

ESPECÍFICOS

- Recopilar información acerca del sistema de servicio de INTERNET a través de la red de televisión por cable.
- Investigar acerca de los equipos utilizados para ofrecer este servicio.
- Recopilar información del funcionamiento de los equipos utilizados para acceder a este servicio.
- Estudiar una alternativa de implementación de este sistema en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.
- Analizar los recursos necesarios que deberá disponer el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO para la implementación del sistema.
- Realizar un diagrama esquemático de una alternativa de implementación de este sistema en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

JUSTIFICACIÓN

El propósito de este proyecto es investigar cómo funciona el moderno servicio de INTERNET que utiliza la red de televisión por cable, para la transmisión y recepción de datos, y de esta manera el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO pueda a futuro implementar dicho sistema y proporcione sus servicios no solo al personal del Instituto, sino también a la ciudadanía en general.

ALCANCE

El presente trabajo de investigación está dirigido a todo el personal que forma parte del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, el cual podrá contar con la información necesaria de este moderno sistema de servicio de INTERNET que utiliza la red de televisión por cable.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. La banda ancha.

El término banda ancha normalmente describe a las conexiones de Internet recientes que funcionan entre 5 y 2 000 veces más rápido que las anteriores tecnologías de marcación por Internet. Sin embargo, el término banda ancha no se refiere a una velocidad determinada ni a un servicio específico.

El concepto de banda ancha combina la capacidad de conexión (anchura de banda) y la velocidad.

Se define la banda ancha como una capacidad de transmisión más rápida que la velocidad primaria de la red digital de servicios integrados (RDSI) a 1,5 ó 2,0 Mbps.¹

1.2. Beneficios de la banda ancha.

La banda ancha tiene tres ventajas principales:

a) Las velocidades de la banda ancha son apreciablemente más rápidas que las de tecnologías anteriores, por lo cual resulta más rápido y cómodo acceder a la información o efectuar transacciones en línea utilizando Internet.

¹ WWW.CATV.ORG

La velocidad del servicio de banda ancha también ha permitido perfeccionar algunos servicios existentes tales como el de juegos en línea, y ha dado lugar a nuevas aplicaciones como la tele carga de música y vídeos.

b) En función del tipo de tecnología utilizada, la banda ancha puede aportar beneficios económicos. Por ejemplo, gracias a la tecnología de Líneas de abonado digital (DSL), los usuarios pueden utilizar una sola línea telefónica normalizada para servicios de voz y datos.

Esto les permite navegar por Internet y efectuar una llamada simultáneamente utilizando la misma línea telefónica.

Anteriormente los usuarios asiduos de Internet tenían que instalar una línea telefónica adicional en su vivienda para acceder a Internet; gracias a la banda ancha, ya no se necesitan dos líneas telefónicas.

c) La banda ancha permite perfeccionar las actuales aplicaciones de Internet, al tiempo que abona el terreno para nuevas soluciones que antes resultaban demasiado costosas, ineficaces o lentas.

Éstas varían desde los nuevos servicios de ciber-gobernanza, tales como rellenar electrónicamente los formularios de impuestos, hasta servicios de salud en línea o el ciber-aprendizaje, cabe mencionar así mismo el aumento del nivel de comercio electrónico.

1.3. Tipos de tecnología que son consideradas de banda ancha.

Algunos de los tipos más comunes de tecnologías de banda ancha son los siguientes:

a) Líneas de abonado digital (DSL).-Actualmente la plataforma más común de banda ancha en el mundo es DSL; ésta utiliza diferentes frecuencias para dividir los servicios de voz y datos utilizando la misma línea telefónica normalizada. Esto significa que los usuarios tienen la posibilidad de navegar por Internet y hablar por teléfono al mismo tiempo, utilizando una sola línea telefónica.

Como todas las otras tecnologías de banda ancha, DSL ofrece velocidades más elevadas y una calidad superior al transmitir señales vocales, de datos e imágenes. DSL es un servicio especializado, en el cual cada usuario posee básicamente su propio circuito privado con la oficina telefónica central.

Esto implica que la anchura de banda y la velocidad del servicio no varían en función del número de abonados en una zona particular.

b) Módems de cable.- Los módems de cable también son una tecnología de banda ancha popular y han prosperado en economías con redes de televisión por cable desarrolladas. Las redes de cables son capaces de transportar diferentes canales por el mismo cable físico.

Originalmente, estos canales transportaban diferentes canales de televisión, hoy en día, además de esos canales de televisión, un canal envía datos a los usuarios desde Internet y

otro canal envía datos de los usuarios de vuelta hacia Internet. La principal diferencia entre DSL y el cable es que todos los abonados a módems de cable en una pequeña zona comparten los mismos canales para enviar y recibir datos.

Como resultado de ello, el ancho de banda y las velocidades de servicio resultantes para cada usuario dependen de la cantidad del ancho de banda que estén utilizando sus vecinos en el mismo momento.

c) Cable de fibra óptica.-A diferencia de las tecnologías DSL y de módems de cable, ambas basadas en hilos de cobre, la tecnología de cables de fibra óptica utiliza láser para transmitir impulsos de luz a lo largo de filamentos de silicona extremadamente finos. Puesto que la luz utiliza frecuencias más altas, el cable de fibra óptica puede transportar mil veces más datos que la señal eléctrica o las ondas radioeléctricas.

En teoría, las fibras ópticas tienen un potencial de anchura de banda casi ilimitado, y ésta es la razón por la cual a menudo se utilizan para conexiones a alta velocidad entre ciudades o en zonas con gran densidad de usuarios dentro de las ciudades.

En el pasado, el costo de instalación de los cables de fibra óptica hacía que resultase prohibitivo conectar pequeñas comunidades o viviendas, pero los precios han disminuido hasta el punto en el cual, en varios países, los usuarios pueden ahora conectarse a Internet por cables de fibra óptica a una velocidad 20 veces superior a las de las conexiones más rápidas por DSL y módems de cable.

d) Redes de área local inalámbricas (WLAN) y fidelidad inalámbrica (Wi-Fi):
Las WLAN son redes de área local que utilizan ondas electromagnéticas para transmitir y recibir datos a lo largo de cortas distancias, en vez de utilizar redes de hilo. Los

dispositivos móviles acceden a la red mediante conexión, por vía radioeléctrica, a un punto de acceso que pasa el tráfico hacia adelante y hacia atrás por la red. Las WLAN son un medio eficaz de compartir el acceso inalámbrico a Internet desde una conexión de banda ancha dentro de una distancia de 100 metros.

Éstas también se utilizan cada vez más para proporcionar acceso de banda ancha a lo largo de grandes distancias en zonas rurales y países en desarrollo, utilizando equipos y tecnologías especiales para aumentar la distancia efectiva de los puntos de conexión. El tipo más común de tecnología WLAN se conoce como fidelidad inalámbrica (Wi-Fi); sin embargo, Wi-Fi es una de las diversas normas WLAN pero no un sinónimo de éstas.

La banda ancha puede ofrecer acceso a servicios de voz, datos e Internet. Esto es particularmente visible con las tecnologías WLAN, tales como Wi-Fi, que son fáciles de instalar y poco costosas.

1.4. Frecuencias de funcionamiento.

Los sistemas de cable bidireccionales usan, lógicamente, amplificadores que trabajan en ambas direcciones.

Sólo una porción del espectro del cable es amplificada en cada sentido, así las señales en un cierto rango de frecuencias son enviadas en una dirección y las señales en otro rango son enviadas en dirección contraria.

La dirección en la que retornan las señales se llama camino ascendente o camino de retorno.

Una gestión típica del espectro para un cable de unos 870 Mhz de ancho de banda es la siguiente, de 86 a 862 Mhz se usa para el canal descendente y de 5 a 55 Mhz para el de retorno.

Entre los 86 y los 606 Mhz se multiplexan los canales analógicos y entre 606 y 862 los digitales.

1.5. Redes de cable de banda ancha HFC (HÍBRIDAS FIBRA ÓPTICA-COAXIAL).

Una red HFC es una red de cable que combina en su estructura el uso de la fibra óptica y el cable coaxial. En el ámbito físico está constituida por tramos de fibra y tramos de coaxial, está pensada para el transporte de todo tipo de señales: telefonía, televisión, datos, radio.

Como medio de transmisión, la fibra óptica tiene muchas ventajas sobre el cable coaxial. Tiene más ancho de banda, es más inmune al ruido, y atenúa las señales mucho menos que el coaxial. Y sin embargo, la fibra no es significativamente más cara que el coaxial. Entonces ¿Por qué no construimos toda la red con fibra?. Las conexiones y los puntos finales de banda ancha de las redes de fibra óptica son mucho más caros que con coaxial.

Las fuentes ópticas y receptores que envían y reciben señales eléctricas en la red de fibra aumentan de forma alarmante los costos, sin contar el costo de los procesos de conexión. El resultado es que mientras la fibra puede ser económicamente efectiva para largas comunicaciones punto a punto, el coaxial es más barato cuando hay muchas ramas y conexiones en la red.

1.6. El cable como medio de transmisión.

Los primeros sistemas que se construyeron de redes de televisión por cable se basaron en dos componentes esenciales: el cable coaxial y amplificadores de banda ancha.

La señal de televisión que se reparte mediante una red tradicional de cable no es diferente de las señales aéreas, pero el sistema de cable puede repartir más canales y de mejor calidad; a continuación se verá las diferentes razones tecnológicas que explica él por qué.

Dos son principalmente las características de un coaxial: no interfiere con señales externas y puede transportar de forma eficiente señales en un gran ancho de banda con menor atenuación que un cable normal.

Pero tiene una limitación fundamental: atenúa las altas frecuencias (la pérdida de potencia, expresada en decibelios por unidad de longitud, crece proporcional a la raíz cuadrada de la frecuencia de la señal).

Por lo tanto podemos decir que el coaxial tiene una limitación para transportar señales de alta frecuencia en largas distancias ya que a partir de una cierta distancia el ruido superará a la señal.

Diseñar una red de cable para una instalación concreta requiere encontrar un compromiso óptimo entre las longitudes y tipos de segmentos de cables coaxiales, el número y colocamiento de amplificadores, y la topología de la red.

1.7. El modem de cable.

Los módems de cable o cable módems son realmente bastante más sofisticados que los usuales módems telefónicos.

Pueden ser parte modem, parte sintonizador, parte dispositivos de encriptación-desencriptación, bridges, routers, parte tarjetas NIC, parte agentes SNMP y parte hubs Ethernet.

Normalmente un cable-modem envía y recibe datos de dos formas diferentes.

En el sentido descendente los datos son modulados y enviados en un canal de TV entre los 42 Mhz y los 750 Mhz (de forma genérica).

A continuación, la señal analógica se demodula y se convierte en un flujo de bits que son encapsulados en paquetes Ethernet para ser enviados al ordenador. En el canal ascendente se produce el proceso inverso.

Las señales de retorno se sitúan entre 5 y 55 Mhz, esto hace que sea susceptible a posibles interferencias de HAM radio, CB radio y de electrodomésticos, por ello los cable-módems suelen disponer de un sistema FAMM (Frequency Agile Multimode) que le permite

conmutar de un canal ruidoso a otro en mejores condiciones de manera automática.

Los módems de cable son diferentes a los módems normales, pero la arquitectura básica es más o menos la misma.

1.7.1. ¿Qué se puede encontrar en el interior de un Modem de Cable?

En el interior de un modem de cable podemos encontrar las siguientes partes:

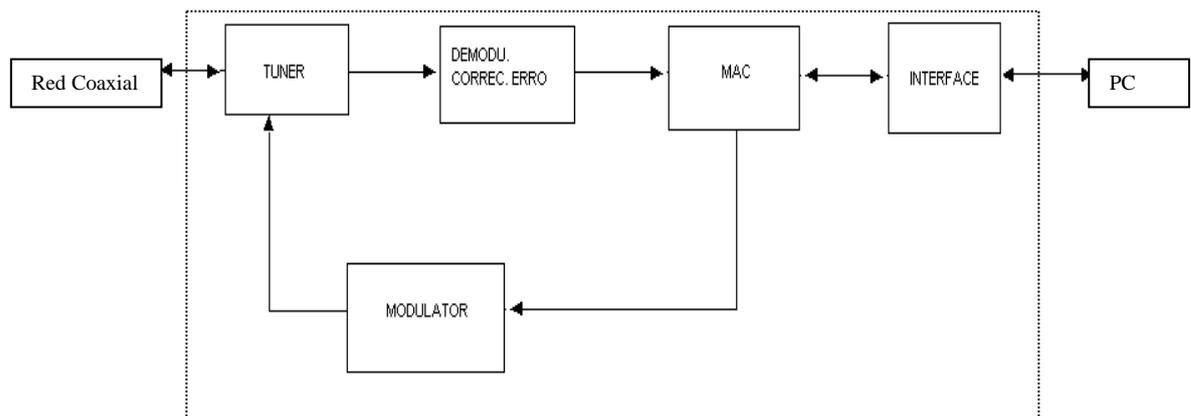


Figura 1.1. Diagrama en bloques de un modem de cable.

a) Tuner (Sintonizador).- El Túner se conecta directamente a la conexión de salida del CATV. Normalmente el tuner con un duplexor interno, es usado para dar señales de upstreams y downstreams a través del mismo tuner.

El tuner debe ser de buena calidad para poder recibir señales QAM digitales.

b) Demodulador.- En la dirección de la recepción, la señal IF alimenta un demodulador. La demodulación normalmente consiste en una conversión de A/D (análogo-digital), la demodulación QAM-64/256, sincronización de frames de vídeo (MPEG), y corrección de errores Reed.

El demodulador es requerido en los módems de cable y en más productos desarrollados como la caja (el deco o set-top box, en la recepción solamente).²

Tiene cuatro funciones:

- 1) Conversión de la señal modulada (QAM) en una señal simple.
- 2) Conversión de la señal analógica en digital.
- 3) Sincronización de la trama, para asegurar que se encuentran en línea y en orden.
- 4) Verificación de Errores.

c) **Modulador.**- El modulador acondiciona la señal, para su retorno hacia la cabecera a través de la red .

En el curso de la transmisión, un modulador suministra de datos al tuner. El modulador realiza codificación de cada despliegue de datos, modulación QPSK/QAM-16 en la frecuencia seleccionada además de la conversión digital-analógica.

La señal de salida es alimentada, controlada con una variable de nivel de salida, de esta manera el nivel de la señal puede ser ajustada en compensación por las pérdidas de cable desconocidas.

El modulador es único para el modem de cable (y algunas cajas o decos con transmisión en ambos sentidos).

Bloques componentes:

² WWW.Cable-modems.org

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

d) MAC.- Es un mecanismo de control de acceso a medios (Media Access Control), todos los dispositivos de una red tienen este componente que está situado entre la recepción y las instalaciones de transmisión.

Esto puede ser implementado en hardware o partirlo entre hardware y software. El MAC no pueden ser tratados del todo sin ayuda de algún microprocesador.

e) Interface.- La Interface es la conexión física y funcional entre el módem de cable y la PC, puede ser a través de un puerto USB o un puerto Ethernet.

f) CPU.- Son requeridos para los módems de cable externos. Algunos trabajan aprovechando el procesador del PC o MAC para hacer todas las tareas (o casi todas), como muchos módems de telefonía analógicos (WinModem) que confían su procesamiento al procesador del PC.

1.8. Tecnología y servicios del modem de cable.

Para comunicaciones de datos en las redes de cable se emplea un simple canal de 8 Mhz en el cable coaxial. Éste es el equivalente de un canal de TV y al igual que la televisión,

siempre estará disponible para el uso mientras el ordenador esté encendido.

Esta nueva tecnología ofrece nuevos niveles de servicio con prestaciones radicalmente superiores en comparación con sistemas anteriores.

Con un módem de cable, el usuario no tiene que marcar y esperar todo el proceso de conexión al proveedor, y evita los grandes retrasos en el enlace con el servidor del proveedor.

En vez de esto, la conexión a Internet estará siempre abierta y funcionando mientras que el ordenador esté encendido, de una forma muy similar al funcionamiento de las redes Ethernet.

A continuación se verá una posible clasificación de los módems de cable en función de los niveles que implementen.

a) **Módems que implementan el nivel físico y el MAC de forma transparente:** en este nivel se engloban los primeros módems, cuya función era aumentar la extensión de las redes de área local (es decir, simples puentes). Permitían al usuario elegir el protocolo de comunicación entre ellos.

b) **Módems que encaminan tráfico IP:** se encargan de transportar tráfico IP entre los usuarios y cabecera de forma transparente.

En la cabecera se instala un router que encaminará los paquetes hacia el destinatario de la propia red o hacia otra red distinta.

c) **Módems que se basan en ATM:** dividen el mensaje en porciones de igual tamaño que las celdas ATM (53 bytes) y usan los protocolos de señalización de este estándar para proporcionar distintas clases de servicios.

1.9. Modo de funcionamiento y estándares.

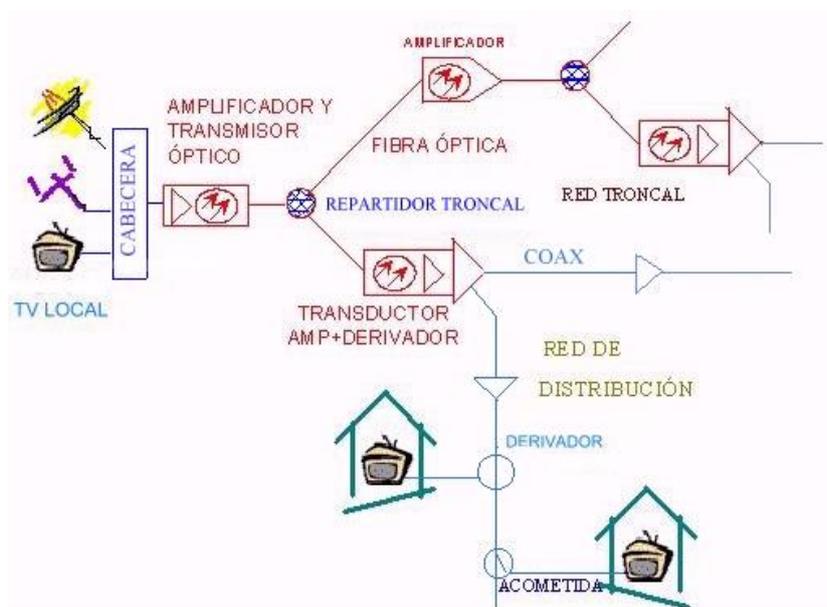


Figura 1.2. Esquema de funcionamiento de la tecnología del cable.

Cuando se está navegando por Internet y desde un navegador se introduce una dirección o se hace click con el ratón en un link, se está haciendo una petición de una página web a un servidor. El módem de cable envía esta petición a través de la red de cable hacia la cabecera de módems. En la cabecera se encuentran unos equipos con los que estos módems de cable dialogan. Estos equipos de cabecera procesan estas peticiones y sirven la respuesta a los módems. El camino que siguen los paquetes (cada petición del usuario se divide en paquetes para su mejor transmisión) desde el módem de cable de casa del usuario hasta la cabecera se denomina retorno o upstream, mientras que el camino seguido desde la

cabecera hasta el módem de cable del usuario se denomina banda descendiente o downstream.³

El módem de cable demodula la señal entrante y genera los paquetes IP que el ordenador recibe, asimismo, envía hacia la cabecera de la red los paquetes de datos que el usuario pueda generar.

Existen tres standards principales para los módems de cable.

1) **DVB/DAVIC.**- Este standard es conocido también como DVB-RCC y como ETS 300 800. Este standard está basado en celdas de tamaño fijo (ATM) incluye todos los standards para hacer un servicio de calidad (QOS) del que ATM es conocido.

En ese camino, el standard es muy adaptado para datos por ejemplo TCP/IP y telefonía como puro ATM. El VOIP (Voice Over Internet Protocol), Protocolo de traspaso de sonido digitalmente por Internet para el modem de cable no es la mejor solución, aunque técnicamente es viable.

Inicialmente el standard carece de seguridad (encriptación). Abierto para implementaciones internas y externas, y para poner en implementaciones de cajas o decos con un canal adicional fuera de banda de datos de recepción.

2) **MCNS/DOCSIS.**- Es el standard dominante en EE.UU. Este standard es muy conducido por la mayoría de los grandes operadores de cable que realizan pay per view.⁴ Inicialmente el chip era fabricado por Broadcom que jugaba un importante papel, empujó el standard y el nivel de integración del chip de una manera rápida.

³ WWW.Cable-modems.org

⁴ WWW.Cable-modems.org

Como consecuencia, la complejidad del standard es generalmente aceptada por ser superior de lo estrictamente requerido, y aún sigue creciendo. Inicialmente el standard no soportaba QOS el cual se requería para aplicaciones (VOIP) y otras aplicaciones.

Al principio se abrió solamente para soluciones de cajas externas con interfase Ethernet, pero ahora permite módems internos y módems USB. La solución de aprovechamiento del procesador de una máquina (PC o Mac) por parte del módem es una cuestión que está siendo debatida (desde 1999).

Mientras que originalmente el mercado dónde predominaba era el de los EE.UU. Llamado Euro- DOCSIS fue introduciéndose como solución para los DVB del mercado centro Europeo.

Euro- DOCSIS es esencialmente lo mismo que el DOCSIS aparte de la capa física, la cual se ha adaptado en la Euro DOCSIS.

3) IEEE.- Perdió la primera ronda en la batalla de los standards de módems de cable. Parte del grupo IEEE está trabajando con Broadcom y Terayon en la próxima generación de la capa física, con un aumento de bi-rate de upstream de 30 Mbps.⁵ Esto tiende a ser la versión 1.2 del DOCSIS, aunque aún no es oficial y no está aprobado por la comunidad de vendedores todavía.

⁵ WWW.Cable-modems.org

2. Especificaciones y funcionamiento de los equipos utilizados para ofrecer el servicio de INTERNET por TV CABLE.

2.1. Esquema de red HFC.

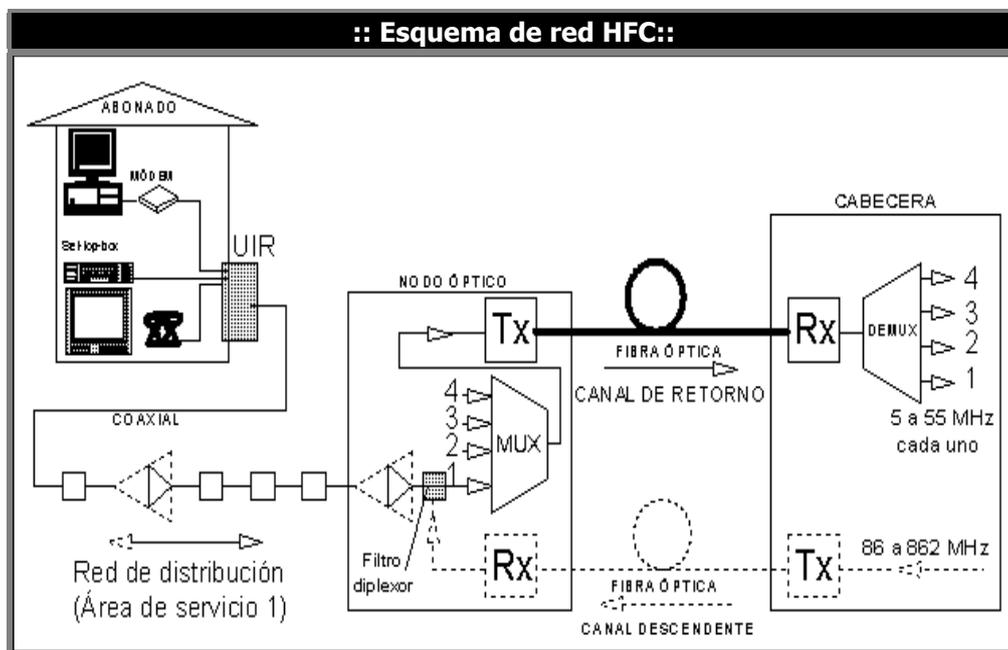


Figura 2.1. Esquema de una red HFC.

Este esquema es un diagrama simplificado de red HFC desde el punto de vista del canal de retorno. En esta configuración, del nodo óptico parten 4 buses de coaxial que sirven a 4 áreas de distribución distintas. Si el nodo sirve a 500 hogares, cada bus dará servicio a unos 125 hogares, que compartirán los 50 Mhz. Del canal de retorno. En cada hogar, una Unidad de Interfaz de Red (UIR) sirve para conectar los distintos equipos terminales de abonado(PC/módem de cable, TV/set-top- box, y terminal telefónico) a la red HFC.

2.2. Características de las redes HFC.

Una red moderna HFC con capacidad para comunicaciones bidireccionales puede ofrecer una gran variedad de servicios de telecomunicación.

Los sistemas híbridos fibra-coaxial o HFC tienen las siguientes características:

- Son diseñados para el transporte de señales de TV y difusión de vídeo.
- Proporcionan un gran ancho de banda.
- Pueden ser utilizados para la transmisión de datos a alta velocidad.

2.3. Partes de una red HFC.

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 CATV está compuesta básicamente por una cabecera de red, la red troncal, la red de distribución, y el último tramo de acometida al hogar del abonado.

2.3.1. Cabecera.

La Cabecera es el órgano central desde donde se gobierna todo el sistema. Suele disponer de una serie de antenas que reciben 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 el medio del cable.

Actualmente, las cabeceras han aumentado considerablemente en complejidad para satisfacer las nuevas demandas de servicios interactivos y de datos a alta velocidad.

Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red. Las señales analógicas se acondicionan para su transmisión y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 Mhz. Las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital, se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG (Motion Picture Experts Group)

Una vez añadida la codificación para la corrección de errores y realizada una intercalación de los bits para evitarlas ráfagas de errores, se utiliza un modulador QAM (modulación de amplitud en cuadratura) para transmitir la información hasta el equipo terminal de abonado (set-top-box). Los canales digitales de televisión y otros servicios digitales se ubican en la banda comprendida entre 606 y 862 Mhz.

La cabecera es también la encargada de monitorizar la red y supervisar su correcto funcionamiento.

El monitoreo se está convirtiendo en un requerimiento básico de las redes de cable, debido a la actual complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen de la red una fiabilidad muy alta. En la cabecera se realizan además todo tipo de funciones de tarifación y de control de los servicios prestados a los abonados.

2.3.2. Red Troncal.

La Red troncal es la encargada de repartir la señal compuesta generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y el cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica. Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí.

En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la cabecera a usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

Esta estructura emplea habitualmente tecnología PDH ó SDH (Jerarquía Digital Plesiócrona y Síncrona, respectivamente), que permite construir redes basadas en ATM (Modo de Transferencia Asíncrono). Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto a punto o bien mediante anillos. En éstos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se distribuyen a los hogares de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial.

Cada nodo sirve a unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha como máximo. Con esto se consiguen unos buenos niveles de ruido y distorsión en el canal descendente.

2.3.3. Red de Distribución.

La Red de Distribución está compuesta por una estructura tipo bus coaxial que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado. En el caso de la red HFC, la red de distribución contiene un máximo de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha y abarca grupos de unas 500 viviendas. El diseño de un sistema de cable requiere un conocimiento detallado de las aplicaciones y servicios que deberá soportar, ya que si se desconoce esto no se puede determinar las prestaciones de la red. Una idea que ha de tenerse siempre presente es la de que las aplicaciones evolucionan con el tiempo, y posiblemente lo harán de maneras que hoy todavía no se lo puede prever. Se debe tener en cuenta esta evolución tanto si la producen factores externos a las redes de cable (el progreso de la tecnología de computación, los usos cambiantes de la comunicación electrónica, etc.), como si es la propia tecnología del cable la responsable.

Normalmente se hace una distinción entre aplicación y servicio. Se puede ver claramente la diferencia con un par de ejemplos: las comunicaciones de voz y fax son dos aplicaciones soportadas por el servicio telefónico convencional; el servicio de Internet (basado en el protocolo de transporte IP) soporta una multitud de aplicaciones tales como correo electrónico, acceso remoto, WWW, Gopher, etc. En cualquier caso, el servicio limita a las aplicaciones; el servicio telefónico no puede, por ejemplo, soportar aplicaciones que requieran un gran ancho de banda. En el caso del servicio de televisión por cable, gracias al gran ancho de banda disponible de 86 a 862 Mhz para el canal descendente; y 5 a 55 Mhz para el canal de retorno, pueden soportarse aplicaciones de reproducción de vídeo (por ejemplo, canales digitales comprimidos mediante MPEG) que son muy poco sensibles a retardos fijos de transmisión (hasta un par de segundos).

2.3.4. Acometida de usuario.

La acometida a los hogares de los abonados es, sencillamente, la instalación interna del edificio, el último tramo antes de la base de conexión.

La conexión a la red HFC se realiza con un conector coaxial de tipo F.

La conexión del módem con el equipo del usuario se realiza como una red Ethernet, con par trenzado RJ-45 y en 10 Base T.

2.4. Características del cableado.

La fibra óptica es un soporte de última generación que permite integrar por una misma vía infinidad de servicios de telecomunicaciones. Su implantación requiere un importante esfuerzo temporal y financiero, pero reporta a sus usuarios innumerables ventajas. Una de ellas, probablemente la más importante, es que está preparada para incorporar todas las nuevas aplicaciones que aparezcan en el futuro.

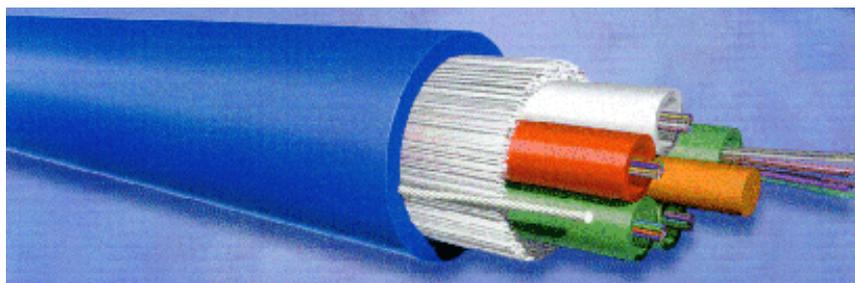


Figura 2.2. Fibra óptica.

El cable coaxial tiene un ancho de banda grande lo que permite manejar bastante tráfico a velocidades grandes.

La televisión por cable utiliza el coaxial para transmitir muchas señales al mismo tiempo.

Este cable consiste de un alambre interior que se mantiene fijo en un medio aislante que después lleva una cubierta metálica.

La capa exterior evita que las señales de otros cables o que la radiación electromagnética afecte la información conducida por el cable coaxial.

En la siguiente figura se muestra un cable coaxial típico.

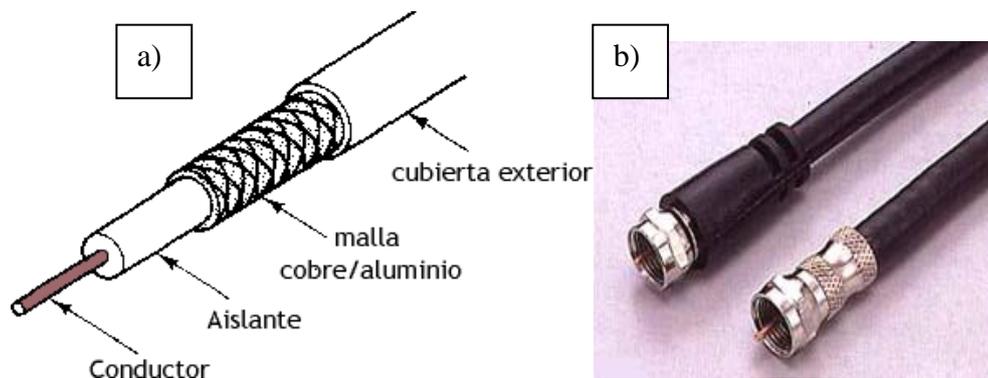


Figura 2.3. a) Estructura del cable coaxial; b) Coaxial RG-6 con conector tipo F

2.5. Equipos de interfase en una red HFC.

2.5.1. Conversor eléctrico-óptico.

Todas las señales que se encuentran en la cabecera son eléctricas, para poder transmitir las a través de la fibra óptica necesitamos transformarla a señales de luz, esta conversión de señal eléctrica a óptica la podemos realizar a través de un convertidor eléctrico-óptico.

El conversor eléctrico-óptico es el que une la cabecera con la red troncal.

2.5.2. Conversor óptico-eléctrico.

Las señales de luz que viajan a través de la fibra óptica, en la red troncal, deben ser transformadas a señales eléctricas para su distribución, a través del cable coaxial. La conversión de una señal de luz a una señal eléctrica la realiza un conversor óptico-eléctrico que esta situado en la red troncal, este conversor une la red troncal a la red de distribución.

2.5.3. Derivador.

Los derivadores facilitan la derivación de conductores sin necesidad de cortar el conductor principal. Gracias a su diseño, pueden eliminar esta necesidad de cortar los cables antes de la instalación. Estos conectores reducen el tiempo de instalación ya que en una misma operación conectan y protegen la unión.

El Derivador se encuentra ubicado entre de la red de distribución y la acometida del usuario.

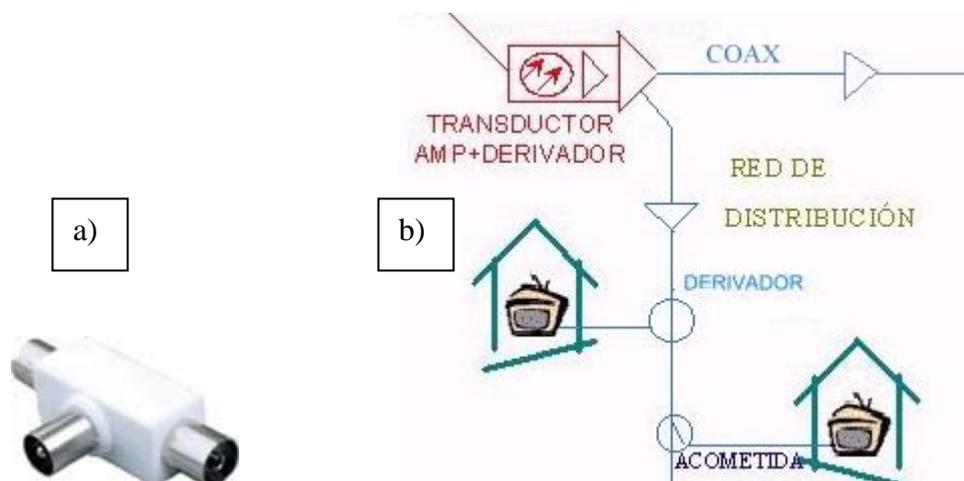


Figura 2.4. a) Derivador; b) Derivador en la red HFC

CAPITULO III

3. Especificaciones y funcionamiento de los equipos necesarios para acceder al servicio de INTERNET por TV CABLE.

3.1 Red CATV.

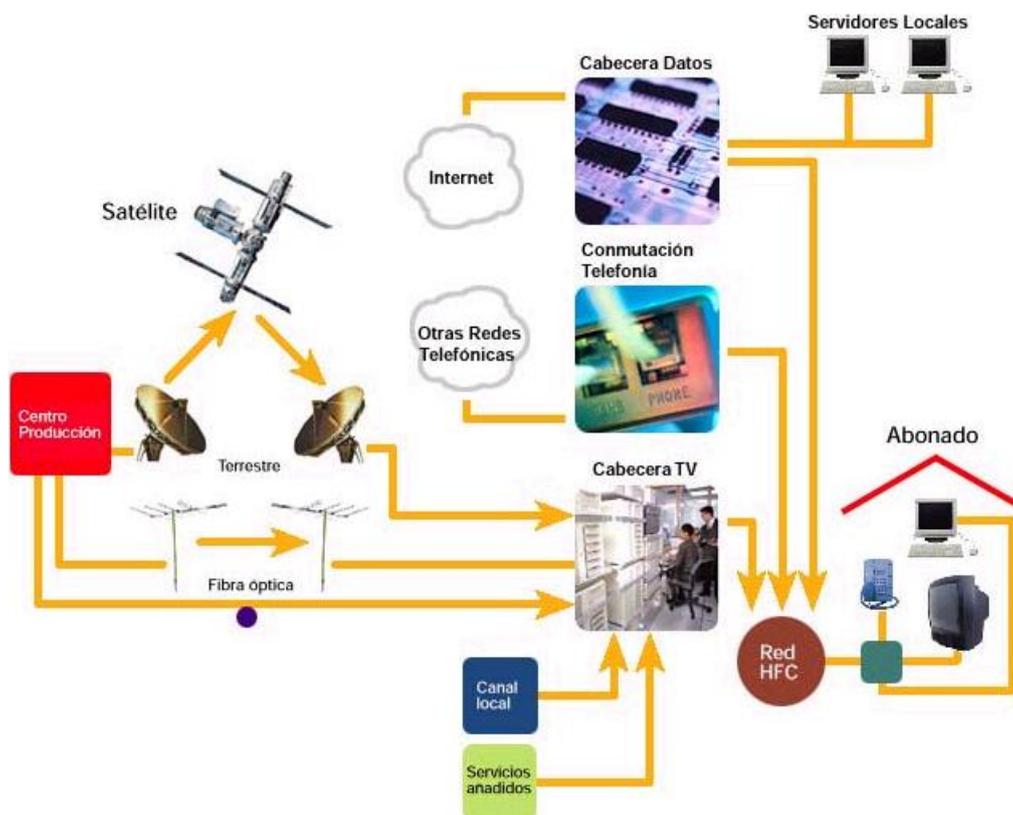


Figura 3.1. Esquema de la red de CATV.

Una red CATV está diseñada y pensada para la distribución de TV por cable. Con una ampliación del sistema normalmente es posible permitir señales que fluyan en ambas direcciones. Las frecuencias altas fluyen hacia el abonado y las frecuencias bajas van en la

otra dirección. Esto es gracias a la ampliación de los amplificadores en la distribución de la red de cable, etc.

La mayoría de redes CATV son redes de híbridos de Fibra-Coaxial (HFC). Las señales corren a través de cables de fibra óptica desde el centro de la cabecera o Head-End hacia la localización más cercana del abonado. En este punto la señal es convertida para los cables coaxiales, que corren hasta las premisas del abonado.

Una CMTS normalmente dirige alrededor de 1 a 2000 usuarios de módems de cable en un único canal de TV. Si se necesita añadir más módems de cable, el número de canales de TV tendrá que ser incrementado para ir añadiendo más canales al CMTS.

Las redes de CATV utilizan la multiplexación por división de frecuencia tanto en el canal ascendente como en el descendente. Este método hace que cada canal de TV transporte una portadora situada a una frecuencia diferente.

Estas son las características de la capa física de la red CATV:

a) Portadoras.- Como se conoce, las frecuencias del canal descendente varían entre 55 y 860 Mhz. Las portadoras emitidas desde cabecera se colocan junto con los canales de TV en cualquier espacio libre dentro de este rango de frecuencias. Estas portadoras tienen un ancho de 8 Mhz en el estándar europeo y de 6 Mhz en el estándar americano.

Debido al ruido existente en la zona baja del espectro, existen más problemas para situar las portadoras en el canal ascendente. Se buscará un lugar del espectro lo más despejado posible, donde no interfieran con otros servicios bidireccionales (TV interactiva, telefonía). Las portadoras ocupan también canales de 6 Mhz en los sistemas simétricos, aunque son

más convenientes los sistemas asimétricos, que buscan una porción del canal de retorno en buenas condiciones de ancho variable entre 200 Khz. y 2 Mhz.

Cuando un servicio se activa se habilitan una portadora en el sentido ascendente y otra en el descendente (en sistemas asimétricos suele haber entre tres y cuatro portadoras ascendentes asociadas a cada canal descendente) sintonizándose a ellas los usuarios. A medida que crece el número de usuarios se habilitan más portadoras entre las que se reparten los usuarios, creciendo así el sistema de forma escalonada.

Será la cabecera la que gestione a qué par de portadoras se conectará cada módem (evitando así una posible actuación indebida del usuario). De igual forma, si la cabecera detecta degradación de los parámetros de calidad de alguna de las portadoras (elevado tráfico, elevado ruido, interferencias, etc.) podrá hacer que algunos módems pasen a utilizar otra portadora. Este mecanismo puede ser manual o automático (en sistemas con cabeceras más potentes).

b) Modulación.-El ancho de banda de la portadora limita la cantidad de información que podemos transmitir. Por otra parte, esta cantidad de información también está limitada por el esquema de modulación que se utilice. Cuanto más eficiente sea un sistema de modulación más vulnerable será al ruido. Esta es la razón por la que se debe buscar una modulación que presente un compromiso entre robustez para las condiciones de calidad de un canal y eficiencia.

A continuación se verá las características de modulación que siguen los sistemas simétricos y asimétricos:

1) **Sistemas simétricos:** suelen utilizar modulación QPSK o BPSK, siendo esta segunda más robusta frente al ruido. Con estas modulaciones se puede obtener en un canal de 6 Mhz velocidades de 10 y 4 Mbps respectivamente.

2) **Sistemas asimétricos:** aquí se utilizan distintos esquemas de modulación para los dos caminos. En el canal descendente suele utilizarse 64QAM obteniendo velocidades de 30 Mbps en canales de 6 Mhz. En el canal ascendente las posibilidades óptimas son BPSK, QPSK ó 16QAM.

Actualmente, algunos fabricantes tienden a asignar anchos de banda de manera dinámica, es decir, si se encuentra en el canal de retorno una zona libre de 2 Mhz con bajo ruido, se coloca allí una portadora. Si no se lo encuentra, entonces se busca otro de 1.5 Mhz y así sucesivamente hasta llegar a portadoras de una anchura aproximada a 500 Khz.

También se puede asignar dinámicamente el tipo de modulación a utilizar, escogiéndose la modulación más eficiente cuanto mejor sea el estado del canal.

Así se dispone siempre de las mejores condiciones en el canal de retorno y de mayor velocidad para soportar la situación de ruido en ese momento.

c) Potencia Emitida.

Como ya se vio anteriormente, la potencia con la que emiten los módems depende de la distancia de estos a la cabecera. Esta potencia varía entre valores de 30 a 60 dBm.

Si existen varias portadoras en el canal ascendente, además de controlar la potencia de cada portadora también habrá que controlar la potencia total de todas las portadoras con el

objetivo de no saturar los amplificadores de retorno provocando así productos de intermodulación.

3.2. Módem de cable.

Un módem de cable proporciona una salida, típicamente Ethernet 10B-T a 10 Mbit/s con cable de par trenzado y un conector RJ-45 de 8 patillas, a la que puede conectar un PC o una LAN.

El módem de cable opera en los niveles 1 y 2 del modelo de referencia OSI, siendo transparente al nivel 3, por lo que protocolos de red, como IP, pueden ser suministrados sin ningún problema y el acceso a Internet realizarse como si fuese una conexión a través de la RTC, aunque eso sí, a mucha mayor velocidad.

La velocidad es típicamente entre 3-50 Mbit/s (teóricamente) y la distancia puede ser de 100 Km o incluso más.

El Sistema de Terminación de Modem Cable (CMTS) puede hablar a todos los módems cable, pero el modem de cable sólo puede hablar con el CMTS.

Si dos módems de cable necesitan hablarse mutuamente, el CMTS transmitirá los mensajes.

Los módems de cable disponen de mecanismos FAMM (Frequency Agile Multi Modem) que sirven para conmutar de un canal donde haya abundante ruido a otro de menos ruido, automáticamente y según las órdenes de la cabecera.

3.2.1 Tipos de módems de Cable.

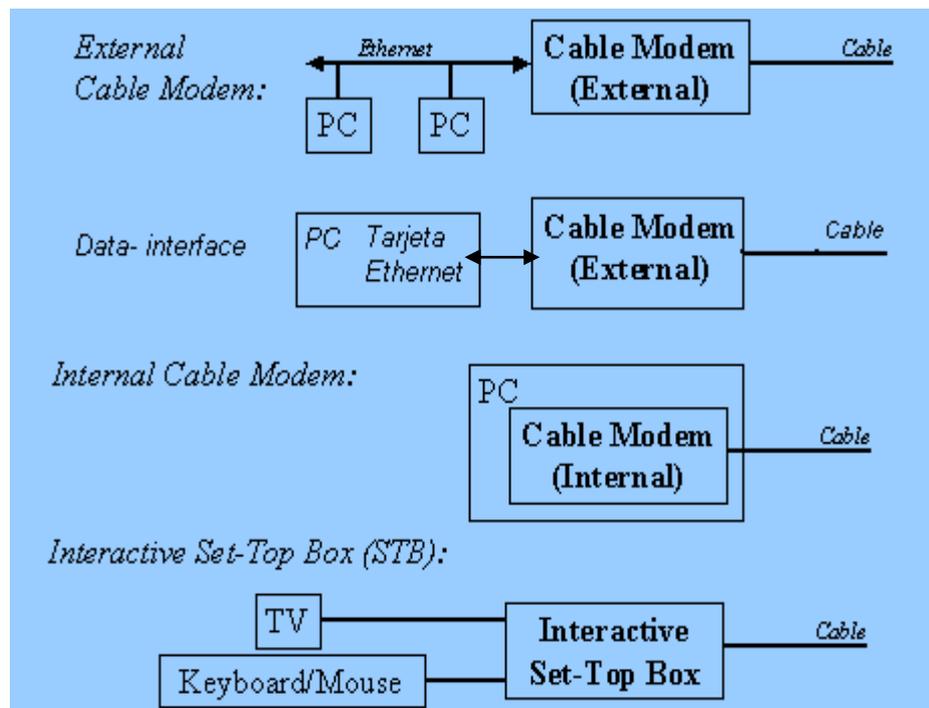


Figura 3.2. Tipos de módems de cable.

a) **Modem Cable Externo.**- El Modem de Cable externo es una pequeña caja que se conecta al PC normalmente a través de una conexión Ethernet (tarjeta Ethernet). El modem de cable se conectará al PC mediante la tarjeta Ethernet para poder establecer la transmisión de datos.

Además los módems de cable trabajan con la mayoría de sistemas operativos y plataformas hardware, incluyendo Macintosh, UNIX, Linux, ordenadores portátiles, etc.

Otra interfase para los módems de cable es el USB, el cual tiene la ventaja de una instalación más rápida. Sólo se podrá conectar al puerto USB un modem de cable basado en USB.

b) Modem Cable Interno.- El modem de cable interno típico es una tarjeta PCI para instalar en nuestro PC. Esta es la implementación más barata posible, pero tiene algunos inconvenientes.

El primer problema es que sólo puede ser utilizada en PC's de mesa. En los Macintosh es posible pero necesita un diseño de tarjeta especial. El segundo problema es que el conector del cable no está aislado de una manera totalmente segura de la red eléctrica. Esto puede plantear algunos problemas en ciertas redes CATV, requiriendo mejoras en las instalaciones de las redes.

c) Interactive Set-Top Box.- Las Interactive set-top box o cajas interactivas de sobremesa es un modem de cable oculto o disfrazado.⁶ La primera función de esta caja es la proveer más canales en el mismo número limitado de frecuencias. Esto es posible con el uso de la codificación de TV digital (DVB, digital television encoding).

La caja provee de un canal de retorno, a menudo cruza a través de los sistemas antiguos de teléfono o de TV (POST, plain old telephone system) que permite al usuario acceder a la web, email, etc. directamente en la pantalla del televisor.

⁶ WWW.Cable-Modems.Org

d) Data-interface.- Este es otro tipo de modem de cable externo (el más utilizado actualmente), obviamente es necesario algún tipo de interfase de datos (data-interface) para conectar el PC al modem de cable.

3.3. Instalación típica de un Modem de Cable.

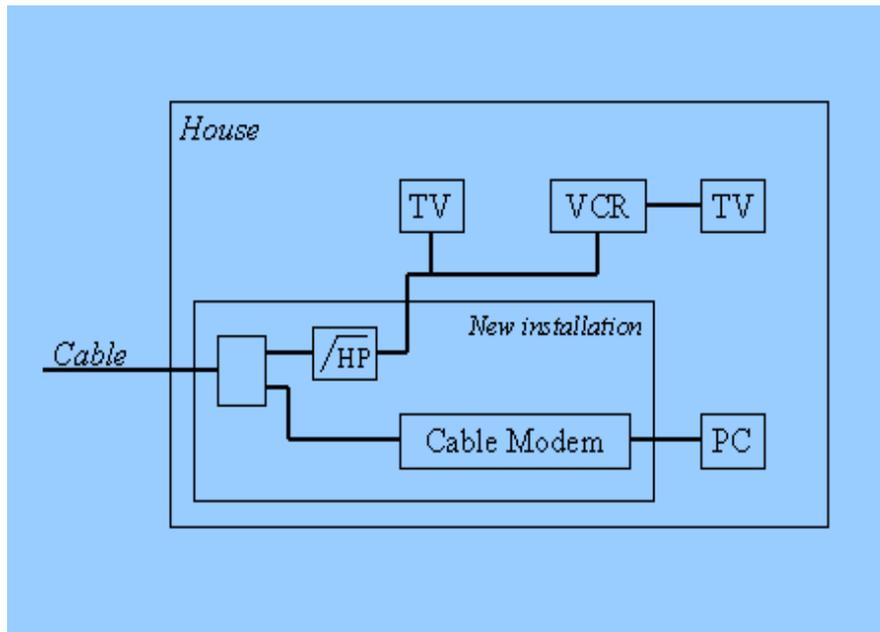


Figura 3.3. Instalación típica de un modem de cable.

Cuando se instala un modem de cable, se requiere normalmente de un bifurcador o divisor (splitter) y un cable nuevo. El bifurcador divide la señal para las instalaciones antiguas y el nuevo segmento que conectará el modem de cable. El conjunto de la TV no es aceptado por la nueva cadena que va a ir al modem de cable.

La señal transmitida desde el modem de cable puede ser muy fuerte, por lo que cualquier TV conectada en la misma cadena podría ser alterada. El aislamiento del splitter puede no ser suficiente, así que unos filtros extras pueden ser necesarios en la cadena de la TV. Los

filtros permiten solamente el paso de frecuencias de canales de TV, y bloques de bandas de frecuencias del upstream.

Las interferencias o los ruidos producidos se acumulan en un lugar determinado en la ruta del upstream hacia la cabecera, por lo que es esencial mantener un mínimo de aislamiento en cada lugar, necesario para obtener un servicio óptimo de modem de cable.

3.4. Formato de los datos Downstream.

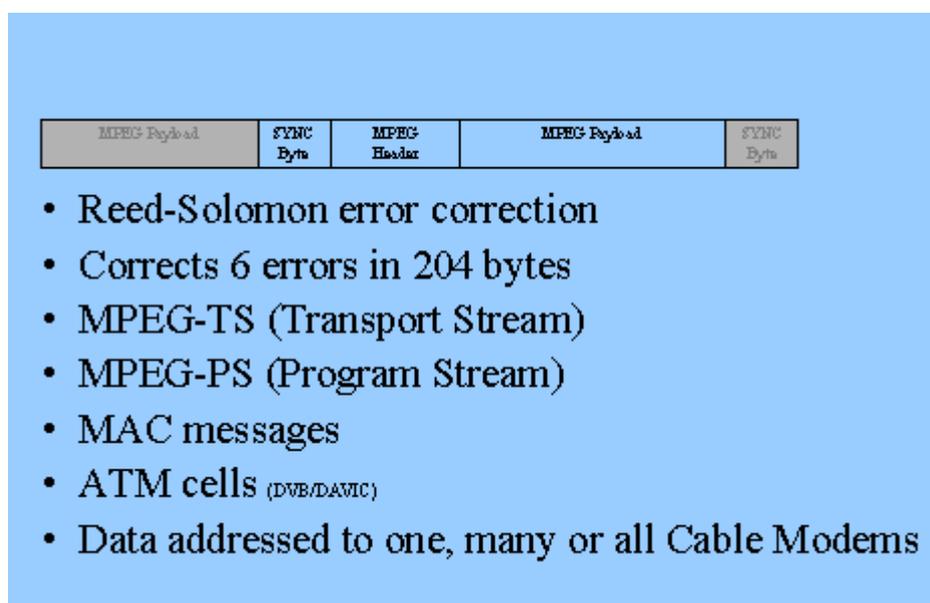


Figura 3.4. Formato de datos Downstream.

Downstream es el término utilizado para la señal recibida por el modem de cable.

Los datos downstream están encuadrados acorde a las especificaciones MPEG-TS (transport stream, corriente de transporte). Esto es un simple formato de bloque de 188/204 bytes con un único byte de sincronización delante de cada bloque. El algoritmo de corrección Reed-Solomon reduce el tamaño del bloque desde 204 a 188 bytes, quedando 187 para la cabecera MPEG y el resto de la carga útil.

Aquí es dónde los distintos standards difieren bastante. Algunos standards incluso permiten varios formatos de los datos dentro de la carga MPEG-TS.

Para el standard DVB/DAVIC, el encuadre interior de los MPEG-TS es una simple corriente de pilas ATM. Las características eléctricas están introducidas en la tabla 3.1. La mayoría de los CATV Europeos permiten 8 Mhz de ancho de banda de canales de TV, mientras que las redes CATV de EE.UU. permiten solamente 6 Mhz.

Tabla 3.1. Características eléctricas

Frecuencia	42-850 Mhz en USA y 65-850 Mhz en Europa
Ancho de Banda	6 Mhz en USA y 8 Mhz en Europa
Modulación	64-QAM con 6 bits por carácter (normal) 256-QAM con 8 bits por carácter (más rápido, pero más sensible a interferencias)

La tasa de datos teórica depende de la modulación y el ancho de banda tal como e muestra a continuación.

Tabla 3.2. Tasa de datos Teórica.

	64-QAM	256-QAM
6 Mhz	31.2 Mbit/s	41.6 Mbit/s

8 MHz	41.4 Mbit/s	55.2 Mb/s
--------------	-------------	-----------

Desde que los datos del downstream son recibidos por todos los módems de cable, el total del ancho de banda es compartido por todos los módems de cable activos en el sistema. Esto es similar en una Ethernet, únicamente que el ancho de banda desaprovechado en una Ethernet es mucho mayor. Cada módem de cable filtra los datos que necesita de la corriente de datos de afuera.

3.5. Formato de los datos Upstream.

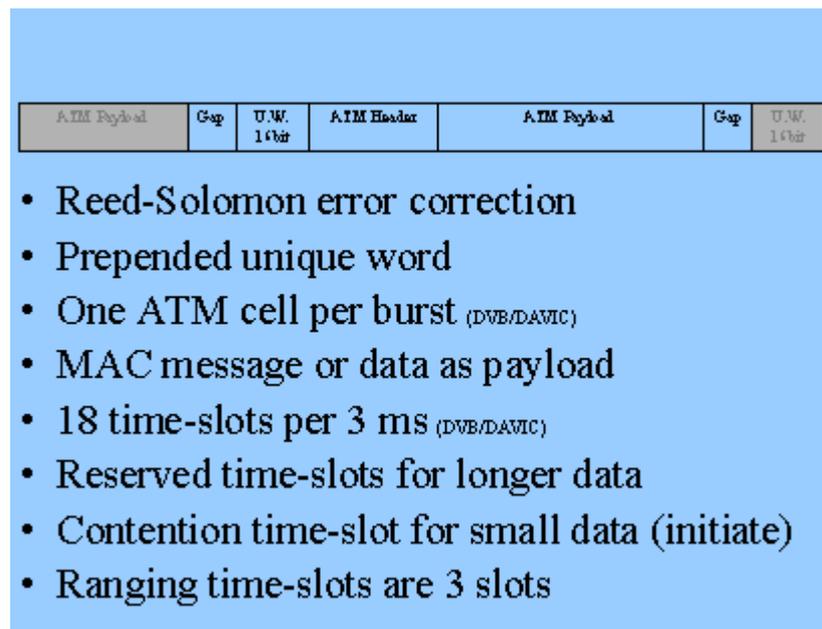


Figura 3.5. Formato de datos Upstream.

Upstream es el término usado para la señal transmitida por el Modem de Cable. El upstream es siempre rápido, de esta manera bastantes módems pueden transmitir en la

misma frecuencia.⁷ El rango de frecuencia es normalmente 5-65 Mhz o 5-42 Mhz. El ancho de banda por canal debe ser por ejemplo de 2 Mhz para un canal QPSK de 3 Mb/s.

La forma de modulación es QPSK (2 bits por carácter) y 16-QAM (4 bits por carácter), con el último se obtiene mayor velocidad, pero es más sensible en admitir (o ingresar). Un downstream normalmente va a la par con el número de canales upstream para conseguir un balance en el ancho de banda de los datos requerido.

Cada modem transmite en espacios de tiempo, lo que es posible que se mantengan marcados, como reservados, en contención o en alineación.⁸

a) Espacios Reservados (Reserved slots).- Un espacio reservado es el espacio de tiempo reservado para cada modem en particular. Ningún otro modem de cable podrá emitir en ese espacio de tiempo. El CMTS (Head-End) asigna los espacios de tiempo para cada modem a través de algoritmo de asignación de ancho de banda (Este algoritmo es específico del fabricante, puede haber diferencias considerables entre varios fabricantes).

Los espacios reservados son normalmente empleados para transmisiones de datos muy alargadas.

b) Espacios de Contención (Contention slots).- Los espacios marcados como de contención son abiertos para que todos los módems de cable transmitan en ellos. Si dos modem de cable deciden transmitir en el mismo espacio de tiempo, los paquetes colisionarán y los datos se perderán. El CMTS (Head-End) obtendrá una señal de que los

⁷ WWW.Cable-Modems.Org

⁸ WWW. Cable-Modems.Org

datos no han sido recibidos, para hacer que los módems de cable lo intenten de nuevo en otro momento.

Los espacios de contención son normalmente empleados para transmisiones muy cortas.

c) Espacios de alineación (Ranging slots).- Debido a la distancia física entre el CMTS (Head-End) y el módem de cable, el retardo es bastante grande y puede estar sobre un rango de milisegundos. Para compensar esto todos los módems de cable emplean un protocolo de alineación, esto desplaza el reloj de cada modem de cable en individual hacia adelante o atrás para compensar el retardo.

Para hacer esto un número (normalmente 3) de espacios consecutivos de tiempo son establecidos para alinear en el momento y luego el modem de cable es ordenado para transmitir en el segundo espacio de tiempo. El CMTS (Head-End) contabiliza esto, y le dice al modem de cable la corrección positiva o negativa de su reloj local.

Los dos espacios de tiempo antes y después son el intervalo requerido para asegurar que la alineación no va a producir colisiones con otro tráfico de la red.

El otro propósito de la alineación es hacer que todos los módems de cable transmitan con la misma fuerza (mismo nivel) de upstream para que todos los módems de cable lleguen al mismo nivel al CMTS. Esto es esencial para detectar colisiones, pero además es requerido para un perfecto funcionamiento del demodulador del upstream en el CMTS. La variación de atenuación desde el modem de cable al CMTS puede variar en más de 15dB.

Los datos upstream son organizados en pequeños chorros violentos. El standard DAVIC/DVB requiere tamaños fijos, mientras que el standard MCNS especifica unos tamaños variables.

Dado que los datos upstream son pequeños chorros de datos, el demodulador necesita algo para provocarlos.⁹ Esto es lo que se llama único aviso (unique word) y es anexo a los datos. Para el standard DVB/DAVIC el único aviso son 32 bits de datos que hacen que el demodulador demodule el chorro de datos.

Sin el único aviso, el demodulador podría simplemente demodular varias señales ruidosas etc. El único aviso provee de una resincronización en cada transmisión.

3.6. ¿Qué es MAC?

El mecanismo de control de acceso a medios (Media Access Control) está normalmente implementado en hardware o en combinación de hardware y software. El propósito primordial del MAC es la de distribuir los contenidos del medio de una manera razonable. Tanto el CMTS como el modem de cable implementan los protocolos para:

a) Ordenar para compensar las diferentes pérdidas del cable. Esto es esencial para que el chorro del upstream de todos los módems de cable que se reciben en el Head-End estén al mismo nivel.

Si dos módems de cable transmiten al mismo tiempo, pero uno es más débil que el otro, el CMTS sólo oirá la señal más fuerte y asumirá que todo está bien. Si las dos señales son, de

⁹ WWW.Cable-Modems.Org

la misma potencia, la señal podría desfigurarse y el CMTS pensaría que ha ocurrido una colisión.

b) Alinear para compensar las diferencias de retardos de los cables. El tamaño de la red CATV recoge bastantes retardos en milisegundos.

c) Asignar frecuencias para los módems de cable. El modem de cable primero escucha al downstream para recopilar acerca de dónde y como debe responder. La señal de información tecnológica (it) del sistema empleado asignará la frecuencia del upstream.

d) Asignar recuadros de emisión para los upstream.

3.7. ¿Cuáles son los estándares?

El más ampliamente utilizado es el Internet Protocol Suite, comúnmente conocido como TCP / IP. Es un protocolo que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP / IP proviene de dos protocolos importantes el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). El TCP / IP es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa.

Este protocolo permite asignar a su máquina la dirección IP automáticamente cada vez que la enciende, otorgándole un tiempo de caducidad que normalmente ronda de 12 a 24 horas. Pasado este período, y aunque haya mantenido el ordenador encendido y conectado a Internet todo el tiempo, la dirección caduca y el ordenador deben solicitar una nueva. Este proceso de asignación puede parecer extraño pero se hace por dos motivos: en primer lugar

el usuario normal no tiene el ordenador encendido y utilizando Internet todo el rato, y por tanto las direcciones IP necesarias para que todos los usuarios empleen el servicio son mucho menores. Además una persona que tenga una dirección IP fija podría instalar un servidor en su ordenador, ocasionando un tráfico inusual además de los problemas de seguridad que pueden originarse por instalar servidores sin control que pueden contener pornografía, software pirata, etc. Con una dirección que cambia cada doce horas, unido a otras medidas de seguridad, es posible evitar que esto suceda.

3.8. Acceso mediante el módem de cable.

Los módems de cable (CMs) y el Cable Modem Termination Systems (CMTS) de diferentes proveedores pueden operar en la misma red, utilizando el estándar DOCSIS.

En este modelo, un CM es autorizado por el CMTS para utilizarse en la red, y lo configura de acuerdo a los parámetros que son pasados a este desde la cabecera. Esta secuencia de eventos ocurre automáticamente sin intervención del usuario, así que la experiencia del usuario no conlleva esfuerzos.

3.8.1. Acceso por contienda.

Este es el método utilizado para acceder al medio en el estándar Ethernet. El acceso por contienda o CSMA/CD consiste en que cuando una estación quiere transmitir escucha al canal, si éste está libre el ordenador transmite.

Pero puede darse la situación en la que aunque una estación haya mandado un mensaje y esa señal no haya llegado aún a otra estación alejada, comenzando ésta a transmitir.

En este caso se producirá una colisión de los dos mensajes y su contenido se habrá perdido.

Las estaciones deberán esperar un tiempo aleatorio para retransmitir el mensaje (este tiempo será mayor cuanto más cargada esté la red mejorándose así el comportamiento en situaciones con un elevado tráfico).

Este tipo de acceso es muy eficiente en redes LAN y en comunicaciones de datos, en las que éstos se transmiten a ráfagas.

Esto se muestra en la siguiente figura:

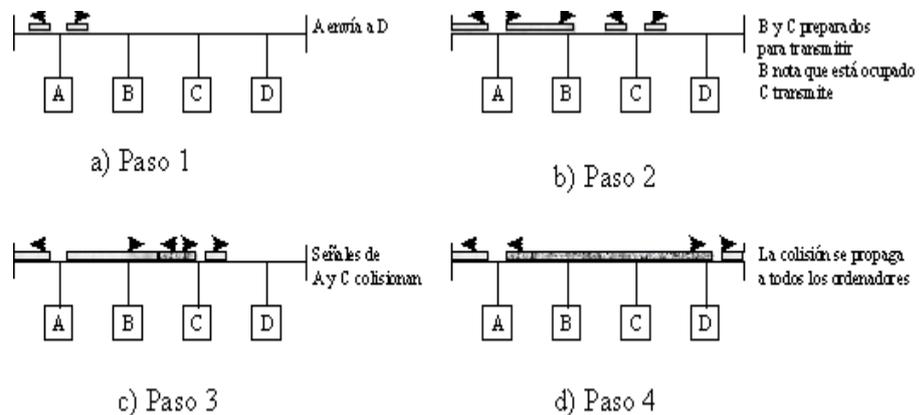


Figura 3.6. Pasos en el esquema CSMA/CD

Pero si se lleva esto a las redes de CATV se debe tener en cuenta que los mensajes emitidos por una estación deben llegar hasta la estación cabecera por el canal ascendente y allí pasarlos al canal descendente para que el resto de estaciones puedan recibirlo. De esta

forma aumenta el tiempo que tarda una estación en recibir un mensaje y también aumenta la probabilidad de que existan colisiones.

En el caso límite, el tiempo que tardará una estación en darse cuenta de que ha existido una colisión será el doble del tiempo que tarda un mensaje en llegar desde la estación hasta la cabecera. Así una estación que decida transmitir deberá hacerlo como mínimo durante este tiempo y seguir escuchando durante el mismo. Esto no permite usar paquetes tan pequeños como se desee (si es necesario se rellenarán hasta tener una longitud mínima) desperdiciando así la capacidad del canal. Las posibilidades para disminuir esta pérdida está en disminuir la velocidad binaria y limitar la extensión de la red.

Cuando se detecta una colisión puede ocurrir que ésta tenga lugar en un punto mucho más cercano de uno de las dos estaciones que de la otra. De esta forma, ésta se dará cuenta antes de que haya existido una colisión y el tiempo de espera para retransmitir será menor que el tiempo que tiene que esperar la estación lejana. Esto habrá que solucionarlo haciendo que las estaciones más cercanas tengan mayores períodos de espera.

Este esquema CSMA/CD puede dar problemas en situaciones con elevado tráfico. Además, al tener que retransmitir en el canal descendente todo el tráfico (incluso el destinado a un usuario que no esté en el canal) se desperdicia una gran cantidad de ancho de banda.

3.8.2. Acceso por solicitud-reserva.

En este caso la estación cabecera participa activamente en el proceso. Será ella la que dirá a los usuarios cuándo transmitir por el canal ascendente y será la única que tenga acceso al

canal descendente (sólo se enviarán por éste canal aquellos paquetes de datos cuyo destinatario esté sintonizado a ese canal).

A cada canal ascendente estarán conectados una serie de módems y éstos transmitirán hacia la cabecera cuando ésta se lo permita. La forma de hacer esto será dividiendo el canal ascendente en ranuras de tiempo o slots de tamaño fijo. Las estaciones que quieran transmitir deben pedir permiso a la cabecera y cuando ésta se lo conceda sólo podrán comenzar a transmitir al principio de cada una de los slots. La cabecera envía periódicamente información por el canal descendente indicando cómo se van a utilizar cada uno de los slots en el siguiente intervalo de tiempo además de una referencia temporal para que todas las estaciones estén sincronizadas.

En función de cómo esté de cargada la red, la cabecera utilizará cada slot de forma distinta.

Estas distintas formas son:

- a) **Slots reservados.-** Son uno o varios slots consecutivos destinados a que una estación transmita sus datos.

- b) **Slots para solicitudes.-** Son ranuras a las que las estaciones acceden por contienda con el objetivo de solicitar a la cabecera slots en el próximo intervalo de tiempo, ya que tienen datos esperando ser transmitidos.

- c) **Slots de contienda para datos.-** Son slots a los que un conjunto de estaciones o todas ellas pueden acceder por contienda para transmitir datos, lográndose así una transmisión inmediata en situaciones de poco tráfico.

En los dos últimos casos, la cabecera debe confirmar la correcta recepción de los datos. Si no es así, las estaciones deberán volver a transmitir los paquetes.

Con este método se puede mantener comunicación en tiempo real (reservando unos slots a una estación continuamente) así como garantizar un mínimo ancho de banda a una determinada estación (reservándola por ejemplo un slot de forma dedicada).

Este método es más eficiente en las redes de cable, que uno basado totalmente en contienda y está bastante aceptado, aunque los fabricantes todavía no se ponen de acuerdo en diversos factores: longitud de los paquetes, asignación de los slots periódica o en cualquier instante.

3.8.3. Velocidades de acceso al canal.

Las velocidades de los módems de cable varían ampliamente. En un principio los fabricantes tenían como preferencia unas velocidades de 10 Mbps en el canal descendente y otros 10 Mbps en el canal de retorno.

En la actualidad las configuraciones asimétricas en los módems de cable están siendo más comunes que las simétricas.

En el esquema asimétrico, el canal descendente permite una mayor velocidad de transferencia que en el ascendente.

Una razón de esto es que, hoy en día, la mayoría de las aplicaciones de Internet son asimétricas: la navegación por las páginas web o la lectura de los grupos de noticias envían muchos más datos hacia el ordenador de los que éste envía a la red.

Los clicks del ratón y los mensajes e-mail no requieren elevados anchos de banda en la dirección de retorno. En cambio el tráfico de datos multimedia (audio y vídeo) requieren un uso intensivo del ancho de banda en el sentido del ordenador a la red.

Aunque estas velocidades parezcan muy elevadas debemos reseñar que la capacidad del canal debe dividirse entre un número determinado de usuarios. Esta compartición del canal se puede hacer de diferentes formas.

Como el canal ascendente de una red de CATV está compartido para todos los módems de los usuarios, todos los módems deben seguir un mismo método para acceder al canal. Los dos métodos usados principalmente son el método de acceso por contienda y el método de acceso por solicitud-reserva.

3.8.4. Descripción del proceso de cómo un modem de cable se autentica en la red.

Cuando un módem de cable es encendido, este sigue uno de dos escenarios. Si esta autenticando en la red por primera vez (o la configuración ha cambiado), el módem de cable automáticamente busca la frecuencia del espectro de recepción de datos. Si el módem de cable ha accedido previamente a la red, este inmediatamente afinará el canal de recepción de datos (la frecuencia de la sesión anterior está almacenada).

Una vez el módem de cable encuentra la señal de datos, este espera el mensaje que contiene los parámetros básicos para el canal de envío de datos (frecuencia, modulación, rango, índice distintivo, parámetros, etc.). El módem de cable entonces transmite un

mensaje al CMTS solicitando información adicional que lo habilitará para conectarse a la red.

A través de una serie de mensajes e interacciones, el módem de cable establece una conectividad IP utilizando DHCP, o direccionamiento dinámico y entonces recibe un archivo vía TFTP que tiene parámetros adicionales que el módem de cable necesita para configurarse.

Luego que el módem de cable está configurado, se registra con el CMTS y se le autoriza el uso de la red.

En cuanto el módem de cable ha sido configurado y autorizado, este puede utilizar la red con las características estándar de una red Ethernet. El Operations Support System (OSS) software que se encuentra en el CMTS se comunica con todos los módems de cable y tiene la capacidad de reconfigurarlos para el uso distinto de canales, cambiar sus parámetros, y deshabilitarlos en el uso de la red.

3.9. Requisitos mínimos de la computadora.

Para PC: Procesador Pentium II / Cyrix 200 Mhz / AMD K6 200 Mb de espacio libre en disco duro 32 Mb Memoria RAM Windows 95/98/2000.

Para Macintosh: Procesador 68030 / 200 Mb de espacio libre en disco duro 32 Mb Memoria RAM PowerPC / G3 / G4.

CAPITULO IV

4. Ventajas y desventajas del sistema de servicio de INTERNET por TV CABLE.

4.1 Ventajas.

4.1.1. Ventajas de las redes HFC.

Las redes HFC tiene varias ventajas entre ellas se puede describir las siguientes:

a) Gran capacidad y velocidad.- Su ancho de banda le permite recibir y transmitir un alto volumen de información. Por ejemplo, permite la recepción de más de 500 canales de televisión. Su alta velocidad le garantiza navegar por Internet varias veces más rápido que con los canales actuales.

b) Comodidad y ahorro.- La fibra óptica posibilita integrar por una misma vía todos los servicios de comunicación. Eso significa que con una sola instalación usted puede acceder a una multitud de ofertas, con el consiguiente ahorro al ser una misma empresa la que le puede ofrecer todos los servicios.

c) Interactividad.- Esta es una ventaja exclusiva del cable. La fibra óptica permite establecer una relación bidireccional. Eso significa que un usuario se transforma de puro receptor a emisor activo. Podrá participar en programas de televisión, dar su opinión en videoconferencias o recibir clases particulares en su domicilio.

4.1.2. Ventajas del servicio.

La modalidad de dos vías, no requiere de línea telefónica, la ventaja más importante del cable módem es que permite bajar información de Internet más rápido que el servicio convencional de acceso telefónico.

4.1.3. Ventajas aportadas por el MÓDEM de cable.

- a) **Speed.-** Los módems de cable son más rápidos que los módems convencionales.

Para suministrar acceso de alta velocidad a otros sitios de Internet, el operador de CATV también necesita unos servidores con caches bastante grandes y una conexión muy rápida a la red. Si el operador coloca contenidos locales nos daría un acceso a velocidades muy altas.

- b) **En línea.-** Los módems de cable siempre están en línea en cuanto arrancamos el PC. Al igual que una red local (LAN) usadas en la mayoría de oficinas.

- c) **Competición.-** Las compañías de teléfono tienen ahora un serio competidor. También se tiene siempre la alternativa de conectarse a través de las líneas de teléfono convencionales

4.2. Desventajas.

Pese a sus indudables ventajas, la tecnología del modem de cable, como cualquier tecnología, tiene inconvenientes que deben conocerse. Por un lado, y pese a que se emplea un cable para enviar la señal de televisión que en su interior contiene los datos digitales, es

sensible a ruidos e interferencias externas (en menor medida que la señal radioeléctrica) y puede que se introduzcan esporádicamente ruidos. En cuanto a la cobertura, la misma está limitada a aquellos lugares hasta donde las empresas de cable hayan extendido sus redes para televisión.

4.2.1. El cuello de botella.

Esta expresión es utilizada en comunicaciones para referirse a la disminución de la velocidad de transmisión, en un punto determinado de la red, el punto que delimita la capacidad de la comunicación.

El tipo de funcionamiento de los módems de cable impone de por sí un cuello de botella. Por ejemplo, si cada canal descendente puede transportar un máximo de 30 Mbs por segundo, siendo el número de usuarios máximo por canal de 2.000. Incluso si no se alcanza esta cantidad de usuarios resulta evidente que el proveedor debe alcanzar un número importante de usuarios por cada controlador para obtener beneficios. Pero el cuello de botella más importante será la conexión del proveedor con ese múltiple enjambre de líneas de datos que constituye Internet.

Además de la restricción propia del proveedor, toda la Internet se convierte en un gran atasco en muchas ocasiones y las mejoras de velocidad serán parciales, aunque cuando sea posible el usuario realmente apreciará la mejora del servicio.

4.2.2. Señales indeseadas.

4.2.2.1. Ruido por efecto antena.

La red de distribución de coaxial constituye una gran antena que puede recoger señales indeseadas en toda el área a la que sirve.

La mayor parte de estas interferencias (95%) penetra en la red en los hogares de los abonados (70%) y a través del sistema de acometida al usuario (25%), siendo por tanto las instalaciones en los edificios uno de los puntos críticos en la construcción de la red. De hecho, el ruido emana de cada uno de los hogares de la red, y debido al efecto embudo el ruido generado en cualquier punto afecta a todos los abonados. Una forma de determinar los puntos por los que penetran las interferencias es encontrar los puntos de fuga de la red. Pero este método no siempre es válido, puesto que los puntos que presentan fugas despreciables a las frecuencias del canal descendente pueden ser unas perfectas mini antenas receptoras a las frecuencias del canal de retorno.

4.2.2.2. Interferencias de banda estrecha (*ingress*).

Las interferencias de banda estrecha penetran en el sistema de cable debido a las propiedades de éste como potencial antena. Por lo tanto, el ruido procedente de transmisiones de radio, junto con ruido ambiental de radio frecuencia, es amplificado y transmitido junto con la señal digital útil.

Cualquier señal que exista en el espectro de RF en la banda de 5 a 55MHz. es candidato a penetrar en la red.

Estamos hablando, por ejemplo, de emisoras internacionales de onda corta; emisoras de Banda Ciudadana (CB) y radioaficionados (HAM); señales provenientes de televisores mal apantallados; ruido de RF generado en ordenadores; interferencias eléctricas de tubos de neón, motores eléctricos, sistema de encendido de vehículos, secadores de pelo; interferencias generadas en líneas eléctricas; etc.

4.2.2.3 Ruido impulsivo.

El ruido impulsivo tiene su origen en varias fuentes: descargas por efecto corona en redes de suministro eléctrico, a menudo localizadas en los mismos postes o conductos del cable de la red de CATV; Descargas entre contactos de conectores oxidados; Sistema de encendido de automóviles; y aparatos domésticos tales como motores eléctricos. Consiste en estrechos picos de señal de amplitud generalmente grande, que afectan a todo el espectro del canal de retorno. Su densidad espectral de potencia disminuye con la frecuencia, por lo que su efecto en el canal descendente es considerablemente menor. Su origen puede ser externo o interno, siendo este último tipo de ruido impulsivo el que más afecta a las prestaciones del canal de retorno. El ruido impulsivo provoca aumentos momentáneos muy fuertes del nivel de entrada (señal + ruido) en amplificadores y en el láser de retorno.

La saturación de estos dispositivos hace que entren en las zonas no lineales de sus características entrada-salida, lo que a su vez provoca la aparición de productos de intermodulación de segundo y tercer orden (CSO y CTB, respectivamente).

Los amplificadores modernos están diseñados de manera que prácticamente se cancelen los CSO para niveles normales de entrada, siendo los CTB los productos de intermodulación que limitan las prestaciones del sistema en caso de sobrecarga de los amplificadores. En el caso del láser de retorno, un aumento incontrolado del nivel de entrada al driver hace que los picos de la señal entren en la zona negativa de la característica entrada-salida, en la que el láser no presenta respuesta (sencillamente se apaga).

Este fenómeno se conoce como *laser clipping*.

4.2.2.4. Ruido a ráfagas (burst).

El ruido a ráfagas es semejante al ruido impulsivo, pero con una mayor duración de cada suceso. Generalmente es mayor a frecuencias bajas. Típicamente, la anchura de las ráfagas es de unos 5 $\mu\text{s.}$, y éstas se repiten aproximadamente cada 15 $\mu\text{s.}$

4.2.2.5. Ruido térmico.

El ruido térmico nace en los componentes circuitales del sistema de cable. Los amplificadores de la red de cable se caracterizan por tener una ganancia y por una temperatura equivalente de ruido térmico, que representa una medida de la cantidad de ruido que genera el dispositivo, y que se añade al ya existente.

4.2.2.6. Zumbido.

El zumbido es una modulación de amplitud producida cuando la corriente alterna se acopla a través de las fuentes de alimentación de los equipos, en la envolvente de la señal.

4.2.2.7. Distorsión de camino común.

Los efectos rectificadores no previstos en el sistema de cable, causados por conectores oxidados, por ejemplo, producen distorsiones de camino común. Las señales descendentes son demoduladas por estas uniones y reflejadas en el canal de retorno.

Este interesante fenómeno ocurre cuando aparece un efecto diodo indeseado en el medio de transmisión de las señales.

Por ejemplo, si se utiliza conectores tipo feed-throug junto con coaxial con conductor central de aluminio cobreado, cada conector se convierte en un potencial diodo.

Esto es cómo si un tornillo de latón de fijación en una derivación o en un amplificador penetra, a través de la capa de cobre, en el conductor central del cable, el latón y el aluminio entrarán en contacto físicamente.

Esta unión de metales diferentes puede producir una corrosión galvánica, que crearía una fina capa de óxido entre ambos. Esto constituye un diodo.

Las señales descendentes que pasen a través de estos diodos producirán señales armónicas de segundo y tercer orden, espaciadas 8 Mhz. Aproximadamente, que se propagarán por el canal ascendente.

4.2.2.8. Ruido de fase y desplazamiento de frecuencia.

El ruido de fase y el desplazamiento en frecuencia (*offset*) se producen en multiplexores de frecuencia encontrados en el canal de retorno de algunos sistemas.

El ruido de fase también se puede producir en las cavidades de los láseres, pero a un nivel menos significativo, y en los osciladores de los módems de abonado y de cabecera, aunque estos dispositivos no son estrictamente una parte del modelo de canal, ya que se encuentran en los equipos terminales.

4.2.2.9. Microreflexiones.

Las microreflexiones se generan en las discontinuidades existentes a lo largo de la red de cable (conectores, empalmes, derivadores, amplificadores, e incluso imperfecciones o daños en el propio cable coaxial), que producen reflexiones de parte de la energía de la señal, debido a pequeños errores de adaptación de impedancias.

Como se ve, el canal de retorno exige una mayor atención que el descendente por parte del operador de red si quiere asegurar unas ciertas prestaciones en el enlace digital ascendente.

La solución más sencilla es utilizar un método de modulación muy robusto con el que se asegura una cierta calidad mínima a costa de perder velocidad de transferencia de información.

De esta forma, empezando por los métodos más robustos, las velocidades de transferencia en un canal de 6 Mhz son:

- BPSK transmite a 4 Mbps.
- QPSK transmite a 10 Mbps.
- 64QAM transmite a 30 Mbps.

La segunda solución consiste en que cada estación emita periódicamente un paquete de prueba y dependiendo de cómo lo reciba sabrá como está la red.

De esta forma la señal se adaptará al estado de la red en cada momento (esta es la solución que se suele usar en los sistemas simétricos en los que todo lo que envía una estación lo transmite la estación cabecera por el canal descendente).

De esta forma la potencia de la señal variará pero será el operador el que deberá gestionar que esta potencia llegue a valores muy elevados.

Una alternativa comúnmente usada en los sistemas asimétricos es pasar de un canal a otro cuando los parámetros de calidad del canal estén por debajo de un punto mínimo.

Esta es la razón por la que se deberá disponer de una serie de portadoras posibles para poder conmutar de una a otra en caso de ruido elevado.

La siguiente solución está orientada a resolver los problemas de ruido en el futuro, cuando exista gran cantidad de servicios bidireccionales y sea difícil encontrar un hueco libre en el canal ascendente.

Esta técnica consiste en reducir el ancho de banda al espacio libre que se encuentre en el canal e incluso a cambiar el esquema de modulación. Así, aunque la calidad del servicio se reduzca, no interrumpiremos el servicio.

CAPITULO V

5. Estudio de una posible alternativa de implementación del sistema de servicio de INTERNET a través de la red de televisión por cable en el Instituto.

5.1. Análisis de recursos necesarios para la implementación.

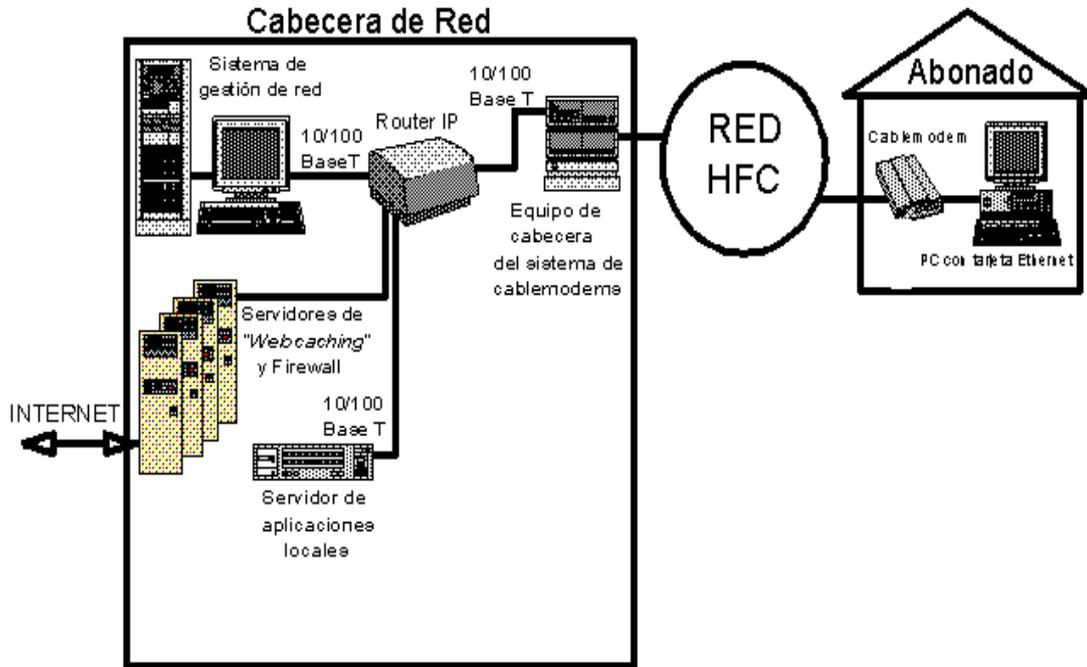


Figura 5.1. Esquema del sistema de Internet a través de la red de CATV.

Para acceder a Internet, además de tener contratado el servicio de acceso con un Proveedor (ISP/Internet Service Provider), cargado el software correspondiente en el terminal (por ejemplo, Internet Explorer o Netscape Communicator), hace falta disponer de la conexión física entre el PC y el ISP

5.1.1. Equipos necesarios para la cabecera de red.

La cabecera es el centro desde el que se gobierna todo el sistema. Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red.

La cabecera ha de disponer de unos equipos que realicen funciones de router y switch, y que adapten el tráfico de datos de la red HFC al protocolo IP. Además, debe existir un sistema de gestión de red y de abonados, pudiendo también existir un servidor que realice funciones de caching de información y actúe como Firewall.

5.1.1.1. Gestionador de red.

El gestor de red es una solución integral de hardware y software que permiten administrar en forma centralizada y remota: equipos de comunicación, desktop, servidores, servicios críticos, aplicaciones y líneas de comunicación.

Tiene varias características como son:

a) Administración de redes LAN-WAN.

- Dependiendo de la amplitud de la red ésta puede ser centralizada o distribuida.
- Control del funcionamiento de los equipos de comunicación.
- Control de topología de red y versiones de IOS (Configuración y actualización)
- Análisis de la red en tiempo real, control de performance y utilización de red.
- Soporte de Protocolos estándar SNMP, TCP/IP, UDP entre otros

- Medición de la utilización, carga y disponibilidad de las redes e identificación de incidencias ocasionadas por caídas de líneas y/o fallas en el hardware.

b) Administrador de Servidores Críticos.

- Control de los tiempos de respuesta en servicios como: http, radius, servidores web y ocurrencia.
- Sistemas Operativos Unix, NT, AIX
- Enviando notificación al administrador en caso de fallas.
- Comprobación del buen funcionamiento de los sistemas operativos mediante la revisión de la utilización del CPU, memoria, disco y performance de los equipos.
- Generación de estadísticas de disponibilidad.

c) Administración de Aplicaciones y Servicios.

- Control y monitoreo de aplicaciones críticas de negocio.
- Interacción y verificación del correcto funcionamiento de:
Aplicaciones tipo mySAP, Oracle, Informix, Peoplesoft, Exchange, Access, SQL Server, Sybase, CheckPoint Firewall 1, Inktomi, Iplanet, Nokia Wap Server, Sun One web Server.
- Administrador de desktop, palm pilot. Esta solución permite la administración, instalación, reparación y actualización del software instalado en cada equipo a ser gestionado.

- Monitoreo y control del software instalados en los elementos de la red con capacidad de ejecutar acciones dependiendo de las políticas definidas por grupo de usuarios, usuario o equipo.
- Opción para la toma de inventario de los dispositivos de la red: software, hardware, aplicaciones y contenidos.
- Generación de estadísticas y reportes de ocurrencia o averías.

d) Administración de cableado.

- Grafica la distribución del cableado existente, incluyendo mapas con la ubicación correcta de cada uno de los puntos de red.
- Actualización remota a través de una interfase cliente-servidor.
- Detección de cualquier desconexión de un punto de la red.
- Monitoreo y control de los equipos de seguridad implementados en la red.
- Permite definir políticas de seguridad ante una vulnerabilidad detectada.
- La implementación de esta solución es independiente al tipo de tecnología y marca de los equipos a ser administrados.

5.1.1.2. Servidores de Webcaching y Firewall.

Los servidores de Webcaching son los que ofrecen soporte técnico para reducir el retardo y como resultado mejorar las prestaciones del sistema, almacenando temporalmente los datos frecuentemente accedidos más cerca del solicitante de los mismos.

El retardo dentro de la red es la razón principal por la que la WEB es tan lenta para los usuarios finales. La única manera práctica y eficaz de hacer que la WEB proporcione tiempos de respuesta más rápidos es acercar a los usuarios la mayor parte de los de objetos más accedidos.

Los servidores de Firewall o cortafuegos ofrecen unos sistemas básicos de seguridad, que debemos utilizar para nuestra conexión a Internet. Un firewall es un sistema de defensa que se basa en la instalación de una barrera entre tu PC y la Red, por la que circulan todos los datos.

Este tráfico entre la Red y tu PC es autorizado o denegado por el firewall, siguiendo las instrucciones que le hayamos configurado.

Aunque un firewall se compone de equipos y programas, estos quedan un poco lejos para el usuario doméstico por lo que se ha creado un programa que realiza las funciones descritas.

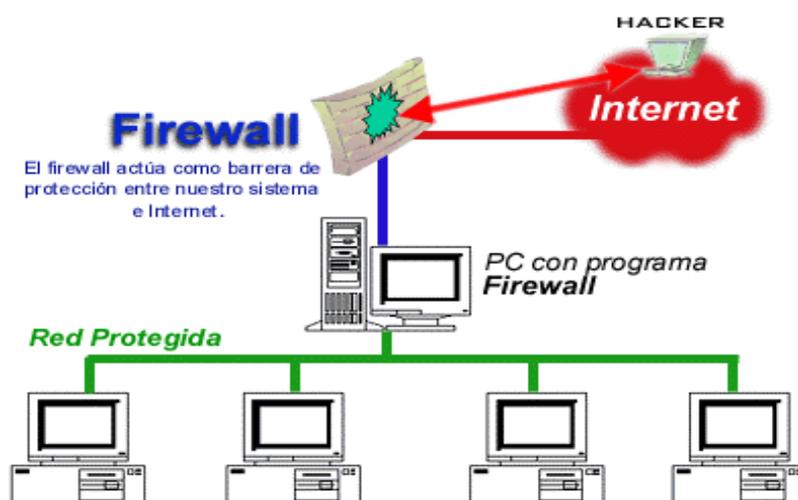


Figura 5.2. Esquema del funcionamiento del firewall.

El funcionamiento de este tipo de programas se basa en el filtrado de paquetes. Todo dato o información que circule entre nuestro PC y la Red es analizado por el programa firewall con la misión de permitir o denegar su paso en ambas direcciones (Internet->PC ó PC->Internet).

Como ejemplo de esto se puede poner el Correo Electrónico. Si se autoriza en nuestro firewall a que determinado programa de correo acceda a Internet, y al recibir un correo, en un mensaje recibido viene un adjunto con un virus, por ejemplo tipo gusano, el firewall no nos va a defender de ello, ya que le hemos autorizado a que ese programa acceda a la Red.

Lo que sí va a hacer es que si al ejecutar el adjunto, el gusano intenta acceder a la Red por algún puerto que no esté previamente aceptado, no lo va a dejar propagarse. Ahora bien, si hace uso por ejemplo del mismo cliente de correo, si va a propagarse. La misión del firewall es la de aceptar o denegar el tráfico, pero no el contenido del mismo.

5.1.1.3. Servidor de aplicaciones locales.

Los servidores locales (caching-only servers) no tienen autoridad sobre ningún dominio: se limitan a contactarse con otros servidores para resolver las peticiones de los clientes.

Estos servidores mantienen una memoria caché con las últimas preguntas contestadas.

Cada vez que un cliente le formula una pregunta, primero consulta en su memoria caché.

Si encuentra la dirección IP solicitada, se la devuelve al cliente; si no, consulta a otros servidores, apunta la respuesta en su memoria caché y le comunica la respuesta al cliente.

5.1.1.4. Router.

Un **router** o **enrutador** es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras.

Hacen pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red.

Los routers toman decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirigen los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados.

Los routers toman decisiones basándose en la densidad del tráfico y la velocidad de la conexión (ancho de banda, o bandwidth).

Los enrutadores pueden soportar simultáneamente diferentes protocolos (como Ethernet, IP, Token Ring, RDSI y otros), haciendo compatible virtualmente a todos los equipos de la red.

5.1.1.5. Equipos de cabecera del sistema de módems de cable.

Los equipos de cabecera del sistema de módems de cable, comprenden todos los equipos utilizados para el acondicionamiento de la señal que se propaga a través de la red HFC, estos equipos comprenden: conversores óptico-

eléctrico, conversores eléctrico-óptico, switches, amplificadores, filtros para ruido, etc.

5.1.2. Equipos necesarios para la central de acceso.

En casa del abonado se instala siempre una caja receptora de televisión que transforma la señal del cable a otra que puede conectarse directamente al televisor, para acceder al servicio de Internet, se instala una segunda caja, denominada cable-módem, que del mismo cable de televisión extrae la señal que contiene los datos de Internet y la convierte a formato digital.

Esta caja, además de la entrada del cable coaxial, tiene una salida para el ordenador. Esta salida es, normalmente, de red local 10BaseT, fácilmente identificable porque es similar a un conector de teléfono pero más ancho y con 8 patillas. Al igual que cualquier otra conexión Ethernet, este tipo de cable permite que entre el ordenador y el cable-módem circule la información.

5.1.3. Investigación de posibles servidores.

Existen varios servidores de servicios de Internet, a continuación se analizara algunos:

a) **ACCESSRAM.-** Asesora y proporciona soluciones integrales en Telecomunicaciones e Internet; con un permanente mejoramiento de servicios, apoyados por un equipo humano especializado, íntegro y creativo, que hace posible la satisfacción de los clientes

Ofrece una variedad de opciones dependiendo de sus necesidades, ya sean corporativas o personales como son:

Internet Cooperativo

- [IP Broadcast](#)
- [Directo USA](#)
- [Enlaces Cooperativos](#)
- [Internet Conmutado](#)

Transmisión de Datos

- [Frame Relay](#)
- [Clear Channel](#)
- [Estación Satelital](#)
- [Fibra Óptica](#)
- [ATM](#)

Dominio Propio

Servicios Adicionales

Los parámetros de servicio de ACCESSRAM son:

Velocidad de subida (upstream)	64 Kbps.
Velocidad de bajada (dawnstream)	256 Kbps.
Ancho de banda	320 Kbps.
Medio de transmisión	Satélite.
Cantidad de direcciones IP públicas	16
Plazo de entrega	Inmediato.
Costo de configuración (una sola vez)	\$1.500,00
Costo mensual por servicio	\$2.300,00

Costo durante el primer año \$29.100,00

Costo total del primer año más I.V.A \$32.592,00

b) AMNET.-Las ventajas que ofrece Amnet a sus clientes son muchas y muy variadas, empezando por su versatilidad, la cantidad de servicios que ofrece, escalabilidad y una gran presencia internacional además es posible realizar enlaces directos desde y hacia cualquier parte del mundo.

Entre sus servicios podemos mencionar de igual manera, los servicios de Internet, que abarca desde el muy conocido acceso al World Wide Web, hasta redes IP, servicios de seguridad, servicios OnNet, Peering, conexiones de alta velocidad y mediana velocidad.

Todos los servicios pueden ser adaptados sin importar la topología de la red, ni el medio a utilizar. Amnet Datos cuenta con infraestructura apropiada y el acceso a todos los medios de transporte de información, desde cable de cobre, cable coaxial, fibra óptica, inalámbrica hasta la potencia de la transmisión satelital.

Los parámetros de servicio de AMNET son:

Velocidad de subida (upstream)	64 Kbps.
Velocidad de bajada (dawnstream)	256 Kbps.
Ancho de banda	320 Kbps.
Medio de transmisión	SCPC Satélite.
Cantidad de direcciones IP públicas	16
Plazo de entrega	Inmediato.
Costo de configuración (una sola vez)	\$2.500,00
Costo mensual por servicio	\$1.830,00

Costo durante el primer año	\$24.460,00
Costo total del primer año más I.V.A	\$24.460,00

c) **TELCONET.-** Es una empresa proveedora de servicios de Internet a nivel nacional (Ecuador), gestiona los servicios de voz, transmisión de datos, etc.

Bajo su propio backbone gigabit Ethernet de fibra óptica, brindando con esto la más avanzada tecnología en telecomunicaciones.

Telconet cuenta con un entusiasta y dedicado equipo, enfocado exclusivamente en cada una de sus necesidades, planteando soluciones y brindando respuestas ágiles.

Los servicios pensados en brindar la más alta rentabilidad y funcionalidad tanto para Carriers como para Proveedores (ISP), para ello cuenta con:

[Servicios de Enlaces de Transmision de Datos locales, nacionales e internacionales.](#)

Servicios de VPN locales, nacionales e internacionales.

[Servicios de Segmento Espacial sobre Satmex para enlaces SCPC y VSAT.](#)

Los parámetros de servicio de AMNET son:

Velocidad de subida (upstream)	64 Kbps.
Velocidad de bajada (dawnstream)	256 Kbps.
Ancho de banda	320 Kbps.
Medio de transmisión	SCPC Satélite.
Cantidad de direcciones IP públicas	16

Plazo de entrega	Inmediato.
Costo de configuración (una sola vez)	\$950,00
Costo mensual por servicio	\$1.550,00
Costo durante el primer año	\$18,650,00
Costo total del primer año mas I.V.A	\$20.888,00

5.1.4. Tipos y marcas de módems de cable.

Existen varias empresas fabricantes de módems de cable con diferentes diseños o tipos y con su respectiva marca.

Estos son algunos de los módems de cable que están en el mercado.



Webstar
DPX100/200



Webstar
DPX110



3Com
HomeConnect



Motorola
Surfboard SB4100



Motorola
Surfboard SB5100



Motorola Surfboard
SBG900

Fig. 5.3. Tipos y marcas de módems de cable.

5.2. Análisis de los recursos de los que dispone el Instituto.

5.2.1. Recurso Humano.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico dispone de un selecto grupo de ingenieros electrónicos e informáticos que ponen en práctica sus conocimientos en diferentes áreas del Instituto.

5.2.3. Equipos.

Es Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico actualmente dispone de un servicio de Internet Satelital, los equipos de los cuales dispone para este servicio es el siguiente:

- a) **Antena Parabólica.-** El plato parabólico concentra todas las señales que se reflejan en su superficie en un solo punto denominado foco. Al concentrar todas las señales en el foco se recupera gran parte de la energía de las señales.

- b) **Transceptor.-** Un transceptor es no es más que un transmisor-receptor que amplifica las señales bidireccionalmente. Esto quiere decir que amplifica las señales que recibe la antena y las señales que son transmitidas por la antena.

c) **Modem Satelital.-** Un modem satelital es un modulador-demodulador utilizado para la comunicación entre computadoras a través de líneas analógicas de transmisión de voz y/o datos. Un modem demodula las señales que recibe y modula las señales que trasmite. Cuando transmiten y reciben información al mismo tiempo están operando de modo full-duplex y cuando solo transmiten o solo reciben operan de modo half-duplex.

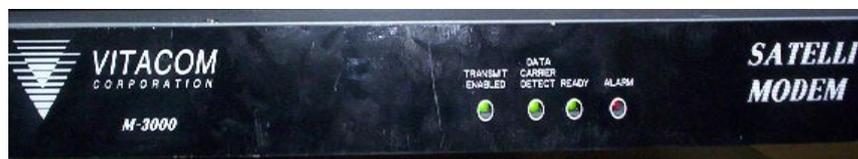


Fig. 5.4. Modém satelital.

d) **Router.-** Un router o enrutador es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras. Hacen pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red.

Los routers toman decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirigen los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados.

Los routers toman las decisiones basándose en la densidad del tráfico y la velocidad de la conexión (ancho de banda o bandwidth).



Fig. 5.5. Router.

e) **Switch.-** Un switch (conmutador) es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores.

Este interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (bridges), o sea pasando datos de una red a otra, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los frames en la red.



Fig. 5.6. Switch.

5.2.4. Materiales.

Los materiales comprende todo lo que se refiere a elementos físicos para establecer la red como son: cable coaxial, fibra óptica, derivadores, etc.

El Instituto posee las herramientas necesarias para poder realizar la implementación, en el caso de que no se disponga de algún tipo de herramienta, esta puede ser pedida en el Ala 12 ó puede ser adquirida por el Instituto.

5.3. Realización de un diagrama esquemático de una alternativa de implementación del sistema.

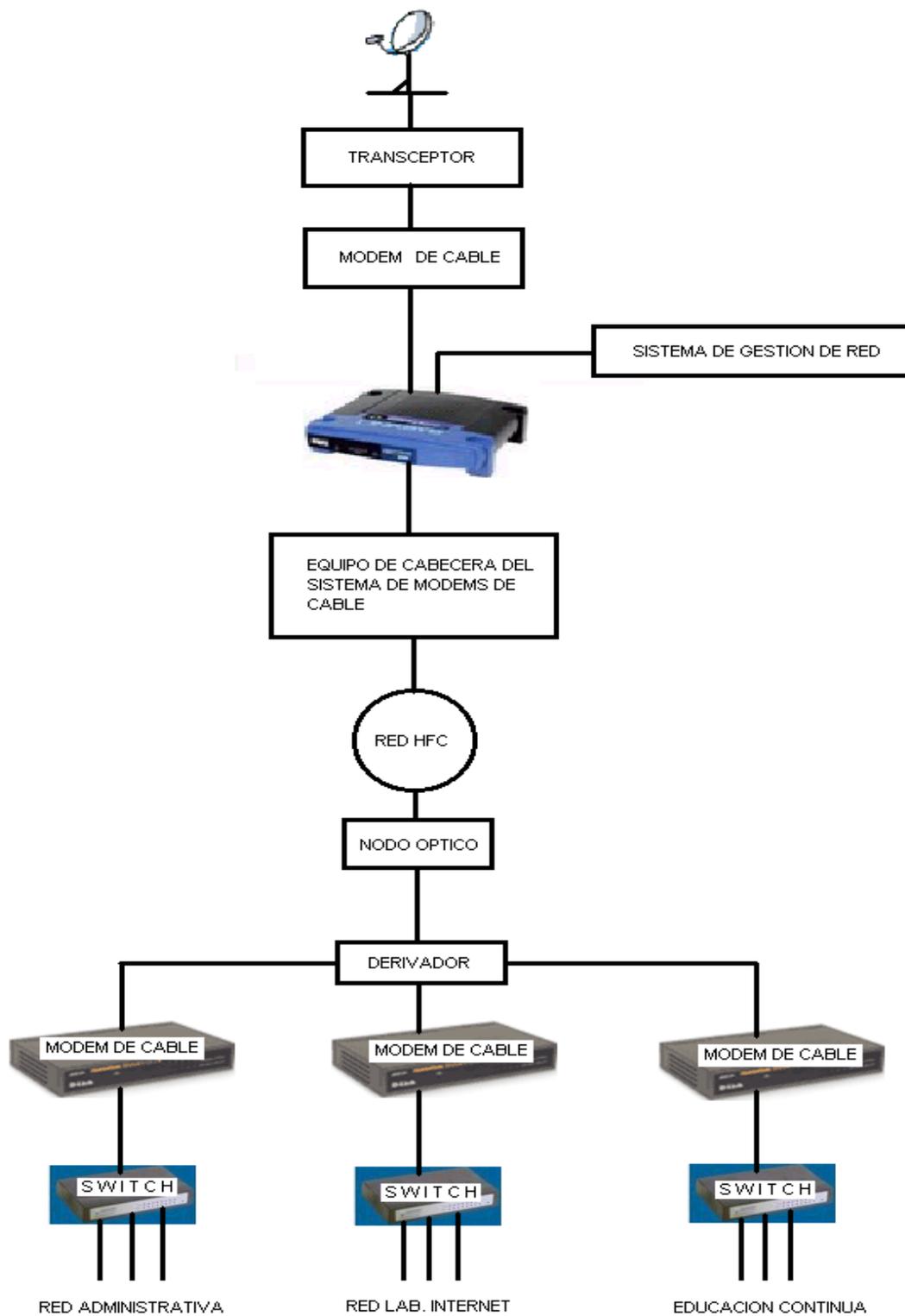


Fig. 5.7. Esquema del sistema de Internet a través de la red HFC

5.4. Estudio económico para realización de la implementación.

5.4.1. Alternativas de servidores.

Para escoger un buen servidor de servicios de Internet se debe de tomar en cuenta muchos factores como son: los servicios que ofrecen, el costo del servicio, la experiencia de la empresa, etc.

La empresa proveedora de servicios de Internet, para el ITSA es TELCONET, esta empresa debió haber reunido todos los requisitos que el ITSA buscaba, para que lo elija como proveedor.

A más de esta empresa, otra podría haber sido AMNET, que tiene características similares a las de TELCONET.

5.4.2. Costo de los equipos.

El valor de los equipos puede ser muy variado ya que el valor de cada uno de ellos depende del fabricante, del distribuidor y de las funciones que el producto realice.

A continuación se presenta un valor determinado de algunos de los equipos.

El valor de un router para cable con las especificaciones y funciones que se describen a continuación es de \$ 34,900.00

Especificaciones:

- Ports One 10/100 RJ-45 Port for Broadband Modem
- Four 10/100 RJ-45 Switched Ports

- LED Indicators Power, Ethernet, Internet
- UPnP able/cert Yes
- OS Support Windows 98SE/Me/2000/XP
- Network Protocols TCP/IP, NetBEUI, IPX/SPX
- Supports Universal Plug-and-
- Play for Easy Configuration

Funciones

- Supports IPSec and PPTP Passthrough
- Administer and Upgrade the Router Remotely over the Internet
- Configurable as a DHCP Server on Your Network
- Advanced Security Management Function for Port Filtering, MAC Address Filtering, and DMZ Hosting
- Automatically Detects Straight or Cross-over Cable

Un switch 3com Officeconnect Dual Speed,16 puertos \$ 250.00

Amplificador \$ 1,476.00

Módem de cable para el usuario \$ 221.4

5.4.3. Costo de los materiales.

Al igual que en los equipos este valor puede variar dependiendo del fabricante y del distribuidor.

A continuación se presenta el valor de algunos de los materiales.

El valor de la fibra óptica es de \$ 22.14/metro

Derivadores \$ 14.76

El cable coaxial RG-11 \$11.07/metro

El cable coaxial RG-59 \$6.76/metro

CAPITULO VI

6.1. Conclusiones.

- La red HFC es un soporte de última generación que permite integrar por una misma vía infinidad de servicios de telecomunicaciones.

- Los nodos ópticos son utilizados para ampliar la red, a partir de estos nodos se obtiene la salida a través del cable coaxial para el usuario.

- Un cable módem es un dispositivo que permite conectar el PC a una línea local de TV por cable.

- El modem de cable permite bajar información de Internet más rápido que el servicio convencional de acceso telefónico y satelital.

- El modem de cable utiliza un sistema multiportadora en una banda de transmisión de una manera muy eficiente, mediante su división en cientos de subcanales totalmente independientes y aislados espectralmente unos de otros.

- La cabecera es el centro desde el que se gobierna todo el sistema, su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red, también es la encargada de monitorizar la red y supervisar su correcto funcionamiento.

- El funcionamiento en general de los equipos utilizados para ofrecer y para acceder a Internet a través de la red de TV Cable no es muy complejo ya que el funcionamiento de la mayoría de los equipos es conocido.

- El elemento que permite el funcionamiento correcto y eficiente de un sistema de acceso compartido como es una red HFC es el protocolo MAC, que constituye el conjunto de reglas que deben seguir todos los usuarios de la red.

- El bajo costo de este servicio de Internet a través de la red de TV cable esta dado principalmente por el tiempo en que el usuario puede acceder a este servicio, que al

ser más rápido, el usuario puede bajar mayor cantidad de información en el menor tiempo, lo cual reduciría su gasto por el tiempo de uso de Internet.

- Este sistema de Internet a través de la red de T V cable es factible de ser realizado, disponiendo de los recursos necesarios el Instituto tecnológico Superior Aeronáutico puede implementarlo y así mediante el desarrollo de un proyecto, puede brindar este servicio a la ciudad de Latacunga y obtener beneficio económico para sí mismo y para la Fuerza Aérea Ecuatoriana a la cual pertenece.

6.2. Recomendaciones.

- Se debe tomar en cuenta que la cobertura del servicio de Internet a través de la red de TV cable, está limitada a aquellos lugares hasta donde se ha extendido la red para TV cable.
- La cabecera ha de disponer de unos equipos que realicen funciones de router y switch, y que adapten el tráfico de datos de la red HFC al protocolo IP.

- En la cabecera debe existir un sistema de gestión de red y de abonados, pudiendo también existir un servidor que realice funciones de caching de información y actúe como Firewall.

- Se debe recordar que el modem de cable se conecta al PC a través de una tarjeta Ethernet, de la cual debe estar provista el PC.

- Los nodos ópticos deben estar provistos de amplificadores para la transmisión y recepción de la información, así como de filtros para eliminar el ruido.

- Al establecer la red HFC se debe tener cuidado de realizar correctamente las conexiones en los derivadores y verificar que no exista fugas en la red coaxial ya que puede inducir ruido a través de esta, en el canal de retorno.

- Es recomendable escoger un servidor de servicios de Internet que ofrezca la mayor cantidad de servicios para poder ofrecer un servicio de Internet de mejor calidad para los usuarios.

