

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**SERVICIO DE ACCESO DE BANDA ANCHA A INTERNET
Y TELEFONÍA SOBRE REDES DE TELEVISIÓN POR
CABLE (HFC) – DOSIS Y PACKET CABLE**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADO POR:

CÉSAR HENRY CAYETANO SOLANO

**PROMOCIÓN
2008 - II**

**LIMA – PERÚ
2014**

**SERVICIO DE ACCESO DE BANDA ANCHA A INTERNET
Y TELEFONÍA SOBRE REDES DE TELEVISIÓN POR
CABLE (HFC) – DOCSIS Y PACKET CABLE**

Agradezco de manera infinita a cada amigo y amiga las incontables horas que, como fotos en un álbum, impregnamos con cada recuerdo y momento afable, compartiendo enseñanzas y experiencias al imaginar que este es solo el comienzo, y así, avanzar seguros, con paso firme, al final de esta etapa.

SUMARIO

El presente trabajo de suficiencia trata de la utilización de los Estándares de DOCSIS y Packet Cable, sobre una red HFC, para brindar servicios de Acceso a Internet y Telefonía hacia un mercado masivo residencial cuya exigencia de Ancho de Banda cada vez es mayor entre los usuarios. Con este fin, en el trabajo se aborda de manera breve y concisa los conceptos de Red HFC, estándar DOCSIS y estándar Packet Cable. Así mismo se hace una breve descripción de la plataforma de aprovisionamiento, necesaria para la instalación de los servicios contratados por el cliente.

Uno de los puntos en que se enfoca este trabajo es el análisis del dimensionamiento que se debe tener en cuenta para la implementación del servicio de acceso a Internet y Telefonía, teniendo en cuenta factores como: capacidad de hardware de equipos, oferta de paquetes de servicio y estimados de penetración de servicios en el mercado.

En la actualidad, la estrategia de las Empresas Operadoras es buscar la rentabilidad en los servicios que ofrece hacia el cliente sin que esto signifique la degradación del servicio, sino por el contrario, captar y satisfacer las necesidades de los clientes mediante la garantía de un servicio de calidad, flexible a sus necesidades y competitivo en costos del servicio en el mercado, siendo así los estándares de DOCSIS y Packet Cable una buena opción de negocio para la empresas operadoras de cable.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	
1.1 Objetivo	2
1.2 Situación Actual de los servicios de Acceso a Internet y telefonía.	2
1.2.1 Acceso de los hogares a las Tecnologías de Información y Comunicaciones.	2
1.3 Planteamiento de Requerimiento de la Operadora de Cable.	5
CAPITULO II	
RED HÍBRIDA DE FIBRA COAXIAL (HYBRID FIBER-COAXIAL ó HFC)	
2.1 Definición de Red HFC	6
2.2 Componentes de una Red HFC.	7
2.2.1 Cabecera (Headend)	7
2.2.2 Red de Transporte	8
2.2.3 Hub de Distribución	8
2.2.4 Red Troncal	9
2.2.5 Red de Distribución	10
2.3 Diagrama de la red HFC.	12
CAPITULO III	
CABLELABS Y SU PAPEL EN LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES POR CABLE.	
3.1 Descripción de CableLabs.	14
3.2 Funciones de CableLabs.	14
3.3 Administración de CableLabs.	15

CAPITULO IV**ESTANDAR DOCSIS**

4.1	Definición de Estándar DOCSIS.	16
4.2	Tipos de Estándar DOCSIS.	16
4.2.1	DOCSIS 1.0.	17
4.2.2	DOCSIS 1.1.	17
4.2.3	DOCSIS 2.0.	17
4.2.4	DOCSIS 3.0.	19
4.3	Comparativa entre las diferentes versiones del estándar DOCSIS.	20

CAPITULO V**ESTANDAR PACKET CABLE.**

5.1.	Definición de Estándar Packet Cable.	22
5.1.1	Redes que interconecta Packet Cable.	22
5.1.2	Protocolos de Packet Cable.	23
5.1.3	Códec de Voz de Packet Cable según especificaciones.	23
5.2.	Tipos de estándares Packet Cable.	23
5.2.1	Packet Cable 1.0	23
5.2.2	Packet Cable 1.5	24
5.2.3	Packet Cable 2.0	24

CAPITULO VI**COMPONENTES DE LA RED DE SERVICIOS**

6.1.	Introducción al equipo Cable Modem Termination System (CMTS)	25
6.1.1	Características del CMTS	26
6.2.	Introducción al Cable Módem y eMTA.	27
6.3.	Proveedores de Dispositivos CM/eMTA.	29

CAPITULO VII**APROVISIONAMIENTO DE SERVICIOS DE ACCESO A INTERNET Y TELEFONÍA**

7.1.	Plataforma de Aprovisionamiento.	31
7.2.	Backend de la Plataforma de Aprovisionamiento.	32

7.2.1	Servidores DHCP	33
7.2.2	Servidores DNS	33
7.2.3	Servidores TFTP	33
7.2.4	Nodos de la Base de datos	34
7.2.5	Servidores Webserver	34
7.2.6	Servidores Portal cautivo	34
7.2.7	Servidores de IVR	34
7.2.8	Servidores de Líneas Temporales	34
7.2.9	Servidor de Sondeo	35
7.2.10	Servidor de Firmware de CM/eMTA	35
7.2.11	Sistema de Facturación	35
7.3.	Proceso de Aprovisionamiento de equipo CM y eMTA.	35
7.3.1	Proceso de Aprovisionamiento de CM.	35
7.3.2	Proceso de Aprovisionamiento de MTA.	37

CAPITULO VIII

METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL REQUERIMIENTO DE LA OPERADORA DE AMPLIACION DE RECURSO DE ANCHO DE BANDA

8.1	Estado inicial de recursos de Hardware de equipo CMTS.	41
8.2	Propuestas de Soluciones alternativas para la ampliación de capacidades de Ancho de Banda.	46
8.3	Arreglo de combinación y dimensionamiento de capacidades en Downstream y Upstream en CMTS sobre nueva solución.	47
8.4	Pruebas de Velocidad de 60 Mbps en Downstream	56

CAPITULO IX

INVERSIÓN Y COSTO DE IMPLEMENTACIÓN

9.1	Inversión para la mejora tecnológica y la capacidad de recursos de Ancho de banda en CMTS	59
------------	--	-----------

CONCLUSIONES	63
---------------------	-----------

ANEXOS	65
ANEXO A: CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS	
ANEXO B: ACRÓNIMOS	
ANEXO C: CMTS y EMTA DATSHEET	
RECURSOS DIGITALES	94

PROLOGO

El propósito de este trabajo de Suficiencia es brindar una visión general de la arquitectura y el proceso de aprovisionamiento de los servicios de Acceso a Internet y el servicio de Telefonía sobre las redes HFC, esto bajo los estándares de DOCSIS y Packet Cable.

Este trabajo explica de manera fácil y concisa las diferentes partes y/o componentes que involucran la implementación del servicio de Acceso a Internet y Servicio Telefónico, en una Red Híbrida de Fibra Coaxial (HFC), detallando los componentes principales para tal fin.

Es necesario acotar que lo tratado en el presente trabajo está basado en información recolectada de diferentes medios, ya sean, manuales de fabricantes, documentación especializada ó sitios Web relacionados al tema.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1. Objetivo

Como es sabido, en nuestros días, el incremento del consumo de tráfico de información ó data requerida por los clientes, día a día, se hace mayor y con mayor frecuencia, ya sea para el consumo personal ó para la atención de las necesidades a nivel empresarial, a lo cual el mercado responde cada vez con ofertas de servicio de acceso a Internet a mayor velocidad ó ancho de banda y servicios agregados como los de la telefonía. Es en este escenario que se presenta los estándares de DOCSIS y Packet Cable, de la mano del consorcio de compañías importantes en el mundo de las TELCO denominado CableLabs, con el objetivo de ofrecer:

Una solución fiable y estandarizada sobre las redes de Cable TV. Abaratando de esta manera los costos de implementación y tendido de nuevas redes.

Nuevas ofertas de telefonía y acceso a Internet de alta velocidad.

Flexibilizar las ofertas de servicio hacia el cliente, pudiendo adquirir cualquiera de estos dos servicios de forma independiente, a diferencia del servicio ADSL en que tanto el servicio de Telefonía y Acceso a Internet necesariamente están amarradas.

Adicional a esto, las redes HFC pueden ofrecer servicios de valor agregado como lo son los servicio de Pay Per View (PPV), Video on Demand (VoD), entre otros.

1.2. Situación Actual de los servicios de Acceso a Internet y telefonía

1.2.1. Acceso de los hogares a las Tecnologías de Información y Comunicaciones

a) Acceso a telefonía por Línea Fija

Los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG) del trimestre Abril-Mayo-Junio de 2012, revelan que el 30,2% de los hogares del país tienen teléfono Fijo. Este servicio es más frecuente en Lima Metropolitana (54,1%) y en el resto urbano del país (29,8%), mientras que en el área rural solo el 1,8% tiene este servicio como se muestra en la TABLA N° 1.1.

TABLA N° 1.1 Acceso a Telefonía por Línea Fija
Perú: Hogares que tienen el servicio de teléfono fijo, según área de residencia
Trimestre Abril-Mayo-Junio: 2011 - 2012
 (Porcentaje)

Área de residencia	Abr-May-Jun 2011	Abr-May-Jun 2012 P/	Variación absoluta (En puntos porcentuales)
Total	30,7	30,2	-0,5
Lima Metropolitana	56,8	54,1	-2,7
Resto urbano 1/	28,7	29,8	1,1
Área rural	3,3	1,8	-1,5

1/ No incluye Lima Metropolitana.

P/ Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

b) Acceso a Televisión por Cable

El 31,5% de los hogares del país tienen acceso a la televisión por cable. Este servicio es más elevado en Lima Metropolitana con 51,6% y en el área urbana que alcanza el 30,8%, mientras que en el área rural solo el 8,1% de los hogares cuenta con este servicio. Comparado con similar trimestre del año 2011, se ha incrementado en todos los ámbitos, siendo más importante en el resto urbano que aumentó en 3,9 puntos porcentuales, seguido del área rural con 1,4 puntos porcentuales y en Lima Metropolitana se incrementó en 0,4 punto porcentual como se resume en la TABLA N° 1.2.

TABLA N° 1.2 Acceso a Televisión por Cable
Perú: Hogares que tienen televisión por cable, según área de residencia
Trimestre Abril-Mayo-Junio: 2011 - 2012
 (Porcentaje)

Área de residencia	Abr-May-Jun 2011	Abr-May-Jun 2012 P/	Variación absoluta (En puntos porcentuales)
Total	29,1	31,5	2,4
Lima Metropolitana	51,2	51,6	0,4
Resto urbano 1/	26,9	30,8	3,9
Área rural	6,7	8,1	1,4

1/ No incluye Lima Metropolitana.

P/ Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

c) Acceso de la Población a Internet

El 37,0% de la población de 6 y más años de edad hace uso de Internet. Sin embargo, se muestran desigualdades por género; mientras que el 41,2% de la población masculina hace uso de Internet, entre la población femenina el porcentaje se reduce a 32,7%. La población adolescente (12 a 18 años) y los jóvenes (19 a 24 años), son los que usan en mayor proporción el Internet, (60,8% y 62,2%, respectivamente), seguido por los que tienen de 25 a 40 años, donde el 37,4% es usuaria de Internet. Véase la TABLA N°1.3

TABLA N° 1.3 Acceso de la Población de Internet

**Perú: Población de 6 y más años de edad que hace uso de Internet,
según sexo y grupos de edad
Trimestre Abril-Mayo-Junio: 2011 - 2012**

(Porcentaje del total de población de 6 y más años de edad de cada sexo y grupo de edad)

Sexo / Grupos de edad	Abr-May-Jun 2011	Abr-May-Jun 2012 P/	Variación absoluta (En puntos porcentuales)
Total	37,0	37,0	0,0
Hombre	40,7	41,2	0,5
Mujer	33,2	32,7	-0,5
Grupos de edad			
De 6 a 11	28,9	30,1	1,2
De 12 a 18	61,7	60,8	-0,9
De 19 a 24	60,8	62,2	1,4
De 25 a 40	37,4	37,4	0,0
De 41 a 59	22,7	23,5	0,8
De 60 y más	5,1	6,6	1,5

P/ Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

c) Lugar de Acceso de la Población a Internet

La población que accede a Internet, lo realiza en mayor proporción a través de las cabinas públicas (50,6%), porcentaje menor en 4,3 puntos porcentuales al registrado en igual trimestre del año anterior (54,9%). El 40,9% usa Internet en el hogar y el 14,1% en el trabajo. Solo un 6,6% usa Internet en un establecimiento educativo, el cual disminuyó en 1,0 punto porcentual respecto a similar periodo del año anterior (7,6%). Es importante resaltar el crecimiento continuo en el acceso a Internet a través de los hogares (4,0% para este trimestre), lo cual se relaciona en parte a una mayor oferta de los proveedores de este servicio. A continuación el resumen en la TABLA N° 1.4.

TABLA N° 1.4 Lugar de Acceso de la Población a Internet

**Perú: Población de 6 y más años de edad, según lugar de acceso al uso de Internet.
Trimestre Abril-Mayo-Junio: 2011 - 2012**

(Porcentaje del total de población de 6 y más años de edad)

Lugar de acceso	Abr-May-Jun 2011	Abr-May-Jun 2012 P/	Variación absoluta (En puntos porcentuales)
El hogar	36,9	40,9	4,0
El trabajo	15,2	14,1	-1,1
Establecimiento educativo	7,6	6,6	-1,0
Cabina pública	54,9	50,6	-4,3
Otro lugar	8,7	11,1	2,4

Nota: Los resultados corresponden a respuestas múltiples, por lo que una persona puede haber hecho uso de Internet en más de un lugar.

P/ Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

d) Frecuencia de Acceso a Internet

El 54,9% de la población de 6 años y más de edad hace uso de Internet una vez a la semana, el 36,2% una vez al día y un 8,9% una vez al mes o cada dos meses o más. Este punto se resume en la TABLA N° 1.5

TABLA N° 1.5 Frecuencia de Acceso a Internet

Perú: Población de 6 y más años de edad que usa Internet, según frecuencia de uso

Trimestre Abril-Mayo-Junio: 2011 - 2012

(Porcentaje del total de población de 6 y más años de edad que usa Internet)

Frecuencia de uso	Abr-May-Jun 2011	Abr-May-Jun 2012 P/	Variación absoluta (En puntos porcentuales)
Total	100,0	100,0	
Una vez al día	37,4	36,2	-1,2
Una vez a la semana	51,2	54,9	3,7
Una vez al mes o cada dos meses o más	11,4	8,9	-2,5

P/ Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

1.3. Planteamiento de Requerimiento de la Operadora de Cable.

La Empresa Operadora de Cable (a la cual en adelante nos referiremos como simplemente Operadora) inició el proyecto de 3 Play hace aproximadamente 6 años usando los estándares DOCSIS 2.0 y Packet Cable 1.5 para brindar servicio de Acceso a Internet y Telefonía sobre redes de Televisión por Cable, así como la implementación de una cabecera para el servicio de Video. Con este fin se realizó el despliegue de una red HFC sobre la cual se distribuirían los servicios mencionados.

Para el caso que nos compete en este informe nos centraremos en los servicios de Acceso a Internet y Telefonía. En el caso del servicio de telefonía, no ha sufrido cambios resaltantes en cuanto a la tecnología, más sí a nivel de la oferta comercial hacia el cliente con la ayuda de promociones y ofertas por temporadas. Por otro lado en el caso del servicio de acceso a Internet se ha notado un incremento importante en cuanto a la oferta comercial de las velocidades que ofrecía la Operadora al momento del inicio del proyecto, cuando entonces el servicio máximo era de una velocidad de descarga de 4 Mbps, comparado con las ofertas hoy en día que llegan hasta velocidades de descarga de 60 Mbps. Este cambio ha llevado a la Operadora a buscar alternativas de mejora en su equipamiento de hardware y software para mejorar las capacidades de ancho de banda durante este tiempo, que va de la mano al crecimiento de la cantidad de abonados que va adquiriendo la Operadora así como el tipo paquete ofertado en el mercado.

CAPITULO II

RED HÍBRIDA DE FIBRA COAXIAL (HYBRID FIBER-COAXIAL ó HFC)

2.1 Definición de Red HFC

En el ámbito de las Telecomunicaciones, es un término que da nombre a una red basada en el uso de cables de Fibra Óptica como de cable coaxial a fin de tener una red de banda ancha (Véase Figura 2.1). Esta tecnología permite, entre muchas cosas, el acceso a internet de banda ancha utilizando las redes de televisión por cable o CATV, un servicio que de por sí tienen una difusión bastante conocida a nivel urbano en diferentes países de Latinoamérica y que en los últimos años es cada vez mayor el uso de esta tecnología. Se puede dividir la topología en dos partes. La primera consiste en conectar al abonado por medio de cable coaxial a un nodo zonal y posteriormente interconectar los nodos zonales con fibra óptica. Esta tecnología comienza a implementarse a través de operadores de CATV, que además de brindar el servicio de televisión por cable vieron la oportunidad de utilizar el mismo medio para transmitir la señal de internet de banda ancha y del servicio de telefonía, esto por medio de la integración de plataformas de Acceso a Internet y de servicio telefónico.

A través del uso de cada una de estas tecnologías, la red es capaz de aprovecharse de los beneficios y minimizar el impacto de las limitaciones inherentes a cada una.

La fibra óptica proporciona la ventaja de cubrir distancias razonablemente largas con un mínimo de amplificación y regeneración de la señal. Sin embargo, debido a la naturaleza de esta tecnología, el coste y tamaño de los multiplexores/demultiplexores ópticos, rara vez se utiliza para conectar los nodos directamente a los clientes.

En lugar de eso, la fibra óptica termina en un elemento de la red llamado "puerta de enlace" (o Nodo), el cual contiene, al menos, un transformador óptico (normalmente, dos) que permite la transición de la señal a la red de cable coaxial.

El cable coaxial proporciona una capacidad de ancho de banda de hasta 400MHz, mientras que también permite que la señal se extraiga y se inserte con una mínima interferencia a

cualquier cliente o equipo. Las limitaciones de este sistema son que a veces la señal necesita ser amplificada y además es susceptible a interferencias externas.

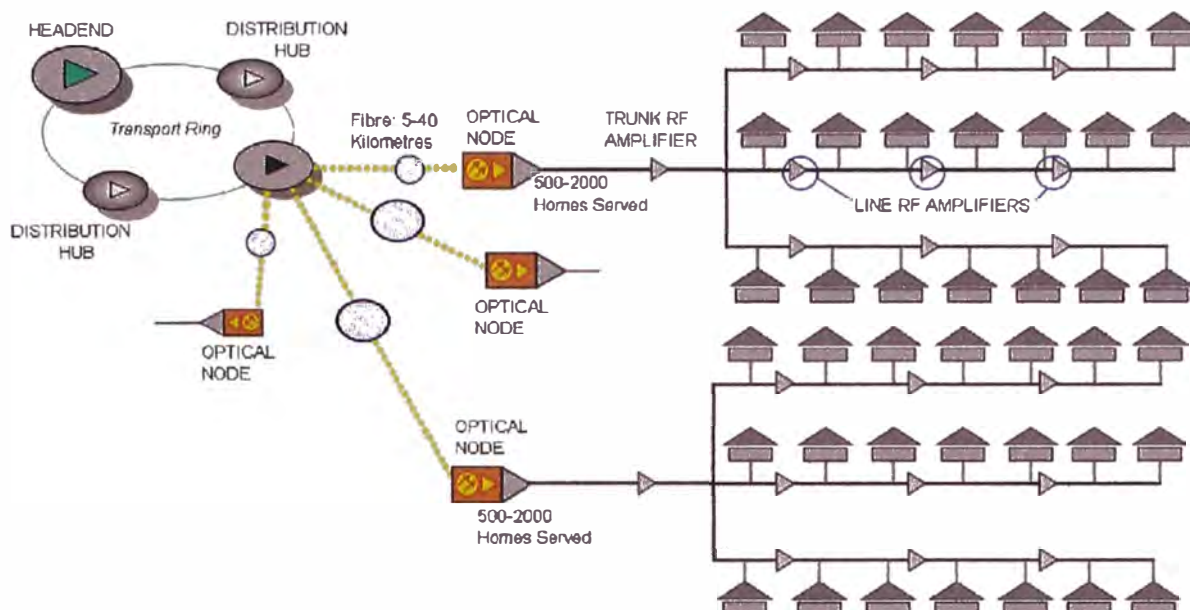


Figura 2.1 Red Híbrida Fibra – Coaxial (Fuente: Wikipedia - Hybrid Fibre Coaxial)

Siendo así tenemos que los beneficios de las redes HFC son:

- Distribución analógica y digital vía terrestre y satélite.
- Distribución de canales digital (Digital Multiplex - DMX)
- Telefonía Integrada.
- Servicio de Pago por Ver (PayPerView)
- Acceso Internet Banda Ancha.
- Servicio de vídeo juegos interactivos.
- Acceso a Internet a través de televisores modernos.
- Videotelefonía.

2.2 Componentes de una Red HFC.

Los componentes de una Red HFC son:

2.2.1 Cabecera (Headend)

Es la sede de la compañía Cable Operadora donde se reciben las señales de video satelital y del aire, siendo procesadas, moduladas y combinadas con servicios agregados (ejemplo: insertar comerciales) para su distribución hacia los diferentes Hubs de la Red HFC (Véase Figura 2.2).

Dentro de los elementos y/o dispositivos que contiene están:

- Parque de antenas.

- Receptores satelitales.
- Moduladores y De moduladores.
- Codificadores de audio
- Codificadores de datos.
- Transmisores ópticos.
- Divisores ópticos.
- Receptores ópticos (usados para el retorno de red troncal-cabecera).

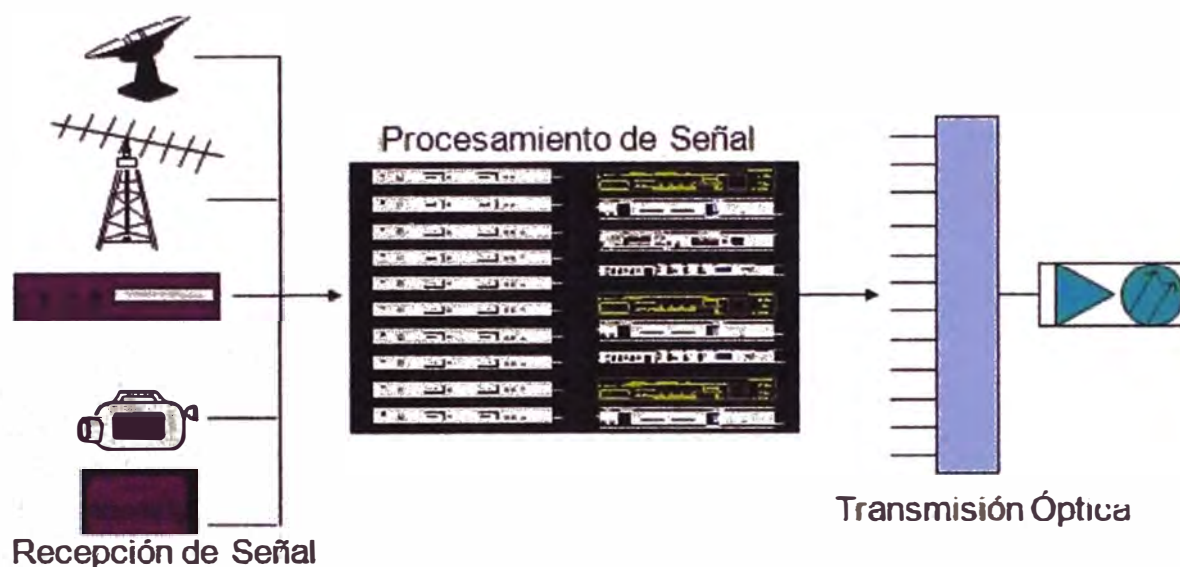


Figura 2.2 Headend (Cabecera) de red HFC

2.2.2 Red de Transporte

Es la Red de la que se vale la cabecera para llegar a los diferentes Hub distribuidos en toda la Red HFC, considerando que la señal que distribuye el Headend puede ser digital (IP) la red de distribución podría tratarse de una red MPLS que entregue la señal del Headend a todos Hubs de Distribución.

2.2.3 Hub de Distribución

Punto de recepción de la señal proveniente de la Cabecera y la cual se encargará de distribuir las señales de servicio a través de las redes Troncal y de Distribución. El Hub de Distribución por lo general es in local (Véase Figura 2.3) ubicado geográficamente dentro de la zona de cobertura del servicio, este local contiene el equipamiento necesario para la re-transmisión de la señal de los servicios hacia los abonados de la red (Véase Figura2.4).



Figura 2.3 Hub de Distribución – Local dentro de la ciudad bajo cobertura



Figura 2.4 Hub de Distribución – Vista interna del Hub con los equipos instalados

2.2.4 Red Troncal

Es conformada por la primera parte de la red. Esta va desde cabecera hasta los nodos principales toda esta transmisión va en fibra óptica (Véase Figura 2.5). Está conformada por:

- Post amplificadores.
- Transmisores ópticos.
- Divisores ópticos.
- Receptores ópticos

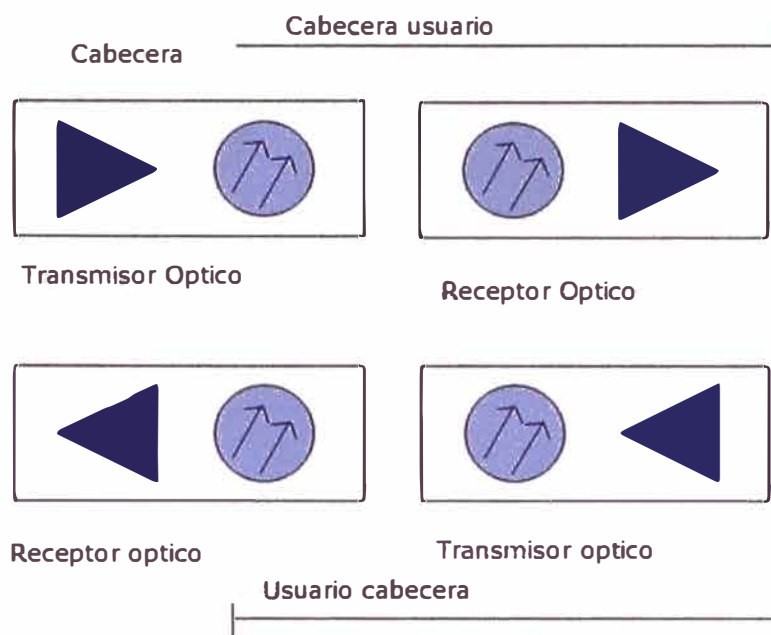


Figura 2.5 Red troncal de red HFC

2.2.5 Red de Distribución

Se encarga de llevar la señal que viene desde la cabecera a los usuarios, comprende el tramo final de la red de distribución hasta la red de abonado o usuarios al interior del hogar, está conformada por:

- Fuentes de poder.
- Cable coaxial.
- Splitters o Divisores.
- Acopladores.
- Taps.
- Receptor Óptico.

a) Receptor Óptico ó Nodo Óptico

Es un dispositivo desplegado sobre la red de Distribución encargada de recibir la señal óptica proveniente del Hub de Distribución y convertirla en señal RF, luego de lo cual la envía por medio de cable coaxial, este es un componente principal de la HFC pues como se describió se encarga de la conversión Fibra-Coaxial de las señales de Tx y Rx. La Figura 2.6 muestra un equipo de Nodo Óptico de la marca Scientific Atlanda, una de las marcas que es proveedora de este tipo de dispositivos para planta externa.

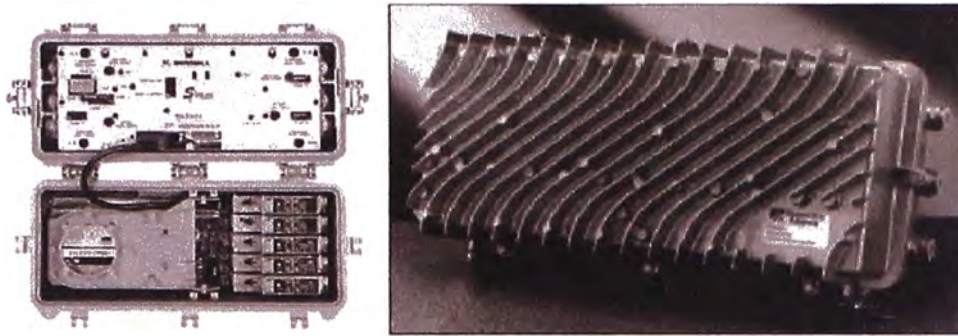


Figura 2.6 Receptor óptico ó nodo óptico

b) Fuentes de Energía de Red HFC

Son equipos encargados de suplir de energía los componentes activos de la Red de Distribución de la red HFC. Estas se alimentan de la energía comercial y tienen entregan los voltajes de energía requeridos. Por lo general cuentan con baterías internas que actúan a modo de respaldo en ausencia de la energía comercial. La Figura 2.7 muestra una fuente por dentro con sus módulos de control y baterías, así como la forma en que usualmente se encuentra instalada sobre los postes de la Red HFC en planta externa.



FUENTES

Figura 2.7 Fuente de poder de red HFC

c) Amplificadores

Es el equipamiento encargado de regenerar y mantener una buena la señal dentro de la red de Distribución. Básicamente el amplificador intenta compensar esas pérdidas de señal en la red debido a la atenuación natural que con lleva el paso de la señal por el cable coaxial (Véase Figura 2.8). Sin embargo también es sabido que durante el proceso de

amplificación de estos equipos también es amplificado el ruido, por lo que es aconsejable no tener más de 2 amplificadores en cascada, en el peor de los casos.

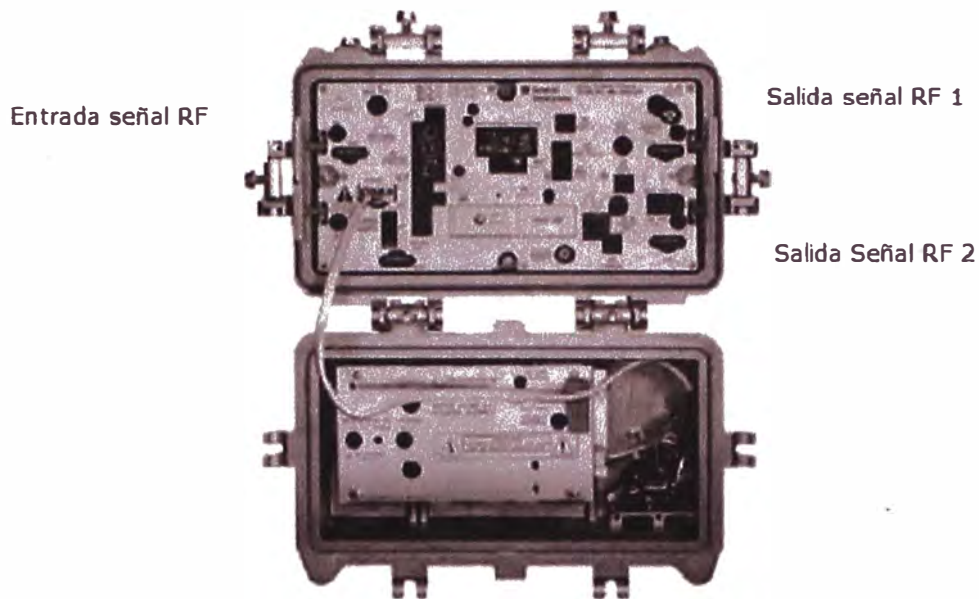


Figura 2.8 Amplificador de red HFC

d) Equipos Pasivos

Equipos que son parte de la red HFC y no requieren de voltaje para su funcionamiento. Estos son: Acopladores, Divisores, Ecuilibradores, Tap's. (Véase Figura 2.9).



Figura 2.9 Elementos pasivos de la Red HFC

2.3 Diagrama de la red HFC.

Habiendo descrito los componentes de la Red HFC se muestra a continuación en la Figura 2.10, de forma general y a manera de referencia, un diagrama de la topología de la ubicación de los componentes y elementos de una red HFC descritos anteriormente:

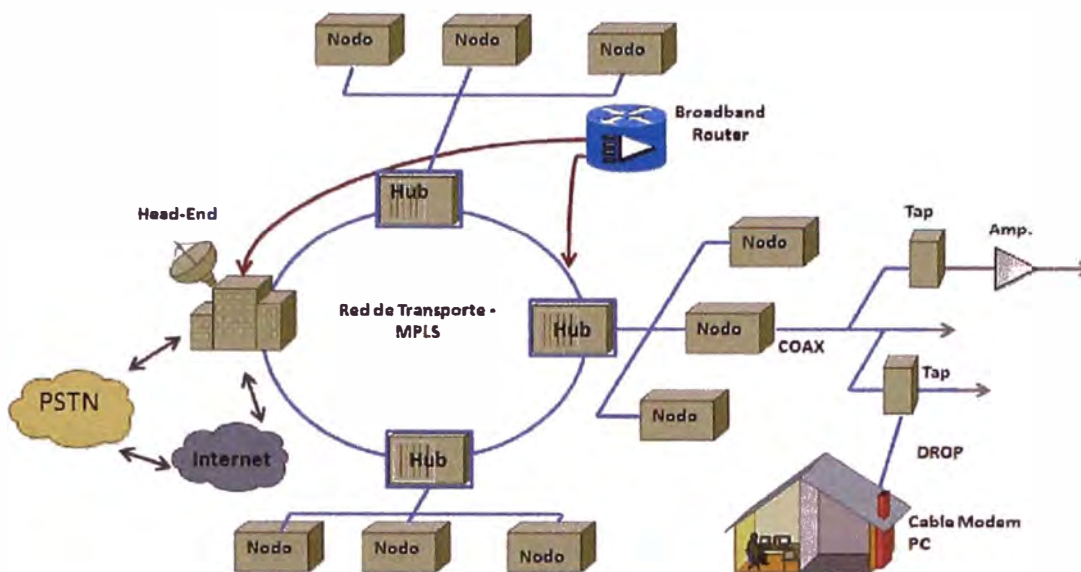


Figura 2.10 Componentes de una Red HFC orientada al servicio 3PLAY (Acceso a Internet, Telefonía y CATV)

Cabe indicar que esa topología puede extenderse a nivel local y/o provincia, dependiendo del alcance de la cobertura de la Red de Transporte que es la que básicamente permite llevar la señal de servicio a los puntos denominados Hubs de Distribución para ser entregados finalmente a los abonados mediante el uso de la Red HFC.

CAPITULO III

CABLELABS Y SU PAPEL EN LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES POR CABLE.

3.1. Descripción de CableLabs

Fundada en 1988 por compañías Operadoras, Cable Television Laboratories Inc., (CableLabs®) es un consorcio sin fines de lucro de investigación y desarrollo que se dedica a buscar nuevas tecnologías de telecomunicaciones por cable y para ayudar a sus miembros Cable Operadores integrando sus tecnologías avanzadas hacia sus objetivos de negocio. En los más de 20 años de existencia de CableLabs, ha tenido un impacto en la industria del cable y en el despliegue de la banda ancha a nivel mundial.

3.2. Funciones de CableLabs

- CableLabs sirve a la industria de la televisión por cable:
 - Investigando e identificando tecnología innovadoras para broadband;
 - Autorizando especificaciones;
 - Realizando certificaciones y pruebas de calidad de productos; y
 - Difundiendo la información
- CableLabs beneficia a la industria de la televisión por cable y los consumidores por:
 - Permitiendo la interoperabilidad entre los diferentes sistemas de cables;
 - Facilitando la disponibilidad comercial de los módems de cable y servicios avanzados; y
 - Ayudando a los operadores de cable a desplegar tecnologías innovadoras de banda ancha.
 - Facilitando el crecimiento de la industria para nuevos negocios, los que requieren altos niveles de precisión y fiabilidad técnica, tales como acceso a Internet de banda ancha y VoIP.
 - La reducción de costes para las empresas existentes y contribuir a la mejora de los márgenes.
 - Proporcionar una vista única y amplia de la industria.

- Ayudando a la industria a explicar el papel de la tecnología para audiencias externas.

3.3. Administración de CableLabs

La estructura administrativa de CableLabs comprende los siguientes elementos:

Junta Directiva, compuesta por los CEO de los miembros de CableLabs, nombrados o elegidos por las mismas empresas asociadas.

Comité Ejecutivo, elegido por la Junta Directiva.

Comité de Asesoría Técnica, el cual incluye un representante de cada empresa asociada.

CAPITULO IV

ESTANDAR DOCSIS

4.1. Definición de Estándar DOCSIS

Se trata de un estándar no comercial que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable (CATV) existente. Muchos operadores de televisión por cable lo emplean para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura HFC (red híbrida de fibra óptica y coaxial) existente. La primera especificación DOCSIS fue la versión 1.0, publicada en marzo de 1997, seguida de la revisión 1.1 en abril de 1999.

La versión europea de DOCSIS se denomina EuroDOCSIS. La principal diferencia es que, en Europa, los canales de cable tienen un ancho de banda de 8 MHz (PAL), mientras que en Norte América, así como en el Perú, es de 6 MHz (NTSC). Esto se traduce en un mayor ancho de banda disponible para el canal de datos de bajada (desde el punto de vista del usuario, el canal de bajada se utiliza para recibir datos, mientras que el de subida se utiliza para enviarlos). También existen otras variantes de DOCSIS que se emplean en Japón.

El 7 de agosto de 2006 salieron a la luz las especificaciones finales del DOCSIS 3.0, cuya principal novedad reside en el soporte para IPv6 y el *channel bonding*, que permite utilizar varios canales simultáneamente, tanto de subida como de bajada, por lo que la velocidad podrá sobrepasar los 100 Mbits en ambos sentidos. Los equipos con el nuevo protocolo llegarán a velocidades de descarga de datos de 160 Mbit/s y subidas a 120 Mbit/s.

Así, actualmente el estándar DOCSIS se encuentra en la versión 3.0, publicado a finales de agosto de 2006.

4.2. Tipos de Estándar DOCSIS

DOCSIS es una especificación de interface para tráfico que se base en IP sobre una red de cable HFC.

Las versiones del Estándar DOCSIS desarrolladas hasta el momento son:

4.2.1. DOCSIS 1.0

Nace el estándar lo que permite la interoperabilidad de los diferentes productos.

Formatos de modulación: 64 y 256 QAM (downstream)

Ancho de banda: 6-MHz Downstream

Características en upstream:

- CM flexible y programable bajo el control del CMTS
- Frequency agility
- Time division multiple access
- Modulaciones QPSK y 16 QAM
- Soporta PDUs de formato fijo y variable
- Multiples symbol rates
- Reed-Solomon block coding y preambles

4.2.2. DOCSIS 1.1

Nuevas características:

Clasificación de paquetes, basada en los campos de la trama Ethernet, IP, and UDP/TCP headers, en un Service Flow (Véase Figuras 4.1 y 4.2)

Asociación del **Service Flow** con un DOCSIS Service Identifier

QoS MIBs

Concatenación

Fragmentación

Temporización MAC mejorada (scheduling) / Unsolicited grants

Real-time polling / Non-real time polling

Payload Header Suppression (para incrementar la eficiencia del uso del ancho de banda cuando se tienen paquetes pequeños de Voice-over-IP [VoIP])

BPI+ (Base Line Privacy - Plus)

Añade un proceso de certificado-digital durante el registro del CM.

Soporte para IGMP (Internet Group Management Protocol) Management

4.2.3. DOCSIS 2.0

Características:

Advanced PHY Layer Upstream

Advanced Time Division Multiple Access (ATDMA)

- Synchronous Code Division Multiple Access (SCDMA)
- Ancho de banda:
 - o TDMA: New channel width - 5120 kHz.
 - o SCDMA: 1280, 2560, and 5120 kHz.
 - o ATDMA Modulation: 8QAM, 32QAM, 64QAM.
 - o SCDMA - QPSK, 8, 16, 32, 64 QAM and QPSK, 8, 16, 32, 64, 128 with TCM.
 - o Since Trellis-Coded Modulation use a set of redundant bits, 128-TCM = 64-QAM for Information Rate.
 - o Motorola unique modulation mode:
 - 128 and 256 QAM ATDMA/MTDMA and 256 QAM SCDMA

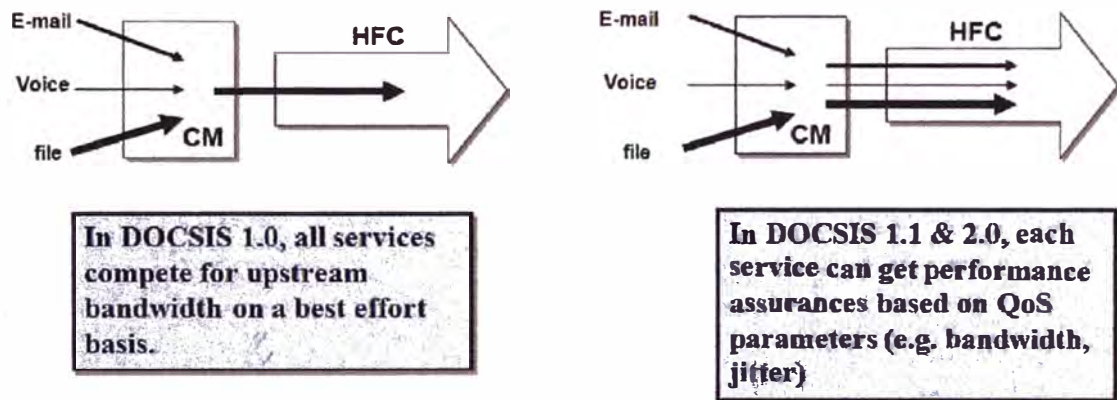


Figura 4.1 Calidad de Servicio – Múltiples Flujos

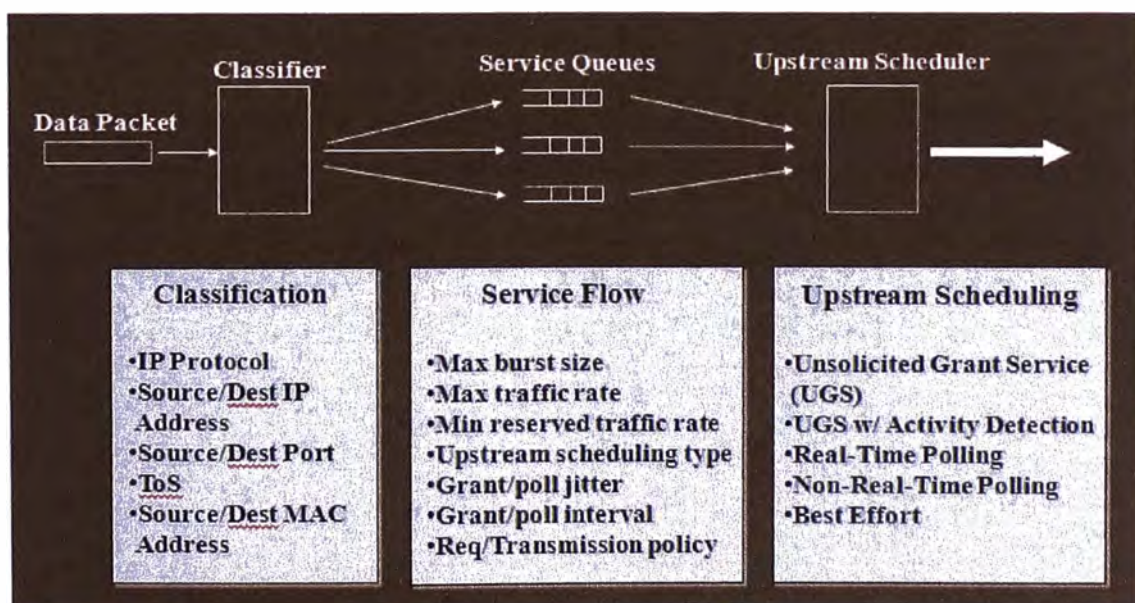


Figura 4.2 Calidad de Servicio QoS

4.2.4. DOCSIS 3.0

En agosto de 2006 salieron a la luz las especificaciones finales del DOCSIS 3.0, cuya principal novedad reside en el soporte para IPv6 y el "channel bonding", que permite utilizar varios canales simultáneamente, tanto de subida como de bajada, por lo que la velocidad podrá sobrepasar los 100 Mbps en ambos sentidos. Los equipos con el nuevo protocolo pueden llegar a velocidades de descarga de datos de 160 Mbps y subidas a 120 Mbps.

El estándar DOCSIS 3.0 permite:

- Downstream y Upstream Channel Bonding (Véase Figura 4.3 y 4.4)
- Combinación lógica de múltiples canales a nivel MAC
- CM posee múltiples receptores/transmisores que envía/recibe datos a través de los canales bonding.
- CMTS usa uno o múltiples canales para transmitir al CM, y viceversa

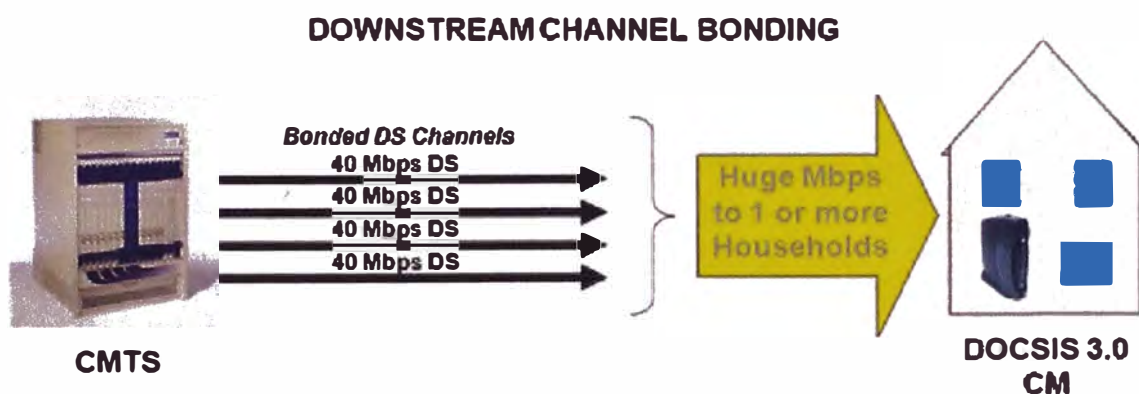


Figura 4.3 Downstream Channel Bonding en CMTS

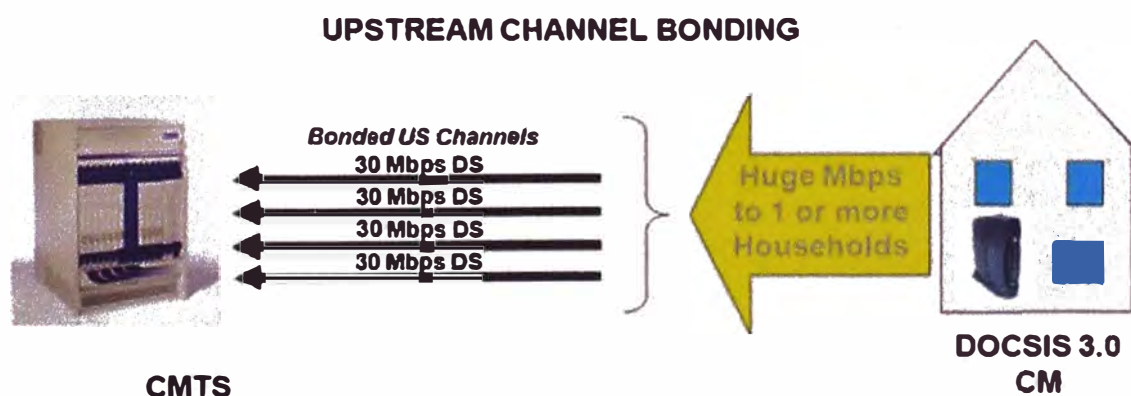


Figura 4.4 Upstream Channel Bonding en CMTS

4.3. Comparativa entre las diferentes versiones del estándar DOCSIS

En cuanto a las velocidades que se tiene en las diferentes versiones de DOCSIS, la siguiente TABLA N° 4.1 indica el máximo throughput que se tienen en cada una de ellas, incluyendo las cabeceras y, entre paréntesis, el máximo throughput utilizable sin cabecera.

Así mismo la TABLA N° 4.2 muestra las velocidades de throughput para los valores mas comunes de combinación de canales de downstream y upstream para DOCSIS 3.0.

TABLA N° 4.1 Comparativa de velocidades entre las diferentes versiones del estándar DOCSIS.

Versión	Downstream						Upstream				
	Configuración de Canales				DOCSIS throughput	EuroDOCSIS throughput	Configuración de Canales				Upstream Throughput
	Mínimo número de canales seleccionables	Mínimo número de canales que el equipo debe estar apto para soportar	Número de canales seleccionados	Máximo número de canales			Número mínimo de canales seleccionables	Mínimo número de canales que el equipo debe estar apto para soportar	Número de canales seleccionados	Máximo número de canales	
1.X	1	1	1	1	42.88 (38) Mbit s	55.62 (50) Mbit s	1	1	1	1	10.24 (9) Mbit s
2.0	1	1	1	1	42.88 (38) Mbit s	55.62 (50) Mbit s	1	1	1	1	30.72 (27) Mbit s
3.0	1	4	<i>m</i>	Sin máximo definido	<i>m</i> x 42.88 (<i>m</i> x 38) Mbit s	<i>m</i> x 55.62 (<i>m</i> x 50) Mbit s	1	4	<i>n</i>	Sin máximo definido	<i>n</i> x 30.72 (<i>n</i> x 27) Mbit s

TABLA N° 4.2 Velocidades estándares para DOCSIS 3.0

Configuración de Canal		Downstream throughput		Upstream throughput
Números de canales downstream	Número de canales upstream	DOCSIS	EuroDOCSIS	
4	4	171.52 (152) Mbit s	222.48 (200) Mbit s	122.88 (108) Mbit s
8	4	343.04 (304) Mbit s	444.96 (400) Mbit s	122.88 (108) Mbit s

CAPITULO V

ESTANDAR PACKET CABLE

5.1. Definición de Estándar Packet Cable

Packet Cable es un estándar aprobado por CableLabs, con el objetivo de definir los estándares para la industria de la televisión por cable para módem.

CableLabs dirige esta iniciativa de especificaciones de interoperabilidad de interfaces con el fin de poder brindar servicios multimedia en real-time sobre redes de cable bidireccional. Packet Cable usa el Internet Protocol (IP) para tener disponibles un amplio rango de servicios Multimedia, tales como Voice over IP (IP Telephony), Conferencia Multimedia, Juegos interactivos, y en general aplicaciones multimedia, a continuación la Figura 5.1 muestra algunos componentes con los que interactúa Packet Cable.

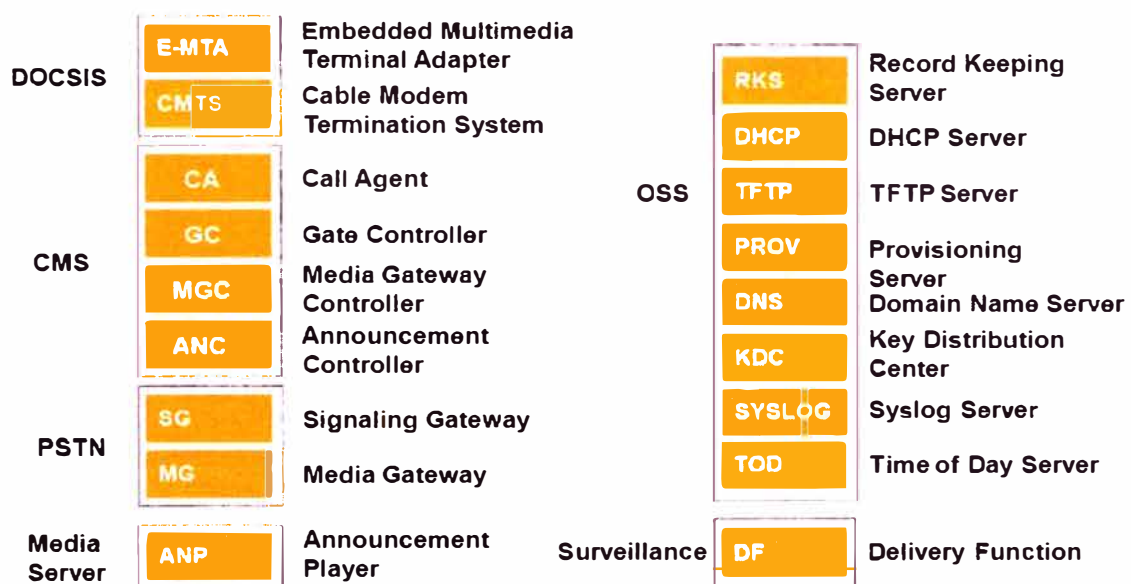


Figura 5.1. Componentes de Packet Cable

5.1.1. Redes que interconecta Packet Cable

Packet Cable es una especificación de interface para servicio multimedia en real-time. Brinda especificaciones iniciales sobre telefonía basada en direccionamiento IP, se basa sobre los estándares DOCSIS 1.1 / 2.0.

Packet Cable interconecta principalmente 3 tipos de redes:

Red de Acceso Hybrid Fibre Coaxial (HFC).

Red Telefónica Pública Conmutada (Public Switched Telephone Network -PSTN)

TCP/IP Managed IP Networks

5.1.2. Protocolos de Packet Cable

DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) – estándar para datos sobre cable y detalla mayormente la banda RF.

Real-time Transport Protocol (RTP) & Real Time Control Protocol (RTCP) requerido para la transmisión de la Media.

PSTN Gateway Call Signaling Protocol Specification (TGCP) es una extensión del MGCP para Media Gateways.

Network-Based Call Signaling Protocol Specification (NCS) la cual es una extensión del MGCP para Media Gateways residenciales análogas – La especificación NCS, se deriva de la IETF MGCP RFC 2705, detalla señalización de la VoIP.

Common Open Policy Service (COPS) para Calidad de Servicio.

5.1.3. Códec de Voz de Packet Cable según especificaciones

- Requerido

- ITU G.711 (ambas versiones, μ -law y a-law algorithm) – para V1.0 & 1.5 de Packet Cable.
- iLBC - para V1.5
- BV16 – para V1.5

- Recomendado

- ITU G.728
- ITU G.729 Anexo E

- Opcional

- Cualquiera

5.2. Tipos de estándares Packet Cable

Los tipos de estándar de Packet Cable son:

5.2.1. Packet Cable 1.0

Packet Cable 1.0 comprende 11 especificaciones y seis reportes técnicos los cuales definen la señalización de la llamada, Quality of Service (QoS), Codec, aprovisionamiento del cliente, recolección de eventos del Billing, Interconexión con la PSTN (Public Switched Telephone Network), y seguridad de interfaces necesarias

para la implementación de una solución Packet Cable para un servicio residencial de voz por Internet Protocol (IP).

5.2.2. Packet Cable 1.5

Packet Cable 1.5 contiene capacidades adicionales que no estaban presentes en Packet Cable 1.0, y mejoradas de versiones anteriores (1.1, 1.2, y 1.3).

Packet Cable 1.5 contiene 21 especificaciones y un reporte técnico los cuales juntos definen las señalizaciones de llamada, Quality of Service (QoS), Codec, aprovisionamiento del cliente, recolección de eventos del Billing, Interconexión con la PSTN (Public Switched Telephone Network), y seguridad de interfaces necesarias para la implementación de una solución Packet Cable para un servicio residencial de voice por Internet Protocol (IP).

5.2.3. Packet Cable 2.0

Versión 2.0 introduce la IMS Release 7 IP Multimedia Subsystem dentro del core de la arquitectura. Packet Cable usa un IMS simplificado en algunas áreas y mejoras en algunas áreas de especificaciones de Cable. Packet Cable define especificaciones Delta relacionado a la más importante especificación IMS de 3GPP.

CAPITULO VI

COMPONENTES DE LA RED DE SERVICIOS

6.1. Introducción al equipo Cable Modem Terminal System

CMTS son las siglas de **Cable Modem Termination System**(Sistema de Terminación de Cable Módems).

Es un equipo que se encuentra normalmente en la cabecera de la compañía de cable y se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad, como Internet por cable o Voz sobre IP, a los abonados.

Un CMTS proporciona casi las mismas funciones que el DSLAM en sistemas DSL.

Para proporcionar dichos servicios de alta velocidad, la compañía conecta su cabecera a Internet mediante enlaces de datos de alta capacidad a un proveedor de servicios de red. En la parte de abonado de la cabecera, el CMTS habilita la comunicación con los cable módems de los abonados. Dependiendo del CMTS, el número de cable módems que puede manejar varía entre 4,000 y 15,000 o incluso más. Una determinada cabecera puede tener entre media docena y una docena de CMTS (a veces más) para dar servicio al conjunto de cable módems que dependen de esa cabecera.

Para entender lo que es un CMTS se puede pensar en un router con conexiones Ethernet en un extremo y conexiones RF (radiofrecuencia) coaxiales en el otro. La interfaz RF transporta las señales de RF hacia y desde el cable módem del abonado.

De hecho, la mayoría de CMTS tienen tanto conexiones Ethernet (u otras interfaces de alta velocidad más tradicionales) como interfaces RF. De esta forma, el tráfico que llega de Internet puede ser enrutado (o puenteado) mediante la interfaz Ethernet, a través del CMTS y después a las interfaces RF que están conectadas a la red HFC de la compañía de cable. El tráfico viaja por la red HFC para acabar en el cable módem del domicilio del abonado. Obviamente, el tráfico que sale del domicilio del abonado pasará por el cable módem y saldrá a Internet siguiendo el camino contrario. Los CMTS normalmente solo manejan tráfico IP. El tráfico destinado al cable módem enviado desde Internet, conocido como tráfico de bajada (downstream), se transporta encapsulado en paquetes MPEG. Estos

paquetes MPEG se transportan en flujos de datos que normalmente se modulan en señales QAM.

El tráfico de subida (upstream, datos del cable módem hacia la cabecera o Internet) se transporta en tramas Ethernet (no MPEG), típicamente en señales QPSK o QAM. Un CMTS típico, permite al ordenador del abonado obtener una dirección IP mediante un servidor DHCP. Además, aparte de la IP, también suele asignar la puerta de enlace, servidores DNS, etc.

El CMTS también puede incorporar un filtrado básico como protección contra usuarios no autorizados y ciertos ataques. Se suele utilizar la regulación de tráfico para restringir las velocidades de transferencia de los usuarios finales. Un CMTS puede actuar como bridge o router.

El cable módem de un abonado no puede comunicarse directamente con otros módems en la misma línea. En general, el tráfico del cable módem se enruta a otros cable módems o a Internet a través de una serie de CMTS y routers. Evidentemente una determinada ruta podría pasar por un único CMTS.

6.1.1. Características del CMTS

Entre las principales características de un CMTS destacan:

- Hardware Distribuido, Redundancia, Filtrado y Forwarding distribuido
Performance WireRate y baja latencia.
Sin procesamiento central “no cuellos de botella”
- Router de Borde Inteligente
Soporte para Protocolos de Ruteo más usados (BGP4, OSPF, RIP, Multicast, MPLS).
Policy Based Routing – Layer 4 Packet Inspection.
- Calidad de Servicio a nivel de colas en la parte RF (HFC).
Priorización de Tráfico, Reparto equitativo del ancho de banda
Preparado para brindar servicios corporativos
- Arquitectura de Alta Disponibilidad
 - Todos los sistemas deben ser de preferencia redundantes.
- Gestión
 - Permitir gestión vía SNMP, CLI, Telnet, SSH.
- Manejo del ruido y potencia en el espectro de frecuencia
 - Agilidad en Frecuencia, Modulación y Ancho de Banda.

- Mantener en servicio en entorno RF cambiante
- Seguridad
 - Security de la plataforma
 - Políticas de tráfico
 - Detección de intrusos

6.2. Introducción al Cable Módem y eMTA

Un cable módem y eMTA son tipos especiales de módem diseñados para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable. Los cable módems se utilizan principalmente para distribuir el acceso a Internet de banda ancha, aprovechando el ancho de banda que no se utiliza en la red de TV por cable.

Los abonados de un mismo vecindario comparten el ancho de banda proporcionado por una única línea de cable coaxial. Por lo tanto, la velocidad de conexión puede variar dependiendo de cuanta gente esté usando el servicio al mismo tiempo.

A menudo, la idea de una línea compartida se considera como un punto débil de la conexión a Internet por cable. Desde un punto de vista técnico, todas las redes, incluyendo los servicios DSL, comparten una cantidad fija de ancho de banda entre multitud de usuarios pero ya que las redes de cable tienden a abarcar áreas más grandes que los servicios DSL, se debe tener más cuidado para asegurar un buen rendimiento en la red.

Una debilidad más significativa de las redes de cable al usar una línea compartida es el riesgo de la pérdida de privacidad, especialmente considerando la disponibilidad de herramientas de hacking para cable módems. De este problema se encarga el cifrado de datos y otras características de privacidad especificadas en el estándar DOCSIS ("Data Over Cable Service Interface Specification"), utilizado por la mayoría de cable módems.

Uno de los principales problemas de este servicio es la inconsistencia del enlace ascendente, esto es debido a que las frecuencias de "Retorno" están por debajo de los 54 Mhz (de los 5 a los 33 Mhz para los sistemas DOCSIS), en estas frecuencias están todo tipo de ruidos eléctricos, por lo tanto es necesaria una constante revisión de las operadoras de redes de cable para evitar el ruido en retorno (Ingreso), cuando al CMTS le deja de "responder" al cable módem este último tiene que repetir todo el proceso de registro. En las redes actuales esto es poco probable, sobre todo en las que usan EURODOCSIS ya que las frecuencias de retorno se sitúan entre 5-65MHz con lo que se pueden evitar la parte más ruidosa del espectro radioeléctrico. El uso de SCDMA en retorno ayuda a evitar también estos problemas.

Así mismo, una de las principales ventajas es la baja latencia o Ping, ya que la CMTS introduce mucho menos retardo que los DSLAM de ADSL. Valores típicos para una buena conexión de Cable puede ser entre 35 y 55ms, mientras un buen ADSL puede tener entre 70 y 90ms. Además las conexiones se basan en Ethernet por lo que se pierde menos caudal útil que en ADSL (con el mismo ancho de banda contratado se consigue más velocidad). Pero la ventaja más importante es que en una red de Cable, el lugar de residencia del cliente no afecta a la velocidad de la conexión, en ADSL o WiMAX la distancia con la central es un impedimento para conseguir velocidades cercanas a 10Mbps, con Cable estas velocidades son fáciles de conseguir en toda la red.

Por otro lado, con la llegada de la telefonía con Voz sobre IP (VoIP) los equipos cable módem han el rango de su servicio proporcionando servicio de telefonía. Debido a esto las Empresas Operadoras pueden ofrecer servicio de televisión por cable con un agregado que es el servicio de telefonía por VoIP, permitiendo contar con un tipo de servicio más flexible de cara al cliente, y a su vez permitir a los clientes deshacerse de sus planes tradicionales de telefonía o Plain Old Telephone Service (POTS). Adicional a esto, muchas compañías no llegan a ofrecer DSL solo (servicio DSL sin POTS) esto empuja al mayor uso de VoIP entre los usuarios de cable módem. Cualquier usuario que tenga internet puede utilizar la telefonía VoIP, mediante suscripción de servicios de terceros (por ejemplo: Skype) la desventaja es que se requiere encender el ordenador para usar el teléfono, mientras que los módems de cable tienen sus propios puertos de telefonía para conectar directamente el teléfono, sin necesidad de encender la PC.

Muchos operadores de cable ofrecen su propio servicio de VoIP, basado en Packet Cable. Packet Cable permite a operadores de sistemas múltiples (MSO) que ofrecen tanto Internet de alta velocidad y VoIP a través del mismo sistema de transmisión por cable. Servicio de Packet Cable tiene una ventaja técnica importante sobre los proveedores de terceros en que los paquetes de voz se dan garantía de calidad del servicio a través de su línea de transmisión completa, por lo que la calidad de llamada puede ser garantizada. Cuando el operador de cable utiliza la telefonía VoIP, en el dispositivo del equipo terminal del abonado combinado con el servicio e acceso a Internet, es conocido como un adaptador de terminal multimedia integrado (E-MTA) se utiliza a menudo. Un E-MTA es un módem de cable y un adaptador de VoIP (MTA, Multimedia Terminal Adapter) incluidos en un único dispositivo (Véase Figura 6.1).

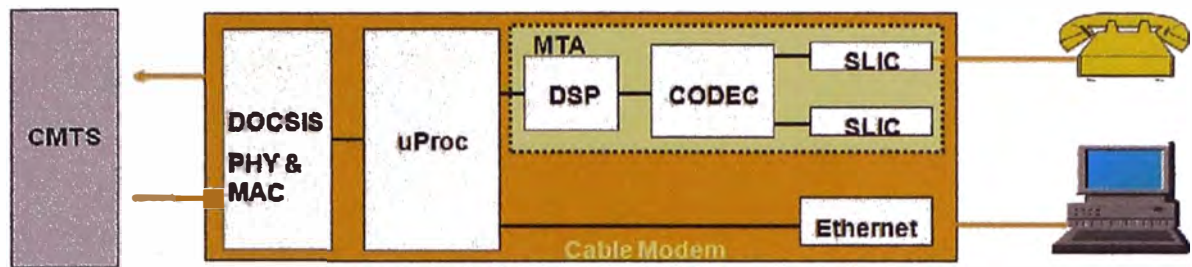


Figura 6.1 Equipo eMTA (Cable modem + MTA)

6.3. Proveedores de Dispositivos CM/eMTA.

En el mercado existen diferentes marcas de proveedores que ofrecen una surtida variedad de dispositivos CM y eMTA que buscan suplir la demanda de las Cable Operadores en temas de rendimiento y costos, entre estos tenemos:

- ARRIS
- CISCO
- THOMSON
- UBEE
- MOTOROLA

Como parte del proceso de pruebas que se realiza sobre estos equipos, antes de entrar a producción se debe realizar un barrido de las características que tiene cada marca y modelo buscando el equipo que más acomode a las necesidades del mercado, entre estos parámetros tenemos:

- Energía comercial con la que trabaja el equipo: VAC 220 60 Hz
- Batería con duración estándar 8/6 Hrs (off-hook/in use), en caso de corte de fluido eléctrico y poder tener respaldo para el servicio de telefonía.
- Interfaces disponibles, disponibilidad de puertos de Telefonía, puertos Ethernet, e interface WiFi.
- En cuanto a la interface WiFi asegurarse que cumpla los estándares 802.11 b/g/n.
- Tener presente los niveles de potencia que ofrece el equipo para la zona de cobertura.

A continuación la Figura 6.2 muestra algunas marcas de proveedores referenciales de equipos cable modem y eMTA:

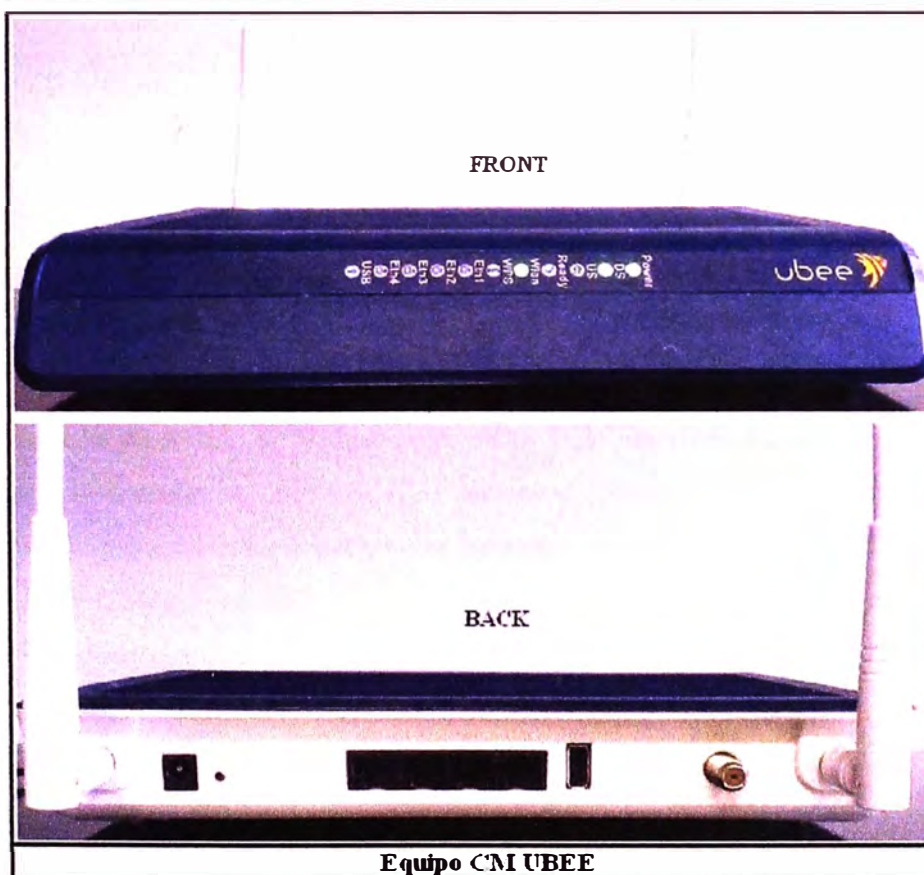
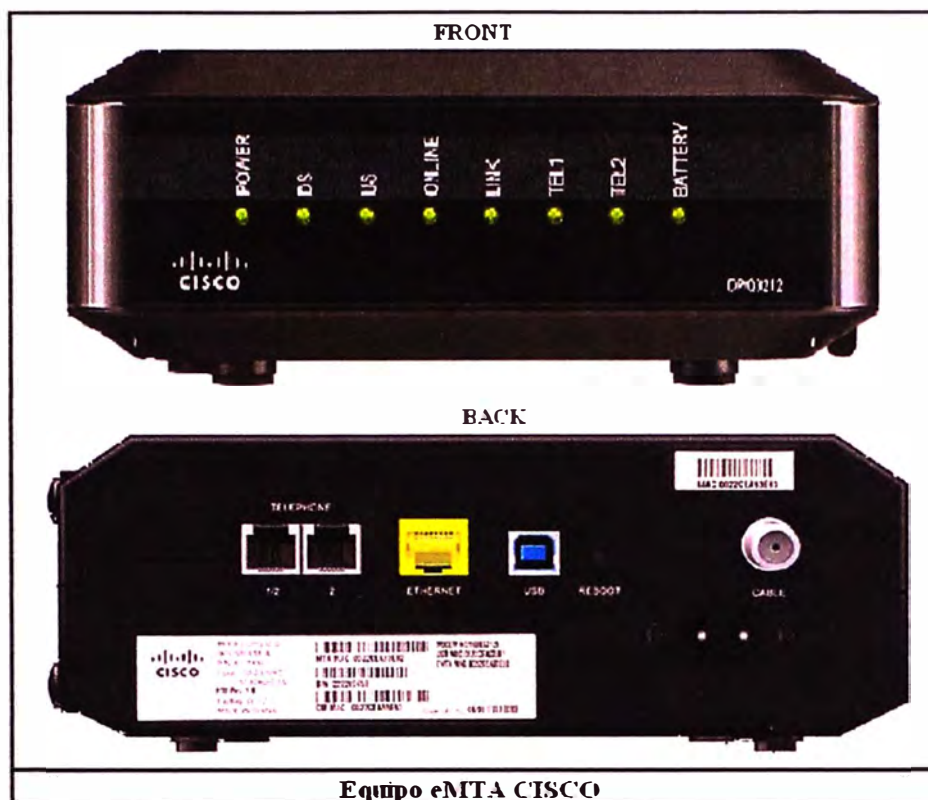


Figura 6.2 Equipos Cable Modem y eMTA de diferentes proveedores

CAPITULO VII

APROVISIONAMIENTO DE SERVICIOS DE ACCESO A INTERNET Y TELEFONÍA

7.1. Plataforma de Aprovisionamiento.

Existen diferentes empresas que ofrecen el servicio de Plataformas de Aprovisionamiento para este tipo de servicios, como por ejemplo Incognito e Intraway (Véase Figura 7.1), entre otros:



Figura 7.1 Proveedores de Plataformas de Aprovisionamiento de Servicios (DOCSIS y Packet Cable)

Sea la plataforma que se elija, esta se encargará de aprovisionar los servicios de Acceso a Internet, telefonía y servicio de Video, entre otras. Esta plataforma es la cual se integran, a nivel de aprovisionamiento, los tres (03) servicios ofrecidos en los paquetes conocidos como 3PLAY y que a su vez nos permite la gestión y monitoreo de los eMTA (Telefonía e Internet) y STB (Cable). Esto debido a su interacción con las siguientes redes de servicio:

- Telefonía (Softswitch)
- Internet (Red de Acceso a Internet)
- Cable de Video (Headend)

A continuación se muestran las Figura 7.2 y 7.3 donde se simplifica la forma de interacción de esta plataforma de Aprovisionamiento con las demás plataformas de servicio:

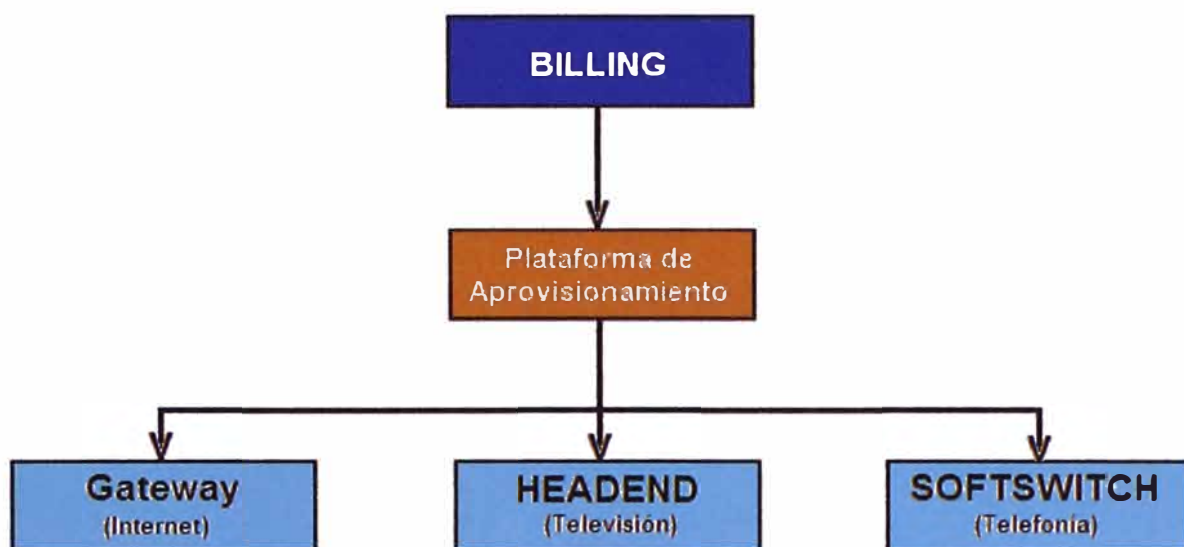


Figura 7.2 Flujo de Gestión de una Plataforma de Aprovisionamiento.

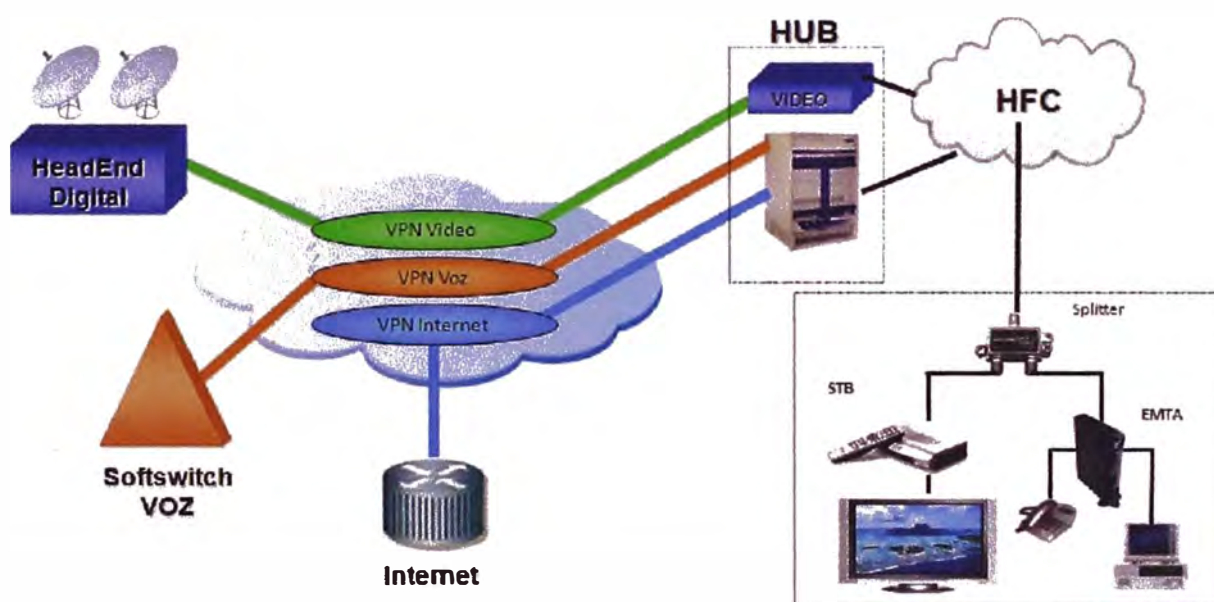


Figura 7.3 Diagrama esquemático de los servicios ofrecidos en un servicio TriplePlay-HFC

7.2. Backend de la Plataforma de Aprovisionamiento.

Las plataformas de aprovisionamiento están formadas por un grupo de servidores o Backend, los cuales cumplen una serie de funciones específicas dentro del proceso de aprovisionamiento de un equipo eMTA (Internet y telefonía) y/o STB (servicio de Video). Entre estos servidores tenemos:

DIAGRAMA DE CONEXIÓN PROVISIONING

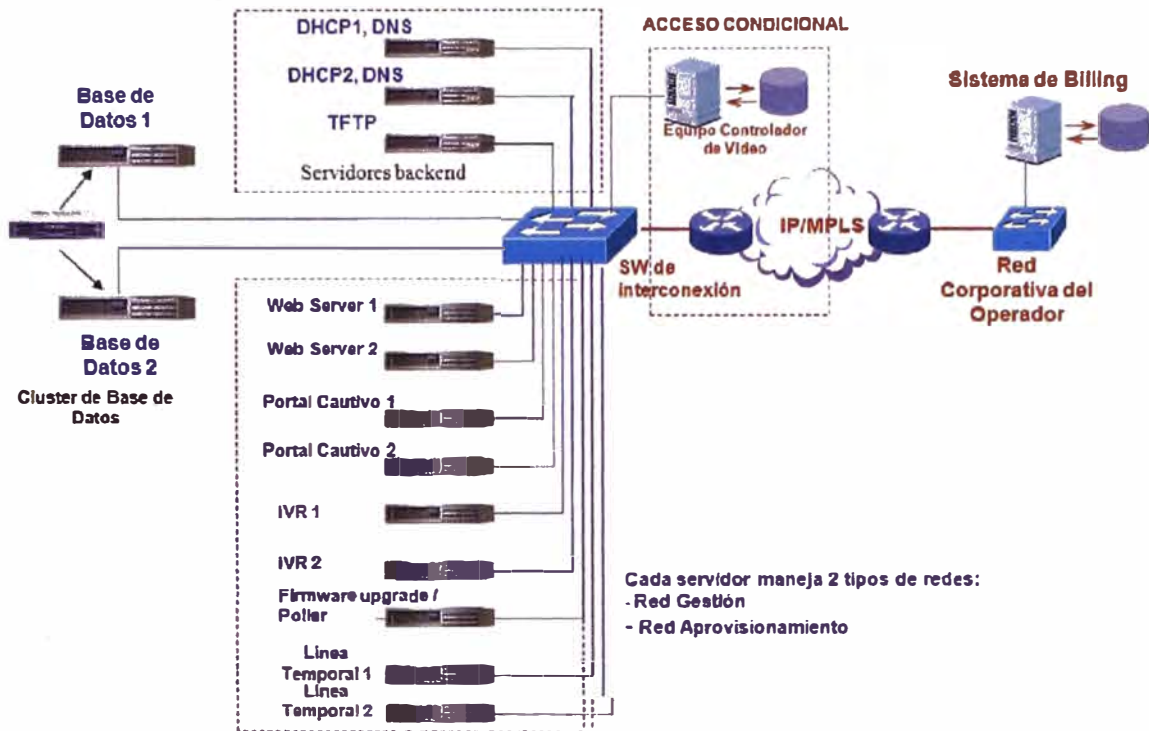


Figura 7.4 Diagrama Esquemático de una Plataforma de Aprovisionamiento

7.2.1. Servidores de DHCP

Servidor encargado de entregar las direcciones IP internas (IP de la parte Cable Modem e IP de la parte MTA) así como la IP de la WAN (IP Pública) a los equipos CM/eMTA (Acceso a Internet y telefonía). Cada una de estas IPs tiene un tiempo de arrendamiento, tras lo cual vencido el tiempo se renueva según el DHCP cense que está siendo utilizada la IP o no.

7.2.2. Servidores de DNS

Utilizado durante el proceso de establecer una llamada telefónica. El DNS se encarga de resolver el FQDN (sigla en inglés de *fully qualified domain name*) de la parte MTA del equipo del cliente a fin de poder traducirlo a una IP con la cual el Softswitch pueda realizar la señalización para el establecimiento de la llamada.

7.2.3. Servidor de TFTP

Una vez el cliente ha contratado el servicio, se procede a registrar los datos de este en la plataforma de aprovisionamiento, estos se traducen a archivos de configuración que son depositados en este server para poder ser entregados adecuadamente al equipo que los solicite. La información principal que se registra es el tipo de servicio de Acceso a Internet

con el que contará el cliente, así como el perfil de telefonía que tendrá, todo esto asociada a la MAC Address del equipo que se instalará en el domicilio del cliente.

7.2.4. Nodos de la Base de Datos

Los Nodos de base de dato permiten la conexión contra la Base de datos de la plataforma de Aprovisionamiento. La Base de Datos almacena toda la información del cliente como puede ser el tipo de paquete de servicio de Acceso a Internet, tipo de plan telefónico, paquetes de canales de Video contratado, Servicios de VOD, PPV, etc.

7.2.5. Servidor de Webserver

Es el servidor que sirve de Interconexión contra otras plataformas, ya sea la Plataforma de Video, la Plataforma del Softswitch (Telefonía), o cualquier otro. Este servidor interactúa con la plataforma de Facturación (ó Billing), por la cual está gobernada, atendiendo sus peticiones de instalación, modificaciones y baja de servicios de los clientes.

7.2.6. Servidores de Portal Cautivo

Este servidor contiene el aplicativo de Portal Cautivo, de uso exclusivo durante el proceso de Instalación. Su función es facilitar el proceso de instalación del técnico instalador en el domicilio del cliente que hubieran solicitado solo servicio de Acceso a Internet. El instalador hace las conexiones del equipo listo para la instalación del servicio desde la base, pero en vez de eso se conecta al CM/eMTA e intenta navegar, seguidamente le saltara una pantalla que pedirá se inserte una clave de instalación. De esta forma el técnico instalador ahorra tiempo cuando habilita el servicio en la casa de un cliente.

7.2.7. Servidores de IVR

Similar, funcionalmente, al Portal Cautivo pero con la diferencia que este servidor nos proporciona un audio en el teléfono del abonado, el cual nos pedirá también insertar el código de activación del servicio (vía teclado del teléfono). El fin principal de este servidor, así como del Portal Cautivo, es ahorrar y optimizar tiempos de instalación de servicios a nuevos clientes.

7.2.8. Servidores de Líneas Temporales

Este servidor alberga el aplicativo del Asterisk, el cual brinda una línea telefónica provisional a los eMTA a fin de que puedan establecer la llamada al servidor IVR para el proceso de aprovisionamiento. Luego de lograr su cometido, esta línea (SIP) se libera y el equipo del cliente toma la línea que le corresponde y que está registrada en la central telefónica (Softswitch).

7.2.9. Servidores de Sondeo

Este servidor de la plataforma de aprovisionamiento se encarga de “preguntar” cada cierto tiempo el estatus de los equipos CM/eMTA como versión de firmware del equipo, niveles e potencia de upstream y downstream que marca el equipo, consumo de tráfico de datos del equipo, entre otros.

7.2.10. Servidor de Firmware de CM/eMTA

Este servidor se encarga de almacenar las actualizaciones de firmware (software) de los cable modem o eMTA, desde el cual y por medio de un proceso de descarga vía TFTP, se realizaran las actualizaciones masivas de los equipos desplegados en planta.

7.2.11. Sistema de Facturación

Este sistema es ajeno en sí a la plataforma de Aprovisionamiento sin embargo es la que gobierna el proceso de aprovisionamiento, ya que este sistema de Billing es quien indica a la Plataforma de Aprovisionamiento que clientes Activar, modifica, Suspende y dar de baja el servicio.

7.3. Proceso de Aprovisionamiento de equipo CM y eMTA

Teniendo en cuenta el tipo de equipo que se esté instalando, se tiene uno o dos procesos de aprovisionamiento que se ejecutan de manera secuencial en el equipo del cliente al ser activado o cada vez que se enciende el equipo, estos son:

- Proceso de aprovisionamiento de CM.

- Proceso de aprovisionamiento de MTA.

7.3.1. Proceso de aprovisionamiento de CM

El flujo de aprovisionamiento de un equipo Cable modem es el siguiente:

- Escanea los canales downstream de forma programada y aleatoria ó usa el último canal downstream en el cual estuvo enganchado

- Encuentra los mensajes SYNC y el ajuste del system timing

- Recibe los mensajes UCD (Upstream Channel Descriptor) que indican: el ID del canal de downstream, modulación, ancho del canal, tamaño de los minislot, y burst descriptor, en otras palabras cómo debe de transmitir el CM

- Los MAPs identifican quien, que, y cuando debe transmitir el CM (oportunidades de transmisión)

- El CM busca un Initial Maintenance Interval en el mensaje MAP (intervalo de contención)

- Utiliza un mensaje IM como pedido de intervención

El CMTS responde con un mensaje IM reply conteniendo ajustes del system timing, poder de transmisión, temporary SID, y ID del canal e upstream del receptor que envió el mensaje IM

El CMTS envía un mensaje Station Maintenance y agrega el nuevo CM a su organizador (scheduler)

El CM envía un broadcast DHCP

El CMTS, como DHCP relay agent, reenvía este al DHCP server

Luego de handshake DHCP, el CM recibe:

- Dirección IP y máscara
- Dirección IP de gateway
- Dirección de server TOD
- Time offset
- Dirección de servidor TFTP
- Nombre del archivo de configuración del CM

El CM envía un pedido al TOD server

El Server responde con el GMT

El CM auto configura su reloj con el offset GMT +/-

El CM envía un pedido al TFTP server por sus parámetros de configuración:

- Ancho de banda de DS / US
- Parámetros de Class of Service / QoS de cada SID
- NAC: network access authorization
- Canales upstream y downstream (overrides)

El archivo binario es guardado en el TFTP server

El archivo puede ser editado por un editor de texto

El CM obtiene la configuración previa negociación de seguridad

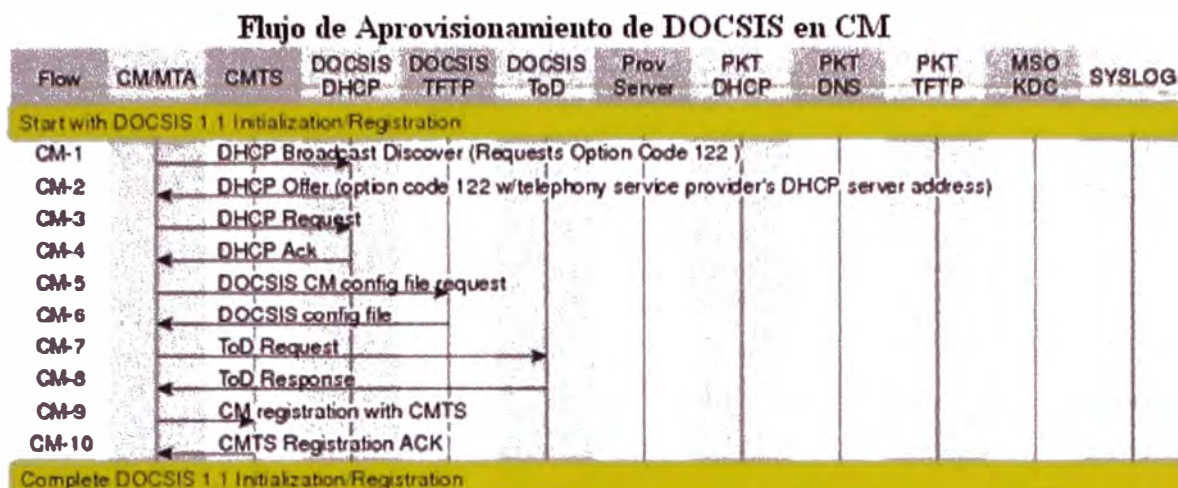
El CM envía una solicitud por service flows por todos los SIDs y parámetros de configuración

El CMTS verifica la autenticidad usando MIC (Message Integrity Code)

El CMTS revisa los recursos de cada solicitud y reserva ancho de banda para cada flujo

El CMTS responde al CM con la autorización para transmitir

A continuación la Figura 7.5 muestra la el resumen del proceso descrito:



Fuente: Cisco Broadband Access Center for Cable administrator's Guide - Release 4 (2007)

Figura 7.5 Registro de Cable Modem

El proceso de registro del cable modem pasa por diferentes estados, los cuales se muestran en la TABLA N° 7.1.

TABLA N° 7.1 Estados del Registro de Cable Modem

Cable Modem Registration States

Order of events	Index	State	Description
1	3	init(r1)	Cable modem sent initial ranging
2	4	init(r2)	Cable modem is ranging
3	5	init(r3)	Ranging is complete
4	6	dhcp(d)	DHCP Discover was sent by CM
5	7	dhcp(o)	DHCP Offer was received
6	8	dhcp(req)	DHCP Request was sent by CM
7	9	dhcp(ack)	DHCP Ack was received; IP Address was assigned by DHCP Server
8	2	init(t)	Time of Day (TOD) exchange was started
9	1	init(o)	Option file transfer was started
10	A	online	Cable modem registered, enabled for data
10	B	online(d)	Cable modem registered but network access for CM is disabled
10	C	online(un)	Cable modem is registered, but no enabled data. Failure to verify modem's identity by BPI module
10	D	reject(m)	Cable modem did attempt to register, registration was refused due to bad mac
10	E	reject(c)	Cable modem did attempt to register, registration was refused due to bad COS
10	F	reject(r)	Cable modem did attempt to register, registration was refused due to unavailable resource
11	A	online(pk)	Cable modem registered, baseline privacy interface (BPI) enabled, and key encryption key (KEK) is assigned
11	B	reject(pk)	KEK modem key assignment is rejected
12	A	online(pt)	Cable modem registered, BPI enabled, and traffic encryption key (TEK) is assigned
12	B	reject(pt)	TEK modem key assignment is rejected
A	20	offline	Cable modem is considered to be offline

Fuente: Presentación MOTOROLA para CLARO - Tecnologías de banda ancha DOCSIS Y PACKET CABLE (Noviembre 2011)

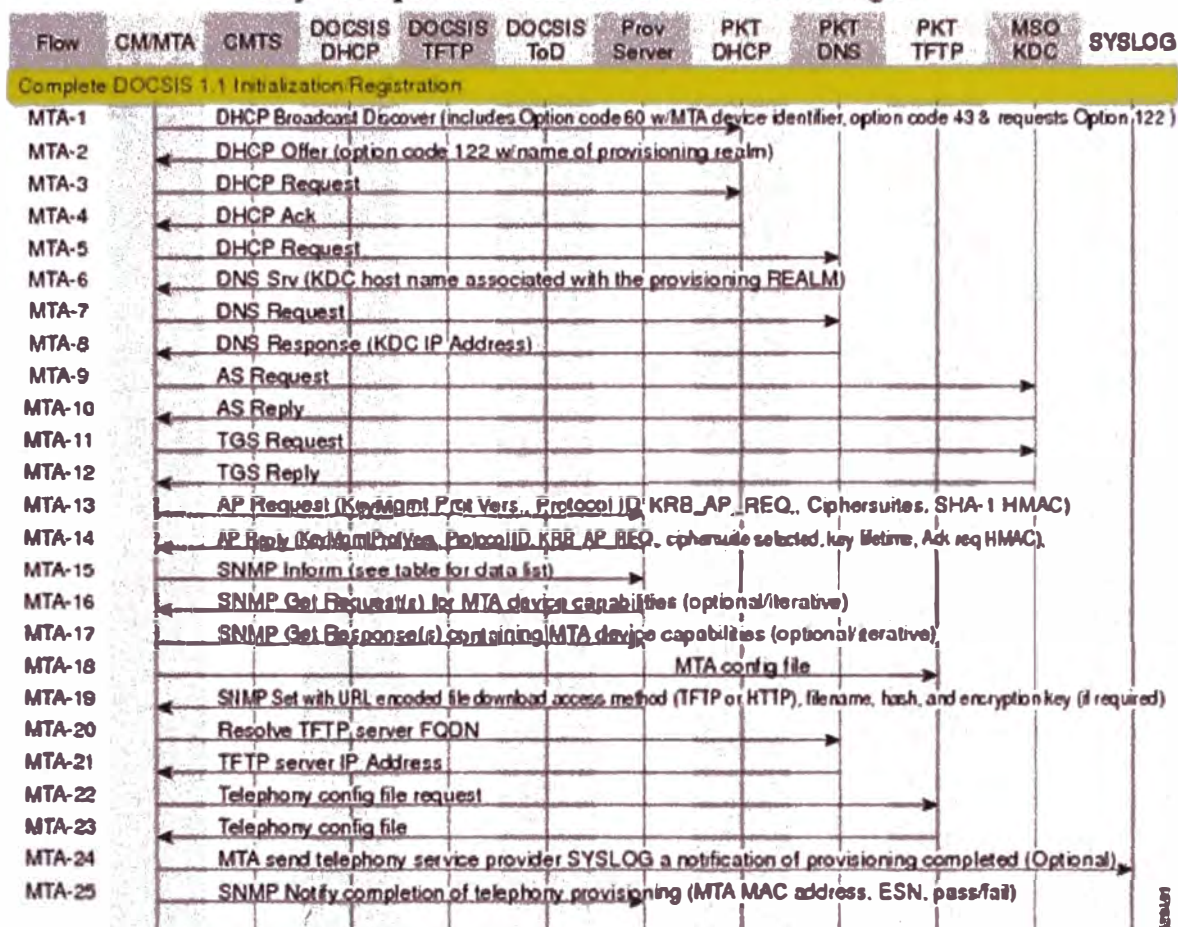
7.3.2. Proceso de aprovisionamiento de MTA

Terminado el proceso de aprovisionamiento de la parte Cable Modem, y en caso el equipo sea de tipo eMTA(servicio de telefonía incluido) se procede con el registro de la parte MTA, existen 3 tipos de flujos para el MTA, los cuales son:

a) Flujo de Aprovisionamiento Seguro

A continuación, la Figura 7.6 resume el proceso de aprovisionamiento seguro de la parte MTA:

Flujo de Aproveccionamiento MTA - Modo Seguro



Fuente: Cisco Broadband Access Center for Cable administrator's Guide - Release 4 (2007)

Figura 7.6 Inicialización de MTA Flujo Seguro

Como lo muestra la figura anterior:

- Desde el punto MTA 1 al 10. Usando el DHCP, el MTA se anuncia como un MTA Packet Cable y proporciona información de qué capacidades y provisión de flujos que soporta (SEGURO, BASIC, así sucesivamente). El MTA también obtiene información de direccionamiento y la opción 122 de DHCP. Opción 122 de DHCP contendrá la dirección del ProvServ Packet Cable y el nombre del Security Realm.
- Desde el punto MTA 5 al 8. MTA utiliza el nombre de del Security Realm (entregado en opción 122 de DHCP) para realizar una búsqueda de DNS SRV en el servicio KDC y luego resolver la dirección IP KDC.
- MTA 9, El mensaje de solicitud de AS_REQ se utiliza por el KDC para autenticar el MTA.
- MTA-10 (AS_REP), EL KDC brinda un ticket de servicio de aprovisionamiento al MTA, y además envía el Service Provider, Local System Provider (opcional), y KDC

certifica al MTA. EL MTA entonces verifica que los certificados enviados el KDC amarrados a los certificados del Service Provider Root están almacenados en el MTA.

MTA-13 (AP_REQ) - el MTA presenta el ticket (recibido en el paso MTA 10) al ProvServ especificado por la opción 122 del DHCP.

MTA-14 (AP_REP) - El ProvServ usa el KDC “shared secret” para de-criptar AP_REQ, validando el ticket de ProvServ presentado por el MTA, y envía el AP_REP con el SNMPv3 keys.

MTA-15 (SnmpV3 Inform), El MTA señala el ProvServ que está preparado para recibir información de aprovisionamiento.

MTA-19 (SNMPv3 SET), el ProvServ realiza una SNMPv3 SET al MTA conteniendo la URL para el archivo de configuración del MTA, la llave key de encriptación del archivo, y el valor de hash del archivo.

MTA 22 al 23, el MTA procede a descargar el archivo de configuración de VoIP del server TFTP especificado. Notar que el BACC integra el servidor TFTP dentro del componente DPE.

MTA-25 (SnmpV3 Inform), El MTA indica al ProvServ si la nueva configuración es aceptable.

b) Flujo de Aprovisionamiento Híbrido

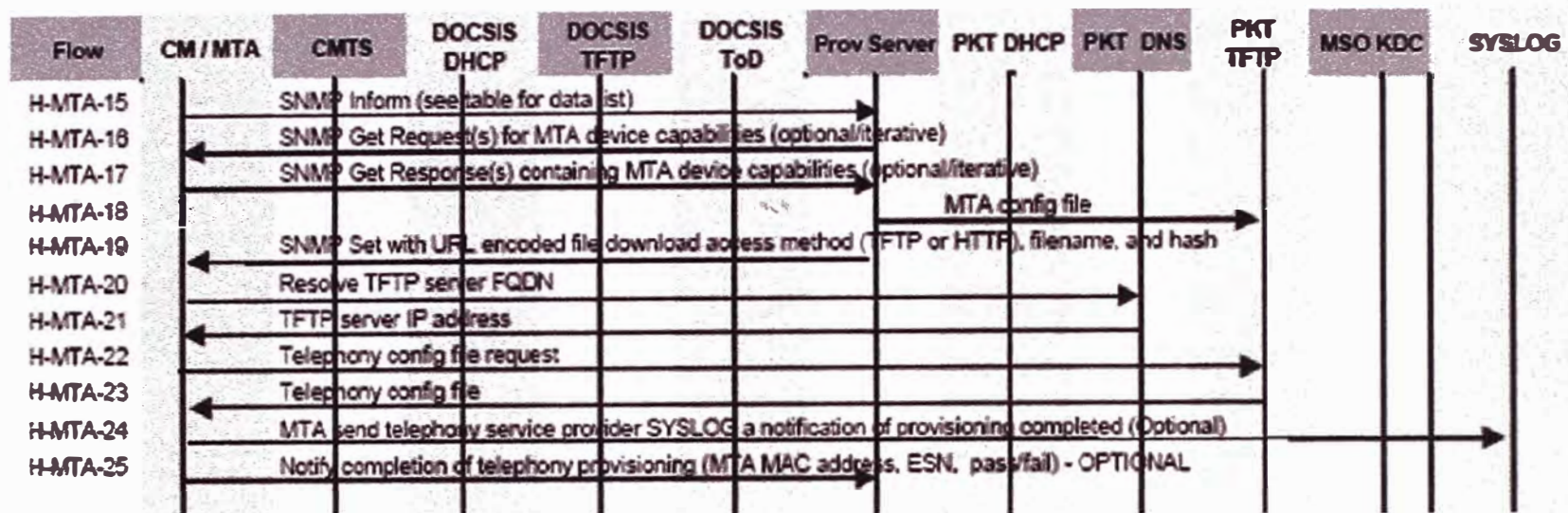
El flujo híbrido de aprovisionamiento es esencialmente el Flujo seguro quitando el intercambio Kerberos y utilizando SNMPv2c en lugar de SNMPv3 para las comunicaciones con el SNMP Server.

Si en el paso MTA4, el DHCP indica que debe utilizarse el flujo híbrido, entonces el MTA debe evitar los pasos del 5 al 14 y continuar según se muestra en la Figura 7.7.

c) Flujo de Aprovisionamiento Básico

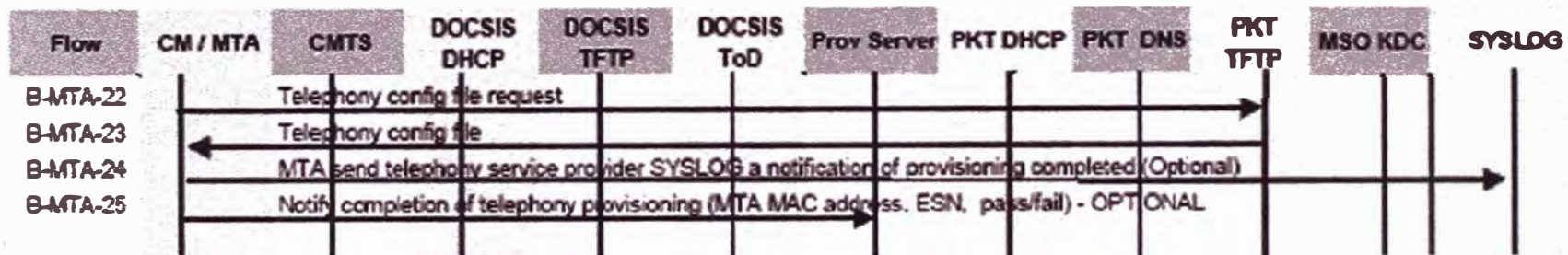
El flujo de aprovisionamiento básico es muy similar al flujo de aprovisionamiento de un cable modem DOCSIS, donde el DHCP server indica al dispositivo que debe descargar un archivo de configuración de un TFTP server específico.

Si en el paso MTA4, el DHCP indica que debe utilizarse el flujo básico, entonces el MTA debe evitar los pasos del 5 al 21 y continuar como se muestra en la Figura 7.8.



Fuente: Cisco Broadband Access Center for Cable administrator's Guide - Release 4 (2007)

Figura 7.7 Flujo de Aprovisionamiento Híbrido



Fuente: Cisco Broadband Access Center for Cable administrator's Guide - Release 4 (2007)

Figura 7.8 Flujo de Aprovisionamiento Básico

CAPITULO VIII

METODOLOGIA PARA LA SOLUCION DEL REQUERIMIENTO DE LA OPERADORA DE AMPLIACION DE RECURSO DE ANCHO DE BANDA

8.1. Estado inicial de recursos de Hardware de equipos CMTS.

El equipamiento de hardware estándar para el equipo CMTS con el que la Operadora brindaba el servicio hasta el año pasado era:

Chassis Motorola BSR 64K, incluye 2 módulos de para alimentación de energía DC, ambos módulos comparten la carga del equipo completo. (Véase Figura 8.1)

Tarjetas DOCSIS 2.0 2:8: Tarjetas con puertos RF. Presentan 8 puertos para el tráfico de Upstream y 2 puertos para el tráfico de Downstream. Cada uno de estos puertos consta de solo una portadora de frecuencia ya sea para Upstream o Downstream según corresponda. (Véase Figura 8.2)

Tarjeta Redundante de DOCSIS 2x8: Encargada de asumir la carga de cualquiera de las placas principales DOCSIS 2x8 ante cualquier avería sobre la misma.

Tarjetas TX32: Es una tarjeta que forma parte del nuevo kit de tarjetas que ofrece el proveedor MOTOROLA para soportar los estándares de DOCSIS 3.0. Esta tarjeta consta completamente de puertos RF de Downstream. (Véase Figura 8.3)

Tarjeta *Supervisory Resource Module* (SRM4): Es la tarjeta encargada de controlar y realizar el proceso de enrutamiento de los tráficos de servicio. (Véase Figura 8.4)

Tarjeta SRM4 Redundante: encargada de brindar el respaldo a la Tarjeta SRM Principal.

Tarjeta Ether-Flex *High-Speed Interface Module* (HSIM) Principal: Esta tarjeta es la interface es la parte del CMTS que conecta el equipo hacia la red Core de la Operadora para alcanzar los servicios ofertados de Acceso a Internet y Telefonía. (Véase Figura 8.5)

Tarjeta HSIM Redundante, es similar a la Tarjeta HSIM Principal, solo que configurada para estar en estado redundante en caso la tarjeta HSIM Principal tenga problemas de funcionamiento

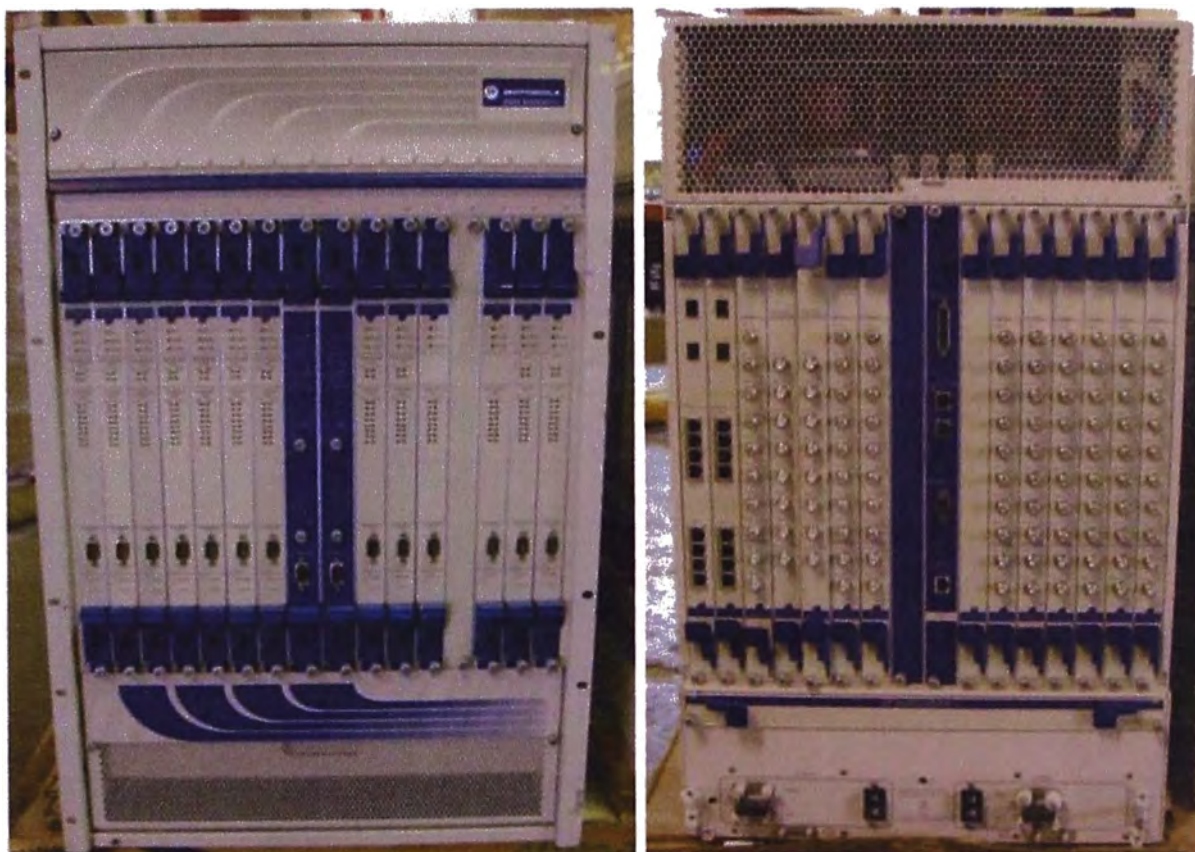


Figura 8.1 Vista frontal y posterior del Chasis del equipo CMTS Motorola BSR64K



Figura 8.2 Vista frontal y posterior de las tarjeta DOCSIS 2.0 2:8 Motorola

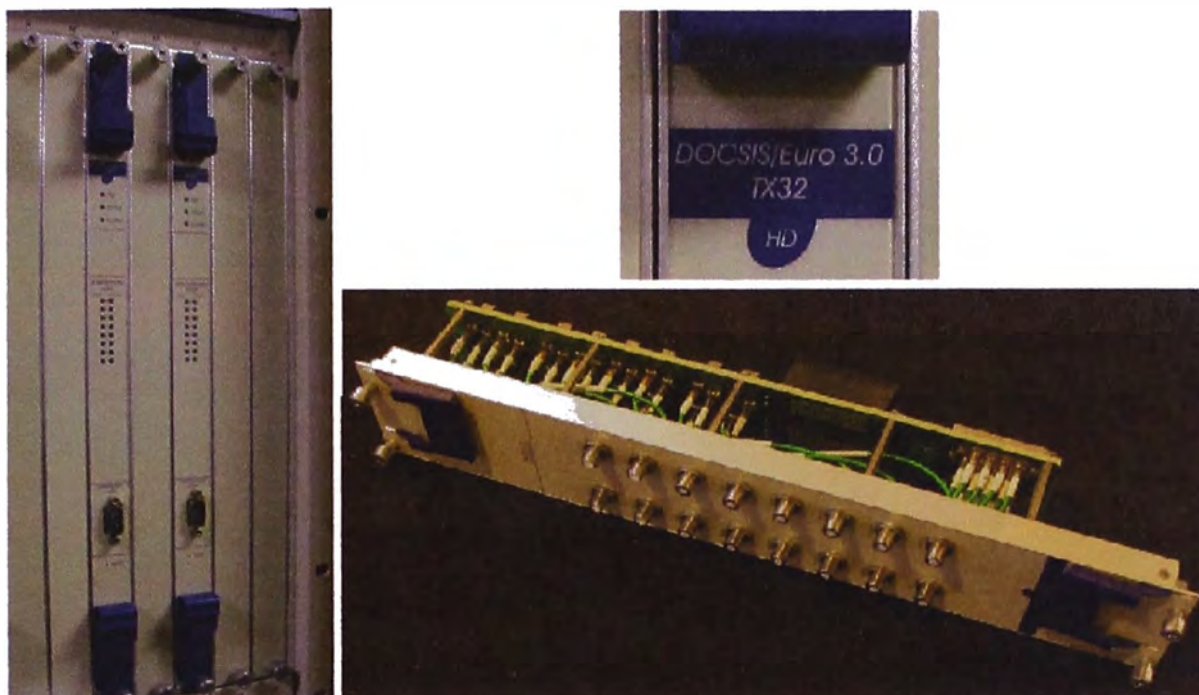


Figura 8.3 Vistas frontal y posterior de la Tarjeta Motorola DOCSIS/Euro 3.0 TX32

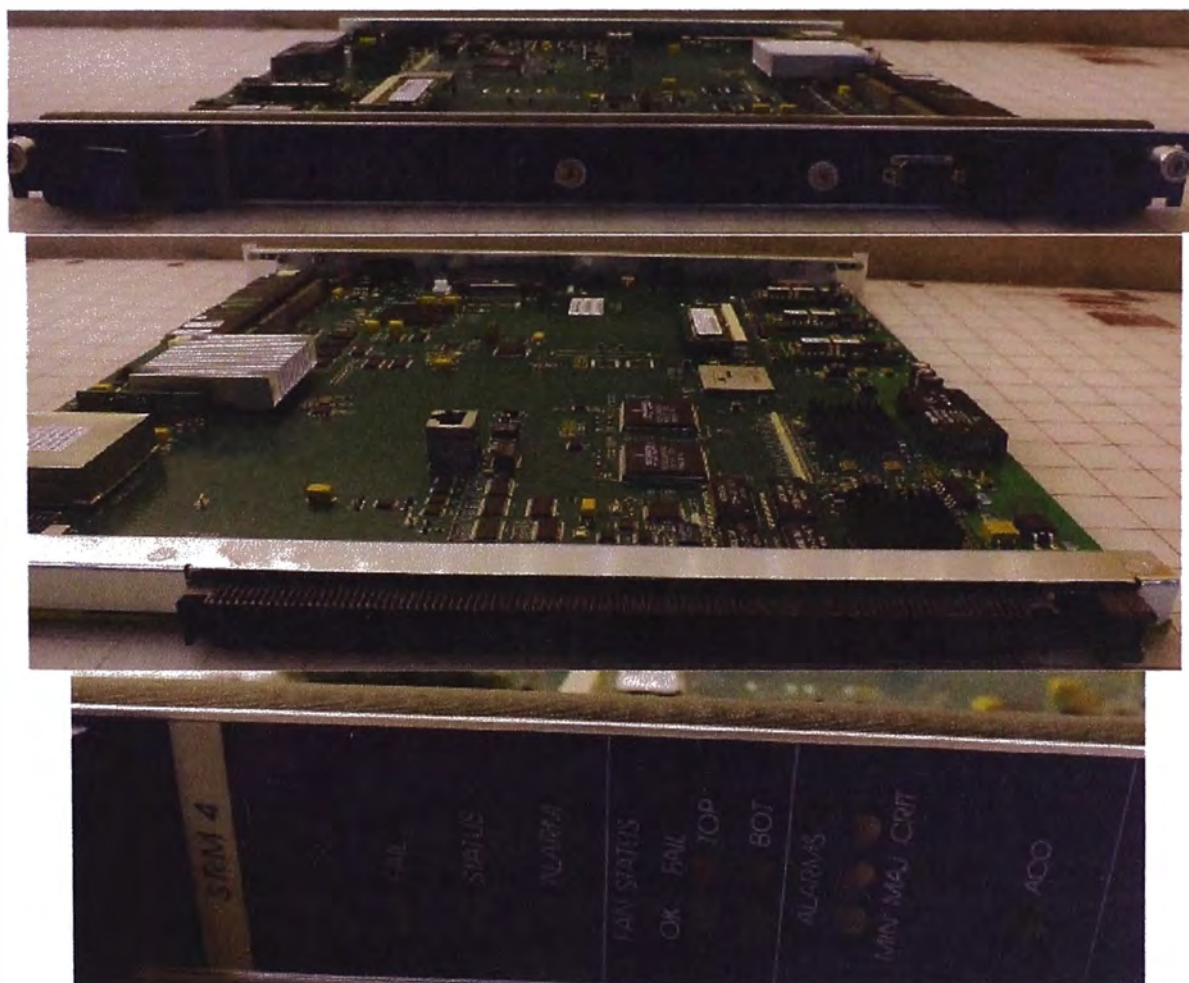


Figura 8.4 Tarjeta SRM 4

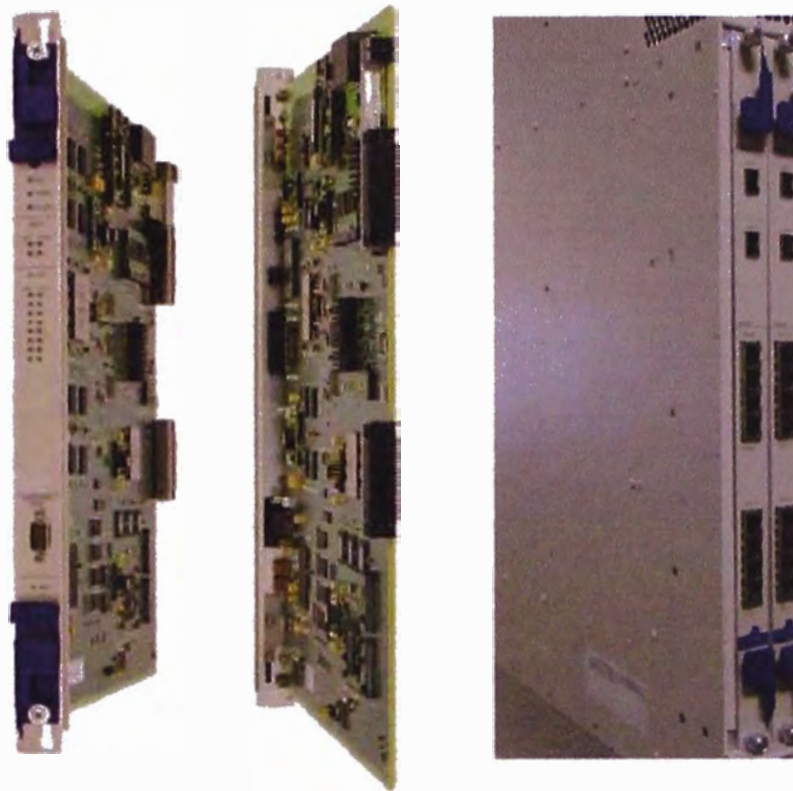


Figura 8.5 Tarjeta Eter-Flex HSIM parte frontal y posterior

A continuación se muestra la distribución de los tipos de tarjeta en el chasis:

MOTOROLA BSR 64K	
Tipo de tarjeta por Slot	
Slot	
0	Docsis 2.0 2:8
1	Docsis 2.0 2:8
2	Docsis 2.0 2:8
3	Docsis 2.0 2:8
4	Docsis 2.0 2:8
5	Docsis 2.0 2:8
6	Docsis 2.0 2:8 (Redundante)
7	SRM 4 (Principal)
8	SRM 4 (Redundante)
9	Docsis 2.0 2:8
10	Docsis 2.0 2:8
11	TX32
12	TX32 (Redundante)
13	TX32
14	HSIM (Principal)
15	HSIM (Redundante)

Figura 8.6 Distribución de tarjetas en chasis CMTS con tarjetas DOCSIS 2:8 y TX32

Con este arreglo de tarjetas se tenía planteada la configuración de combinación US y DS como se muestra en la Figura 8.7

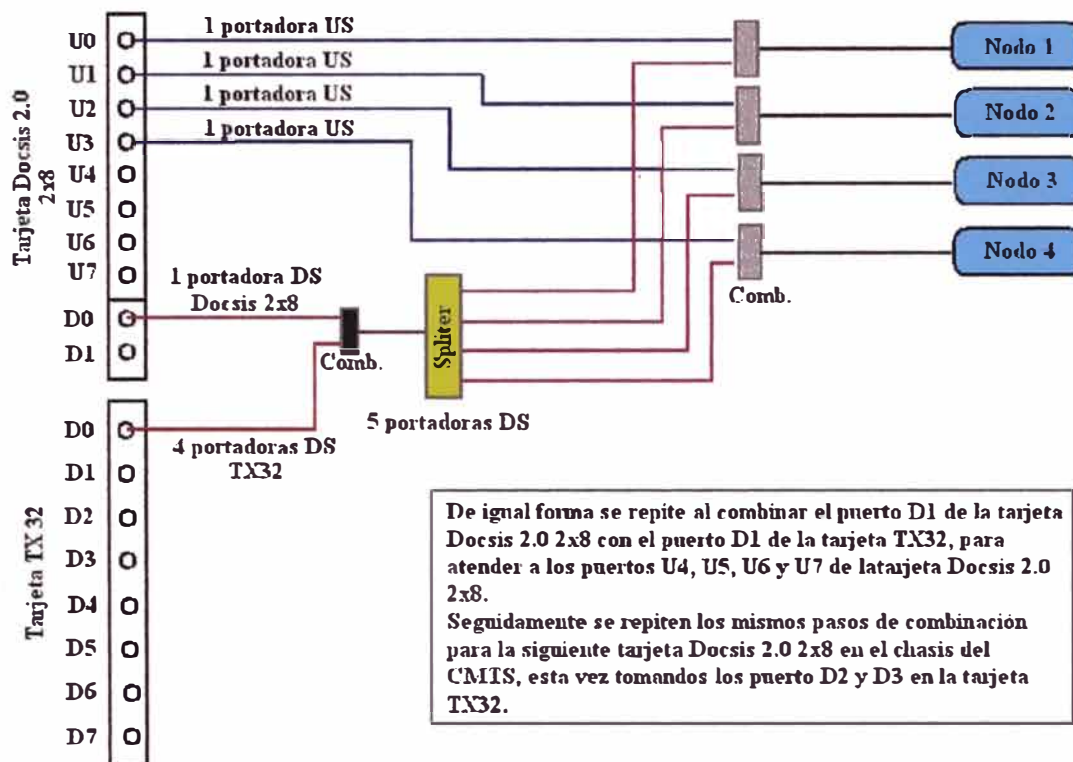


Figura 8.7 Combinación de puertos US/DS con tarjetas DOCSIS 2x8 y TX32

Bajo esta configuración de combinada de tarjetas, las portadoras que se manejan como portadoras Upstream y Downstream son las indicadas en Figura 8.8, se debe tener presente que para el caso de la señal de Downstream, se está combinando un puerto DS de la tarjeta DOCSIS 2:8 y un puerto DS de la Tarjeta TX32 (4 portadoras de DS) pero se mantiene la cantidad de Puertos US que están amarradas, con lo cual solo se está incrementando ancho de banda para atender a los 4 nodos que están involucrados en esta combinación. Lo mismo se repite con el puerto DS1 de la tarjeta y el puerto DS1 del TX32 para atender a los US4, US5, US6 y U7 y así sucesivamente sobre todas las tarjetas en el CMTS.

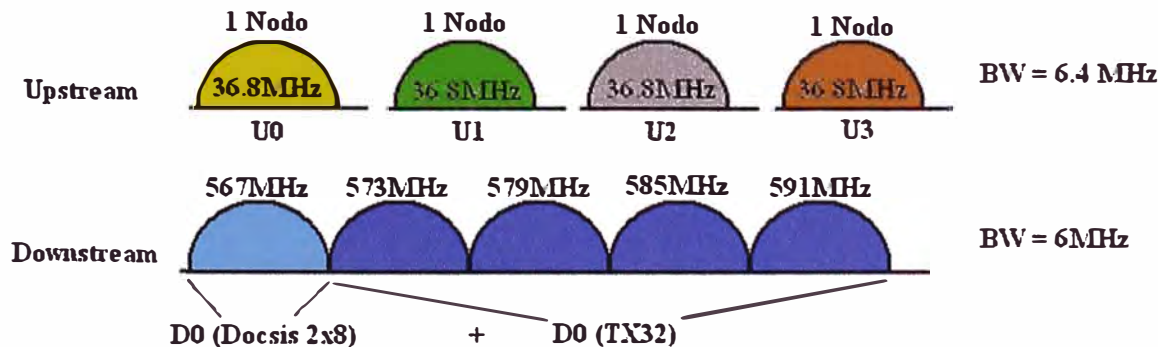


Figura 8.8 Frecuencias de portadoras de US y DS con tarjetas DOCSIS 2x8 y TX32

Bajo esta configuración cada Nodo tiene un ancho de banda de subida o de Upstream aproximado de 27 Mbps (1 portadora de US). Así mismo se observa que el ancho de banda de bajada o Downstream, compartido por 4 Nodos, es de 190 Mbps (5 portadoras DS de 38 Mbps cada una)

8.2. Propuestas de Soluciones alternativas para la ampliación de capacidades de Ancho de Banda.

Ante la necesidad de ampliar las capacidades de ancho de banda, especialmente las del tráfico hacia el cliente ó downstream, se plantearon 2 propuestas principales:

- a) División de nodos: Esta propuesta implicaba realizar trabajo de planta externa, planta interna, movilización de cuadrillas en campo, re cableado de equipamiento en Hub, etc. Este procedimiento trata de redistribuir la cantidad de clientes que pertenecen a un nodo en 2 o 3 nodos diferentes, de esta manera también los recursos de ancho de banda iniciales se reparten en 2 o 3 nodos diferentes.
- b) Combinación de más puertos de downstream: Este procedimiento consiste en seguir sumando a la combinada de ancho de banda de downstream mas puertos, lo cual se volvía engorroso por la disponibilidad de espacio para mas hardware en el chasis a su vez que implicaba generar un desorden en las implementación del mismo. Adicionalmente estaba el costo por trabajo de recableado en planta interna.
- c) Migración a equipamiento netamente DOCSIS 3.0: Esta solución implicaba reemplazo de hardware que soporta más densidad de ancho de banda y por ende soportar una carga mayor de nodos, con lo cual se libera espacio en el chasis de CMTS. Esta solución involucra la adquisición de las tarjetas RX48 (Véase Figura 8.9)



Figura 8.9 Tarjeta RX48

Finalmente se optó por la tercera opción ya que adicionalmente a las prestaciones de mejora que ofrecía, se trataba de una evolución a nivel de tecnología con posibles prestaciones para nuevos servicios a futuro como valor agregado hacia los clientes.

8.3. Arreglo de combinación y dimensionamiento de capacidades en Downstream y Upstream en CMTS sobre nueva solución.

Según la solución planteada y elegida, las tarjetas para el CMTS serían las siguientes:

- 4 Tarjetas Upstream RX48: 8 puertos físicos RF, cada puerto ofrece 4 portadoras US.
- 1 Tarjeta Redundante RX48: Encargada de asumir la carga de cualquiera de las tarjetas de Upstream ante cualquier avería de alguna de estas.
- 4 Tarjetas Downstream TX32: 8 Puertos físicos RF, cada puerto tiene 4 portadoras DS
- 1 Tarjeta Redundante TX32: Encargada de asumir la carga de cualquiera de las tarjetas Downstream ante cualquier avería de alguna de estas.
- 2 Tarjetas SRM (principal y redundante): Encargadas de controlar todo el enrutamiento de los tráficos y procesamiento de datos.
- 2 Tarjetas Gigaethernet HSIM (principal y redundante): Utilizada como interfaz para el acceso del tráfico, tanto subida y bajada, a través de la red de Core de la Operadora para finalmente alcanzar la plataforma de Aprovisionamiento de servicios, los Gateways hacia Internet y la plataforma de servicio de Telefonía.

A continuación se muestra la distribución de las tarjetas en el chasis del CMTS:

MOTOROLA BSR 64K	
Tipo de tarjeta por Slot	Slot
RX 48	0
RX 48	1
RX 48	2
RX 48	3
Libre	4
Libre	5
RX 48 (Redundante)	6
SRM 4 (Principal)	7
SRM 4 (Redundante)	8
TX32	9
TX32	10
TX32 (Redundante)	11
TX32	12
TX32	13
HSIM (Principal)	14
HSIM (Redundante)	15

Figura 8.10 Distribución de tarjetas en chasis CMTS con tarjetas RX48 y TX32

Con este equipamiento la Operadora, en base a recomendaciones del proveedor, plantea el arreglo ó combinación de puertos Downstream y Upstream (conocido también como Mac Domain) como se muestra a continuación en la Figura 8.11:

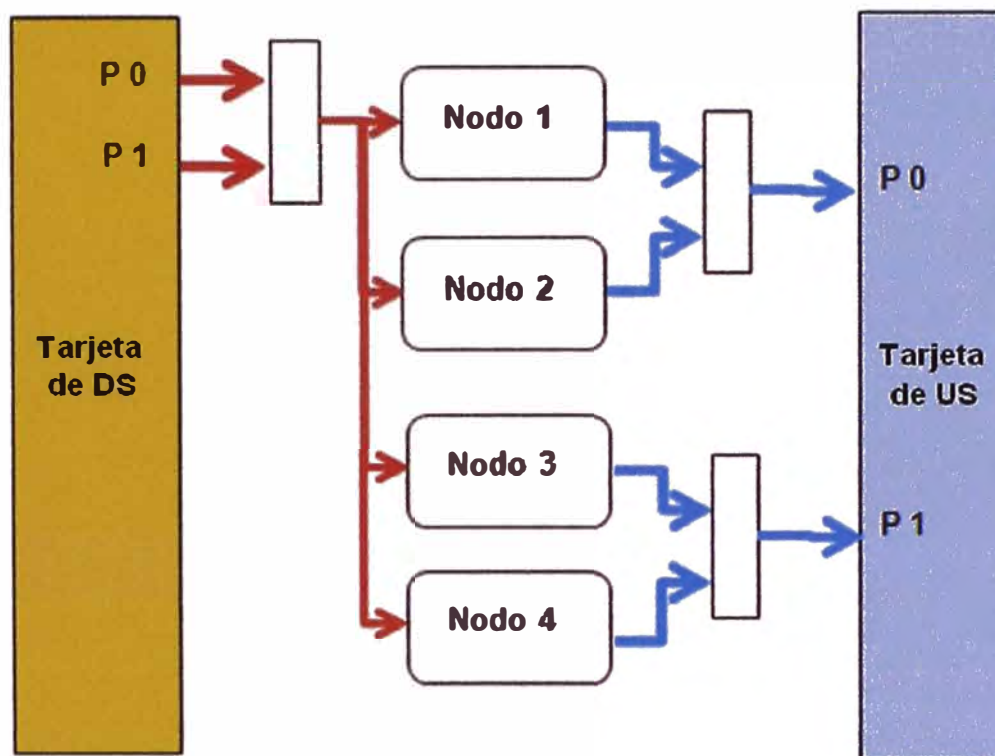


Figura 8.11 Arreglo de combinación de puertos DS y US. Mac Domain 8x8

De este arreglo de combinada de puertos US y DS se observa que ahora 2 nodos son atendidos por un puerto RF de US en la tarjeta RX48 la cual, como se indicó, cuenta con 4 portadoras de señal. De la misma forma ahora la combinada de DS consta de 2 puertos RF de la tarjeta TX32, lo cual implica un combinación de hasta 8 portadoras para la atención de 4 nodos. A continuación la Figura 8.10 muestra en resumen la forma como se agruparían las portadoras tanto para la señal de Upstream como Downstream.

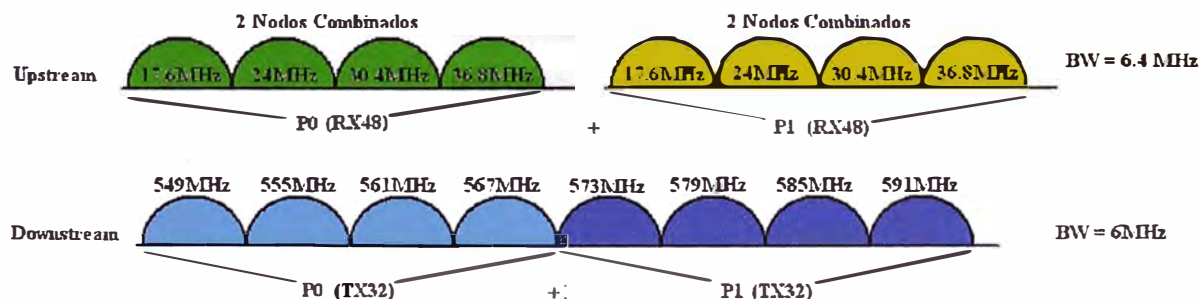


Figura 8.12 Frecuencias de portadoras de US y DS con tarjetas DOCSIS 2x8 y TX32

Con este arreglo (ó Mac Domain), en términos de capacidad de nodos, se tiene que el Chassis del CMTS es capaz de soportar hasta 64 nodos.

De la misma forma bajo este arreglo cuatro (04) nodos comparten un ancho de banda de bajada (DS) compuesta por ocho (08) portadoras, resultado de la combinación de 2 puertos físicos, de cuatro (04) portadoras cada una, de la tarjeta Downstream.

$$02 \times 04 \text{ portadoras downstream} = 08 \text{ portadoras downstream} \quad (8.1)$$

Capacidad de portadora downstream: 38 Mbps.

Asumiendo la modulación de 256 QAM la capacidad en bruto de la portadora Downstream es de 42 Mbps. Sin embargo se reduce por el overhead de MPEG-2 y los datos adicionales de paridad.

Entonces:

$$08 \text{ (portadoras downstream)} \times 38 \text{ Mbps} = 304 \text{ Mbps (compartido por 04 nodos)} \quad (8.2)$$

Por otro lado, para la parte Upstream de los cuatro (04) nodos, se tiene que están agrupados a 2 nodos por puerto físico de la tarjeta Upstream, la cual por cada puerto físico ofrece cuatro (04) portadoras Upstream. Entonces:

$$04 \text{ portadoras upstream atienden a 2 nodos} \quad (8.3)$$

$$\text{Capacidad de portadora Upstream: 27 Mbps} \quad (8.4)$$

De la misma manera la capacidad en bruto de la portadora Upstream es de 30.72 Mbps teniendo una modulación de 64 QAM con un canal de 6.4 Mhz. Se reduce la capacidad de 27 Mbps para descontar el overhead y FEC.

Entonces:

$$04 \text{ (portadoras upstream)} \times 27 \text{ Mbps} = 108 \text{ Mbps (compartida por 2 nodos)} \quad (8.5)$$

$$\text{Aproximadamente una capacidad de 54 Mbps por nodo} \quad (8.6)$$

Ahora que conocemos las capacidades que ofrece este arreglo de downstream y upstream, procederemos a dimensionar los estimados de consumo de tráfico de Voz y Datos.

Para dimensionar el tráfico de Voz se asumirá inicialmente 15 llamadas de voz por nodo (cálculo de llamadas estimadas por la empresa Operadora), este es un valor comúnmente visto en horas pico en varios operadores.

Para este cálculo se asume el uso del códec G.711 a 100 Kbps aproximadamente en cada sentido. La operadora utiliza G.729 el cual usaría menos ancho de banda pero para los cálculos usaremos G.711 para simular un peor caso.

$$15 \text{ Llamadas por Nodo} \times 0.1 \text{ Mbps} = 1.5 \text{ Mbps (1 nodo en sentido Upstream)} \quad (8.7)$$

Tomando en cuenta que el puerto físico Upstream de la tarjeta soporta 2 nodos, entonces se tiene:

$$30 \text{ Llamadas} \times 0.1 \text{ Mbps} = 3 \text{ Mbps (2 nodos en sentido Upstream)} \quad (8.8)$$

Como el arreglo planteado se tiene que 4 nodos compartirán el mismo ancho de banda de tráfico hacia el cliente, entonces esto implica que para el tráfico de voz por Downstream se tiene:

$$4 \text{ (nodos)} \times 1.5 \text{ Mbps} = 6 \text{ Mbps en sentido Downstream} \quad (8.9)$$

Restando el tráfico de Voz de la capacidad de los canales de US y DS se tiene el ancho de banda disponible para el tráfico de datos.

$$304 \text{ Mbps} - 6 \text{ Mbps} = 298 \text{ Mbps (4 nodos)} \quad (8.10)$$

$$108 \text{ Mbps} - 3 \text{ Mbps} = 105 \text{ Mbps (2 nodos)} \quad (8.11)$$

A la capacidad real para el tráfico de datos se le aplica el factor de overbooking o concurrencia propuesta por la operadora de 10% ó 1:10. Tener presente que este factor coincide con el porcentaje (%) de aseguramiento del servicio.

Resulta una capacidad a ofrecer:

$$2980 \text{ Mbps en el DS (4 nodos)} \quad (8.12)$$

$$1050 \text{ Mbps en el US (2 nodos)} \quad (8.13)$$

A su vez se debe tener en cuenta la estimación de la penetración de los tipos de servicios que ofrece la Operadora, estimados como se muestra a continuación en la TABLA N° 8.1:

TABLA N° 8.1 Servicio ofertados por la operadora y (%) Penetración de los mismos

Nombre	Servicios Ofrecidos		% de Penetración Aprox.
	DS (Mbps)	US (Mbps)	
Internet 400 Kbps	0,4	0,12	5
Internet 600 Kbps	0,6	0,256	10
Internet 1 Mbps	1	0,256	30
Internet 2 Mbps	2	0,385	35
Internet 3 Mbps	3	0,3	2
Internet 4 Mbps	4	0,5	5
Internet 6 Mbps	6	0,65	2
Internet 8 Mbps	8	0,9	2,5
Internet 10 Mbps	10	1	2
Internet 20 Mbps	20	1	1,5
Internet 35 Mbps	35	2,5	1,5
Internet 45 Mbps	45	3	1,5
Internet 60 Mbps	60	4	2
		TOTAL	100

A partir de estos datos de consumo de tráfico proyectados para los clientes en base a los diferentes servicios ofrecidos y tomando en cuenta el ancho de banda estimado que se tiene disponible para el tráfico de datos, calculado en overbooking, procederemos a realizar el cálculo de la cantidad de módems que puede soportar el CMTS según el arreglo planteado al inicio de este análisis.

Realizando el siguiente cálculo para el servicio de Internet 400 Kbps, obtendremos :

$$(2980 \times 4\%) / 0.4 = 373 \text{ módems aprox.} \quad (8.14)$$

$$(1050 \times 4\%) / 0.12 = 438 \text{ módems aprox.} \quad (8.15)$$

De la misma forma se realiza con los demás paquetes de servicio, luego de lo cual se obtiene la TABLA N° 8.2:

TABLA N° 8.2 Estimados de Módems soportados por el chasis CMTS

Nombre	Servicios Ofrecidos		Módems Soportados por	
	DS (Mbps)	US (Mbps)	DS	US
Internet 400 Kbps	0,4	0,12	373	438
Internet 600 Kbps	0,6	0,256	497	411
Internet 1 Mbps	1	0,256	894	1231
Internet 2 Mbps	2	0,385	522	955
Internet 3 Mbps	3	0,3	20	70
Internet 4 Mbps	4	0,5	38	105
Internet 6 Mbps	6	0,65	10	33
Internet 8 Mbps	8	0,9	10	30
Internet 10 Mbps	10	1	6	21
Internet 20 Mbps	20	1	3	16
Internet 35 Mbps	35	2,5	2	7
Internet 45 Mbps	45	3	1	6
Internet 60 Mbps	60	4	1	6
			TOTAL	
			2377	3329

Si asumimos el número de cable modem US es 3329 y que este valor representa a 2 nodos, entonces la cantidad de cable modems por nodo es:

$$3329 / 2 \text{ nodos} = 1665 \text{ cable modem por nodo (US)} \quad (8.16)$$

Si asumimos el número de cable modems DS de 2377 y que este valor representa a 4 nodos, entonces la cantidad de cable modems por nodos es:

$$2377/4 \text{ nodos} = 594 \text{ cable modem por nodo (DS)} \quad (8.17)$$

Teniendo en cuenta que el valor calculado de módems para US es 1665, entonces dado que el valor $594 < 1665$ debemos usar el valor de 594 ya que es el valor del peor caso.

Tomando en cuenta este valor se puede determinar la capacidad estimada de un chasis de CMTS, entonces:

Teniendo en cuenta un chasis bajo esta configuración, tiene 4 Tarjetas de Downstream y que cada tarjeta soporta 4 Mac Domain, lo cual entonces equivale a 16 arreglos de combinaciones (ó Mac Domain) de 2 puertos DS (4 nodos)

$$2377 \times 16 = 38032 \text{ módems por chasis} \quad (8.18)$$

Ahora que ya se conoce el número de suscriptores estimados podemos confirmar con el número de Erlangs si el tráfico asumido para voz es suficiente o no. El valor en Erlangs del consumo de tráfico se clientes se estima como sigue a continuación:

$$50\text{mErl} = \text{Servicio de Telefonos Públicos} \quad (8.19)$$

$$25\text{mErl} = \text{Servicio de Telefonía Movil} \quad (8.20)$$

$$23\text{mErl} = \text{Servicio de Telefonía Fija} \quad (8.21)$$

En base a esto se tiene:

$$2377 \times 23 \text{ mErl} = 55 \text{ llamadas aproximadamente } 5.5 \text{ Mbps} \quad (8.22)$$

$$594 \times 23 \text{ mErl} = 14 \text{ llamadas aproximadamente } 1.4 \text{ Mbps} \quad (8.23)$$

Ambos valores estan por debajo de los 6 Mbps (DS) y 1.5 Mbps (US) asumidos inicialmente, por lo que no habría inconvenientes con atender las llamadas requeridas.

Actualmente el equipo CMTS en producción que se utilizó para realizar este análisis atiende una cantidad de 6525 módems, encontrándose muy por debajo de la cantidad teórica estimada de tope o saturación del equipo.

TABLA N° 8.3 Cantidad de equipos por tipo servicio en CMTS de producción analizado

Nombre	DS (Mbps)	US (Mbps)	Cant.
Internet 400 Kbps	0,4	0,12	479
Internet 600 Kbps	0,6	0,256	863
Internet 1 Mbps	1	0,256	2353
Internet 2 Mbps	2	0,385	1786
Internet 3 Mbps	3	0,3	49
Internet 4 Mbps	4	0,5	576
Internet 6 Mbps	6	0,65	135
Internet 8 Mbps	8	0,9	156
Internet 10 Mbps	10	1	65
Internet 20 Mbps	20	1	36
Internet 35 Mbps	35	2,5	2
Internet 45 Mbps	45	3	18
Internet 60 Mbps	60	4	7
		Total	6525

A continuación se muestra la Figura 8.13 que muestra el consumo de anchos de banda de las Interfaces Gigaethernet de este CMTS generado por los clientes en producción, la gráfica muestra que hay dos tipos de comportamiento durante la semana. De Lunes a Viernes el consumo de tráfico es menor por las mañanas, pero a partir de las 3 pm se incrementa, mientras que por el contrario en fines de semana (sabado y domingo) el consumo de tráfico es elevado desde horas de la mañana.

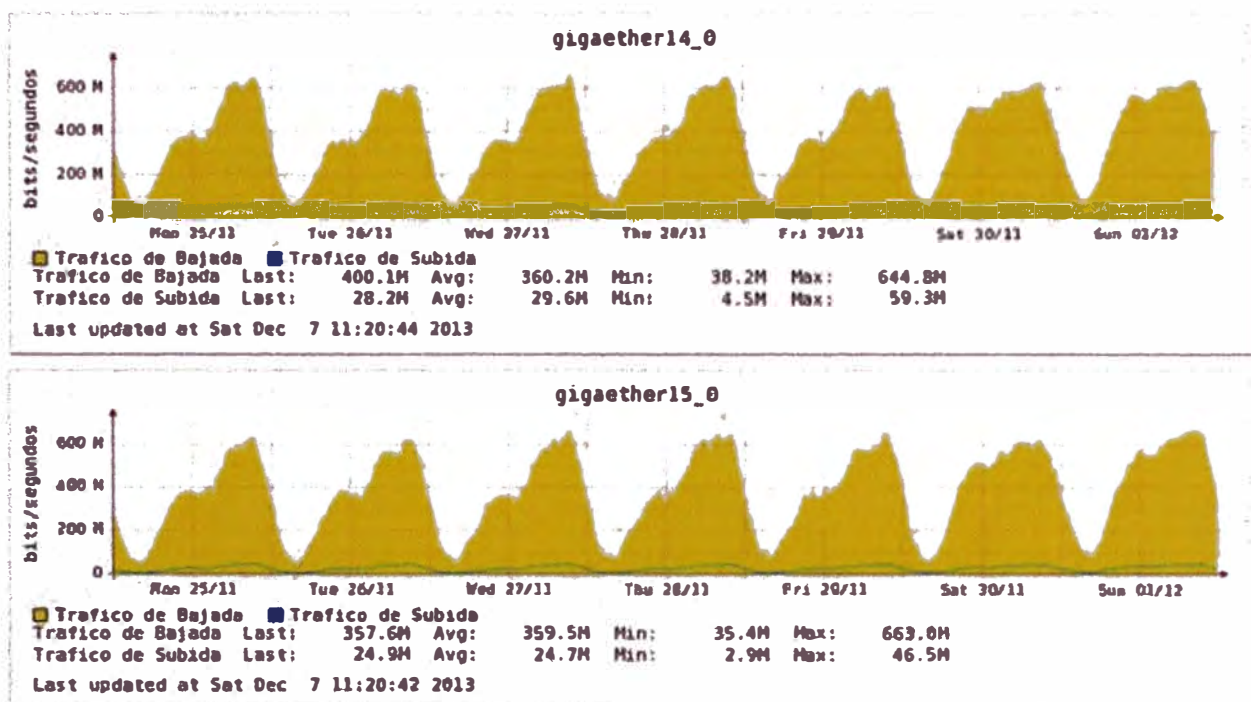


Figura 8.13 Gráfica del consumo de ancho de banda en las interfaces gigaethernet del CMTS en revisión

De la misma forma revisando una de las combinaciones de 2 puertos RF (total de 8 portadoras) se observa que hay un consumo de tráfico distribuido que no llega a saturar los 38 Mbps de cada portadora del Mac Domain en Downstream. Lo cual se muestra en las Figuras 8.14 y 8.15, siendo de esta manera se ve que el servicio no se encuentra saturado y que hay garantía de que el servicio que vienen consumiendo los clientes no se encuentre degradado en calidad o velocidad, que el lo que se buscó con esta implementación de mejora tecnológica.

Consumo de tráfico Downstream en del Puerto RF 0 en en sus 4 portadoras (o canales):

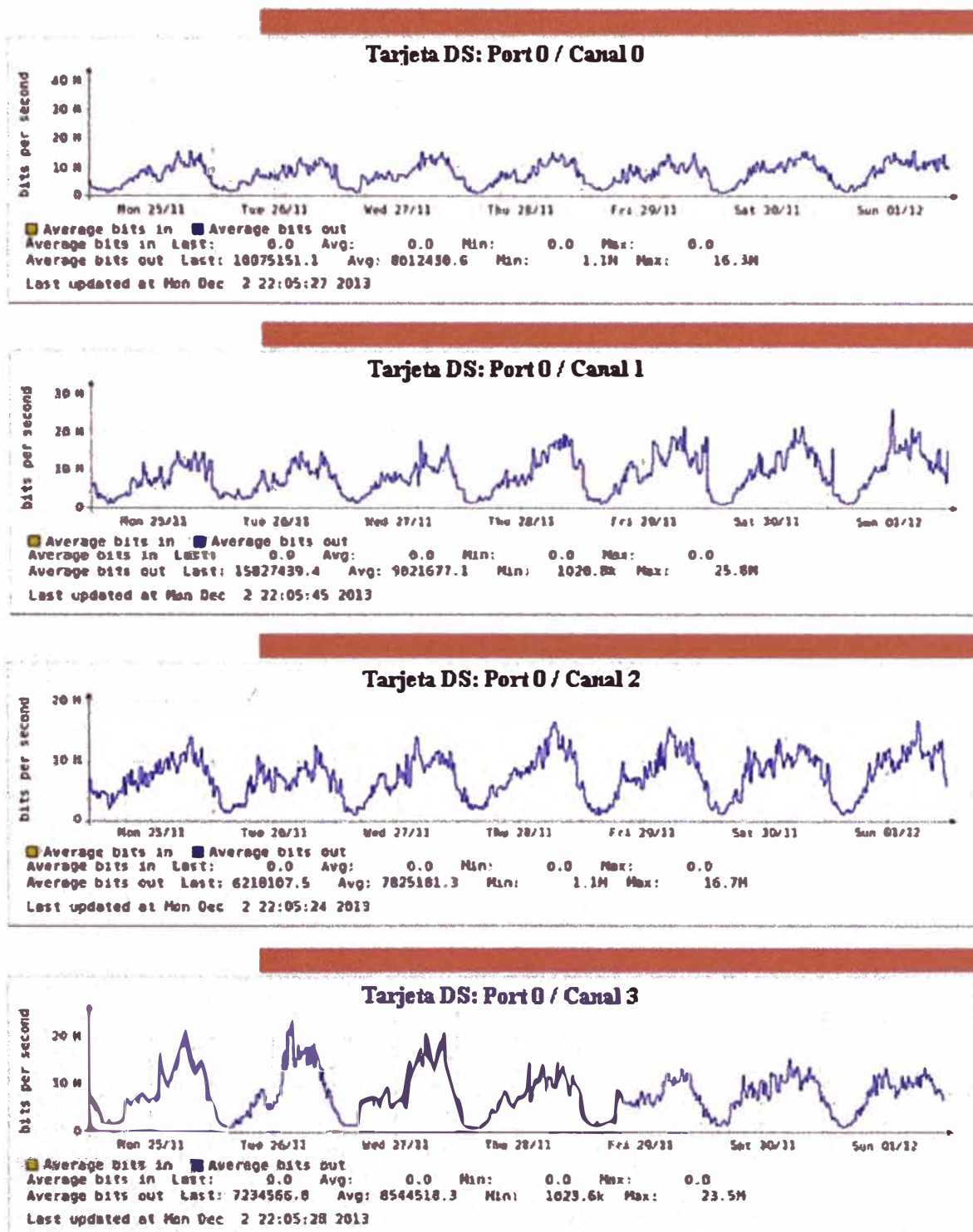


Figura 8.14 Consumo de tráfico de downstream en el puerto RF 0 y sus 4 canales.

Consumo de tráfico Downstream en del Puerto RF 1 en en sus 4 portadoras (o canales):

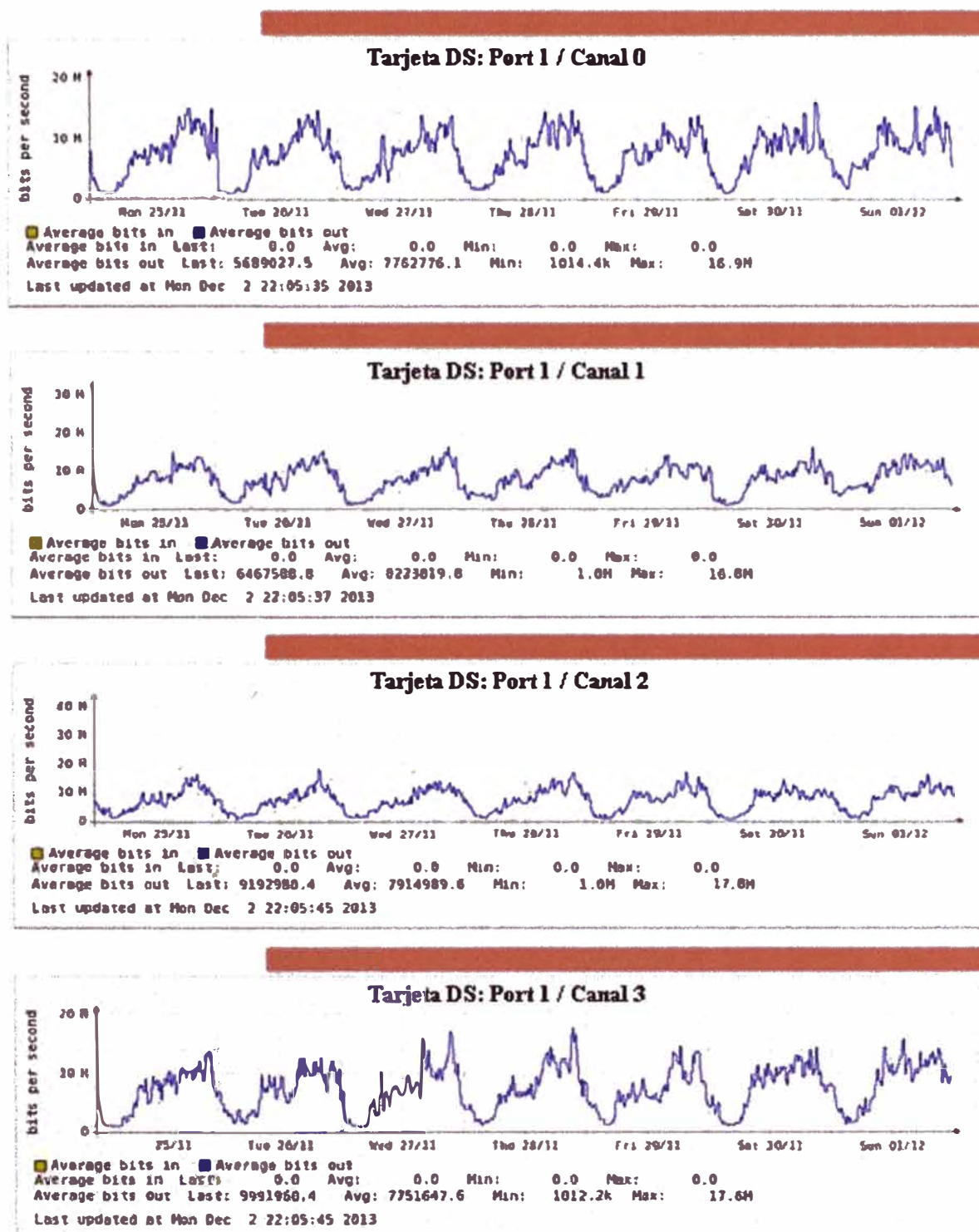


Figura 8.15 Consumo de tráfico de downstream en el puerto RF 0 y sus 4 canales.

8.4. Pruebas de Velocidad de 60 Mbps en Downstream

Las pruebas se realizaron en un Hub a partir de la 1pm. Se implementó un escenario de pruebas como lo muestra en la Figura 8.16.

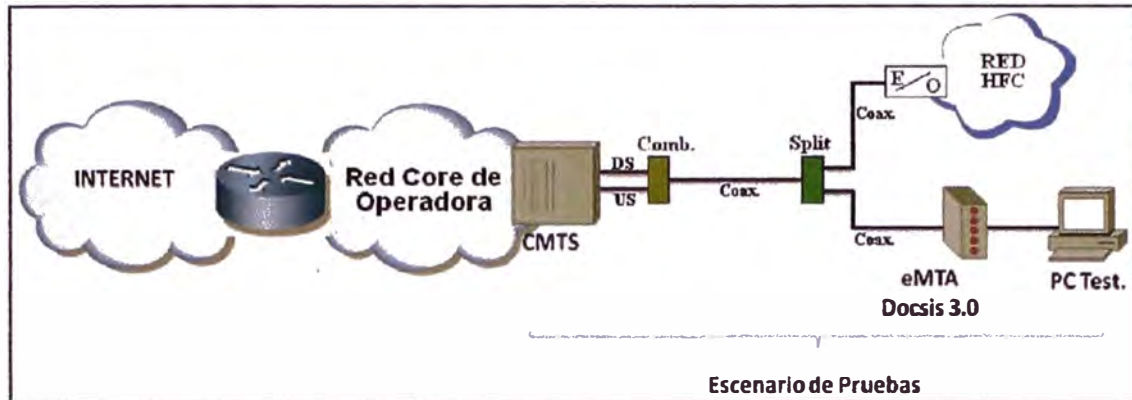


Figura 8.16 Escenario de prueba se servicio de 60Mbps.

EL CMTS indicado en el diagrama es un CMTS de Producción en Hub y la PC es una laptop del laboratorio (Marca: Lenovo - Intel i5).

Para las pruebas se utilizaron equipos eMTA DOCSIS 3.0 configurados con un paquete de servicio de Acceso a Internet de 60 Mbps de Downstream.

Las pruebas que se realizaron consisten principalmente de 2 acciones:

- Pruebas de velocidad medida con la página web: www.speedtest.com.
- Prueba de descargas simultaneas de archivos desde Internet, buscando saturar el canal de downstream del equipo eMTA.

Arris TG860

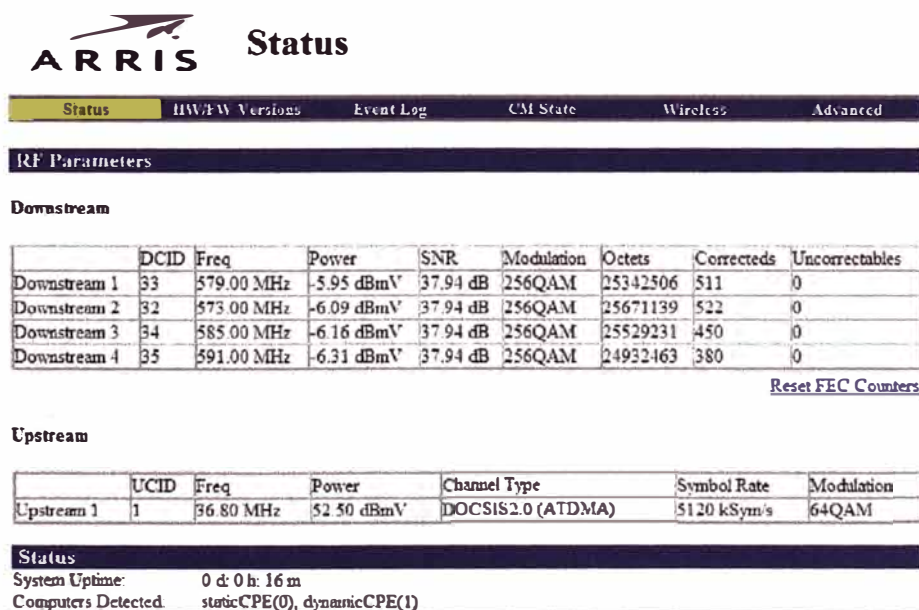


Figura 8.17 eMTA ARRIS DOCSIS 3.0 (4 portadoras Downstream enganchadas)

Las Figuras 8.17, 8.18, 8.19, 8.20, 8.21 y 8.22 muestran las pruebas de descarga que se realizaron en el CMTS de producción compitiendo con cliente reales y alcanzando la velocidad deseada de 60 Mbps.

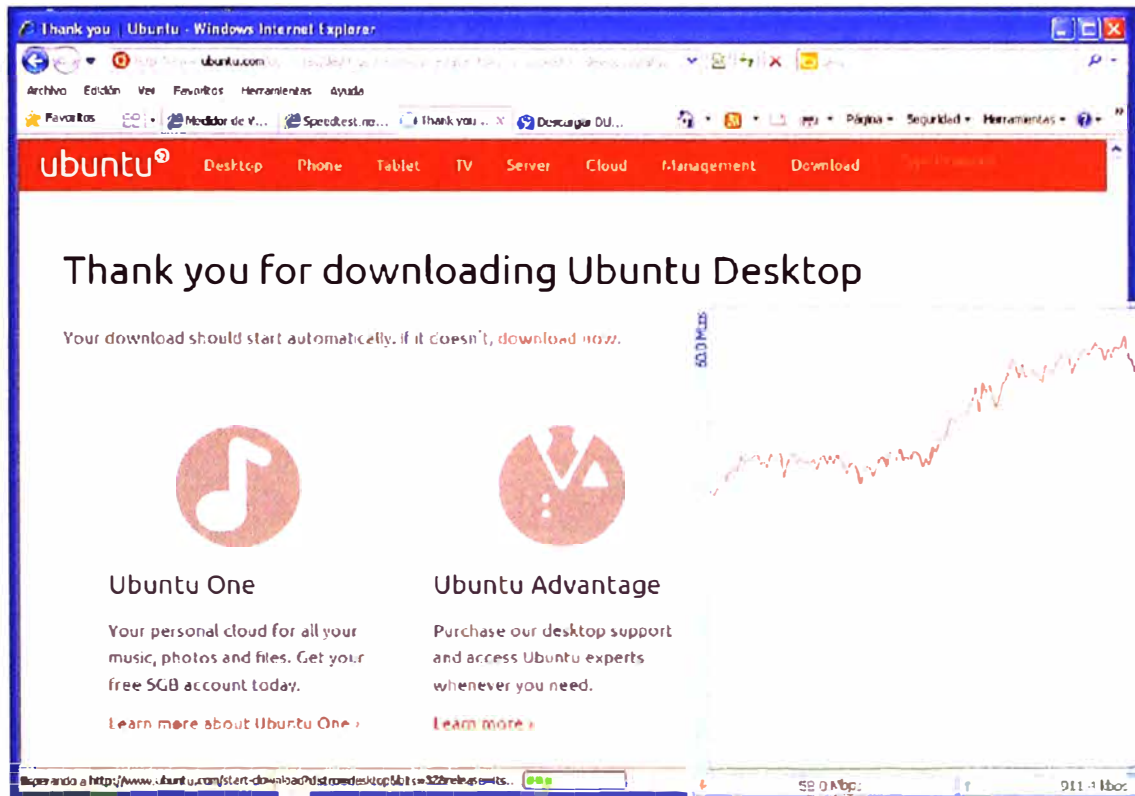


Figura 8.18 Prueba de descarga saturando Ancha de Banda de 60 Mbps

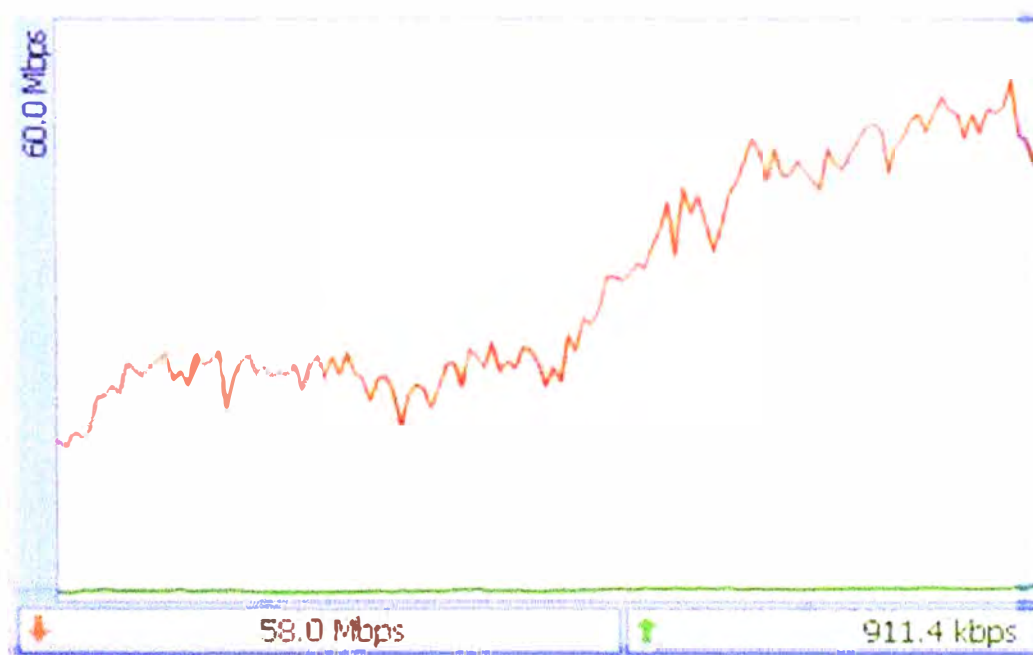


Figura 8.19 Aplicativo de medidor de velocidad en la laptop mostrando descarga a 58 - 60 Mbps

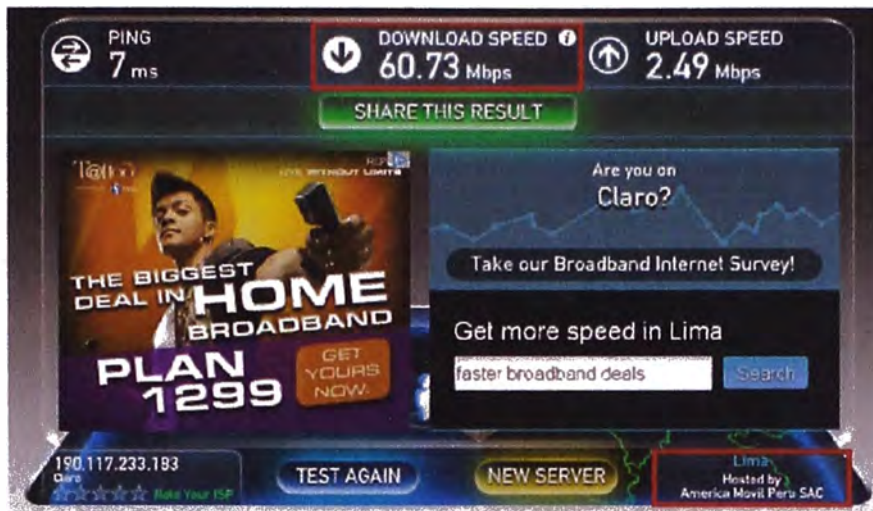


Figura 8.20 Medidor de velocidad en Web indicando velocidad de 60 Mbps



Figura 8.21 Descargando archivos grandes desde Internet a 60 Mbps (Red Hat ISO)

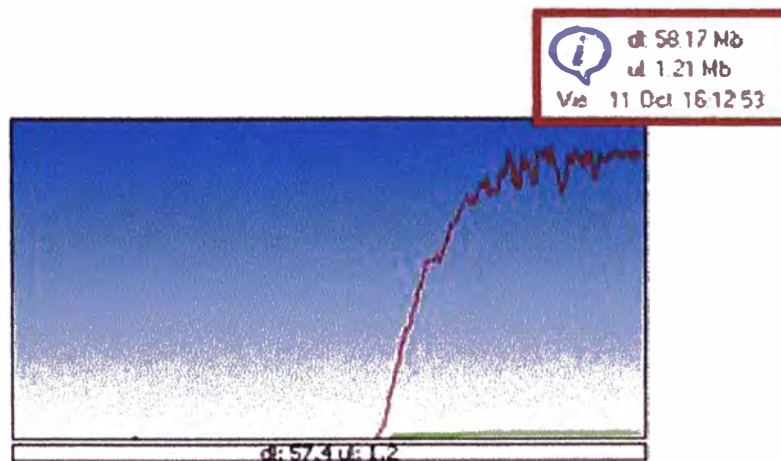


Figura 8.22 Saturación de Ancho de Banda de 60 Mbps.

CAPITULO IX
INVERSIÓN Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

9.1 Inversión para la mejora tecnológica y la capacidad de recursos de Ancho de Banda en CMTS

El inicio de esta mejora tecnológica, debido a la necesidad de ofrecer paquetes de servicio de velocidad de Acceso a Internet cada vez mayores, por parte de la Empresa operadora, se dio en el periodo 2011 – 2012 con el cambio de hardware de 09 Hubs en Lima, equivalente a 10 equipos CMTS, a los cuales se les reemplazó las tarjetas DOCSIS 2.0 2:8 por tarjetas RX48, la TABLA N° 9.1 resume el costo de las tarjetas adquiridas para el cambio de tarjetas a RX de los primeros 10 CMTS.

TABLA N° 9.1 Costo de tarjetas RX48 para implementación de 9 Hubs (10 CMTS)

#	Product	Description	Price	Qty	Extended Price
1	RX48 active Front	RX48 DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Active I/M-CMTS Module Set	\$ 47.800,00	30	\$ 1.434.000,00
2	RX48 active I/O (posterior)	RX48 DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Active I/M-CMTS Rear I/O Module	\$ 1.000,00	30	\$ 30.000,00
3	RX48 redundant set.	DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Redundant I/M-CMTS Module Set	\$ 48.800,00	10	\$ 488.000,00
4	TX32 Front module.	BSR 64000 High Density TX32 Decoupled Downstream DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 RF Front Module	\$ 33.600,00	10	\$ 336.000,00
5	TX32 5 slot I/O module.	BSR 64000 High Density TX32 Decoupled Downstream DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 5-slot Rear I/O Module	\$ 2.100,00	10	\$ 21.000,00
Total CMTS					\$ 2.309.000,00

también se adicionaron tarjetas Motorola TX32 (8 puertos RF de Downstream con 4 portadoras cada uno), lo cual significó realizar un trabajo de reemplazó la placa posterior de las tarjetas TX32 de una placa de 3 Slot por una placa de 5 slots para mayor capacidad de tarjetas TX32.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que la adquisición del hardware de tarjetería, también se presentan inversiones en la adaptación de cableado, materiales y mano de obra de contratas especializadas para este tipo de trabajo, dichos gastos de implementación por la cantidad de CMTS en los que se trabajaron se descritos en la TABLA N° 9.2:

TABLA N° 9.2 Gastos adicionales de Implementación de 9 Hubs

#	Product	Description	Price	Qty	Extended Price
1	Instalación y configuración de Tarjetas en CMTS	Inserción de nuevas tarjetas y configuración de las mismas según combinaciones requeridas	\$ 1.000,00	10	\$ 10.000,00
2	Tendido de nuevo cableado hacia el CMTS	Retirar cableado de las tarjetas DOCSIS 2.0 2:8 y TX32, y tendido de nuevo cable coaxial para tarjetas RX48 y TX32, etiquetado de nuevos cables	\$ 30.000,00	10	\$ 300.000,00
3	Material	Herramientas, conectores RF, Rollo de cable coaxial (rojo, verde, azul, naranja), mangas termo retráctiles, etiquetas de cable	\$ 500,00	10	\$ 5.000,00
Total					\$ 315.000,00

Los tiempos de implementación para esta actualización tecnológica se indican en la TABLA N° 9.3, los cuales son tiempos estimados, en la práctica generalmente se acostumbra darles un margen de error de 1 semana de desfase. Como observación en esta etapa de planificación de los trabajos es necesario tener en cuenta la definición específica de los trabajos que se requiere realice cada contrata, es una buena práctica definir los alcances de los trabajos que se asignaran a las contratas con la mayor precisión y detalle posible, incluso si es necesario indicar los tipos de materiales y marcas de los mismos que se utilizaran en los trabajos, esto a fin de evitar observaciones durante la ejecución de los trabajos que, de ser necesario corregir, puedan implicar demora o retraso en la entrega del proyecto de implementación en relación a las fechas estimadas de compromiso.

TABLA N° 9.3 Tiempos de ejecución de cambio de hardware

#	Tarea	Descripción	Tiempos
1	Planificación y diseño	Se realiza el diseño de diagrama del nuevo tendido de cable a utilizarse durante la migración de tarjetas. Se revisan los recursos necesarios para cada Hub.	1 semana
2	Ejecución de tendido de cableado nuevo	La contrata designada ejecutaba los trabajos de dejar listo el cableado para la noche de la Ventana de migración.	3 semanas
3	Ventana de ejecución de trabajos	Ventana de ejecución de Trabajo en que se reemplaza las tarjetas del CMTS y se realiza el cambio de cableado.	1 día
4	Correcciones en planta Externa	En esta etapa se realizan las correcciones de calibraciones de Nodos en planta externa que se hayan visto afectados por los trabajos y cambios de cableado.	2 semanas

Luego de concluido el trabajo en estos 9 Hubs y sus cambios a mediados del 2012, se procedió a con migraciones puntuales según evaluación de limite de capacidad de consumo de ancho de banda y oferta de servicios. Así mismo se consideró que los nuevos Hubs que se implementaran nacerían este tipo de hardware, por lo que la inversión para un equipo CMTS con nuevo hardware para soportar DOCSIS 3.0 en su totalidad es como se indica en la TABLA N° 9.4, la inversión planteada en este cuadro es referente a un CMTS a una capacidad máxima, que puede soportar hasta 64 nodos de cobertura, sin embargo, los Hubs (y CMTS) construidos en el periodo 2012 – 2013 no necesariamente han sido construidos desde un inicio a su máxima capacidad, sino que según sean de los requerimientos comerciales se ha dimensionado las necesidades de hardware para la implementación, pero teniendo siempre en cuenta las posibilidades de ampliaciones a futuro.

Por lo general es necesario en temas de ampliaciones o construcción de nuevos Hubs el área de ingeniería defino los diseños de cobertura de la mano con el área comercial, ya que es esta última quien define, mediante estudios de mercado, la oportunidad de venta de nuevas zonas.

TABLA N° 9.4 Costo de un chasis CMTS BSR 64K – Full tarjetería

#	Product	Description	Price	Qty	Extended Price
1	BSR 64000	BSR 64000 High Density Chassis	\$ 7.020,00	1	\$ 7.020,00
2	RX48 active Front	RX48 DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Active I/M-CMTS Module Set	\$ 47.800,00	4	\$ 191.200,00
3	RX48 active I/O (posterior)	RX48 DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Active I/M-CMTS Rear I/O Module	\$ 1.000,00	4	\$ 4.000,00
4	RX48 redundant set.	DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Redundant I/M-CMTS Module Set	\$ 48.800,00	1	\$ 48.800,00
5	TX32 Front module.	BSR 64000 High Density TX32 Decoupled Downstream DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 RF Front Module	\$ 33.600,00	4	\$ 134.400,00
6	TX32 5 slot I/O module.	BSR 64000 High Density TX32 Decoupled Downstream DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 5-slot Rear I/O Module	\$ 2.100,00	1	\$ 2.100,00
7	TX32 redundant set.	DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 Redundant I/M-CMTS Module Set	\$ 34.500,00	1	\$ 34.500,00
8	Ether-Flex NIM	BSR 64000,ETHER-FLEX NIM, 2 SFP PORT GIGE, 8 PORT 10/100, MDL	\$ 9.730,00	2	\$ 19.460,00
9	1000Base-LX SFP	SFP GigE Transceiver 1000Base-LX, Single-mode, 10km, 1310nm	\$ 220,50	2	\$ 441,00
10	Blank Module Front Bulk	BSR 64000 Blank Module Front Bulk (11)	\$ 1.500,00	2	\$ 3.000,00
11	Rear I/O Filler Bulk	BSR 64000 Rear I/O Filler Bulk (11)	\$ 500,00	2	\$ 1.000,00
Total CMTS					\$ 445.921,00

CONCLUSIONES

1. De lo desarrollado en capítulos anteriores, la tecnología DOCSIS y Packet Cable es una opción eficiente para cubrir las necesidades que actualmente demanda el mercado de consumidores en cuanto a servicios de mayor ancho de banda, como son velocidades de 10, 20, 60Mbps y servicio de telefonía, dejando de lado tecnologías como ADSL, WiMax, etc.
2. La implementación de las ofertas de servicio hacia el público mediante los estándares de DOCSIS y Packet Cable permiten al abonado tener la flexibilidad de poder solicitar los servicios de Acceso a Internet y Telefonía de manera independientes o de forma conjunta según sus necesidades, permitiendo mejorar los precios de los costos de servicios a pagar por el abonado y evitan que el cliente se sienta obligado a contratar un servicio adicional (caso ADSL) que bien no podría requerir, o necesitar, al momento de adquirir el servicio, generando un costo adicional innecesario para el usuario.
3. La flexibilidad que se tiene para agrupar recursos de ancho de banda en DS y US según se requiera en base a la combinación de puertos de las tarjetas Downstream y Upstream en el CMTS basados en los estándares de DOCSIS, así como la densidad de clientes o abonados que puede soportar un chasis de CMTS, menos hardware necesario para atender a más clientes, esto por supuesto en base a un sustento de un dimensionamiento de los servicios que se desea ofrecer versus las capacidades requeridas para tal fin, como se plantó en el punto 8.3 del presente trabajo, son puntos que la empresa Operadora debe tomar en consideración para utilizar esta tecnología.
4. Adicionalmente no hay que dejar de tener presente que los costos de la implementación de esta tecnología son menores ya que no es necesario la implementación de una red nueva, que puede suponer una inversión de \$ 750.000,00 por hub solo en tendido de red fibra – coaxial (planta externa), sabiendo que estos servicios se montan sobre una red ya existente como lo es las redes de

servicio de Televisión por cable, se pueden ahorrar estos costos, más aún teniendo en cuenta que la red de Televisión por Cable cuenta con una gran cobertura a nivel nacional, con lo cual no existe la necesidad de invertir en el despliegue de una nueva red, mas solamente en la adecuación de la misma.

Finalmente, por lo expuesto, podemos decir que la solución para brindar servicios de Acceso a Internet y Telefonía con los estándares de DOCSIS y Packet Cable sobre redes HFC llega a ser una opción recomendable para las Empresas Operadoras que desean expandir sus negocio en el mercado de las telecomunicaciones, presentando así una variable, flexible y atractiva gama de productos y ofertas al cliente.

ANEXOS

ANEXO A

CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS

ANCHO DE BANDA - cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo. Suele denominarse la tasa de transferencia máxima permitida por el sistema, que depende del ancho de la portadora analógica, de la potencia de la señal, de la potencia de ruido y de la codificación de canal.

ANCHO DE CANAL – Longitud en Hz de un canal de comunicaciones.

CIFRADO (ENCRIPCIÓN) - método que permite aumentar la seguridad de un mensaje o de un archivo mediante la codificación del contenido, de manera que sólo pueda leerlo la persona o dispositivo que cuente con la clave de cifrado adecuada para descodificarlo.

PROVISIÓN – Sistema o grupo de sistemas encargados de la activación, configuración y alta/baja de abonados en un sistema de comunicaciones.

DHCP – Protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

DNS - sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras, servicios o cualquier recurso conectado a Internet o a una red privada. Este sistema asocia información variada con nombres de dominios asignado a cada uno de los participantes. Su función más importante, es traducir (resolver) nombres inteligibles para las personas en identificadores binarios asociados con los equipos conectados a la red, esto con el propósito de poder localizar y direccionar estos equipos mundialmente.

DEFAULT GATEWAY - Ruta por defecto que se le asigna a un equipo y tiene como función enviar cualquier paquete del que no conozca por qué interfaz enviarlo y no esté definido en las rutas del equipo, enviando el paquete por la ruta por defecto.

CPE - equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación. El equipo puede proveer una combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y un host de aplicaciones multimedia interactivos.

ToD - Servicio que provee fecha / hora y GMT offset.

TFTP - Protocolo de transferencia muy simple semejante a una versión básica de FTP. TFTP a menudo se utiliza para transferir pequeños archivos entre ordenadores en una red o dispositivos terminales.

NGN - Red Próxima Generación (Next Generation Networking o NGN en inglés) es un amplio término que se refiere a la evolución de la actual infraestructura de redes de telecomunicación y acceso telefónico con el objetivo de lograr la convergencia tecnológica de los nuevos servicios multimedia (voz, datos, video...) en los próximos 5-10 años. La idea principal que se esconde debajo de este tipo de redes es el transporte de paquetes encapsulados de información a través de Internet. Estas nuevas redes serán construidas a partir del protocolo Internet Protocol (IP), siendo el término "all-IP" comúnmente utilizado para describir dicha evolución.

SOFTSWITCH - Principal dispositivo en la capa de control dentro de una arquitectura NGN (Next Generation Network), encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes IP.

WEBSERVER - Un servidor web o servidor HTTP es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor realizando conexiones bidireccionales y/o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o Aplicación del lado del cliente.

ANEXO B

ACRÓNIMOS

CM – *Cable Modem* (Cable módem)

CMTS - *Cable Modem Termination System* (Sistema de Terminación de Cable módems)

DOCSIS - *Data Over Cable Service Interface Specification* (especificación de interfaz para servicios de datos por cable)

PACKET CABLE – Packet Cable define los aspectos necesarios para utilizar una red de HFC como vínculo para comercializar servicios de telefonía

HFC - *Hybrid Fiber Coaxial* (Fibra híbrida coaxial).

IVR - *Interactive Voice Response* (Respuesta de voz interactiva)

MTA – *Multimedia Terminal Adapter* (Terminal adaptador de multimedia).

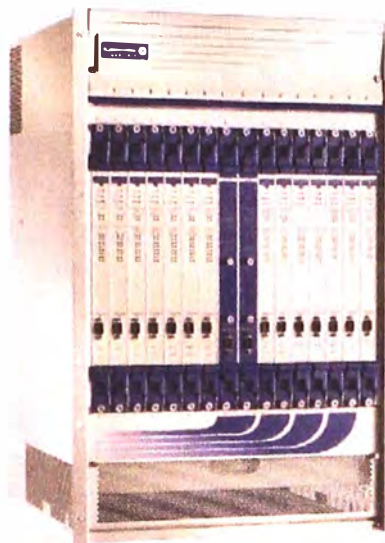
OSI - *Open System Interconnection*, es el modelo de red descriptivo, que fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1984. Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

OSS - *Operations Support Systems* - Sistemas de soporte a las operaciones, hacen referencia a sistemas de información empleados por las empresas operadoras de telecomunicaciones. El término OSS por lo general describe a los "sistemas de red" que están directamente vinculados a la red de telecomunicaciones misma, por ejemplo: procesos de soporte para el mantenimiento del inventario de red, servicios de aprovisionamiento, configuración de los elementos de red y software para la gestión de fallas.

ANEXO B CMTS y EMTA DATASHEET

A continuación se muestra la ficha de datos (data sheet) de los siguientes equipos, según el orden en mención:

- 1.- Data Sheet – CMTS MOTOROLA BSR 64K.
- 2.- Data Sheet – CMTS MOTOROLA Tarjeta RX48.
- 3.- Data Sheet – CMTS MOTOROLA Tarjeta TX32.
- 4.- Data Sheet – CMTS MOTOROLA Tarjeta SRM4.
- 5.- Data Sheet – CMTS MOTOROLA Tarjeta Ether-Flex.
- 6.- Data Sheet – CMTS ARRIS C4.
- 7.- Data Sheet – eMTA Arris Modelo TG862G.
- 8.- Data Sheet – eMTA Ubee Modelo DVW3201B.



Motorola BSR 64000 CMTS/Edge Router Release 5.2

Provides high-density I-CMTS solution with complete high-availability and greater control of IPTV traffic

Features

- TX32 redundancy for full high availability of DOCSIS 3.0 and legacy traffic
- Increased downstream capacity
- Superior control of IPTV traffic with greater multicast traffic control
- Enhanced multi-path routing redundancy
- Subscriber billing with L2 MAC Classification

Motorola's BSR 64000 with release 5.2 is a fully redundant, carrier-class intelligent CMTS/edge router supporting (Euro)DOCSIS[®] 3.0 for next-generation Ultra-Broadband cable services. The BSR 64000 allows cable operators to cost-effectively and efficiently deploy Ultra-Broadband services in excess of 140 Mbps (DOCSIS) / 200 Mbps (EuroDOCSIS) with per-flow Quality of Service by implementing downstream channel bonding on existing BSR 64000 platforms.

The BSR 64000 provides cable operators with the highest level of investment protection by supporting a migration path to (Euro)DOCSIS 3.0 in support of new high-throughput residential and commercial services while leveraging installed BSR hardware. The BSR 64000 DOCSIS 2.0 hardware, including the SRM, HSIM, and 2.8 modules, is fully supported as customers migrate to software release 5.2.

The BSR 64000 is a fully redundant platform designed to offer cable operators 99.999% system availability for subscriber IP voice, video, and data services. The BSR 64000 release 5.2 supports the following modules:

- Supervisory Resource Module (SRM) providing system control and routing functionality. SRM4 and SRM3 are supported.
- TX32 Decoupled Downstream Module offering 32 downstream channels across 8 RF ports
- 2:8 CMTS Module providing integrated 2D and 8U RF channels

- Ether-Flex High-speed Interface Module (HSIM4) offering dual GbE and eight 10/100 Ethernet interfaces, as well as single port HSIM2 GbE modules
- Standby TX32, 2:8, and SRM modules providing full redundant operation
- Refer to the Release 5.2 SRN (Software Release Notice) for actual module revision levels supported

High Availability – TX32 Redundancy

CMTS redundancy is increasingly vital as competition among broadband service providers grows and service quality becomes a key differentiator. With release 5.2, the BSR 64000 introduces support for TX32 RF Redundancy to provide hitless switchover in the event of a hardware or software issue, while fully protecting subscriber IP voice, video, and data traffic. This includes the availability of the TX32 Standby and 3-slot rear I/O modules, which enable full chassis redundancy spanning CMTS, SRM, and HSIM modules. The TX32 3-slot rear I/O module provides the RF port interfaces for up to 2 primary TX32 modules, while integrating the RF switch capability for the TX32 Standby module. These modules, along with release 5.2, enable full TX32 redundancy without an external RF switch or additional cabling.

DATA SHEET

Motorola BSR 64000 CMTS/Edge Router Release 5.2



Increased Downstream Capacity with Expanded Downstream Support

In order to support Ultra-Broadband applications, such as HD (High-definition) IPTV or remote medical imaging, greater and more cost-effective downstream capacity is required in the DOCSIS network. Release 5.2 expands downstream capacity per BSR 64000 with the support of dual TX32 modules per BSR 64000 chassis. Release 5.2 further increases the downstream channel capacity of the BSR 64000 by supporting up to eight downstream channels in a distributed MAC Domain per 2:8 CMTS module. The distributed MAC domain concept allows downstream channels from the TX32 to be part of the MAC Domain associated with the 2:8 downstreams and upstreams. The BSR 64000 now supports up to 64 downstream channels and 64 upstream channels with full redundancy across all modules.

In addition to increased downstream capacity, the BSR 64000 also supports both downstream channel bonding and dynamic load balancing:

Downstream Channel Bonding

Release 5.2 supports DOCSIS 3.0 downstream channel bonding with two, three, or four downstream channels in a bonding group to support ultra-high bandwidth speeds. DOCSIS 3.0 cable modems can coexist with legacy DOCSIS 2.0/1.x cable modems within the same downstream channels in a bonding group.

Dynamic Load Balancing

Dynamic load balancing distributes DOCSIS 3.0 and legacy cable modems within the defined downstream and upstream load balancing groups to optimize channel utilization for subscriber services. Select cable modems are moved from a channel with the highest utilization to a channel with the lowest utilization based on real-time bandwidth utilization sampling and preconfigured thresholds.

Superior Control of IPTV Traffic with Greater Multicast Traffic Control

As Ultra-Broadband services rollout to subscribers, new applications supporting SD or HD IPTV content require greater management and control of multicast traffic flowing through a DOCSIS network. Release 5.2 provides support for Multicast Downstream Replication Control (MDRC), which allows cable operators to specify the downstream channel associated with an IPTV multicast flow, and dynamically moves a cable modem to the specific downstream channel based on the IGMP Join message coming from that cable modem. This enhancement eliminates the replication of multicast traffic to all downstreams in a MAC domain, and frees up additional bandwidth on other downstream channels to optimize the overall subscriber experience.

Enhanced Multi-path Routing Redundancy

Ultra-Broadband services require enhanced network availability and traffic management. Release 5.2 provides enhancements to equal-cost multi-path (ECMP) routing to load-balance the GbE traffic associated with the dual GbE ports on the Ether-Flex modules. Up to three paths are supported to allow multi-path routing to enable high availability with the Ether-Flex and Gig-E modules installed in the BSR platform.

Subscriber Billing with L2 MAC Classification

In order to provide fair access to bandwidth, some operators look to bill subscribers for bandwidth above and beyond committed levels of service. The Layer 2 MAC Classification enhancement allows operators to separate CM/ESAFE traffic from CPE traffic with the ability to assign different classes of service and collect separate statistics for the different flows to facilitate subscriber billing.

DATA SHEET

Motorola BSR 64000 CMTS/Edge Router Release 5.2

Specifications

Scalable Platform for Growth

CARRIER-CLASS CHASSIS

Hot-swappable modules with redundancy
High availability architecture: 1:1 SRM redundancy, 1:N 2:8 Euro/DOCSIS Module redundancy, 1:2TX32 Euro/DOCSIS, 1:1 High-Speed Interface Module redundancy, Redundant power and fan units, Integrated RF switch
Advanced real-time operating systems such as VxWorks and INTEGRITY provide high levels of reliability, availability, and security for the BSR 64000

STANDARDS-BASED INTEROPERABILITY

DOCSIS 2.0 and EuroDOCSIS 2.0 qualified
DOCSIS 3.0 and EuroDOCSIS 3.0 bronze qualified
PacketCable 1.1 and EuroPacket Cable 1.0 qualified
PacketCable Multimedia 1.0 and EuroPacket Cable 1.0 qualified

FLEXIBLE CAPACITY CONFIGURATIONS

Flexible downstream capacity expansion with the TX32 Decoupled Downstream I-CMTS Module
Ether-Flex Card offers two ports of Gigabit Ethernet with SFP optics or eight ports of 10/100 Fast Ethernet

Software Specifications

ROUTING

Internet Protocol version 4 and version 6 (IPv4 and IPv6)
Open Shortest Path First Version 2 (OSPFv2)
Border Gateway Protocol version 4 (BGPv4)
Multiprotocol Label Switching (MPLS)
Routing Information Protocol (RIP) version 1 and 2
Static Routes
Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)
BGP/MPLS VPNs
Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)

MULTICAST

Internet Group Management Protocol (IGMP) version 1, 2, and 3
Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM)
Protocol Independent Multicast-Source Specific Multicast (PIM-SSM)

IP ADDRESS MANAGEMENT

DHCP Relay

TRAFFIC MANAGEMENT

Marking, policing and shaping
Two-level class-based scheduling
SmartFlow™ per-flow queuing
Longest Queue Pushout (LQP) congestion management

SECURITY MANAGEMENT

IPSec Tunnels
MD5 Authentication
BPI+
Cable and Lawful Intercept

HIGH-PERFORMANCE IP ROUTING

Hardware-based forwarding and flow classification
Routing policy support
More than 3 million PPS for each High-Speed Interface Module
More than 42 million PPS for each chassis

ADVANCED QOS

Hardware-based wire-speed QoS
IP DiffServ, standards-based MPLS, BGP/MPLS VPNs (RFC 2547), per-SID queuing

PACKETIZED VOICE SERVICE SUPPORT

Dynamic QoS (DQoS)
Common Open Policy Service (COPS)
IPSec

LOGGING AND MONITORING

Syslog
Traceroute and Ping (IPv4 and IPv6)

SYSTEM MANAGEMENT AND PROVISIONING

Management and diagnostic capabilities
SSH, TACACS/TACACS+, and RADIUS
10/100BASE-T port for management
SNMP v1/v2/v3
Telnet with security extensions
DOCSIS, IETF and Motorola MIBs
Multiple levels of account/password authentication
Open interfaces for provisioning, accounting and billing applications

Hardware Specifications

PHYSICAL

Form	16-slot, 17 RU, NEBS-compliant chassis
Dimensions	29.75 in H x 19 in W x 19.75 in D (75.56 cm x 48.26 cm x 50.17 cm)
Fully configured weight	140 lbs (63.5 kgs)

POWER

Input power	-48 VDC
Optional Tyco NP1200 AC to DC Carrier-Class Power Converter	

ENVIRONMENTAL

Operating temperature	0° C (32° F) to +40° C (104° F)
Storage temperature	-20° C (-4° F) to +60° C (140° F)
Operating humidity	10% - 90% non condensing
Storage humidity	5% - 95% non condensing

DATA SHEET

Motorola BSR 64000 CMTS/Edge Router Release 5.2

REGULATORY COMPLIANCE

Safety	UL60950-1:2003 1st Ed.; CSA C22.2 No. 60950-1-03 1st Ed.; IEC 60950-1:2001, 1st Ed.; EN 60950-1:2002, 1st Ed.; 2006/95/EC
Electromagnetic Emissions	EN 300386 V 1.3.1: 2005, Telecom Centers; IEC CISPR 22: 2003 Class A; CFR 47 Part 15, Subpart B, Class A; VCCI V3: 2005, Class A; AS/NZS CISPR 22: 2002 Class A; RRL Notice 2006-67, Class A; 2004/108/EC
Electromagnetic Immunity	EN 300386 V 1.3.1: 2005, Telecom Center; RRL Notice 2005-130
Environmental	RoHS/WEEE; 2005/95/EC
Physical	Designed for NEBS GR-63-CORE level 3 requirements ETS 300 019 Part 1-1 Class 1.1, Part 1-2 Class 2.2, Part 1-3 Class 3.1

RF Specifications

STANDARDS-BASED INTEROPERABILITY

DOCSIS 3.0 Downstream channel bonding capable
DOCSIS 2.0 A-TDMA, S-CDMA and LOGICAL CHANNEL QUALIFIED
Integrated downstream RF upconverters
2:8 Advanced Spectrum Management

DOWNSTREAM RF

Downstream modulation	64 and 256 QAM
Downstream frequency range (fc)	
DOCSIS	91-870(999*)MHz
EuroDOCSIS	112-869 (998*)MHz
Frequency step	32.0 kHz
Downstream per-channel bit rates:	
DOCSIS	27-38Mbps
EuroDOCSIS	36-56Mbps
RF output level	44-60 dBmV
Bandwidth	
DOCSIS	6 MHz
EuroDOCSIS	Up to 8 MHz
Modulation Error Rate (MER)	47 Typical
Output load impedance	75 Ω

UPSTREAM RF

Upstream frequency range	
DOCSIS	5-42 MHz
J-DOCSIS	5-55 MHz
EuroDOCSIS	5-65 MHz
Upstream modulation	QPSK, 16, 32, 64, 128, and 256 QAM
Upstream per-channel bit rate	0.320 - 40.96 Mbps
Input load impedance:	75 Ω

Specifications are subject to change without notice.

*Applies to TX32 1 GHz Module

Visit www.motorola.com/ultrabroadbandsolutions for more information on Motorola's Broadband products.



MOTOROLA

www.motorola.com

MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. DOCSIS is a registered trademark and PacketCable is a trademark of Cable Television Laboratories, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2009 All rights reserved.

569051-001-3 03/09

5967 - 0K

BSR 64000 DECOUPLED UPSTREAM MODULE



The RX48 introduces advances in RF technology that will allow full DOCSIS 3.0 capability and much greater upstream spectrum utilization. It enables flexible scaling of upstream capacity to achieve subscriber speeds of 100Mbps or beyond for Ultra-Broadband services. The Motorola RX48, combined with the TX32 Decoupled Downstream Module, provides industry leading density in a fully protected Integrated CMTS.

The Motorola BSR 64000 RX48 Decoupled Upstream Module provides industry leading upstream channel density, advanced S-CDMA and A-TDMA capabilities, and high performance packet processing to allow reliable delivery of Ultra-Broadband services at significantly reduced cost per channel.

It is an evolutionary product offering 48 upstream burst receivers packed into a single energy efficient module that allows major flexibility for operators to cost-effectively scale upstream bandwidth to deliver carrier-class high-speed data, voice, and IP-based video services.

With the RX48, cable operators can deliver increased upstream peak bandwidth exceeding 100Mbps for DOCSIS 3.0 cable modems with upstream channel bonding, as well as increased average bandwidth available to legacy DOCSIS 1.x/2.0 cable modems. The significant increase in upstream capacity offered by the RX48 is critical for cable operators to be competitive with FTTx services.

Upstream Channel Density

The RX48 Decoupled Upstream Module combined with the TX32 Decoupled Downstream Module allows flexible upstream and downstream channel capacity ratios for the BSR 64000 I-CMTS solution to support a wide variety of deployment scenarios. The RX48 provides significant



channel density with 48 upstream RF receivers across eight physical RF ports. Each port may have up to 6 upstream RF receivers that can be easily enabled for increased channel capacity to support the steadily growing upstream bandwidth consumption associated with peer-to-peer, gaming, video conferencing, and high speed commercial and residential services.

DOCSIS 3.0

The RX48 incorporates next generation DOCSIS 3.0 Upstream MAC controllers,

Features

I-CMTS Decoupled Upstream Module for Flexible Upstream Capacity Expansion

DOCSIS 3.0 Upstream Channel Bonding to support Ultra Broadband services of 100Mbps or more

Integrated RF Switch design enables High Availability Services with Hitless RF Redundancy

Increased Upstream Channel Density with a 60% energy savings over prior generation RF modules

Advanced S-CDMA design enables usage of low frequency Upstream Channels for greater upstream bandwidth

Deployable in all BSR 64000 HD Chassis with existing 2.8, SRM, and Ether-Flex modules for maximum investment protection

DOCSIS 3.0 Upstream S-CDMA/A-TDMA Burst Receivers, high-performance multi-core processor and packet processing components to support the advanced DOCSIS 3.0 feature set, including Upstream Channel Bonding, enhanced security (AES, Security Provisioning), IPv6, Multicast, IPDR Extensions, and enhanced Upstream RF support.

Upstream Channel Bonding

Cable operators can deploy DOCSIS 3.0 upstream channel bonding to achieve peak upstream bandwidths of 100Mbps and beyond to offer services with faster download speeds for high-tiered subscribers. The RX48 provides significant investment protection for cable operators with the ability to grow the number of upstream channels per bonding group to support these higher peak upstream services as new DOCSIS 3.0 cable modems become available.

Spectrum Optimization with S-CDMA

With S-CDMA, cable operators may increase upstream channel capacity as much as 50 percent by unlocking additional upstream channels that were previously unusable due to noise in the lower upstream frequency spectrum or high in-home attenuation. The RX48 decoupled upstream module facilitates the use of S-CDMA, so cable operators can use this new capacity to increase average data rates through higher order modulation or implement DOCSIS 3.0 upstream channel bonding to achieve bandwidths in excess of 100 Mbps.

Advanced RF Front End

The RX48 offers an advanced RF front-end design comprised of RF filtering and gain adjusting circuits to optimize the DOCSIS 3.0, 2.0, and 1.x upstream RF signal linearity, modulation error ratio (MER), and input RF signal level to the upstream RF burst receivers for all supported modulation profiles.

Advanced Spectrum Management

The RX48 implements advanced spectrum management and ingress noise cancellation techniques to maximize the available upstream channel throughput for DOCSIS

3.0 and legacy DOCSIS 2.0/1.x cable modems. Spectrum management is essential so that operators can identify impairments and make the necessary adjustments to improve upstream channel performance. The RX48 leverages noise measurement techniques such as Fast Fourier Transform (FFT) measurements to assess the type of upstream RF noise and overall condition of an upstream channel prior to applying upstream spectrum management rules to optimize available upstream channel bandwidth for cable modem operation.

In addition, the RX48 supports the capability to configure one of the six upstream receivers per RF port to be used as a dedicated receiver for upstream RF spectrum analysis without interrupting services. The spectrum analysis is used to aid in the selection of the best upstream channel frequencies and modulation type to optimize upstream bandwidth with spectrum management.

RF Hitless Redundancy

The BSR 64000 I-CMTS solution supports 1:N redundancy with the RX48 Decoupled Upstream Module to offer fully protected upstream operation avoiding any interruption of high-speed data, voice or video services. The Standby RX48 Module occupies slot 6 of the BSR 64000, and provides full redundant operation upon switch over with the BSR 64000 integrated RF switch.

SPECIFICATIONS

Flexible Configurations	BSR 64000 I-CMTS Chassis Configuration with the TX32 and RX48 Decoupled DOCSIS 3.0 modules, SRM controller module, and Ether-Flex High-Speed Interface modules	
	Deployable with 2:8 DOCSIS/EuroDOCSIS modules operating with unique MAC Domains	
Features	High-performance Dual-Core PPC Processor and Packet Processing Engines	
	Advanced DOCSIS 3.0 Upstream MAC and Upstream Burst Receiver Chipset	
	4 GB High-speed DDR2 Memory	
	48 Upstream QAM receivers	
	8 Upstream RF Ports	
	Maximum of 6 upstream QAM receivers per RF port	
	Field-Upgradable Firmware	
Standard- Based	Compliant with DOCSIS 3.0, 2.0, and 1.x	
	Compatible with DOCSIS, J-DOCSIS, and EuroDOCSIS specifications	
RF	Upstream RF frequency range	5 to 85 MHz
	Upstream modulation	4 (QPSK), 8, 16, 32 and 64 QAM
	RF Receive Input Level Range	-7 to +23 dBmV per DOCSIS 3.0 PHY Specification
	Input load impedance:	75 Ω
Physical	Occupies a single slot in the BSR 64000 chassis	
	Hot-swappable	
	RF Interfaces	Eight 'F' type connectors on rear I/O module
	Diagnostic Ports	DB-9 and RJ-45 (1000BASE-T Only)
	Module LEDs	Fail, Status, and Alarm
	Upstream Port LEDs	Link and Fault
	Dimensions (H x W x D)	15.0 x 15.0 x 1.0 inches (38.1 x 38.1 x 2.54 cm)
	Weight	4.1 lbs.
Management	Supports standards-based IP Detail Record/Streaming Protocol (IPDR/SP)	
	Supports standards-based and Motorola Proprietary DOCSIS 1.x, 2.0, and 3.0 MIBs	
Environmental	Operating temperature	0° C (32° F) to +40° C (104° F)
	Storage temperature	-20° C (-4° F) to +70° C (158° F)
	Operating humidity	10%-95% non condensing
	Non-Operating and Storage Humidity	5% - 95% non condensing
Regulatory Compliance	Safety	UL60950-1:2003, 1st Ed; . CSA C22.2 No. 60950-1-03, 1st Ed. IEC 60950-1:2001, 1st Ed.; EN 60950-1:2002, 1st Ed.; 2006/95/EC
	Electromagnetic Emissions	EN 300386 V 1.4.1: 2008, Telecom Centers; 55022: 2006 +A1: 2007, Class A (specified by EN 300386); IEC CISPR 22: 2005 +A1: 2005, Class A; CFR 47 Part 15, Subpart B, Class A; VCCI V3: 2009, Class A; AS/ NZS CISPR 22: 2006, Class A 2004/108/EC

SPECIFICATIONS CONTINUED

	Electromagnetic Immunity	EN 300386 V 1.4.1: 2008, Telecom Centers; RRL Notice 2008-38
	Environmental	RoHS,WEEE; 2005/95/ EC
	Physical	Designed for NEBS GR-63-CORE Level 3 Requirements; ETS 300 019 Part 1-1 Class 1.1, Part 1-2 Class 2.2, Part 1-3 Class 3.1
Power	Unit Power	150 watts (typical)
Software	Minimum software revision	

MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. CableLabs and DOCSIS are registered trademark of Cable Television Laboratories, Inc. All other marks are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2010. All rights reserved. 576548-001-a 6053 - 0110 - 0K



Highlights

Enables the industry's most economical expansion of downstream capacity

Architected for highly available and protected bandwidth via hitless RF redundancy support

Supports redundancy in three cards slots, whereas alternative offerings require five card slot redundancy configurations

Efficient power and space utilization enables flexible scaling of high-speed downstream broadband services

Investment protection for DOCSIS® 1.0, 1.1, and 2.0 cable modems while migrating deployed BSR 64000 CMTS/edge router platforms to the latest software release

Supports DOCSIS 3.0 channel bonding, AES, and IPv6 implementations

Decoupled downstream capabilities enable flexible downstream capacity growth without requiring a corresponding investment to increase upstream channels

Delivers major bandwidth increases for both DOCSIS 3.0 and legacy DOCSIS cable modems

Includes the 4QRM, the industry's lowest-power, highest-density upconverter that combines the functions of QAM modulation and RF upconversion for four channels in a single module

The Motorola TX32 allows cable operators to significantly increase "protected" downstream capacity while fundamentally changing the economics associated with ultra-broadband triple-play services. The TX32 is easily deployed into existing headends to support DOCSIS 3.0 I-CMTS architectures that enable flexible scaling of downstream bandwidth to support ultra-broadband services.

The Motorola BSR 64000 Decoupled Downstream TX32 module provides significantly increased downstream capacity and drastically reduces per-subscriber and channel costs for supporting the economical delivery of ultra-broadband services at speeds greater than 200 Mbps. It is an evolutionary product that provides major flexibility for operators so they can cost-effectively scale downstream bandwidth to deliver ultra-broadband services. With the TX32, cable operators can deliver increased bandwidth for DOCSIS 3.0 as well as legacy DOCSIS 1.0, 1.1, and 2.0 cable modems.

The TX32 incorporates DOCSIS 3.0 downstream channel bonding services, IPv6, and Advanced Encryption Services (AES) and 1 GHz downstream operation* to allow cable operators to deploy cost-effective, scalable, and secure ultra-broadband solutions. With the industry's leading downstream port density in a highly redundant platform, the TX32 allows cable operators to significantly lower the cost of downstream transmission while deploying proven

Integrated Cable Modem Termination System (I-CMTS) solutions. To provide 32 downstream channels, the BSR 64000 I-CMTS decoupled TX solution requires only one slot, whereas competitive alternatives require three slots to equal the same downstream density.

The TX32 supports independent scalability of CMTS downstream functions and provides cable operators greater flexibility in deploying new services. MSOs can add downstream ports without a corresponding increase in upstream capacity. The term "decoupled" specifically refers to the separation of the downstream and upstream into different physical modules. This provides cable operators with much higher density and far greater flexibility than current fixed CMTS modules that bound the limits in deploying ultra-broadband services.

*TX32 1GHz Module only



DOCSIS 3.0

The TX32 offers high downstream channel density and enables new DOCSIS 3.0 channel bonding and encryption functionality while simultaneously helping to decrease costs and protect operator investments in existing DOCSIS 1.0, 1.1, and 2.0 equipment. It also supports DOCSIS 3.0 IPv6, which offers much larger address space that allows greater flexibility in assigning addresses.

This advanced module supports DOCSIS 3.0 cable modems as well as legacy DOCSIS 1.x and 2.0 cable modems. Downstream channel bonding with unique RF channels from the BSR 64000 2:8 DOCSIS/EuroDOCSIS CMTS module can be bonded with downstreams on the TX32 ports to provide operators with flexible spectrum usage as new RF channels become available. In the future, Motorola plans to introduce a decoupled upstream module that will further expand a cable operator's flexibility to increase capacity.

I-CMTS

The BSR 64000 architecture supports the I-CMTS architecture, with the TX32 providing dramatically more downstream bandwidth to residential and commercial subscribers. By deploying the TX32 in a BSR 64000 platform, cable operators gain the flexibility to expand downstream offerings without the overhead of increased upstream capacity associated with alternative coupled downstream and upstream DOCSIS modules offered by other vendors. This I-CMTS approach allows cable operators to benefit from a protected module in a protected system that provides the lowest cost of operation for increasing downstream capacity.

Channel Bonding

Cable operators can leverage the high bandwidth gains provided by channel bonding technologies to provide ultra-broadband services to residential and commercial subscribers. Cable operators can bond up to four physical channels today to offer ultra-broadband services to successfully compete with telcos and satellite providers. Motorola will increase the number of downstream channels per bonding group from 4 to 32 in a future software release. Motorola's downstream channel bonding solution can deliver over 145 Mbps to a single DOCSIS cable modem and over 200 Mbps to a single EuroDOCSIS cable modem.

Bandwidth Expansion

Cable operators face varying demands for upstream and downstream bandwidth. For example, video-on-demand (VoD) and high-speed data services require increased downstream bandwidth but do not require increased upstream bandwidth.

As services evolve, the ratio of upstream to downstream capacities will similarly evolve. The TX32 enables significantly higher densities at a lower cost per downstream channel.

Investment Protection

The TX32 supports DOCSIS 3.0 channel bonding and helps provide the industry's highest I-CMTS density embedded downstream solution with each module supporting 32 QAM channels in a single slot within the fully redundant BSR 64000 chassis. The downstream channels on the TX32 can be coupled with the downstream and upstream channels on existing 2:8 CMTS modules already in production to provide up to 138 downstream channels and over 5 gigabits of aggregate downstream capacity in a single chassis. Because of its density, the TX32 decreases today's cost per downstream channel by an average of 60 percent. When added to a BSR 64000, the TX32 provides functionality to every installed 2:8 CMTS module, ensuring that existing investments are protected and offering the lowest incremental costs for capacity additions.

RF Redundancy

The BSR 64000 I-CMTS solution provides 1:N redundancy across a bank of three or five TX32 modules for high availability of services. The standby TX32 module occupies the center module slot within a TX32 bank of cards. A fully redundant BSR 64000 I-CMTS decoupled TX solution requires only two slots—active and standby—while competitive alternatives require five slots to match the same downstream density. The TX32 provides a dramatic increase in protected downstream capacity. It is a cost-effective solution for RF bandwidth protection, and supports uninterrupted service delivery or "hitless" RF redundancy.

Integrated Four-Channel QAM Modulator and Block Upconverter

The TX32 utilizes a custom four-channel QAM modulator with direct RF block upconversion to meet stringent DOCSIS 3.0 isolation requirements while delivering industry-leading downstream density on a single module. This custom four-channel QAM RF Modulator (4QRM) has unique low-power characteristics and serves as a highly dense upconverter with support of single, dual, and quad channel operation. The 4QRM's sophisticated design leverages an on-board microprocessor to control critical parameters, monitor operations, and provide status information on operating temperature, voltages, and RF output level.

4QRM Highlights

Low Noise

Enables the TX32 to provide low phase noise and Modulation Error Ratio in all modes for demanding 256 QAM transmissions in HFC networks

Minimal Power Consumption

Innovative signal processing and output stage design produce a high RF power level while consuming on average only 2 W of DC power, enabling the TX32 density of up to 32 downstream channels per module

TX32

BSR 64000 Decoupled Downstream Module

Specifications

FLEXIBLE CONFIGURATIONS

Eight downstream RF ports
 Integrated four-channel QAM modulation and RF block-upconversion per RF port
 One, two, three*, or four adjacent DOCSIS downstream channels per RF port
 Maximum of 32 downstream QAMs per module
 Configurable DOCSIS, J-DOCSIS and EuroDOCSIS operation
 Deployable with existing SRM, HSIM, and 2.8 DOCSIS/EuroDOCSIS modules
 Combined 2.8 and TX32 downstream channel bonding with non-adjacent 2.8 downstream channels

STANDARDS-BASED INTEROPERABILITY

DOCSIS 1.x, 2.0, and 3.0-compliant
 Compatible with DOCSIS, J-DOCSIS, and EuroDOCSIS specifications
 Based on Broadcom BCM3215 Octal Downstream DOCSIS 3.0 Core MAC Chip

MANAGEMENT

Compatible with all relevant BSR 64000 CLI commands
 Supports all relevant DOCSIS 1.x, 2.0, and 3.0 MIBs
 Enables downstream per-flow queuing

RF

Downstream Frequency Range (fc)	
DOCSIS	91 to 870 (999*) MHz
EuroDOCSIS	112 to 869 (998*) MHz
Downstream Modulation	
	64 and 256 QAM
Downstream Per-Channel Bit Rates	
DOCSIS	27 to 38 Mbps
EuroDOCSIS	36 to 56 Mbps
Output Level	
	44 to 60 dBmV
Bandwidth	
DOCSIS	6 MHz
EuroDOCSIS	≤8 MHz
Typical Modulation Error Rate	
	47
Output Load Impedance	
	75 Ω

PHYSICAL

Occupies a single slot in the BSR 64000 chassis
 Hot-swappable with redundant rear I/O module
 F-type connector on rear I/O module for RF
 Diagnostic Port DB-9
 LEDs Fail, Status, Alarm, Link, Fault
 Dimensions 15.0 in x 15.0 in x 0.12 in
 (38.1 cm x 38.1 cm x 0.3 cm)
 Weight 6.8 lb

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature	0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)
Storage Temperature	-20 °C to 60 °C (-4 °F to 140 °F)
Operating Humidity	10% to 90% non-condensing
Storage Humidity	5% to 95% non-condensing

REGULATORY COMPLIANCE**Safety**

UL60950-1 2003 1st Ed.
 CSA C22.2 No. 60950-1-03 1st Ed.
 IEC 60950-1 2001, 1st Ed.
 EN 60950-1 2002, 1st Ed.
 2006/95/EC

Electromagnetic Emissions

EN 300386 V 13.1. 2005, Telecom Centers
 IEC CISPR 22 2003 Class A
 CFR 47 Part 15, Subpart B, Class A
 VCCI V3 2005, Class A
 AS/NZS CISPR 22 2002 Class A
 RRL Notice 2006-67, Class A
 2004/108/EC

Electromagnetic Immunity

EN 300386 V 13.1. 2005, Telecom
 RRL Notice 2005-130

Environmental

RoHS, WEEE
 2005/95/EC

Physical

Designed for NEBS GR-63-CORE Level 3 Requirements
 ETS 300 019 Part 1-1 Class 1.1, Part 1-2 Class 2.2, Part 1-3 Class 3.1

POWER

Unit Power	130 (150*) W (typical)
------------	------------------------

SOFTWARE

Minimum Software Revision	BSR 64000 Software Release 5.0, 5.1*
---------------------------	--------------------------------------

***TX32 1GHz Module only**

For ordering information, contact your local Motorola sales representative.

MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the U.S. Patent and Trademark Office. CableLabs and DOCSIS are registered trademarks of Cable Television Laboratories, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2008. All rights reserved.

549728-001-b 0908 5950 - 0X

www.amt.com

AMT
 advanced media technologies

Advanced Media Technologies®, Inc. · 3150 SW 15th Street Deerfield Beach, FL 33442
 (888) 293-5856 · (954) 427-5711 · Fax (954) 427-9688

SUPERVISORY RESOURCE MODULE 4



Highlights

Primary control interface to all BSR 64000 modules in the chassis, communicating via high-speed Ethernet links

Executes all routing protocols supported by the BSR 64000 and provides forwarding information to all modules in the BSR 64000 chassis

Contains the 16x16 64 Gbps switch fabric that provides the datapath connectivity between modules across the midplane

Supports Layer 3 routing as well as wire-speed packet classification and forwarding

Supports standards-based protocols, enabling rapid integration with existing infrastructure

Full-featured routing with support for intra-domain, inter-domain, and multicast routing protocols, including IPv4, IPv6, OSPF v2, BGP4, RIP v1/v2, IGMP, VRRP, PIM-SM, PIM-SSM

Compatible with DOCSIS 1x, 2.0, and 3.0

Supports IPv6 and channel bonding as well as other DOCSIS 3.0 capabilities

Managed via SNMP v1/v3, standard DOCSIS and IETF MIBs, and by a command line interface

Supports BITS clock

Enables lower operational costs via hitless software upgrades

Providing next-generation control, switching, and route processing for the BSR 64000 CMTS/edge router

The Supervisory Resource Module Release 4 (SRM4) is an integrated control, switching, and route processing module for the carrier-class BSR 64000 CMTS/edge router. The SRM4 provides the high performance, advanced routing, and scalability needed for cable operators to deploy new high-speed Internet, voice, and video service packages to mid- and high-tier customers.

The SRM4 integrates three distinct subsystems providing control, switching, and route processing to enable advanced routing, high-speed traffic forwarding, and inter-module control for the proven and highly scalable BSR 64000 system.

Cable operators need carrier-class implementations of major routing protocols so they can efficiently deploy new services and integrate diverse technologies across their networks. The SRM4 enables full-featured routing on the BSR 64000 with support for intra-domain, inter-domain, and multicast

routing protocols including IPv4, OSPF v2, BGP4, RIP v1/v2, IGMP, VRRP, PIM-SM, PIM-SSM, and IPv6. With the SRM4, support for these major IP routing protocols allows cable operators to easily integrate new services onto existing network environments.

The BSR 64000 architecture uses the SRM4 to perform centralized routing table calculations and distribution of forwarding and control information to the High-Speed Interface (HSIM) and 2:8 DOCSIS*/EuroDOCSIS modules to optimize system performance and simplify configuration and management. Using this centralized approach, the SRM4 performance can be optimized and simplified by having all other BSR 64000 modules connect to the primary and secondary SRMs via redundant control buses. This allows the flow of control and management information from the SRM to the other modules.



Redundant Configuration

The two central slots in the BSR 64000 chassis are reserved for the primary and secondary SRM modules to enable 1:1 redundancy. Redundant control buses connect all BSR 64000 modules to the primary and secondary SRM4 modules and enable the flow of control and management information. Full SRM redundancy requires both a primary SRM4 and standby SRM4 module to be populated in the BSR 64000.

DOCSIS 3.0 Channel Bonding

The SRM4 will support all DOCSIS 3.0 functions, including a full DOCSIS 3.0 implementation of channel bonding, giving cable operators the ability to combine multiple physical channels into a single virtual channel. The result is a significant increase in throughput to cable modems, enabling the delivery of high-speed bandwidth services to subscribers. The BSR 64000 delivers the increased bandwidth by sending packets on multiple channels at the same time. The SRM4 supports DOCSIS 3.0 channel bonding, allowing cable operators to enable high-speed residential and commercial data services at ultra-broadband speeds of over 145 Mbps to a single DOCSIS cable modem and over 200 Mbps to a single EuroDOCSIS cable modem. Channel Bonding dramatically increases the downstream data rate, allowing for a significant increase in downstream capacity and offering cable operators a cost-effective solution to compete with next-generation DSL and fiber-based telco services.

MPLS and Policy-Based Routing

Support for MPLS allows cable operators to deploy the BSR 64000 as an MPLS Label Edge Router (LER) as an MPLS Label Switch Router (LSR) to provide high-speed Layer 2 transport across the network. MPLS traffic flow can be routed at wire-speed so cable operators can deploy additional revenue-generating services.

VPNs and VLANs

The SRM4 supports private Virtual Private Networks (VPNs) for traffic management and security via Layer 3 MPLS VPNs or 802.1q/p Virtual LANs (VLANs).

Carrier-Class Voice

The SRM4 supports carrier-class voice services, and also provides support for the PacketCable™ and PacketCable Multimedia (PCMM) architectures to allow cable operators to offer a variety of bandwidth-on-demand services, including QoS IP-based revenue-generating services such as VoIP, online gaming, and multimedia services.

High-Performance Architecture

In order to segment and protect traffic flows, the BSR 64000 chassis supports the transport of subscriber data packets and control traffic on two separate high-performance buses. The SRM4 contains the high-speed switch fabric, allowing wire-speed transport of data packets throughout the BSR 64000. The SRM4 includes a 100Base-T switch for management and control of communication to each card in the chassis.

Flexibility to Support Diverse Routing Requirements

With the SRM4, each operator's network can be viewed in routing terms as an autonomous system or routing domain. Operators implement interior routing protocols within a domain, while exterior routing protocols are used for routing between routing domains. The SRM4 supports interior, exterior, and multicast routing protocols and gives cable operators the ability to classify traffic at the edge of the network for routing within an autonomous domain and for routing to third-party networks. Cable operators benefit from high-availability routing and can efficiently scale their networks in terms of number of routes, interfaces, and peering relationships.

SRM I/O Module

The SRM4 includes an SRM rear I/O module, a passive device that provides the physical interfaces for connectivity into the mid-plane of the BSR 64000. The SRM rear I/O modules include a DB-25 pin connector for connecting with an external alarm panel, two RJ-48 T1/E1 interfaces for BITS clock inputs, a DB-9 RS-232 connector for linking to a console monitor, and an RJ-25 10/100 Ethernet connector for management over the network.



SRM4

Supervisory Resource Module 4

Specifications

ROUTING, MULTICAST, AND TRAFFIC MANAGEMENT

IPv4 and IPv6; OSPF v2; BGP v4; MPLS; BGP/MPLS-VPNs; RIP v1 and v2; IS-IS; VRRP; IGMP v1, v2, and v3; PIM-SM, PIM-SSM
 Static routes
 DHCP Relay
 Marking, policing, and shaping traffic management
 Two-level class-based scheduling
 SmartFlow™ per-flow queuing
 Longest Queue Pushout (LQP) congestion management
 IPSec tunnels, MD5 authentication, BPI+
 Hardware-based forwarding and flow classification, hardware-based wire-speed QoS, routing policy support

PACKETIZED VOICE SERVICE

Dynamic QoS, COPS, IPSec, cable intercept, lawful intercept

LOGGING AND MONITORING

Syslog, traceroute, ping (IPv4 and IPv6)

SYSTEM MANAGEMENT

Industry-compatible CLI, Telnet
 SSH, TACACS/TACACS+, and RADIUS; SNMP v1, v2, v3
 10/100 Ethernet port

PROCESSORS

FreeScale Semiconductor MPC7410 Host Processor (500 MHz CPU, 166 MHz bus, 2 MB L2 cache)
 FreeScale Semiconductor MPC8260 PowerQuicc II Communications Processor (166 MHz CPU)

MEMORY

512 MB SDRAM System Memory
 512 MB removable Compact Flash Memory Card
 32 MB Packet Memory
 64 MB on-board Flash Memory

POWER

Unit Power 87 W (typical)

SOFTWARE

Minimum Software Revision BSR 64000 Software Release 4.2.0.13 with the SRM4 modules

PHYSICAL

Occupies a single slot in the BSR 64000 chassis
 Hot-swappable with redundancy

Front Module

Module LEDs	Fail, Status, Alarm
Fan Status LEDs	OK and Fail
Alarm LEDs	Minor, Major, Critical
Terminal Port	DB-9 (male) connector
Audible alarm cutoff button	
Flash status LED	
CompactFlash card slot	

Rear Module

External Alarm Interface	DB-25 (female) connector
T1/E1 Bits Clock Interface	Input A RJ-48 and input B RJ-48 connectors
Console Port	DB-9 (male) connector
10/100 Ethernet Interface	RJ-45 connector

Dimensions

15.0 in x 15.0 in x 0.12 in
 (38.1 cm x 38.1 cm x 0.3 cm)

Weight

3.5 lb

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature	0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)
Storage Temperature	-20 °C to 60 °C (-4 °F to 140 °F)
Operating Humidity	10% to 90% non-condensing
Storage Humidity	5% to 95% non-condensing

REGULATORY COMPLIANCE

Safety

UL60950-1 2003 1st Ed.
 CSA C22.2 No. 60950-1-03 1st Ed.
 IEC 60950-1 2001, 1st Ed.
 EN 60950-1 2002, 1st Ed.
 2006/95/EC

Electromagnetic Emissions

EN 300386 V 1.3.1 2005, Telecom Centers
 IEC CISPR 22 2003 Class A
 CFR 47 Part 15, Subpart B, Class A
 VCCI V3: 2005, Class A
 AS/NZS CISPR 22: 2002 Class A
 RRL Notice 2006-67, Class A
 2004/108/EC

Electromagnetic Immunity

EN 300386 V 1.3.1 2005, Telecom Center
 RRL Notice 2005-130

Environmental

RoHS
 WEEE
 2005/95/EC

Physical

Designed for NEBS GR-63-CORE Level 3 Requirements
 ETS 300 019 Part 1-1 Class 1.1, Part 1-2 Class 2.2, Part 1-3 Class 3.1

Ordering Information

SRM4 Primary Set	517930-002-00
SRM4 Redundant Module	517932-002-00



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the U.S. Patent and Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners.
© Motorola, Inc. 2008. All rights reserved.

550311-001-a 0308 5868 - 0K

www.amt.com

Advanced Media Technologies, Inc. · 3150 SW 15th Street Deerfield Beach, FL 33442
(888) 293-5856 · (954) 427-5711 · Fax (954) 427-9688



ETHER-FLEX

GIGABIT ETHERNET NETWORK INTERFACE MODULE

DATA SHEET



FEATURES

- High-capacity with two Gigabit and eight Fast Ethernet ports in a single module
- Advanced routing support with an architecture designed to support IPv6 and emerging DOCSIS 3.0 network requirements
- Hardware-based packet filtering and forwarding supports high-performance routing
- Compatible with existing BSR 64000 NIMs to provide a cost-effective migration path for existing customers
- 10/100 Ethernet ports can be leveraged to bring content, caching, and application servers closer to subscribers
- Gigabit Ethernet ports provide high-speed connectivity from distribution hubs and regional headends to metro and core network infrastructure

Motorola's Ether-Flex™ Network Interface Module (NIM) provides the high-performance routing and availability cable operators depend on for the delivery of reliable tiered data and primary-line residential voice services. In addition, the Ether-Flex is designed to enable cost-effective network scalability to meet the ever-increasing bandwidth demand for ultra high-speed data and IPTV services.

The Ether-Flex module combines two-port Gigabit Ethernet and eight-port Fast Ethernet interfaces on a single module for the BSR 64000 CMTS/edge router to enable cable operators to deliver next generation bandwidth-hungry data, voice, and video IP-based services.

The BSR 64000 chassis can support up to four Ether-Flex modules, providing cable operators the flexibility and investment protection to gradually expand IP network capacity as they begin to migrate to all digital services leveraging high-speed channel bonding, enhanced routing, IPv6 addressing, and IP security features offered with the DOCSIS® 3.0 standard.

The Ether-Flex NIM is carefully architected with future network expansion in mind to satisfy the most demanding routing throughput and robust Quality of Service (QoS) routing protocols to allow cable operators to deploy feature-rich, real-time residential and commercial services. It is architected to support hardware accelerated multicast QoS traffic for IPTV services and up to 1,024 simultaneous BGP/MPLS VPNs for commercial services.



High Performance

A unique, distributed forwarding architecture offers wire-speed packet forwarding regardless of route policies and QoS configuration. Ether-Flex provides hardware-based flow classification at wire-speed and delivers non-blocking performance for all cable voice, video, and data services.

Advanced Routing

Policy-based routing is performed in hardware at wire-speed. Ether-Flex supports RIP V1/V2, OSPF V1/V2, BGP4, BGP/MPLS VPN, IGMPv3, PIMv2-SM and SSM, and DVMRP. It is architected to support IPv6 and emerging DOCSIS 3.0 requirements. The Ether-Flex NIM will support deployment of the BSR 64000 as a hardware-based, wire-speed MPLS Label Edge Router (LER) and Label Switch Router (LSR).

Full Layer 3 Functionality

Ether-Flex supports a large number of Access Control Lists (ACLs) and offers multicast support on all ports. Wire-speed multicast support includes PIM and DVMRP (RFC 1075) with support for many multicast group members. Ether-Flex supports simultaneous BGP/MPLS VPNs and thousands of Label Switched Paths (LSPs).

High Capacity

Ether-Flex combines the functionality of two Gigabit Ethernet and eight 10/100 ports into a single card. Cable operators can benefit from higher capacity and full compatibility with deployed BSR 64000s.

Flexible SFP Gigabit Ethernet Modules

Ether-Flex uses Small Form-Factor Pluggable (SFP) modules that support a variety of Gigabit Ethernet optical and copper interface types to provide flexible deployment options. SFP modules can be easily interchanged, and operators can easily replace or upgrade them as infrastructure requirements evolve. The SFP optical modules therefore can deliver substantial cost savings, both in maintenance and upgrade costs.

Carrier-Class Redundancy

Full redundancy is available, including switchover based upon a link state change, a software issue, or a route change. Switchover can also be implemented based upon direction from a higher-level routing protocol. Ether-Flex provides carrier-class reliability for "five nines" uptime, and a mid-plane design allows for non-disruptive troubleshooting, reconfiguration, and repair. Multiple Ether-Flex modules can be installed for redundancy/loadsharing, and all modules are hot swappable.



SPECIFICATIONS

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Ports	2-port Gigabit Ethernet (SFP module interface) or 8-port 10/100 Ethernet
Processor	Freescale MPC8260A PowerQUICC II Communications Processor @ 166MHz
Port Buffer Memory	512 MB SDRAM
Out-Of-Band Management	CLI via console port or Telnet
In-Band Management	SNMPV1/V3, Telnet, SSH

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Slot	One slot in the BSR 64000 chassis
Height	17.25 inches (43.8 cm)
Width	1 inch (2.54 cm)
Depth	15.5 inches (39.37 cm)

Weight (approximate, includes front and rear I/O modules)	8 lb (3.63 kg)
---	----------------

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating Temperature	32° to 104° F (0° to 40° C)
Non-Operating Temperature	-4° to 158° F (-20° to 70° C)
Operating Humidity	10 to 95% RH (non-condensing)
Non-Operating Humidity	5 to 95% RH (non-condensing)
Power	65 W (Typical)

Safety	UL60950-1:2003 1st Ed. EN 60950-1:2002, 1st Ed. IEC 60950-1:2001, 1st Ed. CSA C22.2 No. 60950-1-03 1st Ed.
--------	---

Electromagnetic Emissions	CFR 47 Part 15, Subpart B, Class A ICES-003 Issue 4: 2003, Class A EN 300386 V 1.3.1: 2005, Telecom Centers AS/NZS CISPR 22: 2006 IEC CISPR 22: 2003 VCCI V3: 2005, Class A RRL Notice 2006-67
---------------------------	--

Electromagnetic Immunity	EN 300386; EN 50083-2; EN 61000-4-2; EN 61000-4-3; EN 61000-4-4; EN 61000-4-5; EN 61000-4-6; KN 61000-4-2; KN 61000-4-3; KN 61000-4-4; KN 61000-4-5; KN 61000-4-6; RRL Notice 2005-130
--------------------------	--

AVAILABLE OPTIONS				
Gigabit Ethernet SFP Modules	Cable Type	Wavelength	Cable Distance	Part Number
1000BASE-SX	Multimode Fiber	850 nm	500 M	533609-001-00
1000BASE-LX	Singlemode Fiber	1310 nm	10 KM	533609-002-00
1000BASE-EX	Singlemode Fiber	1310 nm	40 KM	533609-003-00
1000BASE-ZX	Singlemode Fiber	1550 nm	80 KM	533609-004-00
1000BASE-T	RJ-45 STP	N/A	100 M	533609-005-00

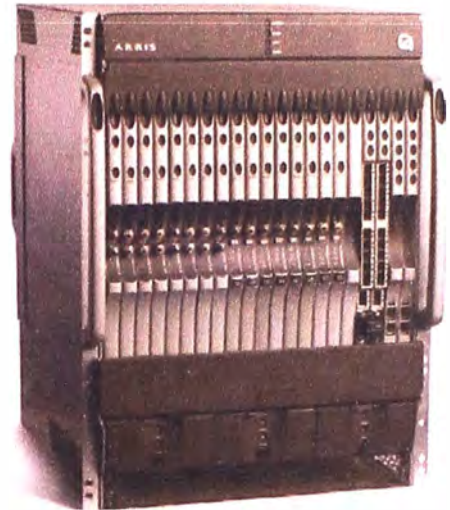
MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. EtherFlex is a trademark of Motorola. DOCSIS is a registered trademark of Cable Television Laboratories, Inc. All other marks are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2006. All rights reserved.
537153 001 a

5/41 - 1206 - 0K

www.amt.com

Advanced Media Technologies, Inc. · 3150 SW 15th Street Deerfield Beach, FL 33442
(888) 293-5856 · (954) 427-5711 · Fax (954) 427-9688





C4[®] CMTS Release 7.4 Technical Specifications

Specifications

Installation Environment

RF Interfaces	External 'F' type connector
Network-side Interfaces	10/100/1000 BaseT Ethernet and Gigabit Ethernet over fiber (SFP); 10 Gigabit Ethernet (XFP)
Power	Dual DC voltage mains: -48 VDC (-44 to -72 VDC); Optional AC power configuration
Power Consumption (note 1)	Nominal – 2500 W Maximum – 2800 W at -48 VDC Note 1 – Nominal power consumption for DOCSIS 3.0 Duplex full-fill chassis with 1:1 active U:D ratio.

RF Downstream

Frequency Range (MHz)	91 to 999 (DOCSIS [®] 3.0); 112 to 999 (EuroDOCSIS [™] 3.0)
Modulation (QAM)	64, 256
Data Rate (Mbps) (Max.)	30.34, 55.62 per channel
RF Output Level (dBmV)	41 to 60

RF Upstream

Frequency Range (MHz)	5 to 65 (DOCSIS 3.0)
Modulation	QPSK, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM
Data Rate (Mbps) (Max.)	up to 30.72
Receive Input Level (dBmV)	-16 to 29

Physical

Operating Temperature:	
Short Term °F (°C)	+23 to +131 (-5 to +55)
Long Term °F (°C)	+41 to +104 (+5 to +40)
Storage Temperature °F (°C)	-40 to +158 (-40 to +70)
Operating Humidity (Min.-Max.)	5 to 85% (Non condensing)
Dimensions (H x W x D) in. (cm)	24.5 x 17.4 x 20.0 (62.2 x 44.2 x 50.8)
Weight lbs. (kg)	178 (80.9)

Software Release 7.4

XD CAM (32D Annex B, 24D Annex A)	Integrated Upstream Agility
IPv6 Phase 3:	PIM-SSM, IGMPv2, and static multicast
Cable Source Verify with DHCP Lease Query	RIPv2 (RFC 1723), OSPFv2 (RFC 2328)
DHCP Prefix Delegation with Route Injection	IS-IS, BGPv4
OSPFv3	PacketCable [™] Multimedia Support
DOCSIS 3.0 Multicast IP Video Support (via IGMPv3 Control)	Dynamic Cable Modem Load Balancing
Policy-Based Routing	SII Lawful Intercept (RFC 3924)
Cross-MAC Domain Dynamic Load Balancing	In-chassis Mixed Annex A & Annex B support
Additional Classifier Support (for MGPI applications)	802.1Q VLAN tagging
DOCSIS 3.0 Eight Channel Bonding (Downstream)	Extended ACLs & Named ACLs
DOCSIS 3.0 Four Channel Bonding (Upstream)	Secure Shell v2 (SSHv2)
BSoD L2 VPN	DOCSIS Ping
BPI+ Enforce	ARP Abuse Counts
IPDR/SP	DHCP Relay Agent (Option 82)
TFTP Enforce and Dynamic MIC	DNS Client

Continued on the next page...

Technical Specification

ARRIS C4 CMTS Release 7.4 Technical Specification

Specifications Continued

Regulatory

Designed to NEBS Level 3 Requirements
Safety: UL® 60950, CSA C22.2 No. 950, IEC60950
EMC: GR-1089-CORE (ESD, Grounding Electrical Safety)
FCC Part 15 Class A, EN300 386-2 (CISPR 22, Class A)
Environmental: GR-63-CORE, ETS 300 019

Ordering Information

Hardware and Software

713877	ARRIS C4 Chassis, 21 Slot Chassis Assembly 14RU Chassis, 3 High Speed Fans
708369	Physical Interface Card (PIC) for Slot 19 for Use with SCM with Fan Controller
708963	Physical Interface Card (PIC) for Slot 20 for Use with SCM without Fan Controller
785108	System Control Module II (SCM II)
780263	System Control Module II – Enhanced Memory (SCM II–EM)
722013	Router Control Module (RCM)
722891	Router Control Module Crossover Connector
722928	Classic 16D Cable Access Module (CAM) Kit (Active) Licensed for 16 Downstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0
789513	Classic 16D Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 16 Downstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0
790565	Classic 24D Cable Access Module (CAM) Kit (Active) Licensed for 24 Downstreams, EuroDOCSIS 3.0
790566	Classic 24D Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 24 Downstreams, EuroDOCSIS 3.0
790567	Classic 32D Cable Access Module (CAM) Kit (Active) Licensed for 32 Downstreams, DOCSIS 3.0
790568	Classic 32D Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 32 Downstreams, DOCSIS 3.0
794040	Optimized 16D Cable Access Module (CAM) Kit (Active) Licensed for 16 Downstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0
794043	Optimized 16D Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 16 Downstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0
794041	Optimized 24D Cable Access Module (CAM) Kit (Active) Licensed for 24 Downstreams, EuroDOCSIS 3.0
794044	Optimized 24D Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 24 Downstreams, EuroDOCSIS 3.0
794042	Optimized 32D Cable Access Module (CAM) Kit (Active) Licensed for 32 Downstreams, DOCSIS 3.0
794045	Optimized 32D Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 32 Downstreams, DOCSIS 3.0
722997	12U Cable Access Module (CAM) Kit (Even) Licensed for 12 Upstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0
722998	12U Cable Access Module (CAM) Kit (Odd) Licensed for 12 Upstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0
722999	12U Cable Access Module (CAM) Kit (Spare) Licensed for 12 Upstreams, DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0

XD Field Software Upgrade

793929	16D to 24D Cable Access Module (CAM) Field Software Upgrade, EuroDOCSIS 3.0
793930	16D to 32D Cable Access Module (CAM) Field Software Upgrade, DOCSIS 3.0

Ethernet Network Interface Options

722872	C4 CMTS SFP Electrical Interface, 1000Base-TX
722093	C4 CMTS SFP Optical Interface, 1000Base-SX
780180	C4 CMTS SFP Optical Interface, 1000Base-ZX
728965	C4 CMTS SFP Optical Interface, 1000Base-LX10
722873	C4 CMTS XFP Optical Interface, 10GBase-SR
780243	C4 CMTS XFP Optical Interface, 10GBase-ER
728887	C4 CMTS XFP Optical Interface, 10GBase-LR/LW
780244	C4 CMTS XFP Optical Interface, 10GBase-ZR

Maintenance Plan (required)

708387	Software Maintenance - Phone Plus Gold
--------	--

Specifications are subject to change without notice.

The capabilities, system requirements and/or compatibility with third-party products described herein are subject to change without notice. ARRIS, the ARRIS logo, Auspice®, C3™, C4®, C4c™, Cadant®, C-COR®, CHP Max™, CHP Max5000™, ConvergeMedia™, Cornerstone®, CORWave™, CXM™, D5®, Digicon®, ENCORE®, Flex Max®, HEM®, Keystone™, MONARCH®, MOXI®, n5®, nABLE®, nVision®, OpsLogic®, OpsLogic® Service Visibility Portal™, PLEXIS®, PowerSense™, QUARTET®, Regal™, ServAssure™, Service Visibility Portal™, TeleWire Supply®, TLX®, Touchstone®, EGT VIP®, VoiceAssure™, VSM™, and WorkAssure™ are all trademarks of ARRIS Group, Inc. Other trademarks and trade names may be used in this document to refer to either the entities claiming the marks and the names of their products. ARRIS disclaims proprietary interest in the marks and names of others. © Copyright 2011 ARRIS Group, Inc. All rights reserved. Reproduction in any manner whatsoever without the express written permission of ARRIS Group, Inc. is strictly forbidden. For more information, contact ARRIS.



www.arrisi.com



TG862G DOCSIS® 3.0 Residential Gateway with 802.11n, 4 Port Router and 2 Voice Lines

Specifications

Physical

Continue to next page.

Operating Temperature °F (°C)	41 to 122 (5 to 40)
Operating Relative Humidity (Min-Max)	5-85% (Non condensing)
Storage Temperature °F (°C)	-40 to 158 (-40 to 70)
Color	Black
Dimensions (H x W x D) in.	9 x 8.2 x 2 - excluding F-connector
Weight lbs	No battery included: 1.8
Backup Capacity	Lithium-ion 2.6 Ah for 8 hours operation. Consult ARRIS for other battery holdup time options.
Battery Dimensions in.	1.2 x 1.85 x 3.1
Weight lbs	1.0
Battery Storage Temperature °F (°C)	-4 to 140 (-20 to 60) Note: Storage above 77°F (25°C) will significantly reduce life of the battery and is not recommended.
Telemetry	AC Fail, Battery Low, Battery Missing, Replace Battery
Diagnostic LEDs	Power, DS, US, Online, Ethernet, WiFi, Secure, Tel 1, Tel 2, Battery

Interfaces

RF Interface	External 'F' type connector
Data Interfaces (bridged)	4 x 10/100/1000 Base-T Ethernet (RJ-45 connector)
Telephony Interface	2 lines; RJ-14 ("Line 1/2"), RJ-11 ("Line 2")
USB Interface	USB 2.0 Powered Host Port
Input Voltage (nominal)	100-240 Vac 50/60 Hz

Telephony

Supervisory Voltage	48 Vdc nominal
Maximum Loop Length to CPE	1000 ft (457M) of 26 AWG (0.4 mm) wire
Ringing Load Capacity	10 REN total; 5 per line
Provisionable High Loop Current Mode	Yes (40mA constant current source, NA templates ONLY)
Telcordia™ GR 1089 (Lightning and Power Surge) Tested	Yes
Programmable Interface for Worldwide Applications	Yes (supports multiple country templates)

RF Downstream

Bonded Channels	Up to 8
Tuner Configuration	2 tuning ranges of 48MHz each supporting 4 bonded channels
Frequency Range (MHz)	108-1002 DOCSIS
Carrier Bandwidth (MHz)	6 (DOCSIS)
Modulation (QAM)	64 or 256
Data Rate (Mbps Max.)	Up to 320 DOCSIS
RF Input Sensitivity Level (dBmV)	-15 to +15 (DOCSIS)

Technical Specification

ARRIS Technical Specification

Specifications Continued

RF Upstream

Bonded Channels	Up to 4
Frequency Range (MHz)	5 to 42 (DOCSIS)
Modulation	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM & 128 QAM (S-CDMA only)
Data Rate (Mbps Max.)	up to 160
RF Output Level (dBmV)	ATDMA: +8 to 54 dBmV (32 QAM, 64 QAM) +8 to 55 dBmV (8 QAM, 16 QAM) +8 to 58 dBmV (QPSK) S-CDMA: +8 to +53 dBmV (all modulations)
Automatic Level Adjust	Yes
Frequency Stability (kHz)	±5
Output Impedance (Ohms)	75

Wireless

Transmit Power Output (EIRP)	19.5dBm +1.5/-1.5dB 802.11b; 17.5dBm +1.5/-1.5dB 802.11n (MCS 7)
Receive Levels	>-86dBm 802.11b 11mbps; >-76dBm 802.11g 54mbps, >-76dBm 802.11n HT20 MCS7
Frequency Range	2400-2483.5 MHz
Antennas	2 transmit and receive

Standards

DOCSIS 3.0	IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x
PacketCable 1.0 & 1.5	IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q
Codec: G.711, 64 kbps, μ and A-law encoded speech	IEEE Std. 802.11b, 1999 Edition
Enhanced codec firmware support (G.726, G.828, G.729E)	IEEE Std. 802.11g, 2002 Edition
T.38 Fax Relay	IEEE Std. 802.11n WiFi Alliance Certified UL® 60950 FCC Part 15 Class B

Battery back-up times are typical and can be influenced by the age of the battery, the charging state, storage conditions and operating temperature as well as factors such as data activity and length of active telephone calls. The capabilities, system requirements and/or compatibility with third-party products described herein are subject to change without notice. Actual operating range may vary according to environmental conditions at the time of use.

Ordering Information

Part Number	Description
DOCSIS 3.0 Models	PacketCable 1.0/1.5 Compliant Gateway, Integrated 100-240 VAC, 50/60 HZ Power supply with 6 foot power cord. Includes Quick Install Guide, Ethernet Cable, and CD-ROM with users guide
790682	Touchstone TG862G/CE-0 - CEE 7/16 Euro power plug - battery capable but no battery included
790683	Touchstone TG862G/CE-8 - CEE 7/16 Euro power plug - 2 cell, Li-Ion Battery Pack for up to 8 hours of battery back-up
790680	Touchstone TG862G/NA-0 - NEMA 1 power plug - battery capable but no battery included
790681	Touchstone TG862G/NA-8 - NEMA 1 power plug - 2 cell, Li-Ion Battery Pack for up to 8 hours of battery back-up
Accessories	
789699	2-Cell, 2.6 Ah, Li-Ion Battery Pack for TG862 (Battery models)
721198	North American NEMA 1-15 plug Power Cord, 6 foot
721197	European CEE 7/16 plug Power Cord, 6 foot

Specifications are subject to change without notice.

The capabilities, system requirements and/or compatibility with third-party products described herein are subject to change without notice. ARRIS, the ARRIS logo, Auspice®, C3™, C4®, C4c™, Cadant®, C-COR®, CHP Max5000®, ConvergeMedia™, Cornerstone®, CORWave™, CXM™, DS®, Digicon®, ENCORE®, Flex Max®, HEMi®, Keystone™, MONARCH®, MOXI®, n5®, nABLE®, nVision®, OpsLogic®, OpsLogic® Service Visibility Portal™, PLEXIS®, PowerSense™, QUARTET®, Regal®, ServAssure™, Service Visibility Portal™, TeleWire Supply®, TLX®, Touchstone®, VIPr™, VSM™, and WorkAssure™ are all trademarks of ARRIS Group, Inc. Other trademarks and trade names may be used in this document to refer to either the entities claiming the marks and the names of their products. ARRIS disclaims proprietary interest in the marks and names of others. © Copyright 2011 ARRIS Group, Inc. All rights reserved. Reproduction in any manner whatsoever without the express written permission of ARRIS Group, Inc. is strictly forbidden. For more information, contact ARRIS.








www.arrisi.com



Ubee™ DOCSIS 3.0
Advanced Wireless Voice Gateway
Model: DVW3201B

DVW3201B Device Highlights





-  **High Speed** — The DVW3201B delivers increased bandwidth for subscribers' multimedia and high-bandwidth applications (up to 343Mbps downstream, 122Mbps upstream).*
-  **Advanced Wireless** — The DVW3201B provides 4 SSIDs that offers considerable flexibility for the customer's network. MSOs can reserve SSIDS for hotspots, guest access, and other applications.
-  **Security** — The DVW3201B delivers the latest security authentication and encryption standards to prevent unauthorized access to the wireless network. These include WPA/WPA2, WPS, SPI Firewall.
-  **Network Interface** — 4 10/100/1000 Ethernet interfaces provide high speed LAN capability. IPv4 and IPv6 support enables increased address capacity and improved security.
-  **Voice** — The DVW3201B offers two analog telephone connections. The optional battery delivers maximum uptime during unplanned events, such as power failures.



DVW3201B Advanced Wireless Voice Gateway

Overview

Ubee introduces the **DVW3201B Advanced Wireless Voice Gateway**. The DVW3201B blends high-speed LAN capabilities with the convenience of wireless networking, and analog telephony in one device. The DVW3201B is well suited to deliver multiple networking capabilities to the contemporary demands of residential and Small Office/Home Office (SOHO) subscribers. The DVW3201B reduces operational expenditure (OpEx) by eliminating the need for multiple devices in the home/office or the MSO warehouse. Additional features include:

-  **Speeds and Compatibility** — By supporting Gigabit Ethernet and 802.11n combined with DOCSIS 3.0, the DVW3201B offers higher LAN and wireless speeds. The DVW3201B is also fully compatible with 10/100 Ethernet and previous 802.11 and DOCSIS versions.
-  **QoS and Other Features** — The DVW3201B Quality of Service (QoS) features enable traffic prioritization for delay-sensitive multimedia services and applications. The DVW3201B also supports Firefly Media Server, iTunes Server, and DLNA auto-discovery.
-  **Power Savings** — The DVW3201B is Energy Star compliant and supports UAPSD power savings. UAPSD interacts with connected wireless clients prompting them to doze and save power when possible. The DVW3201B, for example, buffers downlink data until the client awakes.
-  **Customization** — The DVW3201B's firmware can be customized to meet individual customer requirements.

Let's Make It Easy

Combined with world-class engineering and manufacturing, Ubee's core principle is to make it easy to work with our products. Through the entire lifecycle of our devices—from implementing requirements, staging, and deployment, to operational support and the user experience—Ubee makes it easy. Contact a Ubee Product Specialist for more information on the **DVW3201B Advanced Wireless Voice Gateway**.

*Actual speeds will vary based on factors including network configuration and service tier.



let's make it *easy*

www.ubeeinteractive.com

8085 S. Chester Street, Suite 200
Englewood, CO 80112
1.888.390.8233
Sales (email): amsales@ubeeinteractive.com
Support (email): amsupport@ubeeinteractive.com

DVW3201B Product Specifications

Interfaces & Standards

- ❑ DWV3201BCable: F-Connector, Female, USB: 1 USB 2.0 Host Port
- ❑ LAN: 4 10/100/1000 Mbps RJ-45 Ports
- ❑ 2 RJ-11 ports (telephony), PacketCable1.5 Certified, PacketCable 2.0 Compliant
- ❑ DOCSIS 3.0/Euro DOCSIS 3.0 Certified
- ❑ DOCSIS/Euro DOCSIS 1.0/ 1.1/2.0 Certified
- ❑ CE/ FCC Class B, Energy Star Certified, WiFi Alliance Certified

Downstream*

- ❑ Frequency Range: 88MHz ~ 1002MHz
- ❑ Modulation: 64 / 256 QAM, Channel B/W: 6 MHz
- ❑ Maximum Data Rate per Channel (up to 8 channels): DOCSIS = 30 Mbps (64 QAM), 42 Mbps (256 QAM), EuroDOCSIS = 41 Mbps (64 QAM), 55 Mbps (256 QAM)
Total Max Bandwidth (8 Channels): DOCSIS = 343 (304) Mbps, EuroDOCSIS = 444 (400) Mbps
- ❑ Symbol Rate: 6952 Ksps
- ❑ RF Input Power: -15 to +15dBmV (64 QAM), -15 to +15dBmV (256 QAM)
- ❑ Input Impedance: 75 Ω

Upstream*

- ❑ Frequency Range: 5MHz ~ 42MHz
- ❑ Modulation A-TDMA: QPSK, 8, 16, 32, 64QAM, S-CMDA: QPSK, 8, 16, 32, 64, 128QAM
- ❑ Max B/W of 4 Channels = 122.88 (108) Mbps, B/W Per Channel (up to 4 channels) = [QPSK 0.32 ~ 10.24 Mbps, 8 QAM 0.48 ~ 15.36 Mbps, 16 QAM 0.64 ~ 20.48 Mbps, 32 QAM 0.80 ~ 25.60 Mbps, 64 QAM 0.96 ~ 30.72 Mbps, 128 QAM/TCM 30.72 Mbps]
- ❑ Symbol Rate: 160, 320, 640, 1280, 2560, 5120 Ksps
- ❑ RF Output Power: TDMA/ATDMA: +8dBmV to +54dBmV (32/64 QAM). ATDMA Only: +8dBmV to +55dBmV (8/16 QAM), +8dBmV to +58dBmV (QPSK). S-CDMA: +8dBmV to +53dBmV (all modulations)

*Actual speeds will vary based on factors including network configuration and service tier.

Wireless, Network, Security

- ❑ Supports 4 SSIDs, 802.11b/g/n Compliant with Link Speeds up to 300 Mbps, 2 Tx and 2 Rx antennas
- ❑ DHCP Client/Server & Static IP network assignment, RIPv1/ v2, Ethernet 10/100/1000 BaseT, full-duplex auto-negotiate functionality, IPv4 and IPv6 support
- ❑ NAT Firewall, MAC/IP/Port Filtering, Parental Control, Stateful Packet Inspection (SPI), DoS Attack Protection, WPS/ WPA/ WPA2/ WPA-PSK & 64/128-bit WEP Encryption
- ❑ VPN Pass-Through and VPN End-Point Support (IPSec/L2TP/PPTP), TACACS or RADIUS Authentication

Voice

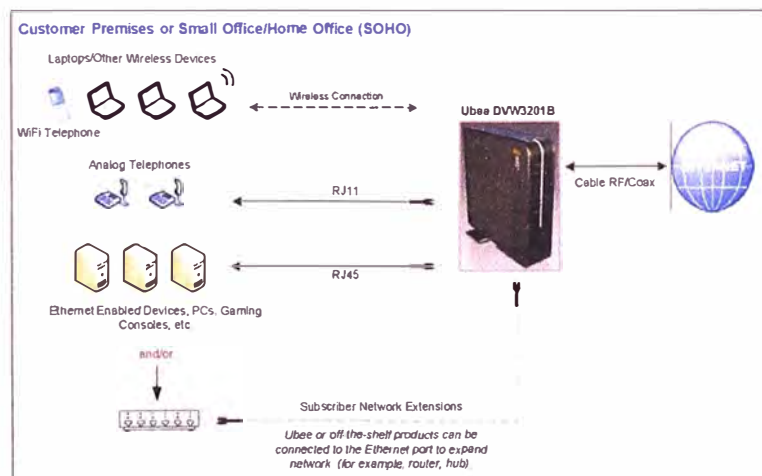
- ❑ MGCP 1.0 / NCS 1.0 and SIP (RFC3261)
- ❑ Ring Voltage: 270 VAC, pk-pk (tip-ring), Line Voltage Onhook: -48 Volts, Loop Current: 20mA / 41mA, Ring Capability: 2K ft., 5REN, Hook State: Signaling Loop Start
- ❑ DTMF Tone Detection, T.38 FAX Relay (G.711), Echo Cancellation (G.168) / Silence Suppression, Voice Active Detection and Comfort Noise Generation

Device Management

- ❑ Supports IEEE 802.11e Wi-Fi Multimedia (WMM) and UAPSD (power savings)
- ❑ DOCSIS, Web-Based, and XML Configuration
- ❑ Telnet Remote Management, Firmware Upgrade via TFTP and SNMP
- ❑ Configuration Backup and Restore. SNMP Support

Physical and Environmental

- ❑ Dimensions: 228(W) x 230(D) X 60(H) mm, Weight: 934g (with battery).
- ❑ Power: 12V/1.5A
- ❑ Operating Temperature: 0°C ~ 40°C, Humidity: 5~90% (non-condensing)
- ❑ **Note:** Battery supports continuous voice service during power outages, and provides up to 8.5 hours standby time, and 4 hours talk time with 2 lines offhook.



www.ubreeinteractive.com

8085 S. Chester Street, Suite 200
Englewood, CO 80112
1 888.390.8233
Sales (email) amsales@ubreeinteractive.com
Support (email) amsupport@ubreeinteractive.com

RECURSOS DIGITALES

[1] HYBRID FIBER COAXIAL–

[Wikipedia](http://es.wikipedia.org/wiki/Hybrid_Fibre_Coaxial)[http://es.wikipedia.org/wiki/Hybrid Fibre Coaxial](http://es.wikipedia.org/wiki/Hybrid_Fibre_Coaxial).

[2] REDES HFC (Hybrid Fiber Coax) –

http://www.twoway.com.ar/preguntas_frecuentes_de_redes.html

[3] REDES HFC (de HECTOR ANDRES GARCIA) -

<http://ingenierosdetelecomunicaciones.blogspot.com/p/redes-hfc.html>

[4] IMPLEMENTACIÓN DE DOCSIS 3.0 SOBRE REDES HFC (DE TFC-Ángel Merino

Ramos)<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/18805/6/amerinoraTFC011>

[3memoria.pdf](#)

[5] CABLE LABS - <http://www.cablelabs.com/>

[6] DOCSIS y Packet Cable Specifications - <http://www.cablelabs.com/specifications/>

[7] MOTOROLA BSR 64000 CMTS/EdgeRouter - [http://www1.arrisi.com/Video-](http://www1.arrisi.com/Video-Solutions/US-EN/Products-and-Services/Broadband-Access/CMTS/BSR_64000_US-EN)

[Solutions/US-EN/Products-and-Services/Broadband-Access/CMTS/BSR 64000 US-EN](http://www1.arrisi.com/Video-Solutions/US-EN/Products-and-Services/Broadband-Access/CMTS/BSR_64000_US-EN)

[8] ARRIS C4 CMTS - <http://www.arrisi.com/products/product.asp?id=3>

[9] INTRAWAY Corporation - <http://www.intraway.com/>

[10] INCOGNITO Software [Inc-www.incognito.com/](http://www.incognito.com/)

[11] REDES HFC - Ventajas y Desventajas

<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s08/project/JuanCartajena.pdf>

[12] Documentación de Cisco - Cisco Broadband Access Center for Cable Administrator's

Guide – Release 4.0 – Diciembre 2007