

Criterios de Diseño para una Red de Acceso de Nueva Generación

ANEXOS



Jairo Tejada Abella
Marco Aurelio Ordóñez Ordóñez

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

Director: Ing. Edgar Castillo E.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO I+D NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN
2004

Criterios de Diseño para una Red de Acceso de Nueva Generación

ANEXOS

**Jairo Tejada Abella
Marco Aurelio Ordóñez Ordóñez**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO I+D NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN
2004**

Anexo A:

BASE CONCEPTUAL

A.1 REDES DE NUEVA GENERACIÓN (NGN – NEXT GENERATION NETWORKS) ¹

A.1.1 Introducción

La aparición de nuevos servicios que requieren mayor velocidad, ancho de banda y calidad de servicio (QoS – Quality of Service), acompañado de las nuevas expectativas de los clientes, que son cada vez mayores, y la intensa competencia entre los operadores y proveedores de servicios, hacen que las redes tengan que evolucionar para poder satisfacer todas estas necesidades. El cambio más notable se ha producido en las instalaciones de los usuarios, puesto que estos están haciendo uso de mayores recursos de la red, lo que ha llevado al desarrollo de terminales, servidores y aplicaciones de muy altas prestaciones. Estos nuevos requerimientos no habían sido considerados en la implementación de las redes de acceso actuales, por lo tanto, estas redes no pueden satisfacer las demandas de los usuarios. La implementación del concepto de NGN se produce como consecuencia de factores tales como la continua evolución de la tecnología y la creciente demanda de servicios.

De lo anterior se puede concluir que las NGN deben ser una realidad y que debe haber una evolución gradual desde la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN – Public Switched Telephony Network) e Internet hacia NGN y esta evolución tiene que estar basada en la factibilidad económica de la red y de toda la estructura del negocio de las telecomunicaciones. Los operadores de red que acepten los retos e implementen el concepto de NGN en sus redes tendrán mucho más éxito que los que no lo hagan, puesto que los nuevos servicios y aplicaciones serán los generadores de ingresos en el futuro.

A.1.2 Antecedentes

La tendencia tecnológica que existe en la actualidad es que haya un cambio radical hacia una infraestructura de paquetes, lo que cambiará el modelo de precios, de negocio y de operación para las compañías telefónicas. El modelo actual de negocio de telefonía, basada en conmutación de circuitos, se construyó sobre la base de los tres siguientes principios:

- El ancho de banda ha sido históricamente caro, particularmente el ancho de banda interurbano en la red troncal, debido a la utilización de más recursos de la red. De hecho, éste es el origen de la política de precios para las llamadas de larga distancia y sigue siendo un hito en la política de precios de las telecomunicaciones de hoy día.
- Cada servicio necesita su propia infraestructura dedicada, tanto de medios físicos como lógicos. Los servicios no se combinan con facilidad dentro de las infraestructuras de la red dedicadas a cada cliente, por lo tanto, el costo para facilitar

¹ Basado en el documento “REDES DE NUEVA GENERACIÓN (NGN)” elaborado por el Ing. Marco Fernández para el Instituto Costarricense de Electricidad – ICE, Diciembre de 2.000

un servicio adicional, así sea telefónico convencional o de datos, es elevado, como consecuencia del equipamiento adicional que se necesita.

- Los servicios, como la telefonía, integran verticalmente equipos físicos, la lógica de conmutación y la lógica del servicio. Estos tres componentes son parte del equipo dedicado integrado en la red, es decir, están “empaquetados” y se venden juntos.

Este tipo de modelo limita la adición de nuevos servicios, debido a que resulta muy costoso implementarlos. Para que un operador sobreviva en el exigente mercado de las telecomunicaciones debe contar con una infraestructura basada en un modelo horizontal, en el cual todos los servicios se presten sobre una única infraestructura que facilite la interoperabilidad y adición de nuevos servicios.

A.1.3 Promotores del movimiento hacia NGN

Debido a la revolución en las telecomunicaciones que se ha presentado en los últimos años, se han creado nuevos paradigmas y las redes requieren de una renovación que es impulsada por los siguientes aspectos:

- Durante muchos años la industria en general ha realizado continuos cambios encaminados a mejorar la calidad, fiabilidad y costos. Se han hecho adelantos en microelectrónica, transmisión óptica, conmutación digital, redes inteligentes y centenares de facilidades en el tratamiento de la llamada, lo que ha llevado a la evolución de la tecnología. Sin embargo, el carácter fundamental de las redes telefónicas, que es la conmutación de circuitos, ha permanecido sin cambios, y además, estas redes están optimizadas para tráfico de voz.
- Una combinación de los servicios de datos tradicionales, acceso a Internet y de comercio electrónico ha disparado el tráfico de datos en las redes públicas. Por lo tanto, es necesario que las redes del futuro transporten los datos de manera eficiente y con buena calidad, siendo necesario disponer de una arquitectura de red en modo paquete que lleve a la convergencia de datos, audio y video.
- El masificado uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (ICT - Information and Communication Technology) ha permitido el desarrollo de nuevos y sofisticados servicios y aplicaciones, todo esto motivado por las crecientes expectativas de los clientes que hacen que los operadores se vean en la necesidad de proporcionar nuevas soluciones de valor agregado, que les permitan conservar e incrementar la base de sus clientes y así poder sobrevivir en el mercado.
- El uso de la telefonía móvil se ha incrementado de manera significativa debido a la evolución de esta tecnología, 80% de incremento en los usuarios desde 1.998 a 2.002², ya se habla de cuarta generación, y ha surgido la necesidad de tener una convergencia entre las redes fijas y las redes móviles que permita hacer realidad el concepto de ubicuidad de las redes y de los servicios.

² Según ITU-T Workshop on Next Generation Networks: What, When and How?-Ginebra Julio 2.003

A.1.4 Requerimientos de los usuarios NGN

Con cada día que pasa, los usuarios de las redes tienen nuevas y exigentes necesidades, que deben ser satisfechas por los operadores de red. Se pueden clasificar a los usuarios en residenciales y empresariales, pero en general, todos ellos buscan entretenimiento y facilidades de comunicación.

Entretenimiento:

- Descarga de archivos
- Distribución de audio y video
- Juegos en línea
- Video bajo Demanda (VoD – Video on Demand)

Comunicación:

- Transporte de información
- E-mail, chat y mensajería
- Video conferencia
- Telemedicina / Teleeducación
- Web Services (Servicios Web)
- Integración Computador Telefonía (CTI – Computer Telephony Integration)

En la última década se ha hablado mucho de la “digitalización total”, que consiste en la evolución natural desde la PSTN a una red totalmente digital que involucre el hogar y la oficina, esta evolución se dará con base en los siguientes requerimientos:

Requerimientos del Hogar – “Hogar digital”

- QoS seguro para datos críticos
- Integración: Telefonía móvil + Internet fijo
- Red de Hogar Inteligente
- Interworking: Telefonía móvil + Red del hogar
- Control de direcciones IP para cada dispositivo del hogar (electrodomésticos)
- Seguridad de alto nivel
- Convergencia: Terminal + Dispositivos del Hogar
- Acceso Banda ancha: uso simultaneo de HDTV ³, video teléfono, juegos 3D a través de Internet

Requerimientos de Oficina – “Oficina digital”

- Infraestructura de comunicaciones de banda ancha
- Alta calidad, seguridad y autenticación
- Movilidad
- Integración de voz y datos
- Direcciones IP (Internet Protocol – Protocolo de Internet) para todos los sistemas
- Interfaces abiertas para trabajo cooperativo

³ Televisión de Alta Definición (HDTV – High Definition TeleVision)

- Integración de entornos alambrados e inalámbricos
- Terminales multifunción

Requerimientos para móviles

- Banda ancha
- Alta calidad
- Movilidad y seguridad
- Integración voz y datos
- IPv6 (IP versión 6)

En la NGN los requerimientos emergentes serán satisfechos mediante el desarrollo y despliegue de nuevos servicios de valor agregado, que serán la principal fuente de ingresos de los operadores de telecomunicaciones.

A.1.5 Servicios para NGN

El auge de las comunicaciones personales, el triunfo del Networking y el concepto de “siempre disponible”, han trazado el camino para la concepción de los Servicios de Nueva Generación (NGS – Next Generation Services), los cuales deben ser capaces de interactuar con los servicios de Internet y otros servicios de comunicaciones tradicionales. Los servicios de comunicaciones deben ser ubicuos, es decir, el usuario debe tener la capacidad de acceder al servicio en cualquier momento y lugar. Un factor clave es la nueva diferenciación de servicios de valor agregado que se desplegarán con el desarrollo de la Banda Ancha, esta diferenciación se hará con base en la calidad, privacidad, disponibilidad y seguridad que desee el cliente, haciendo uso de perfiles y contando con Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA – Service Level Agreements), y además el usuario tendrá la posibilidad de gestionar él mismo, la red y servicios utilizando tecnologías Web.

Con NGN se tendrán los siguientes servicios de red:

- Servicios de comunicación interactivos extremo a extremo
- Servicios de distribución de música y video
- Servicios de Red Privada Virtual (VPN – Virtual Private Network)
- Servicios de control de dispositivos en el hogar

Y entre las aplicaciones a los que podrán acceder los usuarios a través de NGN son:

- Centrales de Conmutación Privadas IP (PBX - Private Branch eXchange)
- E-commerce
- IP & Voz VPNs
- Web call centers
- Videoconferencia IP
- Voz tradicional
- Internet de alta velocidad

Para NGN se tiene prevista una arquitectura de servicios con interfaces abiertas que permitan la integración entre servicios de acceso a Internet y otros servicios multimedia, y en la cual el acceso se haga mediante el uso de una Gateway (pasarela) en el hogar u oficina, a la cual llegan múltiples proveedores (Figura A.1).



Figura A.1 Acceso a servicios NGN

A.1.6 Cambios en la estructura del negocio

El despliegue de los servicios de comunicaciones ha estado condicionado por la tecnología, lo que conlleva a una estructura vertical de provisión de servicios, de tal forma que cada tipo de servicio ha utilizado una infraestructura dedicada, tal como se indica en la figura A.2, en esta figura se puede observar cómo los servicios, tales como la telefonía fija, la distribución de televisión o telefonía celular utilizan una infraestructura específica.

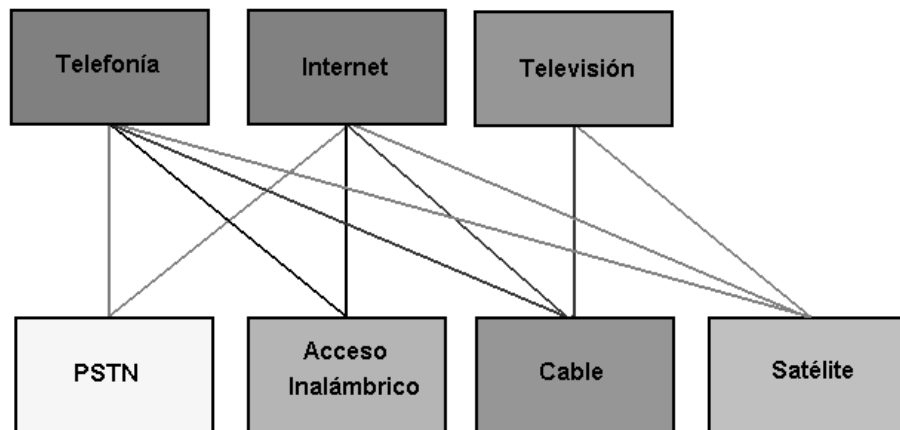


Figura A.2 Escenario de provisión vertical de servicios

La capacidad de la NGN para integrar todo tipo de flujos de tráfico con calidad de servicio y seguridad, permite proveer servicios multimedia sobre una única infraestructura de red. Esto tiene una importancia trascendental al permitir una estructura de negocio horizontal, con la cual se disminuye y simplifica la arquitectura de la red, y permite el fácil y rápido despliegue de los servicios, lo que abre un enorme potencial en el negocio de las comunicaciones. Esta estructura se representa en la figura A.3.

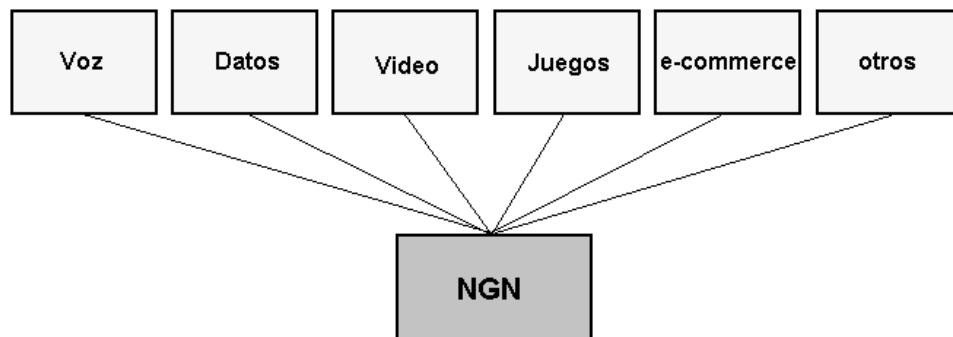


Figura A.3 Escenario de provisión horizontal de servicios

A.1.7 Concepto de NGN

NGN es un concepto que se viene manejando desde hace unos años y que corresponde a una infraestructura de red capaz de soportar y dar solución al problema que se generó con la explosión del tráfico de voz y datos que se ha venido presentando en las últimas décadas. El factor clave de NGN es la convergencia entre voz, datos y video, redes fijas y móviles, con una estructura común y única que agrupa múltiples tecnologías de red, basadas en paquetes y dedicadas a los diferentes servicios emergentes. Aunque, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU – International Telecommunications Union) no ha definido el término NGN todavía, en el mundo de las comunicaciones ya se están haciendo grandes esfuerzos para darle forma a esta filosofía.

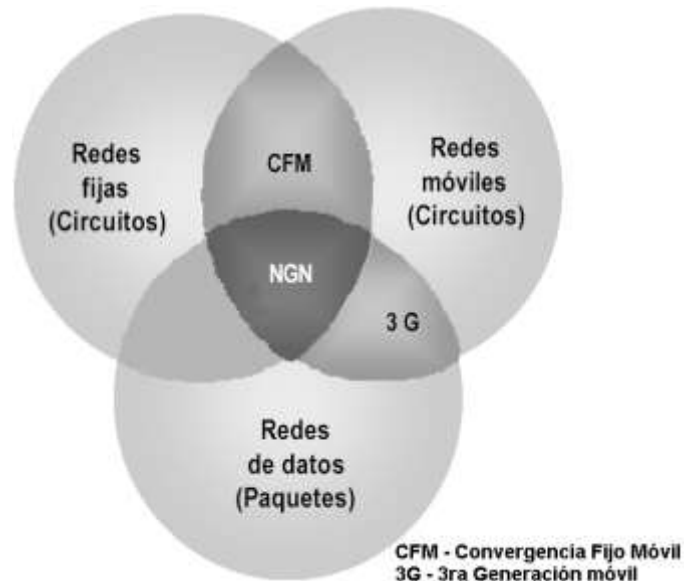


Figura A.4 Concepto de NGN

Según el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI – European Telecommunications Standards Institute), NGN es un concepto para la definición y despliegue de redes, con una separación formal entre diferentes capas y planos, con interfaces abiertas, que ofrece a los proveedores de servicio una plataforma sobre la que pueden evolucionar paso a paso para crear, desplegar y gestionar servicios innovadores.

A.1.8 Características de las NGN

Una NGN debe tener las siguientes características:

- Red basada en paquetes.
- Arquitectura con interfaces abiertas, que desacopla servicios y redes para los diferentes proveedores de servicios.
- Capacidad para la creación, despliegue y gestión de cualquier clase de servicio, utilizando Interfaces de Programa de Aplicación (API – Application Program Interface) y haciendo combinaciones de cualquier tipo de medio.
- Entidades funcionales controlando las políticas, sesiones, medios, recursos, entrega de servicio, seguridad, etc. que pueden estar distribuidas sobre la infraestructura, comunicándose a través de interfaces abiertas.
- Interworking con redes existentes mediante pasarelas.
- Soporte de terminales existentes y terminales NGN.
- QoS para servicios en tiempo real, tales como voz y video.
- Seguridad de la información y contra el uso fraudulento de los servicios.

- Interoperabilidad entre proveedores de equipos, realizando acuerdos en cuanto a arquitecturas orgánicas y funcionales, y un conjunto de interfaces y protocolos estandarizados.
- Capacidad de servir a diferentes tipos de redes de acceso, tanto fijas como móviles.
- Una arquitectura basada en los principios del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS - Universal Mobile Telecommunications System) que incluye algunas capacidades de movilidad en el acceso fijo, utilizando nomadismo y proporcionando continuidad en el servicio entre acceso fijo y móvil.
- Necesidad de diferenciación en la QoS.
- Un conjunto de funciones de gestión compartidas entre diferentes servicios, tales como auto-aprovisionamiento, mediciones para facturación, monitoreo de QoS y estadísticas.
- Middleware y sistemas distribuidos (para permitir la separación Proveedor de Servicio – Proveedor de Red).
- Gestión de red multi-dominios (para soporte de Roaming y QoS).
- Micro y opto electrónica.
- Inteligencia incorporada.
- Una tecnología común para la capa de red: IP y Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS - Multiprotocol Label Switching) parecen ser los mejores candidatos.
- Acceso: Tendencia hacia UMTS, Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN - Wireless Local Areal Networks), DSL, cable, Redes Ópticas Pasivas (PON - Passive Optical Network) / FTTx (Fiber To The x – Fibra hasta x).
- Núcleo de Red: Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa (DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing).
- Protocolos de control NGN: IETF⁴ MEGACO, ITU-T H.248.
- Protocolos de señalización NGN: IETF Protocolo de Inicio de Sesión (SIP - Session Initiation Protocol) – ITU H.323.
- Protocolos de transporte NGN: Modo de Trasferencia Asíncrono (ATM - Asynchronous Transfer Mode), IP, MPLS.
- Gestión distribuida de los recursos, reglas de asignación de recursos.
- Acuerdos de Nivel de Servicio.

⁴ Internet Engineering Task Force – Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet

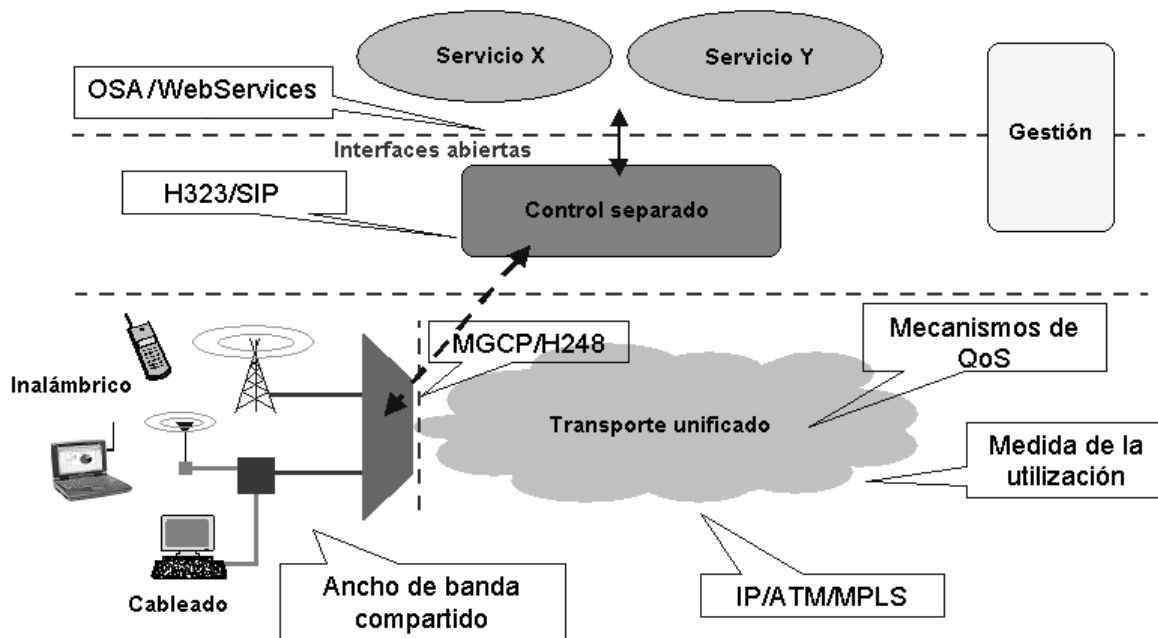


Figura A.5 Algunas características para NGN

A.1.9 Evolución hacia NGN

Es esencial, para los operadores actuales, planificar las estrategias de migración hacia NGN de tal forma que permitan que sus inversiones se vean protegidas, teniendo un retorno rápido de las mismas y se reutilice toda la infraestructura existente que sea posible, permitiendo interoperabilidad entre los servicios de la red actual y la NGN sin ningún problema.

Se trata de dividir la evolución de las redes existentes hacia NGN en cuatro tareas que puedan tratarse y planificarse por separado. Cada tarea tiene su propio conjunto de motores comerciales y cada una de ellas se puede justificar de forma independiente.

I- Evolución hacia una infraestructura de conmutación y transporte de paquetes

Actualmente es más práctico cursar el tráfico de datos dentro de una conexión de paquetes, por lo que muchas operadoras utilizan una infraestructura ATM e IP. Lo ideal en NGN es que las redes utilicen una infraestructura de conmutación de paquetes y que estos sean transportados a través de redes ópticas, para el futuro se habla de IP sobre DWDM. Pero en países como Colombia, donde debido a las condiciones de tráfico y a factores económicos, las previsiones para este tipo de tecnología están presupuestadas para dentro de dos décadas aproximadamente⁵. Por lo tanto, en Colombia es factible establecer una estructura IP / ATM / SDH⁶.

⁵ Según Trabajo de Grado: "IP sobre redes ópticas DWDM". GIRON, Jorge y MORA, Liz. Universidad del Cauca. Septiembre 2003.

⁶ Jerarquía Digital Síncrona (SDH - Synchronous Digital Hierarchy)

II- Migración gradual a una tecnología de acceso de Banda Ancha

El “último kilómetro” sigue siendo el aspecto que plantea el mayor reto en la migración hacia NGN. Técnicamente, las opciones son bien conocidas y no plantean grandes dificultades, pero el bucle local sigue siendo la parte más costosa en la mayoría de las redes, por lo que generalmente consta de facilidades de carácter dedicado. Los operadores piensan que la red de acceso migrará lentamente, empezando por los clientes de alto poder adquisitivo, esto permite desplegar la tecnología de acceso a NGN sólo donde sea rentable y donde facilite una ventaja competitiva para conservar los clientes más importantes y aumentar las nuevas fuentes de ingresos. Una implicación importante es que muchos de los clientes, conservarán el servicio analógico universal, de esta forma, la interoperabilidad y la coexistencia de PSTN-NGN será de suma importancia.

Nuevamente, lo ideal sería llegar con fibra óptica lo más cerca al hogar u oficina (Tecnologías FTTx), pero el factor económico impide el despliegue de este tipo de soluciones, por lo tanto, la mirada se dirige a tecnologías que reutilicen los pares de cobre existentes u otras soluciones más económicas, tales como xDSL y Híbrido Fibra Coaxial (HFC - Hybrid Fiber Coax). Todo esto unido a modernos equipos les permitirá a los usuarios tener acceso de manera adecuada a los servicios multimedia que necesitan de un gran ancho de banda.

III- Desarrollo de un control de servicios flexible, abierto e independiente del hardware que permita manejar tanto la telefonía como los servicios NGN

Durante muchos años los servicios ofrecidos a los clientes han estado vinculados al conmutador telefónico, dado que debía instalarse el servicio a ofrecer en cada una de las centrales de la red. Sólo recientemente, con el despliegue de las Redes Inteligentes, los operadores han tenido herramientas para desarrollar servicios en forma independiente de los proveedores de equipos y han podido prestar servicios diferenciados.

De forma análoga, la lógica de control de las llamadas ha estado vinculada al hardware haciendo de los conmutadores telefónicos unos dispositivos propietarios, altamente integrados. Esta arquitectura tiene ventajas e inconvenientes, entre las ventajas está la elevada fiabilidad asociada a los conmutadores de la PSTN, entre los inconvenientes cabe citar su elevado costo y la baja capacidad de introducción de prestaciones. La visión de algunos proveedores sobre la NGN es aquella en la que el hardware de conmutación de paquetes, conmutadores y enrutadores, es independiente de la lógica de control de llamadas. Del mismo modo, la lógica de control de llamadas es muy flexible y proporciona interfaces abiertas que permiten el desarrollo de los servicios. La lógica de control de llamadas debe utilizar APIs que tienen que ser lo suficientemente flexibles como para soportar, en un futuro próximo, servicios que vayan más allá de la telefonía de voz y abarquen los datos, mensajería unificada y otros servicios multimedia.

IV- La provisión de servicios en la NGN se basará en el concepto cliente-servidor

La provisión de servicios en la NGN se basará en el concepto cliente-servidor, donde la red es transparente a los servicios y aplicaciones. En este modelo, las aplicaciones multimedia tienen que interactuar con la red para establecer los canales de comunicación entre el cliente y el servidor. Una consecuencia directa de este modelo es que los servicios adquieren una naturaleza estrictamente comercial, a diferencia de lo que ocurre en la PSTN en la que los servicios tienen una naturaleza eminentemente técnica. Por tanto, los servicios no serán una materia de estandarización, ya que su funcionalidad y configuración estará determinada por su aplicación comercial. En este contexto, sólo se estandarizarán los elementos técnicos que componen el servicio, como son los protocolos, mecanismos de seguridad, formatos de codificación de la información, etc.

A.1.10 Estandarización de NGN

Con el proceso de estandarización de NGN se deben solucionar una serie de problemas y desafíos que incluyen satisfacer los requerimientos de los operadores de red y de los proveedores de servicio, para permitir la creación de servicios y asegurar la provisión de estos extremo a extremo. De tal manera que se asegure la interoperabilidad con dominios de diferentes políticas, permitiendo el manejo de la red y la fase de migración hacia NGN. También se deben satisfacer los requerimientos regulatorios de despliegue, portabilidad de número, rastreo de llamadas maliciosas, aprovisionamiento de servicios universales, interconexión a través de redes, entre otros. Además, se deben satisfacer los requerimientos del cliente tales como movilidad, QoS y seguridad = confiabilidad + disponibilidad

Proyecto NGN 2004

La ITU-T decidió en febrero de 2002 empezar la preparación de un nuevo proyecto de estandarización sobre NGN, con el objetivo de responder a la demanda del mercado de normas para este concepto, el proyecto debe cubrir todas las actividades de la ITU en la estandarización de NGN, con la colaboración activa de sus Grupos de Estudio (SG – Study Group).

El grupo líder de esta iniciativa es el SG –13, que es responsable de estudios relacionados al Interworking de redes heterogéneas que abarcan múltiples dominios y protocolos, además de tecnologías innovadoras con la meta de entregar alta calidad y networking fiable. La fecha designada para fijar la primera de las recomendaciones sobre NGN es a mediados de 2004 (fin del periodo de estudio).

GRUPO DE ESTUDIO	CAMPO
SG 13	Arquitectura, Problemas de Interworking
SG 11	Señalización, Protocolos de Control
SG 16	Servicios y Sistemas Multimedia
SG 17	Redes de Datos, Aspectos de Seguridad
SG 2	Provisión de servicios, Numeración, Enrutamiento
SG 12	QoS / Rendimiento extremo a extremo
SG 4	Aspectos de gestión
SG 14	Movilidad, Convergencia Fijo – Móvil
SG 9	Redes de cable, Televisión
SG 15	Transporte, Redes ópticas

Tabla A.1 Grupos de Estudio para NGN de la ITU

Los objetivos del proyecto NGN de la ITU son:

- Establecer una definición común de NGN
- Promover la competición justa
- Animar la inversión privada
- Reunir varios requerimientos regulatorios
- Proveer redes de acceso abiertas
- Asegurar aprovisionamiento universal y acceso a los servicios
- Promover igualdad de oportunidades a los ciudadanos
- Promover diversidad de contenidos

Siete áreas de estudio han sido identificadas:

- Modelos del armazón general de la NGN
- Modelos de la arquitectura funcional de la NGN
- QoS extremo a extremo
- Plataformas de servicio (APIs)
- Gestión de red
- Seguridad
- Movilidad generalizada

A.2 ARQUITECTURAS DE RED DE ACCESO CABLEADAS EXISTENTES

A.2.1 Red de Acceso Telefónico

Actualmente esta es la red con mayor despliegue en todo el mundo, ya que se encuentra soportando un servicio básico como es el transporte de la voz, y que en los últimos años ha venido siendo utilizada para transmisión de datos y conexiones a Internet aprovechando que la infraestructura se encuentra disponible para los usuarios.

En su parte de acceso, la red telefónica pública conmutada esta conformada o construida básicamente por pares de cobre los cuales son instalados desde los abonados de cada usuario hasta la primera central de conmutación más cercana llamada central local. En la figura A.6 se puede apreciar la distribución de los pares de cobre desde la central local hasta cada uno de los abonados. La estructura lógica que se utiliza es una topología en estrella en la que cada punto flexible hace las veces de un nodo central.

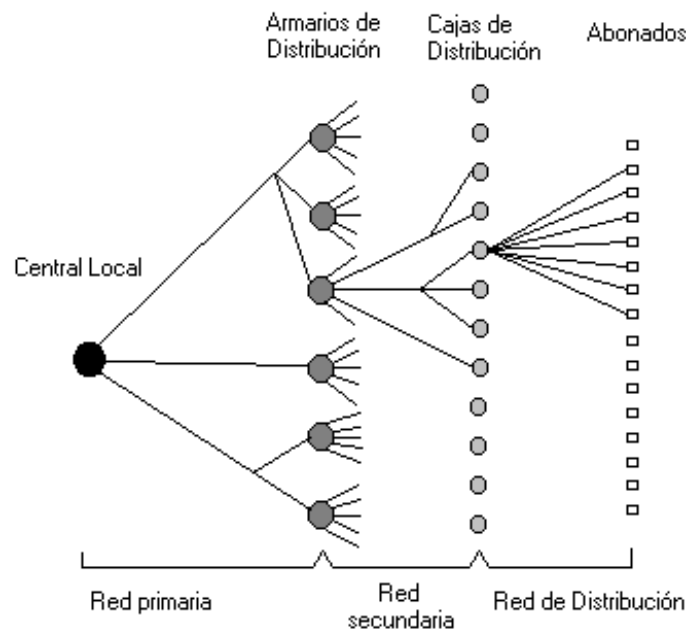


Figura A.6 Estructura de la red de líneas de abonados

Desde el punto de vista de los servicios, la red de acceso se instaló para proporcionar servicios de telefonía básica (POTS - Plain Old Telephone Service), y a pesar de que sus características no son las más apropiadas también se utiliza para servicios de datos y acceso a Internet (en ambos casos el acceso hasta el abonado es analógico). Para la transmisión de datos se utilizan modems que alcanzan velocidades de hasta 56 Kbps (estándar V.90), dependiendo del método de modulación que sea utilizado. Una desventaja que se tiene cuando se está utilizando el módem para transmitir información digital no es posible acceder al servicio de telefonía simultáneamente por el mismo par trenzado.

Desde la perspectiva PSTN, los dispositivos de usuario son teléfonos, faxes o computadores con modems. Todos estos dispositivos quedan enmarcados en los que se denomina de forma común Equipos de Usuario (CPE - Customer Premises Equipment), estos por lo general pertenecen al usuario, pero también pueden pertenecer al proveedor del servicio u operador de la red y ser suministrados bajo una serie de regulaciones.

Con el uso de los modems telefónicos la interfaz de usuario normalmente no es una línea punto a punto, privada, ni dedicada. Más bien, es una conexión conmutada que es capaz de llegar y conectar prácticamente cualquier teléfono en el mundo marcando un simple número (dial up). Uno de esos destinos puede ser el Proveedor de Servicios de Internet (ISP – Internet Service Provider) si el bucle o línea están conectados a un computador. Naturalmente, el ISP debe estar conectado a la central local de la PSTN, y es así como los usuarios de los Computadores Personales (PCs - Personal Computers) utilizan la PSTN para acceder a Internet.

El teléfono esta conectado a la Central Local por medio de un bucle local, este es sólo la forma de acceso del cliente a la PSTN. En su forma más simple, el bucle local consiste de dos cables de cobre trenzados entre sí. Con dos hilos en el bucle local, las señales se propagan en ambas direcciones, este tipo de comunicación bidireccional alternada, recibe el nombre de Half-Duplex. En el otro extremo del bucle local se encuentra el conmutador local en la central, éste es el nodo de red de la PSTN que establece, mantiene y termina las conexiones temporales, conocidas como llamadas. Para completar la tarea, el conmutador local debe conmutar y ser el punto final de los bucles locales, troncales y circuitos de servicio.

Los conmutadores están conectados entre sí por troncales, pueden tener una longitud de varios kilómetros y son compartidos de manera secuencial por los usuarios. Debido a su longitud, es razonable dotar a las troncales de mayor calidad que la de los bucles, por lo que utilizan cuatro hilos (dos pares trenzados) que facilitan un camino diferente para cada sentido de la transmisión. En la actualidad, las troncales están implementadas mediante fibra óptica.

La PSTN ha sufrido una progresiva digitalización para incrementar la velocidad de conmutación y la capacidad de las líneas. Esta se realiza de “dentro hacia fuera”, inicialmente los conmutadores de las centrales, posteriormente las troncales y por último los bucles locales, mediante la incorporación de tecnologías como RDSI (Red Digital de Servicios Integrados o ISDN – Integrated Services Digital Network) y DSL.

A.2.2 Red HFC

Las redes de cable Híbridas Fibra óptica - Coaxial son un tipo de red de acceso que se está convirtiendo en una de las opciones preferidas por los operadores de telecomunicaciones de todo el mundo, para ofrecer a sus abonados un abanico de servicios y aplicaciones cada vez más amplio, que abarca distribución de TV, servicios de telefonía y acceso a Internet a alta velocidad.

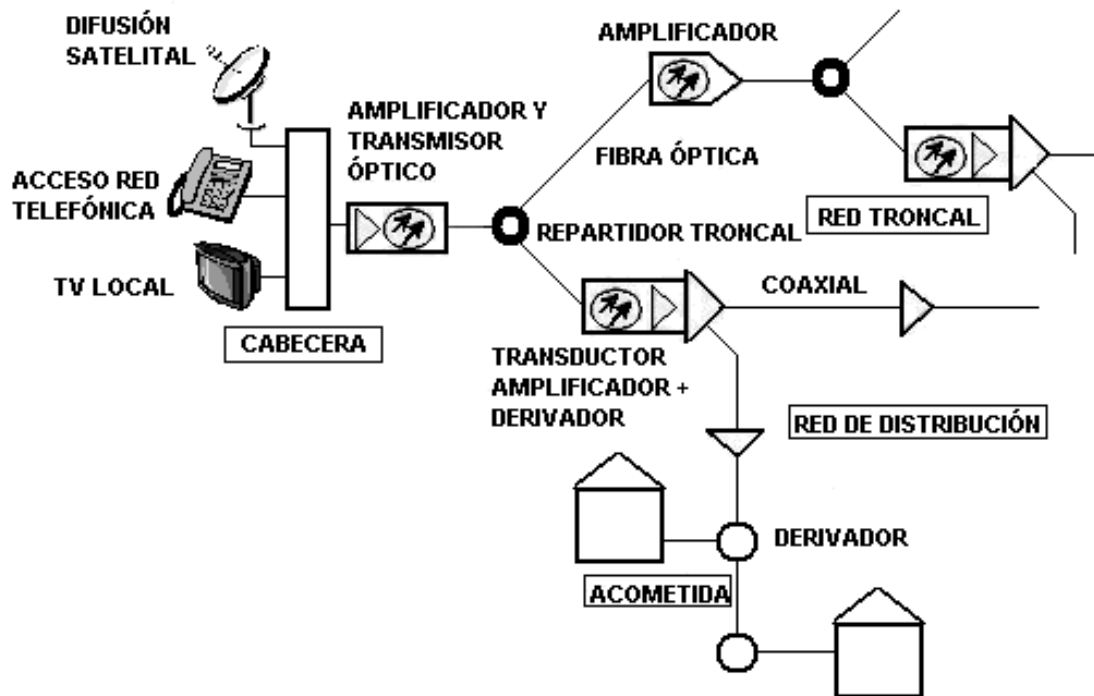


Figura A.7 Arquitectura HFC

1.2.2.1 Elementos de una red HFC

Dentro de esta arquitectura se identifican cuatro elementos muy importantes, los cuales se indican a continuación y se observan en la figura A.7.

Cabecera: La cabecera es el centro desde donde se gobierna todo el sistema. Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red. Por ejemplo, para el servicio básico de distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas y digitales) dispone de una serie de equipos de recepción de televisión terrestre, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de producción. Las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por medio del cable y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 MHz. Las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG (Motion Picture Experts Group – Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento). Una vez añadida la codificación para corrección de errores y realizada un entrelazado de los bits para evitar ráfagas de errores, se utiliza un modulador de Amplitud en Cuadratura (QAM - Quadrature Amplitude Modulation) para transmitir la información hasta el equipo terminal de abonado (también llamado set-top-box). Los canales digitales de televisión y otros servicios digitales se ubican en la banda comprendida entre 606 y 862 MHz (ver figura A.8).

La cabecera es también la encargada de monitorear la red y supervisar su correcto funcionamiento. Esta función de monitoreo se está convirtiendo rápidamente en un requerimiento básico de las redes de cable, debido a la actual complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan. En la cabecera se realizan además todo tipo de funciones de tarificación y de control de los servicios prestados a los abonados.

Red Troncal: Es la encargada de transportar la señal desde la cabecera hasta la línea de distribución, normalmente bastante alejada de ella. Las líneas troncales pueden ser implementadas mediante coaxial o fibra óptica.

- **Red troncal coaxial:** Ha sido la más utilizada hasta la actualidad. Utiliza amplificadores troncales, el menor número posible, generalmente de gran nivel de salida y baja ganancia, colocados en cascada entre tramos de cable coaxial para compensar las pérdidas de éste, de forma que el balance final de ganancias y pérdidas sea cero. Es muy importante tener en cuenta que existe una limitación en cuanto a la distancia máxima que se puede cubrir con la línea troncal, ya que existe un número máximo de amplificadores en cascada que se pueden colocar, debido al ruido que introduce cada amplificador y al nivel de calidad mínimo exigido a la entrada de la línea de distribución. El cable coaxial transporta no sólo las señales correspondientes a los diferentes canales sino también una tensión de corriente alterna que se utiliza para alimentar a todos los amplificadores de la red, los cuales la transforman a la tensión continua necesaria para su funcionamiento.
- **Red troncal de fibra óptica:** En los últimos años, con la introducción de redes de distribución de señales de televisión mediante cable coaxial, se ha encontrado la necesidad de distribuir un número muy elevado de canales de televisión y de cubrir grandes distancias para después distribuirlos y hacerlos llegar a los hogares. En una red troncal coaxial de varios kilómetros se tendría que utilizar una gran cantidad de amplificadores, con los problemas que esto traería. Hoy la fibra óptica permite cubrir grandes distancias (>20 Km.) para transportar las señales generadas en la cabecera y llevarlas hasta la red de distribución, que también podría ser de fibra óptica dependiendo de la complejidad de la red. La tendencia actual nos lleva a considerar las redes HFC como las redes que en un futuro, cada vez más próximo, harán llegar hasta los hogares de la mayoría de poblaciones de mediano y gran tamaño, un amplio abanico de servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, como por ejemplo, el acceso a Internet a alta velocidad, y más adelante, la telefonía.

Red de Distribución: Está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial, que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado. La red de distribución contiene un máximo de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha y abarca grupos de unas 500 viviendas. La fibra óptica de la red troncal llega a un nodo óptico, y de éste parte el coaxial hacia el grupo de edificios a los que alimenta (para servicios de datos y telefonía suelen utilizarse cables de pares trenzados para llegar directamente hasta el abonado, desde el nodo óptico). La red de distribución cuenta además con una serie de dispositivos como son los divisores, amplificadores y derivadores (taps).

Acometida: Este es el ultimo tramo de la red HFC, el cual llega hasta cada uno de los usuarios por medio de un derivador (tap). Esta porción de la red esta implementada mediante cable coaxial.

A.2.2.2 Espectro de frecuencias

En la figura A.8 se puede analizar el espectro e identificar los rangos de frecuencia tanto para el canal ascendente como para el canal descendente de la red de distribución HFC. Además, se puede apreciar que el enlace entre la cabecera y los usuarios es un enlace asimétrico, dado que se cuenta con mayor ancho de banda para el canal de bajada que para el de subida.

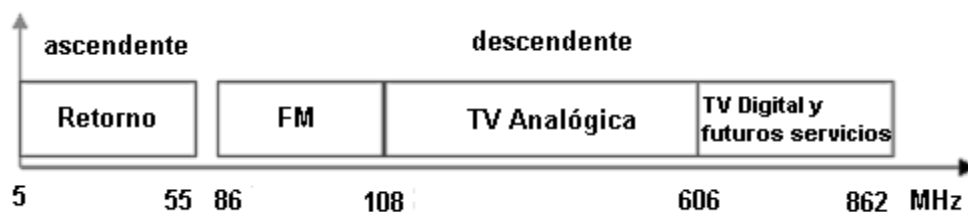


Figura A.8 Distribución de Frecuencias en la red de Distribución

Los sistemas de cable bidireccionales usan amplificadores que trabajan en ambas direcciones. Sólo una porción del espectro del cable es amplificado en cada sentido, así las señales en un cierto rango de frecuencias son enviadas en una dirección y las señales en otro rango son enviadas en dirección contraria. Una distribución típica del espectro para un cable de 870 MHz de ancho de banda es la siguiente, de 86 a 862 MHz se utiliza para el canal descendente y de 5 a 55 MHz para el canal ascendente o de retorno. Entre los 86 y los 606 MHz se multiplexan los canales analógicos y entre 606 y 862 MHz los digitales. Las plantas de CATV (Cable Television - TV por Cable) tradicionales pueden soportar de 60 a 100 canales (analógicos) aproximadamente.

Con técnicas de modulación apropiadas, es posible lograr velocidades de transmisión de 2 a 3 Mbps sobre el canal ascendente, utilizando modulación por Cambio de Fase en Cuadratura (QPSK - Quadrature Phase Shift Keying), mientras que en el canal descendente pueden alcanzarse velocidades de 30 Mbps con QAM; claro que podrían obtenerse velocidades mayores con técnicas de modulación más avanzadas.

A.2.2.3 Acceso a Internet a alta velocidad

El acceso a Internet a velocidades cada vez mayores va en camino de convertirse en uno de los grandes negocios de las nuevas redes de acceso de banda ancha. Las redes HFC, mediante el uso de módems especialmente diseñados para las comunicaciones digitales en redes de cable (cable modems), tienen capacidad para ofrecer servicios de acceso a redes de datos como Internet a velocidades cientos de veces superiores a las que el usuario PSTN está acostumbrado. Los módems de cable están convirtiendo las redes CATV en verdaderos proveedores de servicios de telecomunicación de voz y datos.

El elemento clave que permite el funcionamiento correcto y eficiente de un sistema de acceso compartido como es una red HFC es el protocolo de Control de Acceso al Medio (MAC - Medium Access Control), que constituye el conjunto de reglas que deben seguir todos los usuarios de la red. El protocolo MAC asigna ancho de banda a los usuarios que lo solicitan y regula su actividad de manera que cada uno recibe la capacidad deseada, asegurándose de que el sistema se comporta de manera óptima.

A.2.2.4 Telefonía en redes HFC

Los operadores de redes HFC están muy interesados en ofrecer servicios de telefonía a sus abonados, tanto residenciales como empresariales. Gracias a la liberalización de las telecomunicaciones los operadores de cable no solamente se interesan en ofrecer servicios combinados de telefonía y datos a las empresas, sino que también se muestran cada vez más atraídos por la telefonía local básica para abonados residenciales.

Se encuentran dos soluciones tecnológicas para la telefonía por cable:

1. **Arquitectura Overlay:** Consiste en superponer una red de acceso telefónico a la red de distribución de TV por cable. Esta arquitectura combina estas dos tecnologías y tiene la capacidad de poder ser diseñada de tal manera que sea de rápido despliegue, económica, flexible, fiable, y que tenga en cuenta una posible evolución futura hacia arquitecturas más avanzadas y con un mayor nivel de integración.
2. La segunda opción tecnológica consiste en aprovechar la infraestructura de la red HFC de CATV para transportar las señales telefónicas en el espectro de radiofrecuencia (RF) de la misma. Se reservan para el tráfico telefónico ciertos canales del espectro descendente (86-862 MHz) y del de retorno (5-55 MHz). Todos los abonados de una misma zona de distribución comparten una serie de ranuras temporales de 64 Kbps a las que acceden según el esquema de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA - Time División Multiplexing Access).

A.2.2.5 Ventajas de los sistemas HFC

- Posee capacidad de banda ancha (1GHz).
- Aunque las soluciones en fibra son consideradas mejor a largo plazo, HFC es considerada como una tecnología más económica y que puede ser desplegada rápidamente en forma operacional.
- Las redes HFC permiten en primera instancia, la implementación de servicios de CATV para difusión de alta capacidad (mas de 80 canales analógicos de TV), así como servicios de baja interactividad como "Pague por Ver" y futuros servicios multimedia de alto nivel de interactividad tales como video bajo demanda, compras desde el hogar, datos de alta velocidad, etc.
- Las redes de acceso HFC ofrecen a sus abonados la posibilidad de estar permanentemente conectados y de que sólo se les facture por el tiempo que están realmente utilizando los recursos del sistema, o por volumen de datos recibidos y transmitidos.

- Otra ventaja de las redes de cable es que permiten la difusión de datos a todos o a grupos específicos de usuarios (broadcast y multicast) para servicios de noticias, juegos multiusuario, descarga de software, etc.
- En el caso de fibra óptica en la red troncal HFC, se alcanzan grandes distancias sin necesidad de amplificadores.

A.2.2.6 Desventajas de los sistemas HFC

- Un gran porcentaje de las redes de cable instaladas soportan solo transmisión de datos en una sola dirección y el costo de actualizar estos sistemas para transmisiones bidireccionales puede resultar muy alto.
- Debido a la topología en árbol de las redes HFC, todos los usuarios en una rama comparten el ancho de banda del cable, es decir, que dado el caso de conducir a una velocidad de 6 Mbps, un usuario que se encuentre solo en una rama tendrá más capacidad de la que puede manejar, pero cuando se añaden 50 o 100 usuarios a la misma rama, la velocidad de 6 Mbps se divide entre el número de usuarios que se disputan el ancho de banda, y puede llegar a niveles comparables con los de los usuarios de módems analógicos actuales (56 Kbps).
- Debido a la topología en bus usual en la red de distribución, el nodo óptico recibe la sumatoria del ruido y señales indeseadas de cada uno de los usuarios mediante su canal de retorno, degradando la relación señal a ruido a tal punto que puede dejar sin servicio al área nodal. Lo anterior se conoce como acumulación de ruido por efecto de embudo (Noise Funneling).
- En cuanto a la seguridad, es muy fácil introducir una fuente de ruido en una red tipo bus que deje sin servicio al resto del área nodal.
- La planta de coaxial presenta los mismos inconvenientes que son típicos en una red tipo bus, donde una falla sobre una de las terminaciones de usuario, afectará a los demás usuarios.
- Para prestar servicios de datos de alta velocidad, se deben establecer, del lado del operador de red, conexiones y equipos que soporten dichos servicios, incrementándose de esta forma los costos de la infraestructura.

A.2.3 Acceso por Fibra Óptica – FTTx

Esta opción tecnológica nace como una alternativa para llegar con fibra óptica lo más cerca posible al usuario, brindando diversas alternativas dependiendo de las necesidades y capacidades de los usuarios. Las arquitecturas FTTx presentan varios componentes comunes tales como:

- Terminación de Línea Óptica (OLT – Optical Line Termination)
Este componente termina cada uno de los enlaces sobre fibra y los interconecta con la PSTN y/o la red de datos.

- Unidad de Red Óptica (ONU – Optical Network Unit)
Estos dispositivos constituyen los nodos de acceso donde terminan las conexiones que provienen del sitio del cliente y realiza la conversión de las señales del dominio eléctrico al óptico en sentido ascendente y desarrolla el proceso contrario en sentido descendente.
- Terminación de Red (NT – Network Termination)
Este dispositivo ubicado en el sitio del usuario realiza la función de interfaz entre el equipo del usuario y el medio de transmisión.

Las soluciones de acceso basadas en fibra óptica más conocidas son:

A.2.3.1 Fibra hasta el Hogar (FTTH – Fiber To The Home)

La fibra óptica penetra profundamente en la estructura de la red. Se llega con fibras monomodo hasta el terminal de usuario, introduciendo Multiplexación por División de Longitud de Onda WDM (Wavelength Division Multiplexing) para aprovechar las cualidades del medio físico utilizado.

Se puede emplear un divisor óptico pasivo para la interconexión entre el usuario y el nodo de distribución alternado con una topología en estrella con el fin de repartir la información entre varios usuarios.

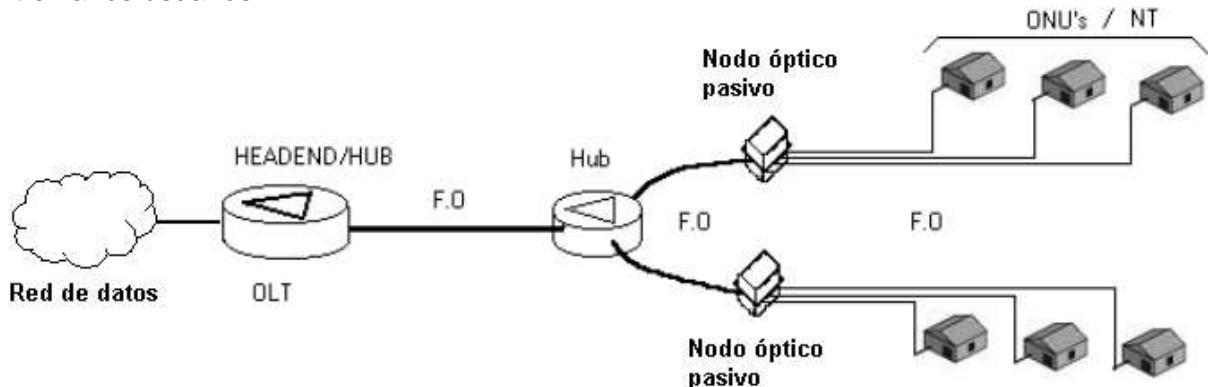


Figura A.9 Arquitectura FTTH

En la Figura A.9 se puede apreciar que en esta arquitectura, tanto la ONU como la NT son una sola compartiendo el mismo sitio y que además, es una red de acceso totalmente en fibra óptica desde el abonado hasta la cabecera central. Los nodos ópticos son pasivos mientras que el Hub puede cumplir funciones como: transceptor DWDM, extensión de enlace, receptor óptico, amplificador óptico y de radiofrecuencia, conmutador óptico y de radiofrecuencia. Al aumentarse el ancho de banda es posible transportar la información utilizando SDH a una velocidad de 155,52 Mbps o superiores.

A.2.3.2 Fibra hasta el Edificio (FTTB – Fiber To The Building)

La fibra llega hasta un edificio dando servicio a un número reducido de abonados por cada conversor óptico / eléctrico (ONU). El edificio se conecta con la cabecera de la red mediante fibra óptica, y los usuarios se enlazan con la ONU mediante cable coaxial o pares de cobre a través de la red de distribución del edificio.

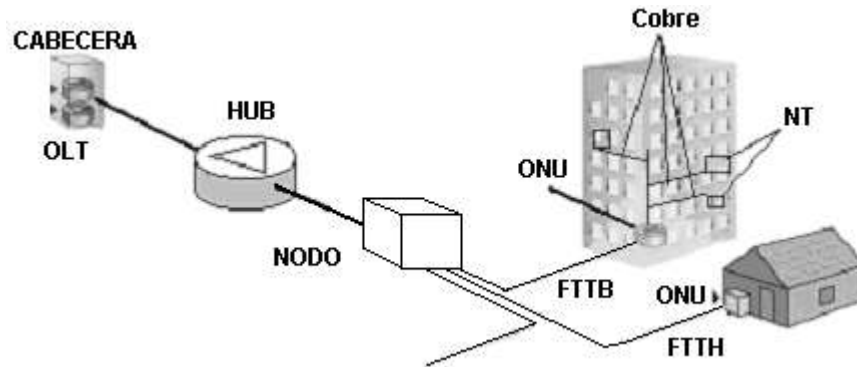


Figura A.10 Arquitectura FTTB

FTTB y FTTH tienen estructuras completamente idénticas, sólo que la primera implica una mayor capacidad de tráfico hacia y desde la ONU por alojarse sobre edificaciones en las cuales el número de usuarios es mayor que en una residencia. Tanto en FTTH como en FTTB, la ONU se conecta directamente a la instalación del cliente, donde la NT se encuentra implícitamente asociada a la ONU.

A.2.3.3 Fibra hasta la Acera (FTTC – Fiber To The Curb)

Se llega con fibras monomodo hasta la acera a una corta distancia del usuario, donde cada nodo óptico sirve a unas pocas decenas de abonados. La planta externa de este sistema utiliza fibra óptica en una topología comúnmente en estrella para conectar la cabecera de la red con las ONUs. Que por lo general se ubican cerca a agrupaciones de usuarios que varían de 6 a 24, a quienes llega la información a través de la red de distribución (trayecto entre la acera y el usuario) implementada en pares de cobre o cable coaxial, estableciendo conexiones punto a punto. La cabecera se conecta al núcleo de la red soportado normalmente en anillos ATM / SDH proporcionando un ancho de banda aproximado a 50 Mbps.

Existen dos clases de estas redes, de acuerdo al medio de transmisión empleado en la red de distribución:

FTTC de primera generación

La red de distribución se constituye con pares de cobre y el resto de la red esta implementado en fibra óptica, la cantidad de estos varia entre 24 y 84 pares trenzados por agrupación.

FTTC de segunda generación

En el camino de la acera al usuario se despliega cable coaxial o pares de cobre que utilicen tecnologías xDSL.

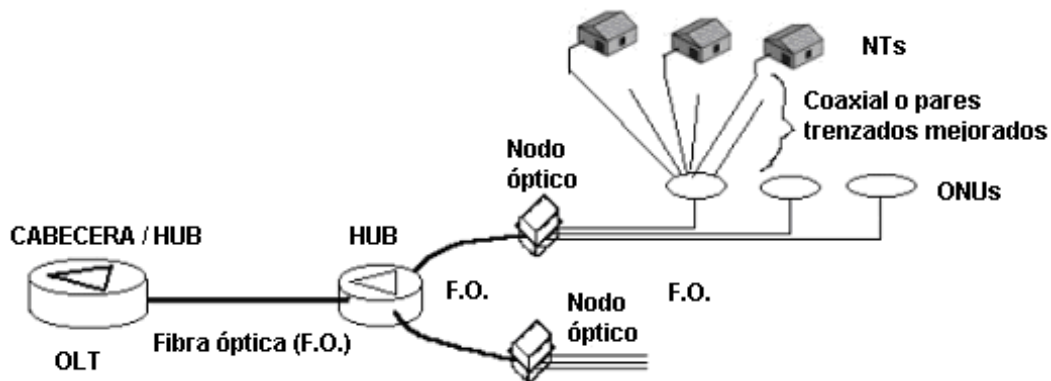


Figura A.11 Arquitectura FTTC

A.2.3.4 FTTCab - Fiber To The Cabinet (Fibra hasta el Armario)

Configuración muy parecida a la anterior, con la diferencia de que la ONU es compartida por un mayor número de usuarios (ubicada en el armario) y que la red de distribución es de mayor extensión.

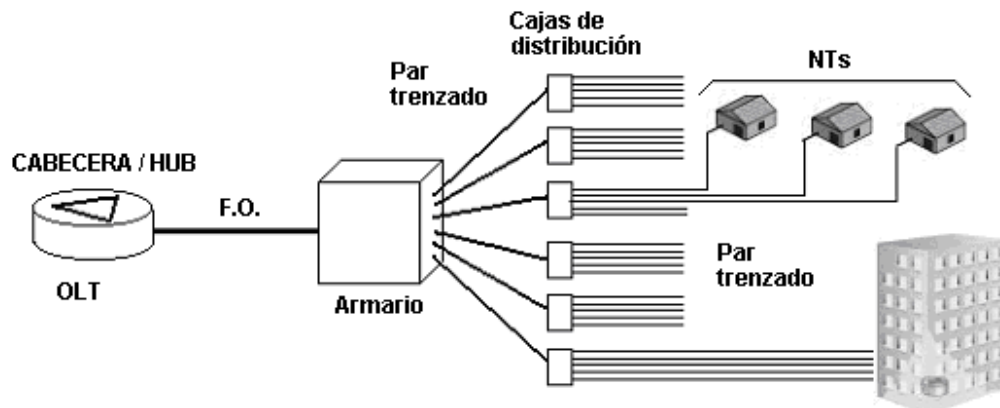


Figura A.12 Arquitectura FTTCab

Este tipo de arquitectura hace un mejor uso de los pares de cobre existentes para los servicios de banda ancha y banda estrecha. Esto es posible gracias al rápido avance de las tecnologías de compresión de video y a las modernas técnicas de modulación, las cuales permiten una completa exploración del ancho de banda disponible sobre el par de cobre (tecnologías xDSL).

A.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA RED DE ACCESO DE UNA NGN

A.3.1 Familia xDSL⁷

A.3.1.1 Características de DSL

La Línea Digital de Abonado es una tecnología de acceso de banda ancha, que tiene la capacidad de transportar diferentes tipos de información tales como voz, datos y video a través de la línea telefónica, también llamada bucle local (local loop).

Existen varios tipos de tecnologías xDSL, con una gran variedad de anchos de banda y alcances. Algunos son de tipo asimétrico, es decir, que emplean mayor velocidad en el sentido descendente que en el ascendente, debido a que el usuario solo envía mensajes cortos a la red (comandos o URL's) y recibe gran cantidad de información (gráficos, videos, archivos, etc.). Otros son de tipo simétrico, en donde las velocidades en ambos sentidos son aproximadamente iguales, como en el caso de conexiones con proveedores de servicio, aplicaciones de negocio, o los enlaces de sitios WEB con mucho tráfico.

Entre los tipos de DSL más reconocidos se encuentran:

- Asymmetric DSL (ADSL)
- ADSL Splitterless
- Rate-Adaptive DSL (RADSL)
- High bit-rate DSL (HDSL)
- High bit-rate – 2 DSL (HDSL – 2)
- Symmetric DSL (SDSL)
- Single-pair high-speed DSL (SHDSL)
- Very high-bit rate DSL (VDSL)
- ISDN DSL (IDSL)

A.3.1.2 Servicios de la tecnología xDSL

Con la tecnología DSL se puede dar soporte a los siguientes servicios:

- Acceso a Internet
- Conectividad SOHO (Small Office / Home Office – Pequeña Oficina / Oficina en el Hogar)
- Telefonía IP
- Videoconferencia
- Teletrabajo
- Telemedicina
- Servicios en línea
- Video bajo Demanda
- Entrega de señales de televisión

⁷ La "x" representa el tipo de tecnología DSL, por ejemplo A para ADSL.

- Conectividad entre LANs (Local Area Network – Red de Área Local)
- Transporte de información (enlaces E1/T1)

A.3.1.3 Ventajas de la tecnología xDSL

Ventajas para el usuario:

- Acceso de alta velocidad
- Conexión permanente
- Capacidad de transporte no compartida

Ventajas para el proveedor:

- Doble funcionalidad del mismo cable (voz + datos)
- No hace falta acondicionar toda una central, es suficiente la instalación del servicio solamente en aquellas líneas que lo requieran

A.3.1.4 Desventajas de la tecnología xDSL

Entre las desventajas más considerables se encuentran:

- No todas las líneas pueden ofrecer el servicio xDSL, debido a sus características
- El costo económico actual de los módems es alto, pero tienden a bajar con la demanda

A.3.1.5 Características del bucle

La longitud y calibre del cable de cobre entre el Equipo de la Oficina Central (COE - Central Office Equipment) y el equipo del usuario, son parámetros característicos que afectan el rendimiento de los sistemas xDSL. Entre mayor es la distancia del enlace menor es la velocidad de acceso y entre mayor sea el calibre del cable, mayor es la velocidad que soporta. Otro aspecto importante es el estado en que se encuentre el cable, debido a que el rendimiento del sistema depende de las características físico eléctricas del medio, tales como resistencia, capacitancia, inductancia, atenuación, entre otros.

A.3.1.6 Equipamiento de la central xDSL

A.3.1.7.1 Multiplexor de Acceso DSL (DSLAM - Digital Subscriber Line Access Multiplexer)

El Multiplexor de Acceso de DSL es un equipo con el cual se concentra el tráfico de varios usuarios DSL, esta compuesto por dispositivos llamados Unidades Transceptoras de la Oficina Central (xTU C - x⁸ Tranceptor Unit Central Office). Además, dispone de interfaces hacia otras redes, por ejemplo redes ATM.

⁸ La “x” representa la tecnología xDSL que se este utilizando, por ejemplo A para ADSL (ATU-C), H para HDSL (HTU-C), etc.

A.3.1.7.2 Separadores de voz y datos (POTS Splitters)

Son dispositivos utilizados para separar el servicio de datos del servicio analógico de voz, esto permite que las señales no se interfieran entre sí. Para el caso de la central se encuentran incorporados en un chasis, el cual se interconecta directamente con el DSLAM.

A.3.1.7 Equipamiento en el sitio del cliente

A.3.1.8.1 Modem DSL

Este dispositivo puede variar de acuerdo al tipo de tecnología DSL que se esté desplegando en el lugar del cliente, está compuesto principalmente por la Unidad Transceptora Remota (xTU-R - x Transceptor Unit Remote) y en ocasiones esta diseñado con un POTS splitter incorporado (familia de tecnologías ADSL), pero no es un requisito obligatorio. Se puede adquirir en el mercado y su costo puede correr por cuenta del cliente o por parte del proveedor como parte del servicio.

A.3.1.8.2 Separadores de voz y datos

Cumplen la misma función que los que están ubicados en la central, pero con la diferencia de que vienen individualmente para cada modem.

A.3.2 Cable Modems

A.3.2.1 Descripción

Es un dispositivo que permite el acceso a Internet a grandes velocidades utilizando la infraestructura de una red de televisión por cable. En algunos aspectos son similares a los modems telefónicos convencionales, pero un cable modem es mucho más complejo por lo que sus posibilidades tecnológicas son mayores. Un cable modem es mas poderoso, siendo capaz de transportar información aproximadamente 500 veces más rápido que el modem telefónico.

A.3.2.2 Funcionamiento

Para la recepción de los datos por parte del usuario, Cable Modem es capaz de recibir una señal de RF con modulación 64/256 QAM con lo cual se obtiene una velocidad teórica de 40 Mbps (en la practica de 3 a 10 Mbps⁹) y esto sobre un canal de 6 MHz. Para la parte de transmisión de los datos desde el usuario hacia la red se utiliza un esquema de modulación flexible que puede ser QPSK / 16QAM que permite velocidades

⁹ Debido a diferentes factores tales como ruido, interferencias, atenuación y porque utiliza un canal compartido (bus de coaxial).

que pueden estar entre 320 Kbps y 10 Mbps. Este esquema flexible es controlado desde la cabecera central (HeadEnd) por medio de la configuración de un dispositivo de enrutamiento denominado Sistema de Terminación de Cable Modem (CMTS - Cable Modem Termination System). El CMTS permite una configuración flexible de velocidades del canal ascendente y descendente, de acuerdo a las necesidades del suscriptor.

Otro aspecto importante, es que el abonado continua recibiendo la señal de TV por cable de forma simultanea mientras que transmite o recibe datos por el cable modem; todo esto se logra empleando un separador que divide la señal de televisión analógica de la señal de datos, tal y como se ilustra en la figura A.13.

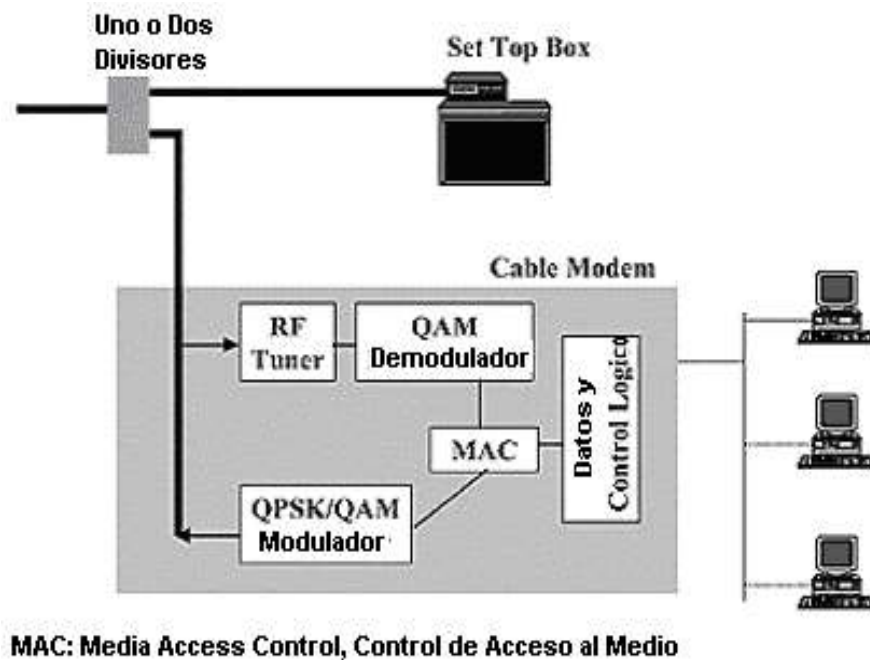


Figura A.13 Cable Modem de usuario

Debido a que algunas de las redes de cable están desplegadas para prestar servicios de difusión de televisión, los cable modems pueden utilizar dos métodos para el retorno de los datos de usuario. Un método consiste en utilizar la línea telefónica pero con una velocidad máxima de 64 Kbps, la otra forma es utilizar un modem QPSK/16QAM. Cuando se utiliza la línea telefónica junto con la red de difusión, el sistema de datos por cable es conocido como Interfaz de Retorno Telefónico (TRI - Telephony Return Interface).

En la cabecera, los datos de un usuario son filtrados por un demodulador para el canal ascendente. Esta parte del procesamiento se encuentra en el CMTS, que es un sistema de conmutación (switching) de datos especialmente diseñado para encaminar los datos hacia los cable modems de los usuarios. Para el envío de los datos desde la red hacia un grupo de usuarios el CMTS utiliza un modulador 64 / 256QAM.

En la Figura A.14 se indica el esquema de utilización del CMTS.

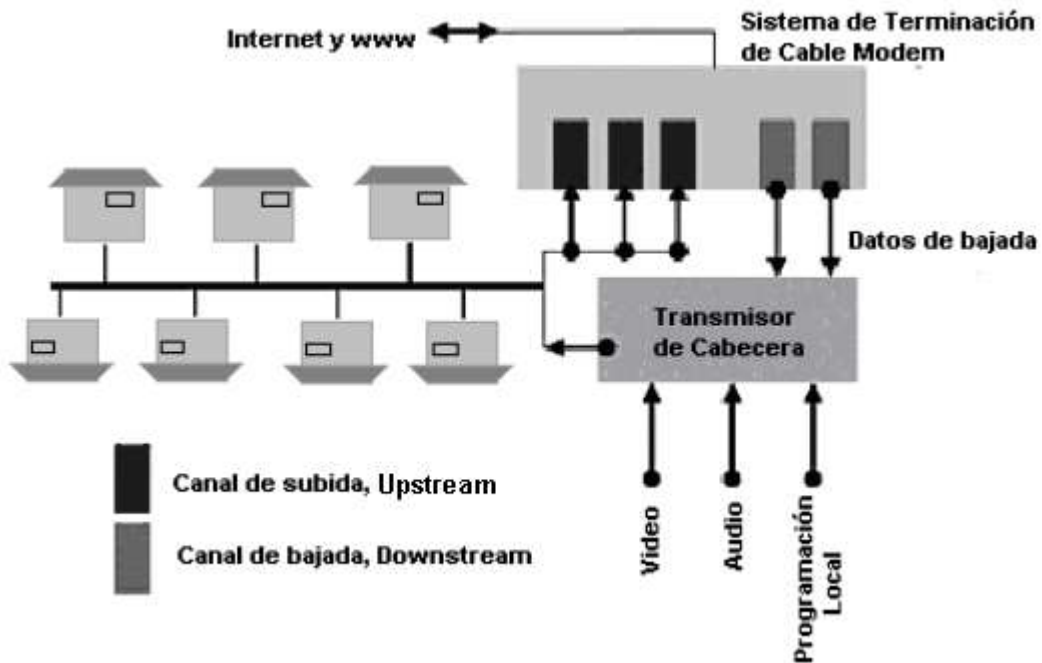


Figura A.14 CMTS y Transmisor de cabecera

En la cabecera se combinan los datos de canales descendentes con los de video, audio y programas locales. La señal combinada se transmite a través de la red de distribución por cable. En el punto extremo del usuario, los datos de usuario son recibidos separadamente por un cable modem y enviados desde este hasta el computador.

Otro elemento importante en la parte de operación y gestión de un sistema de datos por cable es el Sistema de Gestión de Elementos (EMS – Element Management System). El cual está diseñado para configurar y gestionar un CMTS y a los suscriptores de cable modem asociados. Las operaciones del EMS incluyen el aprovisionamiento, administración, monitoreo, alarmas, y la prueba de varios componentes del CMTS. Desde un Centro de Operaciones de Red (NOC – Network Operation Center), un solo EMS puede soportar varios sistemas CMTS en una región geográfica determinada.

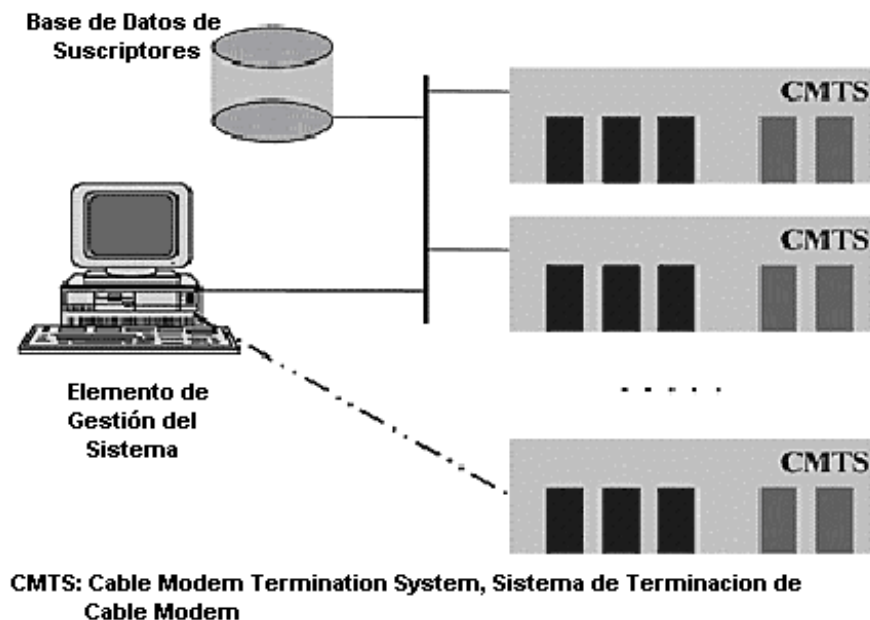


Figura A.15 Sistemas de Operaciones y Gestión

A.3.2.3 Características de un sistema de datos por cable

Más allá de la modulación y demodulación, un sistema cable modem incorpora muchas características necesarias para proporcionar comunicaciones de banda ancha hacia la Red de Área Extensa (WAN - Wide Area Network). En el nivel de red se escoge IP para soportar Internet y los servicios Web. El nivel de Enlace de Datos está conformado por tres subniveles que son: Subnivel de control de Enlace Lógico, Subnivel de Seguridad del Enlace y el Subnivel de Control de Acceso al Medio.

Actualmente, los sistemas de cable modem utilizan el formato de trama Ethernet para la transmisión de datos sobre los canales de datos en sentido ascendente y descendente. Cuando el número de suscriptores se incrementa, el operador de cable puede adicionar más canales de datos tanto en sentido ascendente como en el sentido descendente para soportar la demanda de ancho de banda adicional en la red de datos por cable. Desde esta perspectiva, el crecimiento de las nuevas redes de datos por cable pueden ser administradas de igual manera que el crecimiento de las Ethernet LANs dentro de un ambiente corporativo.

A.3.2.4 Arquitectura de la Red de Datos por Cable

La arquitectura de la red de datos por cable es similar a la de una oficina LAN. Un CMTS provee una red Ethernet extendida sobre una WAN, con un alcance geográfico superior a 160 Kilómetros.

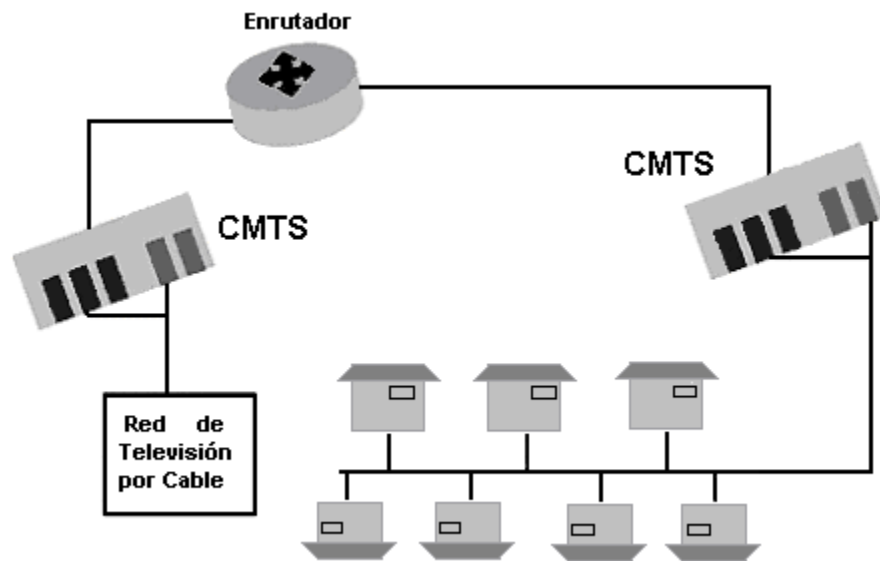


Figura A.16 Arquitectura Red de datos por cable

A.3.2.5 Estándares

Hasta antes de 1996, los cable modems eran productos propietarios, o sea que no se manejaban estándares abiertos, con lo cual, si una compañía de cable estaba utilizando equipos de red "xxx", sólo un modem "xxx" podía trabajar en su red.

Para 1996, CableLabs, una organización de tecnología industrial, desarrolló un estándar abierto para los productos de cable modem llamado Especificación de la Interfaz de Datos Sobre el Servicio de Cable (DOCISIS - Data Over Cable Service Interface Specification). Su objetivo era desarrollar un estándar para que los equipos de cable modem fabricados por diversas compañías fueran compatibles entre sí, tal como sucede con los tradicionales modems de línea telefónica.

Actualmente, más de 20 compañías están fabricando Cable Modems DOCSIS, incluyendo a empresas como 3Com, Cisco System, Com21, Motorola, Nortel Networks, Phillips, Thomson, Toshiba, Samsung y Sony. Por otro lado, existe un grupo dedicado a la elaboración de un estándar mucho más formal que el DOCSIS. Este es el Grupo de Trabajo 802.14 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers), el cual está dedicado a crear estándares para transporte de datos sobre las tradicionales redes de televisión por cable. La arquitectura de referencia especifica una distribución híbrida de cable coaxial y fibra óptica, con un radio de 80 kilómetros alrededor de la cabecera.

A.3.3 Red Digital de Servicios Integrados – Banda Ancha (ISDN – Integrated Service Digital Network)

A.3.3.1 Introducción

La Red Digital de Servicios Integrados o RDSI es una red que transporta los datos de forma digital a través de la red PSTN. La transmisión de información en forma digital ofrece un servicio más seguro, las conexiones se establecen más rápidamente y permiten controlar un mayor número de usuarios, entre otras ventajas. Las normas que definen a la RDSI están contempladas en la serie I de la ITU.

Las siglas RDSI corresponden a:

- Red Digital: Porque la comunicación entre ambas partes se realiza íntegramente en forma digital. Cada fabricante cumple con las normas internacionales para facilitar la compatibilidad entre equipos.
- de Servicios Integrados: Porque soporta varios servicios tales como voz, video, imágenes, datos y multimedia.

A continuación podemos enumerar algunas normas para la RDSI:

- I.120: Guías iniciales para la RDSI.
- I.439: Define la interfaz física entre el usuario y la red.
- I.430-1: Define el nivel físico.
- I.440/1 – Q.920-23: Definen el Protocolo de Acceso al Enlace (LAP - Link Access Protocol).
- I.450/1 – Q.930.39: Definen el nivel de red.

A.3.3.2 Definición de RDSI Banda Ancha

En 1988, como parte de las series I de recomendaciones de RDSI, la ITU publicó la primera de dos recomendaciones relacionadas con RDSI Banda Ancha (RDSI-BA): I.113, “Vocabulario de términos relacionados con la RDSI de banda ancha”, e I.121, “Aspectos de la RDSI de banda ancha”. Estos documentos proporcionan una descripción preliminar y a partir de estos documentos se ha desarrollado un rico conjunto de recomendaciones.

El término RDSI-BA se usa por conveniencia, para referirse y enfatizar los aspectos de banda ancha de la RDSI. La intención es ofrecer una noción comprensible de una RDSI que proporciona banda ancha y otros servicios RDSI. El modo de transferencia asíncrona (ATM) es el modo de transferencia que implementa RDSI-BA.

RDSI-BA esta basada en los conceptos desarrollados para la RDSI y puede evolucionar incorporando progresiva y directamente a la red funciones RDSI-BA adicionales que habiliten nuevos y avanzados servicios. Puesto que la RDSI-BA se basa generalmente en conceptos RDSI, la configuración de referencia de acceso a RDSI es también la base de la configuración de referencia de la RDSI-BA.

La ITU-T define modestamente RDSI-BA como «un servicio que requiere canales de transmisión capaces de soportar velocidades mayores que la velocidad primaria». Con RDSI-BA estarán disponibles, servicios, especialmente de video que requieren velocidades de un orden de magnitud más allá de las que ofrece RDSI. Para contrastar esta nueva red y estos nuevos servicios con el concepto original de RDSI, este concepto original se denomina ahora RDSI de Banda Estrecha (RDSI-BE).

A.3.3.3 Arquitectura de la RDSI de banda ancha

RDSI-BA difiere de RDSI de banda estrecha de diferentes modos. Para reunir los requisitos para vídeo de alta resolución, se necesita una velocidad de canal superior a 150 Mbps. Para admitir simultáneamente uno o más servicios interactivos y distribuidos, se necesita una velocidad de línea de abonado total de alrededor de 600 Mbps. El único medio de transporte apropiado para el sustento general de estas velocidades de datos, es la fibra óptica. Por lo tanto, la implementación de RDSI-BA depende del ritmo de introducción del bucle de abonado basado en fibra.

A.3.3.4 Arquitectura funcional

La Figura A.17 muestra la arquitectura funcional de RDSI-BA. Como con RDSI de banda estrecha, el control de RDSI-BA se basa en señalización de canal común. En la red, se utiliza el Sistema de Señalización No. 7 mejorado para soportar capacidades suplementarias de redes de mayor velocidad.

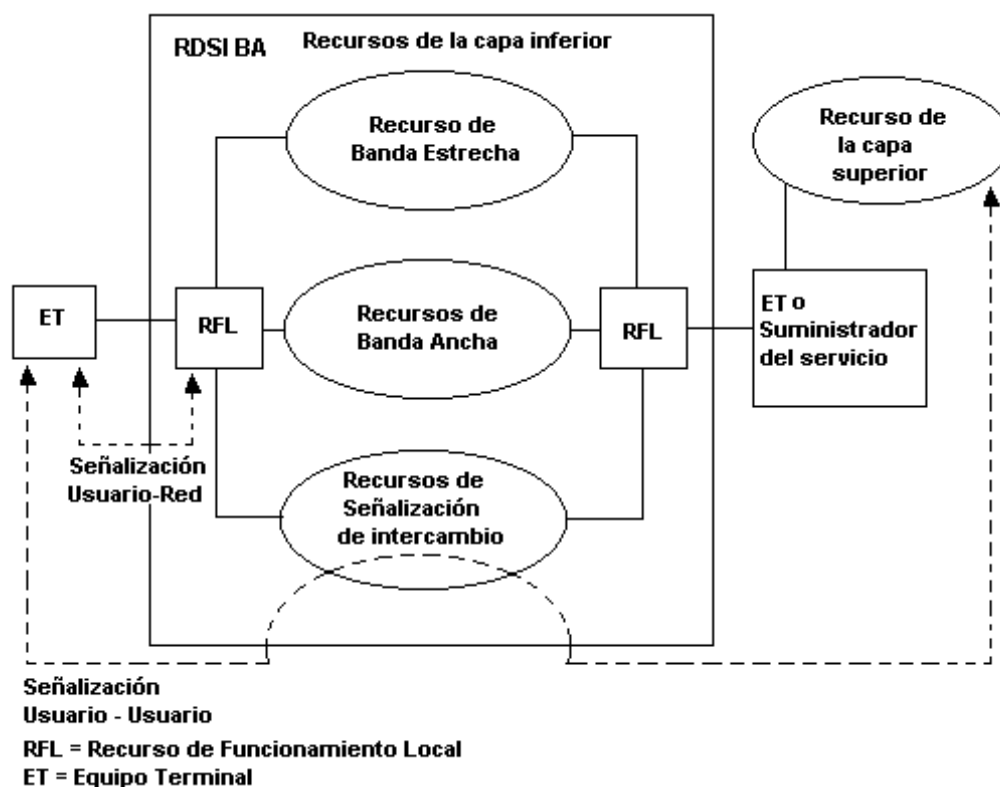


Figura A.17 Arquitectura de RDSI - BA

RDSI-BA debe soportar todos los servicios de transmisión a 64 kbps, tanto de conmutación de circuitos como de conmutación de paquetes, que son admitidos por RDSI banda estrecha. Esto protege la inversión del usuario y facilita la migración de RDSI banda estrecha a banda ancha.

A.3.3.5 Estructura de la transmisión

En términos de velocidades disponibles para los abonados RDSI-BA, se definen tres servicios de transmisión. El primero de ellos consiste en un servicio full-duplex a 155,52 Mbps. El segundo servicio definido es asimétrico, proporciona transmisión desde el abonado a la red a 155,52 Mbps (ascendente) y en la otra dirección a 622,08 Mbps (descendente). Y el tercero es un servicio full-duplex a 622,08 Mbps.

A.3.3.6 Protocolos de la RDSI de Banda Ancha

La arquitectura del protocolo para RDSI-BA introduce algunos elementos nuevos que no se encuentran en la arquitectura RDSI-BE. Para RDSI-BA la transferencia de información a través de la interfaz usuario-red utiliza ATM. Esto implica que RDSI-BA será una red basada en paquetes. Aunque la recomendación también afirma que RDSI-BA admitirá aplicaciones modo circuito, esto se hará sobre un mecanismo de transporte basado en paquetes.

El modelo de referencia de protocolo hace referencia a tres planos separados:

- Plano del usuario: proporciona al usuario transferencia de información combinada con control de flujo y control de errores.
- Plano de control: realiza control de llamadas y funciones de control de conexión.
- Plano de gestión: realiza funciones de gestión relacionadas con el sistema como un todo y proporciona coordinación entre todos los planos, y la capa de gestión, que realiza funciones de gestión relacionadas con recursos y parámetros que residen en sus entidades de protocolo.

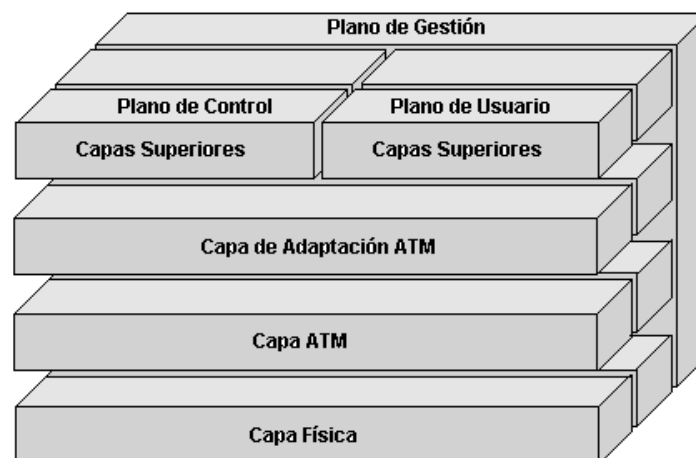


Figura A.18 Modelo de Referencia RDSI – BA

A.3.4 Comunicación por la Línea de Potencia (PLC – Power Line Communication)

Con el proceso de liberalización que se está dando en el sector de las telecomunicaciones, se ha dado pie para que otras industrias de red se motiven para entrar a participar en este sector. Este es el caso de las compañías eléctricas, puesto que desde el punto de vista técnico, estas compañías se encuentran muy bien posicionadas al contar con una conexión metálica con cada usuario, diseñada para transportar energía eléctrica, pero que puede convertirse en un mecanismo para transporte de información digital capaz de transportar servicios de banda ancha.

A.3.4.1 Concepto de PLC

Es una tecnología que permite la transmisión de información digital utilizando las redes existentes de distribución de energía eléctrica (baja tensión). Esta tecnología, supone una alternativa real a las actuales tecnologías de “último kilómetro”, permitiendo el acceso de usuarios finales a las redes de los operadores de servicios utilizando una infraestructura ya instalada que llega a todos los puntos, incluso en el interior de las viviendas, haciendo que cualquier tomacorriente se convierta en un posible punto de acceso a la red con sólo conectar el correspondiente módem PLC.

A.3.4.2 Estructura de la red eléctrica

La red eléctrica de características totalmente diferentes a la red telefónica, cuenta con la gran ventaja de estar mucho más extendida alcanzando prácticamente la totalidad de la población del mundo civilizado.

En la Figura A.19 se esquematiza la estructura de una red eléctrica y en la cual se puede distinguir cuatro segmentos de interés.

- Red de alto voltaje: Transporta la energía desde los centros de generación hasta las grandes áreas de consumo. Las distancias de transporte son grandes, lo que implica altos voltajes para minimizar las pérdidas (una región, un país, entre países)
- Red de medio voltaje: Distribuyen la energía dentro de un área de consumo determinada (una ciudad, una comarca)
- Red de bajo voltaje: Que es la que distribuye la energía a los locales de usuario final, a los voltajes de utilización final (110V-220V-380V)
- Red de distribución doméstica: comprende el cableado de energía y los tomas dentro de las ubicaciones del usuario final.

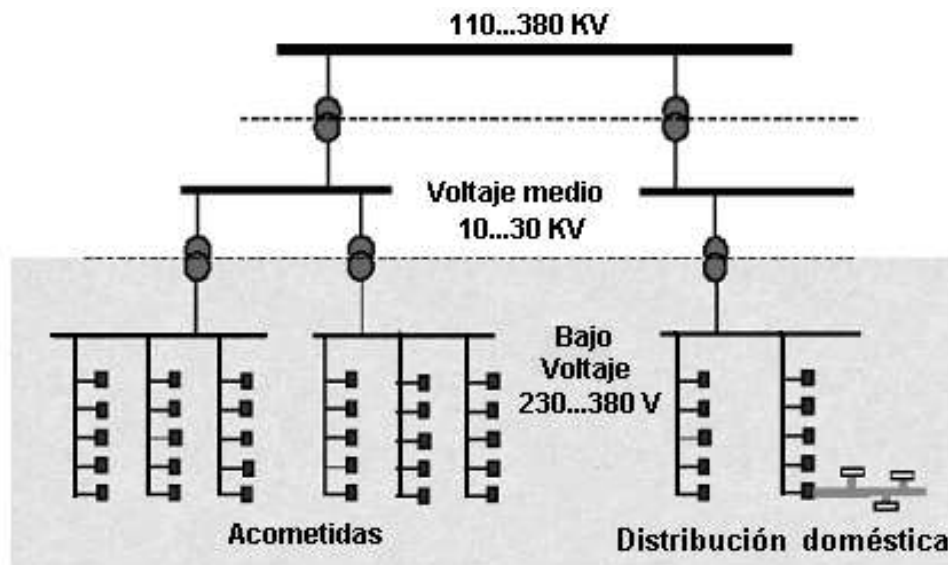


Figura A.19 Modelo de referencia de la red de distribución eléctrica

La red de alto voltaje es la encargada de interconectar las cabeceras PLC dispersas por la ciudad, transportando la información de los usuarios al centro de servicios y viceversa. Otra función muy importante que cumple es la de transportar señales de telemetría, información de supervisión y ordenes de re-configuración de la red. Es común que esta infraestructura de telecomunicaciones se base en radio enlaces o en fibra óptica que utiliza como soporte el mismo del tendido eléctrico.

Considerando los segmentos de red de medio y bajo voltaje, y en especial la red de bajo voltaje, la cual constituye lo que en el dominio de las telecomunicaciones se denomina el "último kilómetro", que se extiende desde el transformador de media a baja tensión hasta los contadores de los abonados. Es importante señalar algunas características primordiales para esta parte de la red.

- Varios abonados se encuentran conectados a la misma fase, de lo cual se concluye que la red eléctrica, desde el punto de vista de la transmisión de la información, es un medio compartido.
- El número de abonados que es atendido por cada uno de los transformadores de media / baja tensión (punto candidato para inyección de señales) es variante de país a país. Este es un punto clave puesto que tiene serias implicaciones en la arquitectura de la red a considerar, ya que será mas favorable en cuanto se tenga mayor número de abonados tendidos a cada transformador de media / baja para reducir los costos de infraestructura.

- Es importante recordar que la red eléctrica no fue diseñada para el transporte de información que requiera cierto ancho de banda, de hecho constituye un medio muy hostil (un canal con una respuesta en frecuencia muy variable tanto de lugar a lugar como en el tiempo, y además muy ruidoso). Sin embargo, la tecnología avanzada para el procesamiento digital de la señal, actualmente permite la transmisión de unos anchos de banda considerables a través de este medio. La banda de frecuencias que se utiliza va desde 1 hasta los 30 MHz.
- Los tendidos de energía no toman precauciones en cuanto a la radiación ni a la emisión en este rango de frecuencias que coinciden con bandas de radio de uso público. En atención a este campo se están tomando regulaciones para permitir la coexistencia de los servicios.

Considerando la red de distribución domestica, el objetivo es el de convertir el cableado de distribución interno en una red de área local, siendo cada tomacorriente un punto de conexión a esta red.

A.3.4.3 Segmentos y elementos de red

En la figura A.20 se indican los elementos correspondientes al segmento de bajo voltaje y distribución domestica.

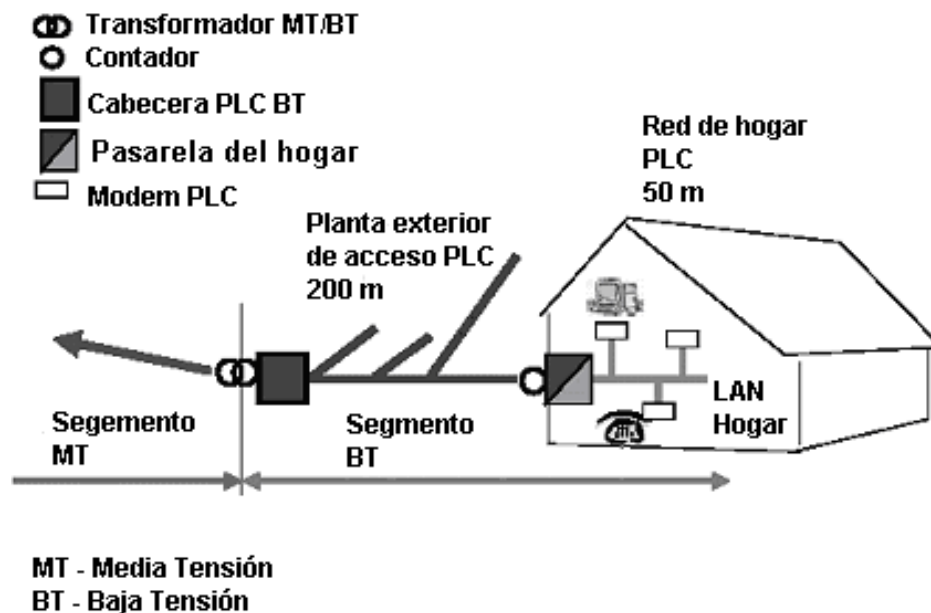


Figura A.20 Características de los segmentos de baja tensión y red doméstica

A. Segmentos de la red PLC

1. Segmento de bajo voltaje: Es el que conecta a la pasarela del hogar con la cabecera PLC de Baja Tensión. Para este segmento de bajo voltaje se tienen distancias típicas que están por el orden de los 200m desde el transformador hasta la casa de los usuarios con numerosas ramificaciones para atender a varios de ellos y por lo cual es un medio compartido.

Por lo anterior y debido a los siguientes factores hacen que este sea un medio muy hostil.

- Se dan atenuaciones debido a la distancia justo en el rango de frecuencias de interés (1 – 30 MHz).
 - Desvanecimientos selectivos debidos a las reflexiones producidas en las ramificaciones. Además esta característica tiene unas variaciones temporales que dependen de la carga (ó sea de los dispositivos que estén conectados a la red). Para solucionar lo anterior se deben emplear esquemas de modulación robustos como Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM - Orthogonal Frequency División Multiplexing) que se adapta dinámicamente a las variaciones del canal.
 - Al estar sujeto a diversas fuentes de ruido, de fondo (-120dBm/Hz), impulsivo e interferencias selectivas (p.e. emisiones de radio), se hacen necesarias técnicas de codificación contra errores (Reed-Solomon), *Interleaving*, y adaptación a las características de Señal / Ruido del canal (OFDM).
2. Segmento de distribución doméstica: El cual se encuentra con unas características del medio muy similares a la del llamado “ultimo kilómetro”, pero aliviado un poco por las dimensiones en las distancias que se manejan para este segmento ya que la distancia a cubrir oscila alrededor de los 50m. Además, el número de ramas también es menor, pero con todo esto sigue siendo un medio hostil que no fue diseñado para el transporte de información que demande un gran ancho de banda. Este segmento es el que conecta a todos los modems PLC del abonado con la pasarela del hogar.

B. Elementos de la red PLC

1. La “Cabecera PLC de Baja Tensión”: Por lo general se encuentra junto al transformador de media/baja y es la terminación de línea que maneja el segmento de bajo voltaje que parte de este transformador. Esta función de terminación de línea puede ser parte de un repetidor que simplemente repite la información que se transmite por la red de media tensión, “puenteando” el transformador Media / Baja para altas frecuencias, o también puede ser la terminación de línea de una función enrutador o puente que se conecta a la red de datos por un sistema de transporte convencional de telecomunicaciones, por ejemplo fibra óptica. Este elemento proporciona un elevado ancho de banda para un máximo de 254 nodos o pasarelas del hogar.

2. Pasarela del hogar: en el caso representado de PLC extremo a extremo, tiene una función de puenteo, separando los segmentos de acceso y doméstico, además puentea el contador eléctrico (también, un filtro paso bajo para las frecuencias de interés).
3. Por último tenemos los módems para el toma corriente, que proporcionan la interfaz requerida por las aplicaciones de usuario, por ejemplo Ethernet o interfaces telefónicas.
4. Aunque no se representan en la Figura 1.22, también existen repetidores para aumentar el alcance.

A.3.4.4 Ventajas de la tecnología PLC

- No es necesario ningún tipo de obra civil al ya estar implementada la red.
- Con un solo repetidor se provee de conexión hasta 256 hogares.
- Las velocidades ofrecidas pueden superar los 10 Mbps.
- Se podrá realizar la conexión desde cualquier punto del hogar e incluso se permite la posibilidad de conectar dos modems y tener dos conexiones independientes.
- Por medio de microfiltros se evitan las posibles interferencias generadas por los electrodomésticos.
- La conexión es permanente durante las 24 horas del día.
- Su instalación por parte del cliente es sencilla y rápida.
- Posibilidad de implementar servicios como Internet a altas velocidades, telefonía VoIP, Videoconferencias, VPNs, Redes LAN, juegos en línea, Teletrabajo y comercio electrónico.

A.3.4.5 Desventajas de la tecnología PLC

- La producción de equipos todavía es limitada.
- Escasa competencia tecnológica.
- No existen estándares tecnológicos para la interoperabilidad.
- El medio de transmisión es muy sensible y hostil.

A.3.5 Comparación entre las diferentes tecnologías de acceso

Analizando las características de cada una de las tecnologías de acceso consignadas en este capítulo, se puede concluir que xDSL es la opción tecnológica más favorable para la implementación de una red de acceso para una NGN, debido a que utiliza una infraestructura existente (pares trenzados de la PSTN), es una tecnología madura y estandarizada que cumple con las expectativas del mercado de las telecomunicaciones, su implementación es sencilla y los costos no son elevados en comparación con otras tecnologías.

En la tabla A.2 y A.3 están consignadas las características de las diferentes tecnologías de acceso.

Tecnología	Velocidad		Distancia	Modulación	Aplicaciones
	Ascendente	Descendente			
xDSL	128 Kbps hasta 2,3 Mbps	128 Kbps hasta 52 Mbps	300 m hasta 5,4 Kms	DMT ¹⁰ , CAP ¹¹ 2B1Q ¹²	- Acceso a Internet - Telefonía IP - SOHO - VoD ¹³ - E1 / T1. - Teletrabajo
Cable Modem	320 Kbps hasta 10 Mbps	3 Mbps hasta 40 Mbps	300 m hasta 100 Kms	64/256 QAM, QPSK /16QAM	- Acceso a Internet - VoD - Telefonía IP - Difusión de Video Digital (DVB -Digital Video Broadcasting)
RBSI-BA	155 / 622 Mbps	155 / 622 Mbps	Casi ilimitada por utilizar fibra óptica		- Todas
PLC	18 Mbps	27 Mbps	700 m hasta 3 Kms	OFDM ¹⁴	- Acceso a Internet - Telefonía IP - Video conferencia - Teletrabajo - Juegos en línea - VPNs

Tabla A.2 Comparación entre las tecnologías de acceso alambradas (características)

¹⁰ MultiTono Discreto (DMT - Discrete MultiTone)

¹¹ Modulación por Amplitud y Fase Sin Portadora (CAP - Carrierless Amplitude Phase)

¹² 2 Binario 1 Cuaternario (2B1Q - 2 Binary 1 Quaternary)

¹³ Video Bajo Demanda (VoD – Video over Demand)

¹⁴ Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM - Orthogonal Frequency División Multiplexing)

Tecnología	Ventajas	Desventajas
xDSL	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso de alta velocidad. - Conexión permanente. - Capacidad de transporte no compartida. - Doble funcionalidad del mismo cable dependiendo de la tecnología. - No hace falta acondicionar toda una central. - Uso de infraestructura existente. 	<ul style="list-style-type: none"> - No todas las líneas pueden ofrecer el servicio xDSL.
Cable Modem	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso de alta velocidad. - Conexión permanente. - No depende de la distancia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de transporte compartida. - Velocidad de acceso de pendiente del número de usuarios conectados.
RBSI-BA	<ul style="list-style-type: none"> - No existen limitaciones de velocidad y distancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología muy costosa debido a la utilización de fibra óptica. - Existe poco despliegue - Requiere elementos de gestión muy sofisticados
PLC	<ul style="list-style-type: none"> - Con un solo repetidor se provee de conexión hasta 256 hogares. - Se podrá realizar la conexión desde cualquier punto del hogar e incluso se permite la posibilidad de conectar dos modems y tener dos conexiones independientes. - La conexión es permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> - La producción de equipos todavía es limitada. - Escasa competencia tecnológica. - No existen estándares tecnológicos para la interoperabilidad. - El medio de transmisión es muy sensible y hostil. - Acceso compartido.

Tabla A.3 Comparación entre las tecnologías de acceso alámbricas (Ventajas y desventajas)

ANEXO B:

PROVEEDORES, EQUIPOS Y COSTOS

B.1 CISCO SYSTEMS ¹⁵

B.1.1 Modem personal 605 PCI ADSL

El modem Cisco 605 es una tarjeta PCI para uso en computadoras personales. Utiliza la tecnología ADSL y proporciona conexión a redes tales como LANs corporativas o Internet.

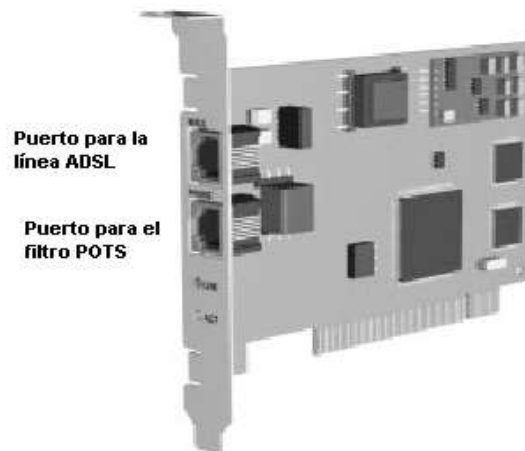


Figura B.1 Modem Cisco 605

Características soportadas por el modem 605:

- Soporta RADSL, con velocidades máximas de recepción de hasta 7 Mbps y de transmisión de hasta 1 Mbps.
- Tiene LEDs¹⁶ indicadores de estado de transmisión / recepción de datos y conectividad ADSL.
- Tiene PCI Plug and Play para Windows 95/98 y NT para fácil instalación y configuración en maquinas Pentium.
- Incluye conector RJ-11 para la línea de datos.
- Soporta los protocolos PPP, IP, AAL5¹⁷ y SVC¹⁸.
- Soporta filtración POTS a través de uno de sus puertos.

PRECIO – Desde 116 a 189 dólares ¹⁹

¹⁵ Datos obtenidos de www.cisco.com

¹⁶ Diodo emisor de luz (LED – Light Emitting Diode)

¹⁷ Capa de Adaptación ATM 5 (AAL 5 - ATM Adaption Layer 5)

¹⁸ Circuito Virtual Conmutado (SVC – Switched Virtual Circuit)

B.1.2 Modem Cisco 626

Cisco 626 es un modem ADSL para la conectividad del hogar a una red proveedora de servicio ADSL sobre la capa física de ATM a 25 Mbps (ATM25). Cisco 626 recibe datos a una velocidad de hasta 9,2 Mbps (en sentido descendente) y transmite a una velocidad máxima de 0,832 Mbps (en sentido ascendente). Además, posee una interfaz ATM25 que proporciona conectividad con un enrutador CPE o con un PC.



Figura B.2 Modem Cisco 626

Características hardware:

- Interfaz DSL multitono discreto (DMT primera edición codificada).
- Interfaz ATM25.
- Delineación de tramas ATM de acuerdo a la recomendación ITU-T I.432.
- Soporte de PVCs conforme al ATM Forum.
- LEDs indicadores de estado y actividad ATM25 y DSL.
- Compatibilidad completa con la familia de DSLAM Cisco 6100 y 6200.

Características software:

- Soporte del sistema: Protocolo ATM25 y Canal de gestión que soporta gestión remota.
- Conformidad de estándares: ATM Forum UNI versión 3.1 PVC, IETF RFC 1483 y encapsulamiento AAL5.
- Sistema de gestión: Interfaz de línea de comandos, soporte de Telnet, soporte de TFTP²⁰, protección password multinivel, habilitación mediante diferentes logins a través del puerto serial y soporte de direcciones IP.

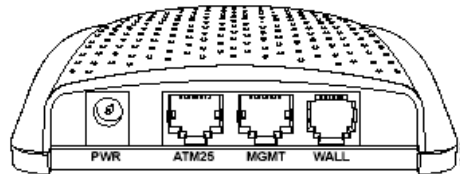


Figura B.3 Panel trasero del modem Cisco 626

¹⁹ Precio aproximado – Fecha: 15 de Septiembre de 2003 (igual para todos los productos) – Fuente: <http://www.epinions.com> y <http://shopper.cnet.com>

²⁰ Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos (TFTP – Trivial File Transfer Protocol)

En la figura B.3 se muestra los tipos de conectores que tiene el modem Cisco 626.

- PWR: Alimentación
- ATM25: Conector RJ-45, conecta el puerto ATM25 a un PC, laptop o hub LAN.
- MGMT: Conector RJ-45, que se conecta al puerto serial de un PC o laptop (para gestionar el dispositivo).
- WALL: Conector RJ-11, que se conecta al conector de la pared (donde llega la señal DSL).

B.1.3 Serie 600 de Routers Cisco CPEs

La serie 600 de Cisco proporciona conectividad del hogar al proveedor de servicio de red a través de la capa física DSL / ATM. La serie Cisco 600 incluye los modelos: 627, 633, 673, 675, 675e, 676, 677 y 678.

Los productos ADSL en la serie 600 son el Cisco 627, 675, 675e, 677 y 678. Cisco 673 y 633 son productos SDSL, el 673 es un bridge/router Ethernet SDSL y el 633 es una Unidad de Servicio de Datos (DSU) SDSL para la conectividad del router de negocios. Adicionalmente, Cisco 677i y Cisco 677i-DIR son bridge/routers DSL para ADSL sobre aplicaciones RDSL.

La tabla B.1 muestra las velocidades máximas de recepción y transmisión.

Modelo / Codificación	Descendente	Ascendente
627		
DMT	8032	864
G.Lite	1536	512
G.DMT	8032	864
633		
	1168	1168
673		
	1168	1168
675		
	7168	1088
675e		
	7168	1088
676		
	9200	832
677		
DMT	8032	864
G.Lite	1536	512
G.DMT	8032	864
678		
DMT	8032	864
CAP	7168	1088
G.Lite	1536	512

Tabla B.1 Velocidades máximas de transmisión y recepción (Kbps) de la Serie Cisco 600

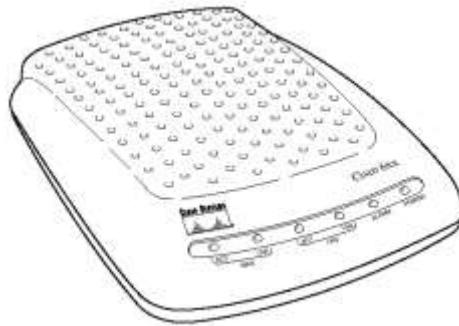


Figura B.4 Serie 600 de Cisco

La tabla B.2 resume las características Hardware de la serie 600

CARACTERISTICA	627	633	673	675	675e	676	677	678
DMT versión 1 – Basado en la capa física ADSL						x		
DMT 2da edición (T1.413), G.Lite (ITU-T G.992.2) – Basado en la capa física ADSL	X						x	x
Interfaz SDSL con código de línea 2B1Q		x	x					
Interfaz ADSL CAP				x	x			x
G.DMT - Basado en la capa física ADSL	X						x	
Interfaz serial con encapsulamiento Frame Relay		x						
Interfaz ATM25	X							
Delineación de celdas ATM según la norma ITU-T I.432	X	x	x	x	x	x	x	x
Soporta PVCs conforme al ATM Forum	x	x	x	x	x	x	x	x
Interfaz autonegociable Ethernet 10BaseT o 100BaseTX, de acuerdo con IEEE 802.3 e IEEE 802.3u			x	x	x	x	x	x
LEDs indicadores de estado ATM25 – Ethernet – Serial y actividad ADSL SDSL	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla B.2 Características Hardware de la serie Cisco 600

La tabla B.3 resume los estándares de Software soportados por la serie 600

ESTANDAR	627	633	673	675	675e	676	677	678
DMT (ANSI T1.413) 1ra edición						x		
DMT (ANSI T1.413) 2da edición	x						x	x
Protocolo Punto a Punto (PPP - Point-to-Point Protocol) (RFC 1661)			x	x	x	x	x	x
Encapsulamiento multiprotocolo sobre la capa 5 de Adaptación ATM (RFC 1483)	x	x	x	x	x	x	x	x
ATM Forum UNI Version 3.1 PVC	x	x	x	x	x	x	x	x
Especificaciones de capa física de 10BaseT y 100BaseTX, IEEE 802.3 y 802.3u			x	x	x	x	x	x
IEEE 802.1d Transparent Learning Bridging		x	x	x	x	x	x	x
PPP Bridging Control Protocol (BCP) (RFC 1638)			x	x	x	x	x	x
Splitterless ADSL Transceivers G.992.2	x						x	x

Tabla B.3 Conformidad de estándares de la serie Cisco 600

Soporte de Routing

- Protocolo de Internet – IP
 - User Datagram Protocol (RFC 768)
 - Internet Control Message Protocol (RFC 792)
 - Ethernet Address Resolution Protocol (RFC 826)
 - RIP versión 1 con actualización de tablas de enrutamiento
- Enrutamiento estático
- Seguridad y contabilidad RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) (RFC 2058, RFC 2059)
- Cliente y servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
- NAT (Network Address Translation)

Soporte de Bridging

- Transparent learning bridge:
 - Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5 (RFC 1483)
 - PPP (Bridging Control Protocol) (RFC 1638)
- Management channel support for remote configuration/management

Gestión

La tabla B.4 resume los métodos de gestión soportados por la serie 600

MÉTODO DE GESTIÓN	627	633	673	675	675e	676	677	678
Interfaz browser HTML		X	X	X	X	X	X	X
Interfaz de Línea de comandos	X	X	X	X	X	X	X	X
Soporte de Telnet	X	X	X	X	X	X	X	X
TFTP	X	X	X	X	X	X	X	X
Soporte de MIB SNMP				X	X	X	X	X
Protección con Password multinivel	X	X	X	X	X	X	X	X
Permite diferentes Logins a través del puerto de gestión serial	X							

Tabla B.4 Métodos de gestión de la serie Cisco 600

Memoria del sistema: La serie 600 esta equipada con 4 MB de DRAM

Restricciones ambientales: La serie 600 opera en un rango de temperatura de ambiente de 0 a 40°C y puede estar confinado a temperaturas de –40 a 85°C.

Configuraciones de red

Los CPEs de la serie 600 pueden conectarse a un aparato telefónico o a un computador, dependiendo de si el equipo telefónico esta o no conectado a un POTS Splitter. La tabla B.5 muestra las configuraciones en las que puede trabajar cada modelo de la serie 600.

CONFIGURACIÓN	627	633	673	675	675e	676	677	678
POTS Splitter	X	X	X	X	X	X	X	X
EZ-DSL (Splitterless) – Filtro externo	X			X	X	X	X	X
Back-to-back		X	X					

Tabla B.5 Configuraciones de red de la serie Cisco 600

PRECIOS:

- Cisco 633 – Desde 375 a 380 dólares
- Cisco 673 – 173 dólares

B.1.4 Serie 800 y SOHO de Routers Cisco

La serie 800 de routers es ideal para proveer Internet seguro y conectividad de red corporativa a pequeñas oficinas remotas (SOHO) y teletrabajadores. La serie 800 proporciona un amplio rango de servicios seguros integrados y avanzada calidad para aplicaciones de voz de alta calidad, datos y video.

La tabla B.6 muestra los modelos de la serie 800 y algunas de sus características.

MODELO	WAN	LAN	PUERTO TELÉFONO ANALÓGICO
837	Un ADSL	Switch de 4 puertos 10/100	No
836	Un ADSL sobre RDSI Un puerto RDSI	Switch de 4 puertos 10/100	No
828	Una interfaz G.SHDSL	Hub de 4 puertos 100BaseT	No
827	Una interfaz ADSL	Un 10BaseT	4 puertos

Tabla B.6 Serie Cisco 800

B.1.4.1 Routers Cisco 827 y SOHO 77

Los routers Cisco 827 y SOHO 77 pueden conectar a un teletrabajador o a una pequeña empresa a un ISP a través de ADSL. Estos routers son capaces de puentear y enrutar multiprotocolos a través de interfaces LAN y WAN. La tabla A.7 muestra las características de los routers 827 y SOHO 77.

CARACTERÍSTICA	ROUTERS	DESCRIPCIÓN
Puertos Ethernet 10BaseT	Todos	Provee conexión a redes Ethernet a 10 Mbps. Compatibles con dispositivos 10/100 Mbps
Puerto ADSL	Todos	Provee conexión a la red ADSL
Puertos telefónicos	827	Provee conexión al teléfono o maquina de fax conectada al servicio telefónico a través de una línea ADSL
Memoria Flash	827 SOHO 77	12 MBytes 8 Mbytes
DRAM	827 SOHO 77	16 MBytes (+ tarjetas DIMM de 4, 8 y 16 MBytes) 16 MBytes
Fácil instalación	Todos	Puertos y cables con código de color, para evitar el chance de algún error
Software IOS de Cisco	Todos	
Configuración a través de la Web	Todos	Proporciona una herramienta software basada en la Web para la configuración básica
Puerto de consola	Todos	Proporciona una conexión a u terminal o PC para solucionar los problemas para la configuración software usando una interfaz de línea de comandos

Tabla B.7 Características de los Router Cisco 827 y SOHO 77

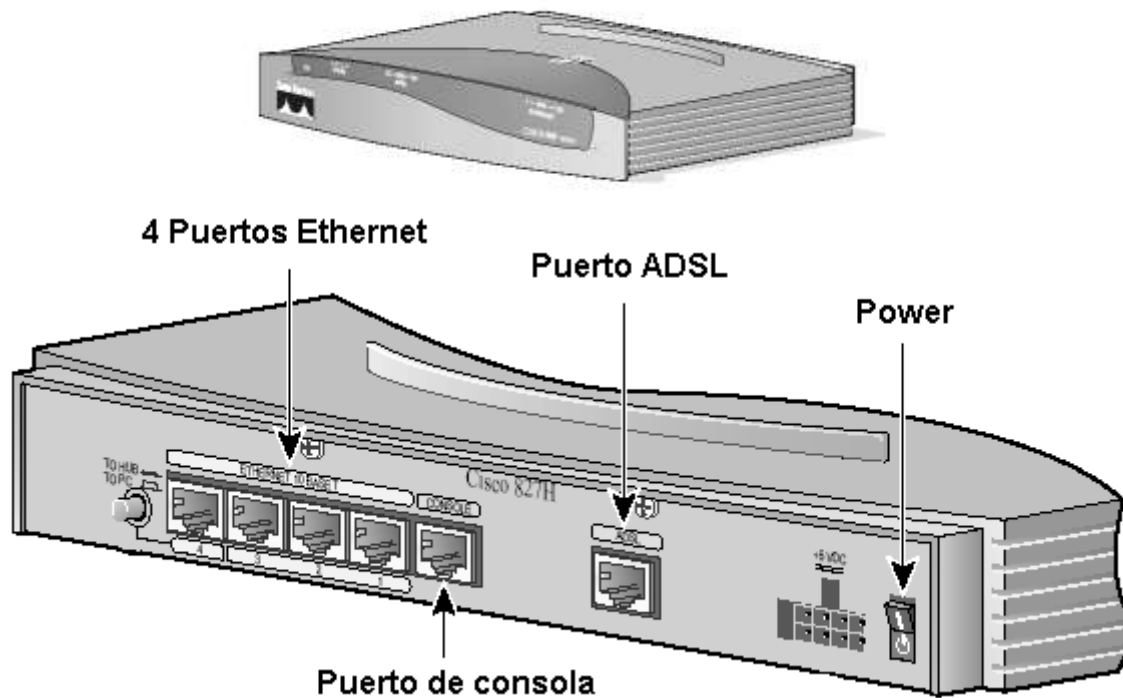


Figura B.5 Cisco 827-4V

En la tabla B.8 se listan el número de puertos Ethernet y telefónicos de los enrutadores 827 y SOHO 77. Y en la figura B.5 se muestra la disposición de los puertos del enrutador Cisco 827-4V.

ROUTER	Puertos Ethernet	Puertos telefónicos
827-4V	1	4
827H	4	0
827	1	0
SOHO 77	4	0
SOHO 77H	1	0

Tabla B.8 Tipos de Routers 827 y SOHO 77

B.1.4.2 Routers Cisco 828 y SOHO 78

Los enrutadores Cisco 828 y SOHO 78 pueden conectar a un teletrabajador corporativo o a una pequeña oficina a un ISP sobre un enlace SHDSL. Estos routers son capaces de enrutar múltiples protocolos entre puertos LAN y WAN. La tabla B.9 muestra un resumen de las características de estos routers.

CARACTERÍSTICA	ROUTERS	DESCRIPCIÓN
Puertos Ethernet 10BaseT	Todos	Provee conexión a redes Ethernet a 10 Mbps. Compatibles con dispositivos 10/100 Mbps
Puerto G.SHDSL	Todos	Proporciona conexión a la red SHDSL
Memoria Flash	828 SOHO 78	12 MBytes
DRAM	828 SOHO 78	16 MBytes
Fácil instalación	Todos	Puertos y cables con código de color, para evitar el chance de algún error
Software IOS de Cisco	Todos	
Puerto de consola	Todos	Proporciona una conexión a u terminal o PC para solucionar los problemas para la configuración software usando una interfaz de línea de comandos

Tabla B.9 Características de los Routers Cisco 828 y SOHO 78

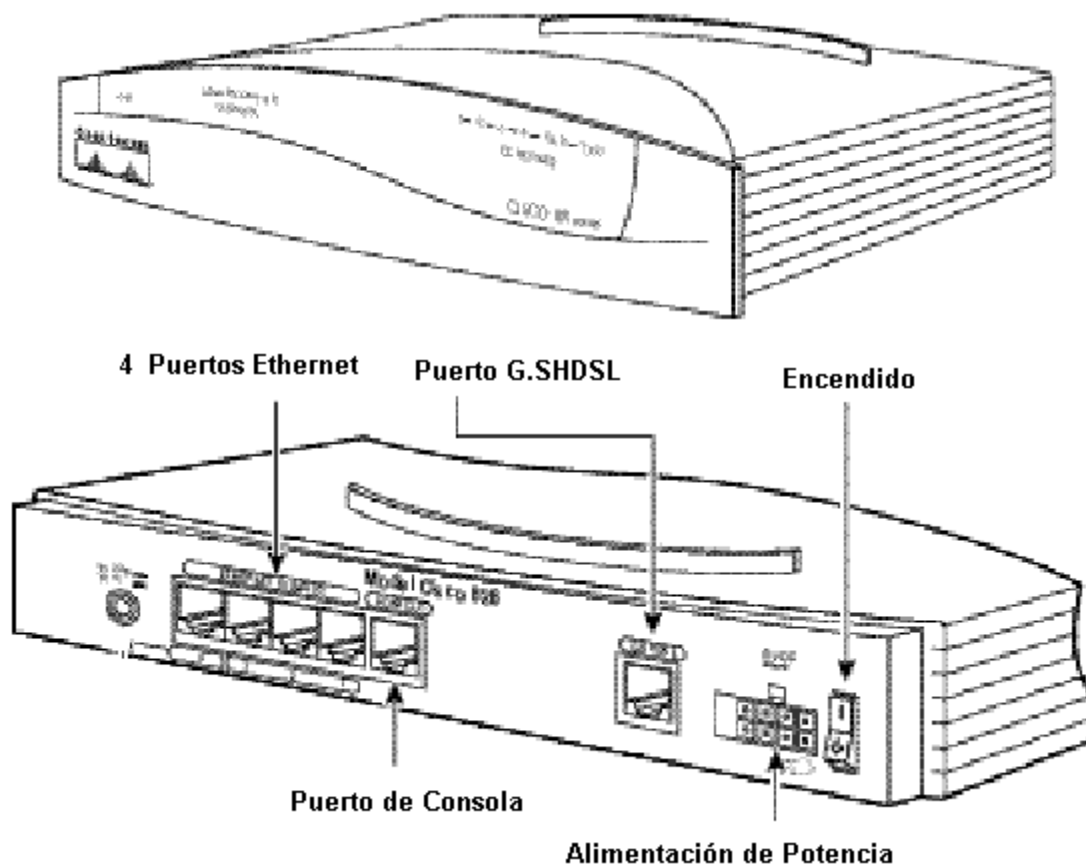


Figura B.6 Router Cisco 828

PRECIOS:

- Cisco 827 – Desde 325 a 425 dólares
- Cisco SOHO 77 – Desde 400 a 428 dólares
- Cisco 828 – Desde 450 a 520

B.1.5 Microfiltro EZ-DSL

Estos filtros son utilizados para conectar teléfonos, en las premisas de usuario, con los cables que transportan la señal ADSL. Los microfiltros aseguran que el ruido de los teléfonos no interfiera con el correcto funcionamiento del modem ADSL instalado en las premisas del usuario.

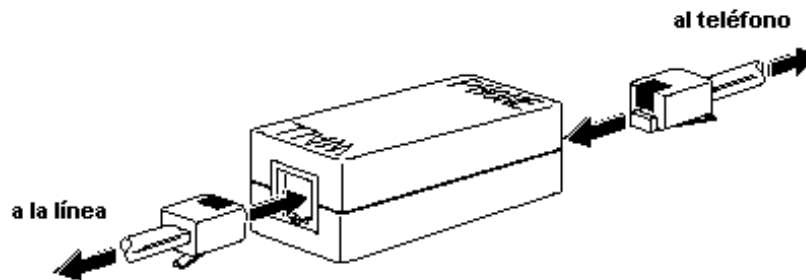


Figura B.7 Microfiltro EZ-DSL

Esta constituido por un circuito impreso (filtro) y dos conectores hembra RJ-11 en cada extremo.

Especificaciones eléctricas:

- Filtro pasabajas
- Resistencia DC en ambos extremos 25 ohms
- Capacitancia en el puerto telefónico 33nF
- Atenuación, relativa a 1 Km, 11 KHz \pm 1dB como máximo

B.1.6 Familia Cisco 6000 de DSLAMs basados en IOS de Cisco

B.1.6.1 DSLAM Cisco 6130



Figura B.8 Cisco 6130

Características y beneficios

- **Multi-servicios DSL:** Las tarjetas DSL cumplen con los estándares ADSL ANSI T1.413 segunda edición, y con los estándares SDSL. Las tarjetas ADSL soportan velocidades de hasta 8,024 Mbps en sentido descendente y 864 Mbps en sentido ascendente para DMT, 1536 Mbps en sentido descendente y 512 Mbps en ascendente para G.lite. Para SDSL son soportadas velocidades de hasta 1,168 Mbps.
- **Arquitectura escalable:** Cisco 6130 es un equipo estándar con un conjunto de características tales como conmutación y gestión de tráfico ATM, las cuales se requieren para un buen aprovisionamiento de acceso a Internet a los clientes y soportando una gran variedad de calidades de servicio ATM.
- **Soporte de gestión de red escalable y robusta:** 6130 es gestionado por DSL Manager, el cual es un sistema de gestión de elementos completo que soporta más de 350.000 subscriptores hoy en día.
- **Conformidad de estándares:** Cumple con estándares del ATM Forum, ANSI, ETSI, NEBS e ITU.
- **Interoperabilidad:** Cisco 6130 entrega capacidades basadas en estándares, interoperabilidad de red y servicios incluyendo interoperabilidad completa, estándares basados en ITU G.992.1 (G.DMT) y G.992.2 (G.Lite), ANSI T1.413 segunda edición, PPP sobre ATM, e integración con la arquitectura Cisco de servicios ADSL extremo a extremo. Además es compatible con POTS splitter chasis.

Hardware

Este DSLAM soporta 32 tarjetas de línea con NI-2 redundantes. Los cables de acceso se encuentran en la parte posterior y tiene un panel trasero con 128 puertos por caja. Tarjetas de línea de ocho puertos pueden ser insertadas.

Las 38 ranuras del DSLAM Cisco 6130 son:

- Ranuras de interfaz de red primaria / secundaria (10,11²¹) están reservadas para NI-2 y pueden configurarse como apoyo. Es aquí donde reside el corazón de la conmutación ATM.
- 32 tarjetas universales para ATU-Cs (1-8, 13-28, 31-38).
- Ranuras 9, 12, 29, 30 no son utilizadas (consideraciones de pasadas versiones). Es decir, soporta un total de 128 conexiones ADSL.

En la figura B.9 se muestra la distribución de tarjetas del DSLAM Cisco 6130.

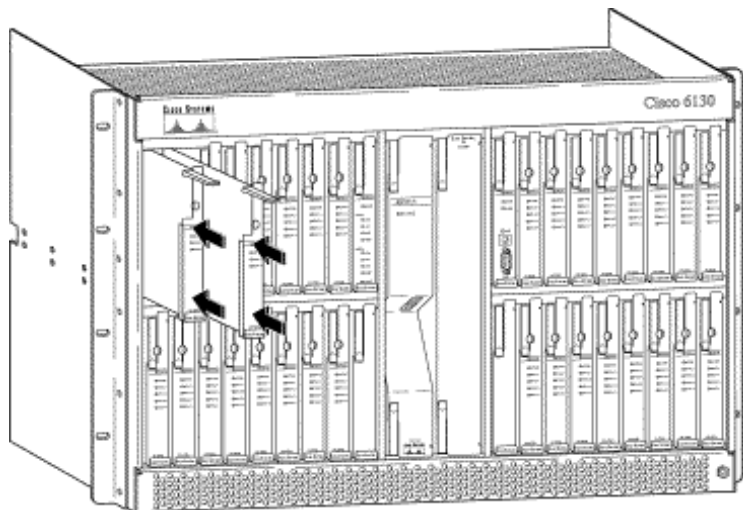


Figura B.9 Hardware Cisco 6130

En el DSLAM 6130 hay seis conexiones WAN DS-3 con sus respectivas interfaces y ocho conectores T1. También se tiene un total de seis conectores para la conexión de tráfico DSL, hay presencia del PSC (POTS Splitter Chassis) cuando la voz analógica es integrada con ADSL o esta directamente integrada desde el Armario de Distribución Principal (MDF – Main Distribution Frame) en el caso de SDSL.

La tabla B.10 contiene las especificaciones técnicas del DSLAM Cisco 6130.

²¹ Numero de la tarjeta, de izquierda a derecha.

DESCRIPCIÓN		ESPECIFICACIÓN
Tarjetas NI-1	Interfaces	OC-3, DS-3, T1 ²² , conmutación ATM
	Características ATM	UBR, PVC, ILMI ²³
	Controlador del sistema	Proporciona control de operación de todo el sistema, actualización de software e interacción con el sistema de gestión
	Sistema de Gestión	ViewRunner para HP OpenView Cisco DSL Manager
Tarjetas NI-2	Interfaces	Interfaz WAN 1 STM-1/OC-3, Interfaz WAN DS-3. Soporte para fibra dual, mono-modo y multimodo.
	Características ATM	UBR, ABR, VBR-nrt, CBR, PVCs, SPVCs y SVCs, ILMI, PNNI
	Sistema de Gestión	Cisco DSL Manager
Opciones de Interfaz DSL		Puertos duales ADSL <ul style="list-style-type: none"> • ANSI T1.413 2da edición (ADSL sobre POTS) • ITU G.992.1 (G.dmt) • ITU G.992.2 (G.lite) Puerto dual SDSL (2B1Q)
Velocidad de Datos	SDSL (2B1Q)	Rango de velocidad: 144 kbps a 1168 kbps simétrico
	ANSI T1.413 2da edición ADSL	Rango de velocidad Descendente: 32 to 8032 kbps Rango de velocidad ascendente: 32 a 864 kbps
	ITU G.992.1 (G.dmt) ADSL	Rango de velocidad Descendente: 32 a 8032 kbps Rango de velocidad Ascendente: 32 a 864 kbps
	ITU G.992.2 (G.lite) ADSL	Rango de velocidad Descendente: 32 kbps a 1536 kbps Rango de velocidad Ascendente: 32 kbps a 512 kbps

Tabla B.10 Especificaciones técnicas DSLAM Cisco 6130

PRECIO: Chasis - Desde 4000 a 6000 dólares, en su presentación más sencilla. El precio del sistema completo varia dependiendo del numero de tarjetas y utilidades.

²² 155 Mbps (OC-3 – Optical Carrier 3), 44.736 Mbps (DS-3 – Digital Signal 3), 1.544 Mbps (T1 – DS-1)

²³ Velocidad de Bit No especificada (UBR – Unspecified Bit Rate), Circuito Virtual Permanente (PVC – Permanent Virtual Circuit), Interfaz de Gestión Local Integrada (ILMI – Integrated Local Management Interface), Velocidad de Bit Disponible (ABR – Available Bit Rate), Velocidad de Bit Constante (CBR – Constant Bit Rate), Velocidad de Bit cercana al tiempo real (VBR-nrt – Variable Bit Rate near-real-time), Interfaz de Nodo de Red Privada (PNNI – Private Network Node Interface)

B.1.6.2 DSLAM Cisco 6260

El DSLAM Cisco 6260 hace parte de la familia Cisco DSL, la cual proporciona servicio extremo a extremo en el transporte de voz y datos entre la ubicación del cliente (hogar u oficina) y la central telefónica. Este dispositivo envía y recibe los datos del subcriptor (frecuentemente servicio de Internet) sobre líneas telefónicas existentes, concentrando todo el tráfico en un solo canal de alta velocidad.

El sistema Cisco 6260 puede incluir los siguientes componentes:

- Chasis Cisco 6260
 - El cual incluye:
 - Unidades de transmisión xDSL – tarjetas de línea de la oficina central (xTU-C) y tarjetas de interfaz de red de segunda generación (NI-2)
 - Módulo de Entrada / Salida (I/O)
 - Módulos de entrada de Potencia (PEMs – Power Entry Modules)
 - Bandejas de ventilación (Fan Trays)

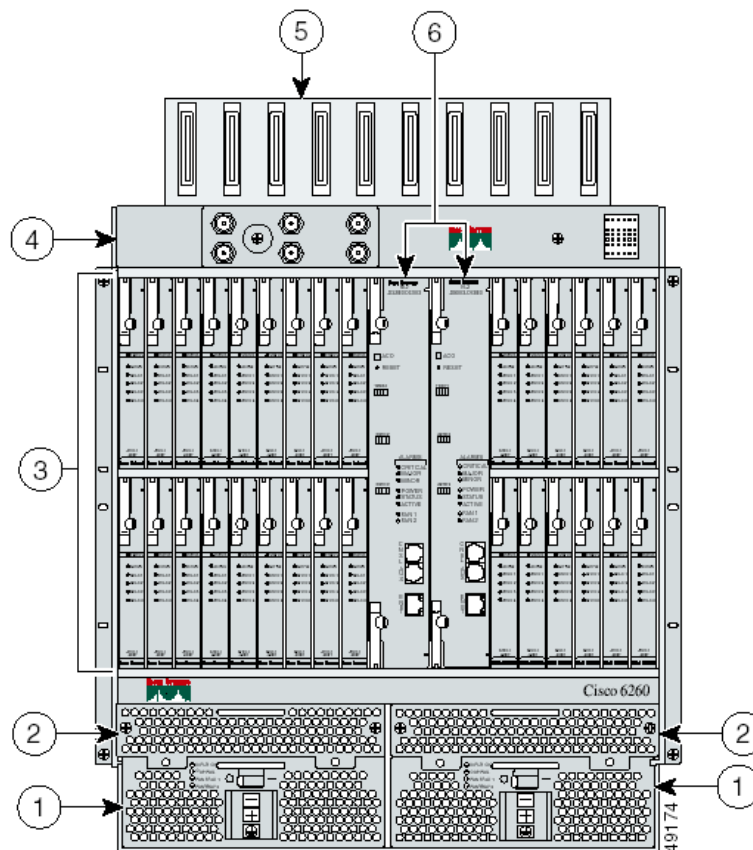


Figura B.10 Componentes del chasis Cisco 6260²⁴

²⁴ 1 - PEMs, 2 - Fan Trays, 3 - xTU-C, 4 - I/O Module, 5 - Conectores champ, 6 - Tarjetas NI-2

- POTS Splitters (opcional)
Este es un dispositivo pasivo que soporta servicios de voz (servicio telefónico básico) y datos simultáneamente.
- Software de gestión
 - Cisco IOS: Interfaz de línea de comandos, que esta disponible para gestionar elementos de red.
 - Cisco DSL Manager (CDM): Sistema de gestión de elementos de red que esta diseñado para configurar y gestionar la serie 6XXX de DSLAMs de Cisco a través de una interfaz grafica de usuario.

Características:

- Soporta ADSL, SDSL y SHDSL.
- Soporta modems que cumplen con los estándares ANSI T1.413 DMT, G.DMT, G.Lite y G.SHDSL.
- Conexiones E3, E1 y OC-3.
- Soporta conexiones de usuario de 240 ADSL, 120 SDSL o 240 G.SHDSL.
- El chasis tiene 30 tarjetas de línea, módulos de potencia redundantes.
- Gestión a través de IOS o CDM.
- Soporta un completo rango de conexiones VCI y VPI.
- Cumple con la Interfaz de Usuario de Red versión 3.1 del ATM Forum.
- Arquitectura de conmutación ATM.

Configuraciones:

- Sistema Cisco 6260 con POTS Splitter
- Sistema Cisco 6260 sin POTS Splitter
- Multiplexación Inversa sobre ATM
- Red subtendida

Sistema Cisco 6260

El sistema Cisco 6260 esta compuesto de una circuiteria y conexiones que residen dentro del chasis, un compartimiento que permite insertar y remover modularmente varias unidades de campo reemplazables. Este sistema incluye:

- Un compartimiento de tarjetas con 32 ranuras: 30 ranuras para tarjetas de línea xTU-C y 2 ranuras para tarjetas NI-2.
- Un conjunto de conectores que unen las líneas de subscritor con el POTS Splitter.
- Un módulo I/O.
- Un compartimiento con dos PEMs, dos Fan Trays y filtros de aire.

Asignación de ranuras para el sistema Cisco 6260

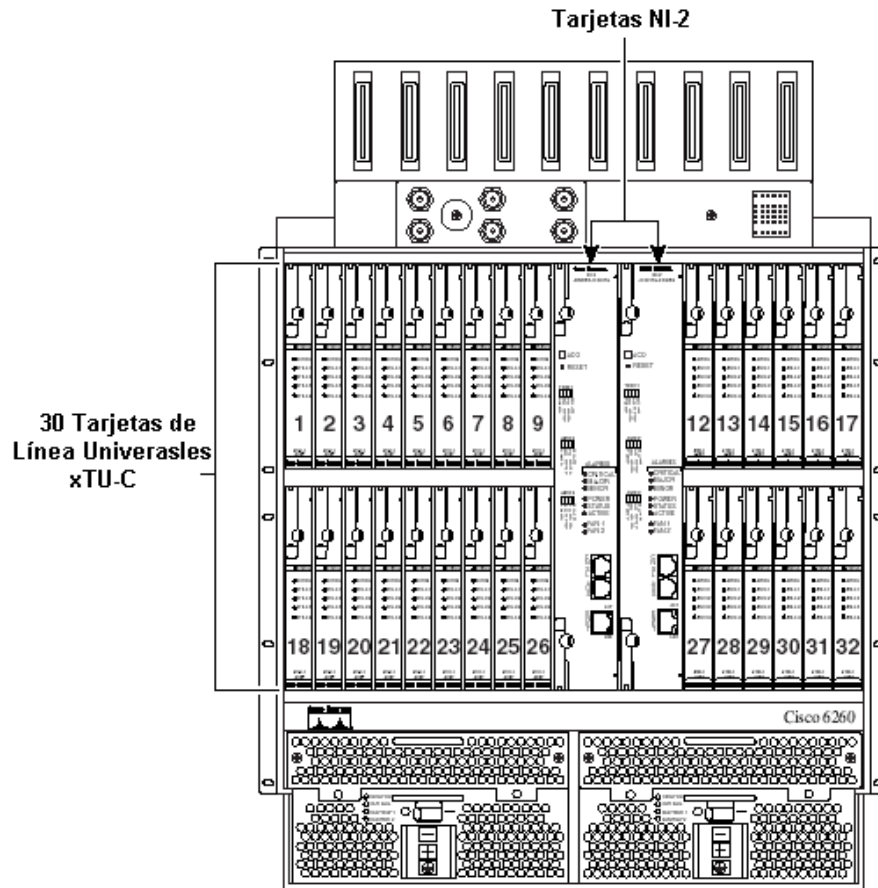


Figura B.11 Ranuras para tarjetas del Cisco 6260

La disposición de las ranuras del sistema Cisco 6260 se muestra en la figura B.11 y en la tabla B.11.

Ranura	Tarjeta
1 a 9	4xDMT, 4xDMT sobre ISDN, 4xflexi, 4xSDSL, 8xDMT, 8xDMT sobre ISDN, u 8xG.SHDSL
10	NI-2
11	NI-2 (redundante)
12 a 32	4xDMT, 4xDMT sobre ISDN, 4xflexi, 4xSDSL, 8xDMT, 8xDMT sobre ISDN, u 8xG.SHDSL

Tabla B.11 Asignación de las tarjetas a las ranuras del sistema Cisco 6260

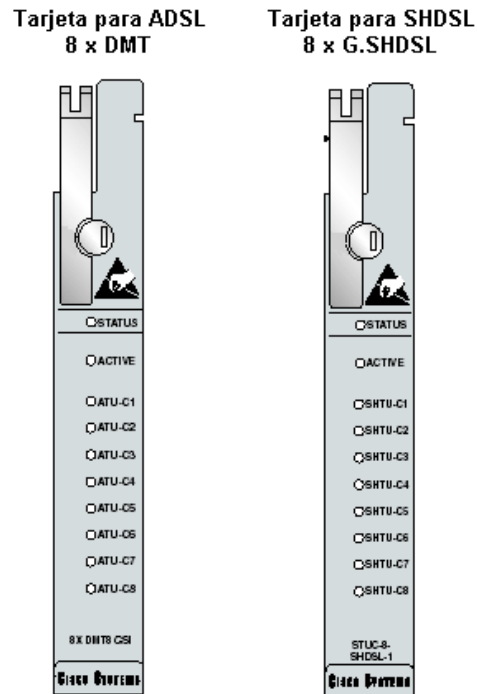


Figura B.12 Tarjetas ADSL y SHDSL para el sistema Cisco 6260

Especificaciones técnicas

Especificación	Descripción
Interfaz de Red	AMT OC-3, ATM E3, ATM E1
Interfaz ADSL	DMT— Hasta 8,032 Mbps descendente / 864 kbps ascendente G.lite— Hasta 1,536 Mbps descendente / 512 kbps ascendente
Interfaz SDSL	2B1Q— Hasta 1,168 Mbps ascendente y descendente
Interfaz G.SHDSL	TC-PAM
Acceso a gestión	Interfaz RJ-45
Requerimientos de potencia	-40.5 VDC a -75 VDC

Tabla B.12 Especificaciones técnicas del sistema Cisco 6260

Especificación	Descripción
Estándares soportados	ANSI T1.413, ITU G.992.1 (G.dmt), ITU G.992.1 (G.Lite), ITU G.994.1 (G.hs)
Interfaces externas	8
Velocidad de datos	Ascendente: Up to 1024 kbps Descendente: Up to 8,064 Mbps
Hardware interno	<ul style="list-style-type: none"> • 40 MHz Motorola MPC850 microprocessor • 8 MB SDRAM • 1 Mb boot flash • 1 KB serial EEPROM
Consumo de potencia	24 W
Gestión	Cisco IOS 12.1 y/o CDM 3.3

Tabla B.13 Especificaciones técnicas de la tarjeta Cisco 8 x DMT (tarjeta de línea ATU-C)²⁵

Especificación	Descripción
Estándares soportados	TC-PAM sin OPTIS ETSI SDSL
Interfaces externas	8
Velocidad de datos por puerto	2,312 Mbps
Velocidad de datos por tarjeta	18,5 Mbps descendente 5,0 Mbps ascendente
Consumo de potencia	11,3 W a 136 kbps 15,0 W a 1,554 Mbps 16,5 W a 2,312 Mbps
Gestión	Cisco IOS 12.1 y/o CDM 3.3

Tabla B.14 Especificaciones técnicas de la tarjeta Cisco 8 x G.SHDSL

PRECIO: Chasis - Desde 4000 a 6000 dólares, en su presentación más sencilla. El precio del sistema completo varia dependiendo del numero de tarjetas y utilidades.

A.1.6.3 DSLAM Cisco 6130

El sistema Cisco 6015 hace parte de la familia de productos DSL de Cisco que proporciona un servicio extremo a extremo transportando los datos de los subscriptores desde su ubicación hasta una red administrada por una empresa telefónica u operador de banda ancha. Este sistema también esta diseñado para el uso de múltiples unidades (MDU / MTU) y en la mayoría de los casos es desplegado en ambientes externos, tales como terminales remotos como parte de una arquitectura CSA.

²⁵ Estas tarjetas son compatibles con los sistemas Cisco 6130 y 6015 – Precio por tarjeta: entre 1.000 y 1.500 dólares.

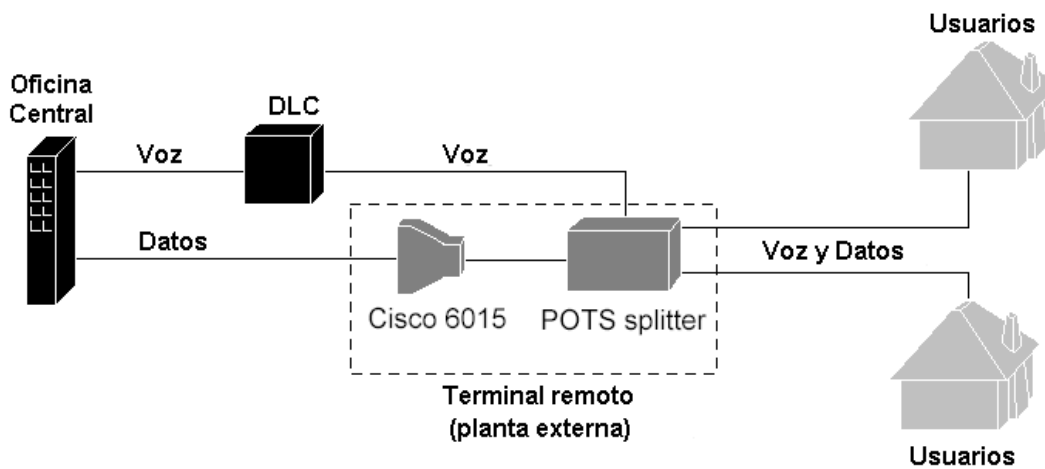


Figura B.13 Ambiente de implementación típico para el sistema Cisco 6015

El sistema Cisco 6015 recibe y transmite datos de suscriptor sobre líneas telefónicas existentes y las concentra todo el tráfico en un solo canal de alta velocidad hacia Internet o una intranet corporativa. Las tecnologías ADSL y SHDSL pueden ser utilizadas con el sistema Cisco 6015.

El sistema Cisco 6015 incluye los siguientes componentes software y hardware ²⁶:

- Chasis Cisco 6015
- Convertidor AC / DC
- POTS Splitter (opcional)
- Software de gestión

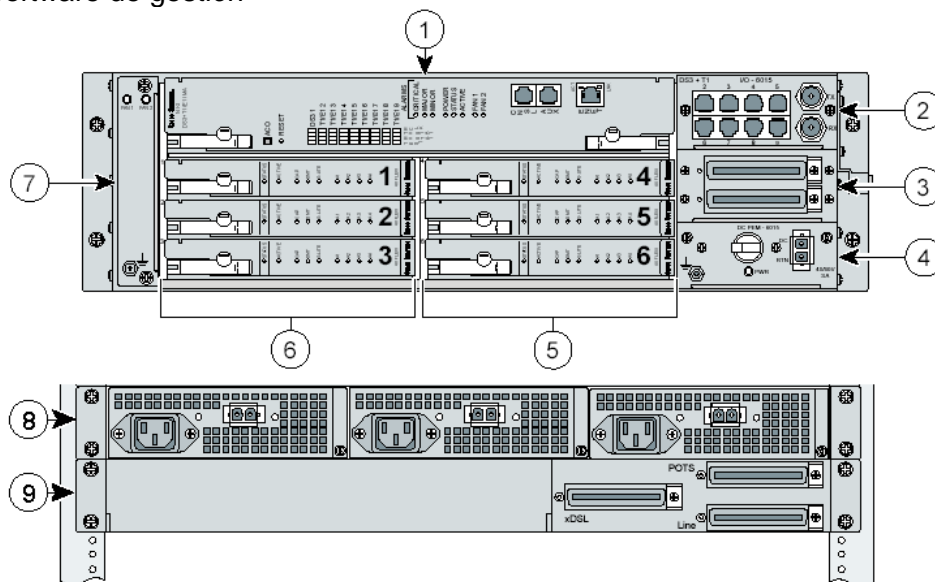


Figura B.14 Sistema Cisco 6015

²⁶ Estos componentes tienen iguales características que los que utiliza el sistema Cisco DSLAM 6260.

En la figura B.12 se muestra el sistema Cisco 6015 y sus módulos.

1. Tarjeta NI-2
2. Módulo I / O
3. Módulo de interfaz DSL
4. PEM DC
5. Ranuras de tarjetas de línea 4 a 6
6. Ranuras de tarjetas de línea 1 a 3
7. Módulo Fan
8. Convertidor AC / DC
9. POTS Splitter

Características del sistema Cisco 6015

- Soporta hasta 48 puertos ADSL (6 tarjetas 8 x DMT) o 48 puertos SHDSL (6 tarjetas 8 x G.SHDSL)
- Soporta los estándares: RADSL, DMT, TC-PAM, G.Lite.
- Conexiones: DS-3, T1, E1, OC-3.
- ATM

PRECIO: Chasis - Desde 1.500 a 2.000 dólares, en su presentación más sencilla. El precio del sistema completo varía dependiendo del número de tarjetas y utilidades.

B.1.7 Concentrador de Acceso Universal Cisco 6400

El entorno de acceso a Internet de próxima generación combina varias formas de acceso de banda estrecha y banda ancha con los servicios habituales. La rápida instalación de estas complejas redes de acceso para que sirvan a millones de suscriptores recibe el nombre de Conectividad de Datos por Telefonía a Escala (TSDN - Telephony-Scale Data Networking). El concentrador Cisco 6400 es el primero de una nueva generación de productos que afrontan la necesidad de agregación de servicios en las instalaciones de TSDN y proporciona las capacidades de gestión integradas mediante una interfaz de usuario orientada a servicios simplificados.

Las instalaciones xDSL de extremo a extremo orientadas a servicios constan de varios DSLAM y modems xDSL, así como otros componentes y servidores de Internet que se unen para proporcionar una oferta transparente de servicios. El concentrador de acceso universal Cisco 6400 juega un papel fundamental en la arquitectura de la red, se encuentra en la infraestructura del proveedor de servicios y actúa como un punto central de control de los servicios de capa 2 y capa 3.

Este es un concentrador de acceso de nueva generación que permite a los proveedores concentrar tráfico de banda estrecha y de banda ancha en un solo dispositivo. El 6400 combina conmutación ATM y enrutamiento IP en una plataforma escalable y modular. El sistema Cisco 6400 es un agregador de banda ancha que tiene alto desempeño, pasarela de servicios escalable que habilita la selección y entrega de servicios red de banda ancha, redes privadas virtuales (VPNs) y voz, y tráfico de entretenimiento sobre una completa colección de medios de acceso.



Figura B.15 Cisco 6400

Entre las características del Cisco 6400 se tienen:

- Pasarela de Selección de Servicio (SSG – Service Selection Gateway): La SSG permite a los suscriptores seleccionar dinámicamente los servicios sobre-demanda. Como una pasarela de servicios de nueva generación, la SSG habilita servicios tales como videoconferencia, difusión de video, Internet personalizado, Internet de negocios, compras, y juegos, para crear nuevos ingresos y ayudar a atraer y retener a los suscriptores. La SSG le permite a cada miembro familiar acceder a múltiples servicios simultáneamente.
- Agregación de Banda ancha: Cisco 6400 combina la riqueza del software IOS de Cisco, capacidades de conmutación y enrutamiento ATM, y selección de servicios de valor agregado en una forma modular, escalable, redundante certificadas por la ETSI.
- Redundancia: Cisco 6400 consta de un centro de conmutación ATM y múltiples máquinas de enrutamiento. Dos puertos interfaces ATM OC-3/STM-1 ; dos puertos interfaz de ATM DS3; un puerto interfaz ATM OC-12; todas las interfaces proporcionan conmutación de protección automática en configuración redundante. La máxima configuración que soporta es 32 DS3 u OC-3/STM-1, u ocho OC-12 ATM por chasis.

El AUC Cisco 6400 funciona de la siguiente manera (Figura B.16): El Nodo de Procesador de Ruta (NRP – Node Route Processor) recibe tráfico desde los puertos de interfaz OC-3, ubicados en las Tarjetas de Línea de Nodo (NLC – Node Line Card) a través del Nodo de Procesador de Conmutación (NSP – Node Switch Processor) del switch ATM. El NRP reensambla las celdas ATM en paquetes, procesa los paquetes, segmenta los paquetes y los envía de vuelta a un conmutador ATM para transmitirlos a otra interfaz de alta velocidad. El UAC Cisco 6400 puede contener múltiples módulos NRP, configurados para operar independientemente o como pares redundantes (1+1). El tipo de interfaz ATM por defecto para cada NRP es UNI.

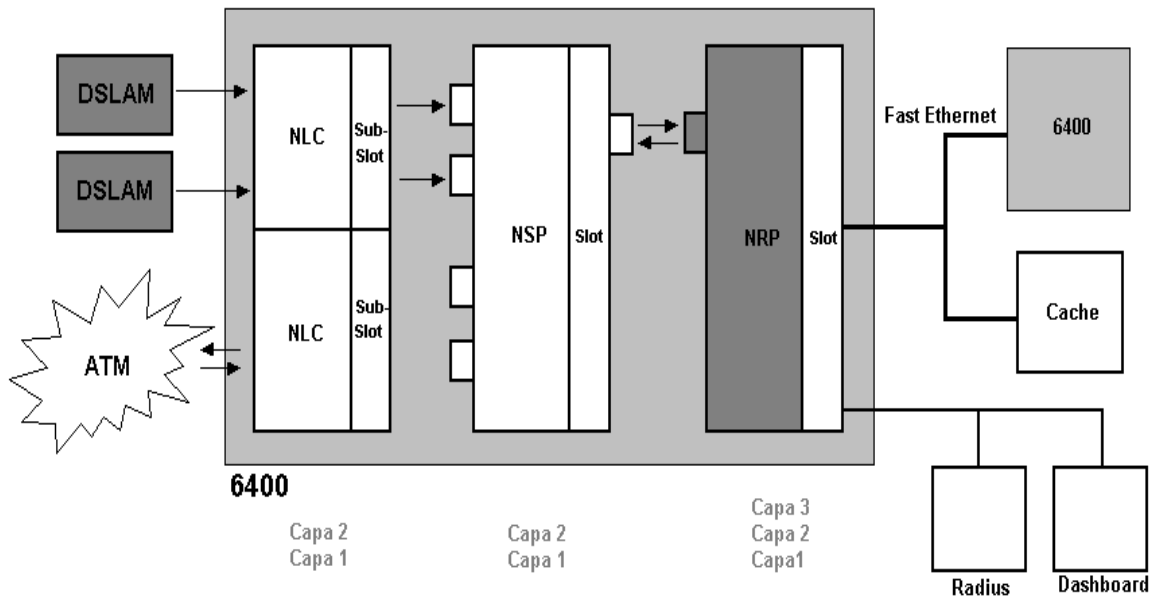


Figura B.16 Sistema Cisco 6400

Hardware del Cisco 6400

Se tienen 10 ranuras en el AUC Cisco 6400. Dos centrales que están reservadas para NSPs redundantes (opcional). Se tiene ocho ranuras, cuatro por cada lado de las ranuras centrales, y están reservadas para los NRPs o NLCs. Las NLCs son tarjetas medias, una tarjeta puede ser reemplazada por una o dos tarjetas medias.

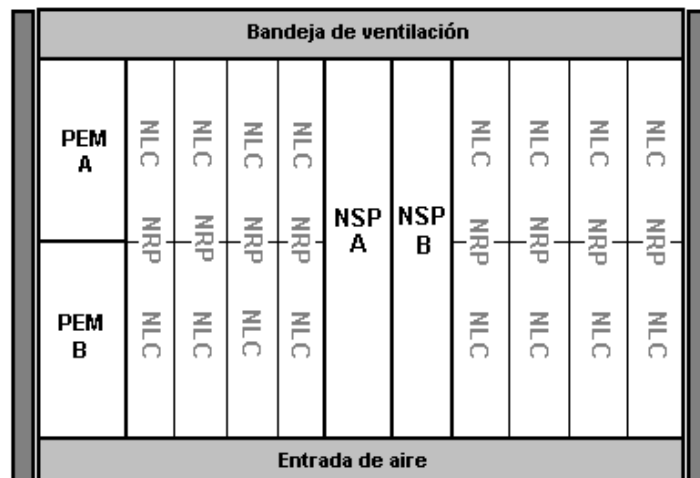


Figura B.17 Hardware Cisco 6400

Los módulos de entrada de potencia (PEM – Power Entry Module) están a la izquierda de la figura B.15 y son módulos de potencia DC. El sistema opera con uno de estos activado. Generalmente, si se necesita alimentación de potencia AC en el sistema, se requerirá una fuente externa. Cada NLC soporta dos interfaces OC-3 o dos DS-3, dependiendo del tipo de tarjeta de línea que tenga instalada. Una interfaz OC-12 esta disponible.

Escalabilidad

Se recomienda como máximo seis NRP por chasis para 2000 sesiones PPP sobre ATM y 1000 sesiones de “puenteo” por NRP, además se requiere un NSP (ranura central) como apoyo en situaciones de falla, y 16 NLC como máximo por chasis. El sistema puede tener en funcionamiento 16 NLCs, una o dos por ranura.

Para adicionar capacidades de PVC, es necesario instalar NRPs adicionales. Aunque existen ocho posibles ranuras para estos, el numero de espacios físicos para los NRP puede dejar sin espacio a las NLCs. Sin las NLCs, la conectividad esta limitada a interfaces Ethernet en los NRPs.

PRECIO: Desde 390.000 a 496.000 dólares, pero también depende de las tarjetas y funcionalidades.

B.2 MOTOROLA

B.2.1 Equipos DSLAM SG2127

Los DSLAMs de Motorola soportan una amplia variedad de aplicaciones que requieren gran ancho de banda, incluyendo voz, acceso a Internet a alta velocidad, y distribución de contenido multimedia. Las plataformas de DSLAM ofrecen una amplia diversidad en los servicios tales como las pasarelas de voz y redes privadas virtuales usando múltiples tipos de transporte DSL como ADSL, VDSL, HDSL, SHDSL, y demás.

Motorola ofrece una familia de procesadores de red integrados y un software que se enfoca a los requisitos específicos para un DSLAM. Los sistemas de DSLAM típicos están basados en ATM con la función primaria de agregar múltiples xDSLs que se presentan en el enlace ascendente. El número de suscriptores que un DSLAM puede soportar es un requisito importante a la hora del dimensionamiento. La alta densidad de suscriptores soportados por una plataforma DSLAM o una tarjeta determinan el rango de interfaces y velocidades que deben ser configurados. Del lado de los servicios sobre el enlace ascendente, ATM es prevaeciente, aunque el IP routing está ganando terreno rápidamente, otros sistemas también requieren el soporte para Frame Relay y trafico TDM. Por consiguiente, cualquier solución debe ser capaz de poder ocuparse de la diversidad e interworking de las tecnologías de red desde IP hasta ATM, conmutando y segmentando trafico.

Principales características

- Tarjeta de línea universal simplificada para soportar diversas tarjetas xDSL, con lo cual se consigue un desarrollo más rápido y la disminución de costos.
- Alta capacidad para agregación de suscriptores de líneas xDSL desde 32 puertos hasta 128 puertos xDSL usando un solo C-3e NP²⁷, e incluso se aumenta la capacidad con un C-5e NP.
- Amplio rango tanto de interfaces como de velocidades incluyendo OC-3c, Oc-12c, y OC-48c con una librería software de soporte para configuración del DSLAM de referencia para el soporte de aplicaciones específicas.
- Soporta formación de colas de espera, shapping, vigilancia para los enlaces ATM individuales, flujos IP para cada línea ADSL, además soporta gestión de tráfico ATM y calidad de servicio con los protocolos MPLS.
- Extenso rango de servicios de valor agregado en cada DSLAM tales como QoS y seguridad en redes VPN.

B.2.2 Router DSL SG2073

Este router está diseñado para soportar aplicaciones tanto del hogar como de una pequeña oficina y además soportar servicios para líneas telefónicas. El SG2073 soporta múltiples computadores y no sólo proporciona la habilidad de compartir la conexión a Internet si no también servicios como una VPN y además funciones firewall y monitoreo de tráfico. Usando avances en tecnología de voz sobre IP (VoIP), el router provee servicios telefónicos a bajo costo por medio de conexiones a Internet de alta velocidad.

Características

Las características del router incluyen conectividad con líneas ADSL, y direccionamiento IP. El router generalmente también soporta conexiones a modems analógicos y además está diseñado internamente por un Hub de 4 puertos 10/100 Base-T.

Otras características son:

- Soporta el Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP-Dynamic Host Configuration Protocol) para la asignación dinámica de direcciones IP. El cliente DHCP es necesario porque las direcciones IP son usualmente asignadas por un proveedor de servicios de Internet (ISP).
- Soporte del Protocolo Punto a Punto sobre Ethernet (PPPoE- Point to Point Protocol over Ethernet) el cual también es requerido por los ISPs. Sin el soporte PPPoE, el router no puede ser conectado a la mayoría de ISPs.
- Sintonía bajo demanda para la conexión automática a un ISP cuando se inicie un acceso a Internet.
- Un paquete de filtros para descartar el tráfico no deseado, este es importante para ayudar a evitar el acceso a la red no autorizado y la congestión de la misma.

²⁷ C-3e y C-5e tipos de procesadores de red, realizan las operaciones de procesamiento para el tráfico de información.

- Flash upgradable firmware
- Configuración por medio de un browser
- Gestión remota con el soporte de SNMP
- Monitoreo de trafico
- Cuatro puertos 10/100 Base-T Ethernet switch/router alcanzando hasta 100 Mbps entre elementos de red.
- Capacidades de routing incluyendo sistemas de nombre de dominio dinámicos (DDNS Dynamic Domain Name System) y routing estáticos (RIPV1 Y RIPV2).

Características de Seguridad:

- Conexión remota a través de una VPN con IP seguro y con protocolo punto a punto tuneliado o soporta el protocolo de tunneling de la capa 2.
- Control de acceso a sitios de Internet o el control de acceso a horarios específicos.
- Filtrado de direcciones MAC e IP.

PRECIO: 59 dólares

B.2.3 MODEM DSL SG 2111

Este modem es conectado sobre una única línea telefónica, proporcionando acceso a datos y simultáneamente el servicio de telefonía convencional. El modem maneja tres canales que son:

- Canal descendente, el cual opera desde la central telefónica hacia el usuario a una velocidad de 8 mbps.
- Canal ascendente, el cual opera en sentido ascendente desde el usuario a la central telefónica y opera a una velocidad máxima de 1 Mbps.
- Canal POST para el acceso telefónico.

B.3 D-LINK

B.3.1 Routers DSL – 500

Este dispositivo combina la conexión de banda ancha de una WAN con el routing IP, bridging transparente y funciones de una pasarela de Internet, todo esto en un solo elemento compacto.

Se pueden conectar varias LAN remotas como extremos de oficinas por medio de routing de paquetes IP y un bridging transparente. Este también actúa como una pasarela de Internet de banda ancha.

Características principales

- Router remoto con interfaz ADSL
- 1 puerto ADSL, 1 puerto Ethernet LAN

- Soporta G.lite y G.dmt de alta velocidad
- Auto negociación para diferentes variaciones de ADSL
- Bridged Ethernet sobre ATM, IP sobre ATM y PPPoE
- Adecuado para trafico ATM
- Creación de VPN para la protección de los datos sobre Internet
- Routing de paquetes IP
- Soportan Protocolos de Routing como RIP-1, RIP-2, y routing estático
- Autenticación PAP/CHAP, passwords administrativos a través de Telnet
- Gestión SNMP con su propia MIB
- Configuración de la Setup via Web.
- Tunel de protocolo para el nivel 2
- Tunel de protocolo para PPP

PRECIO: 111.69 Euros

B.3.2 Modems DSL – 300G+

Este modem externo puede proveer conexión de banda ancha a gran velocidad desde un PC, un router o una pasarela. Este modem es compacto y ocupa un mínimo espacio facilitando su desplazamiento. El modem se conecta al computador por medio de su puerto Ethernet. Es ideal para aquellos computadores que no cuentan con slots de expansión para un modem interno.

Características Principales

- Es un modem ADSL de tipo externo
- Soporta G.lite y G.dmt full rate
- Autonegociación con diferentes variaciones de ADSL
- Soporta Bridged Ethernet sobre ATM, PPP sobre ATM, IP sobre ATM y PPP sobre Ethernet
- Interfaz con el host por medio de un puerto Ethernet o USB.
- Interfaz grafica de usuario basada en Windows para configuración y diagnostico
- Soporta gestion SMNP por medio de MIBs.

PRECIO: 96.57 Euros

B.3.3 DSL – 200

Tiene la mayoría de las características del modem DSL - 300G+, las únicas características que no comparte son:

- Solo pose interfaz USB para comunicarse con el computador.
- No posee soporte para gestión SMNP

PRECIO: 88.50 Euros

Anexo C:

CÓDIGOS DE LÍNEA Y MODULACIONES

C.1 Modulación QAM

La Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM - Quadrature Amplitude Modulation) es un esquema de modulación multinivel en donde se envía una de $M = 4^n$ señales, con distintas combinaciones de amplitud y fase. Utilizando multiniveles, tanto en la modulación en amplitud como en la modulación en fase, es posible la transmisión de grupos de bits, de manera que cada uno de estos grupos será representativo de un conjunto de nivel – fase característico de la portadora de la señal, mismo que dará cabida a un símbolo.

Una de las principales características de la modulación QAM es que modula la mitad de los símbolos con una frecuencia y la otra mitad con la misma frecuencia, pero desfasada 90° . El resultado de las componentes después se suma, dando lugar a la señal QAM. De esta forma, QAM permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con relación al otro. La componente “en cuadratura” de esta señal corresponderá a los símbolos modulados con una frecuencia desfasada 90° , y la componente “en fase” corresponde a los símbolos modulados sobre una portadora sin fase. En la figura C.1 se indican los esquemas de modulación 4-QAM, 16-QAM Y 64-QAM. Para cada uno de ellos se varía los niveles de amplitud y de fase de la señal.

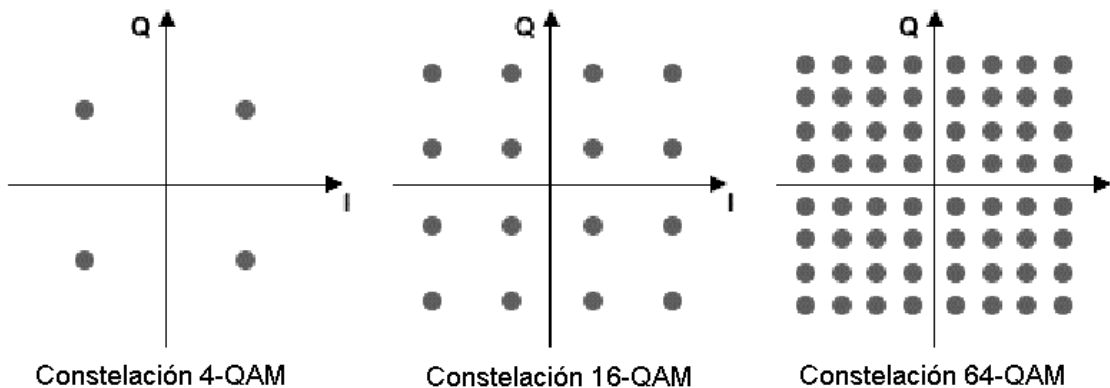


Figura C.1 Ejemplos de constelaciones QAM

Por ejemplo, 16-QAM permite contar con 16 estados diferentes, los que estarán determinados por el número de símbolos mapeados en su constelación correspondiente. Debido a que $16=2^4$, cada uno de estos símbolos puede representarse mediante cuatro bits, dos de ellos correspondientes a la componente “en cuadratura” (portadora desfasada), los dos restantes, correspondientes a la componente “en fase” (portadora con

fase cero) de la señal. Puesto que existen estas dos componentes, cada una representada por dos bits en 16-QAM, es posible transmitir 4 posibles niveles de amplitud para cada componente, lo que supone que, por el efecto de la cuadratura, pueden transmitirse 16 estados.

C.2 Modulación DMT

La modulación de Multitono Discreto (DMT – Discrete Multi-Tone) ha sido elegida por el comité ANSI T1 como el estándar a utilizar en las comunicaciones del sistema de transmisión de ADSL, debido a su habilidad para superar la fuerte distorsión producida en el par de hilos de cobre a esas frecuencias. Además, la modulación DMT supera también el ruido y las interferencias que se producen típicamente en el par de hilos en un entorno residencial.

La modulación DMT divide el espectro del canal en un cierto número de subcanales, de un ancho de banda determinado y con una frecuencia central (subportadora) sobre la que se modulará cada uno de los subcanales mediante QAM. Las subportadoras serán múltiplos de una frecuencia básica. Para la tecnología ADSL, el espectro disponible está desde 20 kHz hasta 1,104 MHz, donde la banda por debajo de 20 kHz estará reservada para el servicio telefónico. El ruido y las características del canal son constantemente medidos para cada uno de los subcanales por separado, para poder conseguir así una transmisión óptima. Las características del canal medidas por el módem del usuario son señalizadas al centro telefónico de control, donde se negocia el número de bits a transmitir en cada uno de los subcanales para que la probabilidad de error sea menor que una cierta cota.

La modulación DMT es realmente una forma de multiplexación en frecuencia. La serie de bits de datos de entrada son separados en N canales utilizando el mismo ancho de banda pero con diferentes frecuencias centrales.

El elemento clave en la implementación del sistema DMT es la Transformada Rápida de Fourier (FFT – Fast Fourier Transform) y la Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT - *Fast Fourier Transform invers*). La IFFT es un método elegante y eficiente para crear la suma de N portadoras cada una de ellas modulada con su propia amplitud y fase. El funcionamiento de este esquema es el siguiente:

- Dependiendo del número de bits por símbolo QAM que queremos en cada una de las subportadoras, se hace la conversión serie paralelo.
- Cada uno de los símbolos QAM es representado por un número complejo (amplitud y fase).
- Para cada una de las subportadoras se puede elegir el número de bits a transmitir en ella, todo esto en función de la SNR medida en el canal en esa misma frecuencia (2 bits generan 4-QAM, 3 bits 8-QAM,...)

- Se toma un vector de N símbolos QAM (donde N es el número de canales). Éste representará el espectro frecuencial a transmitir. Para que la salida de la IFFT (secuencia temporal) sea real, es necesario replicar el conjugado de este espectro y se obtienen finalmente 2N muestras.
- Estas 2N muestras se hacen pasar por el IFFT. A partir de este bloque, se obtienen 2N muestras temporales donde ya están modulados todos los canales.
- Se hace la conversión digital / analógico y se modula a la frecuencia adecuada.
- En el receptor se procede de la misma manera, con la única diferencia de que se utilizará la FFT en lugar de la IFFT.

En la figura C.2 se propone un ejemplo de transmisión de los bits 001-010-100-011-101-000-011-110 usando QAM (Ver valores en la tabla C.1).

Valor binario	Amplitud	Cambio de fase
000	1	-
001	2	-
010	1	$\frac{1}{4}$
011	2	$\frac{1}{4}$
100	1	$\frac{1}{2}$
101	2	$\frac{1}{2}$
110	1	$\frac{3}{4}$
111	2	$\frac{3}{4}$

Tabla C.1 Ejemplo 16-QAM

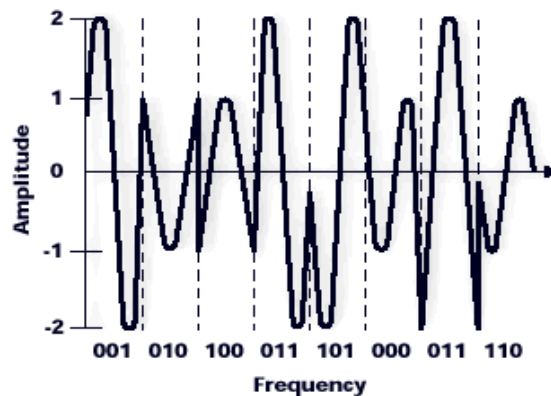


Figura C.2 Codificación DMT con QAM

C.3 Modulación CAP

La modulación por Amplitud y Fase Sin portadora (CAP - Carrierless Amplitude Phase) es un estándar de implementación propiedad de Globespan Semiconductor. Mientras el nombre especifica que la modulación es "carrierless" (sin portadora), una portadora actual es impuesta por la banda transmisora formando un filtro a través del cual los símbolos fuera de los límites son filtrados. Por eso CAP es algorítmicamente idéntico a QAM.

CAP divide la señal modulada en segmentos que después almacena en memoria. La señal portadora se suprime, puesto que no aporta ninguna información ("carrierless"). En recepción se reensamblan los segmentos y la portadora, volviendo a obtener la señal modulada. De este modo, se obtiene la misma forma del espectro que con QAM, siendo CAP más eficiente que QAM en implementaciones digitales.

C.4 Modulación 2B1Q

Una secuencia de dos bits se transmite como un pulso de señal de cuatro niveles. 2B1Q es un tipo de codificación de línea, en la cual, pares de bits binarios son codificados de 1 a 4 niveles para la transmisión, y es el porque de su nombre (2B1Q - 2 binarios/1 cuaternario). Como se indica en la figura C.3, los cuatro niveles se representan con los cuatro voltajes +3, +1, -1 y -3 para indicar que son simétricos respecto al cero y que los estados están uniformemente espaciados. El primer bit de cada par de dígitos binarios determina el signo (1= +, 0= -), y el segundo bit determina la magnitud (1= 1, 0=3). Este código no tiene redundancia, pero la tasa de señalización es de $\frac{1}{2}$.

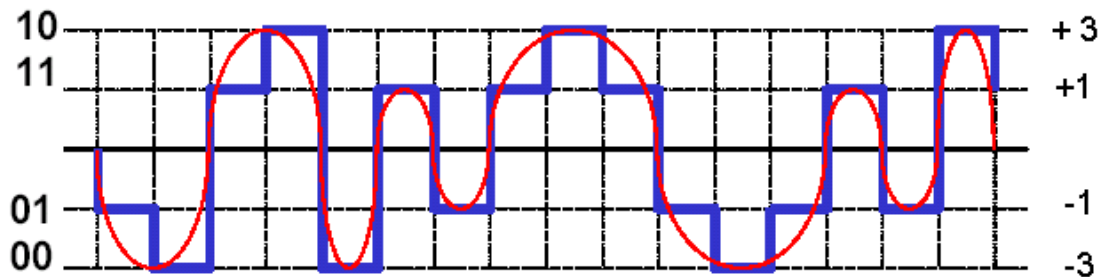


Figura C.3 Código de línea 2B1Q

CONTENIDO

Anexo A: BASE CONCEPTUAL	1
A.1 REDES DE NUEVA GENERACIÓN (NGN – NEXT GENERATION NETWORKS)	1
A.1.1 Introducción	1
A.1.2 Antecedentes.....	1
A.1.3 Promotores del movimiento hacia NGN.....	2
A.1.4 Requerimientos de los usuarios NGN.....	3
A.1.5 Servicios para NGN	4
A.1.6 Cambios en la estructura del negocio.....	5
A.1.7 Concepto de NGN	6
A.1.8 Características de las NGN.....	7
A.1.9 Evolución hacia NGN.....	9
A.1.10 Estandarización de NGN.....	11
A.2 ARQUITECTURAS DE RED DE ACCESO CABLEADAS EXISTENTES	13
A.2.1 Red de Acceso Telefónico	13
A.2.2 Red HFC	14
1.2.2.1 Elementos de una red HFC	15
A.2.2.2 Espectro de frecuencias.....	17
A.2.2.3 Acceso a Internet a alta velocidad.....	17
A.2.2.4 Telefonía en redes HFC	18
A.2.2.5 Ventajas de los sistemas HFC	18
A.2.2.6 Desventajas de los sistemas HFC.....	19
A.2.3 Acceso por Fibra Óptica – FTTx.....	19
A.2.3.1 Fibra hasta el Hogar (FTTH – Fiber To The Home)	20
A.2.3.2 Fibra hasta el Edificio (FTTB – Fiber To The Building).....	21
A.2.3.3 Fibra hasta la Acera (FTTC – Fiber To The Curb).....	21
A.2.3.4 FTTCab - Fiber To The Cabinet (Fibra hasta el Armario).....	22
A.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA RED DE ACCESO DE UNA NGN	23
A.3.1 Familia xDSL	23
A.3.1.1 Características de DSL	23
A.3.1.2 Servicios de la tecnología xDSL.....	23
A.3.1.3 Ventajas de la tecnología xDSL.....	24
A.3.1.4 Desventajas de la tecnología xDSL.....	24
A.3.1.5 Características del bucle	24
A.3.1.6 Equipamiento de la central xDSL	24
A.3.1.7 Equipamiento en el sitio del cliente	25
A.3.2 Cable Modems	25
A.3.2.1 Descripción.....	25
A.3.2.2 Funcionamiento	25
A.3.2.3 Características de un sistema de datos por cable.....	28
A.3.2.4 Arquitectura de la Red de Datos por Cable.....	28
A.3.2.5 Estándares	29
A.3.3 Red Digital de Servicios Integrados.....	30
A.3.3.1 Introducción	30
A.3.3.2 Definición de RDSI Banda Ancha.....	30
A.3.3.3 Arquitectura de la RDSI de banda ancha.....	31
A.3.3.4 Arquitectura funcional	31
A.3.3.5 Estructura de la transmisión.....	32
A.3.3.6 Protocolos de la RDSI de Banda Ancha	32
A.3.4 PLC – Power Line Communication (Comunicación por la Línea de Potencia).....	33
A.3.4.1 Concepto de PLC.....	33

A.3.4.2 Estructura de la red eléctrica.....	33
A.3.4.3 Segmentos y elementos de red.....	35
A.3.4.4 Ventajas de la tecnología PLC	37
A.3.4.5 Desventajas de la tecnología PLC.....	37
A.3.5 Comparación entre las diferentes tecnologías de acceso	37
ANEXO B: EQUIPOS, PROVEEDORES Y COSTOS	40
B.1 CISCO SYSTEMS	40
B.1.1 Modem personal 605 PCI ADSL	40
B.1.2 Modem Cisco 626.....	41
B.1.3 Serie 600 de Routers Cisco CPEs.....	42
B.1.4 Serie 800 y SOHO de Routers Cisco	45
B.1.4.1 Routers Cisco 827 y SOHO 77.....	46
B.1.4.2 Routers Cisco 828 y SOHO 78.....	47
B.1.5 Microfiltro EZ-DSL	49
B.1.6 Familia Cisco 6000 de DSLAMs basados en IOS de Cisco	50
B.1.6.1 DSLAM Cisco 6130.....	50
B.1.6.2 DSLAM Cisco 6260.....	53
B.1.6.3 DSLAM Cisco 6130.....	57
B.1.7 Concentrador de Acceso Universal Cisco 6400	59
B.2 MOTOROLA.....	62
B.2.1 Equipos DSLAM SG2127.....	62
B.2.2 Router DSL SG2073.....	63
B.2.3 MODEM DSL SG 2111	64
B.3 D-LINK	64
B.3.1 Routers DSL – 500	64
B.3.2 Modems DSL – 300G+	65
B.3.3 DSL – 200	65
Anexo C: CÓDIGOS DE LÍNEA Y MODULACIONES	66
C.1 Modulación QAM.....	66
C.2 Modulación DMT	67
C.3 Modulación CAP.....	69
C.4 Modulación 2B1Q.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura A.1 Acceso a servicios NGN.....	5
Figura A.2 Escenario de provisión vertical de servicios.....	6
Figura A.3 Escenario de provisión horizontal de servicios.....	6
Figura A.4 Concepto de NGN.....	7
Figura A.5 Algunas características para NGN.....	9
Figura A.6 Estructura de la red de líneas de abonados.....	13
Figura A.7 Arquitectura HFC	15
Figura A.8 Distribución de Frecuencias en la red de Distribución	17
Figura A.9 Arquitectura FTTH.....	20
Figura A.10 Arquitectura FTTB.....	21
Figura A.11 Arquitectura FTTC.....	22
Figura A.12 Arquitectura FTTCab.....	22
Figura A.13 Cable Modem de usuario	26
Figura A.14 CMTS y Transmisor de cabecera	27
Figura A.15 Sistemas de Operaciones y Gestión.....	28
Figura A.16 Arquitectura Red de datos por cable.....	29
Figura A.17 Arquitectura de RDSI - BA.....	31
Figura A.18 Modelo de Referencia RDSI – BA	32
Figura A.19 Modelo de referencia de la red de distribución eléctrica.....	34
Figura A.20 Características de los segmentos de baja tensión y red doméstica.....	35
Figura B.1 Modem Cisco 605	40
Figura B.2 Modem Cisco 626	41
Figura B.3 Panel trasero del modem Cisco 626.....	41
Figura B.4 Serie 600 de Cisco.....	43
Figura B.5 Cisco 827-4V	47
Figura B.6 Router Cisco 828	48
Figura B.7 Microfiltro EZ-DSL.....	49
Figura B.8 Cisco 6130.....	50
Figura B.9 Hardware Cisco 6130.....	51
Figura B.10 Componentes del chasis Cisco 6260.....	53
Figura B.11 Ranuras para tarjetas del Cisco 6260.....	55
Figura B.12 Tarjetas ADSL y SHDSL para el sistema Cisco 6260.....	56
Figura B.13 Ambiente de implementación típico para el sistema Cisco 6015	58
Figura B.14 Sistema Cisco 6015	58
Figura B.15 Cisco 6400.....	60
Figura B.16 Sistema Cisco 6400	61
Figura B.17 Hardware Cisco 6400.....	61
Figura C.1 Ejemplos de constelaciones QAM.....	66
Figura C.2 Codificación DMT con QAM	68
Figura C.3 Código de línea 2B1Q.....	69

LISTA DE TABLAS

Tabla A.1 Grupos de Estudio para NGN de la ITU.....	12
Tabla A.2 Comparación entre las tecnologías de acceso alambradas (características)	38
Tabla A.3 Comparación entre las tecnologías de acceso alambradas (Ventajas y desventajas)....	39
Tabla B.1 Velocidades máximas de transmisión y recepción (Kbps) de la Serie Cisco 600	42
Tabla B.2 Características Hardware de la serie Cisco 600.....	43
Tabla B.3 Conformidad de estándares de la serie Cisco 600	44
Tabla B.4 Métodos de gestión de la serie Cisco 600.....	45
Tabla B.5 Configuraciones de red de la serie Cisco 600	45
Tabla B.6 Serie Cisco 800.....	46
Tabla B.7 Características de los Router Cisco 827 y SOHO 77	46
Tabla B.8 Tipos de Routers 827 y SOHO 77	47
Tabla B.9 Características de los Routers Cisco 828 y SOHO 78.....	48
Tabla B.10 Especificaciones técnicas DSLAM Cisco 6130	52
Tabla B.11 Asignación de las tarjetas a las ranuras del sistema Cisco 6260	55
Tabla B.12 Especificaciones técnicas del sistema Cisco 6260	56
Tabla B.13 Especificaciones técnicas de la tarjeta Cisco 8 x DMT (tarjeta de línea ATU-C)	57
Tabla B.14 Especificaciones técnicas de la tarjeta Cisco 8 x G.SHDSL	57
Tabla C.1 Ejemplo 16-QAM.....	68