

TELEVISIÓN IP
UN SERVICIO INTEGRADO DE GRAN POTENCIAL

KAREN LILIANA RUIZ GUERRA
OSCAR JAVIER PLATA RAMÍREZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS

2010

TELEVISIÓN IP
UN SERVICIO INTEGRADO DE GRAN POTENCIAL

KAREN LILIANA RUIZ GUERRA
OSCAR JAVIER PLATA RAMÍREZ

Director

Ing. Eduardo Gómez Vásquez

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS

2010

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de indias, Noviembre 26 de 2010

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primera instancia a Dios y a nuestras familias por su apoyo, amor y atención a lo largo de nuestra vida.

De igual forma, damos gracias a la Universidad Tecnológica de Bolívar, en especial a los programas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, que nos brindaron un cuerpo directivo y docente que nos proporcionó todos los conocimientos y experiencias necesarios para nuestra formación como profesionales.

Al director de programa Eduardo Gómez, por su compromiso con el proceso formativo de educación superior, que además nos acompañó en el proceso y desarrollo de esta monografía; y a Gonzalo López, quien nos entregó los conocimientos base en telecomunicaciones, y nos inspiró a guiarnos por esta línea de trabajo.

A María Esther Aguirre y María Candelaria Escobar, secretaria y asesora de la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica respectivamente, por toda su colaboración, información y paciencia.

A nuestro amigo Harold Marrugo, quien tendió sobre nosotros su mano amiga para sacar adelante este proyecto.

A nuestros compañeros de clase, amigos, y a todos los que colaboraron y estuvieron presentes en el transcurso de nuestra formación.

MUCHAS GRACIAS!!!

Cartagena de Indias D. T. y C., Noviembre de 2010

Señores

COMITÉ CURRICULAR

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Respetados señores:

De la manera más atenta nos dirigimos a ustedes con el propósito de informarles que la monografía titulada “**Televisión IP un servicio integrado de gran potencial**” ha sido desarrollada conforme a los objetivos establecidos.

Como autores de la monografía consideramos que el trabajo es satisfactorio y solicitamos que: sea estudiado, evaluado y posteriormente aprobado por ustedes.

En espera de los resultados de dicha evaluación.

Atentamente,

KAREN LILIANA RUIZ GUERRA

C.C. 1.047.433.450 de Cartagena

OSCAR JAVIER PLATA RAMÍREZ

C.C. 1.047.382.736 de Cartagena



Televisión IP

un servicio integrado de gran potencial

KAREN LILIANA RUIZ GUERRA
OSCAR JAVIER PLATA RAMÍREZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
2010

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	iii
GLOSARIO	iv
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CÁPITULO 1. REDES IP Y MULTIMEDIA	3
1.1. REDES IP	4
1.2. AVANCES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE TELEVISIÓN	8
1.2.1. Televisión análoga	8
1.2.2. Televisión digital	9
1.2.3. Televisión celular	10
1.2.4. Televisión IP, IPTV	12
1.2.5. Tabla comparativa	16
1.3. SERVICIOS MEJORADOS	16
1.3.1. Triple-play	17
1.3.2. Quadplay	17
1.3.3. Triple-play vs. Quad play	17
1.4. INTRODUCCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	18
1.4.1. Infraestructura	18
1.4.2. Modelo de capas	21
CÁPITULO 2. FORMATOS DE VÍDEO Y PROTOCOLOS	27

2.1. COMPRESIÓN DE VIDEO.....	27
2.1.1. Características.....	27
2.1.2. Estándares de compresión utilizados.....	29
2.1.3. Comparación de estándares de compresión más utilizados.....	39
2.2. PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN Y STREAMING DE VIDEO.....	39
2.2.1. TCP/UDP.....	41
2.2.2. RTP/RTCP.....	50
2.2.3. SDP.....	55
2.2.4. RTSP.....	56
2.2.5. Softwares utilizados para servidor de streaming.....	60
CÁPITULO 3. TELEVISIÓN IP, IPTV.....	64
3.1. DEFINICIÓN.....	64
3.2. ARQUITECTURA DE UNA RED IPTV.....	65
3.2.1. Cabecera.....	65
3.2.1. Sistemas de gestión de contenidos.....	66
3.2.3. Red de transporte.....	72
3.2.3. Redes de acceso.....	77
3.2.4. Red del cliente.....	77
3.3. CONTROL Y REQUISITOS DE CALIDAD DE LA RED IPTV.....	78
3.3.2. Calidad de servicio (QoS).....	78
3.3.3. Calidad de experiencia (QoE).....	79
3.3.4. Servicios entregados por IPTV.....	81
3.3.5. Sistema de facturación.....	92
3.3.6. Gestión de operaciones para servicios IPTV.....	93

3.4. DISPOSITIVOS DE USUARIO FINAL.....	95
3.4.1. IP SET-TOP BOXES.....	95
3.4.2. Gateways.....	98
CÁPITULO 4. TECNOLOGÍAS DE ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DE IPTV	100
4.1. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR LA RED DE ACCESO.....	100
4.2. LINEA DE ABONADO DIGITAL	101
4.2.1. xDSL.....	102
4.2.2. IPTV sobre xDLS	104
4.3. REDES DE CABLE	105
4.3.1. Redes de cable coaxial.....	106
4.3.2. Redes HFC (Híbrid Fiber Coaxial)	107
4.4. REDES DE FIBRA ÓPTICA	109
4.4.1. Redes ópticas pasivas (PON).....	109
4.4.2. IPTV sobre redes PON	114
4.5. REDES INALÁMBRICAS DE LARGO ALCANCE	116
4.5.1. Redes 3G – HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)	116
4.5.2. Redes WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)	118
4.6. REDES DE DISTRIBUCIÓN DOMÉSTICA	120
4.6.1. WI-FI.....	123
4.6.2. Redes Ethernet.....	123
4.6.3. Redes de comunicación con pulsos ultrawideband (UWB).....	124
4.7. NUEVAS TENDENCIAS.....	125
CONCLUSIONES	128
BIBLIOGRAFÍA.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura de redes NGN sobre IP.	3
Figura 2. Transmisión de flujos de información en unicast.	6
Figura 3. Transmisión de flujos de información en multicast.	7
Figura 4. Televisión análoga.	9
Figura 5. Televisión digital terrestre.	10
Figura 6. Televisión celular.	12
Figura 7. Televisión IP.	13
Figura 8. Arquitectura general de un sistema IPTV.	18
Figura 9. Arquitectura IPTV con TDT.	21
Figura 10. Modelo 1.	22
Figura 11. Modelo 2.	23
Figura 12. Mensaje por capas a través de tres redes.	23
Figura 13. Pilas de protocolos de IPTV.	26
Figura 14. Etapas del estándar H.261.	30
Figura 15. Fotogramas en M-JPEG.	32
Figura 16. Codificación en H.264.	35
Figura 17. Diagrama que muestra la codificación en H.264.	36
Figura 18. Ejemplo real de codificación en H.264.	37
Figura 19. Multiplexación y demultiplexación en TCP.	42
Figura 20. Segmento TCP.	42
Figura 21. Confiabilidad de transferencias en TCP.	44
Figura 22. Negociación en tres pasos en TCP.	46
Figura 23. Aumento de la ventana corrediza.	47
Figura 24. Reducción de la ventana corrediza.	47
Figura 25. Encabezado UDP.	49
Figura 26. RTP en la pila de protocolos TCP/IP.	51

Figura 27. Encabezado RTP.....	52
Figura 28. Flujo de datos por RTSP.....	57
Figura 29. Control de conexión de RTSP mediante TCP.....	59
Figura 30. Red IPTV.	65
Figura 31. Diagrama de bloques etapa de adquisición.	67
Figura 32. Red de transmisión SDH.	75
Figura 33. Screen de la EPG diseñada por High Tech TV.....	81
Figura 34. Screen para VoD de HomeTV.	82
Figura 35. Esquema Navegación Web en IPTV.....	83
Figura 36. Grabación de video en IPTV.....	84
Figura 37. Portal walled garden.	85
Figura 38. Mensajería instantánea con IPTV.....	86
Figura 39. Comercio a través de IPTV.....	87
Figura 40. Redes sociales con IPTV.....	88
Figura 41. Identificador de llamadas en IPTV.	88
Figura 42. Visualización de anuncios en IPTV.....	89
Figura 43. Portales de juego de Ortikon Interactive Ltd.....	90
Figura 44. Sistema de control de padres en IPTV.	91
Figura 45. Mensaje de llamada importante.....	91
Figura 46. Set-top-box IPTV.	97
Figura 47. Modem ADSL.	99
Figura 48. Distribución de una red xDSL con IPTV.....	105
Figura 49. Diagrama de Bloques de una red de acceso por Cable.....	107
Figura 50. Distribución de una red HFC.....	108
Figura 51. Componentes de una red PON.....	111
Figura 52. Red GPON.....	114
Figura 53. Capacidades de la red PON en Central y en el abonado Final.....	115
Figura 54. IPTV sobre redes PON.	116
Figura 55. Configuración de una red wimax.	120
Figura 56. Distribución de una red doméstica.....	122

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Direccionamiento en IPv4.	5
Tabla 2. Comparación entre diversos medios de difusión de la señal de TV.....	16
Tabla 3. Comparación entre estándares de compresión más utilizados.....	39
Tabla 4. Resumen de tecnologías xDSL.....	104

GLOSARIO

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line): Línea de suscriptor digital asimétrica. Permite transportar datos y voz empleando la línea telefónica convencional.

API (Applications Programming Interface): Aplicación de programación necesaria para el desarrollo de servicios interactivos asociados a la televisión.

ATM (Asynchronous Transfer Mode): Conmutación de paquetes de un tamaño fijo con alta carga, rápida velocidad (entre 1,544 Mbps. y 1,2 Gbps) y una asignación dinámica de ancho de banda.

Banda ancha: Canales de comunicación cuya velocidad de transmisión es muy superior a la de un canal de banda vocal. Se aplica a velocidades superiores a 250Kbits, lo que permite prestar servicios multimedia. Normalmente se expresa en Mbps/Kbps, indica la cantidad máxima de bits (la unidad base de información) que puede ser transmitida por segundo.

Banda de frecuencias: Porción del espectro radioeléctrico que contiene un conjunto de frecuencias determinadas.

Broadcast: Calidad televisiva de video, susceptible de ser emitida. Estándar mínimo de calidad aceptado por las emisoras de televisión de todo el mundo y por sus organismos reguladores.

Cable coaxial: Cable con dos conductores de cobre, uno dentro del otro, separados entre sí y del exterior con aislante plástico. Se utiliza para la antena de la TV o en conexiones Ethernet.

Cable modem: Unidad de modem que se puede conectar al televisor u ordenador a través de la conexión local de cable, para acceder a Internet a una velocidad muy superior a la de los modem tradicionales.

CAS (Conditional Access System): Sistema que descifra la señal codificada de acuerdo con el algoritmo común europeo de cifrado si el abonado cuenta con los permisos para ello. Reconoce las emisiones cifradas en un entorno donde operan también emisiones en abierto.

Códec: Algoritmo encargado de codificar el flujo o la señal y recuperarlo o descifrarlo, para la reproducción o manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones.

Convergencia: Unión entre sectores como el de las telecomunicaciones, los datos, la televisión y la radio, en uno solo.

CPE (Consumer Premises Equipment): Equipo ubicado en el hogar del cliente, que es utilizado para acceder a un servicio. Los equipos CPE son de manera corriente un decodificador, un módem o una videograbadora personal.

CRM (Customer Relationship Management): Sistema para gestionar la relación con los clientes. Todo proveedor tiene este tipo de sistemas para gestionar la relación con el cliente. Puede ser de atención presencial, telefónica o Web. Toda petición de cliente se canaliza a través del CRM y desde el CRM pasa a los sistemas de negocio (BSS) u operación (OSS) necesarios

DBS (Direct Broadcasting Satellite): Inicialmente, se refería a los satélites de la banda Ku que utilizan tubos de dimensión de potencia muy fuerte, como TDF, TV Sat y Tele X. DBS también designa la porción de banda Ku comprendida entre 11,7 y 12,5 GHz, cualquiera que sea el satélite utilizado.

DTH (Direct To Home): Se refiere a la transmisión de señales de radio desde un satélite directamente al domicilio del usuario, por medio de una antena parabólica de pequeño tamaño.

DVB (Digital Video Broadcasting): Organismo europeo que tiene como socios a empresas de la industria, programadores, difusores y otros miembros del sector audiovisual.

DVB-C: Transmisión de contenidos DVB (video y aplicaciones) mediante redes de cable.

DVB-S: Transmisión de contenidos DVB mediante redes de satélite.

DVB-T: Transmisión de contenidos DVB mediante redes terrestres.

Ethernet: Tecnología de LAN, definida por la norma IEEE 802.3. Es una red CSMA/CD de banda base a 100 Mbps, que funciona con cableado coaxial fino y grueso, par trenzado y fibra óptica.

Fast Ethernet: Ethernet de alta velocidad a 100 Mbps (la Ethernet regular es de 10 Mbps).

Frame: Fotograma o cuadro, en español. Es una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación. Su continua sucesión producen a la vista la sensación de movimiento.

FTTH (Fiber To The Home): Tecnología de acceso que se basa en una transmisión hasta casa del usuario basada en fibra óptica.

Gateway: Dispositivo para interconectar dos o más redes diferentes. Puede traducir todos los niveles protocolares, de la capa física hasta la capa de aplicaciones del modelo TCP/IP, y por tanto puede interconectar entidades que difieren en todo los detalles.

GIS (Geographic Information System): Sistemas que obtienen, almacenan, analizan, gestionan y presentan información relacionada con una localización.

GPON (Gigabit Passive Optical Network): Red óptica con capacidad de Gigabit, definida en la recomendación G.984 de la ITU-T.

GPRS: General Packet Radio Service. Evolución de la red de telefonía móvil celular GSM, que permite la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes. Alcanza velocidades de transmisión teóricas de hasta 170 Kbps.

GSM (Global System for Mobile Telecommunications): Sistema europeo de telefonía celular avanzada y digital. Estándar europeo que opera en las bandas de 900 y 1800 MHz. Constituye la segunda generación de telefonía celular.

HDTV: High Definition TV o televisión en alta definición consiste en la emisión de televisión con mayor calidad de imagen en cuanto a resolución. La televisión analógica tradicional de 625 líneas se cambia por una de 1080, y es colocada en formato digital, emitida como señal digital codificada en MPEG2 o MPEG4.

HFC (Hybrid fibre-coaxial): Red híbrida de fibra y cable coaxial usada por los proveedores de cable para ofrecer sus servicios. Las señales se transportan mediante radiofrecuencia (RF).

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access): Tecnología de transmisión de datos, considerada como el paso previo a la cuarta generación (4G) de telefonía móvil.

HTTP (Hiper Text Transfer Protocol): Protocolo de transferencia de HiperTexto. Es el protocolo de Internet que permite que los exploradores del WWW recuperen información de los servidores

ICMP (Internet Control Message Protocol): Protocolo de control de mensajes de inter-red. Protocolo usado por el IP para informar de errores y excepciones. El ICMP también incluye mensajes informativos usados por algunos programas como ping.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers): Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Es la mayor asociación internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación, ingenieros en informática, ingenieros en biomédica, ingenieros en telecomunicación e ingenieros en mecatrónica.

IGMP (Internet Group Management Protocol): Protocolo usado en redes de difusión multicast para suscribirse a un tipo de tráfico.

IP (Internet Protocol): Protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino, para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

ISP (Internet Service Provider): Proveedor de Servicios Internet. Un ISP es una empresa que proporciona conectividad a Internet para particulares y otras empresas u organizaciones.

LAN (Local Area Network): Red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada.

MDF (Main Distribution Frame): Distribuidor general es un elemento físico que interconecta la planta externa de la red clásica de telefonía (bucles de cobre) con la planta interna (red de conmutación de telefonía o red de datos para ADSL). También se le conoce a veces por las siglas DG (Distribuidor General).

Middleware: Es un software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. Funciona como una capa de abstracción de software distribuida, que se sitúa entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores (sistema operativo y red).

MPEG (Motion Picture Expert Group): Es el patrón de compresión que deberá ser utilizado por las emisoras para envío de datos.

MPEG-2: Norma técnica internacional de compresión de imagen y sonido. El MPEG-2 especifica los formatos en que deben de representarse los datos en el decodificador y un conjunto de normas para interpretar estos datos

Multicast: Servicio de red en el cual un único flujo de datos, proveniente de una determinada fuente, puede ser enviada simultáneamente para diversos destinatarios.

OLT (Optical Line Termination): se encuentra del lado de la central y es el elemento activo, donde parten los diferentes enlaces ópticos hacia los clientes. También es quien agrega el tráfico proveniente de otras redes: ATM, PSTN, internet, etc.

ONT (Optical Network Termination): terminal de red óptico donde finaliza la red de acceso, adicionalmente es el equipo encargado de convertir los pulsos de luz recibidos de la OLT en señales eléctricas y agrupar la información para enviarla en canal ascendente.

ONU (Optical Network Unit): es el punto de enlace entre la central y los clientes. Se encarga de distribuir el tráfico hacia los diferentes clientes. Es en grado de convertir el tráfico de óptico/eléctrico y viceversa. Coordina la comunicación del cliente con la central.

PDR (Personal Digital Recorders): Dispositivos con disco duro para grabar video que permiten un gran número de funcionalidades hasta ahora no disponibles en una televisión

PPV (Pay Per View): Modalidad de entrega al abonado de contenidos audiovisuales mediante la técnica de pago por visión.

Protocolo: conjunto de reglas establecidas entre dos dispositivos para permitir la comunicación entre ambos.

PVR: Videograbadora digital, es un tipo de descodificador que contiene un disco duro que permite grabar y almacenar contenido.

QoS (Quality of Service): Conocido como calidad de servicio en español. Son

QPSK (Quaternary Phase Shift Keying): Es un método de modulación utilizado para las emisiones digitales por satélite. La información está en la fase de la señal modulada, en cuatro estados.

Quad play: Servicios de acceso a Internet, telefonía, televisión y servicios celulares por un único operador.

Redes IP: Utilizadas para enlazar computadores con diferentes sistemas operativos, a través de LAN y WAN.

Redes NGN (Next Generation Network): Arquitectura de red orientada a reemplazar las redes telefónicas conmutadas de telefonía, para brindar servicios de voz y multimedia, llamada Redes de Nueva Generación en español.

Routers: Dispositivos especializados en recibir y enviar paquetes por diferentes interfaces de red.

RTCP (Real-time Control Protocol): Protocolo de control en tiempo real para el flujo RTP, que permite transmitir la información básica sobre los participantes de la sesión y la calidad de servicio.

RTP (Real-time Transport Protocol): Protocolo en tiempo real, de nivel de sesión, utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como audio y vídeo en una videoconferencia.

RTSP (Real Time Streaming Protocol): Protocolo de flujo de datos en tiempo real, que establece y controla uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video.

SDI (serial digital interface): es una interfaz de alta capacidad para trabajar con vídeo digital sin comprimir y en tiempo real.

SDP (Session Description Protocol): Protocolo de descripción de sesión, conformado por un formato para describir parámetros de inicialización de streaming media.

SDTV: Standard Definition Television. Television de definición estándar. Un sistema completo, con una resolución de pantalla menor que la de HDTV.

SMS: Short Message System. Servicio, conocido popularmente como mensajes cortos, ofrecido en las redes actuales de telefonía móvil

STB (Set-Top Box): Decodificador de TV digital o analógica.

TCP (Transmission Control Protocol): Protocolo de Control de Transmisión, utilizado en Internet, que proporciona un servicio orientado a conexión, y confiable. Garantizando que los datos serán entregados en su destino sin errores, y en el mismo orden en que se transmitieron.

TDMA: Técnicas de acceso múltiple por división en el tiempo, a través de las cuales un transpondedor puede ser compartido entre varias estaciones. En el TDMA a cada usuario se le asigna todo el ancho de banda disponible, pero solo durante un periodo de tiempo limitado que se repite periódicamente.

Televisión análoga: Sistemas de distribución de televisión mediante ondas electromagnéticas en las bandas de VHF y UHF.

Televisión celular: Servicio de difusión de televisión, cuya señal es recibida en dispositivos o equipos móviles o portátiles.

Televisión digital: Conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales, es decir en forma binaria.

Televisión IP (IPTV): Sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión y video, usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP.

Triple play: Integración de servicios de telefonía, televisión e internet en tiempo real, por el mismo proveedor.

UDP (User Datagram Protocol): Protocolo de datagrama de usuario utilizado en Internet, del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas, que ofrece un servicio no orientado a conexión. Es el más utilizado para transmisión de vídeo y voz a través de una red.

UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones): es el organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System): Sistema de telefonía móvil celular de banda ancha estandarizado por el ETSI (European Telecommunications Standard Institute).

Unicast: Servicio de red en el cual un único flujo de datos, proveniente de una determinada fuente, puede ser enviada solo a un destinatario.

VoD (Video on Demand): Servicio de acceso de contenidos audiovisuales a través de un sistema interactivo que permite efectuar la compra y observar el contenido en cualquier momento, o ajustándose a un horario preestablecido.

WAN (Wide Area Network): Red de computadoras de gran tamaño, generalmente dispersa en un área metropolitana, a lo largo de un país o incluso a nivel planetario.

WAP (Wireless Application Protocol): Protocolo de acceso a Internet desde terminales inalámbricos digitales.

Wi-fi (Wireless Fidelity): Tecnología de acceso inalámbrico basada en la familia de estándares 802.11 del IEEE. Las velocidades de acceso pueden llegar hasta 11 Mbps ó 54 Mbps, dependiendo del estándar, y el alcance máximo es de algunos centenares de metros.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access): Tecnología de acceso inalámbrico basada en el estándar 802.16 del IEEE. Permite la prestación de servicios de banda ancha inalámbrica con velocidades de hasta 134 Mbps y alcances de varias decenas de kilómetros.

RESUMEN

En este documento se estudia la distribución de televisión por IP, también llamada IPTV. Se presenta un trabajo teórico que recopila un repaso sobre los medios de difusión de la señal de TV, sus avances y servicios disponibles en la actualidad. Luego se definen los formatos de video y se describen los protocolos de transmisión y streaming de video. Acto seguido se estudian las diferentes tecnologías utilizadas para el desarrollo de redes de IPTV. Analizando su arquitectura desde la cabecera hasta el usuario final, atravesando las etapas de almacenamiento y servidores de video, red de transporte (ATM, SDH y WDM), redes de acceso (DSL, F.O., HFC), redes de acceso inalámbricas de largo alcance (WIMAX, 3G), y por último redes de distribución doméstica (Ethernet, WIFI, UWB). Además se explican los servicios y aplicaciones interactivas inherentes a IPTV y los sistemas de control y gestión de servicios.

Encontrando como IPTV es una nueva forma de obtener televisión, que mejora y agrega nuevos servicios de contenidos audiovisuales difundiéndolos a través del mismo ancho de banda utilizado por otros medios existentes.

INTRODUCCIÓN

La televisión es un sistema de telecomunicaciones para la transmisión y recepción de video y sonido a distancia. Existen diversos medios de difusión de la señal de TV, como la televisión análoga, digital, y celular, a los que se está uniendo el protocolo IP.

Estos sistemas de distribución en ocasiones presentan inconvenientes en seguridad, calidad y contenido. En cuanto a seguridad existen problemas relacionados con aprovechamiento ilegal de la señal, esto quiere decir que personas no adscritas a este servicio tienen acceso al contenido de este. Refiriéndose al contenido del servicio, como programación y canales asignados, se encuentra una demanda insatisfecha por parte de los clientes, debido a que muchos de los canales asignados no son de interés para las personas que reciben el servicio. En lo relacionado con la calidad del servicio se presentan fallas en la recepción de la señal o retardos de voz respecto a video.

A partir de esto nace la televisión IP, IPTV, como la proveedora de redes y canales digitales de TV Interactiva por IP, donde un usuario es capaz de, simultáneamente y en tiempo real, acceder y generar informaciones para videoconferencia, realización de encuestas con resultados en forma de gráficos y datos, uso de cuadro digital con posibilidad de interacción entre todos los usuarios en sesión, guía de programación electrónica, video bajo demanda, navegación web, correo electrónico, grabación de video digital, walled garden portal, mensajería instantánea, comercio, redes sociales, identificación de llamadas, juegos en demanda, control de padres y sistema de alerta de emergencia. Además, el usuario puede disponer de uno o más canales exclusivos para transmitir cualquier programación para puntos determinados por él.

A lo largo de la monografía se realiza un estudio de la distribución de televisión, que opera en una plataforma multiservicios sobre IP, así como el análisis de las diferentes tecnologías utilizadas para la implementación de televisión IP, y sus servicios. Entre lo que se destaca:

- Analizar la convergencia tecnológica en comunicaciones, realizando énfasis en las necesidades de la televisión como servicio.
- Examinar la arquitectura, protocolos y topologías de red habilitadas para la distribución de televisión usando el Protocolo IP.
- Especificar los tipos de servicio que soporta una plataforma de recursos integrados para televisión por IP.
- Mostrar los servicios que ofrece la televisión IP que aportan soluciones a las deficiencias de los actuales sistemas de distribución de televisión.

CÁPITULO 1. REDES IP Y MULTIMEDIA

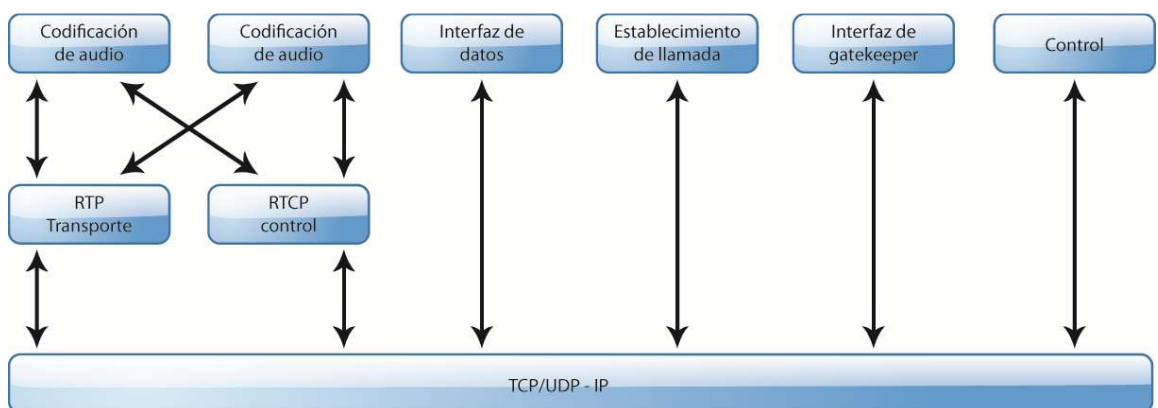
Actualmente la tecnología digital ha hecho posible la convergencia, que diferentes sectores como el de las telecomunicaciones, los datos, la televisión y la radio se unan en uno solo.

Para soportar de manera adecuada y lograr congruencia entre estos nuevos servicios multimedia se evoluciona hacia las redes de siguiente generación, conocidas como NGN, Next Generation Networking.

Según la ITU-T en la norma H.323, una red NGN está basada en la transmisión de paquetes, esta es capaz de proveer servicios integrados incluyendo los tradicionales telefónicos, y es capaz de explotar al máximo el ancho de banda del canal, haciendo uso de técnicas de calidad de servicio (QoS), de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada. Además, ofrece acceso libre a usuarios de diferentes compañías telefónicas, apoyando la movilidad, lo cual les permite tener acceso multipunto.

Esta norma tiene como objetivo proporcionar una buena calidad de servicios multimedia sobre redes no orientadas a conexión y que no ofrecen QoS, las redes basadas en IP, como la descrita en la figura 1.

Figura 1. Arquitectura de redes NGN sobre IP.



1.1. REDES IP

Una red es una configuración de computadores que intercambian información. Pueden proceder de una variedad de fabricantes, y es probable que tengan diferencias tanto en hardware como en software; para posibilitar la comunicación entre estas es necesario un conjunto de reglas formales para su interacción. A estas reglas se les denominan protocolos.

Un protocolo es un conjunto de reglas establecidas entre dos dispositivos para permitir la comunicación entre ambos.

Se han desarrollado diferentes familias de protocolos para comunicación por red de datos para los sistemas UNIX. El más utilizado es el Internet Protocol Suite, comúnmente conocido como TCP/IP, en donde se puede reemplazar TCP por UDP.

Es un protocolo DARPA que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP/IP Proviene de dos protocolos importantes de la familia, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). Todos juntos llegan a ser más de 100 protocolos diferentes definidos en este conjunto.

Las redes IP son la base del Internet, que sirve para enlazar computadores que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo: PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa.

IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa del departamento de defensa.

Los dos aspectos más importantes en este protocolo son el encaminamiento y el direccionamiento; el primero consiste en encontrar un camino entre un origen y un destino, entre los cuales suelen existir elementos intermedios denominados routers, dispositivos especializados en recibir y enviar paquetes por diferentes interfaces de red, que aportan opciones de seguridad, redundancia de caminos y

eficiencia en la utilización de recursos; para definir el segundo aspecto se hace necesario nombrar las direcciones IP, que son un número que identifica de manera lógica y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo dentro de una red que utilice el protocolo de Internet. Actualmente se manejan dos tipos de direcciones IP, las IPv4 que son las mundialmente utilizadas, y las IPv6 que aún siguen en prueba.

Una dirección IPv4 posee una longitud de 32 bits, que suele mostrarse en cuatro grupos de números decimales (8 bits) separados por puntos. Existen 5 clases de direcciones IP, de las cuales 3 son tipo unicast (A,B,C), otra clase es multicast (D), y la restante incluye direcciones reservadas (E), como se puede observar de manera más detallada en la tabla 1.

Tabla 1. Direccionamiento en IPv4.

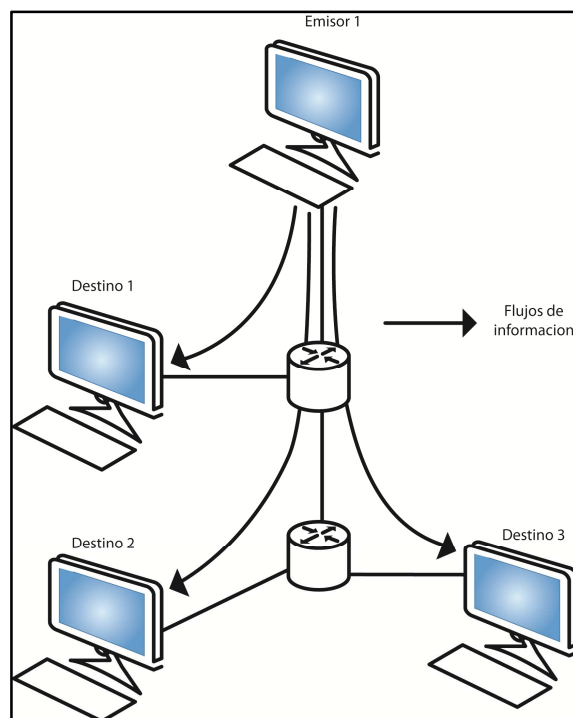
Clase	Rango	No. De redes	No. De Host	Mascara de red	Broadcast
A.	1.0.0.0 - 126.0.0.0	126	16.777.214	255.0.0.0	X.255.0.0.0
B.	128.0.0.0 - 191.255.0.0	16.384	65.534	255.255.0.0	X.X.255.255
C.	192.0.0.0 - 223.255.255.0	1.097.152	254	255.255.255.0	X.X.X.255
D.	224.0.0.0 - 239.255.255.255				
E.	240.0.0.0 - 255.255.255.255				

D: ID grupo multicast
E: Experimental - Para direcciones reservadas

Una dirección IPv6 está compuesta por 8 segmentos de 2 bytes separados por ':', en representación hexadecimal, que suman un total de 128 bits. Su principal ventaja frente a las direcciones Ipv4 es que existe la posibilidad de poder direccionar más dispositivos.

La transmisión unicast anteriormente anunciada se basa en un proceso de envío de información desde una maquina origen a una única maquina destino. Clasificándose como una transmisión punto a punto con cada destinatario, como se observa de manera más clara en la figura 2.

Figura 2. Transmisión de flujos de información en unicast.



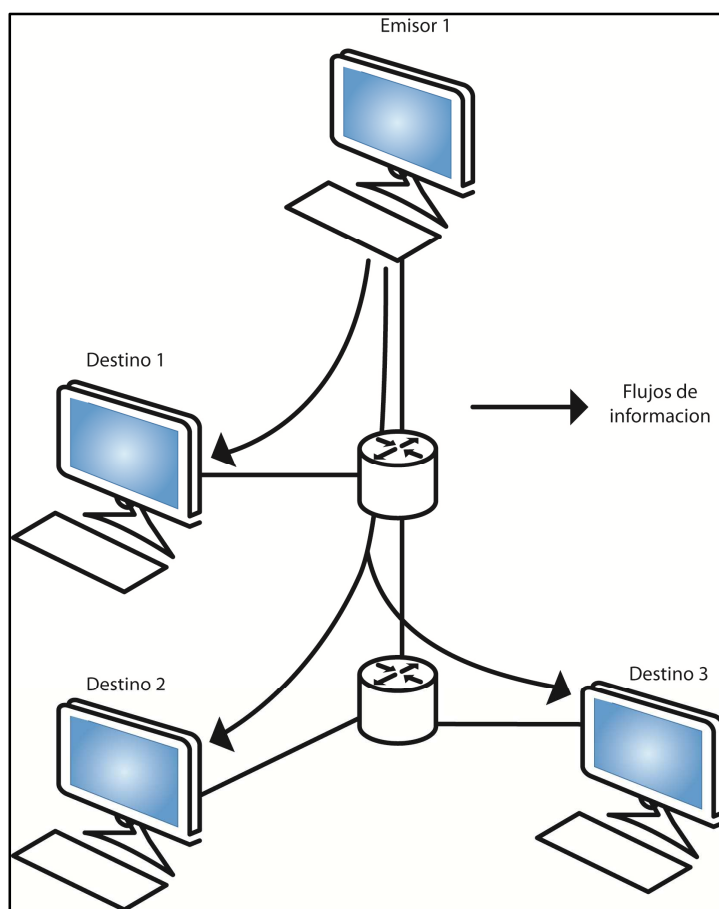
Con unicast el servidor debe enviar el flujo de datos individualmente a todo aquel que quiere recibir la transmisión. En este caso cada petición utiliza parte del procesador del servidor. Debido a este fenómeno si se reciben muchas solicitudes puede ser que el servidor no soporte tantas sesiones y se sature. Otro problema importante con unicast y un gran número de solicitantes simultáneos, es que una serie separada de paquetes de datos debe ser enviada a cada persona. Incluso si el servidor pudiera hacer esta tarea, el número de paquetes de datos inundara el sistema entero, haciendo que la transmisión se torne muy lenta, o hasta se detenga.

La transmisión multicast también mencionada, se basa en un único proceso de envío, independientemente del número de potenciales máquinas receptoras, desde una máquina origen a todas las máquinas destinatarias que posean al

menos un miembro de un determinado grupo multicast y compartan una misma dirección de clase D¹.

Esto se puede observar de manera más clara en la figura 3.

Figura 3. Transmisión de flujos de información en multicast.



En este escenario, los routers intermedios tienen que poseer la capacidad para hacer las copias necesarias de la información transmitida, desde el origen a las correspondientes máquinas destino, lo que no ha permitido que reemplace a unicast, al existir países con poco avance de la tecnología.

1 Lloret J., García M. IPTV: La televisión por internet. España: Editorial Vértice, 2008. 5 p.

Este sistema de transmisión envía una sola copia de los datos a los clientes que lo han solicitado, permite implementar aplicaciones multimedia en la red, y minimizar al mismo tiempo la demanda de ancho de banda de estas aplicaciones.

1.2. AVANCES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE TELEVISIÓN

La televisión (TV), es un sistema de telecomunicaciones para la transmisión y recepción de video y sonido a distancia.

Existen diversos medios de difusión de la señal de TV, a los que se está uniendo el protocolo IP.

A continuación se observará el avance que ha sufrido la señal de televisión hasta ser transmitida por la redes IP, y los diferentes servicios que presta.

1.2.1. Televisión análoga

En la actualidad se sigue utilizando la televisión análoga y se transmite al usuario mediante ondas electromagnéticas en las bandas de VHF y UHF.

Otra forma de realizar esta distribución es utilizando las redes de cable, las cuales, deben tener una banda del espectro asignada para no ofrecer interferencias al usuario final.

La difusión satélite permite la llegada de la señal a zonas muy remotas y de difícil acceso. Este sistema realiza dos funciones fundamentales, la de permitir los enlaces de las señales desde un punto de la tierra a otro, mediante enlaces de microondas, y la distribución de la señal en modo de difusión.

Hoy en día existen tres formas de representar la señal analógica de televisión, que son: NTSC (National Television System Committee, en español Comisión Nacional de Sistema de Televisión), PAL (Phase Alternating Line, en español Línea de Fase Alternada) y SECAM (Séquentiel Couleur à Mémoire, en español Color Secuencial con Memoria).

En poco tiempo se espera que el sistema de televisión análogo desaparezca completamente, liberando frecuencias que permitirán aumentar la oferta de canales, su calidad y otros servicios en televisión digital terrestre.

Figura 4. Televisión análoga.



(Fuente: www.vostrisoldi.it)

1.2.2. Televisión digital

La difusión de la televisión digital se basa en el sistema DVB (Digital Video Broadcasting). Este sistema tiene una parte común en la difusión por satélite, cable y la terrestre. La ordenación del flujo de la señal y la parte no común es la que lo adapta a cada modo de transmisión.

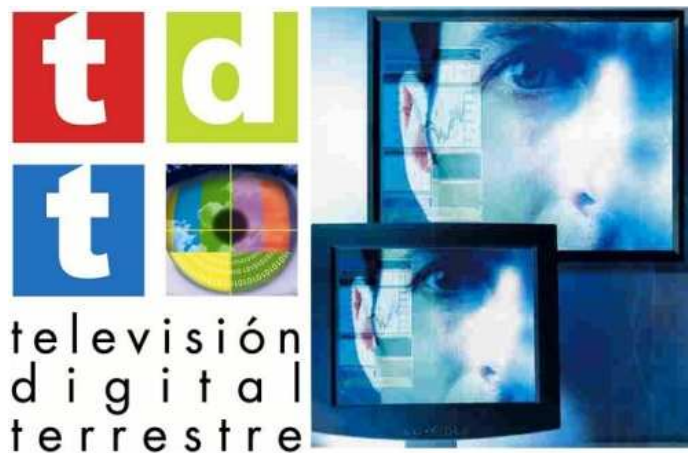
Los sistemas utilizados según el tipo de canal son los siguientes: para satélite el DVB-S, para cable el DVB-C y para terrestre DVB-T.

La principal ventaja es que el tipo de señal es muy robusta a las interferencias y que la norma de emisión está concebida para una buena recepción.

Otro aspecto importante es que en la televisión análoga un programa ocupaba mucho más ancho de banda que un programa digital. Además existen una serie de servicios extras que dan un valor añadido a la programación.

El sistema de televisión digital más cercano a nosotros es el TDT (Televisión Digital Terrestre). La transmisión terrestre de televisión se ve afectada por dispersión de energía, zonas de sombra y reflexiones que provocan ecos. En transmisión analógica esos problemas se manifiestan como nieve, ruido en la imagen, dobles imágenes, colores deficientes y sonido de baja calidad. Con la TDT, al estar la señal codificada, se recibe una imagen siempre integra; pero el hecho de recibir una señal débil puede provocar la no decodificación de la señal, lo cual nos aportaría la pérdida total de la imagen.

Figura 5. Televisión digital terrestre.



(Fuente: www.agendario.com.ar)

La imagen, el sonido y los datos asociados a una emisión de televisión digital se codifican digitalmente en formato MPEG-2, que se explicará en el capítulo 2².

1.2.3. Televisión celular

La televisión celular es un servicio de televisión prestado a los usuarios de las redes de telefonía celular, proporcionando personalización y movilidad.

² Lloret J., *Ibíd.*, p. 7.

En la actualidad existen dos métodos para prestar el servicio de televisión celular: el primero es utilizar dos canales de la red celular y el segundo es hacer uso de un canal dedicado en modo difusión.

Existen varias propuestas, como DVB-H, DMB, TD-tv, 1seg, DAB y Media- FLO, que intentan obtener la mejor solución para este sistema de difusión de la señal de TV; pero ninguna de ellas es ideal. Ya que siempre existe algún inconveniente con relación a las frecuencias del espectro, potencia de la señal, recursos necesarios, capacidad de la red, modelo de negocio, etc.

La utilización de las redes 3G (WCDMA/HSPA) puede provocar un mayor uso de la televisión celular debido principalmente al ancho de banda disponible; pero el operador debe realizar el respectivo aumento en su capacidad, sino no podrá aportar tales servicios.

El servicio MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service) plantea que se puede hacer difusión dentro de la red 3G emitiendo un canal de tráfico que se comparta por todos los usuarios que están viendo al mismo tiempo un programa en la misma zona, complementando el servicio de HSPA, permitiendo soportar la carga en zonas de muchos usuarios, y garantizando una utilización eficiente del ancho de banda de la red.

Figura 6. Televisión celular.



(Fuente: acid-news.com)

1.2.4. Televisión IP, IPTV

Hoy en día los usuarios disponen de una tecnología más avanzada que permite el avance hacia el servicio de IPTV (Internet Protocol Television), proporcionado por proveedores de contenidos y operadores de redes de datos.

La IPTV está basada en una tecnología de distribución de señal de televisión o vídeo que utiliza conexiones de banda ancha sobre protocolo IP. La señal de televisión es enviada en forma de video streaming a través de Internet con unas calidades similares a las que ofrece el DVD. Gracias al protocolo IP, esta nueva forma de televisión permite orientar la transmisión de información a cada usuario, ofreciendo, al mismo tiempo, programación general para todos los públicos y contenidos específicos seleccionados por los propios usuarios.

Para la transmisión de los contenidos audiovisuales online a través de IPTV se utiliza la tecnología streaming, que permite emitir de contenido multimedia a través de Internet asegurando una velocidad en la transmisión que posibilita la visualización y la descarga de los archivos al mismo tiempo.

El sistema de IPTV está formado por tres componentes: una comunidad de usuarios conectados que seleccionan los contenidos de manera autónoma, un gestor de contenidos utilizado por el administrador de la plataforma de IPTV para publicar y difundir sus contenidos, y un servidor de IPTV que almacena y sirve los contenidos a cada usuario conectado.

Figura 7. Televisión IP.



(Fuente: www.sinologic.net)

Las aplicaciones que ofrece la televisión IP son ilimitadas, desde una infinidad de canales de televisión y música, e-learning, programación de televisión on demand, televisión online, publicidad dedicada, comunicación corporativa, entre muchos. La retransmisión de televisión por IP ofrece una programación individualizada para cada usuario, de manera que éste se convierte en el verdadero administrador de los contenidos de su televisión, decidiendo qué quiere ver en cada momento.

La IPTV ofrece al usuario, y a los anunciantes, un nuevo concepto y uso de la publicidad. En la nueva televisión, la publicidad deja de interrumpir la emisión de la programación para ser insertada de manera que fomente la interacción y participación con el usuario. Asegurando una mayor efectividad de los mensajes y

consiguiendo un mayor control sobre la repercusión de las inserciones publicitarias.

A la hora de acceder a los contenidos distribuidos a través de una plataforma de televisión IP por medio de Internet, tan sólo es necesario contar con un equipo con conexión libre a Internet. Con un equipo conectado a Internet, un navegador y un dispositivo de visualización (televisión, monitor u otros) el usuario puede visualizar el contenido en el momento que desee y en el formato que él elija. Estas características le dan a la televisión IP una potencia inimaginable.

Algunas de sus ventajas son:

- Ofrece gran variedad de contenidos: El éxito de la televisión IP reside en la sencillez y comodidad de sus servicios y en la gran variedad de contenidos que ofrece. La televisión IP soporta un mayor número de canales que otras formas de televisión no basadas en Internet, puesto que el límite lo pone la capacidad de los servidores y el ancho de banda requerido para la demanda.
- No tiene límites geográficos: La televisión distribuida por Internet posee un carácter global, pues no tiene límites de emisión geográficos, sino que puede ser vista e incluso gestionada desde cualquier parte del mundo a través de un ordenador con conexión a Internet.
- La programación de los contenidos es sencilla: El administrador de la plataforma de IPTV puede establecer programaciones de manera online, modificarlas en tiempo real e introducir publicidad. Al mismo tiempo, los usuarios pueden programar sus propios canales y acceder a servicios bajo demanda, con lo que se consigue una auténtica televisión a la carta.
- Facilita la distribución de contenido local: La Televisión IP soluciona el problema de las licencias de televisión digital. Pues ofrece la posibilidad de emitir contenidos regionales y locales e incluso crear toda una televisión por Internet desde cualquier ordenador conectado a La Red.
- Permite un mayor control sobre las audiencias: La transmisión de datos utilizando protocolo IP posibilita el control total sobre los contenidos,

pudiendo realizar un seguimiento sobre los usuarios a los que se ofrece cada tipo de contenido. De esta forma, el análisis de audiencias y el control de los resultados, son mucho más fiables que otros métodos utilizados en la televisión tradicional.

- Emite publicidad personalizada: Mediante el seguimiento de la actividad del consumidor se tiene la capacidad de incluir publicidad orientada a una audiencia determinada. La publicidad en la televisión IP se realiza basándose en la actividad real de cada consumidor.
- Tiene un menor costo: El costo ha sido uno de los factores decisivos en el crecimiento de los servicios de televisión. La falta de herramientas o la necesidad de disponer de un grupo de empleados experimentados ha resultado un problema de peso en muchos casos. Sin embargo, actualmente las herramientas disponibles para la creación de IPTV ofrecen la posibilidad de realizar emisiones de una manera rápida, sencilla y con un costo mucho menor al que supondría la utilización de infraestructuras tradicionales de televisión.
- Es la televisión del futuro: Estudios realizados sobre el consumo de contenidos online por parte de los internautas demuestran que la televisión IP superará al Pay Per View tanto en clientes como en usuarios, ya que su potencia es mucho mayor, así como su sencillez y comodidad³.

³ González J., Martínez A., Morales M., Rangel N., Villarreal Y. Implementación de la TV por Internet en la Universidad Tecnológica de Panamá [Trabajo de grado]. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá. Centro de Investigación, Postgrado y Extensión UTP Virtual; 2009.p 3.

1.2.5. Tabla comparativa

En la tabla 2, se observa la comparación entre los diversos medios de difusión de la señal de televisión.

Tabla 2. Comparación entre diversos medios de difusión de la señal de TV.

	TV ANÁLOGA	TV DIGITAL	TV CELULAR	IPTV
PROTOCOLOS	NTSC PAL SECAM	DVB TDT ATSC	3G GSM	UDP RTP RTCP SDP RTSP
MEDIOS DE TRANSMISIÓN	Señales en las bandas de VHF y UHF	Niveles lógicos (bits)	Canal dedicado o red celular	Broadband sobre IP
MODOS DE TRANSMISIÓN	Cable. Satelital.	Satelital. Cable. Terrestre.	Inalámbrico.	Satelital. Cable. Fibra óptica. Inalámbrico.
OBTENCIÓN DE LA IMAGEN	Tensión proporcional a luminosidad	Codificación de imágenes sucesivas	Codificación con uso de redundancias	Streaming de video
APLICACIONES	Distribución de canales audiovisuales	Selección del canal en el STB	Se comparte el tráfico de un canal es una misma zona	Selección del canal en el servidor
SERVICIOS	Transmisión de canales de audio y video. Poca cantidad de canales. Baja resolución.	Alta capacidad de canales. Capacidad de interactividad con el emisor de señal (video bajo demanda). Media y alta resolución.	Personalización y movilidad en la obtención de audio y video. Sistemas multicanales de distribución por microondas. Media capacidad de canales. Media y alta resolución.	Conformado por usuarios, gestor de contenidos y servidores. TV en vivo (multicasting). Video bajo demanda (unicast). QoS y QoE. Alta resolución.

1.3. SERVICIOS MEJORADOS

Gracias a la disponibilidad de mayores anchos de banda, estándares de comprensión, y nuevas tecnologías de red y equipos de los usuarios. Los operadores pueden ofrecer servicios combinables en diferentes paquetes, a través de redes cableadas e inalámbricas, incluyendo tres tipos básicos de servicios en tiempo real, VoIP, IPTV y acceso a internet banda ancha.

1.3.1. Triple-play

Triple Play es un concepto de marketing que se podría definir como la integración de servicios y contenidos audiovisuales. Incluye servicios telefónicos de voz, junto al acceso de banda ancha, añadiendo además servicios audiovisuales, como canales de TV y paga por ver (PPV o pay per view), todo por un único soporte físico, ya sea cable coaxial, fibra óptica, cable de par trenzado, red eléctrica, o vía radio.

Todos los servicios se ofrecen haciendo uso de la tecnología IP (Internet Protocol). El servicio telefónico se basa en el servicio VoIP (Voice over IP), los datos se encapsulan en paquetes denominados datagramas IP, y la televisión se transmite también sobre IP (IPTV)⁴.

1.3.2. Quadplay

Los recientes servicios quadplay, aparte de ofrecer la televisión digital con video bajo demanda, datos con ancho de banda ilimitado y telefonía residencial, también incluyen servicios celulares. Se añade una extensión celular al servicio Triple-play.

1.3.3. Triple-play vs. Quad play

Al pasar del tiempo los usuarios querrán visualizar una película en su celular de última generación, su ordenador de bolsillo (PDA) o en su portátil; pero son pocos los usuarios que contratan todos los servicios de acceso a Internet, telefonía, televisión y servicios celulares a un único operador. De hecho lo habitual es que la mayoría de usuarios solo estén interesados en dos o tres de estos servicios. Por ende, los proveedores que tendrán éxito en el futuro serán aquellos que sean capaces de ofrecer paquetes de servicios dependientes del estilo de vida dirigidos a grupos de usuarios de acuerdo a sus intereses y patrones de uso. Las

⁴ Hintze ITC, S.A. de C.V., Artículo. TripePlay, Video, voz y Datos [artículo en internet]. <http://hintzeitc.com/tripleplay.pdf> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

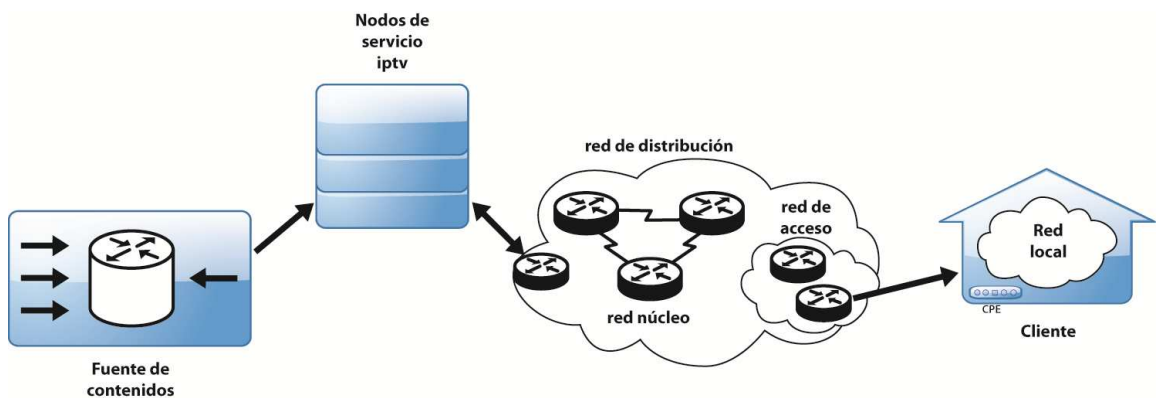
combinaciones de servicios ofrecidas por Quad-play permiten diferenciación entres paquetes de servicios dependientes del estilo de vida⁵.

1.4. INTRODUCCIÓN A LA INFRAESTRUCTURA Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

1.4.1. Infraestructura

La implementación de IPTV representa una solución menos costosa para los operadores y consumidores, ya que utiliza las redes IP e Internet y envía menos información que la televisión análoga o digital.

Figura 8. Arquitectura general de un sistema IPTV.



La arquitectura de un sistema IPTV, implementada en la distribución existente de compañías telefónicas, se conforma de manera general por los siguientes componentes funcionales, que se pueden observar en la figura 8:

1. Fuente de contenido: Es un dispositivo que recibe contenido de video de productores u otras fuentes. Para luego codificarlos y almacenarlos en una base de datos de adquisición para video bajo demanda (VoD).

5 TS TeleSemana.com., Seminarios Web. Dual Play', Triple play', Quad Play'... ¿y ahora qué viene?... 'TERA-PLAY!' [artículo en internet]. <http://www.telesemana.com/webinars/detalle.php?id=111> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

2. Nodo de servicio de IPTV: Se encarga de recibir los flujos de video en diferentes formatos, reformateándolos y encapsulándolos, para su transmisión con una apropiada calidad de servicio (QoS). Haciendo posible la distribución del video hacia los clientes.

- Para llevar a cabo la gestión del servicio, se comunican con el Equipo local del cliente (CPE).
- Para el abonado, la gestión de derechos digitales y de sesión, se comunican con el servicio de IPTV.

3. Red de distribución: Es una red con capacidad de distribución, calidad de servicio, y de implementar tecnologías como multicast, necesarias para la distribución de tramas de datos de IPTV de forma fiable y puntual desde los nodos de servicio hasta el bucle de abonado.

La red de distribución está formada por 2 redes, la red núcleo y la red de acceso, que se describen a continuación:

- La red núcleo es la parte troncal que hay en el dominio del proveedor de servicio, y está compuesta por conexiones de gran ancho de banda entre los diferentes lugares. Suele estar compuesta de enlaces ópticos y varios Multiplexores de Acceso de Línea de Suscripción Digital (DSLAMs).
- La red de acceso es la conexión final en el límite de la casa del abonado.

4. Líneas de acceso del cliente: Con ayuda de tecnologías DSL (Digital Subscriber Line) de alta velocidad, como ADSL2+ y VDSL, el cliente puede recibir IPTV con la implementación existente y a través de líneas telefónicas. También lo puede hacer con la combinación de fiber-to-the curb (FTTC) y las tecnologías DSL, o implementando fibra hasta la casa (FTTH).

Los buenos resultados siempre dependerán es de la riqueza de las ofertas de servicio de IPTV.

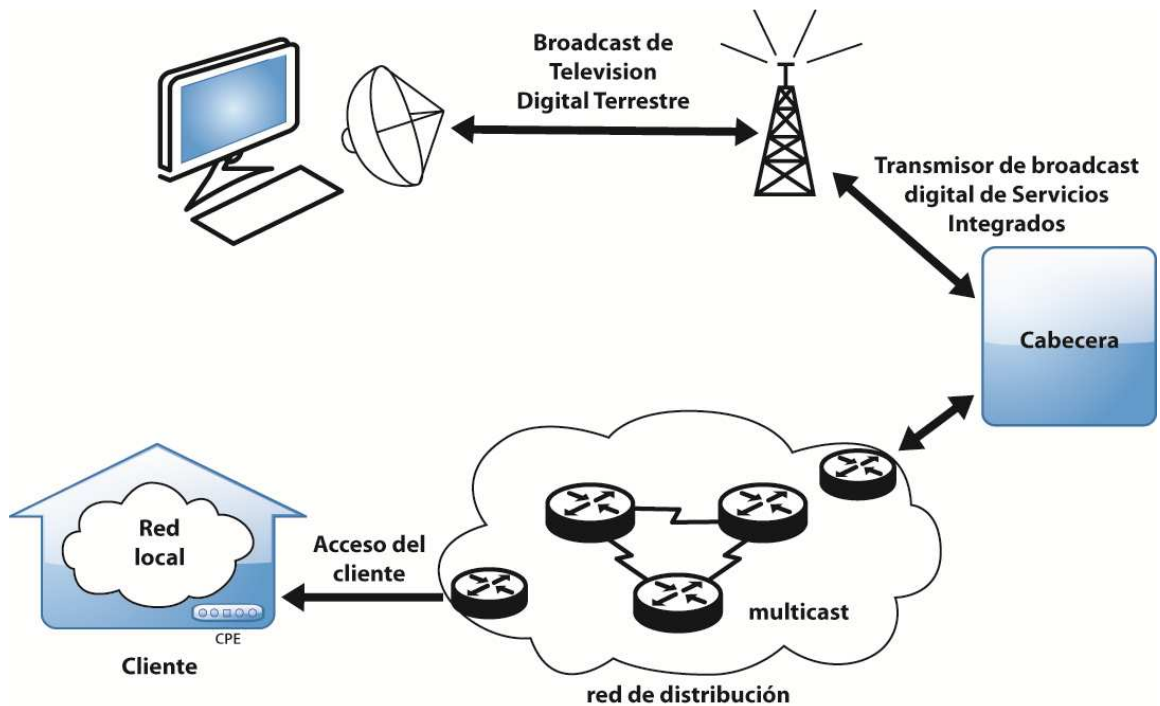
5. Equipo local del cliente (CPE): Es el localizado entre la casa y el bucle de abonado. Provee la terminación de red de banda ancha, y podría incluir otras funciones integradas, como la gateway, el set-top box, o la red casera.

6. Cliente IPTV: Es una unidad funcional que está localizada en el cliente donde finaliza el tráfico IPTV.

Es un dispositivo que permite el procesamiento funcional, esto incluye crear la conexión y calidad de servicio con el nodo de servicio, decodificar las tramas de video, funcionalidad de cambio de canal, control del display de usuario y conexiones a otras aplicaciones de usuario, como la monitorización de la televisión de definición estándar (SDTV) y de la televisión de alta definición (HDTV).

Si en adición a lo mencionado anteriormente se desea retransmitir la señal digital recibida vía señales de radio sobre la red IP, es necesario agregar los 2 bloques mostrados en la figura 9. En donde la cabecera se encarga de recibir las señales de las ondas de radio y extraer los paquetes MPEG-2 TS y encapsularlos en paquetes RTP, para luego transmitirlos a través de la red IP utilizando multicast.

Figura 9. Arquitectura IPTV con TDT.

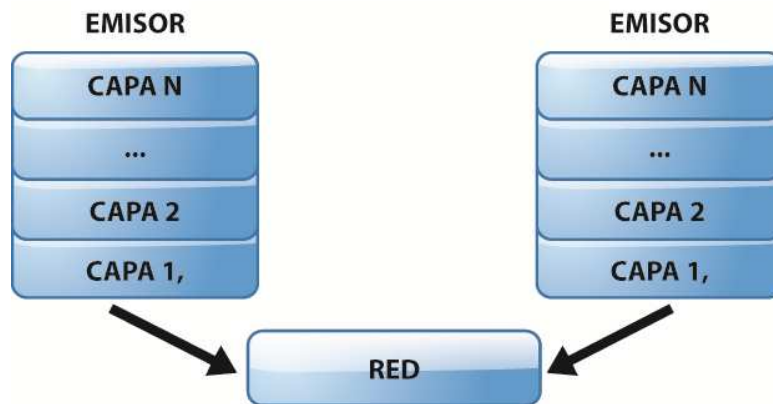


1.4.2. Modelo de capas

Partiendo de lo descrito al comienzo del capítulo, si se piensa a los módulos del software de protocolos como una pila vertical constituida por capas, cada una de estas tiene la responsabilidad de manejar una parte del problema.

Conceptualmente, enviar un mensaje desde un programa de aplicación en una maquina hacia un programa de aplicaciones en otra, significa transferir el mensaje hacia abajo, por las capas sucesivas del software de protocolo en la maquina emisora, transferir un mensaje a través de la red y luego, transferir el mensaje hacia arriba, a través de las capas sucesivas del software de protocolo en la maquina receptora.

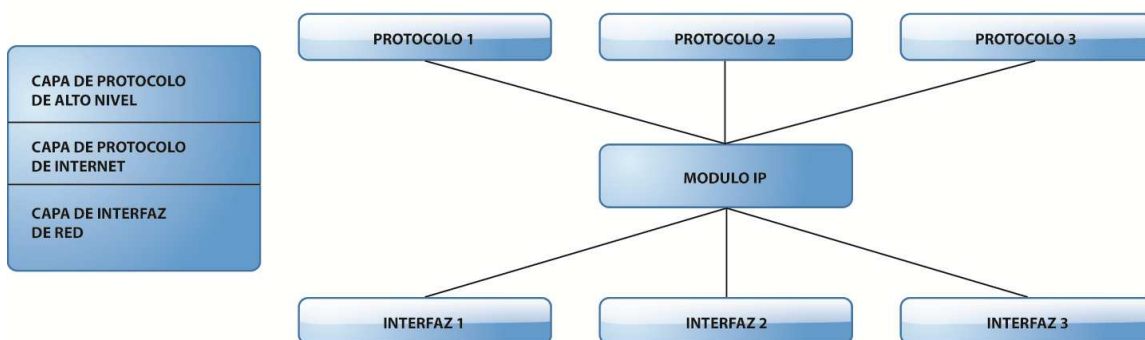
Figura 10. Modelo 1.



En la práctica, el software es mucho más complejo de lo que se muestra en el modelo de la figura 10. Cada capa toma decisiones acerca de lo correcto del mensaje y selecciona una acción apropiada con base en el tipo de mensaje o la dirección de destino. Por ejemplo, una capa en la máquina de recepción debe decidir cuándo tomar un mensaje o enviarlo a otra máquina. Otra capa debe decidir qué programa de aplicación deberá recibir el mensaje.

Para entender la diferencia entre la organización conceptual del software de protocolo, y los detalles de implantación, se considerará la comparación de la figura 11, donde la 11.a. esquematiza una capa de Internet entre una capa de protocolo de alto nivel y una capa de interfaz de red, y la 11.b. muestra como el software IP puede comunicarse con varios módulos de protocolo de alto nivel y con varias interfaces de red.

Figura 11. Modelo 2.

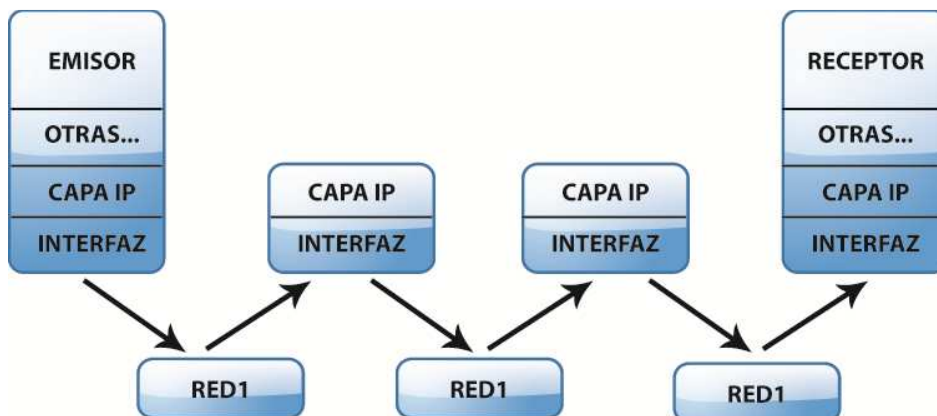


a.

b.

Aun cuando un diagrama conceptual de la estratificación por capas no posee todos los detalles, sirve como ayuda para explicar los conceptos generales. Por ejemplo en la figura 12 se muestran las capas del software de protocolo utilizadas por un mensaje que atraviesa tres redes. El diagrama muestra solo la interfaz de red y las capas de protocolo Internet en los routers debido a que sólo estas capas son necesarias para recibir, enrutar y enviar los diagramas. Sé en tiende que cualquier maquina conectada hacia dos redes debe tener dos módulos de interfaz de red, aunque el diagrama de estratificación por capas muestra sólo una capa de interfaz de red en cada máquina.

Figura 12. Mensaje por capas a través de tres redes.



Como se muestra en la figura 12, el emisor en la maquina original emite un mensaje que la capa del IP coloca en un datagrama y envía a través de la red 1. En las maquinas intermedias el datagrama pasa hacia la capa IP, la cual rutea el datagrama de regreso, nuevamente (hacia una red diferente). Sólo cuando se alcanza la maquina en el destino IP extrae el mensaje y lo pasa hacia arriba, hacia la capa superior del software de protocolos⁶.

Una vez que se toma la decisión de subdividir los problemas de comunicación en cuatro subproblemas y organizar el software de protocolo en módulos, de manera que cada uno maneja un problema, se procede a describir el tipo de funciones que posee cada capa, como sigue:

1. Primera capa: Se le suele denominar acceso a red o host a red. Es la capa que se ocupa de todos los aspectos que requiere un paquete IP para realizar realmente un enlace físico con el medio. Esta capa incluye los detalles de tecnología LAN y WAN y todos los detalles de la capa física y la de enlace de datos del modelo OSI. Por una parte se encarga de transmitir los datos y dar la especificación de medios de transmisión mecánicos, eléctricos y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Por otra parte, se encarga de proporcionar el tránsito de datos confiable a través de un enlace físico, pudiendo detectar y/o corregir errores de transmisión. También se ocupa del direccionamiento físico, la topología de red, el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo.
2. Segunda capa: También llamada capa de red. Proporciona conectividad y selección de ruta entre dos equipos que pueden estar ubicados en redes

⁶ Chávez Urrea Julio César. Protocolos de Red: Protocolo TCP/IP [Monografía en internet]. <http://www.monografias.com/trabajos/protocolotcpip/protocolotcpip.shtml?monosearch> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

geográficamente distintas. En esta capa se produce la determinación de la mejor ruta y la conmutación de paquetes.

3. Tercera capa: También llamada capa de transporte. Se refiere a los aspectos de calidad del servicio con respecto a la confiabilidad, el control de flujo y la corrección de errores. Segmenta los datos originados en el equipo emisor, los encapsula en PDUs de nivel de transporte (también llamados paquetes de transporte), y les suministra un servicio de transporte de datos. Verifica que los datos se transmiten correctamente. Realiza la conexión de extremo a extremo, invocando para ello el servicio del nivel de red.

Existen 2 tipos de protocolos en la capa de transporte, TCP y UDP, que serán explicados en el capítulo 2.

4. La cuarta capa: También llamada capa de aplicación. Maneja protocolos de alto nivel, aspectos de representación, codificación y control de dialogo. En esta capa se define el interfaz del sistema telemático con los usuarios⁷.

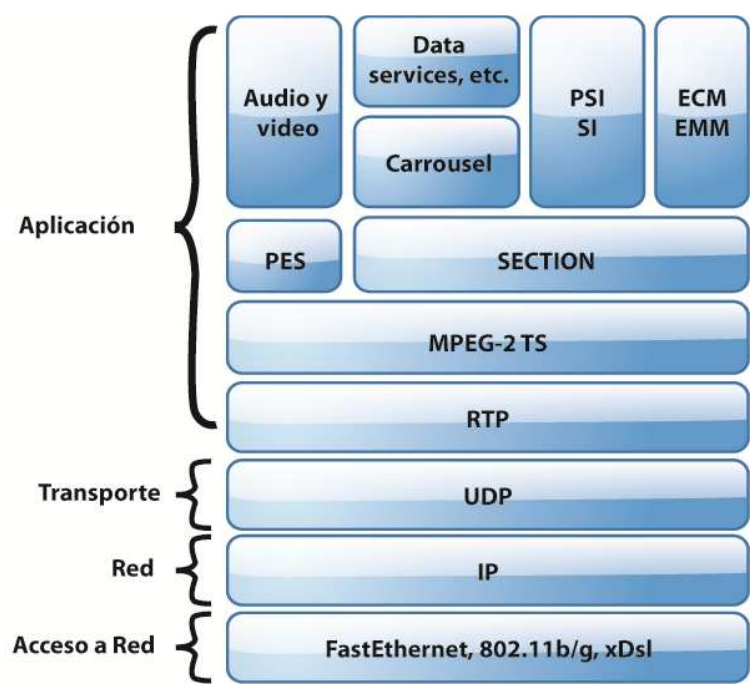
En la figura 13 se muestra la pila de protocolos de IPTV, donde el grupo de capas debajo de la capa RTP son las responsables de la transmisión de la información, y las que están por encima de la capa MPEG-2 TS son las responsables de los servicios, las primeras fueron o serán descritas, las segundas se definen de manera general así:

- La multiplexación de los campos MPEG-2 TS, Section, PES y Carrousel viene definido en la recomendación ITU-R BT.1300 y en la ITU-T Rec. J.183.
- ECM/EMM vienen definidos en el estándar ARIB STD-B25 sobre el sistema de acceso condicional sobre broadcast digital.

⁷ Lloret J., Op.cit., p 16.

- PSI/SI viene incluido en la ITU Rec. J.94 y en el estándar ARIB STD-B10 sobre información de servicio para sistemas de broadcast digital.
- El campo Data Services viene definido en la ITU-T Rec. J.200/201/202 y en el estándar ARIB STD-B24.
- El audio y video viene definido en la ISO/IEC 13818.

Figura 13. Pilas de protocolos de IPTV.



CÁPITULO 2. FORMATOS DE VÍDEO Y PROTOCOLOS

2.1. COMPRESIÓN DE VIDEO

En IPTV se realizan transmisiones de video. Una imagen de video no comprimida ocupa 1 MB aproximadamente, y para obtener un video fluido se necesita una frecuencia de al menos 25 ó 30 imágenes por segundo, lo que genera un flujo de datos de 30 Mbps aproximadamente, es decir, más de 1,5 GB por minuto. Es obvio que este tipo de flujo es muy poco compatible con el espacio de almacenamiento de los computadores, e incluso con las conexiones de red domésticas o de compañías pequeñas o medianas.

Por lo tanto, para superar esta dificultad, se puede recurrir a algoritmos que permitan reducir de forma significativa el flujo de datos por medio de la compresión y descompresión de datos de video. A estos algoritmos se los denomina CóDec (por COmpresión/DEsCompresión)⁸.

2.1.1. Características

La compresión de imágenes se aplica sobre una imagen individual haciendo uso de las similitudes entre píxeles contiguos en la imagen y de las limitaciones del sistema de visión humana. Como ejemplo de técnica de compresión de imágenes, se puede citar JPEG. La compresión de video, sin embargo, se aplica sobre series consecutivas de imágenes en una secuencia de video, haciendo uso de las similitudes entre imágenes consecutivas. Como ejemplo de técnica de compresión de video, se pueden citar los sistemas MPEG.

8 Kioskea.Net. Artículo. La compresión de video (códecs) [artículo en internet]. <http://es.kioskea.net/contents/video/compvid.php3> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

Existen diferentes redundancias presentes en los parámetros de una señal de video:

La *redundancia espacial* se produce ya que en un cuadro o frame individual, los pixeles cercanos (contiguos) son muy parecidos (por ejemplo, en una imagen que muestre un océano verdoso bajo un cielo azul, los valores de los pixeles del océano serán muy parecidos entre ellos, así como los del cielo). Además, los pixeles en los cuadros consecutivos también están relacionados, por lo que existe una *redundancia temporal* (si la señal de video fuera un barco surcando el océano, entre una imagen y la siguiente habría un gran parecido ya que gran parte de la imagen del agua y del cielo no cambiaría en las imágenes). Por otro lado el sistema visual del ser humano no trata toda la información visual con igual sensibilidad, lo que determina una *redundancia psicovisual* (el ojo es más sensible a cambios en la luminancia que en la crominancia y es menos sensible a las altas frecuencias).

Por último, no todos los parámetros ocurren con la misma probabilidad en una imagen. Razón por la cual no todos necesitan el mismo número de bits para codificarlos, aprovechando lo que se denomina *redundancia en la codificación*. En las aplicaciones que nos ocupan interesara una codificación del video que sea escalable, es decir, que se proporcione un único flujo comprimido de video y que los usuarios tomen solo lo que necesiten para conseguir el video de mejor calidad, de acuerdo con sus limitaciones técnicas de recepción, sobre todo en cuanto a su acceso a la red de comunicaciones. Esto es preferible a tener que enviar un flujo de video con una calidad determinada a cada uno de los usuarios. Esto se puede conseguir de diferentes modos: puede ser espacialmente escalable y acomodarse a todo el rango de resoluciones de las pantallas de los usuarios; puede ser escalable con respecto al tiempo de transmisión y ofrecer diferentes velocidades de tramas (*frames*, cuadros o fotogramas) por segundo; puede ser escalable en lo que se refiere a su calidad o SNR (la relación señal a ruido) y ofrecer video de diferentes niveles de calidad para acomodarse a las diferencias en la tasa binaria

(bits por segundo) de los canales de transmisión. La capacidad de los canales de transmisión determina, en gran medida, la calidad posible de cada cuadro de video⁹.

2.1.2. Estándares de compresión utilizados

2.1.2.1. H.120

H.120 fue el primer estándar de codificación digital de vídeo, desarrollado por COST 211 y publicado por CCITT en 1984, con una revisión en 1988. El resultado no era de calidad adecuada, muy poco era puesto en práctica y no existían códecs para el formato, pero él proporcionó el conocimiento importante que conduciría directamente a sus sucesores prácticos, por ejemplo H.261.

Los problemas y el conocimiento ganaron

El vídeo H.120 no era de buena calidad para el uso práctico - tenía la resolución espacial muy buena (como el PCM diferencial que funciona sobre una base de pixel por pixel), pero era de calidad temporal muy pobre. Llegó a estar claro para los investigadores que para mejorar la calidad video sin exceder el bitrate en blanco sería necesario codificar con un promedio de pocos segundos para cada pixel. Esto requeriría que los grupos de pixeles se cifraran juntos, conduciendo a la introducción de códecs que le siguieron al H.120, por ejemplo H.261, el estándar de codificación del primer vídeo práctico.

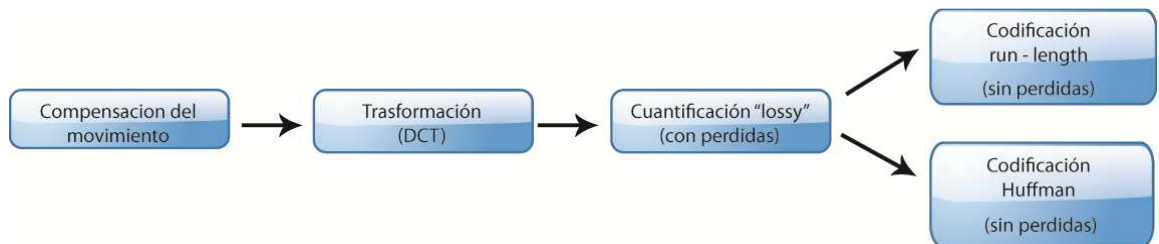
2.1.2.2. H.261

El estándar H.261 fue desarrollado (antes que MPEG) para satisfacer la compresión de video para transmisiones de bajo ancho de banda y su aplicación más extendida es la de videoconferencia. Conocido también como px64, es

⁹ EE Times Group, a UBM Company. Introduction to video compression [Sitio en internet]. <http://www.eetimes.com/design/signal-processing-dsp/4013042/Introduction-to-video-compression> [Consulta: 01 de noviembre 2010]

considerado como un compresor del tipo lossy (con pérdida) que soporta velocidades de transmisión con múltiplos de 64 Kbps, de ahí su gran difusión en videoconferencia sobre RDSI. Consta básicamente de cinco etapas, mostradas en la figura 14.

Figura 14. Etapas del estándar H.261.



2.1.2.3. H.263

H.263 es un estándar de la UIT, diseñado para comunicaciones de baja tasa de bits, tales como la videoconferencia y aplicaciones de telefonía de vídeo. Al mismo tiempo se puede utilizar para una amplia gama de velocidades de bits y no sólo bitrates bajos. H.263 es un híbrido de compresión de tramas que hace uso de la redundancia temporal e intraframe transformación de codificación a utilizar redundancia espacial como una ventaja de compresión. En consecuencia, una relación de compresión superior puede ser alcanzada en comparación con los códecs de vídeo.

El H.263 original especificó los siguientes anexos:

- Anexo A - Transforma la especificación de la exactitud.
- Anexo B - Decodificador hipotético de la referencia.
- Anexo C - Consideraciones de múltiples puntos.
- Anexo D - Modo sin restricción del vector del movimiento.
- Anexo E - Modo aritmético basado en la sintaxis de la codificación.
- Anexo F - Modo avanzado de la predicción.
- Anexo G - Modo de los Pb-marcos.
- Anexo H - Corrección de error delantera para la señal video cifrada.

H.263v2 (H.263+)

H.263v2 (también conocido como H.263+ o como la versión 1998 de H.263) es el nombre informal de la segunda edición del estándar video internacional de la codificación de ITU-T H.263. Conservó el contenido técnico, agregando varios anexos que mejoraron substancialmente la eficacia de codificación y proporcionaron otras capacidades (tales como robustez realizada contra pérdida de los datos en el canal de transmisión).

- Anexo I - INTRA modo avanzado de la codificación.
- Anexo J - Modo del filtro de la apertura.
- Anexo K - Modo estructurado de rebanada.
- Anexo L - Especificación suplemental de la información del realce.
- Anexo N - Modo de la selección del cuadro de la referencia.
- Anexo O - Temporal, SNR, y modo espacial de Scalability.
- Anexo P - Cuadro de la referencia resampling.
- Anexo Q - Modo actualizado para reducir resolución.
- Anexo R - Modo para descifre del segmento independiente.
- Anexo S - INTER modo alternativo de VLC.
- Anexo T - Modo modificado del Quantization.
- Anexo X - Perfiles y definición de los niveles.

H.263v3 (H.263++)

La definición de H.263v3 (también conocido como H.263++ o como la versión 2000 de H.263) consistió en la adición de tres anexos adicionales:

- Anexo U - Modo realzado de la selección del cuadro de la referencia.
- Anexo V - modo Dato-repartido de la rebanada.
- Anexo W - Especificación suplemental adicional de la información del realce.

2.1.2.4. M-JPEG, JPEG del movimiento

En multimedia, JPEG del movimiento (M-JPEG) es el nombre informal para los formatos multimedia donde cada marco de video es entrelazado en un campo de vídeo digital donde la secuencia está por separado y comprimida como una JPEG imagen. Es de uso frecuente en aplicaciones móviles por ejemplo cámaras fotográficas digitales¹⁰.

Con el formato M-JPEG, las tres imágenes de la secuencia se codifican y se envían como imágenes únicas y separadas, sin que dependan unas de otras, como se observa en la figura 15.

Figura 15. Fotogramas en M-JPEG.



(Fuente: http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/compression.htm)

Usos:

- M-JPEG se utiliza con frecuencia en vídeo no lineal que corrige sistemas. La reproducción de este formato a la velocidad completa requiere capacidad rápida para descifrar el JPEG.
- M-JPEG es también de uso general cerca IP, basado cámaras de vídeo vía HTTP corrientes usando el multipart/x-mixed-replace tipo contenido o vía RTP.
- PlayStation la consola del juego ha integrado el hardware de la descompresión de M-JPEG para jugar en juegos de secuencias FMV.

¹⁰ Axis communications. Compresión de video [artículo en internet]. http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/compression.htm [Consulta: 01 de noviembre 2010].

2.1.2.5. MPEG o MPEG-1

MPEG es la sigla de Motion Picture Experts Group, que en español es, Unión de Expertos en Imágenes en Movimiento, y recopila a un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo.

El estándar MPEG-1 nació en 1992 para permitir el almacenamiento de vídeo y sonido estéreo en CD-ROM a velocidad máxima de 1,5 Mbps (1,14 Mbps para el vídeo y 350 Kbps para el audio asociado). Está basado en el algoritmo de compresión de imagen fija JPEG pero se aprovecha de la alta redundancia temporal entre cuadros consecutivos para mejorar la tasa de compresión.

Actualmente se emplea, por ejemplo, para comprimir la información de vídeo en los VCD con resolución SIF (360x288 @ 25 fps en PAL y 360x240 @ 30 fps en NTSC), consiguiendo de ese modo una calidad de imagen similar a la del VHS doméstico.

2.1.2.6. MPEG-2

Sucesor del MPEG-1, es un grupo de estándares de codificación y compresión en audio y vídeo nacido en 1994, pensado especialmente para la radiodifusión dado que soporta imágenes entrelazadas y mayores resoluciones para la HDTV. Está poco optimizado para tasas menores a 1 Mbps pero tiene un gran rendimiento en 3 Mbps y superiores.

El MPEG-2 define dos tipos de flujos de datos:

- Flujo de programa. Es similar a MPEG-1, emplea palabras de longitud fija, y se emplea en discos SVCD y, más importante, en los DVD comerciales.
- Flujo de transporte. Diseñados para transportar audio y vídeo digital a través de medios inestables e impredecibles, concretamente en radiodifusión digital o DVB.

2.1.2.7. MPEG-4

Es un estándar usado principalmente para comprimir datos digitales de audio e imagen. Fue introducido en 1998 por el grupo MPEG de la ISO/IEC bajo el estándar formal de ISO/IEC 14496.

Los usos para este estándar es la distribución de contenidos por la web, soporte físico (CD, DVD y discos de alta definición), videoconferencia y televisión.

El MPEG-4 recoge la mayoría de características del MPEG o MPEG-1, MPEG-2 y otros estándares relacionados, añadiendo nuevas características como el soporte de VRML para el renderizado 3D, archivos compuestos orientados a objetos (incluyendo audio, vídeo y objetos VRML), soporte para DRM y diversos tipos de interactividad. El AAC fue estandarizado como adjunto al MPEG-2 como "parte 7" antes de que el MPEG-4 fuera hecho público.

El MPEG-4 está aún en desarrollo y está dividido en una serie de partes. Desafortunadamente algunos productos que aseguran compatibilidad con MPEG-4 no especifican claramente a qué parte es compatible, ya que normalmente sólo lo son con algunas de ellas. Las más importantes son:

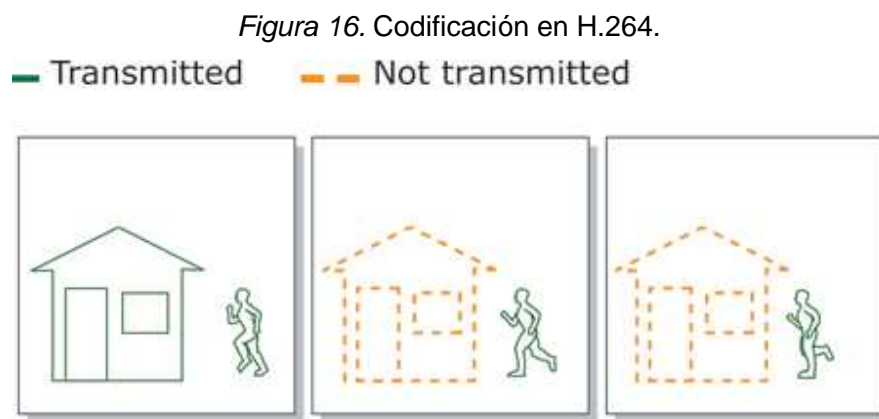
- MPEG-4 Parte 2 (también conocida por MPEG- SP/ASP) usada por códecs como DivX, Xvid, Nero Digital, 3ivx y Quicktime 6.
- MPEG-4 Parte 10 (también conocida por MPEG-4 AVC/H.264) usada por el códec x264, Nero Digital AVC, Quicktime 7 y los soportes físicos de alta definición como el HD-DVD y el Blu-ray.

2.1.2.8. MPEG-4 Parte 10 (H.264/AVC)

El H.264 (también llamando MPEG-4 parte 10), es un códec de vídeo digital utilizado para alcanzar una alta compresión de datos. Fue realizado por la ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) junto con la ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) como el producto de un esfuerzo de sociedad colectiva conocida como el Joint Video Team (JVT). También es conocido como MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding, Codificación Video Avanzada), ofrece una compresión perceptiblemente mayor que sus precursores.

Puede proporcionar vídeo de calidad DVD con una tasa binaria 40% inferior a la de MPEG-2. Se considera prometedor para vídeo a imagen completa terrestre, satélite y conexiones de banda ancha en Internet. Es también uno de los códecs de video que se han elegido para el Blu-ray y el HD-DVD.

H.264 hace uso las redundancias espaciales, temporales, y psicovisuales para mejorar la eficiencia de la codificación de video, en donde sólo la primera imagen se codifica en su totalidad, como se observa en la figura 16. En las dos imágenes siguientes existen referencias a la primera imagen en lo que se refiere a elementos estáticos, como la casa. Sólo se codifican las partes en movimiento (el hombre que corre) mediante vectores de movimiento, reduciendo así la cantidad de información que se envía y almacena¹¹.

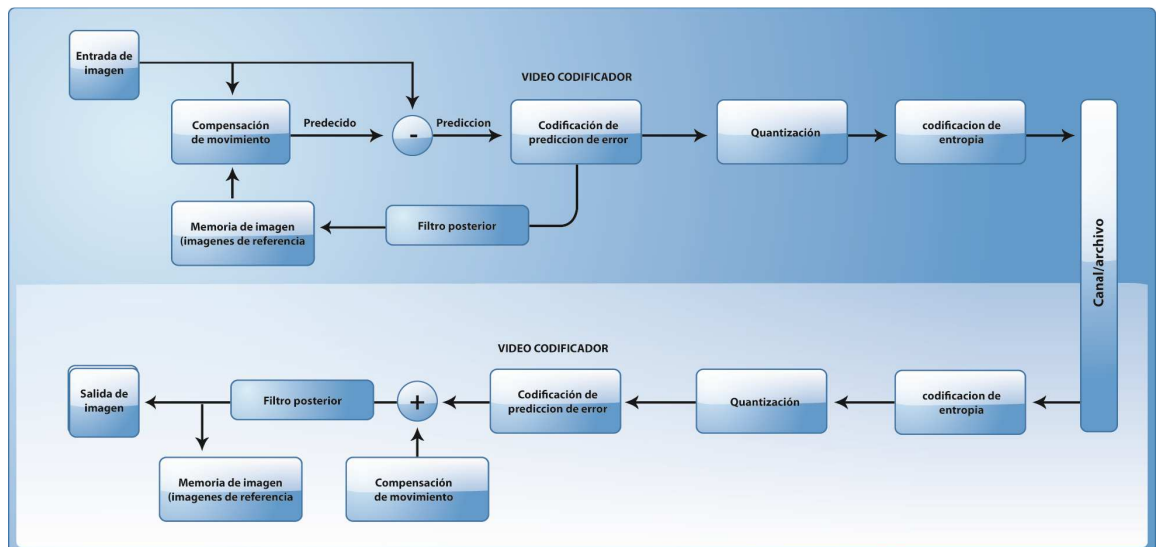


(Fuente: <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4.htm>)

H.264 codifica como se muestra en la figura 17.

11 Duiops.Net. MPEG-4 [artículo en internet].<http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4.htm>[Consulta: 01 de noviembre 2010]

Figura 17. Diagrama que muestra la codificación en H.264.



En la figura 18, se puede observar el proceso de compensación de movimiento en la codificación inter-frame. Cuanto mejor sea la predicción, menos información contendrá el residuo.

El H.264 es un estándar nacido a partir de otros anteriores, pero con importantes diferencias y mejoras respecto a ellos, posee:

- Codificación de entropía mejorada.
- Compensación/predicción de movimiento mejorada.
- Pequeños bloques para la codificación por transformada.
- Filtro “deblocking” mejorado.
- Ahorros sustanciales de bitrate (hasta un 50%) respecto a otros estándares, manteniendo la misma calidad de imagen.
- Mejora de calidad de imagen manteniendo la misma relación S/N.
- La complejidad del codificador triplica la de los anteriores.
- La complejidad del decodificador duplica la de los anteriores.

Figura 18. Ejemplo real de codificación en H.264.



a. Frame de entrada



b. Frame reconstruido de la predicción



c. Diferencia entre el frame de entrada y el reconstruido. (residuo)



Vectores de movimiento de bloques 16x16

(Fuente: <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4.htm>)

2.1.2.9. Otros sistemas de compresión de video

- **AMV**, es una versión modificada de AVI, el formato de video es una variante de JPEG del movimiento, producido para reproductores MP4, así como reproductores de S1 MP3 con aparatos de lectura video.
- **AVS**, que significa en español 'Estándar de Video y Audio', es una compresión códec para audio digital y vídeo, y está compitiendo con H.264/AAC. Las compañías chinas poseen el 90% de patentes de AVS. Los archivos de audio y video tienen una extensión de .avs como formato del envase.
- **Bink**, es un formato de archivo de video, capaz de usar 16 diversas técnicas de codificación permitiendo que comprima cualquier tipo de vídeo, utilizado sobre todo en juegos de computadora. Se ha utilizado en 4.000 juegos para sistema operativo Mac, Windows, Xbox 360, Xbox, GameCube, Wii, Playstation 3, PlayStation 2, Nintendo DS, y Sony PSP, El formato incluye su propios vídeo y audio códecs, y resoluciones de soporte de 320x240.
- **Dirac**, es un prototipo para la codificación y descifrado de vídeo. Fue presentado por BBC en enero de 2004 como la base de un nuevo códec para transmisión de vídeo sobre Internet. El códec fue concluido el 21 de enero de 2008¹².

¹² Worldlingotm. Artículo. Compresión video [artículo en internet]. http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Video_compression. [Consulta: 01 de noviembre 2010].

2.1.3. Comparación de estándares de compresión más utilizados

En la tabla 3 se puede observar una comparación entre los estándares de compresión más utilizados, mostrando los factores de compresión de cada uno.

Tabla 3. Comparación entre estándares de compresión más utilizados.

ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN	DESCRIPCIÓN	FACTORES DE COMPRESIÓN
H.261	Satisfacer la compresión de video para transmisiones de bajo ancho de banda. Su aplicación más extendida es la de videoconferencia	10:1
MPEG-1	Se aprovecha de la alta redundancia temporal entre cuadros consecutivos para mejorar la tasa de compresión. Calidad similar a VHS. Compatible con todos los computadores y DVD.	21:1
MPEG-2	Pensado especialmente para la radiodifusión, dado que soporta imágenes entrelazadas y mayores resoluciones para la HDTV. Utilizado en los DVD.	30:1
MPEG-4 PARTE 10	También llamado H.264. Hace uso de redundancias espaciales, temporales, y psicovisuales. Es el más utilizado actualmente.	60:1

2.2. PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN Y STREAMING DE VIDEO

Después de hablar de compresión, se centrará la atención en la problemática de la transmisión de la información multimedia desde un servidor hacia uno o varios clientes a través de IP.

La alternativa más trivial a la hora de transmitir la información multimedia es tratarla como el resto de información, usando así aplicaciones y servicios estándar

de Internet como por ejemplo ftp y http¹³. Este tipo de servicios, permiten visualizar el medio una vez se haya descargado completamente.

Una segunda alternativa, basada en los anteriores servicios, es realizar una descarga progresiva de la información, de manera que cuando se empiece a disponer de información, se pueda empezar a reproducir. En esta segunda alternativa la información se descarga usando el máximo ancho de banda que disponen cliente y servidor, y no hay ningún control para evitar cortes en la reproducción: el medio se va almacenando en disco conforme se descarga, pero si el ancho de banda es más reducido que el necesario para la reproducción, la información se reproduce “a saltos”, ya que se va reproduciendo conforme llega.

La tercera alternativa es el uso de auténtico streaming, en el que se utilizan protocolos para la transmisión de información multimedia en tiempo real, con un control de sesión dinámico. Con esta alternativa no se usa el máximo ancho de banda disponible por el cliente para descargar y visualizar el medio, sino que tan sólo se usa el ancho de banda necesario para ir reproduciendo el medio en tiempo real. Además no se produce una descarga completa del medio, sino que conforme se descarga se va descartando una vez ha sido utilizado para la reproducción. Eso sí, para disminuir los posibles efectos perniciosos causados por la variación del retardo (*jitter*), se aplica una etapa inicial de buffering en la que se almacena una parte inicial del medio para disponer de información a reproducir en el caso en el que el retardo aumente, evitando así cortes en la reproducción.

A continuación se realiza la descripción y análisis de estos protocolos de transmisión y streaming de video.

13 Grupo De Redes De Computadores. Transmisión en internet: Streaming de audio y video [artículo en internet].www.grc.upv.es/docencia/tdm/practicas/P3.pdf[Consulta: 01 de noviembre 2010].

2.2.1. TCP/UDP

2.2.1.1. TCP (Protocolo de control de transmisión)

Con el uso del protocolo TCP, las aplicaciones pueden comunicarse en forma segura (gracias al sistema de acuse de recibo del protocolo TCP) independientemente de las capas inferiores. Esto significa que los routers (que funcionan en la capa de Internet) sólo tienen que enviar los datos en forma de datagramas, sin preocuparse con el monitoreo de datos porque esta función la cumple la capa de transporte (o más específicamente el protocolo TCP).

Durante una comunicación usando el protocolo TCP, las dos máquinas deben establecer una conexión. La máquina emisora (la que solicita la conexión) se llama cliente, y la máquina receptora se llama servidor. Por eso es que decimos que estamos en un entorno Cliente-Servidor.

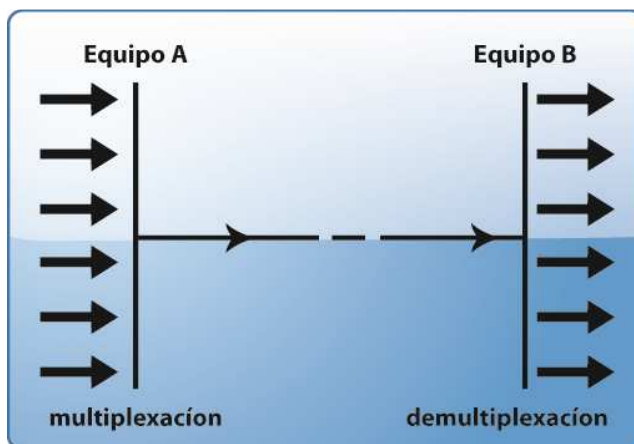
Las máquinas de dicho entorno se comunican en modo en línea, es decir, que la comunicación se realiza en ambas direcciones.

Para posibilitar la comunicación y que funcionen bien todos los controles que la acompañan, los datos se agrupan; es decir, que se agrega un encabezado a los paquetes de datos que permitirán sincronizar las transmisiones y garantizar su recepción.

Otra función del TCP es la capacidad de controlar la velocidad de los datos usando su capacidad para emitir mensajes de tamaño variable. Estos mensajes se llaman segmentos.

TCP posibilita la realización de una tarea importante: multiplexar/demultiplexar; es decir transmitir datos desde diversas aplicaciones en la misma línea o, en otras palabras, ordenar la información que llega en paralelo, como se observa en la figura 19.

Figura 19. Multiplexación y demultiplexación en TCP.



Estas operaciones se realizan empleando el concepto de puertos (o conexiones), es decir, un número vinculado a un tipo de aplicación que, cuando se combina con una dirección de IP, permite determinar en forma exclusiva una aplicación que se ejecuta en una máquina determinada.

Un segmento TCP está conformado, como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Segmento TCP.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Puerto de origen																Puerto de destino															
Numero de secuencia																															
Numero de acuse de recibo																															
Margen de datos				Reservado				Ventana																							
Suma de control																Puntero urgente															
Opciones																				Relleno											
Datos																															

- Puerto de origen (16 bits): Puerto relacionado con la aplicación en curso en la máquina origen
- Puerto de destino (16 bits): Puerto relacionado con la aplicación en curso en la máquina destino
- Número de secuencia (32 bits): Cuando el indicador SYN está fijado en 0, el número de secuencia es el de la primera palabra del segmento actual.
- Cuando SYN está fijado en 1, el número de secuencia es igual al número de secuencia inicial utilizado para sincronizar los números de secuencia (ISN).
- Número de acuse de recibo (32 bits): El número de acuse de recibo, también llamado número de descargo se relaciona con el número (secuencia) del último segmento esperado y no el número del último segmento recibido.
- Margen de datos (4 bits): Esto permite ubicar el inicio de los datos en el paquete. Aquí, el margen es fundamental porque el campo opción es de tamaño variable.
- Reservado (6 bits): Un campo que actualmente no está en uso pero se proporciona para el uso futuro.
- Indicadores (6x1 bit): Los indicadores representan información adicional:
- URG: Si este indicador está fijado en 1, el paquete se debe procesar en forma urgente.
- ACK: Si este indicador está fijado en 1, el paquete es un acuse de recibo.
- PSH (PUSH): Si este indicador está fijado en 1, el paquete opera de acuerdo con el método PUSH.
- RST: Si este indicador está fijado en 1, se restablece la conexión.
- SYN: El indicador SYN de TCP indica un pedido para establecer una conexión.
- FIN: Si este indicador está fijado en 1, se interrumpe la conexión.

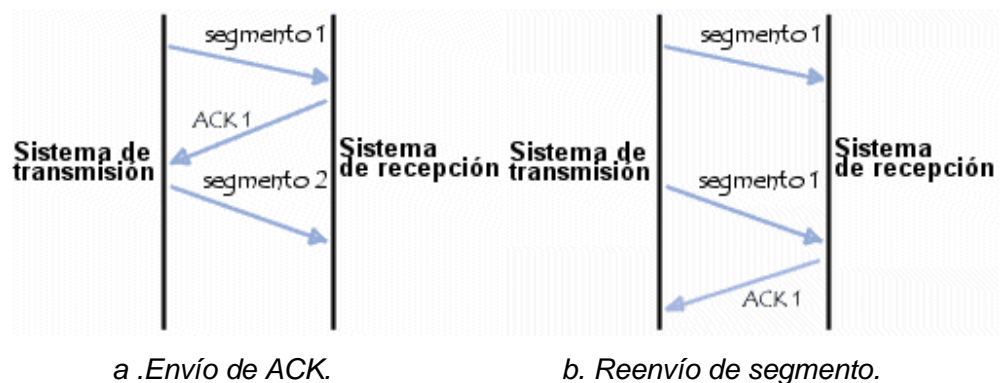
- Ventana (16 bits): Campo que permite saber la cantidad de bytes que el receptor desea recibir sin acuse de recibo.
- Suma de control (CRC): La suma de control se realiza tomando la suma del campo de datos del encabezado para poder verificar la integridad del encabezado.
- Puntero urgente (16 bits): Indica el número de secuencia después del cual la información se torna urgente.
- Opciones (tamaño variable): Diversas opciones
- Relleno: Espacio restante después de que las opciones se rellenan con ceros para tener una longitud que sea múltiplo de 32 bits.

Confiabilidad:

El protocolo TCP permite garantizar la transferencia de datos confiable, a pesar de que usa el protocolo IP, que no incluye ningún monitoreo de la entrega de datagramas, ya que posee un sistema de acuse de recibo, que permite al cliente y al servidor garantizar la recepción mutua de datos.

Cuando se emite un segmento, se lo vincula a un número de secuencia. Con la recepción de un segmento de datos, la máquina receptora devolverá un segmento de datos donde el indicador ACK esté fijado en 1 (para poder indicar que es un acuse de recibo) acompañado por un número de acuse de recibo que equivale al número de secuencia anterior, como se puede observar en la figura 21a.

Figura 21. Confiabilidad de transferencias en TCP.



(Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/internet/tcp.php3>)

Además, usando un temporizador que comienza con la recepción del segmento en el nivel de la máquina originadora, el segmento se reenvía cuando ha transcurrido el tiempo permitido, ya que en este caso la máquina originadora considera que el segmento está perdido, como se observa en la figura 21b.

Sin embargo, si el segmento no está perdido y llega a destino, la máquina receptora lo sabrá, gracias al número de secuencia, que es un duplicado, y sólo retendrá el último segmento que llegó a destino.

Establecimiento de una conexión:

Considerando que este proceso de comunicación, que se produce con la transmisión y el acuse de recibo de datos, se basa en un número de secuencia, las máquinas originadora y receptora (cliente y servidor) deben conocer el número de secuencia inicial de la otra máquina.

Para establecer conexión entre las dos aplicaciones, se necesita que en primera instancia los puertos TCP estén abiertos. Luego, la aplicación en el servidor espera una conexión, y la aplicación del cliente realiza un pedido de conexión al servidor.

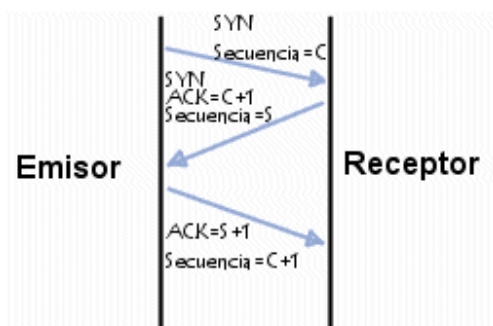
Las dos máquinas deben sincronizar sus secuencias usando un mecanismo comúnmente llamado negociación en tres pasos que también se encuentra durante el cierre de la sesión. Este diálogo posibilita el inicio de la comunicación, a través de las tres etapas que se observan en la figura 18, y se describen a continuación:

1. La máquina originadora (el cliente) transmite un segmento donde el indicador SYN está fijado en 1 (para indicar que es un segmento de sincronización), con número de secuencia N llamado número de secuencia inicial del cliente.
2. La máquina receptora (el servidor) recibe el segmento inicial que viene del cliente y luego le envía un acuse de recibo, que es un segmento en el que

el indicador ACK está fijado en 1 y el indicador SYN está fijado en 1 (porque es nuevamente una sincronización). Este segmento incluye el número de secuencia de esta máquina (el servidor), que es el número de secuencia inicial para el cliente. El campo más importante en este segmento es el de acuse de recibo que contiene el número de secuencia inicial del cliente incrementado en 1.

3. El cliente transmite un acuse de recibo, que es un segmento en el que el indicador ACK está fijado en 1 y el indicador SYN está fijado en 0 (ya no es un segmento de sincronización). Su número de secuencia está incrementado y el acuse de recibo representa el número de secuencia inicial del servidor incrementado en 1, como se observa en la figura 22.

Figura 22. Negociación en tres pasos en TCP.



(Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/internet/tcp.php3>)

Después de esta secuencia con tres intercambios, las dos máquinas están sincronizadas y la comunicación puede comenzar.

Método de la ventana corrediza:

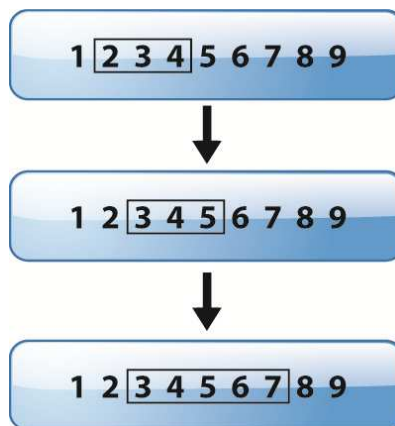
Para limitar la cantidad de acuses de recibido, con el fin de aliviar el tráfico en la red, se fija un número de secuencia después del cual se requiera un acuse de recibo, guardado en el campo 'ventana, V' del encabezado TCP.

Este método se denomina: el "método de la ventana corrediza", la cual se desplaza a medida que se reciben los acuses de recibo.

Entonces al tamaño de esta ventana no ser fijo, el servidor puede incluir el tamaño de la ventana que considere más apropiado en sus acuses de recibo, guardándolo en el campo ventana.

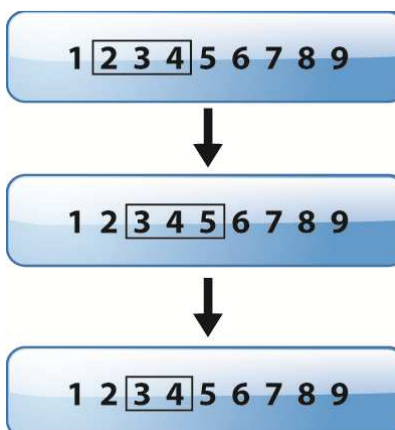
De este modo, cuando el acuse de recibo indica un pedido para aumentar la ventana, el cliente se desplazará al borde derecho de la ventana, como se observa en la figura 23.

Figura 23. Aumento de la ventana corrediza.



Por el contrario, en el caso de una reducción, el cliente no desplazará el borde derecho de la ventana hacia la izquierda, sino que esperará que avance el borde izquierdo, al llegar los acuses de recibo, como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Reducción de la ventana corrediza.



Finalización de una conexión:

El cliente puede pedir que se termine una conexión del mismo modo que el servidor, procediéndose de la siguiente manera:

- Una de las máquinas envía un segmento con el indicador FIN fijado en 1, y la aplicación se autocoloca en estado de espera, es decir que deja de recibir el segmento actual e ignora los siguientes.
- Después de recibir este segmento, la otra máquina envía un acuse de recibo con el indicador FIN fijado en 1 y sigue enviando los segmentos en curso. Después de esto, la máquina informa a la aplicación que se ha recibido un segmento FIN y luego envía un segmento FIN a la otra máquina, que cierra la conexión¹⁴.

2.2.1.2. UDP (Protocolo de datagrama de usuario)

UDP es un protocolo no orientado a conexión de la capa de transporte del modelo TCP/IP.

UDP permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que, el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción.

El encabezado del segmento UDP es el mostrado en la figura 25.

¹⁴ Kioskea.Net. Artículo. Las características del protocolo TCP [artículo en internet]. <http://es.kioskea.net/contents/internet/tcp.php3> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

Figura 25. Encabezado UDP.

PUERTO DE ORIGEN (16BITS)	PUERTO DE DESTINO (16BITS)
LONGITUD TOTAL (16BITS)	SUMA DE COMPROBACIÓN DEL ENCABEZADO (16BITS)
DATOS (LONGITUD VARIABLE)	

El significado de estos campos es el siguiente:

- Puerto de origen: es el número de puerto relacionado con la aplicación del remitente del segmento UDP. Este campo representa una dirección de respuesta para el destinatario. Por lo tanto, este campo es opcional. Esto significa que si el puerto de origen no está especificado, los 16 bits de este campo se pondrán en cero. En este caso, el destinatario no podrá responder (lo cual no es estrictamente necesario, en particular para mensajes unidireccionales).
- Puerto de destino: este campo contiene el puerto correspondiente a la aplicación del equipo receptor al que se envía.
- Longitud: este campo especifica la longitud total del segmento, con el encabezado incluido. Sin embargo, el encabezado tiene una longitud de 4 x 16 bits (que es 8 x 8 bits), por lo tanto la longitud del campo es necesariamente superior o igual a 8 bytes.
- Suma de comprobación: es una suma de comprobación realizada de manera tal que permita controlar la integridad del segmento¹⁵.

UDP es generalmente el protocolo usado en la transmisión de vídeo y voz a través de una red, ya que no hay tiempo para enviar de nuevo paquetes perdidos cuando se está escuchando a alguien o viendo un vídeo en tiempo real.

¹⁵ Kioskea.Net. Artículo; Características del protocolo UDP [artículo en internet]. <http://es.kioskea.net/contents/internet/udp.php3> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

2.2.1.3. Comparación entre los protocolos TCP y UDP

UDP es un protocolo no orientado a conexión. Es decir cuando una máquina A envía paquetes a una máquina B, el flujo es unidireccional. La transferencia de datos es realizada sin haber realizado previamente una conexión con la máquina de destino (máquina B), y el destinatario recibirá los datos sin enviar una confirmación al emisor (la máquina A). Esto es debido a que la encapsulación de datos enviada por el protocolo UDP no permite transmitir la información relacionada al emisor. Por ello el destinatario no conocerá al emisor de los datos excepto su IP.

Contrariamente a UDP, el protocolo TCP está orientado a conexión. Cuando una máquina A envía datos a una máquina B, la máquina B es informada de la llegada de datos, y confirma su buena recepción. Aquí interviene el control CRC de datos que se basa en una ecuación matemática que permite verificar la integridad de los datos transmitidos. De este modo, si los datos recibidos son corruptos, el protocolo TCP permite que los destinatarios soliciten al emisor que vuelvan a enviar los datos corruptos.

Tanto TCP como UDP circulan por la misma red, en muchos casos ocurre que el aumento del tráfico UDP daña el correcto funcionamiento de las aplicaciones TCP. Por defecto, TCP pasa a un segundo lugar para dejar a los datos en tiempo real usar la mayor parte del ancho de banda. El problema es que ambos son importantes para la mayor parte de las aplicaciones, por lo que encontrar el equilibrio entre ambos es crucial.

2.2.2. RTP/RTCP

2.2.2.1. RTP (Protocolo en tiempo real)

El objetivo de RTP es brindar un medio uniforme de transmisión sobre IP de datos que estén sujetos a las limitaciones de tiempo real (audio, video, etc.). La función

principal de RTP es implementar los números de secuencia de paquetes IP para rearmar la información de voz o de video, incluso cuando la red subyacente cambie el orden de los paquetes.

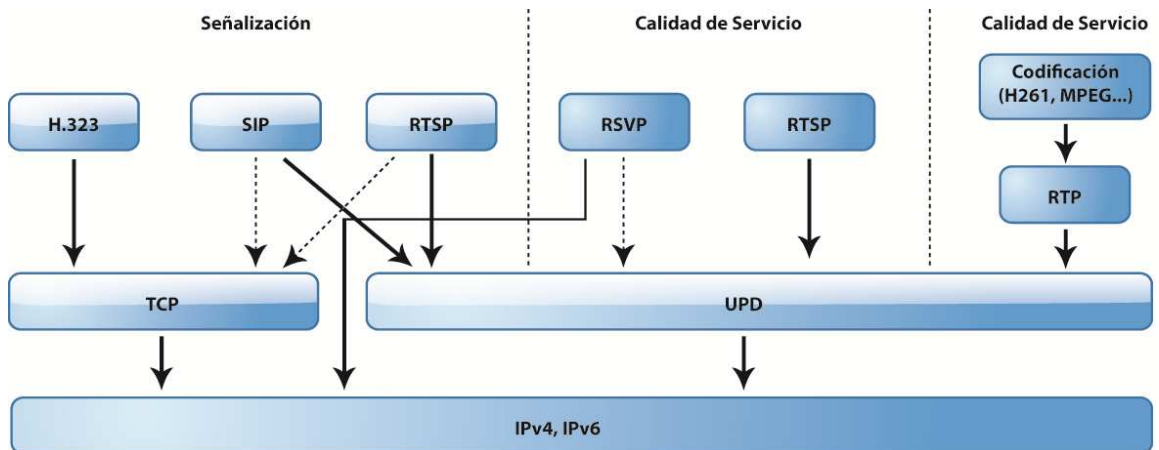
De manera más general, RTP permite:

- Identificar el tipo de información transmitida.
- Agregarle marcadores temporales y números de secuencia a la información transmitida.
- Controlar la llegada de los paquetes al destino.

Además, los paquetes de difusión múltiple pueden utilizar RTP, para enrutar conversaciones a múltiples destinatarios.

En la figura 26, se observa a RTP en la pila de protocolos TCP/IP.

Figura 26. RTP en la pila de protocolos TCP/IP.



RTP es transportado usando UDP, y aunque éste no maneja sesiones ni mecanismos que garanticen la recepción de los paquetes, es usado por RTP en lugar de TCP debido a que reduce el tiempo de envío de los paquetes a través de la red. En aplicaciones de voz y video es más importante una transmisión rápida, streaming, que la pérdida de algunos paquetes durante el recorrido.

RTP implementa dos mecanismos principales para garantizar una transmisión de voz: El uso de Número de secuencia y un Registro de tiempo. En redes IP es

común que los paquetes tomen caminos diferentes para llegar al destino. En aplicaciones de datos esto no es demasiado importante pero para voz y video puede representar una falla detectable por el oído del usuario final. Por esto RTP usa el número de secuencia para reorganizar los paquetes en caso de que lleguen en desorden y el Registro de tiempo es usado para ajustar los intervalos de muestreo de acuerdo a la secuencia original.

El encabezado RTP lleva la información mostrada en la figura 27.

Figura 27. Encabezado RTP.



A continuación se indican los significados de los diferentes campos de encabezados:

- Campo de versión, V (2 bits): Indica la versión del protocolo.
- Campo de relleno, P (1 bit): Si P es igual a 1, el paquete contiene bytes adicionales para rellenar y finalizar el último paquete
- Campo de extensión, X (1 bit): Si X = 1, el encabezado está seguido de un paquete de extensión
- Campo de conteo, CRSC CC (4 bits): Contiene el número de CRSC que le sigue al encabezado.
- Campo de marcador, M (1 bit): Un perfil de aplicación define su interpretación.

- Tipo de carga útil, PT (7 bits): Este campo identifica el tipo de carga útil (audio, video, imagen, texto, HTML, etc.).
- Número de secuencia (16 bits): Su valor inicial es aleatorio y aumenta de uno en uno por cada paquete enviado. Puede utilizarse para detectar paquetes perdidos.
- Marca de tiempo (32 bits): Refleja el instante de muestreo del primer byte del paquete RTP. Este instante debe obtenerse a partir de un reloj que aumenta de manera monótona y lineal para permitir la sincronización y el cálculo de la variación de retardo en el destino.
- SSRC (32 bits): Identifica de manera única la fuente. La aplicación elige su valor de manera aleatoria. SSRC identifica la fuente de sincronización (simplemente llamada "la fuente"). Este identificador se elige de manera aleatoria con la intención de que sea único entre todas las fuentes de la misma sesión. La lista de CSRC identifica las fuentes (SSRC) que han ayudado a obtener los datos contenidos en el paquete que contiene estos identificadores. La cantidad de identificadores se proporciona en el campo CC.
- CSRC (32 bits): Identifica las fuentes contribuyentes¹⁶.

2.2.2.2. RTCP (Protocolo de Control en Tiempo Real)

El protocolo RTCP se basa en transmisiones periódicas de paquetes de control que realizan todos los participantes de la sesión.

Es un protocolo de control para el flujo RTP, que permite transmitir información básica sobre los participantes de la sesión y la calidad de servicio.

¹⁶ Kioskea.Net. Artículo. Introducción: ¿Qué significa RTP y RTCP? [artículo en internet]. <http://es.kioskea.net/contents/internet/rtcp.php3> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

El objetivo de RTCP es brindar diferentes tipos de información y una devolución con respecto a la calidad de recepción.

El encabezado RTCP lleva la siguiente información:

- Campo de versión, V (2 bits).
- Campo de relleno, R (1 bit): indica que existe relleno, cuyo tamaño se indica en el último byte.
- Campo de conteo de informes de recepción (5 bits): cantidad de informes en el paquete.
- Tipo de paquete (8 bits): 200 para SR.
- Longitud (16 bits): longitud del paquete en palabras de 32 bits.
- SSRC (32 bits): identificación de la fuente remitente específica.
- Marca de tiempo, NTP (64 bits).
- Marca de tiempo, RTP (32 bits).
- Conteo de paquetes del emisor (32 bits).
- Bytes del paquete del emisor (32 bits): estadísticas.
- SSRC-n (32 bits): número de la fuente cuyo flujo se analiza.
- Fracción perdida (8 bits).
- Número acumulativo de paquetes perdidos (24 bits).
- Extensión del número de secuencia más alto recibido (32 bits).
- Intervalo de la variación de retardo, jitter (32 bits): Se trata de una estimación del intervalo de tiempo para un paquete de datos RTP, que se mide con la marca de tiempo y es un número entero, es decir, el tiempo de tránsito relativo entre los dos paquetes de datos, calculado para cada paquete de datos recibido por la fuente SSRC_n.
- Marca de tiempo del último informe de envío (32 bits).
- Retardo desde el último informe de envío (32 bits).

2.2.2.3. Comparación entre RTP y RTCP

RTP y RTCP permiten, respectivamente, transportar y controlar bloques de datos que cuentan con propiedades de tiempo real.

RTCP es un protocolo de control asociado con RTP que mide los desempeños, pero no ofrece garantías. Para esto, se debe utilizar un protocolo de reserva como RSVP (Resource reSerVation Protocol), o asegurarse de que los enlaces de comunicación utilizados sean de proporción correcta en relación con el uso que se hace de ellos

Los protocolos RTP y RTCP se encuentran en un nivel de aplicación, y utilizan los protocolos de transporte subyacentes TCP o UDP, pero su uso generalmente se lleva a cabo por encima de UDP.

2.2.3. SDP

Session Description Protocol (SDP). Es un protocolo para describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia. Fue publicado por el IETF en el RFC 2327, en abril de 1998.

SDP está pensado para describir sesiones de comunicación multimedia cubriendo aspectos como anuncio de sesión, invitación a sesión y negociación de parámetros.

La propuesta original de SDP fue diseñada para anunciar información necesaria para los participantes y para aplicaciones de multicast MBONE (Multicast Backbone) Su uso está extendido para el anuncio y la negociación de las capacidades de una sesión multimedia en Internet.

No se encarga de entregar los contenidos propiamente dichos; sino de entablar una negociación entre las entidades que intervienen en la sesión como tipo de

contenido, formato, y todos los demás parámetros asociados, éste conjunto de parámetros se conoce como perfil de sesión.

Puesto que SDP es un protocolo de descripción, los mensajes SDP se pueden transportar mediante distintos protocolos con SIP, SAP, RTSP, correo electrónico con aplicaciones MIME o protocolos como HTTP. Como el SIP, el SDP utiliza la codificación del texto.

Un mensaje del SDP se compone de una serie de líneas, denominados campos, donde los nombres son abreviados por una sola letra, y está en una orden requerida para simplificar el análisis. El SDP no fue diseñado para ser fácilmente extensible.

La única manera de ampliar o de agregar nuevas capacidades al SDP es definir un nuevo atributo. Sin embargo, los atributos desconocidos pueden ser ignorados¹⁷.

2.2.4. RTSP

RTSP (Real Time Streaming Protocol), es un protocolo de flujo de datos en tiempo real, que establece y controla uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video. El RTSP actúa como un mando a distancia mediante la red para servidores multimedia.

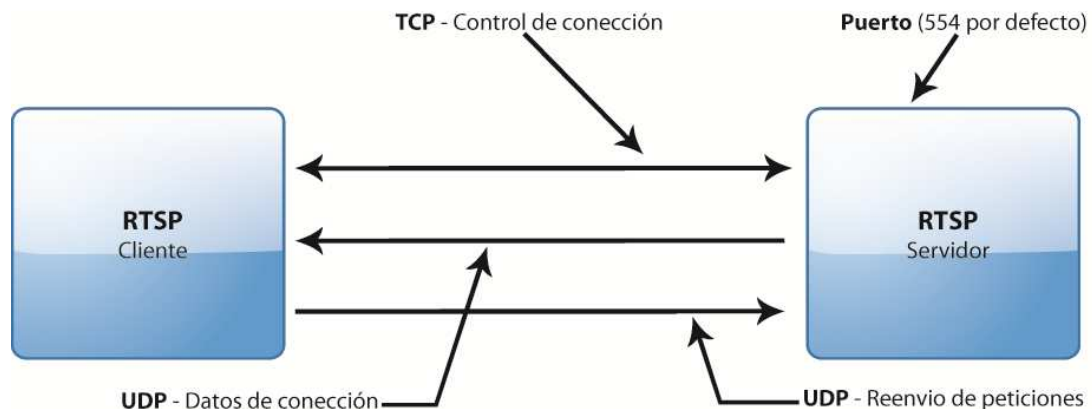
RTSP es un protocolo no orientado a conexión, que utiliza TCP para datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y vídeo, aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario¹⁸.

En la figura 28 se puede observar de manera más clara lo descrito.

17 VoipForo. Protocolo SDP – SIP [artículo en internet]. <http://www.voipforo.com/SIP/SIPSDP.php>[Consulta: 01 de noviembre 2010].

18 Lloret J., Op.cit., p.85.

Figura 28. Flujo de datos por RTSP.



En el transcurso de una sesión RTSP, un cliente puede abrir y cerrar varias conexiones de transporte hacia el servidor.

De forma intencionada, el protocolo es similar en sintaxis y operación a HTTP de forma que los mecanismos de expansión añadidos a HTTP pueden, en muchos casos, añadirse a RTSP. Sin embargo, RTSP difiere de HTTP en un número significativo de aspectos:

- RTSP introduce nuevos métodos y tiene un identificador de protocolo diferente.
- Un servidor RTSP necesita mantener el estado de la conexión, al contrario de HTTP.
- Tanto el servidor como el cliente pueden lanzar peticiones.
- Los datos son transportados por un protocolo diferente

El protocolo soporta las siguientes operaciones:

1. Recuperar contenidos multimedia del servidor: El cliente puede solicitar la descripción de una presentación por HTTP o cualquier otro método, si esta es multicast, la descripción contiene los puertos y las direcciones que serán

usados, si es unicast el cliente es el que proporciona el destino por motivos de seguridad.

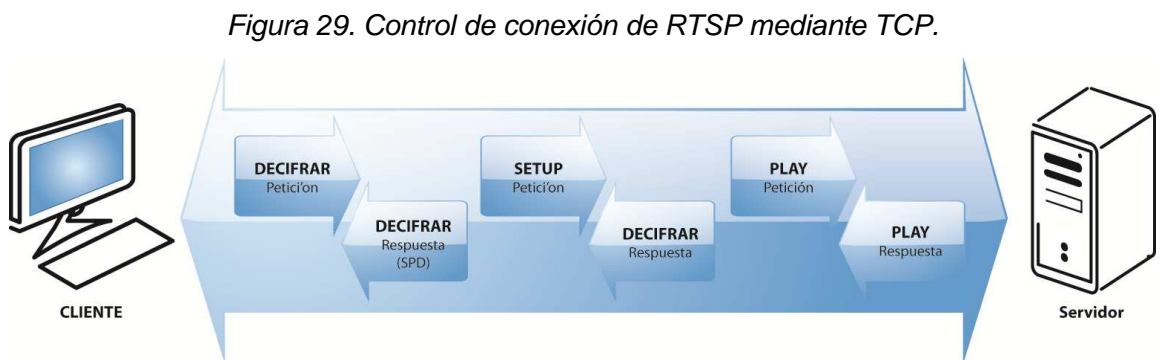
2. Invitación de un servidor multimedia a una conferencia: Un servidor puede ser invitado a unirse a una conferencia existente, en lugar de reproducir la presentación o grabar todo o una parte del contenido. Este modo es útil para aplicaciones de enseñanza distribuida donde diferentes partes de la conferencia van tomando parte en la discusión.
3. Adición multimedia a una presentación existente: Especialmente útil para presentaciones en vivo, donde el servidor puede avisar al cliente sobre los nuevos contenidos disponibles.

Propiedades:

- Extensible: nuevos métodos y parámetros pueden ser fácilmente añadidos al RTSP
- Seguro: RTSP reutiliza mecanismos de seguridad web, ya sea a los protocolos de transporte, o dentro del mismo protocolo. Todas las formas de autenticación HTTP ya sea básica o basada en resumen son directamente aplicables.
- Independiente del protocolo de transporte: RTSP puede usar indistintamente protocolos de datagrama no fiables (UDP) o datagramas fiables (RDP, no muy extendido) o un protocolo fiable orientado a conexión como el TCP.
- Capacidad multiservidor: Cada flujo multimedia dentro de una presentación puede residir en servidores diferentes, el cliente automáticamente establece varias sesiones concurrentes de control con los diferentes servidores, la sincronización la lleva a término la capa de transporte.
- Control de dispositivos de grabación: El protocolo puede controlar dispositivos de grabación y reproducción, como cámaras IP RTSP.

- Adecuado para aplicaciones profesionales: RTSP soporta resolución a nivel de frame mediante marcas temporales, SMPTE, para permitir edición digital.

La manera en que se inicia una sesión RTP, entre cliente y servidor se representa en la figura 29.



El proceso es el siguiente:

1. El cliente accede a la URL RTSP para colocar el nombre del servidor y el puerto.
2. Si el nombre del servidor no está en formato IP, el cliente hace una consulta DNS para obtener la dirección correspondiente.
3. El cliente inicia una conexión TCP hacia el servidor.
4. Cuando la conexión está establecida correctamente, el cliente envía al servidor una petición OPTIONS. EL servidor devuelve información que puede incluir la versión de RTSP, la fecha, el número de sesión, el nombre del servidor y los métodos soportados.
5. El cliente envía una petición DESCRIBE para obtener una descripción de la presentación. El servidor responde con todos los valores de inicialización necesarios para la presentación.

6. El cliente envía SETUP para cada flujo de datos que se quiere reproducir. El SETUP especifica los protocolos aceptados para el transporte de los datos.
7. El cliente inicializa los programas adecuados requeridos para reproducir la presentación.
8. El cliente envía una petición PLAY que informa al servidor que ahora es el momento de comenzar a enviar datos.
9. Durante la sesión, el cliente periódicamente hace ping al servidor utilizando peticiones SET_PARAMETER. Aunque la respuesta sea errónea el cliente la ignora informando al cliente que el servidor todavía está activo.
10. Cuando la presentación termina o el usuario la detiene, el cliente envía un SET_PARAMETER que contiene las estadísticas de la sesión.
11. El cliente envía TEARDOWN para dar por terminada la conexión con el servidor.

2.2.5. Softwares utilizados para servidor de streaming

A continuación se mencionan algunos softwares para servidores de streaming de video:

2.2.5.1. Windows Media Services (WMS):

Para la implementación de Windows Media Services (WMS) se requiere un sistema operativo de la gama de Windows Server. Para transmisiones en vivo con software de monitoreo de comunicación, analizadores de paquetes o protocolos y monitoreo de red, se tiene lo siguiente:

- Los protocolos soportados son Real time Transport Protocol (RTP), Real Time Streaming Protocol (RTSP) y el protocolo propietario Microsoft Media Server (MMS).
- El Retardo usualmente es 2 a 3 segundos debido al buffer.

- La compresión de la transmisión es muy buena y permite transmisiones de calidad.
- Soporta varias codificadoras simultáneas, creando redundancia en caso de fallas de alguna de las mismas.
- Detecta el ancho de banda del cliente y transmite información acorde al mismo.
- El formato soportado por este servidor es WMV(Windows Media Video) y requiere de un cliente que soporte este formato, está comprobado que más del 95% utilizan sistemas operativos Windows en sus diferentes versiones, por ende no es necesario instalar nada para recibir la señal transmitida. Para otros sistemas operativos existen clientes que soportan este formato.

2.2.5.2. Quicktime Streaming Server (QTSS):

Para la implementación de Quicktime Streaming Server (QTSS) se requiere un sistema operativo Mac OS, o hacer uso de una máquina virtual. Para realizar configuraciones de QTSS, pruebas de transmisiones en vivo con software de monitoreo de comunicación, analizadores de paquetes o protocolos y seguimiento de la red, se tiene que:

- Los protocolos soportados son Real time Transport Protocol (RTP), Real Time Streaming Protocol (RTSP).
- Utiliza una tecnología propietaria denominada Instant-On donde el delay es de milisegundos.
- La compresión de la transmisión es excelente y permite transmisiones de muy alta calidad, esto se debe a la utilización de los códec de video H.263, H.264 y MPEG-4.
- Detecta el ancho de banda del cliente y transmite información acorde al mismo.

- El formato soportado por este servidor es MOV por lo tanto se requiere descargar e instalar un cliente que soporte este formato en cualquier Sistema Operativo, a excepción del Mac OS.

2.2.5.3. Darwin streaming Server (DSS)

Server Darwin streaming Server (DSS) es la versión de código abierto de Apple QuickTime Streaming (QTSS), además de ser multiplataforma, por lo tanto se puede instalar en servidores con Sistemas Operativos Windows, Linux, Mac OS, UNIX.

Como DSS y QTSS comparten la misma base de código, entonces sus características técnicas son similares, a excepción de que DSS no soporta la tecnología Instant-On y su delay promedio está de 1 a 2 segundos, además soporta el protocolo Real time control protocol (RTCP).

2.2.5.4. Adobe Flash Media Streaming Server

Para la implementación de Adobe Flash Media Streaming Server (FMSS) se requiere un sistema operativo de la gama de Windows Server o Linux. Posee un ambiente de configuración gráfico e intuitivo, teniéndose que:

- Los protocolos soportados son Real Time Messaging Protocol (RTMP) y Encrypted Real Time Messaging Protocol (RTMPE), ambos propietarios del fabricante.
- Detecta el ancho de banda del cliente y transmite información acorde al mismo.
- La compresión de la transmisión es excelente y permite transmisiones de muy alta calidad, esto se debe a la utilización a los códec de video H.264 y MPEG-4.
- El formato soportado por este servidor es Flash Video (FLV) que es un estándar muy utilizado actualmente, se requiere descargar e instalar un

cliente, pero usualmente se detecta si el usuario tiene un cliente instalado, si no lo tiene este se descarga y se instala de forma rápida y automática.

- Permite una transmisión sencilla en la Web a teléfonos móviles que tengan instalado el software Adobe Flash Lite v3.

2.2.5.5. Red5

Es la versión de código abierto de Adobe Flash Media Streaming Server (FMSS), también es multiplataforma, por ende se puede instalar en servidores con sistemas operativos Windows, Linux, Mac OS, UNIX. Este servidor de Streaming está desarrollado en Java. Como Red5 tiene la misma finalidad que (FMSS), las características técnicas son similares¹⁹.

¹⁹ González J., Martínez A., Morales M., Rangel N., Villarreal Y. Implementación de la TV por Internet en la Universidad Tecnológica de Panamá [Trabajo de grado]. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá. Centro de Investigación, Postgrado y Extensión UTP Virtual; 2009.p 3.

CÁPITULO 3. TELEVISIÓN IP, IPTV

3.1. DEFINICIÓN

La televisión IP ó IPTV es la denominación más común para los sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión y/o vídeo usando conexiones de banda ancha sobre Protocolo Internet (IP). Es decir, el transporte de IPTV no se da por Internet sino por redes IP que pueden soportar calidad de servicio.

Es una técnica de transmisión y control de flujos de emisiones de televisión y video bajo demanda (VoD) hacia un decodificador Set-top-Box (STB), que utiliza de manera general a IP como mecanismo de transmisión de video, y señales IP puras para cambiar de canal o para el control de otras funciones. Esta definición dogmática implica el uso de una infraestructura de red punto a punto que soporta emisiones de video mediante el uso de técnicas multicast.

Para proveer este servicio, las empresas de telecomunicaciones utilizan principalmente dos caminos para abordar los pares de abonado de la red de acceso, mejorar la infraestructura de cobre o abandonar dicha infraestructura para sustituirla por fibra-hasta- el hogar.

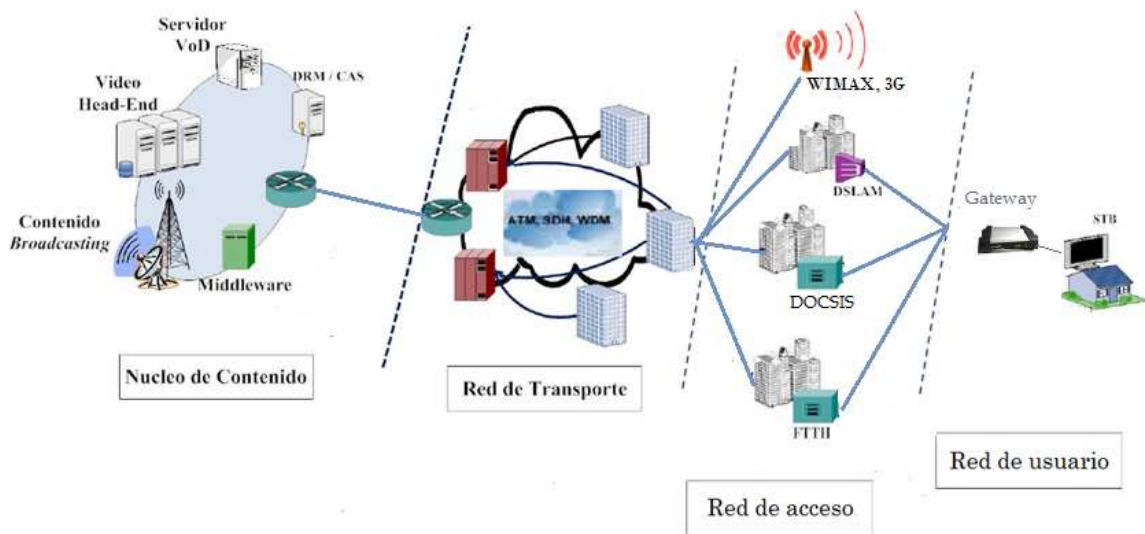
IPTV es probablemente una de las áreas más interesantes de la convergencia que la tecnología IP permite, ya que cambia por completo el paradigma al que hemos estado acostumbrados por muchos años respecto a la forma de ver televisión. El cambio consiste en que bajo este concepto el proveedor tiene la opción de no emitir continuamente sus contenidos esperando a que el espectador se conecte, sino que los contenidos llegarán sólo cuando el cliente lo solicite²⁰.

20 Martínez G., Jaramillo R. IPTV, análisis de la tecnología sobre distintos medios de transmisión e impacto en el núcleo de la red causados por servicios unicast y multicast. [Tesis de pregrado]. Valdivia – Chile: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería; 2008. p. 35.

3.2. ARQUITECTURA DE UNA RED IPTV

En la figura 30 se puede observar de manera detallada la arquitectura de una red de IPTV.

Figura 30. Red IPTV.



3.2.1. Cabecera

La cabecera es el conjunto de elementos que reciben las señales tanto locales como satelitales, y las convierten al formato necesario para su transmisión a través de la red y su posterior recepción por los dispositivos de usuario final.

Está constituida generalmente por antenas de recepción satelital y local, servidores de codificación/decodificación y equipos de encaminamiento que conforman los flujos de información (*streams*) a insertarse en la red.

3.2.1. Sistemas de gestión de contenidos

Desde la perspectiva de un usuario IPTV opera como un servicio de televisión de pago estándar, pero desde la perspectiva del proveedor de servicio IPTV abarca la adquisición, procesamiento y envío seguro de videos sobre una infraestructura de red basada en IP, permitiendo un control sobre la distribución del contenido.

El tipo de proveedores de servicio capaces de ofertar servicios de IPTV van desde proveedores de televisión de cable y satelital, a compañías de teléfono y operadores de redes privadas de cualquier parte del mundo.

Para la distribución del contenido se debe analizar:

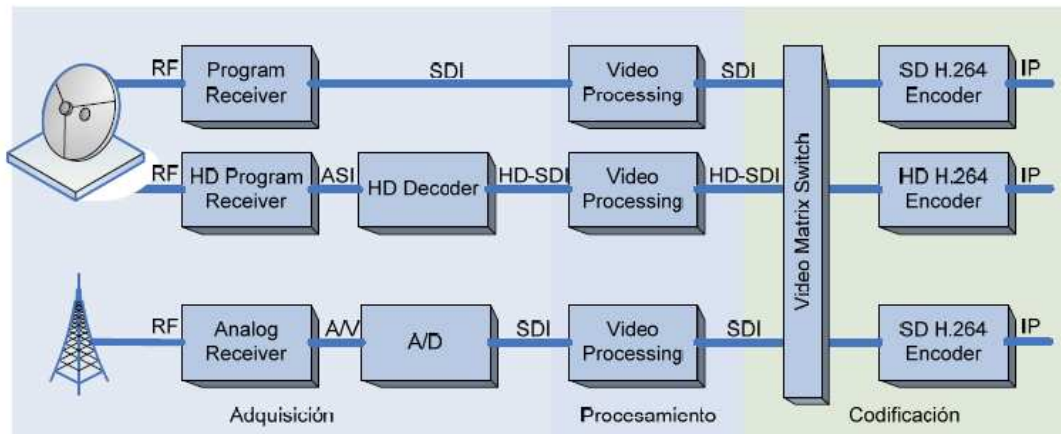
3.2.1.1. Adquisición de video

Los proveedores de IPTV adquieren la programación de diversas fuentes, incluyendo satélites (FM, QPSK), aéreas (AM, 8VSB/COFDM), y fibra (E3, DS3, ASI, SDI), con una gran cantidad de formatos (MPEG, A/V análogo, SDI) y protocolos de encriptación.

Por esto, la desencriptación, conversión y multiplexación de este contenido requiere de un complejo proceso, donde la cabecera debe ser capaz de trabajar sobre los distintos escenarios mencionados, y dar solución a los requisitos particulares.

Un diagrama de flujo combinando distintos formatos en la adquisición y procesamiento de las señales se observa en la figura 31.

Figura 31. Diagrama de bloques etapa de adquisición.



(Fuente: Martínez G., Jaramillo R. IPTV, análisis de la tecnología sobre distintos medios de transmisión e impacto en el núcleo de la red causados por servicios unicast y multicast)

La adquisición de video es una parte muy personalizada de la cabecera y requiere de un diseño inteligente con muchas capacidades (opciones de redundancia, capacidad de muxing, etc.), donde la meta que se tiene, es adquirir y convertir el video de una amplia gama de fuentes y dispositivos, incluidos receptores satelitales en banda C, banda Ku y también receptores aéreos con una interfaz digital serial (SDI).

El segmento de adquisición cuenta con las siguientes interfaces:

- **Sistema receptor satelital:** Antenas capaces de recibir programación de clientes específicos con la redundancia requerida, en donde si las antenas se encuentran ubicadas fuera de la cabecera, el transporte se realiza a través de un stream en banda L sobre Fibra óptica.
También se hace uso de antenas orientables (monitorizadas) o antenas de alimentación múltiples, utilizadas como reemplazo de la antena primaria o para servicios ocasionales, como acontecimientos en vivo.

- **Sistema de recepción aéreo:** Los canales aéreos son recibidos por medio de antenas VHF o UHF, luego el contenido se filtra y transporta por fibra o cable coaxial hasta la cabecera IPTV.

Algunos canales aéreos se pueden recibir mediante un circuito terrestre por razones de redundancia, o por si la recepción fuese pobre o no estuviera disponible al tener baja calidad, u otros factores.

- **Receptores basados en satélites e IRDs:** Para una definición SD (Standard definition) el contenido recibido en formato digital es demodulado y decodificado dentro de un solo programa stream MPEG a una salida SDI o interfaz análoga, y hace uso de un conversor A/D para realizar la transformación de Audio/Video digital a SDI.

Para el contenido de alta definición (HD), los receptores demodulan el stream MPG a una interfaz serial asíncrona (ASI) y lo envían a un decodificador HD externo, el cual cuenta con una interfaz HD-SDI (High Definition Serial Digital Interface), el stream HD-SDI es procesado y encaminado antes de su codificación. El contenido que se entrega en formato análogo es convertido a SDI digital antes de ser encaminado a un codificador.

3.2.2.2. Procesamiento del video

Mientras se adquieren las señales de video, la cabecera debe procesar cada señal para su distribución. En el pasado este proceso era casi directo, pues todo el contenido correspondía a un solo tipo de televisión con un solo formato de video, hoy la situación es más compleja, y se deben tomar en cuenta:

- **Múltiples dispositivos de recepción:** Existen muchos dispositivos para observar la programación, la televisión SD, HDTV de 100 pulgadas,

pantallas de bolsillo, etc. Para que estén sean eficaces a todos estos, existen herramientas de transrating con las que se puede entregar el contenido en múltiples resoluciones.

- **Inserción de anuncios locales:** Los servicios IPTV cambian en cada proveedor, es decir, en cada zona se pueden agregar anuncios o personalizar la programación, es por esto que la adición de contenido digital debe ser cuidadosa procurando que la calidad de la imagen no se vea alterada.
- **Funcionalidad de trick-play:** Consiste en desplegar servicios de VoD y NPVR (Network Personal Video Recorder) para ofrecer la funcionalidad de detener, avanzar y rebobinar la programación. Estas capacidades requieren de múltiples velocidades y ancho de banda para la transmisión unicast, que dificulta la entrega del contenido de buena calidad.
- **Ajustes de Audio/Video:** Consiste en proveer audio y video correctamente ecualizados en los diferentes canales, puesto que algunos de ellos pueden necesitar ciertos ajustes.
- **Codificación de video:** El corazón de la cabecera, y lo que hace la real diferencia en la calidad del video es la codificación que se le da al mismo, incluso cuando el despliegue de la adquisición del video, el procesamiento y la administración de las soluciones es óptima, la instancia que realmente determina la calidad de la experiencia es la codificación.

Mientras los proveedores se esfuerzan por obtener la mejor calidad por cuadro de imagen, es necesario también procurar un ancho de banda mínimo. Los últimos avances en codificación apuntan a Advance Video

Codecs (AVC), MPEG-4/AVC part 10 (H.264), resolviendo estos requisitos de alta calidad y bajo ancho de banda.

MPEG-4/AVC permite disminuir a la mitad el ancho de banda en comparación con la codificación MPEG. Sin embargo, para lograr este mínimo de ancho de banda sin comprometer la calidad de la imagen los algoritmos de codificación deben ser implementados óptimamente, lo que no es una tarea trivial. La codificación de MPEG-4/AVC es un proceso extremadamente complejo, abarcando muchas más variables y un sistema mucho más grande que las técnicas de codificación de MPEG.

3.2.2.3. Almacenamiento y servidores de video

Los servidores realizan diversas funciones, entre ellas el almacenamiento y respaldo de contenido, la administración del video bajo demanda, del video 'streaming' de alta velocidad y licencias DRM (Digital Rights Management).

Esta etapa está totalmente basada en plataformas de servidores IP con sistemas operativos tipo Linux y Windows, capaces de entregar múltiples flujos de video de manera simultánea, como los mostrados en la sección 2.2.5. de softwares utilizados para servidor de streaming.

Es importante notar que a diferencia de un sistema de televisión por cable, en los sistemas IPTV no se hace combinación de señales porque el contenido se envía de manera independiente a cada suscriptor, a través de flujos individuales de video.

3.2.2.3. Servidores de VoD

Esta etapa se encarga de la recepción de contenidos en diferentes formatos, a través de Internet, transferencia de ficheros a un servidor central (FTP), etc.

Los servidores de VoD o servidores de medios de comunicación, pueden servir un gran flujo de datos y de esta manera atender a una gran cantidad de clientes simultáneamente, con capacidades de almacenamiento entre 500GB y 2TB.

Dependiendo de la arquitectura del sistema los servidores de VOD, estos pueden estar centralizados en la cabecera o distribuidos en nodos locales en el núcleo de la red (VHO), donde los usuarios pueden acceder a contenidos específicos en su zona. Normalmente estos servidores son como los descritos en la sección anterior, porque son capaces de entregar múltiples flujos de vídeo de manera simultánea, aunque para evitar posible saturación por el aumento de la demanda, se utiliza el balanceo de carga, de modo que se reparten las sesiones de entrega de vídeo. La limitación de estos servidores radica en el ancho de banda que pueden sostener, por lo tanto, se debe aumentar la cantidad de servidores dependiendo de la cantidad de suscriptores que solicitan el servicio. El contenido puede ser guardado en el servidor de multicast a un grupo de espectadores en una fecha fija, o en un servidor unicast para los usuarios de un sistema VOD. Es en esta etapa y normalmente en un módulo a parte de la cabecera, estos contenidos son codificados y almacenados en servidores locales, listos para que los usuarios accedan a ellos.

3.2.2.4. Sistema de Control de Derechos (DRM).

Este sistema se encarga de la encriptación de los contenidos, de modo que no se vulneren los derechos de propiedad intelectual de los contenidos al ser transmitidos en la red.

En la actualidad resulta imprescindible un sistema *DRM (Digital Rights Management)* que puede ser aplicado a los servicios de contenido bajo demanda (ya sean almacenados o en vivo) como: VoD, AoD y Broadcast TV.

El *DRM* conlleva aplicar cierto cifrado sobre un contenido multimedia que podrá ser reproducido sólo por el receptor que cuente con la licencia respectiva. Esto

desalienta la copia del contenido digital que se distribuye ya que nunca deja de estar cifrado por medio del DRM; de esta manera, si un suscriptor copia el contenido digital que recibe, otro no podrá reproducirlo en su sistema si no cuenta con la clave o licencia para descifrar el contenido.

3.2.2.5. Middleware

El Middleware es una plataforma informática que administra las aplicaciones interactuando con la red de acceso, la cabecera y los *STBs* (Set-Top Boxes, que se explicarán más adelante), para permitir el aprovisionamiento y la distribución de servicios de televisión interactivos, es decir, soporta la entrega de servicios de IPTV mediante una interfaz gráfica amigable y configurable.

Éste define y coordina la forma en que el usuario interactúa con el servicio de IPTV, y brinda las herramientas necesarias a los proveedores de servicios de banda ancha para ofrecer servicios de video, haciendo uso de su infraestructura. Es responsable del control de la autenticación de los usuarios, por lo que debe estar en comunicación con los Servidores de Back-office. Además, debe generar registros de consumo que serán procesados para la tarificación de los servicios.

En el servicio de VoD, por ejemplo, el usuario ordena una película realizando una solicitud a través del Middleware, y este la autorizará o no, tomando en consideración lo obtenido en la cuenta de usuario, perfil, etc. Si se acepta dicha solicitud, el Middleware le ordenará al servidor de video que realice la transmisión de la película en el horario solicitado por el cliente.

3.2.3. Red de transporte

Una red de transporte, también denominada red troncal, núcleo de red o backbone transporta información de usuario desde un punto a otro u otros de manera bidireccional o unidireccional.

Con el creciente requerimiento de ancho de banda se ha hecho evidente la necesidad de enlaces de alta capacidad, además de equipos de conmutación y enrutamiento con mayor capacidad de procesamiento. Para lograr esto, últimamente se trabaja en el desarrollo de distintas tecnologías como, técnicas de transmisión óptica, mecanismos para garantizar calidad de servicio, equipamiento y técnicas de distribución de contenidos, entre otros²¹.

En esta sección se comentaran las tecnologías de transporte más relevantes que sirven como apoyo a las redes IP, ATM y SDH, y la técnica WDM.

3.2.3.1. ATM (Asynchronous Transfer Mode)

ATM o Modo de Transferencia Asíncrona, es un protocolo creado para dar soporte a redes servicios donde se pueden integrar tráfico de distintas aplicaciones de una manera muy flexible. Entre sus principales características está, que permite al operador de la red establecer distintos controles de tráfico y mecanismos que permiten garantizar la calidad de servicio en términos de pérdidas, retardo y variación del retardo; asimismo permite la creación de redes privadas virtuales como subredes lógicas y ofrece una alta capacidad de gestión; sin embargo, posee como inconveniente el efecto conocido como cell-tax, en que los paquetes IP deben ser fraccionados para ser acomodados en las celdas ATM. A nivel de proceso ocurre algo similar, en los routers enlazados por ATM se debe esperar a que lleguen todas las celdas correspondientes a un paquete, reconstruirlo y luego tomar las decisiones de encaminamiento, lo que obviamente se traduce en retardos. A pesar de estos factores negativos, aún se mantiene el uso de ATM debido a la necesidad de cierta calidad de servicio en algunas aplicaciones, principalmente en las de tiempo real.

²¹ Martínez G., *Ibid.*, p 45.

3.2.3.2. SDH/SONET

Red de transmisión de gran capacidad mediante fibra óptica, que por su estructura de anillo proporciona anchura de banda redundante y equipos redundantes, de tal forma que los servicios distribuidos pueden ser restablecidos automáticamente después de un fallo.

Los operadores de telecomunicaciones poseen entre una o dos cabeceras de televisión utilizadas para distribuir los canales de televisión a las distintas regiones donde tenga presencia, empleando anillos SDH. Normalmente se emplea uno o varios anillos SDH interregionales para llegar a un punto cabecera de región, desde donde se llega a los centros de agregación multimedia (CAM) a través de otro anillo SDH de ámbito metropolitano.

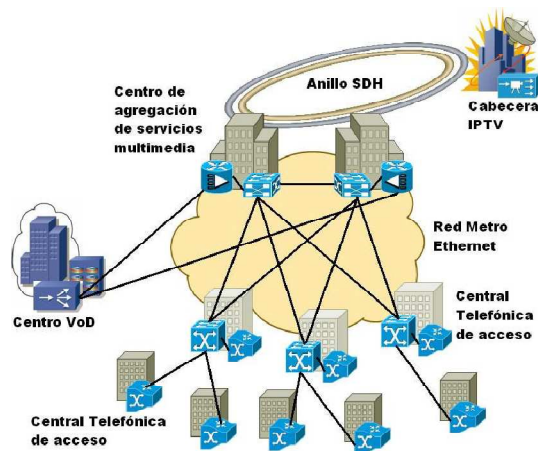
La red SDH cuenta con funcionalidad para ir copiando la trama STM-1 con los canales de televisión en cada nodo que atraviesa, y entregar cada copia en los centros de agregación multimedia de cada región. También proporciona mecanismos de redundancia, de forma que cada trama va por dos caminos distintos.

Su distribución general en conjunto con IPTV se puede observar en la figura 32.

Este estándar se definió en Europa por la ITU-T como SDH (Synchronous Digital Hierarchy), especificando una velocidad de 155Mbps, mientras que en EEUU fue definido por la ANSI como SONET (Synchronous Optical Network) con velocidades desde 51,8Mbps.

Ambos protocolos fueron concebidos para permitir la multiplexación de flujos telefónicos de 64kb/s para posteriormente transmitirlos por fibra óptica.

Figura 32. Red de transmisión SDH.



(Fuente: www.wikitel.co)

Ventaja del uso de SDH:

- Facilidad para insertar o extraer canales, esto se debe a que los canales están identificados perfectamente, por lo que se puede conocer la identificación individual de estos en cualquier momento.
- Capacidad de ser monitoreado y gestionado desde un punto centralizado de la red.
- Incluye mecanismos de protección y recuperación ante posibles fallos en el sistema.
- Los sistemas SDH actuales pueden lograr velocidades de 10Gbits/s (STM-64).

Características principales de SDH:

- Velocidad básica de 155Mb/s (STM-1)
- Estructura modular, A diferencia de PDH las velocidades multiplexadas son múltiplos enteros de la velocidad básica.
- Técnica de multiplexado a través de punteros, de esta forma se puede acceder a cualquier canal de 2Mb/s.

- Posee gran Cantidad de canales de overhead, utilizados para supervisión, gestión y control de la red.

El inconveniente de SONET/SDH es su costo, a pesar de ser mucho más barato de implementar que PDH, y aunque últimamente se han realizado transmisiones de STM-256(40Gb/s) es inminente la aparición de tecnologías de transmisión óptica como WDM, en donde es posible transmitir diferentes longitudes de onda a través del mismo medio físico.

3.2.3.3. WDM (Wavelength Division Multiplexing)

La multiplexación por división de longitud de onda es una de las técnicas más estudiadas últimamente, consiste en multiplexar, sobre un mismo medio (fibra óptica mono-modo), varias longitudes de ondas pertenecientes a información de distintas fuentes, velocidades y formatos, permitiendo aumentar considerablemente la capacidad de la fibra.

Existen diversas maneras de lograr este objetivo, donde para aumentar el número de canales que se puedan transportar se incrementa el número de longitudes de onda, con valores típicos de 16 a 256 longitudes de onda distintas en una misma fibra, y para aumentar la velocidad de transmisión que soporta cada longitud de onda se hace uso de fibra óptica de mayor calidad, trabajando actualmente con valores de 2,5Gb/s (STM-16) y 10 Gb/s (STM-64).

Es fácil darse cuenta de las ventajas que trae consigo el uso de esta tecnología, el aumento de la velocidad y la capacidad de transporte, que trae consigo ahorro en los costos. Además la capacidad de gestión facilita el escalamiento de la red, pues es posible activar nuevas longitudes de onda de la misma fibra cuando la demanda lo estime necesario. Para lograr estos objetivos es necesario contar con fibra de gran pureza y calidad, además de componente ópticos de gran performance como láseres y leds. En distancias cortas, la atenuación de la fibra y

la dispersión no representa un gran problema, pero a distancias mayores, como las que se requieren en los enlaces de comunicaciones en redes de transporte realmente lo es, y se requiere el uso de amplificadores/repetidores que regeneren la señal cada cierta distancia. Por ejemplo en los cables trasatlánticos se colocan repetidores cada 75 Km, que convierten la señal óptica degradada en eléctrica, la amplifican y la vuelven a convertir en óptica mediante un diodo láser, para inyectarla de nuevo en la fibra óptica, introduciendo retardos debido a los dispositivos electrónicos por los que debe pasar la señal.

3.2.3. Redes de acceso

Son conocidas también como redes de última milla, utilizadas para llegar al suscriptor a través de diferentes medios de transmisión, que dependen del que brinde el servicio, que puede ser una empresa de televisión por suscripción, de telecomunicaciones o de telefonía.

La red de acceso provee el enlace entre el núcleo de la red y los suscriptores, y provee una traslación de la red conmutada (por ejemplo la que está basada en fibra óptica) hacia los equipo de acceso que tenga el proveedor para llegar hacia la red de los hogares.

Las tecnologías de acceso que se pueden utilizar en una red IPTV son:

- DSL (La línea de acceso de alta velocidad)
- FTTx (acceso de banda ancha sobre fibra óptica)
- HFC (hibrido de fibra y coaxial)
- Las redes inalámbricas (Wimax, 3G)

En el capítulo 4 se podrán observar de manera más detallada.

3.2.4. Red del cliente

Tecnología o red de acceso que conecta al cliente (suscriptor) hasta la red donde se maneja el contenido.

La tecnología IPTV, al ser un producto que por su nivel de convergencia de servicios *Triple Play*, tiene un alto consumo de ancho de banda, cercano a los 25-30 Mbps para brindar en conjunto los 3 servicios con la mayor calidad posible. Es necesario utilizar una red que soporte este tráfico, por lo que vienen a relucir las últimas tendencias de tecnología de acceso, como lo son accesos xDSL de alta velocidad, así como conexiones de fibra óptica hacia el hogar, FTTH (*Fiber to the Home*).

3.3. CONTROL Y REQUISITOS DE CALIDAD DE LA RED IPTV

Cualquier servicio IPTV debe ser como mínimo igual o mejor que cualquier otra alternativa, siendo capaz de mezclar servicios como video bajo demanda, televisión estándar y canales de alta definición.

Las características que diferencian a los servicios entregados por la televisión IP, aportan complejidad al diseño, desarrollo y mantenimiento de las redes para enviar alta calidad al usuario. Donde los factores críticos a analizar son la calidad de la experiencia, QoE, y QoS, la calidad de servicio, en donde un buen QoS proporciona un fundamento QoE atractivo, centrándose en el rendimiento de la red y su capacidad de enviar el contenido a los usuarios.

Entregar calidad de servicio y calidad de experiencia son los puntos vitales para entregar a los usuarios un producto de calidad.

3.3.2. Calidad de servicio (QoS)

Para desplegar satisfactoriamente servicios IPTV es necesario disponer de QoS (*Quality of Service*) para vídeo, voz y datos.

Las métricas que definen la calidad de servicio para vídeo incluyen *jitter*, número de paquetes fuera de orden, probabilidad de pérdida de paquetes, probabilidad de error en la red, tiempo de unión multicast, retardo, etc.

Las métricas para voz incluyen jitter, retardo, ratio de pérdida de paquetes de voz, y MOS (*Mean Opinion Score*), un parámetro que refleja la opinión subjetiva del usuario.

Las métricas de calidad de servicio relativas a los servicios IPTV incluyen la disponibilidad de canal, tiempo de comienzo del visionado, tiempo de retardo en el cambio de canal, fallo en el cambio de canal, etc.

Estas métricas son más estrictas cuanto mayor calidad de imagen y sonido sea ofrecida/demandada, razón por la cual si se desea ofertar servicios más avanzados, las redes que los sustentan deben estar más controladas.

Garantizar la calidad de servicio está directamente relacionado con la gestión del tráfico en los servicios IPTV. Para el tráfico de bajada, se ofrecen servicios diferenciados para los usuarios, para el tráfico de subida, el tráfico del usuario es monitorizado de forma que se pueda controlar el acceso para garantizar la QoS.

En los servicios IPTV, cuando un usuario solicita al sistema cambiar de canal, envía una petición de nuevo canal. Cuando el sistema acepta la petición mediante el control de admisión, construye un árbol multicast, para enviar la voz y vídeo al usuario. El objetivo de gestionar el tráfico es poder soportar de forma eficiente los requisitos de QoS para distintos servicios, incluyendo políticas SLA (*Service Level Agreement*), planificación, control de flujo, etc. pudiéndose implementar de forma centralizada o distribuida.

3.3.3. Calidad de experiencia (QoE)

QoE se ha convertido en la palabra más popular en el desarrollo y test de la industria relacionada con IPTV, ya que califica la forma en que el servicio satisface las expectativas del Usuarios.

La QoE de IPTV recibida por los abonados debe ser igual o mejor que la que ofrece actualmente el servicio de TV por cable o satélite, pero se ve influenciada por los factores comerciales, como el precio, contenidos o características, y el servicio, como factores técnicos (tiempo de respuesta de cambio de canal, calidad del video etc.), donde los proveedores deben asegurar la llegada de flujos de video sensibles a retrasos, ya que los clientes no suelen tolerar que eso degrade la calidad.

Entender el mecanismo de funcionamiento de todo el rendimiento de la red no es suficiente para garantizar QoE en IPTV o redes de flujos de video y audio, razón por la cual los estándares recomiendan que los proveedores de servicio lleven el análisis de cabeceras de las tramas y de carga útil, para así testear la calidad de estos flujos emitidos, con análisis activo y pasivo para certificar niveles QoE satisfactorios.

El QoE, desde la perspectiva del usuario se basa en la percepción subjetiva de servicio recibido, esta se puede definir como:

- Disponibilidad de contenidos.
- Elección, facilidad de acceso e indexación del contenido disponible.
- Calidad del video y el audio.
- Resolución del audio y video, sincronización subtítulos y audio limpio.
- Interfaz de usuario.
- Paleta de colores, ergonomía, navegación, diseño.
- Guía de programa electrónico.
- Descripción de programa, clasificación de género, actualizada la programación hasta el último minuto.

3.3.4. Servicios entregados por IPTV

A continuación se enumeran posibles servicios que pueden ser brindados con la tecnología de IPTV:

- **Guía de programación electrónica**

Al tener una mayor cantidad de canales y de opciones de servicios, el usuario final necesita tener una guía que permita navegar las diferentes posibilidades de servicios y aplicaciones que nos brinda IPTV. Las guías de programación electrónicas, también llamadas guías de programación inteligentes, son una interfaz que permite escoger e interactuar entre las diferentes opciones que tiene IPTV. Al tener un sistema digital soportando todas estas aplicaciones es posible que los proveedores de servicios incluyan gran cantidad de información para los usuarios, como por ejemplo, guías de programación con varios días en adelante para cada canal además de información detallada de cada programa. También es posible que el usuario haga búsquedas por canal, título del programa, genero del programa etc.

Figura 33. Screen de la EPG diseñada por High Tech TV.



(fuente: www.httv.fr)

- **Video bajo demanda**

El video bajo demanda es un servicio que generalmente se brinda en paralelo con IPTV, permite que los usuarios escojan y descarguen un video a través de la red IP. Incluye en la mayoría de los casos un catálogo de videos, películas y programas de televisión pregrabados. Se puede utilizar dos métodos para los sistemas de video en demanda: descargables y streaming.

Figura 34. Screen para VoD de HomeTV.



(fuente: www.iptvtoday.de)

- **Navegación Web en IPTV**

La posibilidad de navegar la web en un sistema de IPTV es una facilidad que gran cantidad de proveedores de esta tecnología dan, sin embargo esta clase de servicio no ha sido muy adoptado en parte porque la gran mayoría de las páginas web están diseñadas específicamente para computadora y no para sistemas IPTV los cuales se utilizan primordialmente con un control remoto. A pesar de esto avances en los sistemas de navegación se espera que esta clase de navegación

tenga mucha más aceptación en el futuro. En este caso las necesidades técnicas que se necesitan para dar un servicio de navegación en páginas web son las mismas se ocupan para sistemas como la computadora personal.

Figura 35. Esquema Navegación Web en IPTV



(Fuente: http://blogs.lanacion.com.ar/movilandia/files/2010/06/iptv_remote_screen_2_72dpi-250x219.jpg)

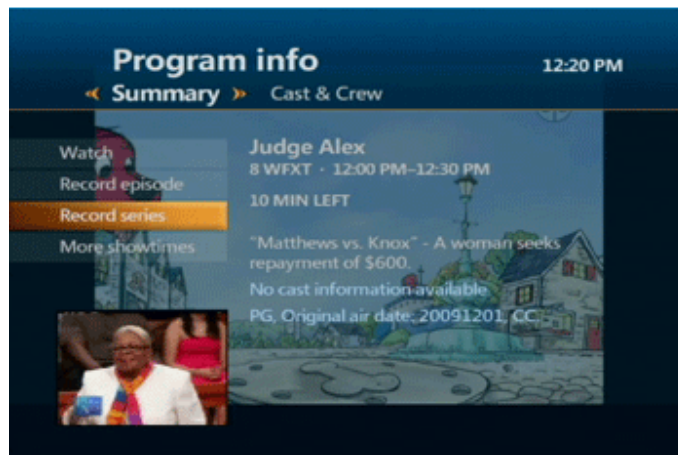
- **Correo electrónico en IPTV**

La comunicación entre los seres humanos siempre ha sido una parte importante de las sociedades humanas y diferentes tecnologías se han usado a lo largo de la historia para lograr esta comunicación con la reciente explosión de la internet, la el correo electrónico es el medio de comunicación a más común y al tener una plataforma como IPTV se puede integrar un sistema que administre el correo.

- **Grabación de video digital**

Con la incorporación de un disco duro a la caja convertidora de IPTV se puede tener la capacidad de grabar programas digitalmente para su reproducción posterior.

Figura 36. Grabación de video en IPTV.

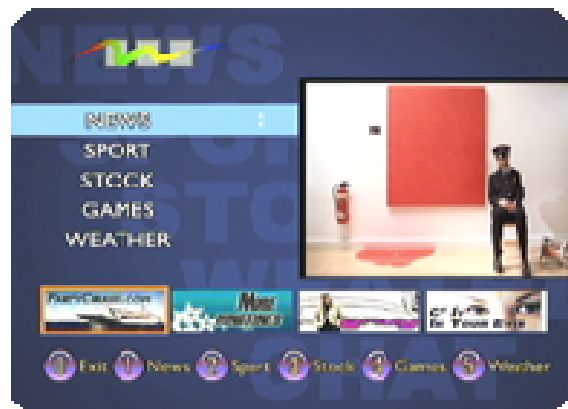


(Fuente: www.sasktel.com)

- **Walled Garden Portal**

Un Walled Garden Portal es un sistema web o semi-web que permite la unificación de contenido dentro del sistema IPTV, como por ejemplo horóscopos, noticias, deportes, el clima, recetas, y aplicaciones derivadas como correo electrónico y chat. Además de estas se puede utilizar para aplicaciones más avanzadas como las siguientes: registro para diferentes servicios dentro de la plataforma IPTV, compra de contenido IPTV, campañas promocionales de parte de los proveedores de servicios.

Figura 37. Portal walled garden.



(Fuente: www.icareus.com)

- **Mensajería instantánea sobre IPTV**

Se utiliza para permitir que los usuarios tengan acceso a foros de conversación directamente en sus televisores y sobre la plataforma IPTV. Las aplicaciones de foros son una perfecta oportunidad de los operadores para desplegar publicidad. Existen sistemas de IPTV en los cuales se puede desplegar tanto el foro de conversación con el canal que se desea ver dividiendo la pantalla, lo cual da una gran comodidad para el usuario.

Figura 38. Mensajería instantánea con IPTV.



(Fuente: http://www.masternewmedia.org/es/2007/06/08/internet_tv_joost_como.htm)

- **Comercio a través de IPTV**

Este tipo de comercio abarca prácticamente todos los tipos de comercio convencional que se utiliza en la computadora personal, entre los cuales están compras en línea, compras instantáneas, subastas en línea y sistemas bancarios desde la casa. Al estar incluyendo comercio dentro los servicios de IPTV tenemos una importante entrada de ingresos para el proveedor de servicios.

Figura 39. Comercio a través de IPTV.



(Fuente: www.blog.multistream.tv)

- **Redes Sociales a través de IPTV**

La plataforma IPTV facilita la expansión de las ya populares redes sociales que en los últimos años han experimentado un auge tan grande, esto por supuesto requiere de una infraestructura especial tanto en la terminal de usuario como en los servidores del proveedor. Esta clase de servicio varía en la cantidad de aplicaciones que pueden ser desplegadas entre las cuales se puede mencionar lista de contactos y que están viendo ellos en la TV hasta conversaciones en tiempo real mientras se continúa viendo televisión.

Figura 40. Redes sociales con IPTV.



(Fuente: <http://web.wihe.net/wp-content/uploads/2010/08/panasonic-twitter.jpg>)

- **Identificador de llamadas para el televisor**

Esto permite que las persona que han contratado un servicio de identificación de llamadas utilizar el televisor como una interfaz con el servicio, de forma que cuando una llamada entre genere una ventana anunciando la llamada.

Figura 41. Identificador de llamadas en IPTV.



(Fuente: Fuente www.cableonda.com)

- **Anuncios publicitarios**

El uso de plataformas IPTV para llevar anuncios cada vez se utiliza más, y se utiliza tanto en televisión regular como en video en demanda. La plataforma IPTV es capaz de desplegar una gran cantidad de formatos de anuncios incluyendo anuncios que están directamente insertados en el contenido. Se tiene la capacidad de desplegar mensajes de los anunciantes directamente a cada usuario discerniendo así entre gustos de los usuarios dándole solo opciones que le interesen, o para un grupo general en lugares específicos. Esta capacidad de presentar anuncios aumenta la entrada de ganancia del proveedor

Figura 42. Visualización de anuncios en IPTV

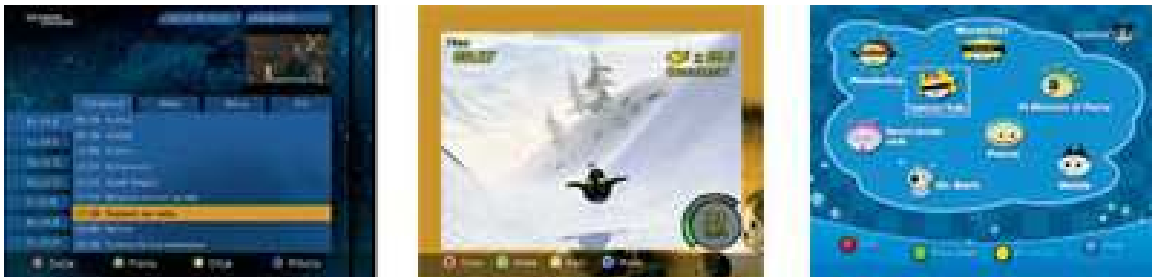


(Fuente: <http://geeksroom.com/2010/10/novedades-de-google-tv-para-desarrolladores-android-en-tu-tv/39368>)

- **Juegos en Demanda**

La tecnología IPTV permite que el proveedor de servicio brinde juegos interactivos a través del televisor. Esto puede no solo generar ganancias adicionales sino que también permite mantener la estabilidad de clientes, permitiendo que los clientes jueguen en alta definición desde sus hogares, jueguen con otros usuarios conectándose al internet y también enviar mensajes interactivos durante el tiempo que se esté jugando.

Figura 43. Portales de juego de Ortikon Interactive Ltd.

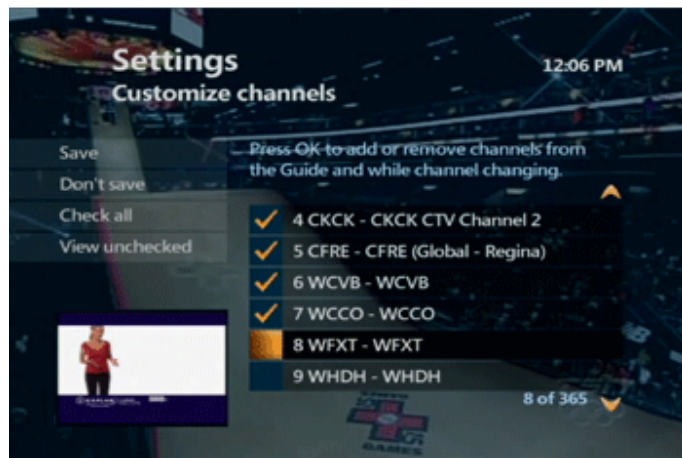


(Fuente: www.ortikon.com)

- **Control de padres**

Filtros de contenido se pueden instalar en los sistemas IPTV para permitir que los usuarios puedan restringir cierta clase de programas inapropiados para menores de edad, haciendo uso de diferentes niveles se puede instalar servidores que permitan acceso o no a cierto contenido.

Figura 44. Sistema de control de padres en IPTV.



(Fuente: www.sasktel.com)

- **Sistema de alerta de emergencia**

Hasta ahora los mensajes de emergencia se transmiten principalmente a la población por medio de radio y televisión convencional, IPTV puede interactuar con el sistema de emergencia para recibir señales de emergencia para su rápida transmisión al usuario.

Figura 45. Mensaje de llamada importante.



(Fuente: <http://www.wirelesscityinc.com/telus-tv/>)

3.3.5. Sistema de facturación

El sistema de facturación IPTV suele estar asociado a un sistema de gestión relacionado con el cliente, este se llama CRM (Customer Relationship Management), el cual permite a los operadores de telecomunicaciones vender paquetes de servicios.

El sistema de facturación debe permitir a los proveedores de servicio IPTV realizar pre-pagos o post-pagos para video bajo demanda y flujos de video. Además debe ser capaz de facturar múltiples tipos de servicios como: video, datos, contenido y aplicaciones basadas en voz.

El sistema de soporte de negocio operacional (OBBS), también conocido como sistema de gestión del abonado (SMS), se utiliza en conjunto con los elementos de la red IPTV para activar, rellenar y proveer servicios IPTV en tiempo real para cumplir los requisitos del cliente.

El tipo de información procesada por el sistema de soporte de negocio y operacional durante el abastecimiento de un nuevo servicio puede incluir:

- La dirección y el nombre del abonado.
- Los detalles de pago y facturación.
- Programas IPTV multicast requeridos.
- El valor de IP – VoD requerido.
- Utilización del ancho de banda de red requerido para proveer un nuevo servicio.
- Localización de una dirección IP para un nuevo servicio.
- Tiempo deseado por los abonados para la instalación y provisión de los nuevos servicios.

Además de activar los nuevos servicios y opciones de conectividad, la OBBS puede incluir las siguientes funcionalidades:

- Generar peticiones de provisiones a IPTV y a los grupos.
- Recoger información de utilización asociada con algunos tipos de servicios IPTV.
- Monitorizar el estatus de proveer las peticiones y actualizarlos consecuentemente.
- Guardar la base de datos de los recursos de hardware y software y propietarios o alquilados por el proveedor de servicios.
- Monitorizar y gestionar los gateways residenciales conectados a través de la red de banda ancho al centro de datos IPTV.
- Manejar y soportar los proveedores de contenidos.
- Gestionar las cuentas de los clientes, perfiles y las facturas.
- Proveer un sistema autoservicio, que permitirá a los abonados pedir nuevos productos a través de la página web.
- Proveer un portal web basado en internet, que permitirá a los usuarios finales IPTV acceder a la información que les ayudara a resolver problemas técnicos comunes.

3.3.6. Gestión de operaciones para servicios IPTV

Después de mostrar los tipos de servicios que puede brindar IPTV, se procederá a mostrar su composición, a veces denominada “killercocktail”, en la que un operador de telecomunicaciones pone a disposición de sus clientes múltiples servicios diferentes, de modo que la combinación y configuración personal atiendan a las necesidades individuales de cada cliente.

Para que un operador sea competitivo deberá poder introducir rápidamente nuevas prestaciones de valor agregado asociadas a sus servicios básicos y soportar que dichas prestaciones sean personalizadas.

Además, las condiciones que cada mercado y las pautas fijadas por la regulación de los servicios públicos determinarán el conjunto de servicios que un operador decida implementar.

La gestión de operaciones en términos de facturación sería así:

- **Gratuito:** el usuario puede usufructuar el servicio IPTV sin pagar por él.
- **Suscripción:** el usuario debe pagar un cierto monto de dinero periódicamente con el fin de mantener su acceso al servicio IPTV.
- **Paquetes:** el usuario puede elegir entre varios paquetes de servicios, los cuales son creados por el proveedor de servicios.
- **A la carta:** el usuario paga únicamente por los canales y servicios que desea, abonando regularmente un precio por cada uno de ellos.
- **Pay per view:** el usuario final puede comprar cada servicio, contenido o aplicación para ver en su tv en cualquier momento o cuando esté disponible.
- **Cash-back point:** esta modalidad consiste en dinero pre pagado o un ticket para servicios IPTV, por medio de esto el usuario puede pagar los cargos del servicio como si lo hiciera con dinero real. Estos puntos pueden ser comprados por el usuario u obtener como compensación por consumir otros servicios.

Por otro lado, hay aspectos que también deben ser atendidos por los sistemas de soporte del negocio de un operador de IPTV:

- **Suscripción al servicio:** antes de que el servicio sea disponible para el usuario consumidor, este debe explícitamente suscribirse al mismo tiempo proveyendo información que deberá ser válida para autorizar el otorgamiento del servicio.
- **Descarga de música y video:** los usuarios suscriptores podrían ser capaces de utilizar la interfaz interactiva del TV para comprar y descargar canciones y videos.

- **Acceso a la factura:** a través de la interfaz interactiva de la TV, los usuarios podrán acceder a su factura en línea, de modo de poder controlar sus consumos. Esto no solo sería de IPTV en caso que el operador esté brindando servicios triple play.
- **Aseguramiento de ingresos:** la interacción del usuario con el servicio de IPTV, donde se generan cargos por acceso a los contenidos, necesita ser facturada y se debe realizar la liquidación correspondiente para las terceras partes que comparte ingresos por la distribución de ciertos contenidos. Esto debe posibilitar no solo la facturación a consumidores finales, también debe soportarse la liquidación de cargos a favor de terceros de acuerdo a los contratos realizados y la generación de la liquidación debe ser auditable por los proveedores de contenido. En el sentido de esto último es posible que un proveedor de contenido desee auditar las autorizaciones de visualización de los servidores de DRM de un proveedor de servicio IPTV.
- **Aseguramiento del servicio:** la infraestructura de IPTV debe ser monitoreada para detectar fallas y desempeño.

3.4. DISPOSITIVOS DE USUARIO FINAL

3.4.1. IP SET-TOP BOXES

El set-top box se encarga de traducir las señales recibidas a un formato que pueda ser visto en la pantalla de televisión del cliente. También es capaz de interpretar y traducir las peticiones de los abonados, y enviar mensajes basados en IP a la cabecera de red para pedir específicos contenidos o servicios. Puede producirse que el set top box reciba contenidos encriptados, y tendrá que decodificarlos y decodificarlos para mostrarlos en pantalla.

Los clientes necesitan un set-top box para poder recibir la señal de televisión IP, pero este dispositivo lo facilita en la mayoría de los casos el proveedor de servicios, y es como el mostrado en la figura 46.

El propósito principal de un set-top box es facilitar a los clientes el acceso a una variedad de contenidos de entretenimiento digitales de diferentes tipos, este contenido varía desde la programación de la televisión y películas, hasta videos musicales y eventos deportivos.

Entre las propiedades principales de los set top box se encuentra:

- Portable: Son suficientemente pequeños para ser transportados por una persona.
- Fácil de utilizar: Son suficientemente simple de utilizar, y no requieren información especial más allá de un manual.
- Asequible: No son caros y se pueden comprar sin necesitar un desembolso económico excesivo.
- Fácil de controlar: Se puede controlar con un mando a distancia o con un teclado inalámbrico.
- Soporta servicios de datos de 2 vías: Es un canal remoto que permite facilitar las comunicaciones con el proveedor de servicios de red.
- Soporte a aplicaciones de televisión interactivas: Permiten la interacción con algunos servicios como televisión interactiva y los juegos con múltiples jugadores.
- Capacidades de red caseras: Muchos de los set-top box modernos proveen interfaces que permite comunicaciones en tiempo real con dispositivos como DVD, cámaras digitales y servidores de música.

Figura 46. Set-top-box IPTV.



(Fuente www.gizmodo.com)

Funcionalidad del Set Top Box.

Además de la recepción y reproducción de canales de audio y video digital, los Set-Top Boxes pueden realizar otro tipo de actividades, algunas de las operaciones que permiten realizar son:

- Compra de estrenos o partidos.
- Consulta de información bursátil.
- Operaciones bancarias.
- Recarga de telefonía.
- Servicios de mensajes a móviles.
- Información deportiva.
- Guía de programación.
- Comercio por televisión (t-comercio).

Teniendo en cuenta las posibilidades ofrecidas por un Set-Top-Box, se puede establecer la siguiente clasificación:

- Set-Top-Box para TV por broadcast: Es el nivel más básico de Set Top Box. No dispone de canal de retorno, simplemente recibe una señal de vídeo que decodifica para que el usuario pueda disfrutarla.
- Set-Top-Box para TV digital: Dispone de un canal de retorno para permitir la interacción del usuario con el proveedor del servicio de TV.
- Set-Top-Box avanzado: Tiene características muy similares a un PC, tienen una CPU potente, disco duro de gran capacidad, acceso de alta velocidad a Internet, posibilidad de grabación digital de vídeo, juegos, capacidad para el envío y recepción de correo electrónico, etc.
- Sidecar: Proporciona un nuevo canal de recepción de datos para trabajar conjuntamente con el canal recibido por el cliente en su Set-Top-Box original.
- Set-Top-Box híbrido: Set-Top-Box especializado para televisión por cable y que incluye otras funciones, por ejemplo, reproducción de DVDs.

3.4.2. Gateways

Un gateway (puerta de enlace), es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

Es la puerta de entrada del ancho de banda y el servicio IPTV.

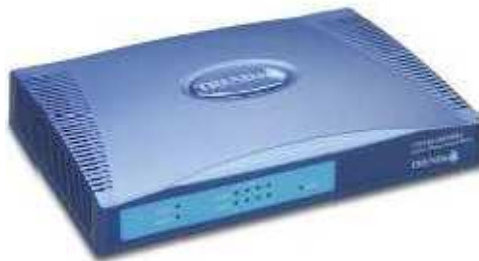
El más destacado en este caso, es el gateway residencial, que separa los servicios IP (datos, videos y voz), y en algunos casos, puede incluir cortafuegos, servicio DHCP y otros servicios de red que se puedan requerir para mejorar el servicio ofrecido.

Son elementos críticos del sistema ya que son necesarios para el traslado y distribución del tráfico dentro de la casa, así como para conectar las redes de ámbito doméstico con redes de ámbito general (Internet), para lo que se tiene

como ejemplo típico el módem ADSL que se pueden encontrar en muchos domicilios, y se muestra en la figura 47.

Sin embargo, el concepto de gateway residencial va más allá, siendo un dispositivo que no sólo se encarga de ofrecer esta conectividad, sino que también es el elemento por el cual el usuario puede acceder a todo tipo de servicios avanzados, ya sea aquellos que se generan en su domicilio (como un control domótico), o aquellos que le sean ofrecidos desde un proveedor externo (como un servicio de teleasistencia). En este sentido, los actuales módems ADSL que ofrecen conexión a internet, televisión y llamadas sobre IP (VoIP), serían un ejemplo de gateways residenciales en su concepto más amplio.

Figura 47. Modem ADSL.



(Fuente: www.mercadolibre.com.ec)

La localización de los gateways residenciales defiere de los tipos de residencias, algunos clientes los conectan a sus redes caseras fuera de sus casas, donde el mayor beneficio de tenerlos allí es la facilidad de acceso al proveedor de servicios IPTV para mantenerlo y actualizarlo.

Los gateways residenciales que se han diseñado para uso interno permiten a clientes interactuar con éste, y son más baratos y fáciles de instalar.

CÁPITULO 4. TECNOLOGÍAS DE ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DE IPTV

Como se vio en el capítulo anterior, la entrega de servicios IPTV requiere de redes de datos de alta velocidad y de alta confiabilidad, por tanto, se debe buscar el mejor modo de entregar IPTV, reconociendo las ventajas y desventajas de las actuales de redes de acceso y distribución.

4.1. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR LA RED DE ACCESO

Para que la televisión IP pueda desarrollarse de una manera completa es necesario aumentar la velocidad de las conexiones actuales, ya que diferenciando dos tipos de canal de TV, de definición estándar SDTV o de alta definición HDTV, donde para un canal del primer tipo se hace necesario tener una conexión de 1.5Mbps, y para un canal del segundo tipo 8Mbps, y además tomando en cuenta que se tengan varios canales en forma simultánea, se necesitará mayor ancho de banda, a lo que hay que sumar el necesario para la conexión a internet, obteniéndose 4.5Mbps para tres canales de SDTV y 11Mbps para un canal HDTV y dos SDTV, con cálculos utilizando MPEG-4 para la compresión/codificación del vídeo.

Entonces, se deben establecer unos valores técnicos para que la televisión IP pueda prestar su contenido sin inconvenientes:

- Ancho de banda: Debe aumentar dependiendo del número de decodificadores y la velocidad del internet o telefonía IP (VoIP). Los más

comunes son: 4 Mbps, 7 Mbps, 8 Mbps, 10 Mbps, 12 Mbps, 14 Mbps, 16 Mbps y 18 Mbps.

- Señal-ruido: mayor de 13dB para garantizar la estabilidad del servicio (cuanto más alto el valor, de más calidad será el servicio)
- Atenuación: menor de 40dB, ya que si es demasiado alta, el servicio puede tener caídas constantes

A continuación se describirán varias alternativas posibles para los servicios IPTV en cuanto a soluciones de redes de acceso.

4.2. LINEA DE ABONADO DIGITAL

En los últimos años un gran número de compañías telefónicas de diferentes partes del mundo han empezado a prestar servicios de IPTV. Su entrada en este mercado ha sido impulsada por los esfuerzos para contrarrestar la amenaza a sus flujos de ingresos por los operadores de televisión por cable y las compañías de telefonía móvil que han comenzado a ofrecer una variedad de acceso a internet de banda ancha y servicios telefónicos.

En respuesta a esas amenazas, las compañías telefónicas están aprovechándose de su infraestructura de red basada en DSL, para empezar a prestar los servicios de televisión de nueva generación a sus abonados. Se debe tener en cuenta que DSL es una tecnología que permite a los proveedores de telecomunicaciones distribuir servicios de banda ancha a través de las líneas telefónicas existentes. Esta tecnología transforma la infraestructura cableada existente entre la central y el usuario en una línea digital de alta velocidad, permitiendo a las compañías telefónicas utilizar sus redes existentes para proveer múltiples servicios de internet para sus abondos²².

22 Lloret J., Op.cit., p 89.

4.2.1. xDSL

DSL (Digital Subscriber Line), que en español traduce línea de suscripción digital, es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica básica o conmutada. Dentro de las cuales se encuentran: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2.

El factor común de todas las tecnologías xDSL es que funcionan sobre líneas de cobre simples, y aunque cada una tiene sus propias características, todas utilizan la modulación para alcanzar elevadas velocidades de transmisión.

Esta tecnología ofrece servicios de banda ancha sobre conexiones que no superen los 6 Km de distancia, entre la central telefónica y el lugar de conexión del abonado, y depende de:

- Velocidad requerida.
- Calidad de las líneas.
- Distancia.
- Calibre del cable.
- Esquema de modulación utilizado.

La ventaja de las técnicas consiste en soportar varios canales sobre un único par de cables, a partir de lo cual los operadores telefónicos proporcionan habitualmente tres canales: dos para datos (bajada y subida) y uno para voz.

En esta sección se hablará sobre las tecnologías xDSL utilizadas en una red IPTV.

4.2.1.1. ADSL2 y ADSL2+

ADSL2 y ADSL2+ son tecnologías preparadas para ofrecer tasas de transferencia sensiblemente mayores que las proporcionadas por el ADSL convencional, haciendo uso de la misma infraestructura telefónica basada en cables de cobre. Con ADSL2 se consigue 12/2 Mbps y con ADSL2+ 24/2 Mbps, y se tienen mejoras que incluyen soporte para QoS, lo que es ideal para IPTV pues brinda QoS y la migración de ADSL a ADSL2+ no es compleja.

4.2.1.2. VDSL

VDSL (o VHDSL) son las siglas de Veryhigh bit-rate Digital Subscriber Line, o DSL de muy alta tasa de transferencia. Se trata de una tecnología de acceso a internet de Banda Ancha, perteneciente a la familia de tecnologías xDSL que transmiten los impulsos sobre pares de cobre. Es una evolución del ADSL, pero la tecnología VDSL utiliza 4 canales para la transmisión de datos, dos para descarga y 2 para subida, con lo cual se aumenta la potencia de transmisión de manera sustancial. La aplicación para la que más está siendo usada la tecnología VDSL es para la transmisión de televisión de alta definición por red. VDSL es capaz de transmitir vídeo comprimido, una señal en tiempo real poco apta para los esquemas de retransmisión de error utilizados en las comunicaciones de datos, lo que la hace ser muy utilizada para sistemas que quieren brindar IPTV.

4.2.1.3. VDSL2

VDSL2 (Very-High-Bit-Rate Digital Subscriber Line 2), o línea digital de abonado de muy alta tasa de transferencia, es el estándar de comunicaciones DSL más reciente y avanzado. Está diseñado para soportar los servicios conocidos como "Triple Play", incluyendo voz, video, datos, televisión de alta definición (HDTV) y juegos interactivos. Actualmente está siendo desplegada por países Europeos y aunque su implementación con IPTV todavía no está comprobada por completo el estándar parece prometedor gracias a que permite una velocidad de aproximadamente 100Mbps.

En la tabla 4 se muestran algunas características de las distintas tecnologías xDSL.

Tabla 4. Resumen de tecnologías xDSL.

Tecnología	Bajada	Subida	Alcance
ADSL original	8Mbps	684 Kbps	3000m
ADSL2	hasta 14Mbps	hasta 800Kbps	limitado hasta 5000m
ADSL2+	hasta 24Mbps	800Kbps	<1500m
VDSL	>50 Mbps	>2Kbps	300m

(Fuente www.wikitel.co)

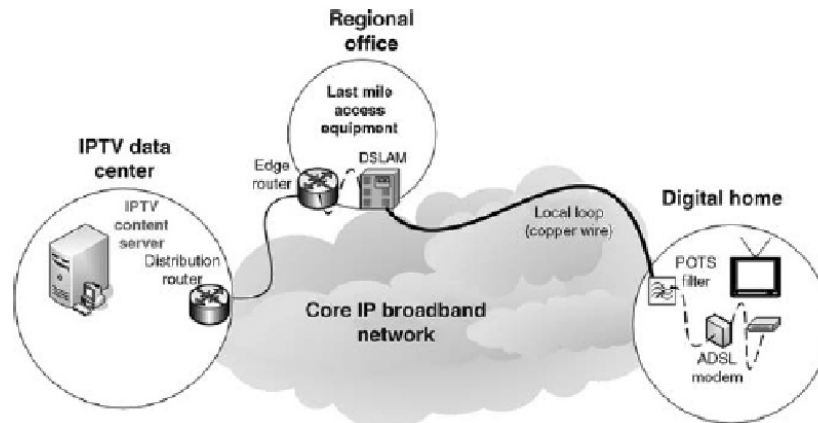
4.2.2. IPTV sobre xDLS

El ancho de banda es un parámetro clave en la entrega de servicios de nueva generación, como IPTV. Además esta característica es realmente importante en el bucle del abonado DSL. Muchas de las redes de banda ancha actuales están construidas siguiendo las formas DSL, pero solo con eso no es suficiente para satisfacer la demanda creciente de alta velocidad para los servicios de videos. La mayoría de estas redes están restringidas a entregar un streaming de video IP a cada hogar. En algunos casos, es imposible enviar una señal de televisión de calidad con estas redes de acceso DSL. El impulso de rendimiento requerido para poder soportar servicios IPTV se está logrando mediante el despliegue de tecnologías DSL, como ADSL, ADSL2+ y VDSL.

Actualmente, los servicios típicos de ADSL tradicional no pueden proporcionar el ancho de banda necesario para IPTV. ADSL2+ a 26 Mbps y VDSL a 50 Mbps ofrecen mayor ancho de banda, pero tienen la desventaja de un alcance físico más reducido. VDSL2 ofrece además la ventaja de permitir un QoS avanzado, lo cual es apto para IPTV. Muchos operadores encuentran atractiva la posibilidad de ofrecer IPTV sobre xDSL dado que ya tienen redes de cobre existentes, sin embargo, estas redes de acceso se convierten muchas veces en cuellos de botella para la transmisión de video.

Su distribución junto a IPTV se puede observar en la figura 48.

Figura 48. Distribución de una red xDSL con IPTV.



(Fuente: O'driscoll G. *Next generation IPTV services and technologies*. New Jersey: Wiley, 2008. 490 p.)

4.3. REDES DE CABLE

El debate dentro de las redes de televisión por cable para comenzar a transmitir video sobre una arquitectura IP sigue siendo algo habitual.

La amenaza a su negocio de TV prepago por parte de operadores de telecomunicaciones, combinada con la eficiencia del ancho de banda asociada con los mecanismos de entrega del protocolo IP, son dos de los factores claves que impulsan los operadores de cable hacia un modelo centrado en IP para entregar su contenido de video a los usuarios finales.

Desde el punto de vista técnico un sistema IPTV sobre cable típico constituye una mezcla de tecnología IP y RF, basándose en los dispositivos hardware que utilizan para llevar la señal de video a través de toda la infraestructura de la red.

4.3.1. Redes de cable coaxial

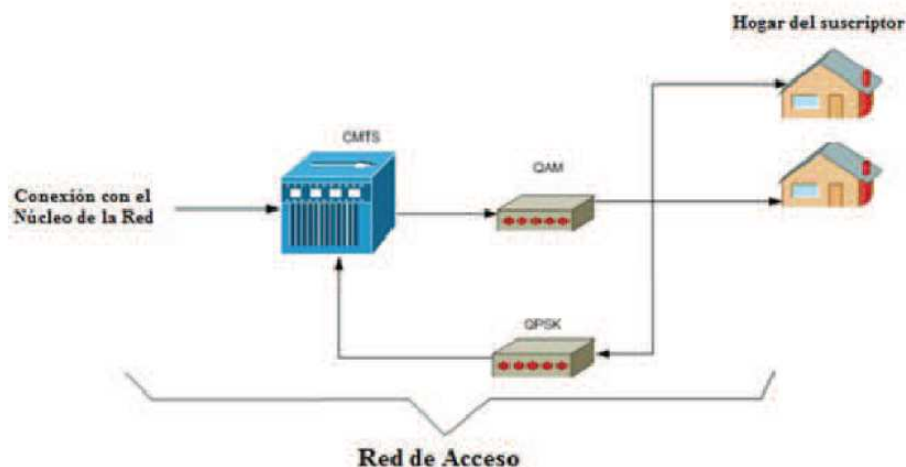
Los operadores de cable utilizan un esquema de Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM) para modular la señal de RF a través del cable coaxial, basados en normas como DOCSIS y DVB-C-IPTV.

Así como la tecnología DSL de banda ancha permite transmitir datos y video a través de los cables de cobre de par trenzado de las líneas telefónicas, así la DOCSIS (Especificación de Interfaz Sobre Servicios de Datos por Cable) define los requisitos de interfaz de comunicaciones y operaciones para datos sobre un sistema de cable, e incorpora características de calidad de servicio (QoS) y autenticación necesarias para manejar servicios que requieran una entrega de datos en tiempo real y mayor seguridad.. En DOCSIS una parte de la red de cable se convierte en una red IP, que permite la descarga y transmisión de video IP. Por lo tanto puede extender sus servicios en una red existente basando su diseño en una red DOCSIS de banda ancha.

Las primeras versiones de este estándar soportan anchos de banda comprendidos entre los 200 kHz y los 3.2 MHz en el canal de subida, mientras que las versiones 2.0 y 3.0 soportan anchos de banda hasta los 6.4 MHz, siendo compatibles con las versiones anteriores. En cuanto al canal de bajada, todas las versiones de DOCSIS soportan un único ancho de banda de 6 MHz

En la figura 49, se muestra un acceso por red de cable para la última milla hacia el domicilio del consumidor.

Figura 49. Diagrama de Bloques de una red de acceso por Cable.



(Fuente: www.dspace.epn.edu.ec/handle/123456789/9116)

En DOCSIS existe una terminal de Cable Módem (CMTS) que es la interconexión entre el sistema IP y la señal de RF (en el cable coaxial). Normalmente utiliza modulación QAM para el canal de downstream (bajada de datos), que viene directamente del núcleo, y modulación QPSK para el canal de upstream (subida de datos), normalmente llamado canal de retorno.

4.3.2. Redes HFC (Híbrido Fiber Coaxial)

La introducción de la fibra óptica hizo posible el transporte de señales bidireccionales y el aumento de ancho de banda, por lo que las redes CATV pasaron de ser un sistema de distribución a un sistema completo de telecomunicaciones, y gracias al empleo de láseres con características suficientemente lineales se redujeron las distorsiones en las señales AM-VSB, y la notable disminución de la atenuación, pudiendo alcanzar distancias sin amplificadores del orden de los 100 Km, además los dominios de interferencias quedan reducidos solo a la porción con cable coaxial y no a la red completa.

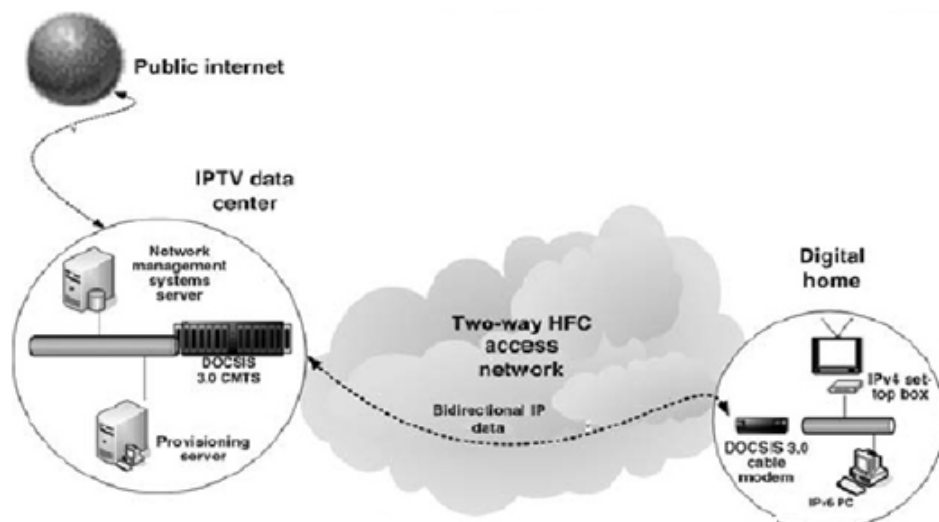
Con los sistemas híbridos se hizo posible también la comunicación del usuario a la cabecera, gracias a la multiplexación por división de frecuencia.

Una red HFC puede soportar las siguientes aplicaciones:

- Difusión de video analógico: Con canales de 6 y 8 MHz, utiliza modulación clásica AM-VSB.
- Difusión de video digital: Utiliza generalmente técnicas de compresión como MPEG-2 y eficientes técnicas de modulación (64, 128 o 256 QAM).
- Video bajo demanda.
- Televisión avanzada: HDTV requiere de ancho de banda superior (10Mbps).
- Telefonía: 600 Kbps de información bidireccional no comprimida²³.

Su enlace a IPTV es mostrado en la figura 50.

Figura 50. Distribución de una red HFC.



(Fuente: O'driscoll G. Next generation IPTV services and technologies. New Jersey: Wiley, 2008. 490 p.)

23 Martínez G., Op.cit., p 85.

4.4. REDES DE FIBRA ÓPTICA

Como se ha podido ver anteriormente en el uso de IPTV incluye una gran cantidad de servicios como VoD, nPVR, etc. Todos estos servicios requieren una gran demanda de ancho de banda para que sean posibles entregar al abonado una buena calidad de servicio. Por lo tanto uno de los medios de transmisión utilizados por los operadores de servicio de IPTV es la fibra óptica por su gran capacidad de ancho de banda.

EL cable de fibra óptica es capaz de transportar datos de alto ancho de banda en grandes distancias. Por consiguiente, con los distintos tipos de FTTx, Fibra al Hogar (FTTH), fibra para los locales (FTTP) o fibra a la acera (FTTC), es posible entregar 100 Mbps o superior al hogar. Los dos principales sistemas de fibra que se están utilizando son FTTP activos y Redes ópticas pasivas (PON). El coste de instalación suele ser muy superior a otras tecnologías de acceso FTTx, pero tiene la ventaja de proporcionar una única línea de banda ancha capaz de ofrecer simultáneamente vídeo, voz y servicios de datos bajo el control del operador de la red.

4.4.1. Redes ópticas pasivas (PON)

De manera general, las redes ópticas pasivas nacen por la necesidad de tener sistemas capaces de proveer servicios interactivos a mayores distancias y velocidades que los sistemas basados en las tecnologías xDSL.

Este tipo de redes de acceso se caracterizan porque eliminan todos los elementos activos de la planta externa, reduciendo de esta forma los gastos operativos, de mantenimiento y operación, además de lograr un alto grado de confiabilidad, pues al prescindir de elementos electrónicos no son tan propensas a fallas. De igual manera al explotar las ventajas de la fibra óptica como medio físico (inmunidad al

ruido, cero efectos parásitos y baja atenuación), se alcanzan mayores anchos de banda y velocidades que con las redes de cobre tradicionales²⁴.

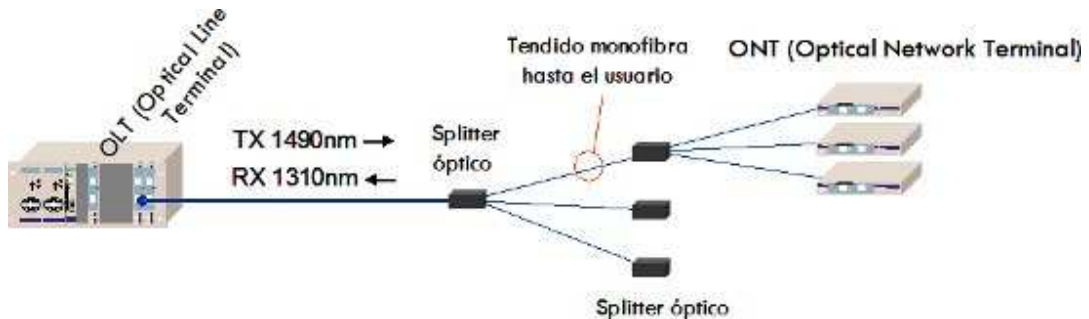
Una red óptica pasiva es una red punto-multipunto formada básicamente por los elementos que poseen la siguiente descripción:

- Optical Line Termination (OLT): se encuentra del lado de la central y es el elemento activo, donde parten los diferentes enlaces ópticos hacia los clientes. También es quien agrega el tráfico proveniente de otras redes: ATM, PSTN, internet, etc.
- Optical Network Unit (ONU): también conocido como Optical Network Termination (ONT), es el punto de enlace entre la central y los clientes, se encarga de distribuir el tráfico hacia los diferentes clientes, y realiza la conversión de tráfico óptico a eléctrico y viceversa. Además, coordina la comunicación del cliente con la central.
- Divisor óptico (splitter): son acopladores o divisores ópticos de potencia situados entre la OLT y la ONU, se encargan de dividir el haz de luz transmitido por la OLT para enviarlo por todos los enlaces que conectan las ONU's, o de agregar señales enviadas por los usuarios y propagar esta señal hasta la OLT.

La transmisión se realiza entre OLT y múltiples ONTs utilizando la red de fibra óptica común. En esta red de fibra están presentes los divisores ópticos que son los responsables de encaminar la señal procedente de la OLT a cada una de las ONT, como se puede observar en la figura 51.

24 Conectronica.com. CONECTrónica tecnología y elementos de conexión y conectividad. Estudio acerca de Video sobre IP y sus efectos en arquitecturas PON [Artículo en internet].<http://www.conectronica.com/FTTx-y-FTTh/Estudio-acerca-de-Video-sobre-IP-y-sus-efectos-en-arquitecturas-PON.ht>. [Consulta: 3 de noviembre 2010].

Figura 51. Componentes de una red PON.



(Fuente: <http://es.wikitel.info/wiki/Imagen:Soluciongpon-downstream.jpg#filelinks>)

Ventajas

- Aumento de la cobertura hasta los 20 km (desde la central). Con tecnologías DSL como máximo se cubre hasta los 5,5 km.
- Ofrecen mayor ancho de banda para el usuario.
- Mejora en la calidad del servicio y simplificación de la red debido a la inmunidad que presentan a los ruidos electromagnéticos.
- Minimización del despliegue de fibra óptica gracias a su topología.
- Reducción del consumo gracias a la simplificación del equipamiento.
- Más baratas que las punto a punto.

Desventajas

- Inversión inmediata más alta.
- Altos costos de construcción.
- Tiempos más largos para el despliegue de la red.

4.4.1.1. APON

APON o ATM-PON utiliza ATM como protocolo de nivel 2, y se considera una de las tecnologías PON con más control de operación, administración y mantenimiento de la red. Para transmisión en canal de bajada envía celdas ATM

estándar de 53 bytes (48bytes de carga útil y 5 bytes de overhead) junto al identificador de ONU correspondiente de 3 bytes; su máxima tasa soportada suponiendo solo un ONU es de 155Mbps (ampliado a 622Mbps), que se reparte en función del número de usuarios que se le coloquen. En canal de subida la trama está constituida por 54 celdas ATM en las que hay 2 celdas PLOAM (Capa Física de Operación Administración y mantenimiento) con direcciones de destino de cada celda e información de operación y mantenimiento de la red. En ésta solo se pueden hacer uso de ONUs y OLTs de iguales fabricantes con posibilidad de enlace a SDH y TDM para transporte WAN.

4.4.1.2. BPON

BPON o Broadband PON es una mejora realizada a APON, que permite integrar y obtener acceso a estándares banda ancha como Ethernet, distribución de video, VPL (Líneas Privadas Virtuales), multiplexación por longitud de onda (WDM), entre otros. En un principio se definió como una red simétrica con un ancho de banda de 155Mbps, luego se modificó a configuraciones simétricas de 622Mbps y asimétricas con 622Mbps de bajada y 155Mbps de subida. También se le hicieron revisiones para la capa de gestión y mantenimiento, QoS, asignación de ancho de banda dinámico, mecanismos de protección, capa de control de red ONT, capa de gestión de red para anchos de banda dinámicos, y para dar soporte al protocolo IP, video, VLAN y VC

4.4.1.3. EPON

EPON o Ethernet PON nace por las intenciones de llevar la tecnología Ethernet al área residencial y de negocios (directamente al hogar), por su simplicidad, rendimiento y facilidad de despliegue. Esto implica que ya no se transportan celdas ATM sino directamente tráfico Ethernet. Utiliza el estándar 8B/10B para codificación de línea, y se puede utilizar en modo full-dúplex. No requiere de arquitecturas extra (por ejemplo: SDH) para realizar el transporte WAN, como todo es Ethernet se optimiza el tráfico IP, se simplifican las redes y se eliminan costos

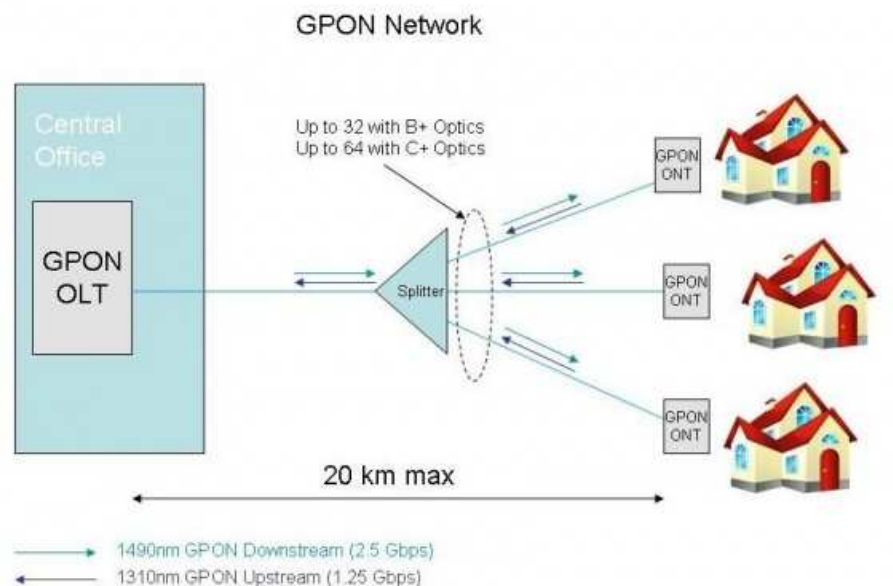
en conversión de protocolos. Trabaja a 1Gbps, con posibilidad a 10Gbps con el nombre de GEAPON (Gigabit Ethernet PON), que se dividen por el número de ONUs de un OLT, y permite el uso de técnicas multiplexación (Por ejemplo: WDM) para aumentar el ancho de banda por nodo óptico. Posee un alcance de hasta 20km. Permite ofrecer servicios *Triple Play*. Presenta QoS para canales de bajada y subida, y codifica las comunicaciones mediante el algoritmo DES (Data Encryption Standard).

4.4.1.4. GPON

GPON o Gigabit-Capable PON tiene como objetivo ofrecer un ancho de banda mucho más alto que sus anteriores predecesoras, y lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios basados en IP. Ofrece un soporte global multiservicio que incluye voz (TDM, SONET, SDH), Ethernet 10/100 Base T, ATM, Frame Relay, entre otros. Permite un alcance físico de 20km a 60km. Entrega soporte para varias tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622Mbps y de 1.25Gbps, y asimétrico de 2.5Gbps de bajada y 1.25Gbps de subida. Facilita la gestión, operación y mantenimiento desde la cabecera OLT al equipamiento de usuario ONU. Proporciona seguridad a nivel de protocolo (encriptación) por naturaleza multicast. Se espera supere la interoperabilidad de BPON permitiendo el uso de ONUs y OLTs de diferentes fabricantes.

En la figura 52 se observa la estructura de una red GPON.

Figura 52. Red GPON.



(Fuente www.FTTxtra.com)

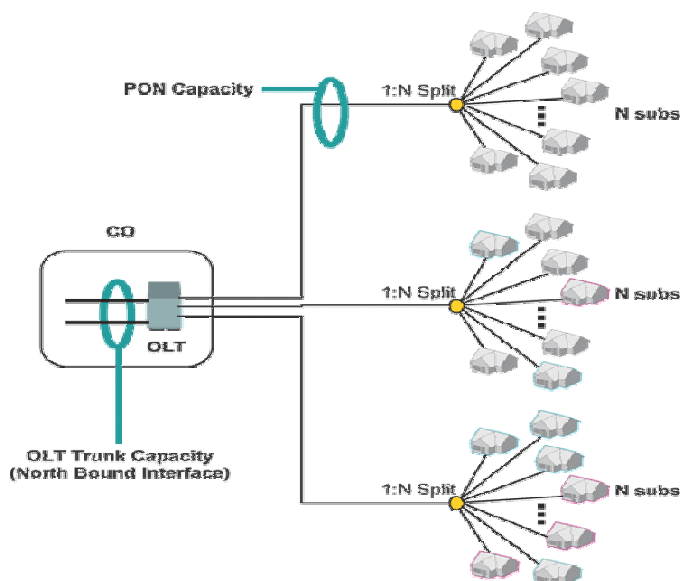
4.4.2. IPTV sobre redes PON

El estudio de las diferentes topologías PON se realiza para encontrar una implementación particular de PON que pueda soportar los requerimientos de ancho de banda de IPTV. Esto no es sólo importante en el extremo final del abonado, sino también en la central, donde se tienen que aplicar técnicas de multicasting.

La capacidad de la red PON debe garantizar una utilización máxima sin bloqueo del video, donde la arquitectura PON debe ser diseñada para trabajar con el tráfico habitual, y asegurar también la provisión de servicio durante picos de demanda en la red.

La capacidad de la red PON determina el máximo número de canales de video por abonado, pero la capacidad de hacer multicasting es crítica para poder manejar los servicios de video que se van a demandar sobre la red PON.

Figura 53. Capacidades de la red PON en Central y en el abonado Final.



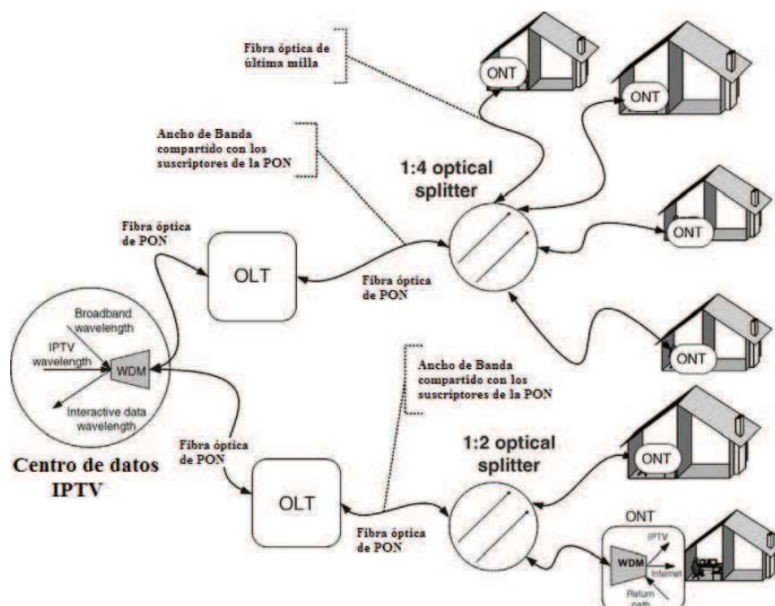
(Fuente www.conectronica.com/FTTx-y-FTTh/Estudio-acerca-de-Video-sobre-IP-y-sus-efectos-en-arquitecturas-PON.ht.)

En la figura 53 se puede ver el envío de canales simultáneos a diferentes abonados.

El servicio de video bajo demanda condiciona el ancho de banda necesario en el enlace entre OLT y abonado final, y dependiendo del servicio utilizado, se pueden utilizar técnicas multicast o solamente unicast. Utilizando técnicas de multicast, la red PON puede ser capaz de distribuir mejor el ancho de banda y asignarlo más eficientemente. Por el contrario, con una transmisión para todos los usuarios con unicast, el enlace entre OLT y red troncal requiere unas demandas mucho mayores de ancho de banda.

En la figura 54 se observa IPTV sobre redes PON.

Figura 54. IPTV sobre redes PON.



(Fuente: O'driscoll G. Next generation IPTV services and technologies. New Jersey: Wiley, 2008. 490 p.)

4.5. REDES INALÁMBRICAS DE LARGO ALCANCE

Las redes inalámbricas o wireless son una tecnología normalizada por el IEEE, que permite montar redes locales sin emplear ningún tipo de cableado, utilizando infrarrojos u ondas de radio a frecuencias desnormalizadas (de libre utilización).

4.5.1. Redes 3G – HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

Entre los servicios proporcionados por una red móvil, los servicios de datos han tenido una enorme tasa de crecimiento a través de los años, convirtiéndose en los generadores de tráfico dominantes en una red de telefonía móvil de tercera generación (3G).

Para manejar servicios avanzados de multimedia y datos, el sistema celular debe lograr una gran capacidad de sistema, y un control sencillo sobre los requerimientos de diferentes calidades de servicio (QoS), así como estar en la capacidad de manejar varias clases de tráfico con diferente simetría de tráfico y requerimientos de ancho de banda. Esto se logra con la incorporación de WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha) y otras técnicas de radio avanzadas como OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales).

En la versión 99 de las especificaciones del grupo de trabajo 3GPP (3rd Generation Partnership Project Agreement), son presentadas topologías de portador de radio y canal de transporte con el fin de obtener diferentes clases de servicio en el canal descendente (Downlink).

Por medio del canal dedicado (DCH – Dedicated Channel) y usando técnicas como VSF (Variable Spreading Factor) e “inner and outer loop power control”, se puede controlar la velocidad de datos, sin embargo, el mayor problema es que requiere un largo periodo de tiempo para su configuración. Al contrario de este caso, el canal compartido (DSCH – Downlink Shared Channel) permite la multiplexación en tiempo y tiene menor tiempo de re-configuración del canal, lo cual incrementa la eficiencia del sistema, logrando mayores velocidades de datos.

Con HSDPA la principal idea es la de incrementar la velocidad de datos con técnicas similares a las desarrolladas por los estándares de Global System for Mobile Communications (GSM)/Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE). De esta forma, son incluidas técnicas como Link Adaptation y Fast Physical Layer(L1) Transmission Combining.

Por otro lado, la retransmisión de bloques de radio puede introducir largos retardos considerables en el Radio Network Controller (RNC) el cual se basa en arquitectura Automatic Repeat Request (ARQ). Por tal motivo, para obtener velocidades de transmisión de datos altas es necesario agregar mayor capacidad de memoria y trasladar el control de adaptación de enlace (Link Adaptation) cerca

de la interfaz de radio. Para llevar a cabo estos dos requerimientos, fue introducido un nuevo canal de transporte para llevar los datos en esquema HSDPA, el cual se llama High-speed Downlink-shared Channel(HS-DSCH)²⁵.

3G es la tecnología que actualmente ha tenido mayor aceptación, o donde existe una mayor cuota del mercado, la principal ventaja de este tipo de redes es que la infraestructura más costosa ya está desplegada (se realizó en la época de la telefonía móvil). Por tanto las capacidades que necesita la red para dar soporte a los servicios IPTV no implican un gasto elevado como el hecho de desplegar una nueva red.

4.5.2. Redes WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

La necesidad, alta demanda y en algunos casos la obligación de contar con acceso a Internet en cualquier momento, a cualquier hora y en cualquier lugar, ha permitido la evolución de tecnologías para acceso a la “autopista de la información”, y ha motivado a los proveedores de servicio de internet, fabricantes e integradores a explotar masivamente este sector de las telecomunicaciones.

La implementación de redes metropolitanas inalámbricas ha permitido contar con nuevas alternativas para acceder a estos servicios y suplir dicha necesidad de conexión.

WiMAX está basado en el estándar IEEE 802.16 que permite ofrecer servicios inalámbricos de banda ancha en cualquier momento y en cualquier lugar. La tecnología WiMAX funciona de manera similar a las actuales redes inalámbricas de tecnología Wi-Fi, donde una estación base con una antena (Access Point) controla el acceso inalámbrico de los equipos a la red.

²⁵ Orbe C. Estudio de migración de sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico a IPTV con sugerencias en el ámbito regulador, [Tesis de pregrado]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica; 2010. 231 p

El estándar IEEE 802.16 fue desarrollado para brindar conexión "sin línea de vista" (LoS) entre una estación de suscriptor y la estación base con una celda típica de radio de tres a diez kilómetros. Uno de los entes encargado del estudio de esta tecnología, es WiMAX Forum (World Wide Interoperability for Microwave Access), la cual es una organización conducida por industrias del sector, sin ánimo de lucro, que surge con el objetivo de certificar y promover la compatibilidad y la interoperabilidad de productos inalámbricos de banda ancha. La certificación del WiMAX Forum significa que los productos son totalmente interoperables, soportan servicios de banda ancha fijo, portátil y móvil y cumplen con las exigencias del mercado²⁶.

La configuración de una red WIMAX se puede observar en la figura 55.

²⁶ Wimaxforum. <http://www.wimaxforum.org/>. [Consulta: 20 de noviembre 2010].

Figura 55. Configuración de una red wimax.



(Fuente: <http://library.thinkquest.org/04oct/01721/wireless/wimax.htm>)

Las redes WIMAX son las que mejor se adaptan a la difusión de señales tipo IPTV, ya que el área de cobertura con una sola estación base es bastante grande con respecto a otras tecnologías. Además, su ancho de banda es similar al obtenido en 3G/HSPDA, aunque hay versiones de WIMAX que permiten mayores velocidades a cambio de perder otras características.

El punto más crítico de esta tecnología es el precio de los dispositivos y de la implementación, pero en un lugar donde no existe ninguna otra tecnología para el intercambio de datos, aunque los dispositivos sean caros, el dinero necesario para dar una infraestructura de red es mucho menor que si se hace traer un medio cableado hasta el lugar objetivo.

4.6. REDES DE DISTRIBUCIÓN DOMÉSTICA

Las redes de acceso de alta capacidad como FTTH hacen llegar Internet de alta velocidad, video, televisión por IP y otros servicios directamente al hogar. El incremento de la movilidad ha provocado que muchos de ellos requieran ser

distribuidos sin cables, abriendo un camino a redes que integren señales tanto por cable como inalámbricas dentro del hogar y en recintos cerrados, con una distribución como la observada en la figura 56.

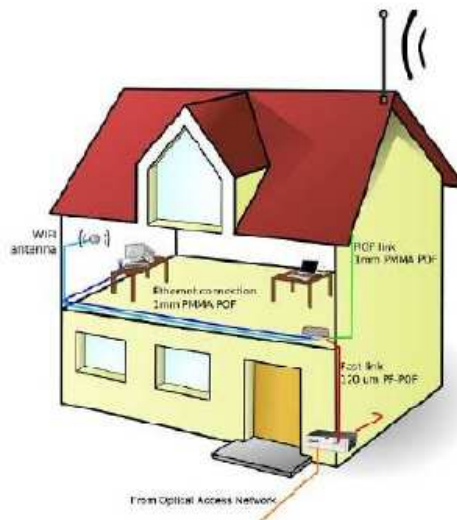
Para redes por cable existen dos tecnologías dominantes que han sido empleadas para enlaces de corto alcance en el hogar o recintos cerrados: los cables de cobre, trenzado o coaxial y fibras ópticas. Los cables de cobre fueron los primeros medios de transmisión y actualmente han sido relegados a enlaces de corta distancia y bajo costo dado su limitado ancho de banda pero gran facilidad de instalación. Por otro lado los enlaces ópticos sobre fibra han sido destinados para enlaces más largos y de mayor capacidad, ya que pueden transportar gran cantidad de información a miles de kilómetros de distancia. Sin embargo dado su alto costo y dificultad técnica de instalación, no es tan viable su incorporación a redes domésticas. En los últimos años se ha desarrollado un nuevo tipo de fibras ópticas capaces de combinar la facilidad de instalación de los cables de cobre con alta capacidad de las fibras ópticas. Se denominan fibras ópticas de polímero, en inglés Polymer Optical Fibers (POF) y se han convertido en una tecnología con mucho futuro para enlaces de corta distancia, que las hace una alternativa para redes de área local (LAN), redes de acceso al hogar, en edificios, etc.

Las principales características son un gran diámetro del núcleo (entre 120 μm hasta más de 1mm comparado con 50 y 62.5 μm de núcleo para fibras multimodo de silicio o los 10 μm de las monomodo), lo que simplifica y disminuye los costos conectores e instalación, uno de los problemas de las fibras de silicio. El uso de transmisores y receptores más simples y asequibles es posible, permitiendo además transmitir luz en rango visible, lo que hace más fácil comprobar el correcto funcionamiento del enlace. Pueden además transportar datos a gran velocidad (hasta 10 Gbit/s en 220 m), lo que ha convertido a las POF en una alternativa viable ante la creciente demanda de comunicaciones de alta velocidad para enlaces de corto alcance.

Además se vienen desarrollando nuevas aplicaciones dentro de las redes domésticas. Los objetivos son el desarrollo de nuevos sistemas de transmisión y modulación para redes dentro de edificios. Por ello se ha elegido a las POF, pensando en su instalación en redes domésticas, y cableado de edificios. El objetivo es realizar enlaces de alta velocidad con gran facilidad de instalación y bajo coste de todo el sistema. Además queremos integrar las redes inalámbricas en este tipo de sistemas, incrementando la flexibilidad, ya que se puede elegir el mejor medio en cada momento.

En la figura se muestra un ejemplo de cableado de red de un edificio con las aplicaciones en las que se está trabajando. La señal de red común es distribuida a través de una puerta de enlace (Gateway) a través de fibras POF de más alta velocidad (PF-POF), mientras que en la red interna de la vivienda se utilizan fibras PMMA-POF, con bajo coste pero características más limitadas en cuanto a longitud de los enlaces. Las señales inalámbricas pueden ser recibidas por medio de una antena en el tejado y enviadas al router a través de la fibra PMMA-POF.

Figura 56. Distribución de una red doméstica.



(Fuente <http://www.scribd.com/doc/35747386/Trabajo-Convergencia>)

Los primeros experimentos realizados sobre integración de señales RF y POF han consistido en un enlace en espectro visible, en el cual se lograron transmitir más de 200 Mbit/s a 50 m. Empleando las características del diodo emisor de luz se ha conseguido demodular y transmitir una señal de radio sobre la fibra, sin necesidad de utilizar un sistema más complejo para convertir la señal de radio en una adecuada para ser transmitida por cable. Por otro lado se está trabajando con enlaces de alta velocidad sobre PF-POF, aprovechando su mayor capacidad. Se han logrado transmitir velocidades de varios Gigabits por segundo a corta distancia (7 Gbit/s en 50 m y 4 Gbit/s en 150 m). Su facilidad de instalación y gran capacidad pueden ser las ventajas para ser utilizados en redes LAN de alta velocidad o cableado de edificios, sin necesidad de trabajar con fibras de silicio.

4.6.1. WI-FI

IPTV-WiFi tiene la particularidad de trabajar con tecnología MIMO (múltiples antenas simultáneas e independientes) frente a las antenas omnidireccionales clásicas de WiFi actual, de forma que siempre utiliza y potencia sólo las antenas que en cada momento garanticen una máxima cobertura.

Utiliza como técnica de modulación OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), en la banda de 2,4GHz, con canales que disponen de alrededor de 20 MHz, con tasas reales de transferencia de información superiores a los 100 Mbps a distancias mayores de los 300m, aspecto positivo para IPTV, que consume un ancho de banda muy importante.

4.6.2. Redes Ethernet

Ethernet ha ganado por mucho la batalla en convertirse en el método natural para aplicaciones IP. Los estándares Ethernet IEEE 802.3 han extendido velocidades para interfaces eléctricas y ópticas desde 10Mbps hasta 10Gbps, con posibilidades de aumento. Tarjetas para interfaces de este tipo han empezado a ofrecer mayor capacidad a menor costo, resultando esto en una dominancia sobre

otras tecnologías. Las empresas ahora desean interconectar múltiples sitios y conectarse a internet manteniendo el desempeño de sus aplicaciones y Ethernet de banda media permite esto.

La norma 802.3 es una especificación estándar sobre la que se monta Ethernet, un método de establecimiento de comunicaciones físicas a través de una red de área local o LAN, creada por el IEEE. 802.3. Especifica el protocolo de transporte de información del nivel físico dentro de una arquitectura de red a capas, tal como TCP/IP, basada a su vez en el modelo OSI.

Se definió en 1983 y hoy en día el término Ethernet se utiliza para referirnos a las especificaciones Ethernet incluidas en IEEE 802.3. En este tiempo ha sufrido numerosas ampliaciones que han servido para enriquecerlo, notable ha sido el aumento de su velocidad de transferencia de datos dando lugar a los conocidos: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10Gigabits Ethernet. También se han empleado distintos medios físicos para evaluar cuál de ellos ofrecía mejor capacidad de comunicación en relación con la velocidad, probándose mediante hubs, conmutadores y tipos de medios tales como la fibra óptica, los cables de par trenzado o coaxiales.

Todos los equipos de una red Ethernet están conectados a la misma línea de transmisión, y la comunicación se lleva a cabo por medio de la utilización un protocolo denominado *CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect)*, un protocolo de acceso múltiple que monitorea la detección de portadora y detección de colisiones.

4.6.3. Redes de comunicación con pulsos ultrawideband (UWB)

El término UWB, Ultra WideBand o banda ultra ancha en español, se usa para hacer referencia a cualquier tecnología de radio que usa un ancho de banda

mayor de 500 MHz o del 25% de la frecuencia central, de acuerdo con la FCC (Federal Communications Commission).

La tecnología wideband está emergiendo como posible solución para las comunicaciones inalámbricas de corto alcance y alta conectividad, gracias a su bajo costo y la simplicidad de sus sistemas, además permite obtener altas tasas de transmisión de datos en aplicaciones para varios usuarios. Por ello se define (UWB) como una tecnología en el rango PAN (Personal Area Network) que permite ratios de información de 480 Mbps en distancias cortas del orden de los metros (hasta 10m).

UWB difiere sustancialmente de las estrechas frecuencias de banda RF y tecnologías "spread spectrum" (SS) como BLUETOOTH y los IEEE 802.11, ya que utiliza un ancho de banda muy alto del espectro de RF para transmitir información siendo capaz de enviar más información en menos tiempo que las tecnologías anteriormente mencionadas.

Por otro lado, la tecnología de acceso basada en fibra óptica está considerada como la mejor candidata en cuanto a distancia y alta capacidad de transmisión. Por lo tanto la tecnología de UWB sobre fibra proporcionaría una buena solución para ofrecer servicios de IPTV a los usuarios, pudiendo además coexistir con otros sistemas de comunicación.

4.7. NUEVAS TENDENCIAS

Los servicios IPTV se multiplicarán por tres en los próximos dos años (hasta finales del año 2012). Se pronostica que el número de usuarios de TV a través de la banda ancha alcanzará los 71,6 millones en todo el mundo, lo que supondrá unos ingresos de 20.500 millones de euros para las empresas operadoras.

Europa lidera el desarrollo mundial pero los problemas aún serios de competencia y regulación jurídica impiden el pleno desarrollo de este tipo de servicios. Esto supone un elemento clave para que otros mercados con fuerte potencial de crecimiento como Brasil, Corea o la India avancen y se conviertan dentro de un lustro en los motores de este segmento.

En este año, 2010, 17 de los 34 socios de TVPC en Colombia han presentado solicitudes para distribuir televisión por el sistema IPTV, sumándose a los pedidos de Telmex, UNE y la licencia que tiene ETB²⁷.

En España, actualmente muchas compañías están apostando muy fuerte por el desarrollo de productos y servicios IPTV, Telefónica ofrece servicios de IPTV bajo su plataforma Imagenio. Jazztel ofrece también servicios de televisión IP en el portal Jazztelia TV, Ya.com u Orange, entre otras. El número de usuarios ha experimentado una subida considerable desde que se iniciaron los primeros servicios en el año 2005. De 200.000 usuarios de ese año, se llegó a 570.000 en el 2007 y a septiembre del 2008 la cifra alcanzaba los 683.000.

Imagenio es el segundo servicio IPTV con más usuarios del mundo, solamente por detrás del ofrecido por PCCW (el mayor operador de telefonía fija, móvil y de servicios de internet en Hong Kong). Aunque si se consideran los servicios de video bajo demanda Imagenio ocuparía el primer lugar.

En estos momentos el desarrollo de la IPTV se establece mayoritariamente en conexión con el uso comercial. La estrategia de las empresas de publicar sus mensajes publicitarios a través de una televisión por Internet, es apoyado por la potencia de penetración que posee este medio. La posibilidad de ofrecer sus

27 Plaza J. Colombia: cableoperadores se pasan a IPTV. [Artículo en internet] Prensario internacional, Televisión desde & hacia América Latina. Disponible en http://www.prensario.tv/Noticias/Colombia_cableoperadores_de_TVPC_se_pasan_a_IPTV.htm. [Consulta: 20 de noviembre 2010]

productos y servicios a través de la televisión consigue fijar en el usuario una imagen más cercana²⁸.

RETOS

Se tienen los siguientes retos a futuro para aplicar sobre IPTV:

- Aplicación del servicio de visionado en diferido: Este servicio permitiría ver un programa desde el principio aun cuando el mismo hubiese ya empezado, o hasta terminado. Sobre él, el usuario podría rebobinar o pausar el visionado, y cambiar a otro canal, ya que el servicio está construido sobre un buffer circular. Este sistema permitiría al usuario por ejemplo, empezar a ver un programa ligeramente más tarde de su programación real, y escoger o eliminar los anuncios comerciales que poseen.
- Reducción de costos: Multicast y otros protocolos relacionados son una opción para reducir el costo de red, pero está aún en estudio su despliegue a larga escala, para lo que se propone el uso de sistemas P2P (peer-to-peer) de intercambio de archivos, que permitirán aprovechar, administrar y optimizar el uso del ancho de banda de los demás usuarios de la red por medio de la conectividad entre los mismos, y obtener así más rendimiento en las conexiones y transferencias. Además se propone la implementación de servicios D&P (Download and Play), basadas en modos Best Effort.

28 Dornajo's blog. Just another WordPress.com weblog. IPTV: Un nuevo concepto de televisión. [Artículo en internet]. Disponible en <http://dornajo.wordpress.com/2010/02/21/iptv-un-nuevo-concepto-de-television/> [Consulta: 20 de noviembre 2010]

CONCLUSIONES

- La televisión IP se basa en la transmisión de señales de video a través de las redes de operadores de cable o de telefonía fija, empleando la conectividad ofrecida a los usuarios mediante las redes de datos basadas en el protocolo IP, ofreciendo un servicio adicional a los usuarios a través de la misma infraestructura, a lo cual se le añade calidad de servicio.

IPTV se puede ofrecer entonces dentro de servicios triple play que optimizan recursos, ya que un mismo operador puede proporcionarlos, y así poder disponer como usuario de una cantidad enorme de aplicaciones que brindan una mejor calidad de vida y un aprovechamiento de los avances tecnológicos en un porcentaje muy elevado.

Asimismo, IPTV puede hacer uso de plataformas basadas en tecnologías xDSL, que es uno de los medios más utilizado en nuestro entorno y posee un ancho de banda menor que el de los TVcable, donde la administración y gestión de sus redes para la optimización del uso del ancho de banda que dispone cada cliente y la red en general se vuelven factores importantes para lograr la calidad de servicio de operador a cliente, permitiendo llegar así con mayor cantidad de servicios hacia el televidente.

También se hace uso de redes de distribución entre las que se destacan las PON para fibra óptica, HFC en redes de cable, WIMAX y 3G en redes inalámbricas, y redes de distribución doméstica como WIFI, Ethernet y UWB, que representan la mejor alternativa para el acceso a IPTV por parte del usuario.

- Debido a que la transmisión de información utilizada por la televisión IP para obtener una imagen de televisión y el sonido asociado es realizada como bits de datos, esta permite a las empresas que se encargan de su difusión entregar más información de la que es normalmente posible con tecnología analógica, por el mismo ancho de banda que es actualmente ocupado para su radiodifusión, posibilitando la entrega de nuevos servicios de contenidos audiovisuales.
- Si bien los servicios interactivos no son exclusivos del mundo IPTV, es aquí donde adquieren su mayor potencial. El hecho de poder contar con un canal de retorno de banda ancha basado en IP permite un amplio espectro de posibilidades en cuanto al despliegue de servicios y su integración con otros ya existentes basados en la misma tecnología.
- En una red de IPTV el número de grupos de tráfico multicast están pensados para difundir un contenido multimedia que va a ser accedido por múltiples suscriptores del servicio en forma concurrente, para que de esta forma un único stream de video (flujo de paquetes de video sobre el protocolo RTP) pueda llegar a múltiples direcciones IP de destino correspondientes a los STB (Set-Top Box) de los usuarios que acceden a dicho contenido. También, mediante la estructuración de servicio de “guía de programación”, el cliente puede elegir los canales televisivos que desee ver en su determinado tiempo, y de esta manera solicitarlos o verificar la fecha y hora en la que se va a difundir el contenido de una determinada serie, película, etc., para de esta forma hacer una optimización de tiempo y recursos de extremo a extremo.

- IPTV es una nueva forma de obtener televisión, su alcance va mucho más allá de lo que hasta el momento se ha observado con la TV tradicional (terrestre, por cable o satélite), puede ser considerado como la suma de estos más servicios adicionales, entre los cuales se encuentra la interactividad proporcionada por su tecnología bidireccional.
- El advenimiento de tecnologías con mayor grado de interactividad, como la televisión IP, se puede implementar en sistemas que beneficien a la educación, ya que los proveedores del servicio pueden ofrecer en sus paquetes televisivos canales educativos en donde los usuarios puedan estudiar en línea, y reforzar sus conocimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Lloret J., García M. IPTV: La televisión por internet. España: Editorial Vértice, 2008. 256 p.
- Weber J., Newberry T. IPTV Crash Course. New York: McGraw-Hill Osborne Media; 2006. 336 p
- Ross S. Beyond the Box: Television and the Internet. Oxford: Wiley-Blackwell; 2008. 280 p.
- Held G. Understanding IPTV. Douban: Auerbach Publications, 2006. 189p.
- O'driscoll G. Next generation IPTV services and technologies. New Jersey: Wiley, 2008. 490 p.
- Simpsons W., Greenfeld A. IPTV ad internet video. Burlington, USA: Elsevier, 2007. 240 p.
- Gunn J. The basics of IPTV. Chicago, Illinois: IEC publicatios, 2007. 190 p.
- Martínez G., Jaramillo R. IPTV, análisis de la tecnología sobre distintos medios de transmisión e impacto en el núcleo de la red causados por servicios unicast y multicast. [Tesis de pregrado]. Valdivia – Chile: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería; 2008. 236 p.
- Monteros N. Diseño de un sistema para la prestación de tripleplay basado en protocolo internet para el concesionario de audio y video por suscripción. [Tesis de pregrado]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de ingeniería eléctrica y electrónica; 2009. 82 p.
- Orbe C. Estudio de migración de sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico a IPTV con sugerencias en el ámbito regulador, [Tesis de pregrado]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica; 2010. 231 p.

- D. Pérez Soler J., Coexistencia e integración de comunicaciones inalámbricas en sistemas de transmisión ópticos [Tesis de doctoral]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Comunicaciones; 2009. 247 p.
- Sánchez C., Evaluación de las arquitecturas de participación activa del proveedor de red en redes “peer-to-peer”: aplicación a escenarios de televisión IP, [Tesis de pregrado]. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid, escuela técnica superior de ingenieros de telecomunicación; 2010. 162 p.
- Axis communications. Compresión de video [artículo en internet]. http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/compression.htm [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- Duiops.Net. MPEG-4 [artículo en internet]. <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4.htm> [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- Hintze ITC, S.A. de C.V. Artículo. TripePlay, Video, voz y Datos [artículo en internet]. <http://hintzeitc.com/tripleplay.pdf> [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- TS TeleSemana.com., Seminarios Web. Dual Play’, Triple play’, Quad Play’... ¿y ahora qué viene?...‘TERA-PLAY!’ [Artículo en internet]. <http://www.telesemana.com/webinars/detalle.php?id=111> [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- Chávez Urrea Julio César. Protocolos de Red: Protocolo TCP/IP [Monografía en internet]. <http://www.monografias.com/trabajos/protocolotcpip/protocolotcpip.shtml?monosearch> [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- Kioskea.Net. Artículo. La compresión de video (códecs) [artículo en internet]. <http://es.kioskea.net/contents/video/compvid.php3> [Consulta: 01 de noviembre 2010].

- Grupo De Redes De Computadores. Transmisión en internet: Streaming de audio y video [artículo en internet]. www.grc.upv.es/docencia/tdm/practicass/P3.pdf [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- VoipForo. Protocolo SDP – SIP [artículo en internet]. <http://www.voipforo.com/SIP/SIPSDP.php> [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- Wikipedia.org. Real Time Streaming Protocol [artículo en internet]. http://es.wikipedia.org/wiki/Real_Time_Streaming_Protocol [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- EE Times Group, a UBM Company. Introduction to video compression [Sitio en internet]. <http://www.eetimes.com/design/signal-processing-dsp/4013042/Introduction-to-video-compression> [Consulta: 01 de noviembre 2010]
- Worldlingo tm. Artículo. Compresión video [artículo en internet]. http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Video_compression. [Consulta: 01 de noviembre 2010].
- Conectronica.com. CONECTrónica tecnología y elementos de conexión y conectividad. Estudio acerca de Video sobre IP y sus efectos en arquitecturas PON [Artículo en internet]. <http://www.conectronica.com/FTTx-y-FTTh/Estudio-acerca-de-Video-sobre-IP-y-sus-efectos-en-arquitecturas-PON.ht>. [Consulta: 3 de noviembre 2010].
- Gaptel. Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Comunicaciones. Oportunidades Y Desafíos De La Banda Ancha. [Artículo en internet]. <http://www.navactiva.com/es/descargas/pdf/2009/bandanacha.pdf>. [Consulta: 2de noviembre 2010].
- Wikitel.com., IPTV. [Artículo en internet]. <http://es.wikel.info/wiki/IPTV>. [Consulta: 2 de noviembre 2010].

- Wikipedia org. Passive optical network [artículo en internet]. http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_optical_network. [Consulta: 20 de noviembre 2010].
- Telnet-ri.es. Redes PON. [Artículo en internet]. <http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/pon-passive-optical-networks/>. [Consulta: 3de noviembre 2010].
- Dornajo's blog. Just another WordPress.com weblog. IPTV: Un nuevo concepto de televisión. [Artículo en internet]. Disponible en <http://dornajo.wordpress.com/2010/02/21/iptv-un-nuevo-concepto-de-television/> [Consulta: 20 de noviembre 2010]
- Plaza J. Colombia: cableoperadores se pasan a IPTV. [Artículo en internet] Prensario internacional, Televisión desde & hacia América Latina. http://www.prensario.tv/Noticias/Colombia_cableoperadores_de_TVPC_se_pasan_a_IPTV.htm. [Consulta: 20 de noviembre 2010]