

UNA MIRADA A LA TELEVISIÓN DIGITAL POR TECNOLOGÍAS IPTV A TRAVÉS DE LA RED DE COBRE CON TECNOLOGÍA ADSL

Franklin Guamán¹

1 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca,
franklin.guamano@ucuenca.edu.ec

Recibido: 31-03-2017. Aceptado después de revisión: 11-10-2017

Resumen: La necesidad de estar informado ha hecho que el hombre busque mecanismos inmediatos de comunicación, para estar enterado de todo el proceso evolutivo del planeta y de alguna manera convertirnos en un elemento fundamental de dicha evolución. En el transcurso del tiempo las nuevas tecnologías de la información se han convertido en uno de los medios más importantes para el desarrollo humano, así como un complemento cultural, intelectual y hasta un estilo de vida. Los servicios de comunicación tradicionales como es la televisión están siendo influenciados por el desarrollo de nuevas tecnologías y resulta necesario redefinir nuevas plataformas para las próximas décadas. El punto más importante de la evolución es la convergencia de la televisión analógica a la digital.

En este artículo se presenta una síntesis del estudio de la televisión digital utilizando el protocolo de Internet (IPTV) por intermedio de la red cobre con tecnología ADSL (Línea de Abonado Asimétrica Digital) actualmente es la alternativa sobre redes de banda ancha a las Plataformas “tradicionales” de televisión digital, integrando el mundo tradicional de servicios de difusión de televisión con el mundo del acceso online, así como proveer conceptos técnicos, condiciones necesarias para entregar el servicio, funcionamiento, protocolos necesarios para la transmisión digital, requerimientos mínimos, ventajas y desventajas del servicio.

Palabras claves: ADSL, IPTV, Red de Cobre, Televisión Analógica, Televisión Digital.

Abstract: The need to be informed has led man to look for immediate mechanisms of communication, to be aware of the evolution process of the planet and in some way, become a fundamental element of this evolution. As time goes by, new information technologies have become one of the most important means of human development, as well as a cultural and intellectual supplement, and a lifestyle. Traditional communication services such as television are being influenced by the development of new technologies and it's necessary to reshape new platforms for the coming decades. The most important aspect of this evolution is the convergence of analogue to digital television.

This article presents a synthesis of the study of digital television using the Internet Protocol (IPTV) through the copper network with ADSL technology (Asymmetric Digital Subscriber Line) which is, at present, the alternative mainly for broadband networks to “traditional” platforms of digital television, incorporating the traditional world of television broadcasting services with the online access world, as well as provide technical concepts, necessary conditions to deliver the service, operation, main protocols for digital transmission, minimum requirements, advantages and disadvantages of the service.

Keywords: ADSL, IPTV, Copper Network, Analogue Television, Digital Television

1. Introducción

El presente documento tiene por objeto de estudio el análisis de la necesidad de implementar la televisión digital utilizando el protocolo de internet (IPTV) a través de la red de cobre con tecnología ADSL (Línea de Abonado Asimétrica Digital), esto debido a los avances tecnológicos, mismo que van superando nuevas barreras día a día.

El auge de la televisión empieza a mediados de los años 50 ya que es cuando los servicios regulares de televisión se extendieron gradualmente por las grandes urbes del mundo. Un importante avance técnico registrado fue la incorporación del color a las transmisiones televisivas. La televisión hasta tiempos recientes fue analógica totalmente y su modo de llegar a los televidentes era mediante el aire con ondas de radio, también gradualmente avanza hacia la obsolescencia y falta de competitividad frente a otros medios como Internet. A medida que se generalice el “apagón analógico”, la oferta de equipos, componentes y aplicaciones para televisión analógica va decayendo, como ha sucedido con otras tecnologías.

La televisión digital es más que convertir las emisiones analógicas tradicionales al formato digital, ella codifica sus señales de forma binaria, generando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos y puede ser recibida de tres formas, además de video por Internet: antena satelital, cable y antena convencional terrestre, también representa una mejora en la calidad de la imagen y sonido. La televisión abierta actual, por su tecnología analógica, quedó rezagada frente a dispositivos como filmadoras, pantallas, computadoras y dispositivos portátiles.

La tecnología IP junto con la televisión digital proporciona una red flexible que se adapta fácilmente a las diferentes necesidades y permiten la fusión de flujos de voz (telefonía), datos (servicio de internet) y video (televisión) en una sola red.

2. Televisión Digital

Los sistemas de televisión han evolucionado aceleradamente a lo largo de su existencia basándose en un mismo principio de producción, pero diferenciándose según el método utilizado para transmisión y la calidad de servicio ofrecido al usuario. Sin embargo, la televisión abierta se veía limitada por la escasez de canales y contenido repetitivo, y como alternativa surgió el servicio pagado por cable o satélite [1].

La televisión digital es el conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido a través de señales digitales. A diferencia de la televisión analógica (la imagen y sonido se transforma en una señal eléctrica que adaptada convencionalmente se transmite por el aire hasta los televisores de los abonados) la televisión digital codifica las señales de forma binaria, generando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenido, puede ser recibida por varias vías entre ellas: Televisión Digital Terrestre, ADSL, Antena Satelital, Cable y Dispositivos Móviles. La televisión digital revoluciona el concepto que hasta ahora se ha tenido, a continuación, se citan algunas ventajas frente a la analógica:

- Mayor cantidad de canales
- Mejor sonido e imagen

- Numerosos servicios interactivos, además de servicios móviles.

A continuación, se presenta un breve análisis de cada uno de los formatos de televisión digital:

Tabla 1. Características de los protocolos de televisión digital.

DVB-T: Digital Video Broadcasting (Europea)	SDB: Services Digital Broadcasting (Japonés)
<ul style="list-style-type: none"> • Modulación OFDM (Orthogonal Frequency - Division Multiple Access) • Ancho de banda de 6, 7 u 8 MHz • Programación múltiple con calidad estándar e interactividad, pudiendo también transmitir en HDTV • Permite recepción móvil y portable 	<ul style="list-style-type: none"> • Modulación OFDM • Ancho de banda de 6 MHz con segmentación de portadas • Programación múltiple con calidad estándar e interactividad sin descartar alta definición • Permite recepción móvil y portable
ATSC: Advanced Television System Committee (USA)	DTMB: Digital Terrestrial Multimedia Broadcast (Chino)
<ul style="list-style-type: none"> • Modulación de amplitud VSM (Value Stream Map) • Ancho de banda de 6 MHz • Alta definición con sonido envolvente, sin descartar programación múltiple con calidad estándar e interactividad. • Sin recepción móvil ni portable 	<ul style="list-style-type: none"> • Modulación OFDM • Ancho de banda de 6, 7 u 8 MHz • Programación múltiple con calidad SDTV (Standard Definition Television) y HDTV (High Definition Television) • Permite recepción móvil y portable
ISDB: Integrated Services Digital Broadcasting (Brasileña)	
<ul style="list-style-type: none"> • Modulación OFDM • Ancho de banda de 6 MHz con segmentación de portadas • Programación múltiple con calidad estándar e interactividad sin descartar alta definición • Permite recepción móvil y portable 	

El estándar ISDB, tiene su fundamento en el estándar DVB (Digital Video Broadcasting), con ciertas diferencias ya que está diseñado para transmitir una señal fija y una señal móvil en simultáneo [2]. Este estándar fue creado en Japón y se diferencia de DVB en que la codificación y transmisión de la señal se realiza de forma segmentada dividido en 13 partes donde por ejemplo con un segmento puede ser utilizado para transmitir la señal a un dispositivo portátil (teléfono celular) ó 12 partes para transmitir señal definición a un receptor fijo en un hogar, permitiendo de esta manera optimizar los parámetros de una transmisión [2].

Ecuador adoptó el sistema brasileño para el desarrollo de su televisión Digital Terrestre (ISDB-TB), esta decisión trae consigo grandes mejoras en cuanto a imagen, sonido, variedad y calidad de contenidos, pero una de sus principales funcionalidades y atractivos es la

televisión interactiva, la misma que aprovecha las capacidades tecnológicas disponibles de la TV Digital para ofrecer una experiencia diferente al espectador [3].

ISDB-TB posee la capacidad de proporcionar servicios de HDTV o servicios multiprograma, además presenta una gran robustez frente a pérdidas ocasionadas por multitrayecto e interferencia, con lo cual se garantiza una excelente recepción tanto portátil como móvil [3]

3. IPTV (TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERNET)

IPTV es el acrónimo de Televisión sobre el protocolo de internet, comúnmente denominado como Internet Protocol Television o TV por ADSL, el cuál ha sido desarrollado basándose en el video a la carta (video - streaming) o retransmisión de vídeo propiamente dicho. Este sistema consiste en que la reproducción de los videos o películas no requieren una descarga previa por parte del usuario, sino que el servidor entrega los datos de forma continua, sincronizada y en tiempo real (al mismo tiempo que se envía, se está visualizando el video con su audio) [3]. Con esto el proveedor no tiene que transmitir un programa esperando a que el cliente le agregue o decida verlo, el cliente puede elegir su programación y solicitarla, de esta manera se personaliza la programación y el servicio, con ello también se difunde el pago por evento, el cliente también puede ver la programación que se está transmitiendo en ese momento [4]

La tecnología IP proporciona una red flexible que se adapta fácilmente a las diferentes necesidades y permiten la fusión de flujos de voz, datos y video, comúnmente denominado Triple Play, los beneficios se incrementan todavía más cuando se integran éstas a las aplicaciones ofimáticas de usuario final. Este es el eje por el que esta convergencia se ha desarrollado vertiginosamente y permite que tanto los sectores fijos y móviles busquen adoptarla.

IPTV es la distribución de canales de televisión tradicionales, películas, texto, gráficos, datos y contenido de video y audio bajo demanda sobre una red IP de banda ancha privada [5]. IPTV es un sistema que se utiliza para servicios de televisión digital a los clientes que previamente deben estar registrados en el sistema [5]. IPTV es una tecnología que facilita la transmisión de contenidos audiovisuales digitales a través del protocolo IP [5], [6]. Es distribuido a los usuarios finales mediante redes de acceso ADSL (residenciales) o Ethernet (empresariales) [6]. Permitiendo así, a los sistemas de televisión mejorar los servicios adquiridos por el usuario, de esa forma se habilita la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo así la posibilidad de crear aplicaciones interactivas.

IPTV requiere al menos unos 4 Mbit/s para recibir la señal de TV comprimida según el formato MPEG (Moving Picture Experts Group) – 2 o MPEG – 4, algo que se consigue fácilmente con los nuevos estándares de ADSL, como son ADSL2 y ADSL2+, que pueden llegar hasta 20 Mbit/s en bajada, sobre el bucle de abonado, siempre que la distancia a la central telefónica del proveedor del servicio no sea muy grande [7].

3.1. Servicios que brinda IPTV

Los servicios que podrá ofrecer IPTV son tan variados que se espera que se aumenten en su

número gradualmente, entre los que se pueden elegir son:

- La oferta ilimitada de canales de televisión digital y música.
- Programación de pago por evento.
- Video bajo demanda (VoD)
- Guía de programación electrónica (EPG)
- Grabación personalizada de video (PVR/nPVR).
- Publicidad interactiva.
- Servicios de información.
- Juegos
- E-mail
- E- learning
- Karaoke, entre otras tantas.

Como se puede apreciar IPTV ofrece una gran variedad de servicios, por lo que un usuario típico debe comprar un equipo receptor que conectará a su televisor o computador personal y pagará la suscripción mensual para acceder al servicio, la guía de programación se podrá visualizar en su equipo receptor, así mismo cada programa especial tiene un costo extra.

3.2. Ventajas de la IPTV

IPTV por sus propias características físicas y técnicas permite a los usuarios disfrutar de una serie de ventajas respecto a los usuarios de la televisión digital convencional. IPTV se destaca por la interactividad para el usuario, disponibilidad de varios servicios por un mismo medio, navegación por internet, juegos interactivos, entre otros [5]. A continuación, se detallan:

- Interactividad:
 - IPTV permite una televisión interactiva en ambas direcciones es decir interactúan el usuario y el proveedor del servicio [2].
 - Identificador interactivo de llamadas en la TV con control de video: muestra la información de la llamada entrante en la pantalla de la televisión y permite detener el programa y responderla, o bien, enviarla al buzón de voz y reanudar el programa [8], [15].
 - Time Shifting: el usuario tiene la posibilidad de descargar la película o el contenido deseado, además tiene la eventualidad de rebobinar hacia atrás, adelante, pausar, actúa como si se tratase de una cinta de video o DVD (Digital Versatile Disc) e incluso se puede solicitar a usuarios del servicio algún contenido que no se haya podido grabar.
 - Tendrá la posibilidad de conectarse a una videoconferencia o implementar un servicio de video vigilancia [8].
 - Mapas para aplicaciones de localización de la familia: los localiza y muestra su ubicación en la pantalla de la TV, usando la función de presencia en el celular del usuario [15].
- Codificación de videos para visualizarlos bajo demanda: se puede elegir qué película o programa ver y a qué hora verlo, es decir puede armar su propio plan de programación.

- Mayor contenido: cuenta con un almacén de películas en los servidores a disposición de los usuarios que las soliciten, mientras la televisión digital convencional solo puede tener un número determinado de películas.
- Ancho de banda: evita distribuir cada canal para cada usuario final, IPTV permite sólo enviar el canal que el usuario ha pedido, conservando el ancho de banda de red y garantizando calidad de servicio [9], utilizando tecnologías multicast para su distribución.
- Accesibilidad para múltiples dispositivos, es decir la visualización de contenidos IPTV no está limitada a televisiones. Los usuarios utilizan a menudo sus PCs y dispositivos móviles para acceder a los servicios IPTV [5], [8].

IPTV está muy por encima en lo que a prestaciones se refiere del resto de ofertas de televisión convencionales, este es su punto fuerte, pero también su punto débil, debido al gran volumen de información que se necesita transmitir para ofrecer todos sus contenidos, se requiere de conexiones a internet de gran capacidad, por lo que las operadoras deben actualizar sus infraestructuras para poder satisfacer todas estas demandas.

La tecnología IPTV basa su tecnología a través del streaming que consiste en la transmisión de contenidos a través de una red digital, dichos contenidos pueden ser accedidos sin la necesidad de descargar ese contenido [2].

3.3. Revisión de la arquitectura de IPTV

La infraestructura de IPTV, describe su topología mediante una red jerárquica compuesta de 4 secciones: 1) cabecera de red, 2) núcleo, 3) red de acceso que lleva el contenido multimedia al usuario final, 4) red residencial, detalladas en la figura 3.

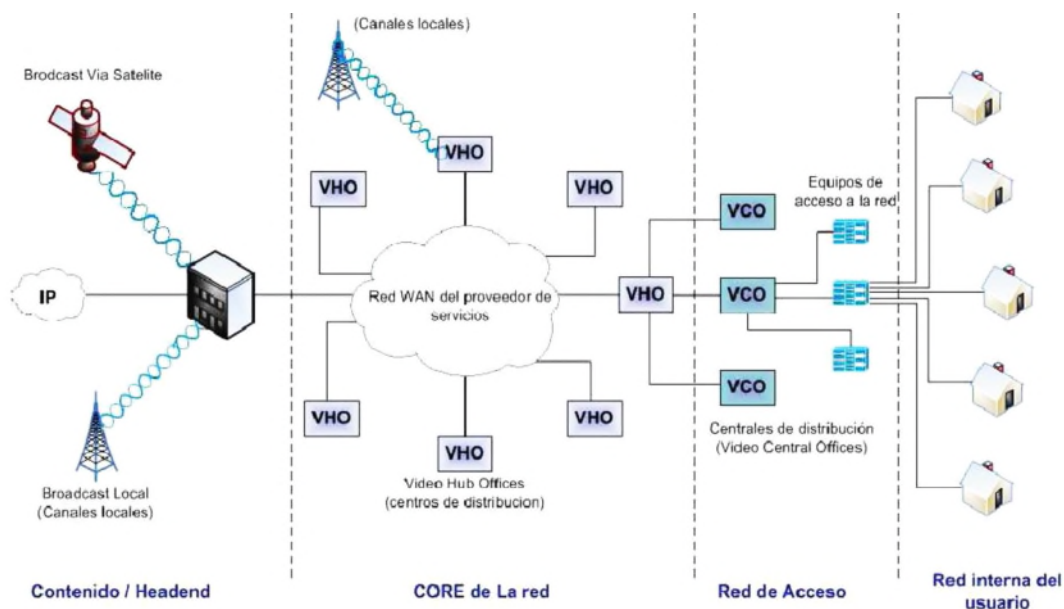


Figura 1. Secciones básicas de un sistema de IPTV [10].

La Cabecera de Red es el núcleo de la infraestructura de servicios IPTV, y recibe el contenido mediante una serie de dispositivos como receptores satelitales, redes de datos, retransmisiones en vivo, recibe también las peticiones de los abonados para proveer de contenido a los Set Top Box (STB) [5].

La red Core o núcleo se encarga de transportar todo el contenido del sistema, tal como el tráfico de alta velocidad de video, música y datos. El núcleo de la red es el mismo backbone del sistema IPTV que está encargado de llevar el tráfico de alta velocidad entre las regiones de servicios, es decir el contenido local y la inserción de una publicidad local para cada región podrían insertarse en el núcleo de la red [1].

La red de acceso también conocida como última milla, para llegar al suscriptor utiliza diferentes medios de transmisión, dependiendo mucho de quién brinde el servicio, es decir, puede ser una empresa de televisión por suscripción, una empresa de telecomunicaciones o el servicio puede ser brindado por una empresa de telefonía [11].

Esta red es la encargada de multiplexar los diferentes servicios hacia el abonado, proveyendo de suficiente ancho de banda para soportar diferentes flujos de tráfico o lo que para IPTV sería, múltiples canales de televisión [12].

La red de usuario es la responsable de distribuir los servicios de IPTV. Antes de ser distribuidos al usuario final, la señal de IPTV debe ser encriptada, luego es transmitida para llegar a un STB que convierte los datos digitales en señal analógica para que pueda ser interpretada por el televisor [13]. La salida de un STB puede ser un canal RF de televisión, señales de audio y video o señales de video digital [14].

El proceso de transmisión de la televisión sobre IP puede comenzar desde un servidor donde esté almacenado el video, desde una transmisión en vivo o puede ser una señal satelital. Para convertir la señal de la fuente en datos digitales, debe pasar por un codificador, luego estos datos digitales son encapsulados en paquetes IP. Antes de ser distribuidos al usuario final, la señal de IPTV debe ser encriptada, luego es transmitida para llegar a un STB que convierte los datos digitales en señal analógica para que pueda ser interpretada por el televisor [13]. Para que el STB soporte IPTV debería tener las siguientes características:

- Soportar MPEG2 y MPEG4/h264
- Resolución de alta definición hasta 1080p60
- Interfaz de Tv interactividad
- Conjunto de software basado en estándares abiertos
- Diseño ecológico con un consumo de energía muy bajo
- Canal de retorno
- Disco duro
- Mando a Distancia
- Memoria RAM (Random Access Memory), EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) y Flash

La tecnología IPTV basa su tecnología a través del Internet, sobre una conexión de banda ancha, la Tabla 2 muestra los diferentes tipos de medios de red de acceso para servicio IPTV.

Tabla 2. Vías y conexiones para red de acceso [1].

MEDIOS DE CONEXIÓN PARA LA RED DE ACCESO	
VÍA COBRE	Tecnologías XDSL (Diferentes Tipos de Tecnologías por línea de suscriptor digital)
VÍA RADIO	Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMax), MMDS (Microwave Multipoint Distribution Service, Servicio de Distribución, Multipunto por Microonda), LMDS (Local Multipoint Distribution Service, sistema de distribución local Multipunto), WLL (Wireless Local Loop, Bucle Local Inalámbrico)
VÍA FIBRA ÓPTICA	Redes Híbrido de Fibra y Coaxial (HFC). Passive Optical Network (PON) Coarse wavelength Division Multiplexing (CWDM).

- Acceso por par de cobre.

Existen operadoras de telecomunicaciones que utilizan tecnologías DSL (Línea de Suscriptor Digital) para entregar los servicios de banda ancha e IPTV a los hogares en su red de acceso. Ellos pueden elegir entre varias tecnologías DSL como los son: ADSL (DSL asimétrico) o DSL, DSL2, DSL2+ y VDSL. Los multiplexores de acceso a líneas de suscripción digital (DSLAM's) transfieren la señal proveniente de la fibra óptica hacia los cables de cobre para la entrega de DSL en los hogares de los clientes. Los DSLAM's a menudo son instalados dentro de los vecindarios, es por esta razón que a estos sistemas IPTV se le conoce con el nombre de despliegues de fibra en el borde o FTTC [11].

La red de acceso para la conexión con los DSLAM's ofrece el contenido de IPTV proveniente del núcleo de la red a través de una interface WAN Gigabit Ethernet (la cual puede ser fibra óptica o cable UTP) de los switches de distribución [11].

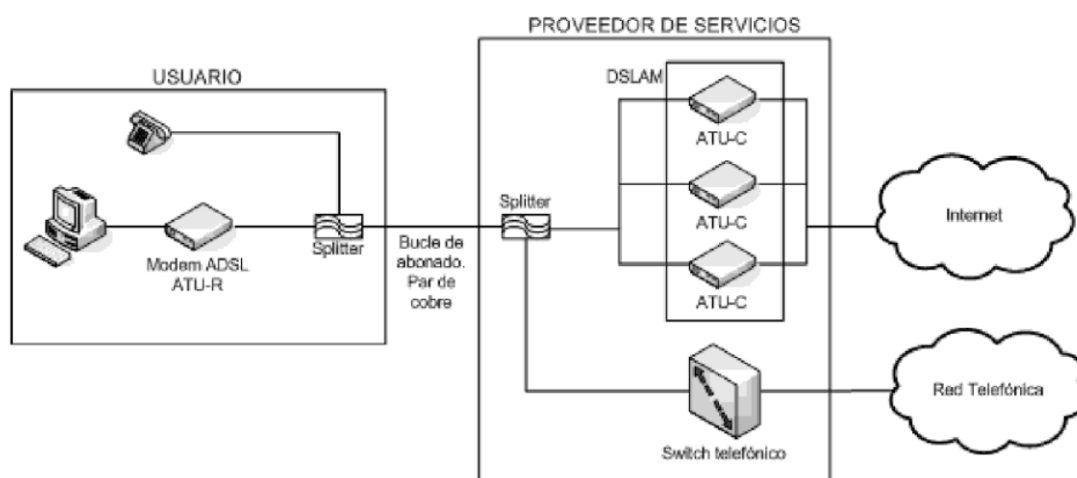


Figura 2. Esquema de interconexión del equipamiento xDSL [5].

- Acceso por fibra óptica

El consumo de ancho de banda tiene cada día más demanda, debido a estas peticiones, los operadores de servicios de telecomunicaciones se vieron obligados a implementar redes con fibra óptica, basándose en características especiales de la red, ofreciendo velocidades de transmisión más rápida y mejorando el ancho de banda para el usuario, mediante diferentes tipos de tecnologías de redes [1].

El término FTTx (Fiber To The x) denomina a las distintas posibilidades de despliegue de fibra óptica que varían de acuerdo con el alcance de la fibra y la proximidad al usuario final [17].

Los distintos tipos de FTTX, entre otros, son:

- FTTE (Fiber To The Enclosure): fibra hasta el armario de distribución.
- FTTB (Fiber To The Building): fibra hasta el edificio.
- FTTA (Fiber To The Apartment): fibra hasta el departamento
- FTTC (Fiber To The Curb): fibra hasta la acera.
- FTTH (Fiber To The Home): fibra hasta la vivienda.
- FTTN (Fiber To The Node/Neighborhood) fibra hasta el nodo del barrio.

Es una solución eficaz al momento de transportar datos de aplicaciones que requieren gran ancho de banda y conexiones veloces como video en tiempo real (ofrecido por IPTV) [17].

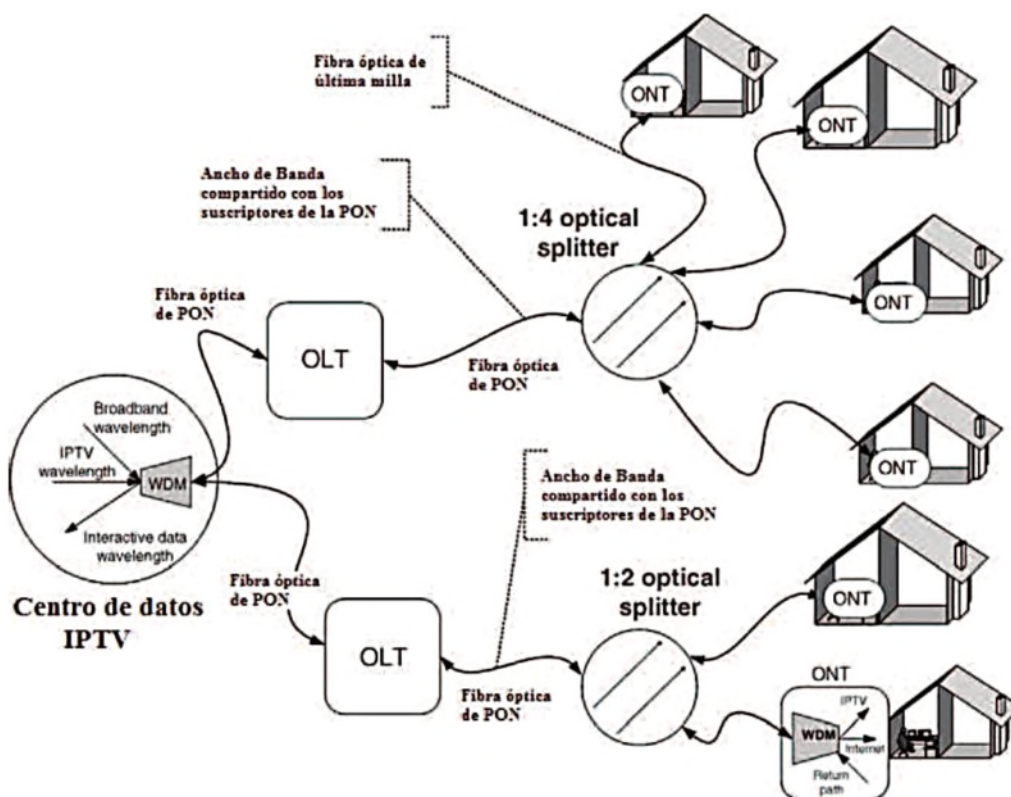


Figura 3. Red FTTh IPTV usando la tecnología PON [14].

En la figura 3, se muestra una estructura de red de basada en fibra óptica. Las terminaciones de línea óptica (OLT) usan componentes tales como fibra, cable y splitters ópticos para enrutar el tráfico de red a las terminales ópticas de red (ONTs) [14].

3.4. Formatos de video para IPTV

El empleo de un estándar abierto fomenta la competitividad en el desarrollo de dispositivos de codificación y, a su vez, reduce el costo de los mismos; promoviendo e incentivando al consumidor a gestionar más contenidos [16].

- MPEG-1: tiene una calidad similar a VHS y además es compatible con todos los ordenadores [1].
- MPEG-2: implementado para codificar audio y video en señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable, es usada en los formatos de DVD y permite imagen a pantalla completa con buena calidad.
- MPEG-4 parte 2: calidad mejorada respecto a MPEG-2, también permite mayor interactividad y control de los contenidos multimedia.
- MPEG-4 parte 10: usado en gran variedad de aplicaciones [1].
- H.261: se utiliza para videoconferencia, video telefonía y sirve como base para otros formatos.
- H.263: utilizado en videoconferencias y video llamada, pero con bajas tasas de transferencia, con calidad aceptable [1].
- H.264: es eficiente para almacenamiento de video, proporciona un alto rendimiento en compresión y es más robusto a errores de transmisión.

3.5. Instalación técnica del abonado para IPTV

El servidor IP permite enviar distintos flujos de vídeo a la vez para los distintos usuarios. La red de transporte es de alta capacidad, como garantiza la tecnología xDSL, y permite el flujo bidireccional de datos hasta estos servidores. Éstos serán, por lo tanto, los encargados de llevar el flujo de video a los distintos abonados al servicio [9].

- Filtro de audio: el filtro sirve para separar la señal vocal, transmitida a una frecuencia menor de la transmisión de vídeo e Internet, para garantizar una perfecta transmisión de las señales, sin interferencias entre ellas.
- Módem/router ADSL: se conecta por un lado a la línea telefónica con un módem ADSL y por el otro lado el decodificador. Este módem cursa tráfico IP, por lo que podrán conectarse a los ordenadores personales y permitirá también que se navegue a la vez por la red [10].
- Decodificador digital: al igual que sucede con la televisión por satélite o por cable, para poder ver la televisión el usuario necesita un decodificador de señales televisivas. En la televisión por IP los canales se difunden uno a uno hasta el abonado. Así, cada vez que el usuario pulsa el botón de su mando solicita al servidor que le proporcione el flujo de video del canal deseado. El descodificador descomprime y descodifica la señal de video que le llega, mostrándola al abonado.

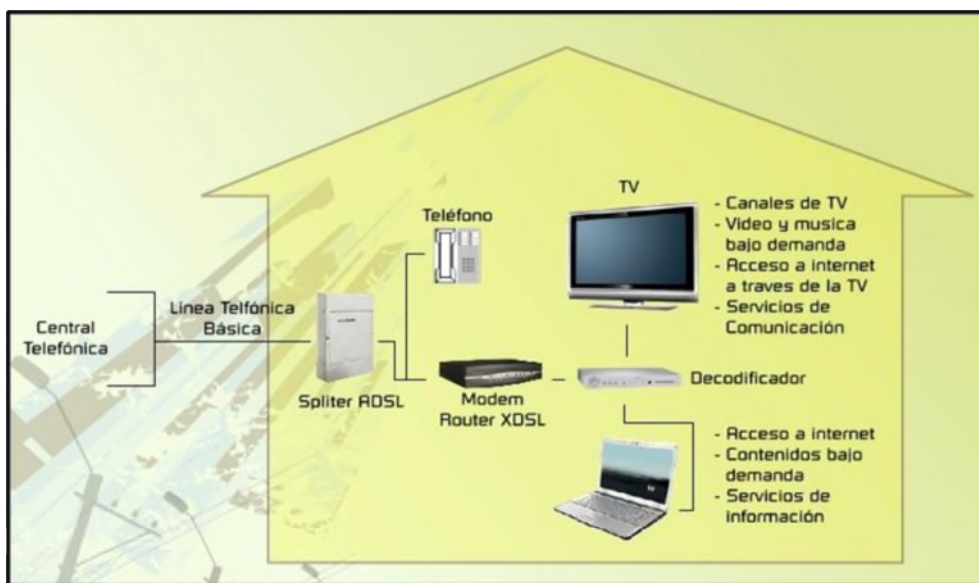


Figura 4. Esquema de una instalación de televisión digital por ADSL [18].

En la anterior figura se puede apreciar que a través de la línea de teléfono se recibe el canal de voz tradicional, un canal de datos ADSL y la señal de televisión IP. El módem/router establece la conexión ADSL del PC o PCs del abonado y también envía la señal de TV al decodificador. Los ordenadores personales del cliente pueden navegar con total normalidad por Internet, empleando el mando a distancia, el cliente actúa sobre el decodificador y solicita contenidos de televisión concretos a través de los menús interactivos que le ofrece el proveedor de contenidos. El decodificador solicita a los servidores IP de vídeo bajo demanda los contenidos elegidos por el cliente y una vez recibidos los muestra en pantalla en tiempo real.

4. REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS DE LA RED DE COBRE PARA SOPORTAR IPTV

Los cables telefónicos multipar están contruidos por grupos concéntricos y distribuidos desde el centro del cable hacia el exterior formando grupos de pares que pueden ser de 2, 4, 8, 10, 20, 50, 100, o más. Por otra parte, la identificación y numeración de los pares se la realiza siempre desde el centro hacia fuera, por ello en el diseño de una red telefónica, la distribución de los pares seguirá este mismo principio, llevando a concluir que los primeros pares del cable serán destinados a los usuarios más distantes de la central [18]. A continuación, se verán las características eléctricas principales que se deben considerar en un cable multipar:

- Resistencia de bucle del conductor: a la temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, la resistencia del bucle será la siguiente:

Tabla 3. Características para la resistencia de bucle de un conductor 26 AWG [18].

Conductor	Diámetro (mm)	Rbucle (Ω /Km)	Dmáx (Km)
26 AWG	0.4	$277 \pm 3 \%$	6.49

- Desequilibrio Resistivo: la diferencia de resistencia en corriente continua entre los dos conductores de un par no será mayor al 2% de la resistencia de bucle, con una flexibilidad de $\pm 5\%$ de dicho valor y nunca $> 17\Omega$.
- Resistencia de aislamiento ($M\Omega$ /Km, 20 °C, 500 Vcc): 5.000 mínimo
- Capacitancia mutua: considerando una frecuencia ≥ 800 y ≤ 1000 Hz, a una temperatura de $20 \pm 3^\circ\text{C}$ será de 52 ± 2 nF/Km y una máxima individual de 56 nF/Km para los conductores del cable de 0,4 mm.
- Desequilibrios Capacitivos (pF/Km): medidos a una frecuencia de 1000 Hz y a una temperatura de $23 \pm 3^\circ\text{C}$ deberá cumplir los siguientes valores:

Tabla 4. Desequilibrio capacitivo para conductor de 0.4mm de diámetro [18].

Diámetro conductor (mm)	Tipo desequilibrio	rms (medio)	Máximo individual
0.4	Par – Par	$45 \pm 2 \%$	$270 \pm 2 \%$
0.4	Par - Tierra	$574 \pm 2 \%$	2625 %

Para longitudes de cable diferentes de 1 Km. el desequilibrio par - par será corregido a valores de 1 Km. dividiendo el valor hallado por la operación siguiente:

$$X = L/1000)^{-1/2}$$

Donde, L, la longitud del cable en metros.

El desequilibrio par - tierra varía directamente con la longitud del cable.

- Telediafonía (db, 1000KHz): media mínima: 57; media individual: 35
- Paradiafonía (db, 1000KHz, N° pares > 51): media mínima 65; media individual: 45
- Rigidez Dieléctrica:

Tabla 5. Rigidez dieléctrica para conductor calibre 26 AWG [18]

Calibre	Diámetro (mm)	conductor / conductor	conductor / pantalla
26 AWG	0.4	2400(Vcc – 3seg)	10.000(Vcc – 3seg)

Atenuación para cables rellenos: los valores de atenuación de acuerdo con las normas de la CCITT medidos a 800 y 1200 ciclos a 20°C, pudiendo fluctuar con un $\pm 3\%$, serán:

Tabla 6. Atenuación para conductor calibre 26 AWG [18].

Calibre	Diámetro (mm)	0.8 KHz	1200 KHz
26 AWG	0.4	1.65 ± 0.06	2.02 ± 0.06

Impedancia: considerando una frecuencia de 800 Hz y 1 MHz deberá respetar los siguientes valores aproximados:

Tabla 7. Impedancia para conductor calibre 26 AWG [18].

Calibre	Diámetro (mm)	0.8 KHz. (Ω)	1 MHz. (Ω)
26 AWG	0.4	1029 ± 10	12.0 ± 15

4.1. Problemas para la transmisión digital en el par de cobre.

Los problemas que afectan la transmisión digital en el par de cobre se deben a diversos agentes, algunos de estos tienen relación a varios factores como son la resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica, resistencia de la pantalla de aluminio, capacitancia, entre otros, a continuación, se citan alguno de estos problemas:

- Diafonía
- Ruido
- Balance longitudinal
- Pantalla del cable y acometidas
- Falla de continuidad
- Falla de aislamiento

5. CONCLUSIONES:

IPTV no es solo el resultado de la convergencia tecnológica es también el fruto de años de investigaciones científicas y tecnológicas, lo cual ha permitido acceder al mundo informático de una manera entretenida e interactiva.

La aparición de las tecnologías xDSL ha permitido el soporte de servicios con un elevado tráfico sobre el par de cobre. Este hecho abre nuevas posibilidades de mercado, diseñando productos destinados a cubrir varias necesidades. La convergencia y la posibilidad de dar múltiples servicios por la misma red, es un factor que definitivamente caracteriza hoy al sector de las telecomunicaciones. Ello conlleva a que aparezcan también nuevas tecnologías entre ellas la FTTx.

Cuando se transmite IPTV hasta el usuario final, se emplea diversas tecnologías, dependiendo de las necesidades, ubicación, requerimientos y otros aspectos de acuerdo con el abonado. Ethernet es una tecnología de cableado para redes LAN, cuando el par de cobre o FTTx no es la idónea, otra opción aparece es WIMAX, la misma que maximiza el número de subscriptores.

Las operadas de telecomunicación cuentan con redes ADSL la cuales usan el par de cobre como medio de transmisión, ofreciendo a los abonados velocidades de 2.8Mbps de bajada y 350Kbps de subida. La tecnología GPON (Gigabit Passive Optical Network) que usa fibra óptica ofrece 1.2Gbps de velocidad simétricamente y con velocidades asimétricas en un enlace descendente alcanza los 2.4Gbps y en un enlace descendente ofrece 1.2Gbps.

Después de realizar un análisis, con la ayuda de un entorno virtual denominado Opnet Modeler, se verifico que GPON responde mucho mejor [17]. El impacto con relación al Delay y los paquetes transmitidos fue que, en GPON el Delay resultó ser mucho menor [17]. Por lo tanto, la navegación será más fluida y eficiente por GPON que por la tecnología ADSL.

Referencias

- [1] L. Benavides y E. Uguña, «Servicio de IPTV en Guayaquil», *INVESTIGATIO*, vol. 8, pp. 13 – 29, septiembre 2016.
- [2] S. Mina, “Análisis costo – beneficio de la implementación de IPTV”, Trabajo de grado, Ingeniería, PUCE, Quito, 2014
- [3] A. Morales, “Diseño de la red para interactividad en televisión digital terrestre e IPTV en el campus ESPE Sangolquí”, Trabajo de grado, Eléctrica y Electrónica, ESPE, Guayaquil, 2010.
- [4] L. Barahona, “Estudio y diseño de un sistema de televisión a través de redes de cobre a base de tecnología DSL”, Trabajo de grado, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Tecnología Israel, Quito, 2012.
- [5] J. Lloret, M. García y F. Boronat, *La Televisión por Internet*. Ediciones Vértice Books. 2008
- [6] J. Muñoz, A. Martínez y H. Paz, «Tecnología IPTV en Colombia», *Tecnura*, vol. 12, pp. 68 – 75, julio 2009.
- [7] J. Huidrobo, «IPTV, la televisión a través de Internet», pp. 39 – 44
- [8] A. Santos, *Televisión Digital vs IPTV* [online], 2011. Disponible en: <http://iptvandtvdigital.blogspot.com/2011/11/grandes-ventajas.html>.
- [9] P. Trujillo, “Análisis y diseño de un sistema de IPTV para el Hospital Eugenio Espejo en la ciudad de Quito”, Trabajo de grado, Electrónica, UPS, Quito, 2016.
- [10] O. Vladimir, “Estudio de factibilidad para la implementación de IPTV con resolución HD en la central de conmutación mariscal de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública CNT. EP., utilizando tecnología de acceso xDSL con nodos ópticos”, Trabajo de grado, Electrónica y redes de comunicación, UDLA, Quito, 2012.
- [11] C. Orbe, “Estudio de migración de sistemas de audio y video por suscripción bajo modalidad de cable físico a IPTV con sugerencias en el ámbito regulador”, Trabajo de grado, Eléctrica y Electrónica, EPN, Quito, 2010.
- [12] M. Gonzales, *La última milla* [online]. Redes Telemáticas, 2012, Disponible en: <http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/>
- [13] C. Vilorio, J. Freja y Y. Donoso, «Análisis de rendimiento de la transmisión de IPTV sobre ADSL, WiFi y LAN Extended», *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 23, pp. 84 – 103, junio 2008.
- [14] C. Melaños “Diseño de un sistema de televisión sobre IP para la empresa portadora TELCONET, para la zona urbana del distrito metropolitano Quito”, Trabajo de grado, Electrónica y Telecomunicaciones, EPN, Quito, 2009.

- [15] M. Norero, *Interactividad de IPTV* [online]. Gerencia, 2017, Disponible en: <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=1737&sec=3>
- [16] R. Bolívar y C. Hernández, «Los sistemas IPTV ¿una amenaza inminente para los actuales medios de teledifusión?» *Tecnura*, vol. 15, pp. 101-122, febrero 2011
- [17] C. Borja y D. Peña, “Análisis e impacto de la incorporación de IPTV sobre una red GPON”, Trabajo de grado, Sistemas, UPS, Cuenca, 2014.
- [18] F. Guamán y J. Cordero, “Estudio de la Televisión Digital por Tecnologías IPTV a través de la Red de Cobre con Tecnología ADSL” Trabajo de grado, Electrónica, UDA, Cuenca, 2009.