

## La enseñanza de tecnología IPTV en la implementación del servicio de audio y video

The IPTV technology experiment in the implementation of the audio and video service

A experiência da tecnologia IPTV na implementação do serviço de áudio e vídeo

### Pablo Augusto Quijije

Magister. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil Ecuador, pquijije@fiec.espol.edu.ec,  
<https://orcid.org/0000-0001-9384-1455>

### Cristian Mauricio Landacay

Magister. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil Ecuador, landypapo@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0003-0289-2666>

### César Yopez

Magister. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil Ecuador, cyopez@espol.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-8096-4405>

---

Recibido marzo 2017 – Aceptado julio 2017

Formación docente - revista iberoamericana de educación  
<http://www.revista-iberoamericana.org/index.php/es/index>  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>  
e-ISSN: 2737-632X

Vol – 1 No. 1, enero – diciembre 2018  
Pags 80-93

---

**Resumen** El presente trabajo comienza con el estudio de la tecnología IPTV y el conocimiento del equipamiento instalado en la red inalámbrica Punto Multipunto de la Empresa CELERITEL que es un Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico (WISP), cuyo nodo principal se ubica en el Cantón General Villamil Playas. A continuación se realiza las pruebas de transmitir archivos multimedia en formato .avi y .mpg, con la ayuda de la aplicación Windows Media Player que se instala y ejecuta en dos computadoras ubicadas en el lado del transmisor y en el lado del receptor. En los equipos Cambium se realizó la configuración para que funcionen en modo multicast que permite el uso eficiente del ancho de banda. En el lado del receptor se mide la calidad

del servicio de audio y video mediante los parámetros de red como latencia, jitter, paquetes perdidos, ancho de banda, tiempos de conexión y los niveles de indicadores de los equipos de radiofrecuencia. Todos los parámetros son aceptables para la transmisión, lo que se comprobó además es que los dos contenidos multimedia inyectados más el servicio de internet consumen toda la capacidad de la red inalámbrica que es 3Mbps segmentado para cada cliente. Al final se propone un Diseño de un Sistema IPTV que proveerá de programas en vivo, y con soporte de servicios VOD.

**Palabras clave:** IPTV, WISP, multicast

**Abstract.** The present work begins with the study of the IPTV technology and the knowledge of the equipment installed in the Multipoint Point network of the Company CELERITEL which is a Wireless Internet Service Provider (WISP), whose main node is located in the Canton General Villamil Playas. Next, the tests of transmitting multimedia files in .avi and .mpg format are carried out, with the help of the Windows Media Player application that is installed and executed in two computers located on the transmitter side and on the receiver side. In the Cambium equipment the configuration was made to work in multicast mode that allows the efficient use of bandwidth. On the receiver side, the quality of the audio and video service is measured through network parameters such as latency, jitter, lost packets, bandwidth, connection times and the indicators levels of the radiofrequency equipment. All the parameters are acceptable for the transmission, what was also verified is that the two multimedia contents injected plus the internet service consume all the capacity of the wireless network that is 3Mbps segmented for each client. At the end we propose a Design of an IPTV System that will provide live programs, and with the support of VOD services.

**Keywords:** IPTV, WISP, multicast.

**Resumo.** O presente trabalho de empresa com o estúdio de tecnologia IPTV e o equipamento instalado no equipamento vermelho Punto Multipunto da Empresa CELERITEL, que é um fornecedor de serviço de Internet inalável (WISP), o principal fornecedor de serviços de voz do Cantão Geral Villamil Playas. A continuação de realizar os arquivos de transmissão mutados no formato .avi e .mpg, com a ajuda do aplicativo Windows Media Player que instala e executa os computadores ubicados no lado do transmissor e no lado do receptor. Nos equipamentos Cambium, realize a configuração para que funcione no modo multicast que permite o uso eficiente da banda de banda. No lado do receptor, você pode ajustar a qualidade do serviço de áudio e vídeo usando os parâmetros de vermelho como latência, jitter, pacotes perdidos, ancho de banda, tempos de conexão e niveles de indicadores de equipamentos de radiofrecuencia. Todos os parâmetros sonoros aceitáveis para transmissão, que incluem também os que contêm conteúdos multimídia integrados, além do serviço de Internet consumido em toda a capacidade do dispositivo vermelho de 3Mbps segmentado para cada cliente. Finalmente, proponha um Projeto do Sistema IPTV que comprove programas ao vivo, e com o suporte de serviços VOD.

**Palavras-chave:** IPTV, WISP, multicast.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se basa en la tecnología IPTV para experimentar si los equipos Cambium Network de la red WLAN del WISP soportan la transmisión de audio y video. Que en conjunto con un análisis a los clientes de CELERITEL, para conocer su satisfacción con respecto al servicio de televisión pagada que reciben, y un estudio de la normativa vigente ver si el servicio de audio y video por suscripción bajo la modalidad de IPTV está

regulado para ser ofertado. Esto permitirá a CELERITEL ver los pasos que debe realizar antes de realizar cualquier inversión. En ese sentido servirá como modelo a otros WISP que desean ofertar el servicio de televisión e internet al mercado para aumentar su cartera de servicios.

La empresa CELERITEL opera con Equipamiento Cambium Network que entre sus características técnicas está el soporte del protocolo IGMP, multicast, y otras que permiten un uso eficiente del ancho de banda y transmitir mayor cantidad de tráfico como el audio y el video.

En esta misma línea, empleando el estándar internacional IEEE 802.11n modificado, que opcionalmente puede reemplazar la capa MAC del estándar por una MAC TDMA50 libre de colisiones, se buscará tener la capacidad de integrar contenidos multimedia[1].

El diagrama del sistema IPTV propuesto se compone de Cabecera IPTV, Red de Distribución, Red de Acceso y Red del Cliente. Lo que se añade a la actual infraestructura del WISP es la cabecera IPTV y los equipos decodificadores en la red del cliente. La cabecera IPTV se estructura de dos etapas: Adquisición y Procesamiento de contenidos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La adquisición de contenidos o canales nacionales e internacionales se recepta mediante tres antenas parabólicas de foco primario, una de ellas funciona en la banda KU y las otras dos en la banda C.

El procesamiento de los contenidos lo realiza el equipo NetUP Combine 16x integrado por un potente servidor de streaming (streamer), una aplicación VoD, un sistema de administración (middleware) y un software de facturación.

El streamer de NetUP combina las funciones de un receptor y un streamer IP, sintoniza las 9 señales captadas por el plato satelital, realiza una corrección

de errores y decodifica el contenido. A continuación lo comprime y configura del Bit Rate con el mejor formato de compresión. Este contenido se encapsula en flujos MPEG- TS para ser transmitidos en paquetes IP en modo multicast. El Servidor middleware permite acceder al contenido multimedia, ya que todos los Set-top boxes se comunican con este servidor para solicitar la programación requerida por los usuarios. Es decir hace de intermediario entre los equipos de usuarios y servidor streaming o de contenidos.

El Middleware administra y autentica los usuarios, controla las transacciones y sesiones establecidas con los STB. Además es el Responsable de mantener la EPG y coordina con los sistemas externos como el VoD, Facturación y Control de Acceso (CAS).

El sistema de facturación ejecuta las siguientes funciones[2]:

- Mantenimiento de base de datos de suscriptores.
- Tarifas de servicios disponibles.
- Creación y administración de planes por tarifa.
- Administración de tarjetas de acceso.
- Reportes financieros.

El sistema de facturación se puede integrar con cualquier sistema de terceros que controle servicios como el internet, telefonía, etc.

Todos los servidores que integra el equipo NetUP Combine 16x, trabajan en conjunto para que el servicio de audio y video sea transmitido en tiempo real e interactivo para el operador.

Es responsable del transporte de los paquetes IP inyectados por la cabecera IPTV que se envían hacia la red de acceso en un modo full dúplex. Por lo que se agrega un Switch Gigabit Ethernet Zyxel que va estar ubicado en la

cabecera. Este equipo tiene capacidad de 8 interfaces de Gigabit Ethernet soporte en cada una de ellas de los protocolos IPTV.

Es la red interna, que inicia en el Modulo Suscriptor y se distribuye a petición y necesidad del cliente. En esta red se instala los IP STB que decodifican los contenidos que son procesados en la cabecera de IPTV, que son solicitados por el usuario por medio de la Guia Electrónica de Programación y enviados por el streamer.

Es la Red inalámbrica de Acceso Local (WLAN) operativa que permite el acceso al suscriptor. Esta red está configurada en modo Punto Multipunto como se muestra en la Figura 2. En donde el Punto de Acceso es el ePMP 1000 y el módulo suscriptor es el ePMP Force 180. en la cabecera IPTV.

El Multicast confiable es soportado solo en modo TDD. El sistema detecta automáticamente si un cliente se suscribe a una transmisión de multicast específica manejando una solicitud de unión IGMP apropiada.

La transmisión de video en multicast se transmite a todos los usuarios suscritos utilizando solo la velocidad de datos MCS (Modulation and Coding Scheme) más óptima. Además los paquetes individuales son retransmitidos si se necesita en la presencia de alta interferencia. Este mecanismo asegura la entrega confiable de paquetes bajo todas las condiciones. Con la opción de Multicast Confiable habilitada, el AP envía tráfico Multicast con el mejor MCS solo a los Módulos Suscriptores que han registrado peticiones de suscripción IGMP desde el equipo en la LAN. Y cuando Multicast Confiable está deshabilitada, el AP envía el tráfico Multicast IGMP usando MCS 1 a todos los SMs[3].

Se configura la cantidad máxima de grupos Multicast / IGMP simultáneos permitidos en el SM. Se establece en 0 para desactivar la limitación. SM ejecuta la inspección de grupos de multidifusión en caso de que el Límite de grupo de multidifusión esté habilitado. Cuando el Límite de grupo de

multidifusión está desactivado: SM pasará el tráfico incluso sin la suscripción al Grupo de multidifusión IGMP.

**VLAN de multidifusión.** Agregamos una VLAN al tráfico multicast, ingresamos al puerto LAN del SM antes de enviarlo al AP y el SM eliminará la dirección opuesta al tráfico Multicast (etiquetado con ID de VLAN de multidifusión) ingresando en el puerto WAN del SM antes de enviar a el puerto LAN del SM.

**Prioridad de VLAN de multidifusión.** Agregamos el valor de Prioridad en el campo de etiqueta 802.1Q en el Marco de Ethernet. Multidifusión mediante el protocolo IGMPV2 mediante el IP 224.0.0.251.

En la prueba de campo realizada en el WISP, los equipos radio y computadoras se conectaron bajo el diagrama de red de la Figura. 3. Se simuló un servidor streamer y cliente con la instalación y ejecución de una aplicación gratuita Video Lan Client (VLC). VLC actua como servidor, realizando todas las labores de streaming y transcodificación [5]. En este programa se configuró dirección IP, protocolo RTSP, nombre del canal “LAN”, puertos 8554 y 8555 y en el lado de cliente se realizó una petición a la IP del servidor previamente configurado. Esto permite receptor dos películas en formato .avi y .mpg, resolución estándar, con un tamaño de 1.33 GB y 788 MB..

La calidad de Servicio en los Equipos Cambium ePMP se aplica únicamente al tráfico que ingresa al puerto Ethernet del dispositivo y sale de la interfaz de radio del dispositivo a través del enlace de radio.

Los dispositivos ePMP 1000 que hace la función de Punto de acceso dan QoS para datos asignando una alta y baja prioridad que ingresan al puerto Ethernet y salen del dispositivo a través del enlace descendente de la radio.

El Módulo suscriptor ePMP Force 180 ofrece QoS para datos de alta y baja prioridad que ingresan al puerto Ethernet y salen del dispositivo a través del enlace ascendente de la radio.

Para priorizar el tráfico de video, el equipo debe marcar los paquetes que ingresan al puerto Ethernet del AP. basado en la dirección IP destino y su respectiva mascara de subred.

Además estos equipos a nivel de radiofrecuencia proporcionan un esquema de modulación adaptativo para lograr una capacidad óptima en todo momento.

## RESULTADOS

En La Tabla 1 muestra un resumen de los parámetros relevantes en el lado del cliente que me indican que la calidad del servicio de audio y video que recibo.

**Tabla 1.** Parámetros del Lado del Cliente

<i>Latencia promedio</i>	37	Ms
<i>Jitter</i>	12	ms
<i>Ancho de Banda Efectivo</i>	2.8	Mbps
<i>Número de paquetes perdidos</i>	248	-
<i>Tiempo promedio de Conexión</i>	71	ms
<i>Velocidad de Recepción</i>	2.94	Mbps
<i>Relación Señal a Ruido</i>	55	dB
<i>Potencia Recibida</i>	-41	dBm

### Análisis Económico

#### Estudio de Mercado

Las encuestas realizadas a los clientes de CELERITEL determinan que las dos empresas que proveen del servicio de audio y video por suscripción es

DIRECT TV y TV PACIFIC que utilizan la tecnología satelital y cable respectivamente. Las dos empresas tienen un 50% de clientes cada uno. DIRECT TV tiene su mayoría de mercado en las partes rurales y en cambio TV PACIFIC en la parte urbana. La tarifa promedio que pagan por el servicio es de \$21.70, pero están dispuestos a pagar hasta \$25 con mayor número de funcionalidades.

### **Tarifa del Servicio Multimedia con Tecnología IPTV**

Para obtener una tarifa por el servicio de televisión se considera la definición (definición estándar y alta definición (HD)) y número de los contenidos que son ofrecidos por paquetes. Como también se consideró el precio vigente en el mercado actual. Se incluye la instalación y el soporte técnico. Se ofrecerá el servicio de IPTV con un ancho de Banda de 8 Mbps para el servicio Standard y 16 Mbps para el servicio HD que garantiza la calidad en los servicios brindados tanto de TV e Internet. Estos ingresos se detallan en la Tabla 2.

El sistema IPTV es un sistema cerrado, que el operador (WISP) tiene más control sobre el acceso de los contenidos que brinda para así poder perfeccionar modelos de negocios como PPV (Pay Per View). No obstante, los ingresos procedentes de los servicios de IPTV representarán solo una pequeña parte del volumen de negocios total de las comunicaciones a corto y medio plazo. A largo plazo, los actores del mercado podrán contar con ingresos más importantes gracias a los contenidos premium y los servicios con valor añadido”.

**Tabla 2.** Concepto de servicio

# Cant.	Concepto por Servicio Multimedia	Costo Unitario en Dólares (\$)
1	Servicio de Instalación de STB Principal	\$ 75.00
1	Servicio de Instalación de STB Adicional	\$ 25.00

El Costo Total de Proyecto es de los 160,088.04 que incluye el Costos Total por Operación del WISP, Costo por Contenidos Adquiridos, Costo por Operación y Mantenimiento y Costo por Permiso por el Servicio de Audio y Video (AVS). Se describen estos gastos en la Tabla 3.

La Inversión del presente proyecto es de \$ 188,267.04 puesto que la misma es la suma del Costo Total del Proyecto más el Costo por Adquisición de Equipamiento IPTV que es de \$ 28,179.00.

Mediante la comparación de dos Flujos de Caja Netos proyectados, uno sin Deuda y otro con Deuda se evaluó que la mejor opción de financiamiento del proyecto es realizar el proyecto con deuda; ya que genera un mayor Valor Actual Neto (VAN) y una menor Tasa Interna de Retorno (TIR). La recuperación del capital se estima en dos años cuatros meses.

El tema de regulación del servicio de Televisión con tecnología IPTV ha generado un debate regional respecto a si deben o no ser regulados como servicio de telecomunicación o como servicio de televisión; debido a esto, no existen normas claras, y el debate continúa hoy en día, por lo que las

normativas de regulación para IPTV se están realizando de acuerdo a las características y necesidades de los mercados de cada país

Colombia y Chile son los países que han iniciado la reglamentación de la tecnología IPTV en la región. En Colombia cualquier servicio de televisión por suscripción, que no se encuentre soportado en la red pública Internet “televisión por Internet”, y que utilice el protocolo IPTV es, legalmente un servicio público de televisión

En el Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción, se cuenta con Fichas Descriptivas que definen cada uno de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión por suscripción. En la misma constan 3 modalidades: Televisión por Cable Físico, Televisión Codificada Terrestre y Televisión Codificada Satelital.

Se sugiere que se incluya en las en la Ficha Descriptiva de Servicio por Suscripción, tecnología IPTV como nueva modalidad de transmisión..

Se considera al servicio multimedia con tecnología IPTV como servicio de radiodifusión por suscripción. La Ley Orgánica de Telecomunicaciones manifiesta que el título habilitante para ofrecer el servicio de audio y video por suscripción es la autorización que se instrumentará a través de un permiso [7].

CELERITEL como empresa privada deberá tener dos Títulos Habilitantes. Siguiendo estas líneas, la reglamentación del fenómeno de convergencia debe estar encaminada a la creación de un único título habilitante o licencia de servicios con el cual un operador tenga la capacidad de ofrecer los servicios tradicionales y sus innovaciones y no como se ha hecho hasta el momento en otorgar títulos habilitantes para cada servicio que se quiera prestar según la ARCOTEL.

## CONCLUSIONES

La plataforma de banda ancha inalámbrica Cambium Networks ePMP de los equipos ePMP 1000 y el Force 180 de la red de accesos de CELERITEL soportan el mecanismo de entrega multicast utilizando el protocolo IGMPV2. Esta capacidad permite la transmisión confiable de flujos de contenido multimedia con calidad de servicio incluso en ambientes alta interferencia, así garantiza el rendimiento de la red para la entrega de audio y video por medio de la tecnología IPTV.

Se diseña un sistema IPTV con la red WLAN de CELERITEL como la red de acceso para transmitir contenidos en tiempo real adquiridos mediante recepción satelital. El esquema añade una cabecera IPTV y los STB en el lado del cliente. Esto permite, en el lado del proveedor tener un control y administración de los STB para que en lado del cliente se recepte programas de calidad. EL equipo NET UP Combine 16x de la cabecera es para pequeñas y medianas infraestructuras como el WISP analizado. Además que permite agregar otros servicios como VOD que no son ofertados en este estudio.

El proyecto resulta muy atractivo y rentable, incursionando con deuda ya que resulta en un mayor VAN y una menor TIR y los valores a cancelar de acuerdo a la tabla de amortización se reparten a través de los años con el flujo de otros componentes, esto hace que se recupere la inversión en más de dos años como la mayoría de negocios en el sector de las telecomunicaciones.

Se debe modificar la ficha descriptiva del Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción para adicionar la tecnología IPTV como una nueva modalidad de Prestación del servicio de audio y video por suscripción.

## REFERENCIAS

- Irving M. Reascos, Sofía E. Rosero. (2015)  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4467/2/04%20RED%20054%20Articulo%20tecnico.pdf>
- NetUP, “IPTV for ISPs”. Disponible en:  
[https://www.netup.tv/download/IPTV\\_for\\_ISPs.pdf](https://www.netup.tv/download/IPTV_for_ISPs.pdf)
- Barros-Bastidas, C., & Turpo, O. (2020). La formación en investigación y su incidencia en la producción científica del profesorado de educación de una universidad pública de Ecuador. *Publicaciones*, 50(2), 167–185. doi:10.30827/publicaciones.v50i2.13952
- Barros Bastidas, C., & Turpo Gebera, O. (2018). Factors influencing the scientific production of university professors: a systematic review . *Pensamiento Americano*, 11(22).  
<https://doi.org/10.21803/pensam.v11i21-1.276>
- Cambium Networks Community, “ePMP Multicast IPTV Streaming”, Febrero 2015. Disponible en:  
<https://community.cambiumnetworks.com/t5/ePMP-Networking/ePMP-Multicast-IPTV-Streaming/td-p/38711>
- Cambium Networks Community, “ePMP Multicast Configuration & Use Cases”, Julio 2017. Disponible en:  
<http://community.cambiumnetworks.com/t5/ePMP-Networking/ePMP-Multicast-Configuration-amp-Use-Cases/td-p/76201>
- Alain Chas Arizcuren, “Solución Cliente-Servidor para IPTV basada en VLC”, Universidad Politecnica De Valencia, Julio 2015. Disponible en:  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54773/Memoria\\_C](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54773/Memoria_C)

*HAS%20ARIZCUREN%2C%20ALAIN.pdf?sequence=4&isAllowed=y*

*Kerly Evelyn Erique Cruz, "Aplicabilidad De Iptv En El Mercado Ecuatoriano", Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2013. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/102515/D-84328.pdf>*

*Registro Oficial, "Ley Orgánica de Telecomunicaciones", Asamblea Nacional República del Ecuador , Febrero 2015. Disponible en <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>*

von Feigenblatt, Otto Federico, ASEAN and Human Security: Challenges and Opportunities (July 29, 2009). Ritsumeikan Center for Asia Pacific Studies Working Paper, No. 09-5, Available at

SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1442476> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1442476>

von Feigenblatt, Otto Federico, Japanese Animation as a Global Product: The Lingering Traces of Nijonjinron and the Rise of Globalism and Hybridity (August 2, 2012). *Journal of History & Social Sciences*, 2(2), pp. 1-14, July-December 2012, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2195562>

von Feigenblatt, Otto Federico, Garcia Marquez' Magical Realism as a Representation of Latin America's Socio-Political Reality: Developmental Simultaneity and Exceptionalism in Latin America as Expressed in Historiographic Metafiction (December 27, 2009). *The Expression*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-6, 2009, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1596690>