

Fecha de presentación: septiembre, 2020, Fecha de Aceptación: noviembre, 2020, Fecha de publicación: enero, 2021

35

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN DIGITAL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

PROPOSAL FOR THE DESIGN OF A DIGITAL RADIO AND TELEVISION STATION AT THE QUEVEDO STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Byron Oviedo Bayas¹

E-mail: boviedo@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5366-5917>

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Oviedo Bayas, B. (2021). Propuesta de diseño de una estación de radio y televisión digital en la universidad Técnica Estatal de Quevedo. *Revista Conrado*, 17(78), 246-253.

RESUMEN

A lo largo de la historia ha ido avanzando la tecnología y con esta han realizado inventos como la televisión, radio y más tarde la Internet. En un inicio estos inventos no tenían ninguna relación, sin embargo, con los avances del internet y su mayoría difusión estos dos inventos, la televisión y el internet han relacionado de tal manera que se da paso a la IPTV. Hoy en día esta tecnología ha ido teniendo un gran crecimiento, es por esta razón que surge la investigación del funcionamiento de la tecnología y análisis de su implementación. En el presente proyecto se investigó sobre el funcionamiento de la televisión y su transición hacia la era digital. Por tal razón se vio la necesidad de realizar un diseño de una estación de radio y televisión digital, equipos que sean adecuados para el diseño y quienes a un futuro serán los encargados de brindar los servicios. También se realizó un estudio de las redes IP que son base fundamental del internet en la actualidad.

Palabras clave:

IPTV, Internet, radio web.

ABSTRACT

Throughout history technology has been advancing and with this they have made inventions such as television, radio and later the Internet. In the beginning, these inventions had no relation, however, with the advances of the internet and their diffusion, these two inventions, television and the internet have related in such a way that IPTV is given way. Nowadays this technology has been having a great growth, it is for this reason that the investigation of the operation of the technology and analysis of its implementation arises. This project investigated the operation of television and its transition to the digital era. For this reason, it was necessary to carry out a design of a digital radio and television station, equipment that is suitable for the design and who in the future will be responsible for providing the services. A study was also carried out of the IP networks that are the fundamental basis of the Internet today.

Keywords:

IPTV, internet, web radio.

INTRODUCCIÓN

La comunicación a nivel mundial está en un proceso evolutivo con relación a su difusión. Es decir, se están utilizando nuevas formas de transmisión que traten de llegar a más usuarios y de una manera económica y sin interrupciones. Es por ello que se están transmitiendo por web muchas formas de comunicación (Rodríguez (Garcés & Sandoval Muñoz, 2017).

La televisión digital es otra de las formas de comunicación que están desplazando, a la tradicional la televisión analógica cuyo desarrollo ha ido creciendo durante el transcurso de los años, con la aparición de distintos estándares para la televisión digital terrestre (Torres Altamirano, 2010). La televisión digital permite muchas innovaciones con relación a la tv analógica, aparte de sus ventajas ya conocidas como la impermeabilidad de la señal digital a las interferencias del medio, transmisión de video en alta definición (Suing, et al., 2018).

La radio es un medio de comunicación, se ha convertido en un instrumento para el desarrollo y la formación de programas que permiten divulgar la ciencia y la tecnología hacia la sociedad a nivel de universidades, la radio universitaria es un medio de comunicación que tiene un vínculo, ya sea en su estructura de producción, de organización o de contenidos, con una institución de educación superior, cuya función es la difusión de la cultura, la ciencia y la educación, así como contribuir al desarrollo formativo de estudiante (Suing, et al., 2018).

Los medios de comunicación universitarios han ejercido una gran influencia para lograr cambios sociales, revoluciones y en años actuales son un importante canal de información para las comunidades cercanas. El auge de la tv y los medios digitales precipito al cierre de muchas emisoras y ha dificultado el surgimiento de nuevas iniciativas, dando origen a nuevas formas de difusión que ahora emiten por internet, sin necesidad de licencias, ni de costosos emisores (Federal Communications Commission, 2018).

Frente a la problemática de la falta de un medio de difusión para eventos dentro de la universidad, se procedió al diseño de una red estación de radio y televisión online, llevándose a cabo una serie de interrogantes a manera de encuesta, dentro de la universidad, al personal de la universidad.

DESARROLLO

En la investigación se realizó una entrevista a diez estudiantes universitarios en el que nos permitió conocer la necesidad de implementar una estación de radio y televisión digital para la Universidad Técnica Estatal de

Quevedo. A continuación, se mostrará la tabulación de las preguntas relacionado a la creación de una estación de radio y televisión digital.

Una vez revisado cada uno de los resultados se determinó que la mayor parte de los estudiantes están de acuerdo en la creación de radio y televisión digital en la UTEQ, y sobre todo en la difusión de la información a través de estos medios digitales.

Implementar un canal IPTV multicast para la UTEQ les permitirá la asistencia virtual a eventos en vivo, videoconferencias y seminarios y ser fácilmente accesible desde cualquier punto del campus como también de su extensión (Figura 1).

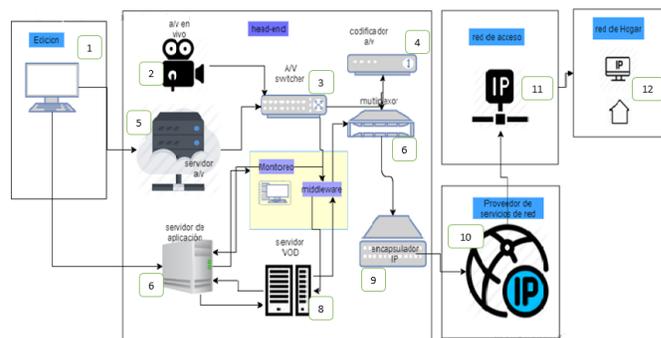


Figura 1. Diagrama de radio y televisión digital.

1. PC.
2. Cámara audio/video.
3. Switch (Audio, video).
4. Codificador (audio, video).
5. Servidor (audio, video).
6. Multiplexor.
7. Servidor de aplicación.
8. Servidor VOD.
9. Encapsulador IP.
10. ISP.
11. Red de acceso.
12. Usuario final.

El canal podrá transmitir además propagandas, anuncios y programas que sean solo educativos.

Con IPTV se puede acceder a una plataforma en la que se pueda escoger un canal de ciencias de la salud, un canal de artes, un canal de ingenierías, entre otros, con una programación de contenidos continua.

Educación a distancia: en el caso de educación a distancia, IPTV permite tener material interactivo disponible para consulta bajo demanda, tanto local como remota al mismo tiempo que optimiza la infraestructura necesaria para la misma.

Costo: las nuevas tecnologías permiten cada vez más una globalización del conocimiento, lo que ha generado que los espacios de estudio reales se conviertan ahora en aulas virtuales. Es así como implementar un canal IPTV permitirá la asistencia virtual considerablemente más económica.

En la actualidad cada vez más universidades e instituciones ofrecen cursos y especializaciones a distancia. Esto representa una gran oportunidad para todos aquellos que no tienen ni el tiempo ni el dinero para trasladarse a otra ciudad o localidad. Se trata entonces de una educación más barata, más accesible. Por ejemplo, podemos estudiar desde casa y no tener que pagar la manutención de un nuevo departamento, dejando de lado nuestros quehaceres laborales.

Tener mayores recursos que faciliten o mejoren la calidad de la educación a distancia y virtual, genera una ventaja significativa puesto que se mejora la oferta académica frente a un posible incremento de demanda, IPTV es una herramienta útil en ambos campos porque disminuye los costos de movilidad por parte de los alumnos, e incrementa la calidad en cuanto a tutoriales, conferencias universitarias, sin tener que pagar para verlas sino que

estas sean consideradas como un servicio agregado a su modalidad de estudio.

Beneficios: esta estación, abarcaría con el triple Play: voz, audio y datos, brindándole de esta forma los servicios que el cliente requiere y en el mismo lugar, facilitándole de esta forma la vida de muchas personas.

La UTEQ, al tener todos otros servicios, como puede ser publicidad, tendría ingresos mensuales haciendo que se genere un ingreso económico.

Al crecer este tipo de estación, se necesitará de más personal, generando puestos de empleo y beneficios a más personas.

Entre los beneficios de la televisión digital está el que no solo se podrá contar con el servicio en los terminales fijos. La señal se podrá adaptar a los móviles y a todo equipo portátil como computadoras personales, reproductores de audio y video.

Análisis de las tarifas publicitarias: en el caso de existir un paquete de publicidad de acuerdo al análisis de la industria y competitividad en otros canales, donde se especifica que la publicidad al ser transmitida 30 veces al día. Con una duración de 15 segundos y el costo valorado por cada segundo es de \$2,00. De esta manera se tiene las tarifas diarias, mensuales y anuales de los paquetes publicitarios en los canales de televisión habituales a nivel nacional (Tabla 1).

Tabla 1. Costo estimado por publicidad a nivel nacional.

Tipo de paquete	Duración de publicidad por paquete en segundos	Frecuencia en veces	Publicidad al aire al día (segundos)	Publicidad al aire al mes (segundos)	Publicidad al aire anual (segundos)
A	15	30	450	10800	129600

Tomando en cuenta que los canales de televisión tienen tarifas especiales cuando existen programas con mayor rating y según el horario en el cual se requiere que se pase la publicidad, pero la UTEQ no va a tomar en consideración estos valores.

Al tomar como referencia los valores de publicidad en las televisiones analógicas en el Ecuador, se estima que el precio por publicidad mediante la IPTV sería los siguientes (Tabla 2):

Tabla 2. Costo estimado por publicidad a nivel UTEQ.

	Valor por publicidad	Duración de publicidad por segundos	Diario	Mensual	Anual
TV Digital	\$200	30	\$200	\$4,800	\$38,400
Radio Digital	\$8	15	\$8	\$192	\$1,536
\$39,920					

Una vez obtenido el valor estimado, aunque puede variar con una mínima cantidad es de \$39,920 anual, ingreso económico que generaría al ser incorporado publicidad al IPTV. Al darse este caso sería beneficioso principalmente a largo plazo, porque es ahí donde viene existir problemas como también la necesidad de incorporar más equipos a nuestra estación y a la vez permitirá recuperar la inversión económica realizada para que se de esta tecnología. Publicidad que deberá ser transmitido en horas específicas.

Para la implementación una pequeña red IPTV (Figura 2) costaría aproximadamente 23000 USD, sin tomar en cuenta el número de STB que se deben adquirir por cada usuario.

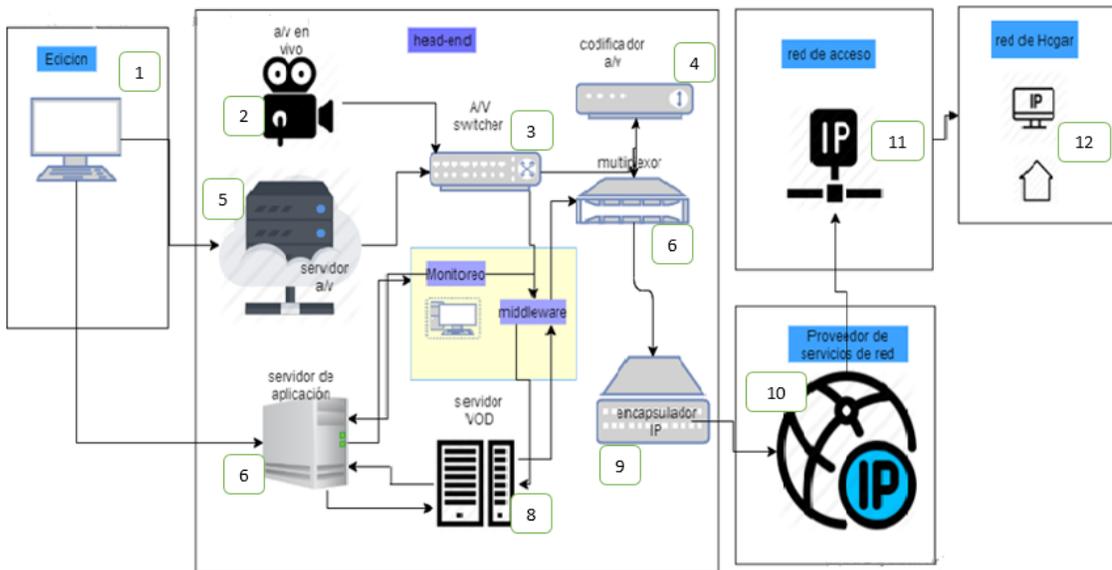


Figura 2. Estructura básica de un IPTV.

1. PC.
2. Cámara audio/video.
3. Switch (Audio, video).
4. Codificador (audio, video).
5. Servidor (audio, video).
6. Multiplexor.
7. Servidor de aplicación.
8. Servidor VOD.
9. Encapsulador IP.
10. ISP.
11. Red de acceso.
12. Usuario final.

Suponiendo que una empresa tome la decisión de implementar IPTV en una ciudad como pequeña de alrededor de 10.000 habitantes, donde al menos el 80% se suscribiría al servicio de IPTV, deberá comprar 10 servidores de VoD a un costo de 75.000 USD y adicionalmente comprar 8000 equipos STB por un costo de 960.000 USD.

Si el servicio de IPTV es comercializado por la empresa a un valor de 20 USD, en un año la empresa habrá recuperado la inversión realizada en los equipos, puesto que tendría un ingreso mensual de 160.000 USD.

Estudio de edición: la edición de video es un proceso en el cual se elabora un trabajo audiovisual a partir de las imágenes previamente obtenidas a partir de una cinta de video grabada previamente. Para ello se requiere de reproducir la cinta y seleccionar fragmentos de audio y video que formaran parte del montaje.

Video y audio headend: representa el punto dentro de una red donde se capta el contenido y se da formato para su distribución en la red IP. El video headend de una red es similar a las cabeceras usadas en la televisión por cable y satélite digital (Vázquez Calle & Elaje Alvarez, 2018). Es decir, el video headend de la red IP puede conectarse a receptores de satélite para recibir la televisión abierta y televisión Premium que se emiten vía satélite. Otra programación podría ser recibida a través de una conexión en base a través de fibra o a través del uso de un DVD o de un disco duro de los servidores para proporcionar un contenido a la carta de los servicios.

Proveedor de servicios de red: el proveedor de servicios de red puede ser considerado como un sistema de prestación de servicios que permite el flujo de datos a partir de los núcleos de la red que están conectados con el video headend. Sobre el proveedor de servicios de red, el flujo de canales se alinea en la forma en que sea codificado el flujo de video.

Estos flujos pueden consistir en datos transmitidos como unicast, multicast y transmisión broadcast. La guía de televisión que fluye a cada suscriptor puede ser una

transmisión broadcast. En tanto que, un pedido especial de una película puede ser transmitida directamente a un único abonado a través de la transmisión unicast, mientras que el flujo de canales populares puede llegar a todos los abonados a través de la transmisión multicast (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Políticas para la calidad de servicios de IPTV.

Políticas legales	
Retardo	El retardo para todos los servicios IPTV debe tener un umbral máximo de 200 ms, mientras que para jitter se establece una variabilidad máxima de 50 ms.
Pérdida de paquetes	Se exige que para transmisiones de contenidos de video de alta definición utilizando códec MPEG-4, no se sobrepase una relación de 10 a 6 paquetes perdidos con respecto a paquetes transmitidos, ya que la pérdida depende de la tasa de transmisión de bits
Se recomienda un retardo máximo de 2s para zapping y 200ms para las funciones TsT (control sobre el tiempo de reproducción del contenido) y EPG (guía electrónica de programación)	
Los requerimientos de ancho de banda son el factor de mayor relevancia para los servicios IPTV, dado que la compresión y digitalización exigen altas tasas de transmisión de bits para que la pérdida de datos de información sea baja.	

Tabla 4. Requerimientos para el proveedor de red.

Accesos de banda ancha	SDTV 1.5 Mbps o HDTV 8 Mbps
Relación señal/ruido	Mayor de 13Db
Atenuación	Menor de 40Db
El encapsulado de los contenidos	RTP y UDP
Codificación/compresión	MPEG-4
End-to-End Delay (Retardo End-to-End)	Paquetes tienen que atravesar múltiples dispositivos y links que añaden retardo.
Variación de Retardo (Jitter)	Los paquetes en la red experimentan distintas cantidades de retardo.
Pérdida de Paquetes (Packet Loss)	Paquetes pueden ser desechados (dropping) si un link esta congestionado.
Distancia de perdida (Loss Distance)	Según definición considerada por el Draft WT-126 del DSL Forum
Periodo de perdida (Loss Period)	Según definición considerada por el Draft WT126 del DSL Forum
Utilizando tecnologías multicast para su distribución	

Para una distribución eficiente a los dispositivos clientes, la red debe soportar multicast. Hay dos formas principales para soportar el servicio, una red que disponga del protocolo IGMP snooping (Internet Group Mangament

Protocol) o una red virtual VLAN que use PIM-SM (Trujillo Egas, 2016).

El Igmp Snooping consiste en que los conmutadores pueden escuchar el tráfico generado hacia los hosts, manteniendo un listado de todos los puertos que solicitan una transmisión multicast, y de esta forma manejar el flujo de información de manera que solo puertos que han solicitado dicho tráfico sean quienes lo reciban.

Un conmutador, por defecto carga de tráfico multicast a todos los puertos que se encuentren en el mismo dominio de difusión, ocasiona un exceso de tráfico de datos en la red.

La red de acceso permite llegar hasta el cliente o usuario final, esta capa es la encargada de separar físicamente áreas de distribución para el servicio de IPTV, con el objetivo de tener un mejor control en la red cuando se requiera dar un soporte. La red de acceso proporciona la conectividad desde los clientes locales a la red principal backbone operada por el proveedor de servicios. Debido a que en la mayoría de los casos las compañías telefónicas se dedican a desarrollar redes IPTV utilizadas para el transporte de contenido de televisión junto con películas y otros tipos de contenido de video.

La red de hogar y servicios es el último gran elemento de red en un entorno de IPTV es la red de hogar. La red de hogar es responsable de la distribución de servicios de IPTV en toda la casa. Actualmente, la red de hogar se encuentra en una etapa evolutiva de desarrollo, con una transición de cable Ethernet a wireless Ethernet inalámbrico y equipos HomePlug audio-visual (AV). Wireless Ethernet puede proporcionar velocidades de hasta 100 Mbps aproximadamente, y la especificación HomePlug AV permite velocidades de transmisión de datos hasta 200 Mbps para ser transmitida por el cableado eléctrico en una casa u oficina. Los puntos finales en la red de origen son los teléfonos, el ordenador de casa o las computadoras, y los set-top box que se requieren para cada televisión.

Dentro de los requisitos generales de seguridad se tienen:

- Se recomienda que la arquitectura de IPTV tenga en cuenta la influencia / impacto en el rendimiento, la calidad del servicio, la usabilidad, la escalabilidad y las restricciones de costos en la implementación de la seguridad.
- La arquitectura de IPTV puede admitir opcionalmente SCP de contenido compartido por el usuario final.

Se consideran como requerimientos de arquitectura:

- La arquitectura de IPTV es necesaria para soportar la capacidad de prevenir el ataque DoS a la red.

- La arquitectura de IPTV es necesaria para respaldar la provisión de medidas de seguridad para bloquear el tráfico ilegal o no deseado.
- La arquitectura de IPTV es necesaria para admitir operadores de red para evitar que la topología de la red y sus recursos sean visibles para entidades no autorizadas.
- Se requiere que la arquitectura de IPTV sea capaz de soportar una red que utiliza información de etiquetas de contenido para controlar el acceso al contenido.
- Se requiere que la arquitectura de IPTV se fortalezca contra los ataques a las capacidades de multidifusión.
- La arquitectura de multidifusión es necesaria para admitir la capacidad de autenticación de adyacencia del protocolo de multidifusión para establecer un par confiable.

El ancho de banda requerido para transmitir voz por internet a una cantidad estimada de usuarios se calcula mediante la siguiente fórmula:

$(\text{Ancho de Banda} * 0.9) / \text{Kbps a transmitir}$.

Es decir, si tenemos una conexión ADSL de 512k, y deseamos transmitir a 24Kbps, el resultado sería el siguiente:

$(512 * 0.9) / 24 = 19$ Usuarios

Cualquier institución educativa que desee implementar IPTV debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: Ancho de banda mínimo requerido por usuario final 1.5 Mbps, a este ancho de banda hay que sumarle la conexión a Internet, por lo tanto, se necesitan 4.5 Mbps estos cálculos se realizaron con un códec MPEG-4, la atenuación debe ser menor 40db si es demasiado alta, el servicio puede tener caídas constantes. Se debe tomar en cuenta la grilla de canales o si se va a producir su propio contenido, para lo cual será necesario adquirir

los equipos que van desde la cabecera hasta el usuario final, en nuestro caso la universidad producirá su propio contenido.

El proyecto contempla la transmisión de eventos en directo y otras actividades que se realicen dentro de la universidad con fines educativos, sugiriendo con el transcurso del tiempo otros tipos de servicios educativos tales como:

- Capacitación didáctica.
- Contenidos educativos etc.

Un aspecto importante de esta tecnología es que el contenido que se crea es transmitido sobre un ambiente IP, lo que hace que las técnicas de transmisión no generen de manera constante broadcast, porque el contenido es entregado cuando la persona lo solicita, otra ventaja que se tiene es en el área social, haciendo referencia al video bajo demanda que permitirá tener nuevos servicios de valor agregado que se pueden ofertar a otras universidades de la provincia, donde se necesiten capacitaciones similares y sacándole provecho a esta infraestructura.

También hay que considerar a que la Universidad ya cuenta con una infraestructura de red y equipos para la prestación de otros servicios no se contará con estos dentro de los siguientes valores. En el presupuesto que se presentará más adelante solo se encuentran equipos que son estrictamente necesarios dentro de redes IPTV por tal razón la universidad aún no cuenta con estos.

En cuanto a costos de infraestructura para implementar la plataforma IPTV no se requieren gastos extras ya que la universidad cuenta con espacios físicos suficientes para ubicar todos los elementos de la red, además cuenta con sistema de ventilación, UPS, cableado necesario y otros parámetros que son necesarios (Tabla 5).

Tabla 5. Costos de hardware.

RED	EQUIPO	MODELO	CARACTERISTICAS	COSTO UNITARIO
Servidor	Unidad de control y Fuente de Alimentación	DT-800B	Controla y alimenta hasta 7 módulos de cualquier tipo. El teclado del panel frontal y la pantalla LCD proporcionan un fácil acceso a las funciones del módulo tales como sintonizado de frecuencias, niveles de salida, filtrado de servicios, etc. Dispone de un puerto Ethernet	US \$ 1603
	Encoder cuádruple para entradas V/A y multiplexor con salida DVB-T HUF	DT-504B	Permite generar una salida en formato DVB-T o TS-ASI a partir de cuatro entradas de video y audio. Está formado por 4 codificadores MPEG-2 independientes de V/A y un modulador DVB-T	US\$ 7513
	Streamer IP, entradas TSASI, Salida IP	DT-421	Es un módulo convertidor de ASI a IP que permite enlazar una red IP con una red MPEG-2 ASI. Cada uno de los servicios o incluso el propio TS de entrada se empaquetan dentro de un stream IP/UDP o IP/RTP/UDP, con una dirección IP (Multicast) y puerto UDP especificados por el usuario.	US\$ 3668
	Set-Top Box	Amino A140	Proporciona calidad de video en HD, compatible con formatos MPEG-2 y MPEG-4, basado en la última generación de STi7105	US\$ 280
	Router MPLS	Cisco 2811	Seguridad incorporada, Mecanismos de seguridad para gestión simplificada, Hasta 2 10/100/1000 Mbps puertos Routed incorporadas, entre otras.	US\$ 1555
	Televisor	Smart Samsung Un40f5500		US\$ 550
Usuario	Laptop	Dell Inspiron 15 i15RV8524BLK	1.8 Ghz Core i5 3337U 6 Gb Memoria RAM 500 Gb Serial ATA Windows 10	US\$ 510
Accesorios	Cámara Digital	VideoSecu Day Night Vision	Outdoor/Indoor security and surveillance weatherproof CCD camera. Build-in 20 Infrared Leds security camera, 0 Lux. Night vision • 480 TV Lines. Small size, discreet installation	US\$ 180
	Altavoces	Logitech Speakers Z130		US\$ 25
Micrófono		Logitech Labtec desktop microphone		US\$ 10
			Total	US\$ 15894

En el ancho de banda necesario para poder hacer una transmisión en vivo, se debe considerar la calidad de transmisión, en el caso de (SDTV) definición estándar la tasa de transmisión mínima debe relacionarse de acuerdo al sistema de compresión (Tabla 6).

Tabla 6. Sistema de compresión SDTV.

Sistema de compression	Ancho de banda (Mb/s)
MPG-2	4
MPG-4	1.5

Para el cálculo de ancho de banda total, para un número de canales predeterminado se lo realiza mediante la siguiente fórmula.

$$(AB) = 4\text{Mb/s} * \text{número de canales a transmitir}$$

$$(AB) = 1.5\text{Mb/s} * \text{número de canales a transmitir}$$

Para el HDTV (Tabla 7).

Tabla 7. Sistema de comprensión HDTV.

Sistema de compression	Ancho de banda (Mb/s)
MPG-2	12
MPG-4	8

Para el cálculo de ancho de banda total, para un número de canales predeterminado se lo realiza mediante la siguiente fórmula.

$$(AB) = 12\text{Mb/s} * \text{número de canales a transmitir}$$

$$(AB) = 8\text{Mb/s} * \text{número de canales a transmitir}$$

CONCLUSIONES

En el crecimiento de la internet hoy en día, la información está a la mano, y esto permitió obtener información actualizada sobre múltiples investigaciones e implementación en relación a la creación de una estación de radio y televisión digital universitaria.

Tras el estudio desarrollado y a su vez el diseño del mismo, se concluye la importancia de la creación de una estación de radio y televisión digital, para la difusión de eventos y otras actividades dentro de la universidad.

Al realizar el diseño de la red se debió tomar en consideración todos los dispositivos tanto hardware como software que permita implementar una estación de radio y televisión digital, llegando a encontrar diferentes dispositivos variando en precio y canales a transmitir en el diseño que proponamos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Federal Communications Commission. (2018). La radio digital. <https://www.fcc.gov/consumers/guides/la-radio-digital>

Rodríguez Garcés, C. R., & Sandoval Muñoz, D. (2017). Estratificación digital: acceso y usos de las TIC en la población escolar chilena. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1).

Suing, A., Ordóñez, K., & Ortiz, C. (2018). El consumo de radio y televisión de los estudiantes universitarios del Ecuador. *Question*, 1(57).

Torres Altamirano, J. E. (2010). Diseño y desarrollo de una aplicación de contenidos interactivos para tv digital basada en el Middleware Ginga del sistema brasileño. (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica del Ejército.

Trujillo Egas, P. F. (2016). *Análisis de un sistema de IPTV para el hospital Eugenio Espejo en la ciudad de Quito*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana.

Vázquez Calle, A. G., & Elaje Alvarez, P. D. (2018). *Estudio para brindar el servicio de IPTV sobre una red FTTH a la ciudad de Azogues*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana.