

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Servicios de libre transmisión para emisión de programación en vivo y pregrabada a través de un canal propio para proveedor de servicio de TV cable

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Erick Andrés Burgos López

Bryan Efraín Machuca Sisalima

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021 - 2S

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a mi familia, a mis padres que siempre estuvieron presentes para inculcarme valores, y apoyarme en mi vida estudiantil. Gracias a ellos entendí la importancia de la educación y la cultura. Dedico además este trabajo a mi pareja sentimental, persona que me ha apoyado durante toda mi vida universitaria de principio a fin. A mis profesores, que me formaron como profesional aportando en el aula no solo material académico también experiencia, logros, metas, sueños; en mi consideración, no existe ningún aporte más importante para mi vida profesional que la aportada por ellos. Finalmente, dedico este trabajo a mi universidad y mi facultad, siempre interesada por fomentar la educación y preocupada por otorgar tanto educación académica como social.

Erick Andrés Burgos López

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a
Dedico este proyecto primero a Dios, por haber sido un soporte en estos años de estudio y formación profesional. A mi madre, por ser el pilar fundamental, apoyarme y creer en mi en cada meta que me planteaba. A mi padre, que a pesar no estar tan involucrada en mi vida académica, siempre estuvo ahí para lo que me faltara, con sus consejos y directrices. A mi pareja sentimental que estuvo conmigo durante toda mi carrera universitaria, apoyándome de diferentes maneras, escuchándome en mis momentos de debilidad y dándome palabras de aliento para continuar. A mis tíos que, gracias a sus consejos, escogí la carrera de Telecomunicaciones a la cual le fui tomando interés con cada nueva enseñanza. Finalmente, a mis profesores, que con sus enseñanzas aportaron para mi vida profesional no solo en lo concerniente a la carrera si no también valores y metas.

Bryan Efraín Machuca Sisalima

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por todo el apoyo brindado a lo largo de estos años de estudio universitario, por creer en mis capacidades y confiar en que este logro se llevaría a cabo. Agradezco también a mis profesores, en especial a mi tutor Félix Moncayo, así como a mi profesor de materia integradora Francisco Novillo, con su conocimiento y experiencia fueron grandes guías para el desarrollo de este trabajo. Finalmente, agradezco a mi compañero en este proyecto, Bryan Machuca, siempre presto a la colaboración y aportando no solo ideas y conocimiento, también su apoyo y entendimiento.

Erick Andrés Burgos López

AGRADECIMIENTO

Quiero dedicar el presente trabajo a
Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento a mi familia quienes hicieron posible la culminación de este sueño, quienes estuvieron conmigo en cada paso y siempre fueron inspiración y fortaleza. Gracias a Dios por estar en cada decisión difícil y guiarme en el camino correcto. Mi gratitud, también a mis profesores de tesis, al Ing. Félix Moncayo por su paciencia y tiempo que fueron encaminando de la mejor manera este proyecto, al Ing. Francisco Novillo que cada semana se tomaba el tiempo de pulir el trabajo realizado, y por sus consejos para la vida profesional. Finalmente, a mi compañero de proyecto, Erick Burgos que estuvo en el desarrollo constante del trabajo, aportando ideas que fueron fundamentales para la culminación del mismo.

Bryan Efraín Machuca Sisalima

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; ERICK ANDRÉS BURGOS LÓPEZ y BRYAN EFRAÍN MACHUCA SISALIMA damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



ERICK ANDRÉS
BURGOS LÓPEZ



BRYAN EFRAÍN MACHUCA
SISALIMA

EVALUADORES

PhD. Francisco Vicente Novillo Parales
PROFESOR DE LA MATERIA


M.Sc. José Félix Moncayo Rea
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La tecnología del entretenimiento cada día avanza de manera rápida, abriendo paso a diferentes alternativas de selección del contenido. Los proveedores de servicios de TV-Cable tienen a su cargo un canal local de la ciudad o provincia donde se encuentren prestando el servicio; este medio es usado para divulgación de información social local y también nacional, a su vez es usado para emitir material de entretenimiento como películas, música, etc. Para que un canal local se muestre como un medio de comunicación tiene que presentar actividad constante y variada. Cumplir con el tiempo del canal al aire y diversidad de material requiere inversión extra de la empresa en cada localidad donde preste el servicio. De esta manera se creó un servidor local en la ciudad principal de la empresa (Pasaje), donde se cuenta con el personal para manejar de manera activa el canal de televisión, las ciudades de Marcabeli, Paccha y Lajas fueron modeladas como clientes con acceso único al servidor donde se aloja el material multimedia compartido entre las tres ciudades. Por otro lado, se usó un servidor con la capacidad de emitir transmisiones en vivo en caso de necesitar emitir información en vivo. Con el nuevo sistema para emisión de material multimedia a la red de TV-Cable, se notó un aumento evidente en el tiempo al aire del canal local y una reducción en los gastos de la empresa en la compra de CDs del material multimedia.

Palabras Clave: Servicio OTT; canal de televisión local

ABSTRACT

Entertainment technology advances fastly every day, opening the way to different alternatives for content selection. Cable-TV service providers are responsible for a local channel in the city or province where they are providing the service; this way is used for dissemination of local and national social information, in turn it is used to broadcast entertainment material such as movies, music, etc. For a local channel to show itself as a means of communication, it has to present constant and varied activity. Complying with the channel's air time and diversity of material requires extra investment from the company in each location where it provides the service. In this way, a local server was created in the main city of the company (Pasaje), where there is staff to actively manage the television channel, the cities of Marcabelli, Paccha and Lajas were modeled as clients with single access to the server where the multimedia material shared between the three cities is hosted. On the other hand, a server with the ability to broadcast live transmissions was used in case of needing to broadcast live information. With the new system for broadcasting multimedia material to the Cable TV network, an evident increase in the air time of the local channel and a reduction in the company's expenses in the purchase of CDs of multimedia material were noted.

Keywords: OTT service; local TV channel

INDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimientos | iii |
| Declaración Expresa | v |
| Evaluadores | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | viii |
| Índice General | ix |
| Índice de Figuras | xi |
| Índice de Tablas | xii |
| Capítulo 1 | |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1 Descripción del problema | 2 |
| 1.2 Justificación del problema | 3 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.4 Alcance | 3 |
| 1.5 Metodología | 4 |
| Capítulo 2 | |
| 2. Marco Teórico | 7 |
| 2.1 Servicio OTT | 7 |
| 2.2 Protocolos de Transmisión | 8 |
| 2.2.1 RTP - Real Time Protocol | 8 |
| 2.2.2 RTCP | 8 |
| 2.3 Audio y video digital - analógico | 8 |
| 2.4 Equipos de transmisión TV analógico | 9 |
| 2.5 Head End | 9 |
| 2.6 Convertido HDMI/AV | 9 |
| 2.7 Demodulador | 10 |
| 2.8 Convertidor | 11 |
| Capítulo 3 | |
| 3. Descripción del escenario | 11 |
| 3.1 Información Inicial | 11 |

| | |
|---|----|
| 3.2 Planteamiento Inicial | 13 |
| 3.3 Diseño de la Solución | 14 |
| 3.4 Desarrollo de la Solución | 14 |
| 3.5 Proyección del sistema | 19 |
| Capítulo 4 | |
| 4. Análisis de Resultados | |
| 4.1 Pruebas a nivel local | 22 |
| 4.2 Comunicación con una ciudad | 24 |
| 4.3 Comunicación con múltiples ciudades | 26 |
| 4.4 Programación en vivo | 27 |
| 4.5 Comparación del sistema actual con la red original | 28 |
| 4.6 Contraste de gastos con el sistema anterior y el sistema actual | 29 |
| 4.7 Resultado de calidad de video transmitido | 31 |
| Conclusiones | 32 |
| Recomendaciones | 33 |
| Bibliografía | 34 |
| Anexos | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1: Definiciones necesarias para el correcto entendimiento del proyecto | 3 |
| Figura 2.1: Foto de modulador Pico Macom PCM55SAW | 9 |
| Figura 2.2: Combinador CARF | 10 |
| Figura 3.1: Diseño inicial de la red de televisión cantonal | 11 |
| Figura 3.2: Probabilidad de disponibilidad de canal diario | 12 |
| Figura 3.3: Diseño de la solución | 14 |
| Figura 3.4: Red anterior, completamente analógica | 15 |
| Figura 3.5: Red actual, híbrida | 15 |
| Figura 3.6: Comandos para configurar el servidor | 17 |
| Figura 3.7: Archivos para configuración de servidor | 17 |
| Figura 3.8: Comando modo privilegio de Linux | 17 |
| Figura 3.9: Acceso a la carpeta con los archivos descargados por terminal | 17 |
| Figura 3.10: Descompresión de los archivos .tar | 18 |
| Figura 3.11: Acceso a carpeta live | 18 |
| Figura 3.12: Creación de librerías utilizadas por el servidor | 18 |
| Figura 3.13: Instalación de librerías necesarias para el servicio | 18 |
| Figura 3.14: Visualización del archivo Live555Media con la configuración establecida | 19 |
| Figura 3.15: Proyección de disponibilidad del canal local | 20 |
| Figura 4.1: Archivos en el servidor | 21 |
| Figura 4.2: Dirección de red local del servidor | 21 |
| Figura 4.3: Acceso al archivo mediante herramienta cliente | 22 |
| Figura 4.4: Reproducción de video por red | 22 |
| Figura 4.5: Prueba ping a dirección IP pública fija | 23 |
| Figura 4.6: Apertura de Puertos 80 y 554 | 24 |
| Figura 4.7: Ping exitoso al router | 24 |
| Figura 4.8: Test de servicio en Marcabeli | 25 |
| Figura 4.9: Comparación de red cliente-servidor con modelo analógico | 27 |
| Figura 4.10: Proyección de gastos para las 2 redes | 30 |
| Figura 4.11: Resolución de video medida por paquete enviado | 31 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 2.1 | Tabla de características técnicas de modulador picomacom PCM55SAW | 9 |
| Tabla 2.2 | Tabla de características técnicas de modulador combinador CARF | 10 |
| Tabla 3.1 | Tabla comparativa entre red antigua y red nueva | 17 |
| Tabla 4.1 | Tabla comparativa entre red antigua y red nueva | 29 |
| Tabla 4.2 | Tabla comparativa entre red antigua y red nueva | 29 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación son una herramienta muy antigua empleada para la distribución de información relevante para los individuos de una comunidad. Se puede llegar a pensar que es una idea bastante reciente, sin embargo, el término fue acuñado durante el siglo XVIII en la época de la revolución francesa [1]. Esta fue evolucionando con el pasar de los años, desde la imprenta a la radio y posteriormente a la televisión. Es para el tiempo de alta disponibilidad de estas dos últimas tecnologías, que se empieza a masificar la información que estos medios transmitían, tomando forma lo que actualmente conocemos como medios de comunicación masivos. Hoy en día, por estos la mayoría de personas reciben información relevante a criterio de cada uno [2].

No obstante, la televisión ya no es usada únicamente como un mecanismo de comunicación, también se la emplea en el ámbito del entretenimiento u ocio [3], además de perfilarse como una herramienta de aprendizaje muy útil, solventada con una buena cantidad de estudios acerca de su efectividad en la educación y su uso recomendado en el desarrollo cultural [4].

Esta gran cantidad de usos forma parte del consumo masivo actual y hacen de este un excelente negocio, que contempla tanto la producción de material audiovisual como la distribución logística del mismo, llegando a existir múltiples contratos entre los distintos proveedores de contenido con los distribuidores de servicio de televisión [5]. El usuario final tiene la última palabra ante los diversos proveedores, basada en la variedad de los canales que ofrecen y el costo del servicio. Adicional a los canales que muestra la empresa en su catálogo, estos poseen un canal local para cada ciudad en la operan.

El manejo de los canales locales dentro de los proveedores de televisión por cable siempre se ha realizado de manera local, tanto al emitir noticias en vivo de cada ciudad como al transmitir programación grabada [6]. Para mantener la emisión de estos canales, el personal dentro de la empresa debe dedicarse a realizar los horarios y decidir la programación, teniendo en cuenta que existen tres centrales independientes que necesitan manejo individual.

El servicio de streaming de libre transmisión cliente-servidor OTT reúne las cualidades que se necesitan para manejar estos canales de manera remota [7], favoreciendo de manera económica y eficiente a la empresa con diferentes centrales denominadas cabeceras o headends, [8] a las que se referirá de ahora en adelante de manera individual como cliente o equipo cliente. Esto se lleva a cabo con el propósito de unificar los diferentes canales en una sola localidad estratégica, para la administración de cada uno con una programación ya sea en común o individual [9].

1.1 Descripción del problema

Dentro de los cantones de Marcabellí, Atahualpa y Las Lajas ubicados en la provincia de El Oro, el distribuidor de servicios TV cable posee tres redes independientes con canales locales para cada una. Estos deben encargarse de brindar información relevante para la localidad, así como cumplir con programaciones específicas en horarios determinados acorde a contratos adquiridos por la compañía.

El problema radica en el incumplimiento de los horarios establecidos en los contratos de estos canales, debido a que no existe una persona encargada exclusivamente del cumplimiento de la programación de los mismos, pues las personas encargadas de llevar a cabo estas labores son también técnicos de campo de las localidades.

Toda esta problemática acarrea reclamos y solicitudes de muchos usuarios finales, quienes manifiestan acerca de que estos canales no emiten información social relevante sobre sus respectivos cantones y de la provincia, además de provocar pérdidas de usuarios y contratos, afectando económicamente a la empresa.

En la Figura 1.1 se establece el nombre en orden jerárquico para la transmisión del canal desde el servidor en la ciudad de Pasaje, pasando por sus clientes y como destino el usuario final.

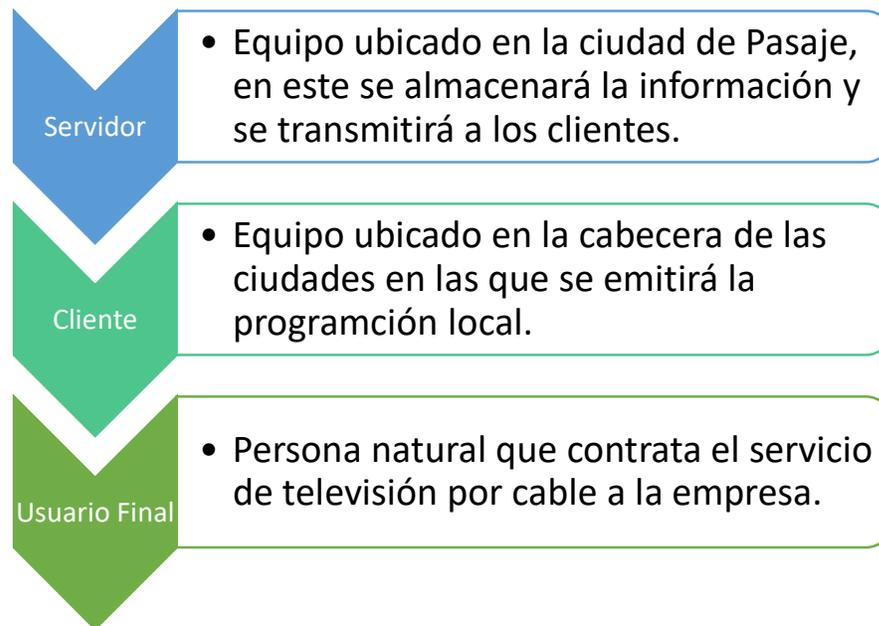


Figura 1.1: Definiciones necesarias para el correcto entendimiento del proyecto

1.2 Justificación del problema

Existe la necesidad de contar con un sistema que permita centralizar y gestionar de una manera eficiente la programación de las tres localidades, en conjunto con un método que facilite alternar la programación pregrabada con la programación en vivo, direccionada a cada localidad [10].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un servicio de libre transmisión para emisión de programación pregrabada o en vivo mediante un canal propio para proveedor de televisión por cable.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar la red servidor-clientes para el control de las transmisiones emitidas al canal local de cada cantón.
- Establecer y probar el enlace desde los equipos digitales a los analógicos para la transmisión en la red de coaxial.
- Administrar de manera local en el cliente transmisiones en vivo, información pre-grabada y de entretenimiento.

1.4 Alcance

El presente proyecto tiene como finalidad implementar una red cliente-servidor que conecte 3 ciudades de la provincia de El Oro a una central situada en Pasaje ubicada en la misma provincia.

La meta principal de la creación de esta red es lograr controlar los canales locales de las distintas ciudades de manera remota, cumpliendo con los reglamentos de transmisión dictados por las diferentes entidades reguladoras del Ecuador, las cuales especifican que:

El consejo nacional de las telecomunicaciones en la RESOLUCIÓN-RTV-019-01-CONATEL-2015, específicamente en el *Art. 5.- Actividades conexas. - Los servicios de audio y video por suscripción que cuenten con la autorización para la operación de un canal local para generación de contenidos, serán considerados como medios de comunicación social* [11].

Al establecer un canal local como medio de comunicación social, este tiene la facultad de emitir información oficial del estado; un ejemplo de esto es la programación “EDUCA”, que es proporcionada por el gobierno a los operadores de televisión para su transmisión en las diferentes ciudades [12].

Por otro lado, lograr la transmisión en vivo de noticias locales dentro de las tres ciudades es otro alcance del proyecto. Al considerarlo como medio informativo aprobado por el estado, es imprescindible que el contenido sea de calidad tanto con una programación ininterrumpida como en el tipo de contenido [13].

1.5 Metodología

El primer paso a seguir es realizar un levantamiento de información de cuál es el método empleado para la configuración del canal local en las tres ciudades, cómo se encuentran conectados, y del estado actual de los equipos en los que posteriormente se instalarán los softwares necesarios para mantener una programación ininterrumpida, además de realizar las respectivas mediciones del tiempo que el canal pasa sin programación en promedio.

De no existir un equipo que cumpla con las necesidades requeridas para el proyecto, se procederá a solicitar uno a la empresa para reemplazar el existente en cada punto estratégico de cada ciudad donde serán instalados los clientes.

Diseñar la red lógica con las IPs que se usarán para acceder desde los servidores al dispositivo de cada ciudad y viceversa. Luego se instalará un cliente en la ciudad principal, donde se controlará la programación, así mismo en las PCs de las 3 ciudades secundarias. Mediante la configuración del adaptador de red de cada una de los equipos, se procederá a interconectarlos.

Una vez que el software esté instalado dentro del cliente y su servidor, se procederá a realizar cambios de conmutación para las

emisiones en vivo y grabadas, es decir, el cambio de tipo de programación para cada equipo. Por último, realizar la conversión de televisión digital a televisión analógica ya que la red principal de cada ciudad con la que se llega al usuario final es red coaxial.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

En el presente proyecto se desarrollarán temas relacionados con el audio y video en diferentes tipos de señal como lo son TV analógica y digital. La transmisión desde el servidor usará como medio el internet para llegar a cada uno de los clientes, teniendo así una IP fija para la fuente de transmisión. Al llegar el audio y video al equipo ya decodificado, este se transmitirá al demodulador correspondiente al canal local en la respectiva ciudad, que posteriormente dará paso a la TV analógica emitida en la red de coaxial extendidas en las localidades.

2.1 Servicio OTT

El servicio de OTT es la nueva tendencia en la transmisión de audio y video a los usuarios, este tipo de servicio da libertad en el uso de diferentes dispositivos con acceso a internet y a la red de IP con el contenido deseado. Las siglas OTT hacen referencia a “over the top” (“por encima de”), cambiando el sistema de los proveedores habituales donde el acceso al contenido multimedia es limitado. Gracias a esta tecnología, el proveedor de internet puede ser consciente de la información que está siendo transmitida por su canal. Sin embargo, ellos no poseen ninguna clase de control sobre este contenido y tampoco es responsable de la gestión del mismo. [14]

Las redes del servicio están diseñadas para contener varios clientes y un servidor, donde este último hace de almacenador del material al cual el equipo tiene acceso con solo estar unido a la red lógica. [15]

2.2 Protocolos de transmisión

Los protocolos de transmisión en audio y video son necesarios para el envío y la recepción de los paquetes, ayudando a la codificación y decodificación para su posterior emisión a la red de la empresa y por último, al usuario final.

2.2.1 RTP – Real Time Protocol

Este protocolo se utiliza especialmente en la transmisión de audio y video, ya sea en conjunto o por separado. Define un formato de paquete estándar para el envío sobre Internet. RTP trabaja junto a otros protocolos para el transporte multimedia, cumpliendo únicamente con el traslado de la información obtenida del servidor hacia el cliente. [16]

2.2.2 RTCP

RTCP maneja datos estadísticos y de control, mientras que RTP se encarga de entregar esos datos. Normalmente, las estadísticas de RTCP incluyen el número de bytes enviados, los paquetes perdidos y las demoras entre endpoint [17]. Además, administra el nombre Canonical –CNAME- el cual es el único identificador para un participante a lo largo de una sesión. [18]

2.3 Audio y video digital – analógico

Los beneficios que da la televisión digital por encima de la analógica son muchos. Uno de ellos es la calidad de video que puede llegar al usuario final, donde la capacidad de comprimir la información codificando y decodificando hacen que la transmisión sea más óptima y de mejor calidad.

Para poder realizar este cambio de señal, se usan dispositivos de salida de TV analógica que decodifican los paquetes que son transmitidos. Estos dispositivos están compuestos por una entrada HDMI y salida analógica de audio y video con cable tipo RCA, los cuales van a los demoduladores para ser enviados a los combinadores. [19]

2.4 Equipos de transmisión de TV analógica

Para la transmisión del servicio multimedia a través de la red analógica de cable coaxial, se utilizan equipos que demodulan la señal recibida por los receptores, enviando la misma a una frecuencia en específico que llega a los combinadores donde ingresan todos los canales y finalmente se envían a la red extendida en la ciudad. [20]

2.5 Head End

Es el origen del sistema de televisión por cable, tiene como misión fundamental la recepción, procesamiento y transmisión de las señales de televisión hacia una red de cable físico. Este procesamiento consiste en la modulación de señales de audio y video provenientes del satélite o de difusión terrestre, a una determinada frecuencia junto con un combinador para su inyección a la red troncal. [21]

2.6 Convertidor HDMI/AV

Es un adaptador de señal de video HDMI a RCA, encargado de convertirla a una de tipo CVB (AV) normal (definición estándar 480i, 576i). Esta clase de dispositivo incluye las últimas tecnologías de procesamiento de vídeo y procesamiento de vídeo escalador, obteniendo la mejor relación de brillo, contraste y color de la imagen. No requiere de controladores ni configuración previa. Debe ser alimentado con una fuente DC 5V a 1A o 2A. [22]

2.7 Demodulador

La función del demodulador es captar las señales provenientes de satélites o aire. Es quien recibe la señal y las procesa mediante filtros banda base a determinada frecuencia central. La salida de este, corresponde a la señal de video y las diferentes portadoras de audio. Cada uno de estos demoduladores se encuentran programados de fábrica, para frecuencias específicas de acuerdo al canal. En la Figura 2.1 se puede observar el demodulador empleado por la empresa. [23]

Cada modulador que ubica a los canales en las frecuencias debidas se encuentran especificadas en la tabla 2.1.



Figura 2.1: Foto de modulador Pico Macom PCM55SAW

Tabla 2.1: Tabla de características técnicas de modulador picomacom PCM55SAW

| | |
|---|--------------|
| Rango de frecuencias | 54 – 806 MHz |
| Entrada de RF Nivel de Rango | 0-25dBmV |
| Respuesta de Video frecuencia | ±1.5dB |
| Señal de video a 60dB de ruido | |
| Compuesto SI Nivel de salida | (min) 30dBmV |
| Detección de Audio tipo cuadrada FM | |
| Nivel de salida de audio | (min) 800mV |
| Audio Nivel 4.5MHz de salida | (min) 35dBmV |
| Respuesta de frecuencia de audio 20 – 15KHz | |
| RF Conexión de entrada | 75Ω-Hembra |
| Video Conexión de salida | 75Ω-Hembra |
| Voltaje de entrada | 115 VCA |

2.8 Combinador

El Combinador Activo de Radio Frecuencia (CARF) es un dispositivo de última tecnología que tomó muchos años desarrollar. Fue creado con la finalidad de mejorar la calidad de empaquetamiento de señales, así como la calidad de la misma. Su principal característica es la capacidad de ahorrar ancho de banda al combinar las distintas señales que componen la señal televisiva, en una sola sin perder nitidez ni en la resolución del video ni en la calidad del audio, ofreciendo a los usuarios finales el mejor servicio posible. [24]

En la Figura 2.2 se puede observar la disposición de entradas y salidas del combinador dentro del RACK de la empresa y a continuación en la tabla 2.2 se detallan sus principales características.

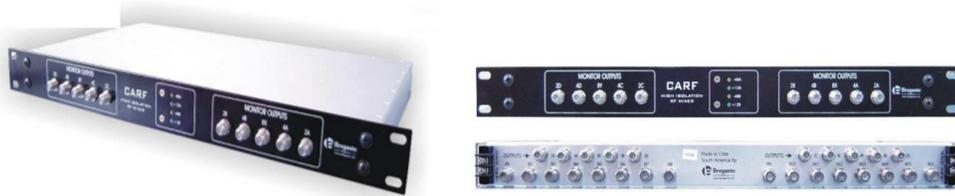


Figura 2.2: Combinador CARF

Tabla 2.2: Tabla de características técnicas de modulador combinador CARF

| Tipo | Valor |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Ancho de Banda | 5 – 1000 MHz |
| Isolation (Puerto Opuesto) | 40 dB |
| Isolation (Puerto Adyacente) | 30 dB |
| Pérdida de inserción(máx) – (PHC-24G) | -21 dB |
| Pérdida de punto de prueba | 20 dB |
| Tipo de conector de entrada | 75 Ω F-Female |
| Tipo de conector de salida | 75 Ω F-Female |
| Dimensiones | 19" (L) x 3" (D) x 1.75" (H) |
| Peso – (PHC-24G) | 3.3 lbs |

CAPÍTULO 3

3. Descripción del escenario

En los cantones Marcabellí, Atahualpa y Las Lajas ubicados en la provincia de El Oro, el distribuidor de servicios de televisión por cable tiene tres redes independientes, con canales locales independientes entre sí. Cada una de estas localidades se encuentran separadas por distancias mayores a 50 km donde por cantón se encuentra un edificio, en el cual se han instalados los diferentes equipos implementados en el proceso de distribución de canales. Además, de un equipo en el que se cargan los programas que emitirá el canal local para su posterior empaquetamiento con el resto de canales. Al ser independientes, requieren de la correcta recepción de los discos que contienen el material para emitir, así como el tiempo y disponibilidad del técnico para configurar la programación diaria del canal local. Esto puede llegar a generar inconvenientes, por lo que se plantea la centralización de la configuración de los canales locales en un servidor que se encargará de proporcionar y gestionar la programación, siendo que en cada uno de los cantones se instalará el software del cliente por el que se realizará la transmisión de información.

3.1 Información inicial

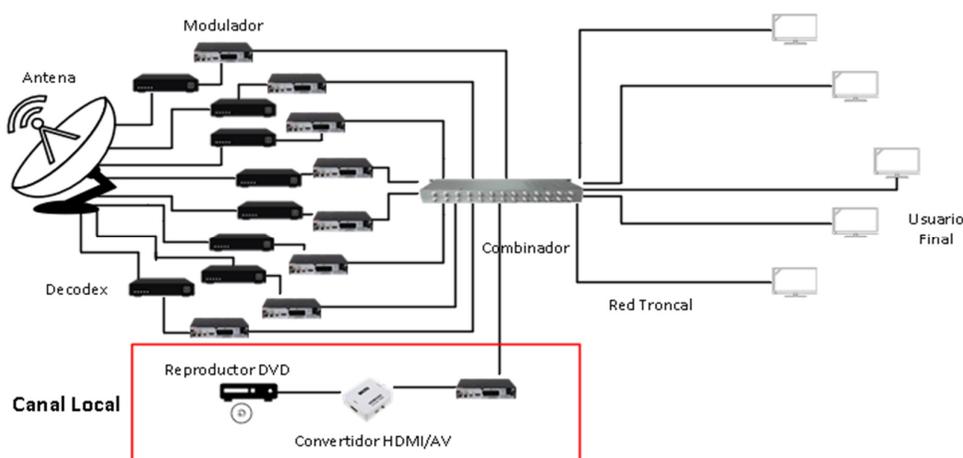


Figura 3.1: Diseño inicial de la red de televisión cantonal

Al empezar la investigación para el proyecto, se encontró la misma infraestructura de equipos en los tres cantones como se puede apreciar en la Figura 3.1. Esta red constaba de la antena receptora, encargada de recibir los diversos canales y transmitir dicha señal a los demás equipos; decodificador, el cual la descomprime una vez la recibe de la antena para que el resto de equipos del sistema puedan “entenderla”; modulador, encargado de seleccionar cada canal basándose en la frecuencia a la que es configurado; y el combinador, quien empaqueta toda la señal nuevamente. Aprovechando la funcionalidad del combinador, es que se agrega el canal local mediante un equipo reproductor de video (DVD), en el que se reproducen los discos de las programaciones grabadas, este reproductor DVD se encuentra interconectado al sistema empleando un convertidor HDMI/AV y otro modulador.

El funcionamiento actual del canal local ayuda a plantear las bases del funcionamiento del proyecto, pues se plantea aprovechar este sistema para intercambiar el reproductor DVD por un equipo de escritorio (laptop o pc), en donde se instalará la aplicación cliente permitiendo entablar un enlace para la transmisión de información y centralización de la misma. Por lo tanto, no se requerirá de la redistribución del mecanismo de decodificación de los canales o el cambio en la infraestructura.



Figura 3.2: Probabilidad de disponibilidad de canal diario.

Adicionalmente, y con la ayuda de los informes mensuales proporcionados por la empresa, en los que se detalla el funcionamiento del canal local a la ARCOTEL, se realiza una gráfica estadística, Figura 3.2, que permite visualizar la probabilidad de funcionamiento del canal a cada hora del día. Se puede observar que las horas con más alta probabilidad de funcionamiento del canal son los intervalos de 8h00 a 9h00, de 13h00,14h00 y de 18h00 a 19h00, esto debido a que estas corresponden a los intervalos de tiempo de ingreso al trabajo, almuerzo y salida respectivamente. Una vez pasados estos intervalos de tiempo, la probabilidad empieza a bajar paulatinamente pues los técnicos de campo empiezan a tener ocupaciones que requieren su atención presencial e implican la desatención de la configuración de la programación del canal. Siendo que, entre las horas desde 11h00 a 13h00 y 16h00 a 18h00 el canal se mantiene apagado siempre ya que es el horario de mayor ocupación de los técnicos.

3.2 Planteamiento inicial

Para este proyecto se plantea la necesidad de poder gestionar de manera centralizada los canales locales de las tres ciudades, al realizar esto se conseguirá un mayor control sobre los tiempos en los cuales se encuentra emitiendo programación cada canal local, una mejor gestión del talento humano, que en muchas ocasiones se encuentra muy ocupado para dar constante mantenimiento a la programación emitida, además de brindar una mejor imagen de la compañía, aumentando los contratos. Todo lo antes mencionado será posible, porque al centralizar la información en una cuarta localidad con personal de oficina siempre a la disposición, se puede realizar una mejor gestión del funcionamiento de los canales, así como encargar a una sola persona el trabajo que deben hacer los técnicos de cada ciudad; y, por último, mejorar la eficiencia del sistema y de los empleados.

3.3 Diseño de solución

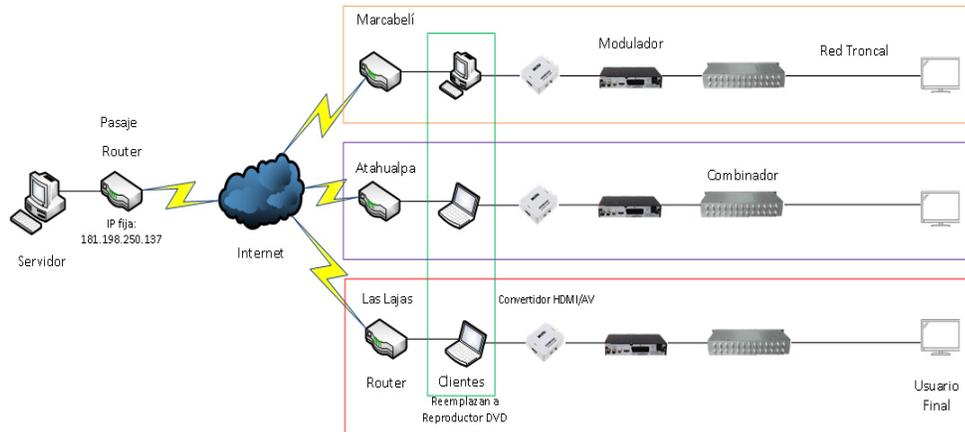


Figura 3.3: Propuesta de diseño de la solución para la red provincial del canal local.

Para la implementación de la red cliente-servidor se diseña un sistema en el cual se usan cuatro equipos de escritorio, como se puede ver en la Figura 3.3, estos equipos pueden ser laptops o computadores de escritorio. En el caso de las tres ciudades, donde se realizará la configuración del canal, reemplazarán a los reproductores de DVD que se encuentran en cada ciudad, pues ya no se accederá a la información por medio de CDs con programación almacenada, ahora se encontrará en el equipo servidor que se ubicará en la ciudad de Pasaje.

3.4 Desarrollo de solución

Como primer paso se investiga sobre los distintos softwares que pueden ser implementados para el diseño planteado. Se selecciona el programa basado en dos aspectos fundamentales: que cumpla con todos los parámetros estipulados y que sea fácil de manejar e intuitivo. Una vez seleccionado el software, se indaga en los requisitos necesarios para que los equipos funcionen de manera adecuada con el aplicativo instalado.

Al ya poseer los equipos, haberlos conectado en su respectiva ubicación en cada ciudad y habiendo instalado la aplicación, se configura el software para transmitir la información al equipo servidor. En los equipos cliente, se procede a instalar los programas del servicio de OTT, el cual permitirá transmitir y a su vez enlazará el almacenamiento del cliente al servidor.

Posteriormente se instala el software VLC, encargado de funcionar como reproductor multimedia para la información almacenada en el servidor.

Para la interconexión de los equipos servidor cliente, se contactó con el proveedor de internet de la oficina de Pasaje para realizar la solicitud de una IP fija que permita acceder a la información del servidor desde cualquier localidad. Se requirió el reemplazo de los equipos proporcionados por ellos, para poder obtener este servicio de red, se cambia por uno que soporte esta clase de configuraciones. Una vez reemplazados los dispositivos, es administrado y proporcionado el IP 181.198.250.137, que será usado por los clientes para visualizar el servidor con la programación.

Dentro de la configuración del adaptador de red de cada computadora, se ejecutan los ajustes lógicos necesarios para establecer sus respectivas IPs. Al haber finalizado la configuración de red en las 4 localidades, se efectúan pruebas de conexión mediante el comando ping y tracert. Por último, desde VLC se procede a acceder a reproducción por red IP desde el servidor con la dirección previamente configurada.

Comparación de red anterior y red actual:

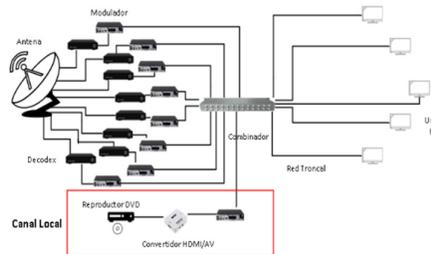


Figura 3.4: Red anterior, completamente analógica

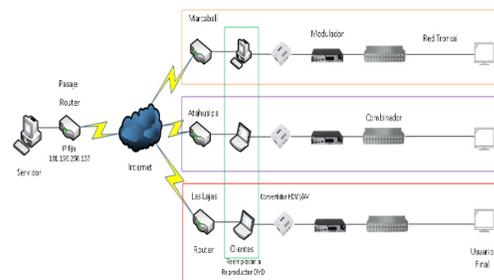


Figura 3.5: Red actual, híbrida

Antes de llevar a cabo los respectivos cambios y configuraciones mencionadas, la red es completamente analógica como se muestra en la Figura 3.4. Al llevar a cabo todo lo planificado, la estructura cambia muy poco siendo que se agregarán equipos de red que cambian la transmisión de analógica a digital, Figura 3.5, resultando en una red híbrida

Tabla 3.1: Tabla comparativa entre red antigua y red nueva

| Red Anterior | Red Actual |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| DVD LG | Servidor en ciudad local |
| Adaptador hembra coaxial – rca macho | Router de salida (Gateway) |
| Demodulador CH15 | Router de entrada (servidor) |
| Combinador CATV | Computador cliente |
| Inyección a red troncal empresa | Adaptador HDMI/AV |
| - | Adaptador hembra coaxial – rca macho |
| - | Demodulador CH15 |
| - | Combinador CATV |
| - | Inyección a red troncal empresa |

Mediante la Tabla 3.1 es posible comparar los elementos en los que consiste cada sistema notando claramente el añadido digital de la solución propuesta

Detalle de pasos para configuración de la red:

- Adquisición de las computadoras que harán de clientes en cada una de las ciudades.
- Instalación de los programas para la reproducción multimedia en los clientes.
- Instalación y configuración del software servidor en la computadora dentro de la ciudad principal de la empresa.
- Adquisición de la IP fija dentro de la empresa.
- Configuración de los equipos clientes de cada ciudad, con sus respectivas IP, formando una red privada.
- Instalación y programación del servidor:

```
bryam@bryam-Satellite-C845:~$ g++ -v
Using built-in specs.
COLLECT_GCC=g++
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor# cd live
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# ls
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# ./genMakefiles linux
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# make
cd liveMedia ; make
```

Figura 3.6: Verificación de compilador

- Como se aprecia en la Figura 3.6, se abre el terminal de Linux donde se configurará el servidor, luego se procede a verificar si se tiene instalado el compilador C++ en el sistema operativo, ya que este funciona con base en el lenguaje del código ya mencionado.

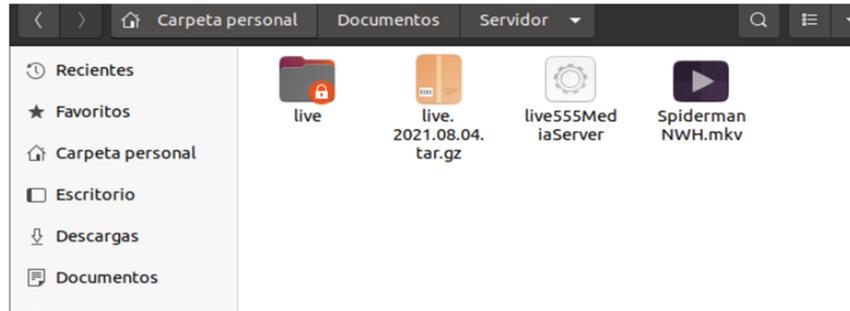


Figura 3.7: Archivos para configuración de servidor

- Desde un navegador web se procede a descargar los archivos que se muestran en la Figura 3.7, los cuales contienen las librerías que hacen posible el enlace del servidor a la red.

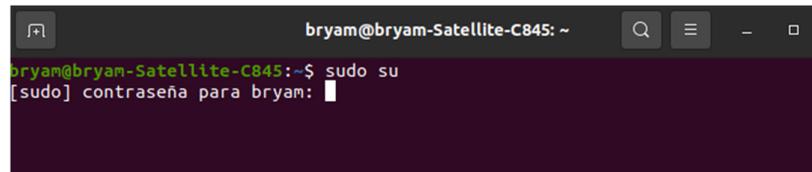


Figura 3.8: Comando modo privilegio de Linux

- Se procede a entrar en el modo privilegiado de configuración (Figura 3.8) con el comando “sudo su” para instalar y desempaquetar los archivos necesarios.

```
[sudo] contraseña para bryam:
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam# cd Documentos
bash: cd: Documentos: No existe el archivo o el directorio
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam# cd Documentos
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos# cd Servidor
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor#
```

Figura 3.9: Acceso a la carpeta con los archivos descargados por terminal

```
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor
bash: cd: Documentos: No existe el archivo o el directorio
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam# cd Documentos
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos# cd Servidor
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor# tar -xzf live.2021.08.04.tar.gz linux
tar: linux: No se encuentra en el archivo
tar: Se sale con estado de fallo debido a errores anteriores
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor# tar -xzf live.2021.08.04.tar.gz
Rhythmbox dia/
live/groupsock/
live/UsageEnvironment/
live/BasicUsageEnvironment/
live/testProgs/
live/mediaServer/
live/proxyServer/
live/hlsProxy/
```

Figura 3.10: Descompresión de los archivos .tar

- Se ingresa a la carpeta donde se encuentran los archivos descargados y se descomprime el archivo .tar.gz (Figuras 3.9 y 3.10), el cual deja una carpeta denominada “live”, donde se encuentran los archivos de instalación.

```
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor# cd live
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# ./genMakefiles linux
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live#
```

Figura 3.11. Acceso a la carpeta live

- Al entrar en la la carpeta “live”, se podrá observar comandos y archivos para inicializar el servidor (Figura 3.11), se ejecuta el comando ./genMakefiles y se añade el sistema operativo que contendrá el servidor, en este caso Linux.

```
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# make
cd liveMedia ; make
make[1]: se entra en el directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/liveMedia'
make[1]: No se hace nada para 'all'.
make[1]: se sale del directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/liveMedia'
cd groupsock ; make
make[1]: se entra en el directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/groupsock'
```

Figura 3.12: Creación de librerías utilizadas por el servidor

```

root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# make install
cd liveMedia ; make install
make[1]: se entra en el directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/liveMedia'
install -d /usr/local/include/liveMedia /usr/local/lib
install -m 644 include/*.hh /usr/local/include/liveMedia
install -m 644 libliveMedia.a /usr/local/lib
make[1]: se sale del directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/liveMedia'
cd groupsock ; make install
make[1]: se entra en el directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/groupsock'
install -d /usr/local/include/groupsock /usr/local/lib
install -m 644 include/*.hh include/*.h /usr/local/include/groupsock
install -m 644 libgroupsock.a /usr/local/lib
make[1]: se sale del directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/groupsock'
cd UsageEnvironment ; make install
make[1]: se entra en el directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/UsageEnvironment'
install -d /usr/local/include/UsageEnvironment /usr/local/lib
install -m 644 include/*.hh /usr/local/include/UsageEnvironment
install -m 644 libUsageEnvironment.a /usr/local/lib
make[1]: se sale del directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/UsageEnvironment'
cd BasicUsageEnvironment ; make install
make[1]: se entra en el directorio '/home/bryam/Documentos/Servidor/live/BasicUsageEnvironment'
install -d /usr/local/include/BasicUsageEnvironment /usr/local/lib
install -m 644 include/*.hh /usr/local/include/BasicUsageEnvironment
install -m 644 libBasicUsageEnvironment.a /usr/local/lib

```

Figura 3.13: Instalación de librerías necesarias para el servicio

- Luego con el comando make y make install (Figuras 3.12 y 3.13) se crearán e instalarán los archivos de cabecera y librerías.

```

root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# ls ..
live live.2021.08.04.tar.gz live555MediaServer SpidermanNWH.mkv
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor/live# cd ..
root@bryam-Satellite-C845:/home/bryam/Documentos/Servidor# live555MediaServer
LIVE555 Media Server
  version 1.09 (LIVE555 Streaming Media library version 2021.08.04).
  Play streams from this server using the URL
  rtpsp://192.168.100.118/<filename>
  where <filename> is a file present in the current directory.
  Each file's type is inferred from its name suffix:
  ".264" => a H.264 Video Elementary Stream file
  ".265" => a H.265 Video Elementary Stream file
  ".aac" => an AAC Audio (ADTS format) file
  ".ac3" => an AC-3 Audio file
  ".amr" => an AMR Audio file
  ".dv" => a DV Video file
  ".m4e" => a MPEG-4 Video Elementary Stream file
  ".mkv" => a Matroska audio+video+(optional)subtitles file
  ".mp3" => a MPEG-1 or 2 Audio file
  ".mpg" => a MPEG-1 or 2 Program Stream (audio+video) file
  ".ogg" or ".ogv" or ".opus" => an Ogg audio and/or video file
  ".ts" => a MPEG Transport Stream file
  (a ".tsx" index file - if present - provides server 'trick play' support)
  ".vob" => a VOB (MPEG-2 video with AC-3 audio) file
  ".wav" => a WAV Audio file
  ".webm" => a WebM audio(Vorbis)+video(VP8) file
  See http://www.live555.com/mediaServer/ for additional documentation.
  (We use port 80 for optional RTSP-over-HTTP tunneling.)

```

Figura 3.14. Servidor Instalado en ciudad Pasaje.

- Por último, con el archivo Live555Media Server se inicia al servidor, se podrá observar la IP con la que podemos acceder a los archivos multimedia desde cada cliente (Figura 3.14).
- Instalación de los equipos demoduladores para el canal dentro del RACK de la empresa.

- Conexiones digitales/analógica para la inyección del servicio multimedia a la red troncal de CATV de la empresa.

3.5 Proyección del sistema

Una vez implementado el sistema se proyecta mantener una programación variada entre programas de entretenimiento, ocio, educación, información, ente otros. Esto se conseguirá obteniendo convenios gubernamentales de programación educativa, así como convenios con cada alcaldía para la emisión de programación de interés local.

El planteamiento del proyecto puede seguir un modelo de negocio por suscripción, pues para acceder al servicio ofrecido por cierta cantidad de tiempo será cobrado a la empresa un monto económico accesible.

Se planea mediante este sistema, que los tiempos donde se mantiene el canal transmitiendo mejoren considerablemente, estimando que el canal se mantenga encendido respetando los siguientes valores de probabilidad por hora.

CAPÍTULO 4

4. Análisis de Resultados

4.1 Pruebas a nivel local

Una vez realizadas todas las configuraciones necesarias, se comienza a efectuar pruebas de transmisión y recepción de datos. Estas pruebas se realizan al inicio a nivel local (LAN), instalando en un computador de prueba el software cliente. Ya instalado, se verifica que el funcionamiento del servicio a implementar sea el adecuado al planteamiento de la solución propuesta, obteniendo un resultado satisfactorio.

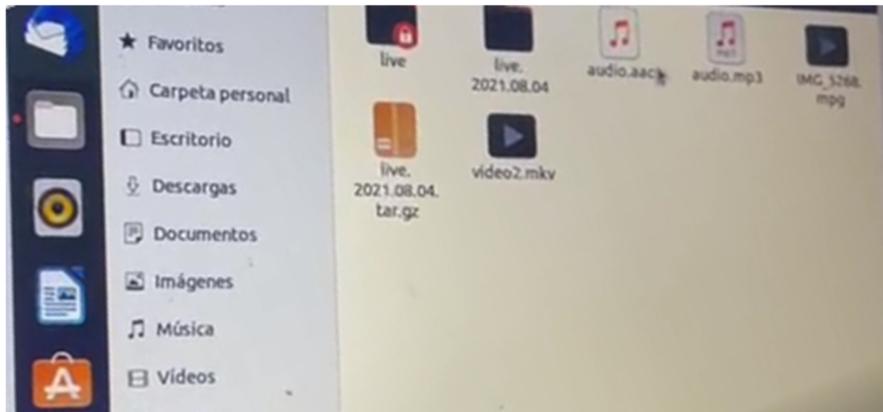


Figura 4.1: Archivos en el servidor

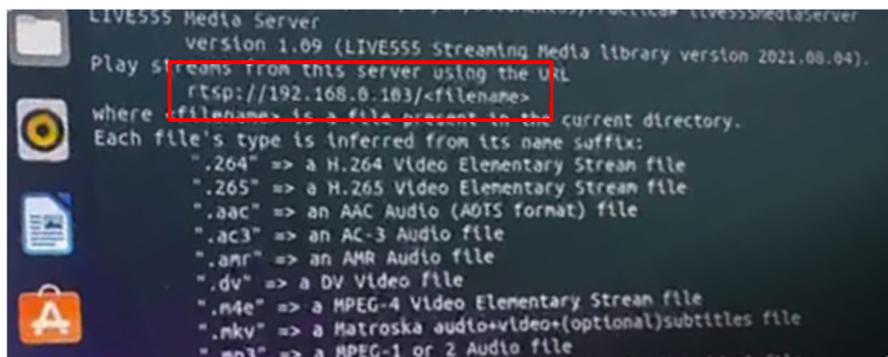


Figura 4.2: Dirección de red local del servidor

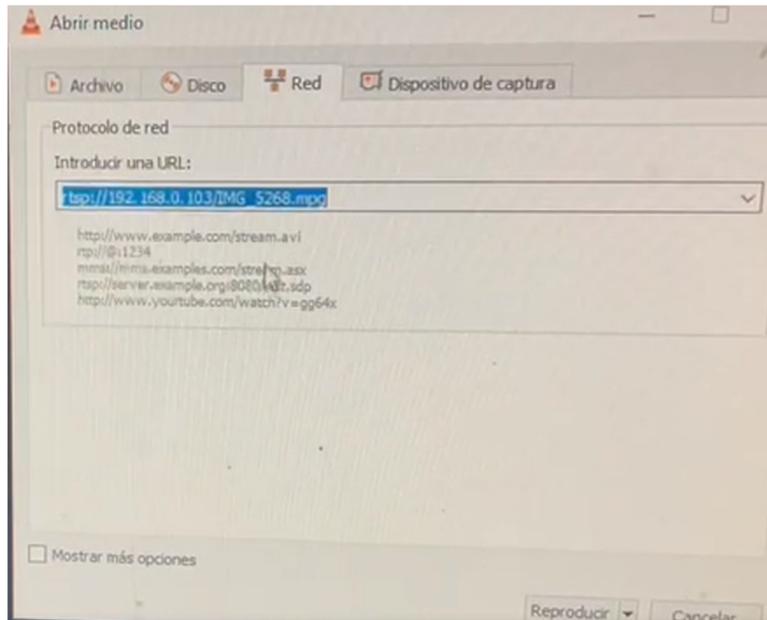


Figura 4.3: Acceso al archivo mediante herramienta cliente

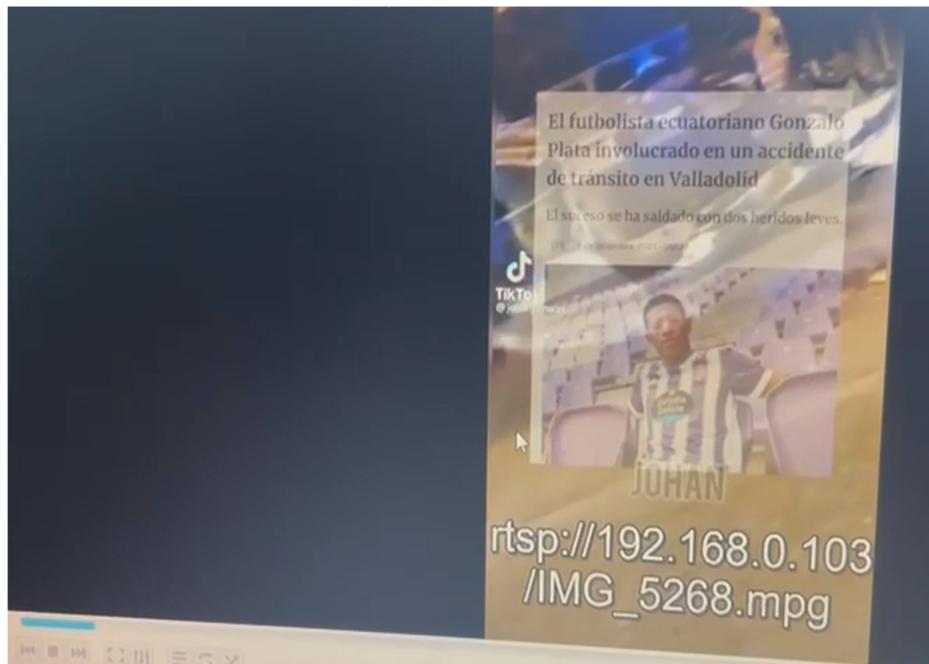


Figura 4.4: Reproducción de video por red

En la Figura 4.1 es posible visualizar todos los documentos almacenados en el servidor, se puede acceder a estos archivos mediante la dirección

de red del equipo servidor, la misma que aparece en la Figura 4.2. Sin embargo, no sólo se necesita la dirección de red del servidor, también requiere el nombre del archivo a reproducir, independientemente de si sea un video o solo un archivo de audio. Para esto, en la herramienta cliente se debe escribir ambos datos siguiendo el formato especificado en la Figura 4.3. Añadidos estos datos, se consigue reproducir un video dando como resultado una prueba exitosa a nivel local del sistema implementado (Figura 4.4).

4.2 Comunicación con una ciudad

```
C:\Users\Erick Burgos>ping 181.198.250.137
Haciendo ping a 181.198.250.138 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 181.198.250.138:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
            (100% perdidos),
```

Figura 4.5: Prueba ping a dirección IP pública fija

Para este literal, fue necesario poseer la IP pública fija, la cual fue provista por Netlife mediante un contrato de tres meses que podrá ser prolongado a conveniencia de la empresa, adquiriendo tanto el protocolo de red fijo de dirección 181.198.250.137, como un router ZTE que alquilan a la empresa. Es en este dónde la empresa configura la dirección de red, puesto que poseía previamente uno que no soporta esta clase de configuraciones. Al establecer el direccionamiento, se realizan pruebas de ping desde distintas localidades para verificar la accesibilidad al router desde cualquier parte observando la inaccesibilidad al mismo como se muestra en la Figura 4.5.

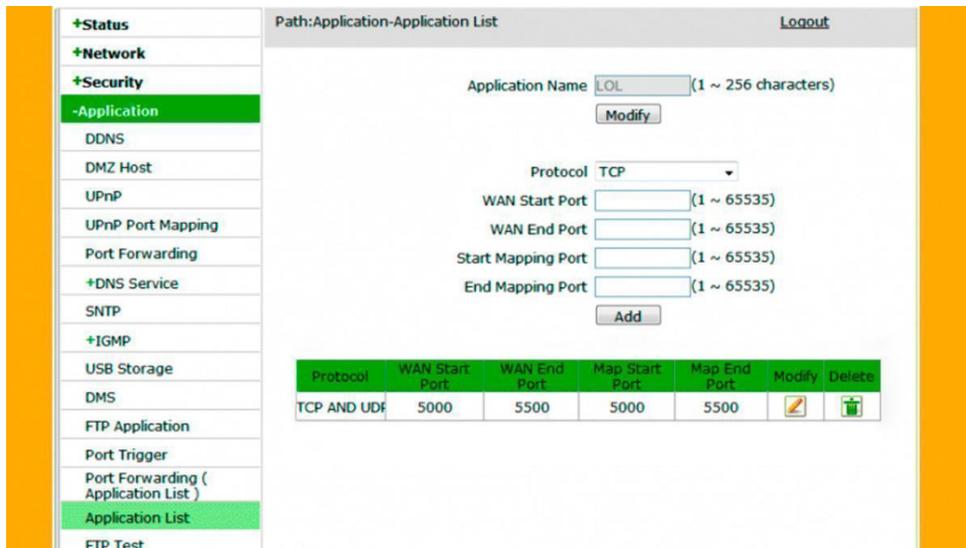


Figura 4.6: Apertura de Puertos 80 y 554

Al encontrar este problema, se indaga en posibles causas encontrando la necesidad de abrir los puertos 80 y 554 en el router para que responda a cualquier consulta que sea realizada desde alguna localidad externa al proveedor [25]. Esta configuración, se realizó directamente en el router como se muestra en la Figura 4.6.

```
C:\Users\Erick Burgos>ping 181.198.250.137

Haciendo ping a 181.198.250.137 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 181.198.250.137: bytes=32 tiempo=18ms TTL=57
Respuesta desde 181.198.250.137: bytes=32 tiempo=59ms TTL=57
Respuesta desde 181.198.250.137: bytes=32 tiempo=17ms TTL=57
Respuesta desde 181.198.250.137: bytes=32 tiempo=54ms TTL=57

Estadísticas de ping para 181.198.250.137:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 17ms, Máximo = 59ms, Media = 37ms
```

Figura 4.7. Ping exitoso al router

Dando apertura a estos puertos es posible realizar un ping, mismo que indica que el enlace se encuentra operativo y es posible empezar con la transmisión de datos necesaria para la realización del proyecto como se muestra en la Figura 4.7.

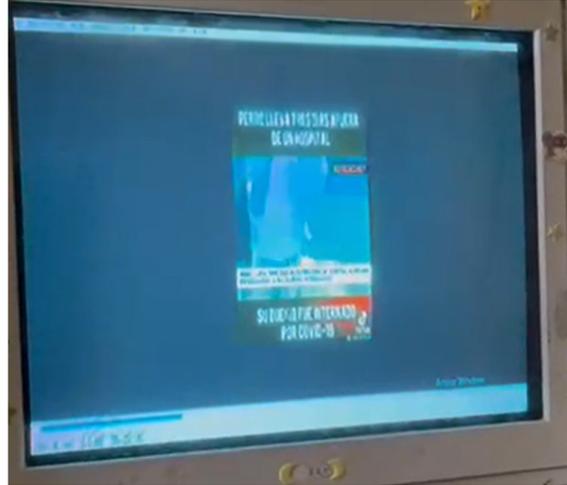


Figura 4.8. Test de servicio en Marcabell

Se procede a efectuar la primera transmisión de datos, logrando una conexión exitosa. El resultado de esta gestión, es posible de evidenciar con la ayuda de un televisor ubicado en el rack de la empresa, con el que monitorean el correcto funcionamiento de cada uno de los canales, Figura 4.8.

Es imperativo aclarar que, el medio implementado al ser unidireccional, requiere que el personal encargado de la gestión del canal acceda de manera remota al equipo cliente mediante la herramienta Anydesk, con la cual procederán a cargar el archivo en el dispositivo por medio del nombre de este.

4.3 Comunicación con múltiples ciudades

En cuanto se corrobora el procedimiento a seguir para establecer el adecuado funcionamiento del canal en una ciudad, se procede a replicar esta configuración en las ciudades de Atahualpa y Las Lajas, confirmando en el proceso la escalabilidad de sistema a muy bajo costo, pues sin la necesidad de adquirir equipos adicionales a los correspondientes clientes

de la red, es posible establecer la operatividad del canal local en las demás ciudades propuestas. Adicionalmente, se nota la fácil instalación de los equipos y del software necesario, siendo esto una ventaja para la rápida implementación y puesta en operación de la red en cada localidad solicitada. En adición, se remarca la facilidad de gestión, pues al estar centralizado en la ciudad de Pasaje con una persona encargada del correcto funcionamiento, no se requiere de personal adicional que ayude en las tareas de mantenimiento y/o configuración. Se puede realizar un estudio a futuro que ayude a determinar la cantidad óptima de ciudades encargadas a una persona, en caso de crearse una red demasiado grande para un solo individuo.

Como factor limitante, se encuentra la velocidad de descarga en el sistema por localidad, en donde es implementado. Además, se requiere que la ciudad en la cual vaya a ser establecida la red, posea cierta infraestructura adaptable al diseño propuesto. De no ser este el caso, la solución será poco práctica frente a otros posibles esquemas.

4.4 Programación en vivo

Para la programación en vivo y como solicitud de la empresa, se configura una aplicación estándar de transmisión en vivo (streaming) de manera temporal, basado en que se ha notificado el deseo de cambiar la red por fibra óptica e implementar un servidor web basado en http. Una vez adquirido, se migrará la información a este nuevo almacenador y posteriormente, ejecutar la transmisión web desde ese nuevo medio.

4.5 Comparación del sistema actual con la red original

Durante el transcurso de varias semanas de funcionamiento de la red, se realizan las mismas mediciones que la empresa efectuaba en su antigua red, presentando informes mensuales a la ARCOTEL acerca de la operatividad del canal, con el propósito de comparar los antiguos resultados con los nuevos.

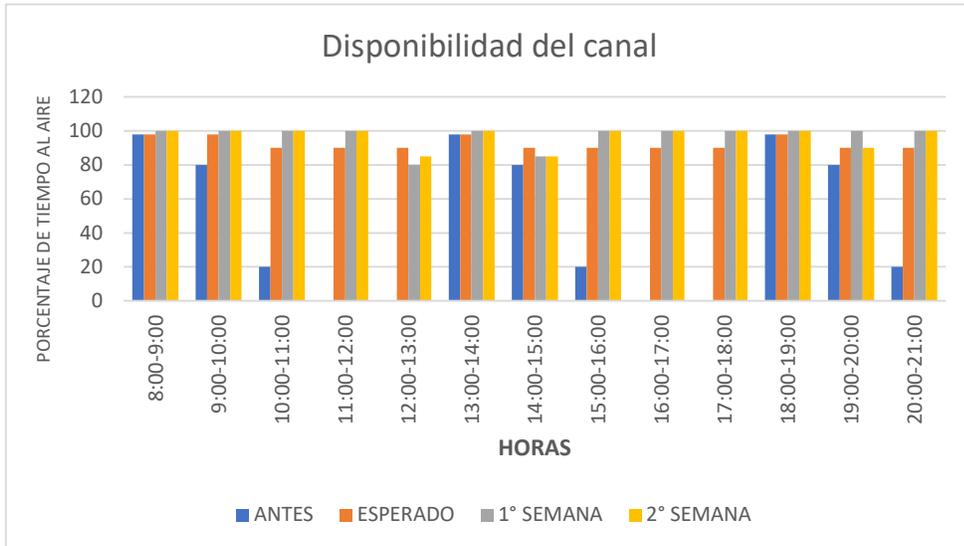


Figura 4.9: Comparación de red cliente-servidor con modelo analógico

Con estas mediciones, Figura 4.9, se puede aseverar que el planteamiento inicial no solo se cumple, también en ciertos intervalos de tiempo es superado, denotando la alta eficiencia del proyecto. Adicionalmente, al comparar estos tres escenarios, existen pequeños intervalos en los cuales la proyección fue mayor al valor real. Surge entonces, la necesidad de realizar una investigación más profunda para determinar la particularidad de ese acontecimiento, pero se especula que la causa es por ser intervalos de almuerzo. La probabilidad de funcionamiento del canal se muestra superior en todos los intervalos a su diseño predecesor, esto es posible gracias al buen desempeño del personal capacitado, encargado de las tareas de mantenimiento del servidor, así como al buen diseño e implementación de la red.

4.6. Contraste de gastos con el sistema anterior y el sistema actual

Para la puesta en operación del canal local dentro de cada una de las ciudades donde la empresa provee el servicio de TV-Cable, se necesitó una inversión inicial, explicado a detalle en la *tabla 4.1*. La red anterior constaba de un DVD en donde se reproducía el material multimedia, el cual también era comprado por la empresa, realizando la adquisición de nuevo material, ya sea por renovación o por desgaste de este. Los gastos generados son tomados en cuenta cada 5 meses que es cuando la empresa compraba nuevo material.

Tabla 4.1 Gastos generados por el canal local con la red anterior.

| | | Gastos red anterior [\$] |
|--------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Inversión Inicial | DVDs | \$150 |
| | Películas | \$225 |
| | CDs música y video | \$75 |
| | | \$450 |
| Re-Inversión (c/5meses) | Películas | \$112.5 |
| | CDs música y video | \$30 |
| | TOTAL | \$142.5 |

Tabla 4.2. Gastos generados por el canal local con la red actual

| | | Gastos red actual [\$] |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Inversión inicial | Computadoras | \$600 |
| | IP publica | \$19 |
| | Cables/conectores | \$5 |
| | Convertidor | \$3 |
| | | \$662 |
| Re-Inversión (c/5meses) | IP publica | \$95 |
| | Mantenimiento Servidor | n/A |
| | TOTAL | \$95 |

La red actual, como se muestrado en la Tabla 4.2, resulta tener una inversión inicial mayor en comparación a la red anterior; debido a la compra de computadoras donde alojarán los clientes de cada una de las ciudades. Por otro lado, se tiene la compra de la IP pública con la que funcionará el servidor, donde accederán los clientes.

Para la proyección de gastos por ambas redes, se tomó en cuenta la inversión inicial y los gastos que generan mensualmente. La red actual a pesar de tener una mayor inversión inicial como se puede observar en la *Figura 4.10*, recupera la inversión en 1 año 10 meses y 10 días, esto debido a la reinversión que necesita la red anterior al renovar el material multimedia que necesita para la reproducción en los DVD.

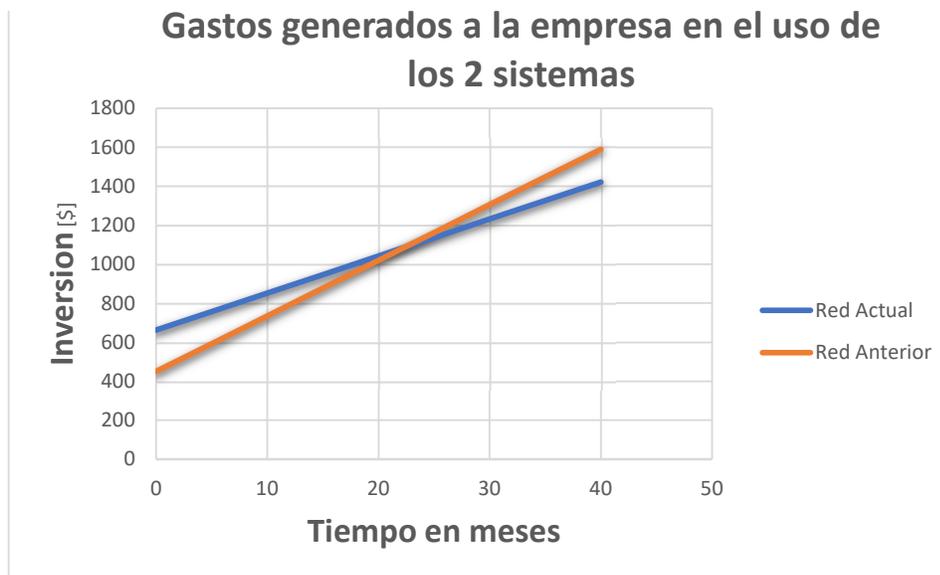


Figura 4.10. Proyección de gastos para las 2 redes

$$y = 19x + 662 \rightarrow \text{Ec. de gastos red actual}$$

$$y = 28.5x + 450 \rightarrow \text{Ec. de gastos red anterior}$$

$$28.5x + 450 = 19x + 662$$

$$9.5x = 212$$

$$x = 22.32 \text{ meses}$$

$$x = 1 \text{ año } 10 \text{ meses}$$

4.7. Resultados de calidad de video transmitido

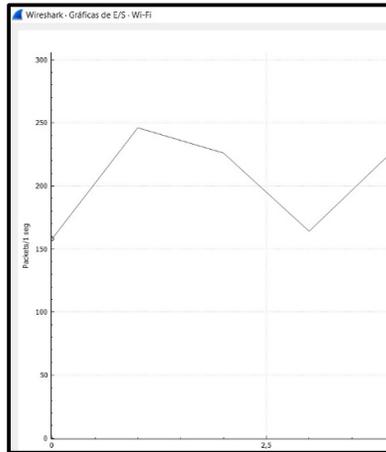


Figura 4.11. Resolución de video medidos por paquete enviado

Para medir la calidad de video que se transmite a través de streaming se lo hace a través de paquetes por segundo, para la aplicación de este proyecto se buscó un tamaño confirme el ancho de banda que maneje la empresa en el servidor, teniendo resultados favorables de resolución como se observa en la Figura 4.11; transmitiendo un promedio de 200 paquetes/seg, lo que hace que sea optimo para televisores de 1080p.

Conclusiones

El buen desarrollo y precisión en la selección de las tecnologías a implementar, para la red cliente-servidor fue de vital importancia para la ejecución del proyecto de un modo versátil, eficiente y transparente, de modo que la afectación del tiempo que se mantuvo sin operar el canal, para la configuración del nuevo sistema, fue muy bajo.

La implementación de software libre en la realización del proyecto proporciona una gran ganancia económica al momento de realizar el análisis de costos, pues si bien pueden llegar a ser un poco incompletos en ciertos campos, para la realización del presente su desempeño es ideal.

El proyecto muestra potencial para la escalabilidad de la red a precios bajos, porque los softwares implementados son de bajos requisitos y únicamente se necesita una IP fija a la cual se apuntará, correspondiente al servidor, ya que los clientes pueden poseer cualquier proveedor de internet sin afectar el servicio.

La gestión de la red se ve mejorada en términos de eficiencia y costo, debido a que el trabajo antes era realizado por varias personas en cada localidad respectivamente; ahora es desempeñado por una única persona ubicada en las oficinas donde se encuentra el servidor.

Recomendaciones

Con la finalidad de mejorar el rendimiento de la red cliente-servidor, es recomendable realizar la cotización de un paquete de internet con mayor capacidad, pues esto mejorará considerablemente la eficiencia del sistema, así como disminuirá la probabilidad de existencia de retardo.

El proyecto puede ser implementado por medio de MPLSs, sin embargo, se recomienda realizar un estudio que determine el mejor precio para la suscripción al servicio con los costos adicionales que esto implica.

Recordar la necesidad de la apertura de los puertos de red 80 y 554 para que la conexión entre servidor y cliente pueda ser establecida, de lo contrario la transmisión de información no se llevará a cabo adecuadamente.

Verificar si los softwares implementados para el funcionamiento del proyecto poseen alguna clase de restricción por parte de su desarrollador pues, aunque el software sea de código libre, esto no quiere decir que pueda ser empleado en productos o servicios comerciables.

Bibliografía

- [1] J. Gonzáles Pazos, Medios de comunicación: ¿al servicio de quién?, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Icaria, 2020.
- [2] E. Domínguez Goya, Medios de comunicación masiva, Estado de México: Red Tercer Milenio, 2012.
- [3] E. Medina de la Viña, P. Gonzales Aldea y N. López Vidales, «Jóvenes y televisión en 2010: Un cambio de hábitos,» Revista De Estudios De Comunicación, vol. 16, p. 30, 2012.
- [4] M. C. Medrano Samaniego, Televisión y Educación: del entretenimiento al aprendizaje, Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2008.
- [5] C. M. Arnanz, Negocios de televisión, GEDISA, 2002.
- [6] Ortega Calle, C. V., Análisis del proceso cultural de los pueblos rurales. El Salvador y Villanueva del cantón Naranjal, de la provincia del Guayas, para la elaboración de un programa de televisión educativo que difundirá los orígenes y costumbres de estas comunidades, Guayaquil, 2016.
- [7] Beltrán Sevilla, M., Fernández Rosales, P. Diseño e implementación de una plataforma de video streaming OTT multiformato, Madrid, 2017.
- [8] Navarrete Martínez, J., Televisión de libre recepción y televisión por cable: perspectivas de desarrollo, Bogotá, 1995.
- [9] Peña, C. A, Centralización del Sistema de Información Catastral. CT: Catastro, (75), 31-40, 2012.
- [10] Bloomfield, B. P., & Coombs, R, Information technology, control and power: The centralization and decentralization debate revisited. Journal of management studies, 29(4), 459-459, 1992.
- [11] ARCOTEL, RESOULUCIÓN-RTV-019-01-CONATEL-2015, 2015.

- [12] Chacón Robayo, E. K., & Hernández Navas, E. J., Análisis crítico sobre los contenidos infantiles del programa Educa TV, transmitido por Ecuador TV, 2018
- [13] Novoa, M., Saltos, M. G. L., & Raymond, V. H. D. P., Televisión Comunitaria: factores de éxito para el crecimiento en Ecuador. Killkana sociales: Revista de Investigación Científica, 2(1), 27-32, 2018.
- [14] Nalda, T., Servicio OTT Lineal de Telecom “Skinny Bundle”, 2018.
- [15] Mirama, V. F., López, O. C. D., & Bolaños, Y. J., Análisis de la Calidad de la Experiencia en un Servicio OTT en un entorno móvil Analysis of the Quality of Experience for OTT Service in a mobile environment.
- [16] Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R., & Jacobson, V., RTP: A transport protocol for real-time applications, 1996
- [17] Wing, D., Symmetric RTP/RTP Control Protocol (RTCP). BCP 131, RFC 4961, July, 2007
- [18] Ott, J., & Perkins, C., Guidelines for extending the RTP control protocol (RTCP). RFC 5968, September, 2010.
- [19] Fischer, W., Digital television. Springer-Verlag, 2003.
- [20] Dawson, M., Television between analog and digital. Journal of Popular Film & Television, 38(2), 95-100, 2010.
- [21] Yarali, A., & Cherry, A., Internet protocol television (IPTV). In TENCON 2005-2005 IEEE Region 10 Conference (pp. 1-6). IEEE, 2005.
- [22] Armenteros Gallardo, M., & Ramos Díaz, J. P., Conectores, 2011.
- [23] Pico Macom, Pico Macom PCM55SAW Installation And Operation Manual.
- [24] Bregante Electrónica SA., CARF: Combinador activo de RF para CATV

- [25] Cho, K., Fukuda, K., Esaki, H., & Kato, A. (2008, December). Observing slow crustal movement in residential user traffic. In Proceedings of the 2008 ACM CoNEXT conference