



UCAB



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES



**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO.**

Presentado ante la
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR:

Guillermo Jesús Cejas Mota

Oriana José Mora Granados

TUTOR: Ing. Luis Alberto Molner

Febrero de 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO.**

**Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado:.....**

JURADO EXAMINADOR

Firma: Firma: Firma:
Nombre:..... Nombre:..... Nombre:.....

REALIZADO POR Cejas Mota, Guillermo J.
Mora Granados, Oriana J.

PROFESOR GUIA Ing. Luis Molner
FECHA Febrero 2013

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO.**

Guillermo J. Cejas Mota guillermo.cejas.mota@gmail.com
Oriana J. Mora Granados oriana.mora.granados@gmail.com

RESUMEN

Los medios de comunicación son instrumentos o formas de contenido por el cual se realiza el proceso comunicacional. Los medios de comunicación se encuentran constantemente en un proceso evolutivo adaptándose así a las nuevas tecnologías existentes. Entre los medios de comunicación más utilizados podemos encontrar prensa escrita, radio televisión e internet y en la actualidad, la tecnología digital disponible permite que estos diversos sectores se unan en uno mismo en un fenómeno conocido como convergencia.

La Universidad Católica Andrés Bello cuenta con diversos medios de comunicación, que en un intento por mantenerse en la vanguardia tecnológica, ha elaborado esfuerzos por realizar la convergencia de ellos migrando hacia Internet, ya que es el factor más importante que guía dicho proceso debido a que sus protocolos se han convertido en el estándar más utilizado en casi todos los servicios actuales. Sin embargo, dicha institución universitaria no cuenta con un servicio de televisión, pero con la presencia del Internet, se tiene la posibilidad de integrar la transmisión de video, audio y datos a través de redes que permiten realizar ésta transmisión hacia un sitio específico y de esta manera consolida un medio de comunicación amplio y robusto.

Por ello el presente trabajo especial de grado representa un esfuerzo formal para que la Universidad Católica Andrés Bello cuente con un diseño con el cual estudie la posibilidad de implementar un sistema para el servicio de televisión sobre el protocolo IP (IPTV)

El contenido de este documento no establece la última palabra en el tema, es una guía que cuenta con una investigación precisa y detallada, la cual busca dar una solución a la carencia de este medio de comunicación

Palabras claves: IPTV, Internet, Televisión, convergencia.

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Dedicatoria

A mi padres (Memo y Nieves), por haberme brindado la oportunidad de cursar mis estudios, por su ejemplo de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han impartido siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos (Yeezy y Daniel) y abuela (Agueda) por siempre estar en los momentos más difíciles, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí, porque a diario agregan ese granito de arena que con su magia le da sentido a la vida y porque más que ser solo mis hermanos y mi abuela... son mis amigos!!!

A mi tío (Toño), que a pesar de nuestra distancia física, siento que está conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para él como lo es para mí.

A Oriana M. que más que una compañera de estudio fue la amiga que siempre estuvo a mi lado ayudándome día tras día sin esperar nada a cambio y a quien siempre le agradeceré el apoyo brindado.

Guillermo Cejas M.

Este Trabajo Especial de Grado se lo dedico a mi madre y a mi abuela, que gracias a su esfuerzo y con su apoyo, consejos y motivación en los momentos más difíciles hicieron que este largo camino fuera más ligero. Por ser grandes ejemplos a seguir no sólo como profesionales sino como seres humanos, que gracias a su fortaleza y sacrificio hicieron posible el logro de esta meta.

A mi hermana y tíos que de una u otra manera siempre estuvieron allí cuando más los necesite, dándome su apoyo y creyendo en mí.

A Dios, por darme la paciencia, sabiduría y perseverancia para siempre continuar y no decaer cuando se presentaron obstáculos que se veían imposibles.

A mi compañero de tesis Guillermo, por ser un amigo y gran apoyo en el desarrollo de este trabajo y en grandes momentos de mi vida.

Oriana J. Mora Granados

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Agradecimientos

UCAB

Ing. Luis Molner

Ing. Lourdes Ortiz

Otros

Ing. Carlos Gaspar

TSU. Néstor Coronel

Y a todas aquellas personas que colaboraron durante todo el proceso de elaboración
de este Trabajo Especial de Grado. ¡Muchas Gracias!

Índice General

RESUMEN.....	i
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	v
Índice General	vii
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tablas.....	xvii
Índice de Apéndices.....	xix
Índice de Anexos	xix
Introducción.....	1
Capítulo I.....	5
Planteamiento del Proyecto	5
I.1 Planteamiento del Problema.....	5
I.2 Objetivo General.....	8
I.3 Objetivos Específicos.....	8
I.4 Alcances y Limitaciones	8
I.5 Justificación del Proyecto	9
Capítulo II	11
Marco Teórico	11
II.1 Televisión.....	12
II.1.1 Inicio de la Televisión.....	12
II.1.2 Tipos de Televisión.....	12
II.1.2.1 Televisión Analógica	13
II.1.2.2 Televisión Digital.....	14
II.1.2.2.1 Plataformas de televisión digital	16
II.1.2.2.1.1 Satélite	17
II.1.2.2.1.2 Cable.....	17
II.1.2.2.1.3 Televisión Digital Terrestre	18

II.2	Protocolos Básicos	19
II.2.1	Protocolo de Internet IP (<i>Internet Protocol</i>)	19
II.2.2	Protocolo TCP	20
II.2.3	Protocolo UDP	21
II.3	Métodos de Transmisión	21
II.3.1	Unicast	22
II.3.2	Multicast	22
II.3.3	Broadcast.....	23
II.4	Compresión de video y Formatos contenedores	24
II.4.1	Compresión de Video	24
II.4.1.1	MPEG-1.....	25
II.4.1.2	MPEG-2.....	26
II.4.1.3	MPEG-4.....	27
II.4.1.4	H.261	28
II.4.1.5	H.263	29
II.4.1.6	H.264	29
II.4.2	Formatos Contenedores	31
II.5	Video <i>Streaming</i>	32
II.5.1	Descripción	32
II.5.2	Arquitectura Sistema <i>Streaming</i>	32
II.5.3	Usos <i>Streaming</i>	33
II.6	Medición de Calidad	33
II.6.1	Calidad de Servicio (Qos).....	33
II.6.1.1	Integrated Services	35
II.6.1.2	Differentiated Services	36
II.6.2	Calidad de Experiencia (QoE)	37
II.7	Televisión por Red IP: IPTV	38
II.7.1	Descripción	38

II.7.2 Características de IPTV	39
II.7.2.1 Soporte para TV Interactiva	39
II.7.2.2 Cambiar horarios de transmisión	40
II.7.2.3 Personalizable	40
II.7.2.4 Bajo requerimiento de ancho de banda	40
II.7.2.5 Accesibles en múltiples dispositivos.....	40
II.7.3 Diferencias entre IPTV y TV por Internet	41
II.7.3.1 Plataformas diferentes	41
II.7.3.2 Alcance geográfico	41
II.7.3.3 Dueños de la infraestructura de red.....	42
II.7.3.4 Mecanismo de acceso.....	42
II.7.3.5 Costos	43
II.7.4 Arquitectura y Funcionamiento.....	43
II.7.4.1 Captura de señales de video.....	44
II.7.4.2 Almacenamiento y servidores de video	44
II.7.4.3 Distribución del contenido	45
II.7.4.4 Equipo de Acceso y Usuario	45
II.7.4.5 Software.....	45
II.7.5 Componentes.....	47
II.7.5.1 Head End	47
II.7.5.2 Middleware	48
II.7.5.3 Video Server	48
II.7.5.4 Content Protection: CAS/DRM	48
II.7.5.5 Set Top Box (STB)	49
II.7.6 Servicios que ofrece	49
II.7.6.1 Electronic Program Guide (EPG)	50
II.7.6.2 Pay Per View (PPV).....	50
II.7.6.3 Video On Demand (VoD)	51

II.7.6.4 Network Personal Video Recording (NPVR).....	51
II.7.6.5 Time Shifting	51
Capítulo III	53
Marco Metodológico	53
III.1 Tipo de Investigación.....	53
III.2 Período de desarrollo de la investigación.....	54
III.3 Descripción de las Actividades	54
III.3.1 Documentación y Análisis	55
III.3.1.1 Delimitación Teórica de la investigación.....	55
III.3.1.2 Levantamiento de información de la topología lógica y física de la red existente en la Universidad Católica Andrés Bello.	55
III.3.2 Diseño y Experimentación.....	56
III.3.2.1 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de televisión analógico	56
III.3.2.2 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de televisión digital	56
III.3.2.3 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema IPTV	57
III.3.2.4 Propuesta del diseño de una plataforma que permita la implementación de un sistema IPTV.....	57
III.3.3 Estimación de costos y Análisis de resultados.....	57
III.3.4 Conclusiones y Recomendaciones	58
III.3.5 Presentación, redacción del tomo y entrega final	58
Capítulo IV	59
Desarrollo y Resultados	59
IV.1 Documentación y Análisis	59
IV.1.1 Delimitación teórica de la investigación	59
IV.1.2 Levantamiento de Información de la topología lógica y física de la red existente en la Universidad Católica Andrés Bello	60
IV.2 Diseño y Experimentación.....	62

IV.2.1 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el Diseño de un sistema de televisión analógico	63
IV.2.1.1 Etapas de un Sistema de Transmisión de Televisión Analógica	63
IV.2.1.2 Estudio de los posibles equipos y características	67
IV.2.1.2.1 Splitter para receptores satelitales	67
IV.2.1.2.2 Receptor de satélite	68
IV.2.1.2.3 MVP	69
IV.2.1.2.4 Modulador.....	71
IV.2.1.3 Diseño propuesto de un sistema de televisión analógico para la Universidad Católica Andrés Bello.....	72
IV.2.2 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el Diseño de un sistema de televisión digital.....	74
IV.2.2.1 Etapas de un Sistema de Transmisión de Televisión Digital	74
IV.2.2.2 Estudio de los posibles equipos y características.	77
IV.2.2.2.1 Splitter para receptores satelitales	77
IV.2.2.2.2 Receptor Digital	78
IV.2.2.2.3 Encoder.....	79
IV.2.2.2.4 Multiplexor	80
IV.2.2.2.5 Modulador IP-QAM.....	81
IV.2.2.2.6 Transmisor Óptico.....	82
IV.2.2.3 Diseño propuesto de un sistema de televisión digital para la Universidad Católica Andrés Bello.....	84
IV.2.3 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el Diseño de un sistema IPTV	86
IV.2.3.1 Etapas de un Sistema IPTV básico	86
IV.2.3.1.1 Etapa de recepción	87
IV.2.3.1.1.1 Contenido en vivo	87
IV.2.3.1.1.2 Contenido envasado	87
IV.2.3.1.1.3 Contenido desde Televisión abierta.....	88

IV.2.3.1.1.4 Contenido desde una Antena Satelital	88
IV.2.3.1.1.5 Conversor Analógico/Digital.....	88
IV.2.3.1.2 Etapa de Codificación, Servidor Streaming y Reproductor	90
IV.2.3.1.2.1 Video LAN Project	91
IV.2.3.1.2.2 Microsoft	92
IV.2.3.1.2.3 OpenCaster, UStream y WireCast	94
IV.2.3.1.3 Etapa de Distribución	96
IV.2.3.1.3.1 Routers	96
IV.2.3.1.3.2 Switch.....	97
IV.2.3.1.4 Etapa de Última Milla o Red de Acceso	97
IV.2.3.1.4.1 Televisor Analógico con decodificador	97
IV.2.3.1.4.2 Computador con capacidad de visualización multimedia ..	100
IV.2.3.2 Requerimientos de Ancho de Banda y Velocidad de Transmisión .	100
IV.2.3.3 Implementación de prueba	101
IV.2.3.3.1 Recursos necesarios.....	102
IV.2.3.3.2 Topología de conexión	102
IV.2.3.3.3 Descripción Implementación	103
IV.2.3.3.3.1 Video Lan Client (VLC)	103
IV.2.3.3.3.1.1 Instalación VLC	103
IV.2.3.3.3.1.2 Configuración VLC como servidor streaming.....	105
IV.2.3.3.3.1.3 Configuración VLC como cliente	108
IV.2.3.3.3.1.4 Prueba Transmisión/Recepción VLC	108
IV.2.3.3.3.2 WireCast y OpenCaster.....	111
IV.2.3.3.3.2.1 Instalación WireCast	112
IV.2.3.3.3.2.2 Registro OpenCaster.....	114
IV.2.3.3.3.2.3 Configuración Wirecast y OpenCaster	115
IV.2.3.3.3.2.4 Prueba Transmisión con Wirecast / Recepción con OpenCaster	118

IV.2.3.4 Diseño Propuesto	120
IV.3 Estimación de Costos	124
IV.3.1 Sistema de Televisión Analógico	124
IV.3.2 Sistema de Televisión Digital	125
IV.3.2 Sistema IPTV	125
Capítulo V	128
Conclusiones y Recomendaciones	128
Bibliografía	132

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema Marco Teórico	11
Figura 2: Esquema Transmisión Televisión por Satélite	17
Figura 3: Esquema Transmisión por Cable	18
Figura 4: Esquema Transmisión TDT.....	18
Figura 5: Transmisión <i>Unicast</i>	22
Figura 6: Transmisión Multicast.....	23
Figura 7: Transmisión Broadcast.....	24
Figura 8: Comparación de Formatos de Compresión	27
Figura 9: Arquitectura de un Sistema Streaming Básico	32
Figura 10: Arquitectura Red IPTV	46
Figura 11: Esquema Fases Metodología	55
Figura 12: Red existente en la UCAB.....	62
Figura 13: Etapas de un Sistema de Transmisión de Televisión Analógica	63
Figura 14: QUINTECH LS04 LS04 2150A L-band Splitters.....	67
Figura 15: Receptor de satélite Cisco D9865D	68
Figura 16: Receptor de Satélite Motorola DSR-4410MD	69
Figura 17: MVP II General Instrument.....	70
Figura 18: MVP II General Instrument.....	70
Figura 19: Modulador CATV JM-50168	71
Figura 20: Modulador Pico Macom PFAM550.....	72
Figura 21: Estructura Sistema de Televisión Analógico.....	73
Figura 22: Etapas de un sistema de transmisión de televisión digital	74
Figura 23: QUINTECH LS04 LS04 2150A L-band Splitters.....	78
Figura 24: Receptor TDT Coche	78
Figura 25: Encoder COL5141BP Super IP 4 in 1	79
Figura 26: Encoder Digicast DMB-8820 4 in 1 MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI	80
Figura 27: Multiplexor Harmonic ProSteam 1000	81
Figura 28: Modulador IP-QAM Digicast DMB-5110	81
Figura 29: Modulador IP QAM NVQM-I.....	82
Figura 30: Transmisor Óptico YUCOO-V-16V2D2T1K1S	83
Figura 31: Transmisor Óptico CATV 1310 nm	83
Figura 32: Estructura de un Sistema de Televisión Digital.....	85
Figura 33: Etapas de un Sistema de Transmisión IPTV básico	86

Figura 34: Canopus ADVC 300	89
Figura 35: Canopus ADVC 110	90
Figura 36: Diagrama de funcionamiento Set Top Box	98
Figura 37: Set Top Box Amino AmiNET A125.....	99
Figura 38: Set Top Box Motorola VIP 1853.....	99
Figura 39: Topología de Conexión Utilizada	102
Figura 40: Selección de Idioma en la Instalación de VLC.....	104
Figura 41: Instalación de VLC	104
Figura 42: Reproductor Multimedia VLC.....	105
Figura 43: Configuración del Códec de Video de VLC.....	107
Figura 44: Configuración del Códec de Audio de VLC	107
Figura 45: Sincronización del archivo recibido con VLC con respecto al transmitido con VLC	109
Figura 46: Configuración ruta de acceso de archivo transmitido con VLC.....	110
Figura 47: Sincronización de archivo recibido con el Reproductor de Windows Media con respecto al transmitido con VLC.....	111
Figura 48: Instalación Wirecast	112
Figura 49: Interfaz Página Principal OpenCaster	114
Figura 50: Datos para la transmisión en vivo con OpenCaster	115
Figura 51: Configuración WireCast con los datos para la transmisión en vivo de OpenCaster	116
Figura 52: Preajustes del Codificador WireCast	117
Figura 53: Archivo emitido con Wirecast	118
Figura 54: Archivo recibido en el canal de Opencaster	119
Figura 55: Estructura de un Sistema IPTV.....	122
Figura 56: Costos Sistema de Televisión Analógico	124
Figura 57: Costos Sistema de Televisión Digital	125
Figura 58: Costos Etapa de Recepción Sistema IPTV Fuente: (Propia).....	126
Figura 59: Costos Etapa Codificación, Servidor Streaming y Reproductor	126
Figura 60: Costos Etapa Acceso o Última Milla	127
Figura 61: Total Costos Sistema IPTV	127
Figura 62: Grass Valley ADVC300.....	16
Figura 63: Grass Valley ADVC110.....	17
Figura 66: Especificaciones Transmisor Óptico CATV 1310nm.....	21

Índice de Tablas

Tabla 1: Canales de Televisión Nacional en Venezuela	66
Tabla 2: Velocidad de Transmisión requerida por los principales códec para TV...	100
Tabla 3: Ancho de Banda requerido por los principales códec para TV	101
Tabla 4: Especificación de los computadores utilizados para la realización de las pruebas	102

Índice de Apéndices

Apéndice A: Tabla especificaciones QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters.....	1
Apéndice B: Tabla especificaciones Cisco D9865D Satellite Receiver Rear Panel	3
Apéndice C: Tabla especificaciones Motorola DSR-4410MD	5
Apéndice D: Tabla especificaciones MVP II. General Instrument	6
Apéndice E: Tabla especificaciones Modulador CATV JM-50168	7
Apéndice F: Tabla especificaciones Modulador Pico Macom PFAM550	8
Apéndice G: Tabla especificaciones QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters.....	9
Apéndice H: Tabla especificaciones Encoder COL5141BP Super IP 4 in 1	10
Apéndice I: Tabla especificaciones Encoder Digicast DMB-8820 4 in 1 MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI.....	11
Apéndice J: Tabla especificaciones Multiplexor Harmonic ProSteam 1000	12
Apéndice K: Tabla especificaciones Modulador IP-QAM Digicast DMB-5110.....	15
Apéndice L: Tabla especificaciones Modulador IP QAM NVQM-I.....	15
Apéndice M: Tabla especificaciones Grass Valley ADV300.....	16
Apéndice N: Tabla especificaciones Grass Valley ADV110	18

Índice de Anexos

Anexo A: Características Receptor TDT Coche.....	19
Anexo B: Especificaciones Transmisor Óptico Yucoo 16v2d2t1k1s.....	20
Anexo C: Especificaciones Amino AmiNET A125	22
Anexo D: Especificaciones Motorola VIP1853	23

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Introducción

La televisión fue uno de los primeros medios de comunicación audiovisual y su impacto ha transformado la cultura, economía y sociedad desde su invención a finales del siglo XIX. En el presente, este mecanismo de comunicación audiovisual se ha convertido en una poderosa industria cultural y global controlada por corporaciones multinacionales e instituciones. Sin embargo el surgimiento de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación ha representado tanto una oportunidad de fortalecimiento como un reto al dominio de este modelo, ya que el nuevo entorno digital de los computadores, la televisión y el Internet implican transformaciones en la producción, distribución y consumo.

Los sistemas de televisión al igual que todas las tecnologías informáticas y de telecomunicaciones han evolucionado, desde el sistema de televisión analógica hasta los sistemas de televisión sobre IP que pretenden aprovechar las conexiones de Internet existentes en los hogares de los abonados.

Los sistemas de televisión analógicos utilizan ondas electromagnéticas para llegar a todos los usuarios dentro del área de cobertura en donde estas pueden llegar, realmente este sistema llega a todos los usuarios sin discriminación alguna. Luego aparecieron los sistemas de televisión por cable (CATV); estos sistemas utilizan un cableado coaxial que es llevado al hogar de cada usuario proporcionando una cantidad de canales mayor a la que se puede obtener por medio de la televisión convencional. Con el avance tecnológico apareció la televisión digital; con la cual se inició las transmisiones de televisión por satélite, que es un sistema por suscripción que ofrece una gran cantidad de canales dependiendo del tipo de suscripción contratado.

Estas tecnologías digitales unidas con el avance en la tecnología del Internet han ido preparando el escenario para la aparición de la televisión sobre IP (sobre enlaces de Internet de banda ancha).

Por todo lo antes mencionado se origina la televisión sobre el protocolo de internet, también conocida como IPTV, denominada como la convergencia de los sistemas de televisión y los enlaces de IP de banda ancha. Esta tecnología permite utilizar los enlaces de banda ancha que actualmente están presentes en muchos países, para integrar un sistema que pueda prestar el servicio de voz, internet y televisión.

El presente trabajo especial de grado se desarrolló con el objetivo de crear una plataforma que permita la realización de *streaming* de video, como una herramienta adicional a las presentes en la Universidad Católica Andrés Bello, para que dicho Campus tenga su propio canal de televisión en el que se transmitan noticias de actualidad, informes tecnológicos, clases extracurriculares, información dirigida hacia los estudiantes por parte del Rector y los Decanos entre otros, y en general todo tipo de información de interés para los estudiantes y distinto personal que labora en las instalaciones de dicha institución, permitiéndole así, mantenerse en la vanguardia tecnológica.

El mencionado trabajo especial de grado esta contenido por cinco (5) capítulos. En el primer capítulo, se explica el planteamiento del problema y los objetivos que el presente trabajo debe cumplir para resolver dicha problemática, como también se explica una justificación del por qué es necesario realizar este proyecto, y los alcances y limitaciones que se presentaron.

El segundo capítulo está compuesto por todas las bases teóricas de los diferentes elementos tecnológicos y equipos para poder llevar a buen término este proyecto.

El tercer capítulo define cuatro (4) fases metodológicas como documentación y análisis, diseño y experimentación, estimación de costo y análisis de los resultados y por último conclusiones y recomendaciones, que permiten cumplir con los objetivos planteados en el primer capítulo.

El cuarto capítulo posee el desarrollo de las fases metodológicas expuestas en el tercer capítulo, mediante utilización de *software*, métodos, comparaciones de tecnologías y equipos a ser utilizados y pruebas realizadas. También se encuentra a lo largo del capítulo los resultados del desarrollo como los diseños planteados a lo largo del proyecto hasta llegar al diseño de la propuesta final de este trabajo especial de grado.

Por último, el quinto capítulo donde se presentan concretamente las conclusiones y recomendaciones que surgieron en la realización de este proyecto, abarcando de igual forma, el planteamiento de sugerencias de futuros proyectos, así como las posibles mejoras de los resultados obtenido.

Capítulo I

Planteamiento del Proyecto

I.1 Planteamiento del Problema

El término “medio de comunicación” hace referencia al instrumento o forma de contenido por el cual se realiza el proceso comunicacional.

Los medios de comunicación son instrumentos en constante evolución, adaptándose así a las nuevas tecnologías existentes. Muy probablemente la primera forma de comunicarse entre humanos fue la de los signos y señales empleados en la prehistoria. La aparición de la escritura se toma como hito o hecho importante que marca el inicio de la historia y a partir de ese momento, los cambios económicos y sociales fueron impulsando al nacimiento y desarrollo de distintos medios de comunicación, desde los vinculados a la escritura y su mecanización como la imprenta, hasta los medios audiovisuales ligados a la era de la electricidad y a la revolución de la informática y las telecomunicaciones, cada uno de ellos esenciales para las distintas fases del denominado proceso de globalización.

El servicio de televisión consiste en un sistema de telecomunicaciones para la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia que emplea un mecanismo de difusión. El medio de transmisión de la señal de televisión más generalizado es el aire, es decir, las ondas electromagnéticas. Desde su adopción, en los años cincuenta, el hombre la ha utilizado para promocionar y transmitir más servicios e información, con el objeto de satisfacer sus necesidades desde la perspectiva del espectador y consumidor.

En la actualidad, la tecnología digital disponible permite que diversos sectores, como por ejemplo: las telecomunicaciones, los datos, la radio y la televisión se unan en uno mismo. Este fenómeno es conocido como la convergencia. Debido a esta nueva característica, las redes deben mejorar para poder lograr la congruencia de estos nuevos servicios multimedia.

Para soportar de manera adecuada estos servicios las redes están evolucionando hacia las redes de siguiente generación, llamadas *Next Generation Networks* “NGN” las cuales están basadas en la transmisión de paquetes capaces de proveer servicios integrados, incluyendo los tradicionales telefónicos, y capaces de explorar al máximo el ancho de banda del canal, haciendo uso de las técnicas de calidad de servicio (QoS), de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada.

El objetivo de este modo de convergencia, es proporcionar servicios multimedia con una calidad aceptable sobre redes no orientadas a la conexión y que no ofrecen una calidad de servicio determinada, es decir, redes basadas en IP, como por ejemplo Internet.

Internet es el factor más importante que guía el proceso de convergencia, esto se debe a que el conjunto de protocolos de internet se ha convertido en el estándar más utilizado en casi todos los servicios actuales en el mundo.

Al día de hoy, los modelos de negocios en la televisión están cambiando. Los usuarios disponen de una tecnología más avanzada que puede provocar el desarrollo de otros tipos de negocios relacionados, por ejemplo, con los proveedores de contenidos y los operadores de redes de datos, apostando así, por otro tipo de negocio y servicio denominado IPTV.

Con la presencia del Internet, se tiene la posibilidad de integrar la transmisión de video a través de redes alrededor del mundo, que, aparte de realizar dicha

transmisión hacia un sitio específico, posee las ventajas del servicio “*triple play*” donde además de video, se transmite datos y audio; permitiéndonos de igual forma, siempre que se pueda tener acceso a los programas televisivos deseados, observarlos en el momento apropiado, tener control sobre la reproducción, es decir, detenerla y continuarla a gusto del cliente, similar a un formato de DVD; unido con el acceso a Internet de una forma moderna, actualizada, como la compra de artículos en línea según lo que se observa en televisión o también recibir llamadas telefónicas por medio de telefonía por Internet, sin perder detalles de la programación incluso así sea detenida por un instante de tiempo para para luego darle continuidad.

Tomando como referencia lo expuesto anteriormente, y al ver que la Universidad Católica Andrés Bello es una institución que siempre ha buscado estar y mantenerse en la vanguardia tecnológica, haciendo migrar todos los medios con los que cuenta a internet y como el único con el que no cuenta es el servicio de televisión debido al costo de su implementación, se plantea el diseño de una plataforma tecnológica que permita implementar el servicio de IPTV, como una herramienta para que ésta casa de estudios tenga su propio canal de televisión en el que se transmitan noticias de actualidad, informes tecnológicos, información dirigida hacia los estudiantes por parte del Rector y los Decanos entre otros, y en general todo tipo de información de interés para los estudiantes y distinto personal que labora en las instalaciones del Campus. Permitiendo de igual forma la integración de otras escuelas, por ejemplo Comunicación Social, ya que puede ser la principal encargada de la utilización de la herramienta planteada.

El resultado de este estudio ayudará a la Universidad a tomar la decisión de implementar o no una plataforma de servicio de televisión sobre el protocolo IP. También podrán integrar otros servicios existentes en Internet, como video, mensajería, intercambio de datos, etc., en forma simultánea y con otros usuarios que también estén en línea.

I.2 Objetivo General

Diseñar una plataforma tecnológica que permita implementar el servicio de televisión sobre el protocolo IP (IPTV) en la Universidad Católica Andrés Bello.

I.3 Objetivos Específicos

- Evaluar la infraestructura física y lógica de la red existente en la Universidad Católica Andrés Bello para precisar fortalezas y debilidades.
- Determinar los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de televisión analógico.
- Determinar los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de televisión digital.
- Determinar los requerimientos necesarios para el diseño de una red por medio de tecnología IPTV.
- Proponer el diseño de una plataforma que permita la implementación de un sistema de televisión sobre el protocolo IP (IPTV) en La Universidad Católica Andrés Bello.
- Plantear el presupuesto necesario para la infraestructura de red IPTV.

I.4 Alcances y Limitaciones

El trabajo especial de grado fue realizado en la sede principal de La Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), ubicada en la Avenida Teherán.

Montalbán. Parroquia La Vega. Caracas – Venezuela. El Proyecto no incluye la implementación del sistema ni la programación que tendrá el canal, sino el diseño del sistema de red por medio de tecnología IPTV asegurando que éste cumpla con las características y equipos necesarios que sean objeto de análisis y consideración para una futura implementación.

I.5 Justificación del Proyecto

El presente proyecto fue desarrollado con la finalidad de brindar a La Universidad Católica Andrés Bello, el Diseño de una Plataforma y los requerimientos necesarios para tomar la decisión de implementar en su sede principal el servicio de televisión sobre el protocolo IP, proporcionando de esta manera una herramienta para la mejora en la comunicación e intercambio de información entre los estudiantes y trabajadores de dicho campus.

Capítulo II

Marco Teórico

A continuación se presentan conceptos que son considerados importantes para poder llevar a cabo el trabajo de investigación. En la siguiente figura se presenta un esquema que muestra como está estructurado el marco teórico.

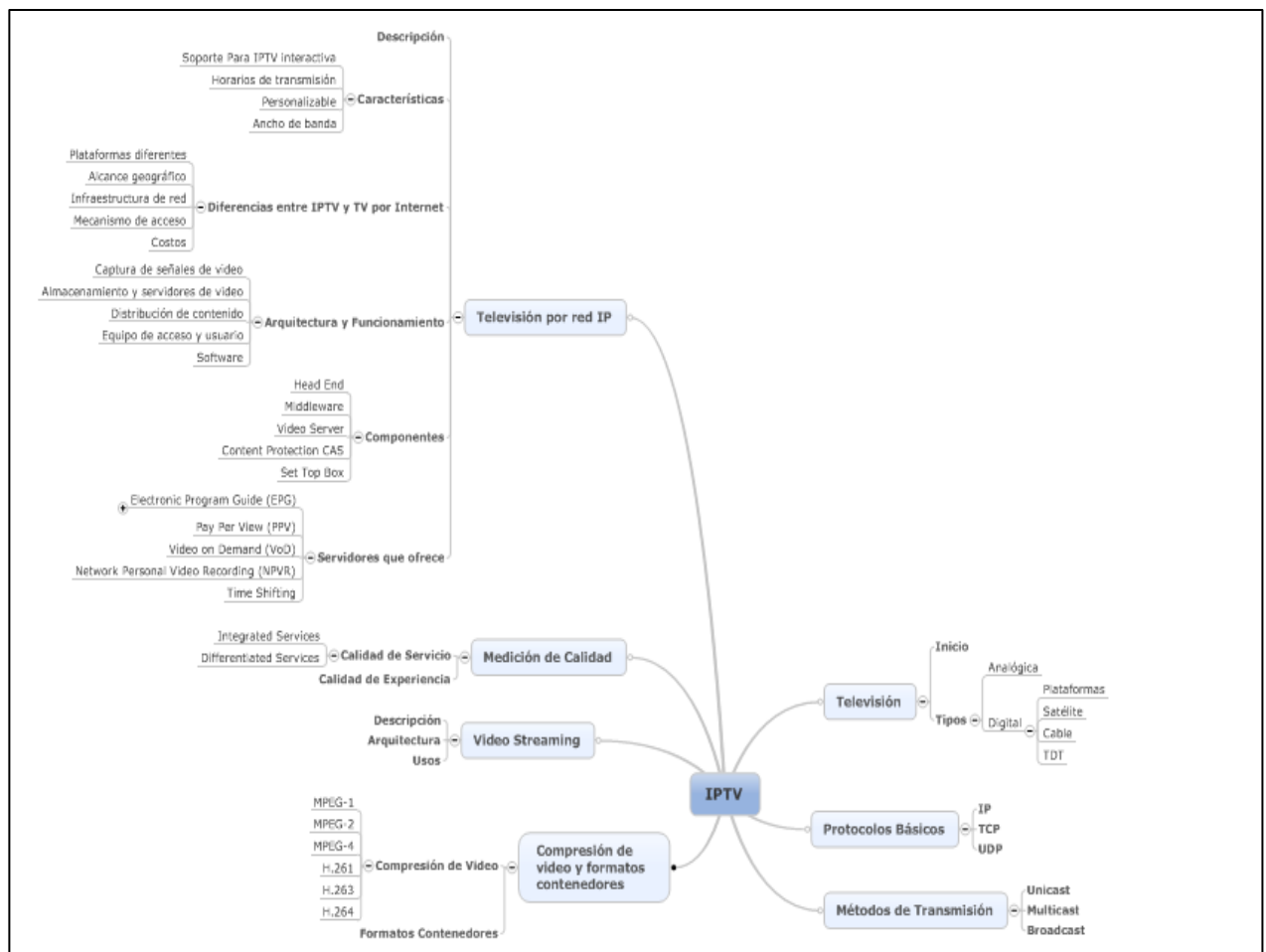


Figura 1: Esquema Marco Teórico
Fuente: (Propia)

II.1 Televisión

II.1.1 Inicio de la Televisión

Según (Sánchez Meza, 2008) La televisión es un sistema de telecomunicación para la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia que emplea un mecanismo de difusión. La transmisión puede ser efectuada mediante ondas de radio o por redes especializadas de televisión por cable, satélite o IPTV. El receptor de las señales es el televisor.

Técnicamente, el proceso de la televisión, es un sistema electrónico de grabación de imágenes y sonidos, y reproducción de los mismos a distancia. Es el medio de comunicación de masas con más influencia sobre los individuos, y con mayor influencia en los hogares.

La palabra “Televisión” es la fusión de la voz griega “Tele” que significa distancia y la latina “Visio” que significa Visión. El término televisión se refiere a todos los aspectos de transmisión y programación de televisión. Comúnmente se abrevia como *TV*. Este término fue utilizado por primera vez en 1900 por Constantin Perski en el Congreso Internacional de Electricidad de París.

II.1.2 Tipos de Televisión

Todos los sistemas de televisión se basan en los mismos principios de producción, lo que hace la diferencia entre uno y otro es la forma en que se transmite hacia el usuario final. El primer sistema de transmisión de televisión fue el sistema analógico, el cual es utilizado hoy en día en la mayoría de hogares. Luego se fue desarrollando la digitalización de las señales análogas dando paso a la televisión satelital y a la multiplexación de varios canales en una sola línea de transmisión, conocido como televisión por cable. Los avances tecnológicos han permitido la aparición de la televisión de alta definición (HDTV) y la televisión sobre IP (IPTV).

II.1.2.1 Televisión Analógica

En un sistema análogo, la información se transmite mediante alguna variación infinita de un parámetro continuo como puede ser la tensión en un hilo o la intensidad de flujo de una cinta. En un equipo de grabación, la distancia a lo largo del soporte físico es un elemento análogo continuo más que el tiempo. No importa en cual punto se examine una grabación a lo largo de toda su extensión; se encontrará un valor para la señal grabada. Dicho valor puede variar con una resolución infinita dentro de los límites físicos del sistema.

Según (Sánchez Meza, 2008) Estas características suponen la principal debilidad de las señales análogas. Dentro del ancho de banda permisible, cualquier forma de onda es válida. Si la velocidad del soporte no es constante, una forma de onda que sea válida pasará a ser otra forma de onda también válida; no es posible detectar un error de base de tiempos en un sistema análogo. Además, un error de tensión tan sólo hace variar un valor de tensión válido en otro; el ruido no puede detectarse en un sistema análogo. Se puede tener la sospecha que existe ruido, pero no se sabe qué proporción de la señal recibida corresponde al ruido y cuál es la señal original. Si la función de transferencia de un sistema no es lineal, se producirán distorsiones, pero las formas de onda distorsionadas aún serán válidas; un sistema análogo es incapaz de detectar distorsiones.

Es característico de los sistemas análogos el hecho que las degradaciones no puedan ser separadas de la señal original, por lo que nada pueda hacerse al respecto. Al final de un sistema determinado la señal estará formada por la suma de todas las degradaciones introducidas en cada etapa por las que haya pasado. Esto limita el número de etapas por las que una señal puede pasar sin que quede inutilizable.

La difusión analógica por vía terrestre; está constituida de la siguiente forma: del centro emisor se hacen llegar las señales de vídeo y audio hasta los transmisores principales situados en lugares estratégicos, normalmente en lo alto de alguna

montaña dominante. Estos enlaces se realizan mediante enlaces de microondas punto a punto. Los transmisores principales cubren una amplia zona que se va rellenando, en aquellos casos que haya sombras, con reemisores. La transmisión se realiza en las bandas de UHF y VHF.

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

En la actualidad existen tres formas de representar la señal analógica de televisión, que son: NTSC, PAL y SECAM.

Se considera que a medio plazo el sistema de televisión analógico desaparecerá completamente liberando frecuencias que permitirán aumentar la oferta de canales, su calidad y otros servicios en la “televisión digital terrestre” (TDT).

II.1.2.2 Televisión Digital

La televisión digital se puede definir como el conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. La televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre el consumidor y el productor de contenidos, pudiéndose crear aplicaciones interactivas y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado.

Estas formas de difusión se han mantenido con el nacimiento de la televisión digital con la ventaja de que el tipo de señal es muy robusta a las interferencias y la norma de emisión está concebida para una buena recepción. También hay que decir que acompaña a la señal de televisión una serie de servicios extras que dan un valor

añadido a la programación y que en la normativa se ha incluido todo un campo para la realización de la televisión de pago en sus diferentes modalidades.

Actualmente, es posible acceder a la televisión digital mediante las tecnologías de acceso como lo son: ondas, cables, satélites, ADSL, dispositivos móviles e IPTV.

La difusión de la televisión digital según (Sánchez Meza, 2008) se basa en el sistema DVB “*Digital Video Broadcasting*” y es el sistema utilizado en Europa. Este sistema tiene una parte común para la difusión de satélite, cable y terrestre. Esta parte común corresponde a la ordenación del flujo de la señal y la parte no común es la que lo adapta a cada modo de transmisión. Los canales de transmisión son diferentes, mientras que el ancho de banda del satélite es grande el cable y la vía terrestre lo tienen moderado, los ecos son muy altos en la difusión vía terrestre mientras que en satélite prácticamente no existen y en el cable se pueden controlar, las potencias de recepción son muy bajas para el satélite (llega una señal muy débil) mientras que en el cable son altas y por vía terrestre son medias, la misma forma tiene la relación señal-ruido.

Los sistemas utilizados según el tipo de canal son los siguientes, para satélite el DVB-S, para cable el DVB-C y para terrestre (también llamando terrenal) DVB-T. Muchas veces se realizan captaciones de señales de satélite que luego son metidas en cable, para ello es normal que las señales sufran una ligera modificación para su adecuación.

La difusión de la televisión digital vía terrestre, conocida como TDT se realiza en la misma banda de la difusión analógica. Los flujos de transmisión se han reducido hasta menos de 6Mb/s, lo que permite la incorporación de varios canales. Lo normal es realizar una agrupación de cuatro canales en un multiplexor el cual ocupa un canal de la banda (en analógico un canal es ocupado por un programa). La característica principal es la forma de modulación. La televisión digital terrestre dentro del sistema

DVB-T utiliza para su transmisión la modulación OFDM “*Orthogonal Frequency Division Multiplex*” que le confiere una alta inmunidad a los ecos, aún a costa de un complicado sistema técnico. La OFDM utiliza miles de portadoras para repartir la energía de radiación, las portadoras mantienen la ortogonalidad en el dominio de la frecuencia. Se emite durante un tiempo útil al que sigue una interrupción llamada tiempo de guarda. Para ello todos los transmisores deben estar sincronizados y emitir en paralelo un bit del flujo de la señal. El receptor recibe la señal y espera el tiempo de guarda para procesarla, en esa espera se desprecia los ecos que se pudieran haber producido. La sincronía en los transmisores se realiza mediante un sistema de GPS.

La televisión digital terrestre, en los Estados Unidos, utiliza la norma ATSC “*Advanced Television System Comité*” que deja sentir la diferente concepción respecto al servicio que debe tener la televisión y el peso de la industria audiovisual y cinematográfica estadounidense. La televisión norteamericana se ha desarrollado a base de pequeñas emisoras locales que se unían a una retransmisión general para ciertos programas y eventos, al contrario que en Europa donde han primado las grandes cadenas nacionales. Esto hace que la ventaja del sistema europeo, que puede crear redes de frecuencia única para cubrir un territorio con un sólo canal, no sea apreciada por los norteamericanos. El sistema americano no ha prestado atención a la eliminación del eco. La deficiencia del NTSC es una de las causas de las ansias para el desarrollo de un sistema de TV digital que ha sido asociado con el de alta definición.

II.1.2.2.1 Plataformas de televisión digital

Existen diversos medios de acceso para proveer de televisión digital a los usuarios dentro de los que se encuentran: Satélite, Cable y Televisión Digital Terrestre.

II.1.2.2.1.1 Satélite

Según (Carrillo, 2008) son los sistemas destinados a la distribución de señales audiovisuales y datos directamente a los usuarios desde satélites estacionarios. Estos sistemas aprovechan la amplia cobertura de estos satélites brindando un servicio a una gran cantidad de usuarios simultáneamente lo que permite lograr un servicio rentable a pesar del alto costo del satélite.

La televisión digital satelital cuenta con mayor ancho de banda, cobertura casi completa y unidireccional. Que sea unidireccional presenta la necesidad de utilizar la red telefónica básica como canal de retorno de interactividad con el usuario.

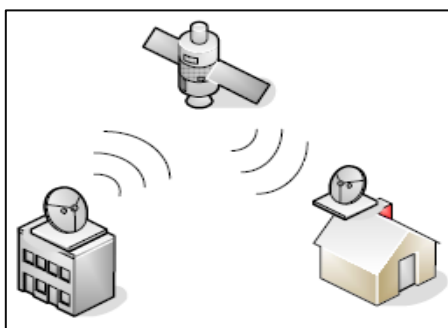


Figura 2: Esquema Transmisión Televisión por Satélite
Fuente: (Carrillo, 2008)

II.1.2.2.1.2 Cable

Según (Carrillo, 2008) el sistema de televisión por cable consta básicamente de un equipamiento central que recibe el nombre de *Head-end* o cabecera y una planta externa que se llama red. En la cabecera se centraliza la recepción y generación de contenido.

La televisión digital por cable posee las siguientes características: Gran ancho de banda, altos niveles de interactividad, puede ofrecer todo tipo de servicios de

telecomunicaciones, implica un despliegue caro y lento, y posee altos costos de mantenimiento.

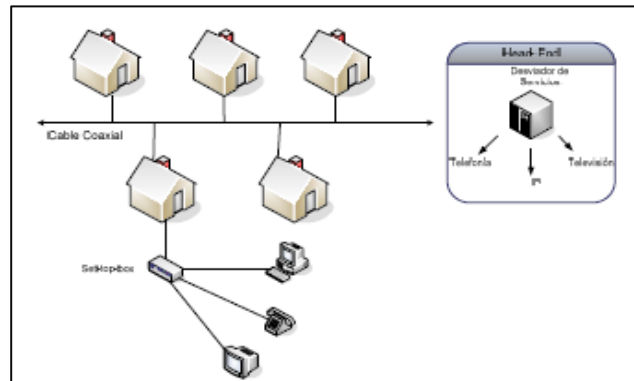


Figura 3: Esquema Transmisión por Cable
Fuente: (Carrillo, 2008)

II.1.2.2.1.3 Televisión Digital Terrestre

La televisión digital terrestre o TDT, según (Carrillo, 2008) es la transmisión de contenidos a través de una antena aérea convencional. TDT se transmite a través del espectro electromagnético, al igual que la televisión analógica estándar, pero aumentando la cantidad de canales dentro de una misma frecuencia.

Esta plataforma se caracteriza por: un despliegue rápido utilizando antenas convencionales, escasa capacidad de ancho de banda y unidireccional, es decir se necesita utilizar la red telefónica básica como canal de retorno de la transmisión.

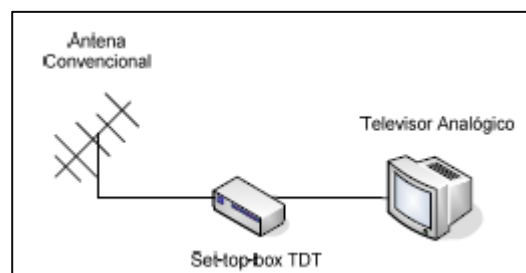


Figura 4: Esquema Transmisión TDT
Fuente: (Carrillo, 2008)

II.2 Protocolos Básicos

En un sistema IPTV existen diferentes protocolos que aportan funciones y atributos a su funcionamiento. A continuación se describen los principales protocolos que caracterizan el sistema.

II.2.1 Protocolo de Internet IP (*Internet Protocol*)

El Protocolo de Internet, IP por sus siglas en inglés “*Internet Protocol*”, es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados. IP proporciona funciones para el direccionamiento, la especificación del tipo de servicio, la fragmentación, el reemplazo y la seguridad.

En IP no se necesita ninguna configuración antes de que un equipo intente enviar paquetes a otro con el que no había establecido comunicación antes.

El protocolo de IP es la base fundamental de la Internet, transporta datagramas de la fuente al destino. El nivel de transporte parte el flujo de datos en datagramas. Durante su transmisión se puede partir un datagrama en fragmentos que se montan de nuevo en el destino.

El Protocolo Internet proporciona un servicio de distribución de paquetes de información orientado a no conexión de manera no fiable. La orientación a no conexión significa que los paquetes de información, que será emitido a la red, son tratados independientemente, pudiendo viajar por diferentes trayectorias para llegar a su destino. El término no fiable significa más que nada que no se garantiza la recepción del paquete.

Un *router* envía los paquetes desde la red origen a la red destino utilizando el protocolo IP. Los paquetes deben incluir un identificador tanto para la red origen

como para la red destino. Utilizando la dirección IP de una red destino, un *router* puede enviar un paquete a la red correcta. Cuando un paquete llega a un *router* conectado a la red destino, este utiliza la dirección IP para localizar el computador en particular conectado a la red (Sánchez Meza, 2008).

El Protocolo IP realiza también una clase de detección de error haciendo una validación del encabezado del paquete y verificando que la longitud del paquete coincida con el valor especificado en el encabezado, también asegura que el paquete no se encuentre indefinidamente ciclado en una red tratando de alcanzar su destino. Esto lo realiza decrementando un contador de tiempo de vida en el encabezado, cada vez que el paquete pasa por un *router*, y descarta el paquete una vez que este contador ha llegado a cero. El protocolo IP manda un paquete especial de error a la fuente cada vez que se detecta alguno de estos errores y lo hace por medio del protocolo ICMP (Sánchez Meza, 2008).

II.2.2 Protocolo TCP

Una solución para proporcionar fiabilidad es la utilización de los protocolos de la capa de transporte como es el caso de TCP. El protocolo de control de transmisión (TCP) es uno de los principales protocolos fundamentales de internet y fue creado entre los años 1973-1974 por Vint Cerf y Robert Kahn. Es el protocolo más importante de la capa de transporte del modelo TCP/IP. En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él, y ofrece un servicio al nivel TCP de la estación remota que se caracteriza por ser orientado a conexión y fiable. Cuando se proporcionan los datos al protocolo IP, los agrupa en datagramas IP, fijando el campo del protocolo en 6, para que sepa con anticipación que el protocolo es TCP. TCP es un protocolo orientado a la conexión, es decir, permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión. El protocolo principal de IP es proveer una dirección única a cada

sistema para asegurar que una computadora en internet pueda identificar a otra, según (Tanenbaum, 2003)

II.2.3 Protocolo UDP

Según (Seguí, Mauri, Pineda, 2010) se trata de un protocolo de nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Es un protocolo abierto y no orientado a conexión, por lo cual no establece un diálogo entre origen y destino ni algún mecanismo de detección de errores para garantizar la recepción correcta de los datos. UDP necesita que otros protocolos manejen el proceso de corrección de errores y retransmisión en caso de ser necesario. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

En general, este protocolo se emplea en lugar del protocolo TCP cuando no se necesitan fuertes controles en la comunicación de los datos. Este protocolo brinda mayor velocidad y menor complejidad, pero no otorga garantías en la entrega de sus mensajes y el origen no conoce el estado de sus mensajes UDP que ha enviado a la red.

II.3 Métodos de Transmisión

La distribución de la información en una red de conmutación de paquetes, se realiza encerrando la información que se distribuye en un paquete y que marca el paquete con la fuente y la dirección de destino. La fuente y el destino de los paquetes se identifican por direcciones únicas. Los paquetes se distribuyen a través de la red por una serie de intermedios denominados nodos *routers* que encaminan los paquetes a sus destinos, según comenta (Tanenbaum, 2003).

Existen tres métodos de direccionamiento IP para el envío de paquetes, los cuales son: *Unicast*, *Multicast* y *Broadcast*.

II.3.1 Unicast

Hace referencia al envío de paquetes o información directa entre un *host* y otro *host*. El método *unicast* se encuentra actualmente en uso en Internet y se aplica para transmisiones en vivo y bajo demanda dado que es necesario conectar un único emisor con un único receptor. Ejemplos básicos de aplicaciones *unicast* son los protocolos http, smtp, ftp o *telnet*. Actualmente es la forma predominante de transmisión en Internet.

En términos cotidianos, una comunicación *unicast* podría ser por ejemplo una llamada telefónica entre dos personas (# rm-rf.es, 2008).

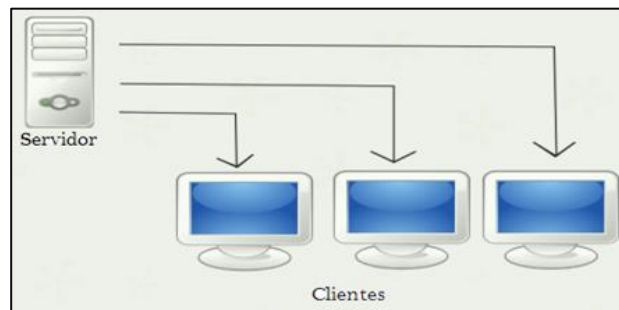


Figura 5: Transmisión *Unicast*
Fuente: (Word Press, 2010)

II.3.2 Multicast

Es una tecnología de conservación de ancho de banda que reduce el tráfico para el envío simultáneo de un flujo de información a múltiples receptores. Un emisor envía un mensaje y son varios los receptores que reciben el mismo. *Multicast* envía tráfico desde la fuente a múltiples destinos sin agregar carga adicional en la fuente o en los receptores y sin incrementar ancho de banda en la red.

En el caso de aplicaciones que requieren gran ancho de banda como es el caso del video se necesita una gran porción de ancho de banda disponible para la transmisión de un sólo *stream*. Para este tipo de aplicaciones, la única forma de enviar los datos a más de un receptor de forma simultánea es utilizando IP *Multicast*.

Si antes hablábamos de que una comunicación *unicast* era una llamada telefónica entre dos personas, podemos decir que una comunicación *multicast* podría ser una conferencia, en la que son varias las personas que se comunican entre sí (#rm-rf.es, 2008).

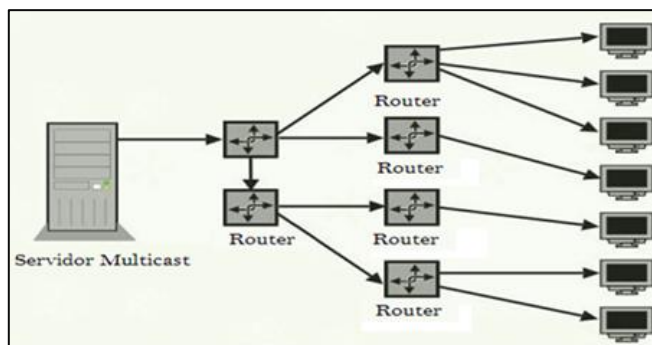


Figura 6: Transmisión Multicast
Fuente: (Word Press, 2010)

II.3.3 Broadcast

Corresponde a la comunicación entre un *host* y todos los *hosts* de una red. El tráfico es enviado desde la fuente al destino sin multiplicar los paquetes nodo por nodo y es recibido por todos los *hosts* de la red. Es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo.

En la vida cotidiana, un ejemplo de comunicación *Broadcast* es el de una emisora de radio, que emite señales sin saber quien la recibe, el receptor decide si

recibirla o no, al igual que la señal de la televisión, que se envía a todos los receptores (# rm-rf.es, 2008).

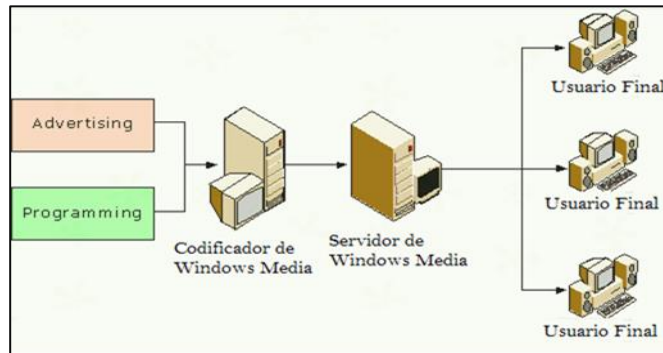


Figura 7: Transmisión Broadcast
Fuente: (Word Press, 2010)

II.4 Compresión de video y Formatos contenedores

II.4.1 Compresión de Video

Debido a que la mayoría de las redes tienen un ancho de banda limitado no es posible ni deseable transmitir las secuencias de video sin modificarlas para poder transmitirlos por el ancho de banda disponible. Para solucionar este problema de ancho de banda se han desarrollado una serie de técnicas de compresión de videos e imágenes. Estas técnicas permiten reducir el alto nivel de bits que son necesarios para la transmisión y almacenamiento del contenido.

La compresión de imágenes se aplica sobre una imagen individual haciendo uso de las similitudes entre píxeles próximos en la imagen y de las limitaciones del sistema de visión humanas, JPEG es un ejemplo de una técnica de compresión de imágenes. La compresión de video se aplica sobre series consecutivas de imágenes en una secuencia de video, haciendo uso de las similitudes entre imágenes próximas, un ejemplo de este tipo de técnica es MPEG.

Cuanto más sofisticada sea la técnica de compresión utilizada, más complejo y caro resultará el sistema. Lo que ahorre en ancho de banda y almacenamiento encarecerá los costos de latencia, codificación y complejidad del sistema.

Una de las técnicas de video y audio más conocidas es el estándar denominado MPEG. El principio básico de MPEG es comparar dos imágenes para que puedan ser transmitidas a través de la red, y utiliza la primera imagen como imagen de referencia, enviando tan sólo las partes de las siguientes imágenes que difieren de la imagen original. Por lo tanto el receptor reconstruirá todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y en los datos diferentes.

MPEG “*Motion Pictures Expert Group*” es el nombre conocido de la norma ISO del grupo de trabajo ISO/IEC JTC1/SC29 WG11. Propone y desarrolla estándares para la codificación y la transmisión multimedia, lo que significa que la tasa de bits es reducido idealmente manteniendo la señal prácticamente sin cambios. Los estándares MPEG son genéricos y universales en el sentido que simplemente especifican una sintaxis de la trama para el transporte de los datos obtenido mediante los algoritmos de compresión de video y audio, no estando definidos los procesos, lo cual permite plena libertad en su realización.

Actualmente según (Sánchez Meza, 2008), el formato MPEG-2 es el más utilizado comercialmente para los servicios de televisión digital, sin embargo, existen otros formatos ampliamente desarrollados.

A continuación se explica brevemente cada uno de los formatos pertenecientes a la familia de MPEG:

II.4.1.1 MPEG-1

Se creó en 1998 con la finalidad de conseguir un procedimiento de codificación capaz de almacenar video en soportes de tipo CD-ROM, para lo cual era necesario

conseguirlo con tasas binarias de 1,5 Mbps, que es la frecuencia de transferencia de datos de un CD de audio. MPEG-1 define un *códec* y la representación de datos para el envío de información de video en movimiento desde un dispositivo de almacenamiento digital en el rango de 1,5 a 2 Mbps.

El audio de capa II es un subconjunto de este sistema. MPEG-1 se utiliza para audio CD y vídeo. Este formato aprovecha la redundancia espacial y temporal entre píxeles logrando mayores relaciones de compresión. MPEG-1 utiliza también una resolución inferior por píxel, desechando alrededor de 3 / 4 de los píxeles antes de comprimir el resto de píxeles.

II.4.1.2 MPEG-2

Es la designación para un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo acordado por MPEG (grupo de expertos en imágenes en movimiento), y publicados como estándar ISO 13818.

MPEG-2 es una extensión del estándar MPEG-1, y forma en realidad una familia de sistemas que puede proporcionar video para receptores, que pueden ir desde baja hasta alta definición. Su aplicación inicial fue la televisión estándar (DTV) y la televisión de alta definición (HDTV). Es por lo general usado para codificar audio y vídeo para señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable. MPEG-2 con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos SVCD's y DVD's comerciales de películas. Logra relaciones de compresión de más de 50:1, pero mantiene la calidad visual del video original a diferencia de MPEG-1. MPEG-2 es similar a MPEG-1, pero también proporciona soporte para vídeo entrelazado (el formato utilizado por las televisiones.). MPEG-2 no está optimizado para bajas tasas de bits (menores que 1 Mbit/s), pero supera en desempeño a MPEG-1 a 3 Mbit/s y superiores.

II.4.1.3 MPEG-4

Fue introducido a finales de 1998, es el nombre de un grupo de estándares de codificación de audio y video así como su tecnología relacionada normalizada por el grupo MPEG de ISO/IEC. Su objetivo general es conseguir la mejor calidad de la imagen utilizando la menor velocidad de datos posible. Los usos principales del estándar MPEG-4 son los flujos de medios audiovisuales, la distribución en CD, la transmisión bidireccional por videófono y emisión de televisión. MPEG-4 toma muchas de las características de MPEG-1 y MPEG-2 así como de otros estándares relacionados, tales como soporte de VRML (Virtual Reality Modeling Language) extendido para Visualización 3D, archivos compuestos en orientación a objetos (incluyendo objetos audio, vídeo y VRML), soporte para la gestión de Derechos Digitales externos y variados tipos de interactividad.

El espectro de MPEG-4 es mucho más amplio en relación a MPEG-1 y MPEG-2 que fueron desarrollados para aplicaciones más específicas. Mientras MPEG-1 fue desarrollado para video digital en CD-ROM, MPEG-2 fue desarrollado para DVD y la televisión de alta definición. Actualmente los codificadores satelitales utilizan MPEG-4 y la televisión digital terrestre está incorporando este formato.

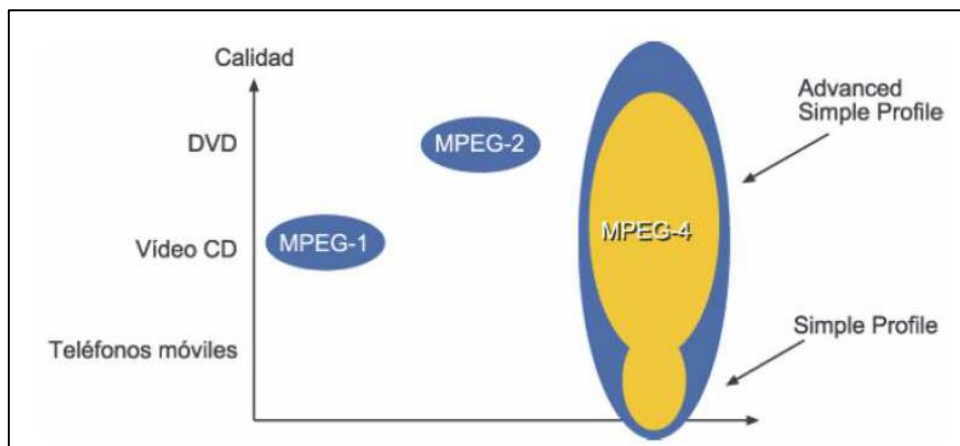


Figura 8: Comparación de Formatos de Compresión
Fuente: (Carrillo, 2008)

En el año 1984, el *Study Group XV* del CCITT (ahora UIT-T) estableció un grupo especialista en codificación de videotelefonía para desarrollar recomendaciones para transmisión de video a velocidades múltiplo de 384 Kbps ($n \times 384$, con $n=1-5$). Más adelante, cuando la tecnología de compresión mejoró he hizo posible transmitir video a menos tasas, se incluyeron tasas de múltiplos de 64 Kbps ($p \times 64$, $p=1-30$).

Las recomendaciones que surgieron se conocen como “infraestructuras para servicios audiovisuales”.

II.4.1.4 H.261

De todas las recomendaciones surgidas del grupo de trabajo, según (Seguí, Mauri, Pineda, 2010) se puede destacar la recomendación H.261, publicada en el año 1990, que define un *códec* para compresión de video digital, fue utilizada para servicios de videotelefonía y videoconferencia, y que ha servido como base para otros sistemas de codificación más modernos.

Se trata de un sistema de codificación con pérdidas que soporta velocidades de transmisión múltiplos de 64 Kbps, de ahí su gran difusión en videoconferencia sobre RDSI.

Consta básicamente de 5 etapas: etapa de compensación de movimiento, etapa de transformación basada en DCT, etapa de cuantificación con pérdidas, dos etapas de codificación sin perdidas (Codificación *Run-Length* y Codificación de *Huffman*)

Esta recomendación se puede considerar como un subconjunto de la codificación MPEG, pero con una calidad bastante inferior, aunque útil para las aplicaciones para las que fue diseñada la norma.

II.4.1.5 H.263

Al mismo tiempo que nacía el MPEG-4 parte 2, y para obtener mayor compresión que en el H.261, la UIT-T desarrolló el estándar H.263 para aplicación en videoteléfonos y compatible con el MPEG-4 parte 2 perfil avanzado.

El objetivo inicial de H.263 fue proporcionar mejor calidad de imagen que el algoritmo de compresión de video existente, H.261, para aplicaciones de videotelefonía y videoconferencia. Existe un método más novedoso, el H263/L (algoritmo *long-term*) que mejora considerablemente la calidad de imagen del H.263 y la silenciación de errores. El H.263, además de utilizar nuevas técnicas de codificación, emplea técnicas conocidas como la DCT y la compensación de movimiento.

II.4.1.6 H.264

Se trata de una norma que define un *códec* de video de alta compresión, desarrollada conjuntamente por el UIT-T *Video Coding Experts Group* (VCEG) y el ISO/IEC *Moving Picture Experts Group* (MPEG), los cuales formaron el denominado *Joint Video Team* (JVT). A pesar de que H.264 es el nombre más utilizado para esta tecnología, a menudo se utilizan otros nombres como H.26L, AVC y JVT.

Constituye la tecnología de compresión de nueva generación en el estándar MPEG-4, conocida también como parte 10 de MPEG-4. H.264 puede alcanzar la mayor calidad posible en MPEG-2 pero con la mitad de tasa binaria y sin aumentar la complejidad de diseño. H.264 permite distribuir calidad de video excelente a través de todo el espectro posible comprendido entre 3G y la HD (desde 40 Kbps hasta más de 10 Mbps).

La parte 10 cuenta, además, con especificaciones simples de su sintaxis, lo cual proporciona una mejor integración con todos los protocolos actuales y arquitecturas

múltiples. Esto permite incluir otras aplicaciones, tales como la transmisión de video y videoconferencia en redes fijas e inalámbricas y sobre diferentes protocolos de transporte.

Para permitir una libertad máxima en la codificación y evitar restricciones que comprometan la eficiencia, no se contempló mantener la compatibilidad con normas anteriores.

El uso inicial del H.264 estuvo enfocado hacia el video de baja calidad para videoconferencia y aplicaciones por internet, basado en 8 bits/muestra y con un muestreo ortogonal de 4:2:0. En la primera versión del H.264 existen tres perfiles, línea de base, principal y extendido. El perfil línea de base se aplica a los servicios de conversación en tiempo real, como videoconferencia y videoteléfono. El perfil principal para aplicaciones de almacenamiento digital de video y datos, así como para la transmisión de televisión y el perfil extendido es aplicable también a servicios multimedia en Internet. Esta versión inicial no tenía aplicación en entornos profesionales que exigen mejores resoluciones, necesitando más de 8 bits/muestra y un muestreo de 4:4:4 o 4:2:2.

La última versión de H.264 define cuatro perfiles altos o superiores detallados como extensiones del rango de fidelidad para aplicaciones de distribución de contenido, así como para edición y post procesamiento. El perfil High, se desarrolló para procesar vídeo de 8 bits con formato de muestreo de la crominancia de 4:2:0 y para aplicaciones que utilizan alta resolución. El perfil High-10 para procesar video de hasta 10 bits con formato de muestreo 4:2:0 para aplicaciones que utilizan alta resolución y mayor exactitud, el perfil High 4:2:2 soporta el formato de muestreo de los cuadros de crominancia 4:2:2 y hasta 10 bits por muestra de exactitud y el perfil High 4:4:4 soporta el formato de muestreo de los cuadros de crominancia 4:4:4 y hasta 12 bits por muestra de exactitud así como transformación residual (Seguí, Mauri, Pineda, 2010).

II.4.2 Formatos Contenedores

Según (Sánchez Meza, 2008) un formato multimedia es un tipo de archivo que almacena información de video, audio, subtítulos e información de sincronización siguiendo un formato preestablecido. Un formato contenedor contiene uno o varios flujos ya codificados por *códec*. En general, hay un flujo de audio y uno de video. Los flujos que contengan pueden ser codificados utilizando diferentes *códec*.

Cuando se crea un contenedor, en primer lugar se produce la codificación de las pistas y posteriormente son multiplexadas siguiendo un patrón típico de cada formato. Cuando un archivo debe ser reproducido, en primer lugar actúa un divisor, el cual conoce el patrón del contenedor y demultiplexa o separa las pistas de audio y video. Una vez separadas las pistas, cada una de ellas es interpretada por el decodificador y es reproducida.

Es necesario que el reproductor cuente con los decodificadores necesarios para reproducir tanto el video como el audio, ya que de lo contrario la información no puede ser interpretada de forma correcta.

Existe un caso particular en MPEG, dado que MPEG es un *códec* y existen varias versiones, las cuales fueron mencionadas anteriormente. Pero MPEG es también un formato contenedor y existen varios tipos: *Elementary Streams*, *Program Streams* y *Transport Streams*.

Cuando se reproduce por ejemplo un video MPEG de un DVD, el flujo MPEG está compuesto por varios flujos, denominados flujos elementales ES, uno para video, uno para audio, otro para subtítulos y así sucesivamente. Estos flujos distintos se juntan para formar un único flujo de programa PS. Pero este formato PS no se encuentra adaptado para la difusión de video a través de una red o por satélite. Esto generó la creación de otro formato llamado *Transport Stream* que fue diseñado para la difusión de videos MPEG a través de redes IP.

II.5 Video Streaming

II.5.1 Descripción

El *streaming* es una técnica de distribución de video que no requiere la descarga del archivo completo al computador para visualizarlo. Es decir, el video se reproduce conforme se va recibiendo y se desecha posteriormente. Antes de esta tecnología la reproducción de contenido multimedia a través de internet implicaba que era necesario descargar completamente el archivo al disco duro local.

Como los archivos de audio y en particular los archivos de video tienden a ser muy grandes, su descarga y acceso son procesos muy lentos. Sin embargo, con esta tecnología un archivo puede ser descargado y reproducido al mismo tiempo, con lo que el tiempo de espera se reduce considerablemente.

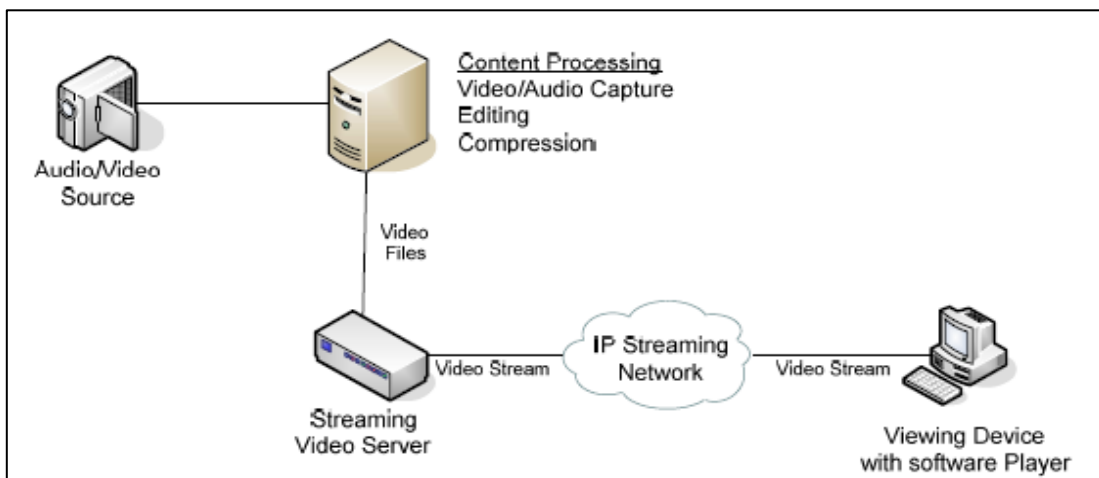


Figura 9: Arquitectura de un Sistema Streaming Básico
Fuente: Carrillo, 2008

II.5.2 Arquitectura Sistema Streaming

Cuando se implementa un sistema *streaming* se requiere una determinada arquitectura. Una de las piezas fundamentales es el servidor de *streaming*, el cual tiene la responsabilidad de entregar el video justo cuando es requerido. Otra pieza

fundamental es el *software* reproductor que recibe la señal de video entrante desde la red IP y genera la imagen en la pantalla del usuario. La pieza final del sistema es la estación de preparación del contenido y la red de transporte entre el servidor y el dispositivo de visualización.

II.5.3 Usos *Streaming*

El video *streaming* es una forma ideal de difusión de contenidos a audiencias particulares y especializadas. Existen cientos de aplicaciones en Internet hoy en día y miles más que se encuentran en redes corporativas. Algunas aplicaciones requieren de *streaming* en vivo, otras que usan contenido previamente grabado.

II.6 Medición de Calidad

La terminología técnica referente a la calidad ofrecida por los servicios de internet, maneja conceptos fundamentales que las empresas proveedores deben tomar en cuenta para un óptimo funcionamiento de los sistemas.

Estos conceptos son Calidad de Servicio (QoS) en inglés “*Quality of Service*” y Calidad de Experiencia (QoE) en inglés “*Quality of Experience*”.

II.6.1 Calidad de Servicio (Qos)

La Calidad de Servicio corresponde a una medida de funcionamiento a nivel de transmisión de paquetes desde la perspectiva de la red. También se refiere al conjunto de tecnologías y mecanismos Qos que son establecidos por el administrador de red, para gestionar los efectos de la congestión en el funcionamiento de las aplicaciones,

así como para proveer servicios diferenciados a determinados flujos de tráfico. (López & Rosario, 2007).

Para dar calidad de servicio a gran escala y en redes con posibilidades de congestión, es necesario tener mecanismos que permitan dar al tráfico un trato diferenciado acorde con el SLA (Acuerdo de Nivel del Servicio). Generalmente en las redes reales se tiene que una situación permanente de congestión es inabordable y por lo tanto su única solución es la sobreestimación, es decir, los mecanismos de calidad de servicio son inútiles en una red saturada permanentemente. En general, todos estos conceptos quedan dentro de lo que se denomina como “Ingeniería de Tráfico”, la cual pretende analizar el tráfico para ofrecer servicios mejores y más predecibles, mediante: soporte de ancho de banda dedicado, mejorando las características de pérdida de paquetes, evitando y manejando la congestión de la red, organizando y priorizando el tráfico (Orellana, 2007).

Midiendo la calidad de servicio en la red, es posible ofrecer prioridad a determinados tipos de tráficos, independientemente de la tecnología de red utilizada. Estos mecanismos son inherentemente necesarios para la red cuando ésta ofrece servicios de tiempo real como VoIP o IPTV.

Una plataforma IPTV requiere una transmisión en tiempo real que provoca que el sistema sea sensible a pérdidas y retardo. Esto se hace especialmente complicado sobre enlaces inalámbricos que son medios poco confiables. Esta característica de IPTV establece la necesidad de utilizar herramientas adicionales para garantizar que el usuario reciba las señales de video y audio que desea.

La calidad de servicio corresponde a la medida de rendimiento para un sistema de transmisión que refleja su calidad de transmisión y disponibilidad de servicio. Por lo tanto, para IPTV es necesario establecer parámetros de calidad de servicio. Existen parámetros de calidad de servicio en una red IP que se encuentran estandarizados: retardos, pérdidas, ancho de banda disponible y otras prestaciones como el *jitter*. El *jitter* corresponde al cambio o variación de latencia entre paquetes de datos que se

reciben dentro de la red. Si un flujo IP cumple con determinados niveles de estos parámetros, el flujo recibirá la calidad de servicio acordada.

Debido a que las redes pueden congestionarse es necesario establecer mecanismos de calidad de servicio, ya que no es posible sobredimensionar todos los enlaces de una red con congestión. Existen algunas ideas para proveer calidad de servicio:

- Controlar el número de usuarios que acceden al medio.
- Limitar el tráfico inyectado en la red por los usuarios.
- Gestión de colas inteligente en los *routers* intermedios.

Cada una de estas ideas posee ventajas y desventajas desde el punto de vista de aplicación del mecanismo sobre el sistema y el costo de proveer la calidad de servicio en cada caso.

Un *router* dentro de la red permite implementar mecanismos de calidad de servicio. Los mecanismos de QoS de un *router* son: clasificación, marcado, manejo de colas, administración de tráfico, políticas de tráfico, eliminación de paquetes y eficiencia de enlace. Estos mecanismos son comúnmente utilizados dentro de la administración de redes donde es necesario garantizar la entrega de los datos dependiente del tipo de servicio entregado.

Existen nuevos mecanismos para implementar calidad de servicio en redes que se clasifican en: *Integrated Services* y *Differentiated Services*. Estos mecanismos se utilizan en aplicaciones de tiempo real como es el caso de IPTV.

II.6.1.1 Integrated Services

Se utiliza este término para un modelo en Internet que incluye el servicio de *best effort* o mejor esfuerzo, y la reserva de recursos para los servicios en tiempo real. El usuario solicita con anterioridad los recursos que necesita. Cada *router* dentro de la red debe registrar y realizar la reserva solicitada. Posee como elementos principales:

reserva de recursos y control de admisión. Dentro de esta clasificación se encuentran los servicios: garantizados, controlados y RSVP (*ReSerVation Protocol*).

II.6.1.2 Differentiated Services

Este modelo permite asignar diferentes niveles de servicios a diferentes usuarios de Internet. El usuario marca los paquetes con un determinado nivel de prioridad. Los *routers* van agregando las demandas de los usuarios y propagándoles por el trayecto. Esto le entrega al usuario la calidad de servicio solicitada.

Este modelo intenta evitar los problemas de escalabilidad que plantea *IntServ* con el servicio RSVP agregando el concepto de clase de servicio que se basa únicamente en el marcado de paquetes. En este caso las garantías de calidad de servicio no son tan severas como en *IntServ* pero en algunos casos se consideran suficientes. *DiffServ* se caracteriza por:

- Fácil Implementación.
- Reserva de recursos de tráfico agregado y no individuales.
- Garantía por priorización y no por reserva de recursos.
- El control se realiza en los *routers* frontera y la transmisión se realiza por clase en el núcleo de la red.
- Clases identificadas por marcas en los paquetes.
- Asignación de la marca a la entrada de la red, en función del tráfico.
- Es escalable y fácil interconexión de dominios de distintos ISPs.

IntServ fue desarrollado antes que *DiffServ*, pero *DiffServ* se ha extendido con mayor fuerza en la actualidad. Debido a las diferencias existentes entre estos dos

nuevos modelos muchos fabricantes de *routers* implementan versiones eficientes de *DiffServ* pero no de *IntServ*. Estos dos modelos pueden ser complementarios dentro de un sistema como por ejemplo se pueden reservar *IntServ* dentro de flujos *DiffServ*.

II.6.2 Calidad de Experiencia (QoE)

La Calidad de Experiencia es una medida del funcionamiento extremo a extremo “end-to-end” del servicio ofrecido desde la perspectiva de los usuarios, así como una indicación de cuan bien el sistema satisface las necesidades de los mismos. ADSL se refiere al concepto de end-to-end como el sistema completo que soporta el servicio, abarcando desde la fuente de una aplicación a través de todos los segmentos de red a las premisas del usuario final (López & Rosario, 2007).

Es medida mediante pruebas subjetivas controladas cuidadosamente en los que se reproducen muestras de video a espectadores, a quienes se les pide que las clasifiquen según una escala. Uno de los sistemas más utilizados es el MOS, puntuación media de opinión, el cual se basa en la reproducción de unas muestras, sean de video o de voz, a una serie de personas, las cuales se puntúan en una escala del 1 al 5, siendo el 5 la mejor puntuación.

Otro mecanismo de medición es el MDI, índices medios de entrega, el cual permite a los proveedores de servicios medir tanto los servicios de IPTV como los de VoIP. El MDI da una indicación sobre la calidad esperada del video y por lo tanto del QoE del usuario, basado en medidas sobre el nivel de red.

Las medidas del MDI son acumulativas a través de la red y pueden ser medidas desde cualquier punto entre los proveedores de contenidos y los receptores de televisión. El MDI se expresa típicamente como dos números: el factor de retardo “delay factor” y la tasa media de pérdidas “media loss rate”.

Existe una métrica avanzada de medición llamada V-Factor. Esta es una solución robusta de control de la calidad de vídeo que permite a los de servicios de Internet y MOS comprender su calidad de servicio, en tiempo real y la calidad experimentada por los usuarios finales. V-Factor ha sido diseñada para ofrecer

evaluaciones precisas de calidad por parte del usuario final. A diferencia de otras soluciones que se basan en vigilar la red de datos y tratan de predecir la experiencia del usuario, V-Factor se basa en analizar la calidad del vídeo, utilizando un sofisticado modelo del Sistema de Visión Humana (HVS) y ofreciendo un preciso MOS de la calidad del vídeo, entregando datos simples que el operador de cable pueda entender fácilmente. V-Factor informa al operador si hay un problema en la señal de video y si es o no importante para los usuarios finales. Permite informar que tipo de problema es el que están sufriendo los usuarios y la causa exacta de tal deterioro. (Rottmann, 2010)

II.7 Televisión por Red IP: IPTV

II.7.1 Descripción

Internet Protocol Television IPTV corresponde a la distribución de señales de televisión y video usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. Esta forma de televisión se desarrolla basándose en el *video streaming*.

La televisión sobre el protocolo IP (IPTV) no es un protocolo en sí mismo. Ha sido desarrollado basándose en el *video streaming*. A esta tecnología evolucionará en un futuro próximo la televisión actual, aunque para ello son necesarias redes mucho más rápidas que las actuales, para garantizar la calidad en el servicio.

IPTV es una tecnología que día a día crece más en importancia. La definición oficial determinada por la ITU (Focus Groups, 2006) es la siguiente: “IPTV es definido como servicios multimedia tales como televisión/audio/texto/gráficos/datos transmitidos sobre una red IP gestionada para entregar los niveles requeridos de calidad y experiencia de servicio, así como también seguridad, interactividad y confiabilidad.”

IPTV es un término usado para referirse a la transmisión de canales de televisión tradicional, películas, y *video on demand* sobre redes de datos privadas. Se tiene entonces que desde la mirada del usuario final, IPTV solamente se presenta como otro sistema más de televisión de pago. Bajo la perspectiva de un proveedor de servicios, IPTV comprende la adquisición, procesamiento, y transmisión segura y confiable de contenido de video sobre una infraestructura de red basada en IP. El tipo de proveedores de servicios involucrados en el desarrollo de servicios de IPTV abarca desde los operadores de cable y TV satelital, hasta las grandes compañías de telefonía y operadores de redes privadas en diferentes partes del planeta (Rottmann, 2010).

II.7.2 Características de IPTV

Entre las características más importantes de un sistema IPTV podemos encontrar: Soporte para TV interactiva, cambiar horarios de transmisión, personalizable, bajo requerimiento de ancho de banda y accesibles en múltiples dispositivos, entre otras.

II.7.2.1 Soporte para TV Interactiva

Las habilidades de comunicación bidireccional de los sistemas de IPTV permiten a los proveedores de servicios entregar un amplio rango de aplicaciones de TV interactiva. Los tipos de servicios entregados a través de IPTV pueden ser televisión en vivo con sistemas de votación *online*, solicitud de contenido audiovisual específico (*video on demand*), juegos multimedia interactivos y navegación por Internet.

II.7.2.2 Cambiar horarios de transmisión

IPTV en combinación con un grabador de video digital permite cambiar los horarios en que el usuario final ve los contenidos de la programación. Es decir un sistema en que se graba y almacena contenido de IPTV para verlo posteriormente. Esta idea no está limitada a que sea un PVR (*Personal Video Recorder*) local, sino esto se puede lograr utilizándose una memoria caché centralizada y administrada por los proveedores de IPTV en donde los usuarios pueden solicitar contenidos en vivo transmitidos en el pasado con una antigüedad temporal solo limitada por el tamaño de este almacenamiento.

II.7.2.3 Personalizable

Un sistema de IPTV soporta comunicación bidireccional permitiendo que el usuario final pueda decidir qué y cuando quiere ver televisión.

II.7.2.4 Bajo requerimiento de ancho de banda

En vez de transmitir cada canal a cada usuario, las tecnologías de IPTV permiten a los proveedores de servicio sólo transmitir el contenido que el usuario ha solicitado ver y no todos los canales. Esta característica permite a los operadores de red optimizar el uso del ancho de banda de sus redes.

II.7.2.5 Accesibles en múltiples dispositivos

La visualización del contenido de IPTV no está limitada a los televisores, los consumidores pueden usar sus computadores o aparatos celulares para acceder a los servicios de IPTV.

II.7.3 Diferencias entre IPTV y TV por Internet

Existen algunas diferencias entre IPTV y TV por Internet o IP Video. Aunque ambos términos son muy similares, existe una clara distinción en como son usadas en el mercado. IPTV es usado para referirse a la comercialización por parte de proveedores de servicios hacia sus suscriptores de canales de televisión y contenidos multimedia con un aspecto similar a la televisión tradicional de pago. TV por Internet se usa comúnmente para referirse a páginas web o portales que ofrecen programas de televisión o películas bajo demanda (Rottmann, 2010). Aunque ambos sistemas se basan en las mismas tecnologías, sus enfoques en como distribuyen el contenido de Video sobre IP difieren de las siguientes maneras:

II.7.3.1 Plataformas diferentes

Como su nombre lo sugiere, Internet TV utiliza la red de Internet pública para transmitir el contenido de video a los usuarios finales. IPTV, por el contrario, usa una segura red privada dedicada para transmitir el contenido de video a los consumidores. Estas redes privadas son manejadas y operadas por el proveedor del servicio de IPTV.

II.7.3.2 Alcance geográfico

Las redes pertenecen y son controladas por las compañías operadoras de telecomunicaciones siendo no accesibles por los usuarios de Internet y siendo localizadas en un lugar geográfico determinado. Internet, por el contrario, no posee limitaciones geográficas donde los servicios pueden ser accedidos desde cualquier parte del planeta.

II.7.3.3 Dueños de la infraestructura de red

Cuando el video es enviado sobre la red pública de Internet, algunos de los paquetes IP usados para transportar el video sufren retardos o se pierden completamente al atravesar las numerosas redes que componen la Internet. Como resultado, los proveedores de contenido de video sobre Internet no pueden garantizar una experiencia de ver televisión que se pueda comparar con la de ver televisión tradicional. De hecho, el video transmitido sobre Internet puede a veces verse muchas veces con cortes o con una baja resolución de imagen.

El contenido de video es generalmente transmitido al usuario final a través del mejor esfuerzo posible. En comparación a esto, IPTV es transmitido sobre una infraestructura de red, que pertenece típicamente al proveedor de servicios. Ser dueño de la infraestructura de red permite a las empresas proveedoras de telecomunicaciones poder gestionar sus sistemas de modo de hacer posible la entrega de video de alta calidad.

II.7.3.4 Mecanismo de acceso

Un *Set Top Box* digital es generalmente usado para acceder y decodificar el contenido de video transmitido a través de un sistema de IPTV y reproducido típicamente en un televisor estándar, mientras que un PC es casi siempre utilizado para acceder a los servicios de Internet TV. El tipo de software usado en el PC va a depender del tipo de contenido de Internet TV que se desea. Por ejemplo, la descarga de contenidos desde un portal de Internet TV a veces requiere la instalación de un reproductor especializado para ver el contenido. Un sistema robusto de *Digital Rights Management* (DRM) es necesario también para este mecanismo de acceso.

II.7.3.5 Costos

Un porcentaje significativo del contenido de video que es entregado sobre la red de Internet pública está disponible gratuitamente. Aunque un creciente número de empresas de medios de comunicación han empezado a introducir servicios de Internet TV de pago. La estructura de costos aplicada a los servicios de IPTV es similar al modelo de suscripción mensual adoptada por los proveedores tradicionales de TV de pago. Con el tiempo, varios analistas esperan que la TV por Internet e IPTV converjan en un solo servicio de entretenimiento.

II.7.4 Arquitectura y Funcionamiento

Existen diversas arquitecturas para la transmisión de servicios de video sobre diferentes tipos de redes de telecomunicaciones, pero cualquier red de distribución basada en IP requiere incorporar, al menos las siguientes etapas:

- Captura de señales de video
- Almacenamiento y servidores de video
- Distribución del contenido
- Equipo de acceso y de usuario
- *Software*

En forma general, en la primera etapa se recopila el contenido para integrar la oferta programática; en la segunda se encuentran los servidores para almacenamiento de video; la tercera se ocupa de la distribución de las señales a través de la red de transporte de alta capacidad y por último, la red de acceso entrega el contenido al usuario, que lo puede visualizar en su terminal.

II.7.4.1 Captura de señales de video

El contenido se puede recibir a través de Internet, de algún proveedor de contenidos o de un distribuidor de señales de televisión digital o analógica.

Para digitalizar, codificar y comprimir el video analógico, o procesar y convertir el video digital al formato empleado por el *códec* de video del sistema, se requieren codificadores que además permiten que el flujo de video pueda ser transportado por IP y recibido por el decodificador del usuario.

El codificador/decodificador es un dispositivo o módulo de *software* que habilita la compresión de video digital. La elección del códec de video determina el complejo balance entre la calidad de video, la cantidad de datos necesaria, la complejidad de los algoritmos de codificación y decodificación, la robustez ante las pérdidas de datos y los errores.

II.7.4.2 Almacenamiento y servidores de video

Los servidores realizan diversas funciones, entre ellas el almacenamiento y respaldo de los contenidos, la administración del video bajo demanda y del video *streaming*. Los sistemas de *streaming* requieren más capacidad de procesamiento del servidor y también requiere mayor ancho de banda.

Esta etapa se encuentra totalmente basada en plataformas de servidores IP con diferentes sistemas operativos *Windows* o *Linux* que son capaces de entregar múltiples flujos de video de manera simultánea. Es importante notar que en los sistemas IPTV no se hace combinación de señales porque el contenido se envía de manera independiente a cada usuario a través de flujos individuales de video.

II.7.4.3 Distribución del contenido

La red de transporte permite la transmisión bidireccional de contenido, control de sesiones, autenticación de usuario y generación de datos de facturación. Independiente de la arquitectura de red, es necesario que cuente con alta capacidad de transferencia de información para soportar tasas de transmisión estables y ofrecer calidad de servicio.

II.7.4.4 Equipo de Acceso y Usuario

La red de acceso es aquella comprendida entre la terminación de la red de transporte de la compañía de telecomunicaciones y el domicilio de los usuarios. En el final se coloca el equipo receptor o decodificador para poder recibir el contenido en una televisión convencional o en un computador personal.

II.7.4.5 Software

El *software* es el responsable de presentar algunas funcionalidades del servicio al usuario final, de modo gráfico y amigable, como la guía de programación interactiva, la creación de ofertas de servicios y su respectiva entrega en la red de distribución, administración de interacciones con el cliente y cualquier sistema de administración y protección de derechos.

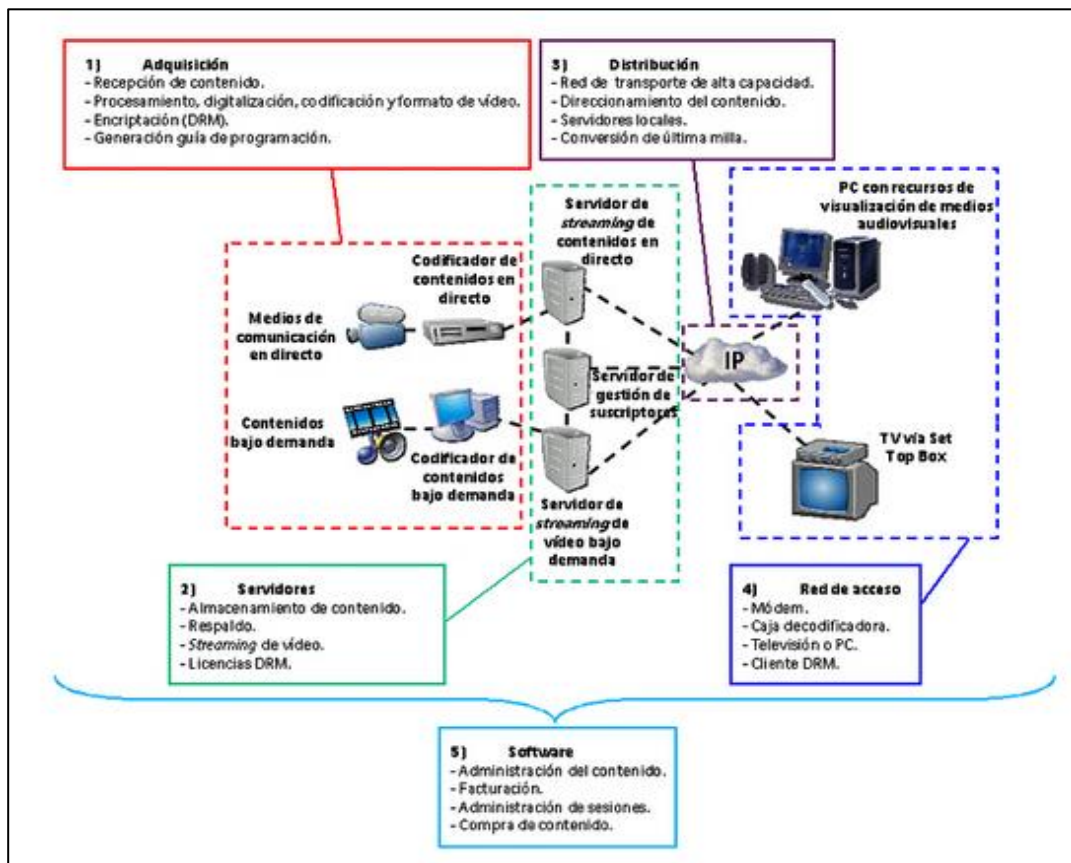


Figura 10: Arquitectura Red IPTV
Fuente: Sociedad de Información Fundación Telefónica, 2007

Los contenidos de video típicamente son comprimidos con el estándar MPEG-2 o MPEG-4, que proporciona mayor grado de compresión, se transportan en un flujo IP *multicast*, por lo que pueden ser suministrados a múltiples equipos al mismo tiempo.

Para la prestación del servicio el televisor del cliente deberá disponer de las características técnicas necesarias para poder disfrutar de todas las prestaciones del servicio asociadas a los contenidos audiovisuales. El decodificador se conecta al equipo receptor de televisión mediante la correspondiente conexión de video.

II.7.5 Componentes

Los componentes o requerimientos funcionales de una red IPTV se definen según (Rottmann, 2010) de la siguiente manera:

II.7.5.1 *Head End*

El *Head End* corresponde al punto primario donde el contenido es introducido a la red IPTV y donde se desarrollan un gran número de funciones relevantes para el funcionamiento del sistema.

Independiente de la plataforma que se utilice para proveer el contenido ya sea por un sistema digital de televisión por cable o por satélite, un sistema IPTV requiere una cabecera de video. Es en esta parte del sistema donde la difusión y el contenido bajo demanda son adquiridos y se le da formato para la posterior distribución sobre la red IP.

También conocido como *IPTV Data Center*, es el encargado de recibir el contenido desde una diversidad de fuentes incluyendo todo tipo de generadores de contenido, productoras, canales de televisión gratuitos y de pago. Una vez recibida la información, diferentes equipos de hardware como *encoders* y servidores de video, así como también *IP routers* y hardware dedicado a la seguridad son usados para preparar el contenido de video que será transmitido sobre la red IP. Adicionalmente, es necesario un sistema de manejo de subscriptores para gestionar los datos de los clientes del servicio de IPTV y realizar labores de tarificación.

La localización física del *IPTV Data Center* estará dada por la infraestructura de red usada por el proveedor de servicios.

II.7.5.2 *Middleware*

Un *Middleware* es un *software* que conecta componentes de *software* o aplicaciones para que puedan intercambiar datos entre ellas. También ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. Esto incluye servidores web, servidores de aplicaciones, sistemas de gestión de contenido y herramientas similares.

Este *software* funciona como una capa de abstracción distribuida que se encuentra entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores. El *middleware* proporciona una interfaz de programación de aplicaciones (API) para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas. Existen diferentes tipos de *middleware* dependiendo del problema a resolver y de las funciones que se necesitan.

II.7.5.3 *Video Server*

Administrado por el *Middleware*, los servidores de *Video Streaming* o de *Video on Demand* corresponden a un *hardware* con una gran capacidad de almacenamiento y streaming. Los servidores de Video Bajo Demanda (VoD) envían *streaming* de datos a usuarios a través de la red utilizando el estándar *Real Time Streaming Protocol* (RTSP) que utiliza una transmisión de tipo *unicast*.

II.7.5.4 *Content Protection: CAS/DRM*

Un sistema de Acceso Condicional es un sistema de transmisión de medios digitales que se encuentra limitado solo para los subscriptores o usuarios. Es comúnmente llamado acceso condicional.

La señal es encriptada produciendo que la señal no se encuentre disponible para recepciones no autorizadas. Este sistema se utiliza especialmente para los sistemas de televisión vía satélite en la actualidad.

Los *Set Top Boxes* contienen un módulo de acceso condicional que es necesario para que el usuario reciba y decodifique la señal para poder ser visualizada por el

subscriber. Este sistema de acceso permite controlar el acceso a la difusión de contenidos dentro de la transmisión de televisión digital.

II.7.5.5 *Set Top Box* (STB)

En español se conoce como decodificador de televisión. *Set Top Box* es el nombre con el que se conoce al dispositivo encargado de la recepción y decodificación de una señal de televisión digital para luego ser mostrada en un dispositivo de televisión analógico.

Básicamente se encarga de recibir una señal digital, comprueba que se tenga permiso para verla, la demodula y luego la envía al televisor. También hace posible todas las ventajas que ofrece la nueva televisión digital como televisión interactiva o televisión de alta definición.

El funcionamiento de un *Set Top Box* se basa en la secuencia de etapas que se desarrollan para establecer la transmisión y recepción de la señal de televisión. Primero se sintoniza la señal digital, la cual incluye información de video, sea en MPEG-2 o MPEG-4, información de audio y datos. Luego se separan los tres tipos de información para tratarlos por separado. A continuación el sistema de acceso condicional decidirá cuales son los permisos que tiene el subscriber para poder ver los contenidos que está recibiendo. Luego de ser descifrados los datos, los paquetes de video y audio son enviados al televisor. Los paquetes de datos se ejecutaran en caso de ser necesarios o solicitados por el usuario.

II.7.6 Servicios que ofrece

IPTV es el resultado de la convergencia de Internet y Televisión, solución que permite nuevas opciones de entretenimiento y servicios para los usuarios.

De forma general la modalidad de IPTV puede ser difusión en directo, al igual que la televisión analógica actual, también puede ser una descarga bajo demanda (VoD) o pay per view. Estas distintas modalidades pueden ser vistas en un computador o en un televisor convencional, al cual se le coloca un decodificador o set top box que permite descomprimir y decodificar la señal de video para presentársela al usuario.

Típicamente un sistema IPTV soporta un amplio intervalo de servicios de fácil uso que permiten obtener una experiencia superior al usuario; esto a través de una interfaz intuitiva para el subscriptor.

Entre los servicios para los usuarios finales actualmente en uso se encuentran:

II.7.6.1 *Electronic Program Guide (EPG)*

La guía electrónica de programación corresponde a un portal interactivo y un programa avanzado de búsqueda que permite una fácil navegación por una lista de contenido de video y audio que se encuentra disponible para los usuarios a través del proveedor de servicios y que pueden ser seleccionados a través de un control remoto o algún dispositivo de entrada como puede ser un teclado.

II.7.6.2 *Pay Per View (PPV)*

Este servicio permite al proveedor de servicios ofrecer programación en vivo y pregrabada a sus subscriptores en horarios programados a través de *multicast*, dado que todos los usuarios reciben la señal de forma simultánea y que es accesible sólo a través de un pago adicional. La compra se realiza en forma automática a través del mando a distancia propio del equipo decodificador.

II.7.6.3 Video On Demand (VoD)

Video bajo demanda permite a un usuario individual demandar una película o contenido de forma personalizada desde una librería con categorización del contenido. El usuario puede elegir el programa que desea ver y el momento en que desea verlo sin depender de un horario fijo de programación, además es posible detener y reanudar el programa a voluntad del usuario. Este servicio es del tipo *unicast* dado que se transmite sólo a un usuario por la red a diferencia del caso del PPV.

II.7.6.4 Network Personal Video Recording (NPVR)

Permite la capacidad de grabar contenido difundido usando recursos de la red para una transmisión *unicast* del contenido de manera posterior. Funciona de la misma manera que VoD excepto que los usuarios deciden que contenido grabar y no el operador.

II.7.6.5 Time Shifting

Corresponde a la capacidad de grabar contenidos en un medio de almacenaje para ser reproducido en el momento en que el usuario lo desee. Es decir, se trata de tener a disposición del usuario contenidos que ya han sido reproducidos.

Los sistemas IPTV poseen soporte para nuevas y más desarrolladas aplicaciones en una arquitectura basada en *IP Multimedia Subsystem* (IMS). IMS es un estándar que define una arquitectura genérica para ofrecer voz sobre IP y servicios multimedia. Los servicios basados en IMS permiten comunicaciones usuario a usuario y usuario a contenido tanto en voz, texto, fotos y videos.

Capítulo III

Marco Metodológico

En el siguiente capítulo se exponen todos los procesos llevados a cabo para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado. En el mismo se encuentran definidos las actividades y procedimientos necesarios desarrollados dentro de la investigación del proyecto.

III.1 Tipo de Investigación

La investigación que enmarca este estudio es documental y técnico, ya que está compuesta por investigación documental y un estudio técnico amplio.

La investigación documental es aquella que se realiza a través de la búsqueda y consulta de documentos como libros, revistas, tesis, artículos, entre otros. Y la investigación técnica, es aquella en la que se contemplan los aspectos técnicos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles para la producción de un bien o servicio deseado. Todo estudio técnico tiene como principal objetivo el demostrar la viabilidad técnica del proyecto que justifique la alternativa técnica que mejor se adapte a los criterios de optimización.

III.2 Período de desarrollo de la investigación

La ejecución y elaboración del presente Trabajo Especial de Grado se realizó entre los meses de Julio de 2012 y Enero de 2013. Dentro de todo este tiempo de desarrollo, en tres meses (Julio a Octubre) se realizó todo lo relativo a la investigación teórica, en donde se estudió la estructura de la red, los equipos y especificaciones necesarias, tipo de conexión, protocolos de transmisión, formato y estándares, entre otros aspectos. Seguido de esto en los siguientes dos meses (Noviembre a Enero) se realizó el análisis de los mismos, para proceder al diseño del sistema y la evaluación de los costos y posible implementación.

III.3 Descripción de las Actividades

En esta sección se describen los pasos que fueron llevados a cabo para la ejecución del presente Trabajo Especial de Grado. Se presenta de forma detallada desde la fase de investigación de conceptos teóricos básicos de las tecnologías, requerimientos y especificaciones, entre otros, hasta el análisis y evaluación de costos. De igual forma los métodos utilizados para la selección de los equipos y *softwares* y la descripción de los mismos.

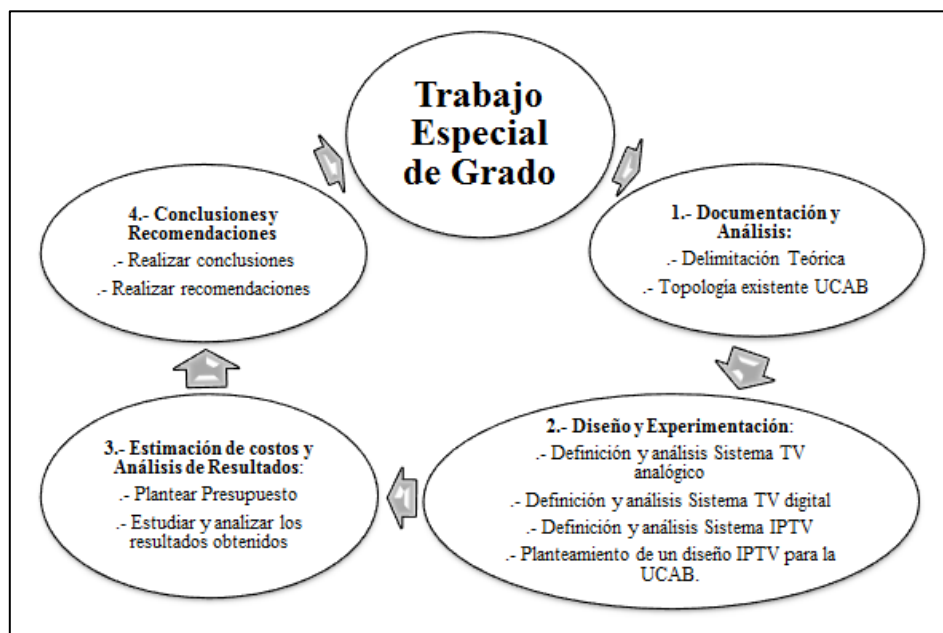


Figura 11: Esquema Fases Metodología
Fuente: (Propia)

III.3.1 Documentación y Análisis

III.3.1.1 Delimitación Teórica de la investigación

En esta etapa se realizó la preparación y sustentación teórica de los conceptos, componentes y especificaciones necesarias para el desarrollo del proyecto. Todo esto sustenta los diversos requerimientos que conforman la plataforma de un sistema IPTV.

Todos los conceptos y premisas involucradas en la delimitación teórica de la investigación se encuentran en el capítulo II del presente Trabajo Especial de Grado.

III.3.1.2 Levantamiento de información de la topología lógica y física de la red existente en la Universidad Católica Andrés Bello.

En esta sección del proyecto se realizó el levantamiento de información, el cual abarca la evaluación de la topología física y lógica de la red existente en la

Universidad Católica Andrés Bello, evaluación de los medios de transmisión, conexión a internet y ancho de banda con el que cuenta dicha institución.

De esta manera se pudo saber con cuales equipos, dispositivos y tecnologías cuenta la red de la UCAB, para así realizar una comparación con los requerimientos y especificaciones que necesita un sistema IPTV y ver si es posible una futura implementación.

III.3.2 Diseño y Experimentación

III.3.2.1 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de televisión analógico

Se realizó un estudio general de las etapas que constituyen un sistema de transmisión de televisión analógica, analizando el funcionamiento de la señal en cada una de ellas, los equipos necesarios con sus respectivas funciones, y las tecnologías y formatos con los que trabaja el mismo.

Posteriormente se hizo un diseño que cumpla con el estudio realizado.

III.3.2.2 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema de televisión digital

Para la definición de los requerimientos, se realizó una amplia investigación la cual permitiera saber cada uno de los equipos, protocolos, tecnologías y normas con las que cuenta un sistema de televisión digital. Adicionalmente a esto se estudió el comportamiento de la señal en cada una de las etapas que conforman dicho sistema.

Luego de analizar y entender cada uno de los requerimientos, etapas, funcionamiento y comportamiento de la señal, se procedió a realizar un diseño básico del mismo.

III.3.2.3 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema IPTV

El diseño de una plataforma de televisión IPTV se basa en el estudio y análisis de alternativas de equipos, *software* y *hardware*. En primera instancia se analizaron los parámetros relevantes para el sistema, posteriormente se estudió el *software* y *hardware* que son necesarios utilizar en cada etapa de funcionamiento de un sistema IPTV.

Luego del análisis de las alternativas se escogieron los equipos y *software* que se utilizarán considerando sus ventajas y desventajas.

III.3.2.4 Propuesta del diseño de una plataforma que permita la implementación de un sistema IPTV

En esta fase se comienza con la generación de una propuesta de diseño basado en la tecnología e infraestructura con la que se cuenta y definiendo los elementos como parámetros, equipos, *software* y protocolos que participarán en la red, así como su estructura.

A la hora de realizar el diseño, se intenta hacerlo lo más eficiente y económico posible, haciendo uso de los dispositivos y tecnología ya existentes en la red de la Universidad Católica Andrés Bello y realizando una selección de equipos y diseño de la infraestructura que cumplan con los requerimientos, estudiando su funcionalidad y costos.

III.3.3 Estimación de costos y Análisis de resultados

Para la realización del diseño, se hizo un estudio de mercado en busca de las herramientas tecnológicas que cumplan con las características requeridas en la investigación para la implementación de un sistema IPTV. En dicho estudio de mercado se buscaron los equipos que fueran más eficientes y económicos, siempre y cuando fueran de buena calidad.

Finalmente se realizó un presupuesto, en donde se vieran reflejados todos los dispositivos y tecnologías necesarias, el cual dé una idea de cuánto dinero se necesitaría si se desea implementar un sistema IPTV en la Universidad Católica Andrés Bello.

III.3.4 Conclusiones y Recomendaciones

En esta fase del proyecto se realizó el estudio y análisis de los datos obtenidos con la finalidad de comprender las posibles dificultades y limitantes que se puedan presentar para dar las recomendaciones pertinentes.

III.3.5 Presentación, redacción del tomo y entrega final

Luego se presentó un informe a La Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) en donde se explica todo lo realizado para el cumplimiento del proyecto, como las especificaciones técnicas, equipos, software, entre otros, que debe cumplir una Infraestructura de IPTV.

Por último se redactó el Tomo final del Trabajo Especial de Grado (TEG) y se presentó a las autoridades correspondientes de La Universidad Católica Andrés Bello, donde se expuso el estudio realizado

Capítulo IV

Desarrollo y Resultados

En el siguiente capítulo se podrá encontrar de forma detallada el proceso mediante el cual fue desarrollado este Trabajo Especial de Grado. Se indica el desarrollo de los procedimientos empleados y los resultados obtenidos durante la realización y cumplimiento de todas las actividades previstas en el capítulo metodológico de este proyecto.

Como se describió anteriormente, el presente trabajo abarca el estudio y Diseño de un sistema IPTV para la Universidad Católica Andrés Bello, por lo que a continuación se presenta de forma puntualizada los pasos para su desarrollo y exitosa culminación.

IV.1 Documentación y Análisis

IV.1.1 Delimitación teórica de la investigación

La primera actividad efectuada tras la aprobación de este proyecto fue la amplia búsqueda de toda la información necesaria, abarcando así los conceptos requeridos para el desarrollo del mismo.

Esta investigación se realizó a través de documentación extraída de la Institución, libros y recursos electrónicos. Luego de esto, se procedió al estudio de la bibliografía obtenida para afianzar los conocimientos de los integrantes del proyecto.

Los resultados obtenidos de esta amplia investigación, constituyeron parte esencial en la elaboración del capítulo II del presente trabajo especial de grado, en donde se encuentra la teoría necesaria para realizar el Diseño de una plataforma de IPTV para la Universidad Católica Andrés Bello y que este cuente con las tecnologías, equipos y protocolos más actuales y al menor costo posible.

IV.1.2 Levantamiento de Información de la topología lógica y física de la red existente en la Universidad Católica Andrés Bello

Para 2011, la Universidad Católica Andrés Bello cuenta con una red que funciona bajo el protocolo de INTERNET Versión 4 (IPv4 nativa). Al ser una institución de Venezuela, su asignación de direcciones depende directamente del proveedor de servicios y de LACNIC.

En cuanto a la topología de la red, la red UCAB implementa una topología tipo estrella, compuesta por cinco ubicaciones conectadas entre sí a través de un nodo central que, a su vez, incorpora un conjunto de servidores. A este nodo central se le llama “*Data-center*”.

En la actualidad, la salida hacia INTERNET que posee la red UCAB es a través de un enlace que conecta el *Data-center* con la red del proveedor de servicio. Este enlace tiene una tasa de transmisión de 36Mbps (Hasta el 2011 tenía una tasa de transmisión de 12Mbps).

En cuanto a la cantidad de subredes que maneja la UCAB, se conoce que existe una subred por cada departamento de la institución, incluyendo todas las facultades y

escuelas, departamento de mantenimiento, investigación, secretaría y decanatos, etc... El tipo de direcciones utilizado es, en su mayoría, privado debido al crecimiento al que se ha visto expuesta la red. Estas direcciones son sometidas a un proceso de traducción de direcciones de red (NAT) que permite la conexión a INTERNET desde los terminales. La red UCAB también dispone de una porción de direcciones públicas, que corresponden a las direcciones otorgadas por el proveedor de servicio.

Adicional a la red alámbrica, la UCAB tiene desplegado un sistema con tecnología inalámbrica *Wi-Fi* que funciona bajo el estándar 802.11g y que ofrece conectividad IPv4. Este sistema está constituido por 19 Access Point marca NORTEL que conforman una red *Indoor* y 5 *routers* marca Buffalo con amplificadores y antenas direccionales distribuidos en una red *Outdoor*.

La red *Indoor* está desplegada por los 5 edificios del campus universitario a través una topología de tipo estrella y comparte en su totalidad un segmento de red /22, lo cual permite el acceso de 1002 terminales (*1024 direcciones disponibles, restándole 19 direcciones para la identificación de los Access Point, 1 dirección para el Gateway y las 2 direcciones no utilizables correspondientes a la Dirección de Broadcast y a la Dirección de red*). La asignación de estas direcciones depende de un servidor DHCP alojado en el nodo central.

Por otra parte, la red *Outdoor* está desplegada en la parte externa de los edificios, pero a diferencia de la red *Indoor*, cada *router* define su propio segmento de red y están agrupados entre sí a través de una VLAN, con su propio DHCP y donde se le da acceso a un total de 100 dispositivos por punto. Para lograr esto, se debe utilizar como mínimo una red con un prefijo IPv4 de /25, con lo cual se entregan 126 direcciones utilizables en cada punto, arrojando un total de 630 direcciones necesarias para desplegar la red outdoor. Esta cantidad de direcciones sería sin incorporar técnicas de traducción de red (NAT). (García, 2011)

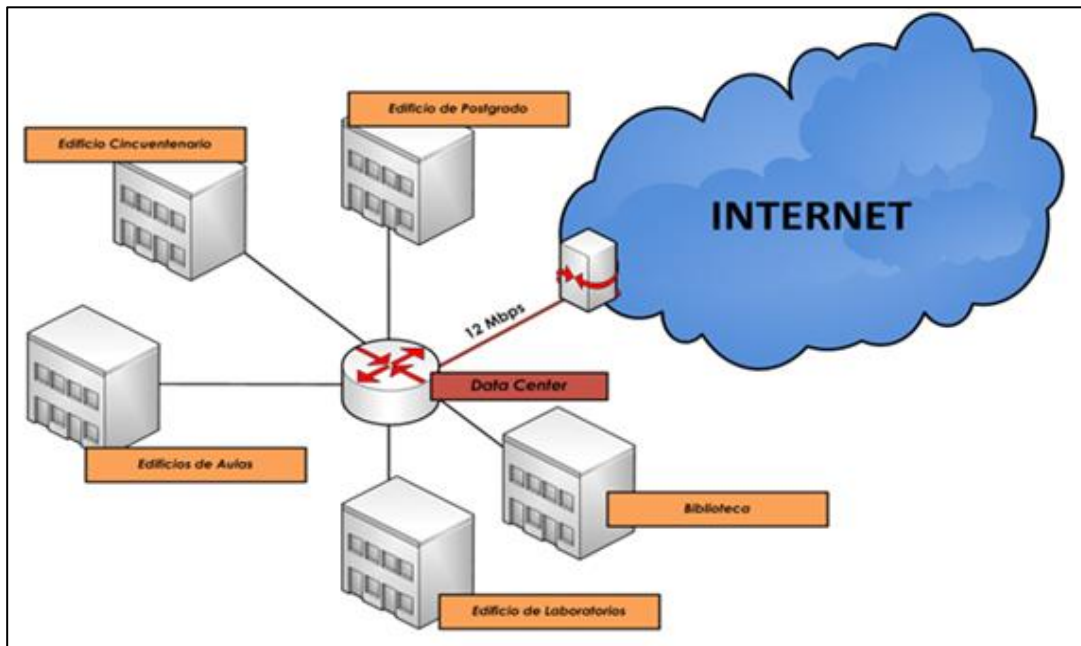


Figura 12: Red existente en la UCAB
Fuente: (García, 2011)

IV.2 Diseño y Experimentación

A continuación se hará un estudio acerca del sistema de televisión analógica, el sistema de televisión digital y por último el sistema IPTV, evaluando las etapas de transmisión y los requerimientos que en cada uno de ellos se contemplan, así como los posibles equipos a implementar en cada una de estos sistemas, de acuerdo a sus características y costos y así elaborar un diseño de cada sistema con el fin de elegir el más acorde para ser implementado en la Universidad Católica Andrés Bello.

IV.2.1 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el Diseño de un sistema de televisión analógico

En un sistema de televisión analógico, la señal debe pasar por una serie de etapas en donde es modificada gracias a equipos específicos, que hacen posible la llegada del contenido a la última milla y poder ser vista por el usuario.

IV.2.1.1 Etapas de un Sistema de Transmisión de Televisión Analógica

El *Head-End* es el centro de control en el cual las señales de televisión procedentes de los diferentes proveedores y las señales de producción propia son procesadas, convertidas, combinadas y amplificadas para poder ser transmitidas a los usuarios.

El *Head-End* de un sistema de transmisión de televisión analógica se puede dividir en cinco etapas:

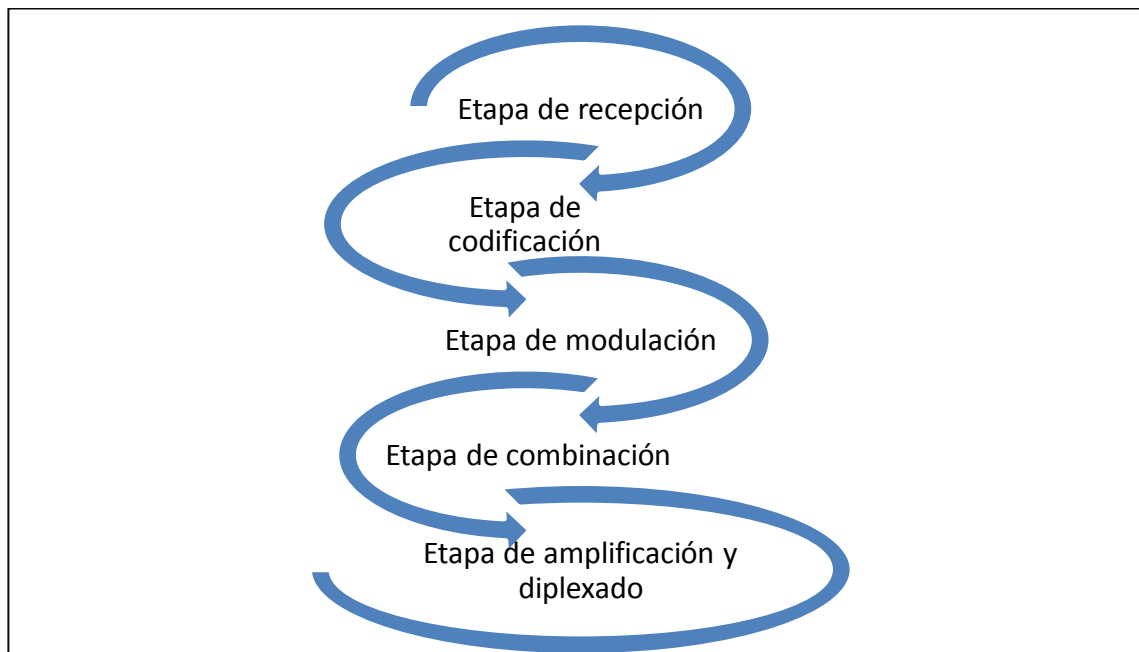


Figura 13: Etapas de un Sistema de Transmisión de Televisión Analógica
Fuente: (Propia)

En la etapa de recepción, se puede recibir mediante una antena satelital (Para la recepción de los canales satélite se instalan varias antenas parabólicas) una señal enviada desde un determinado satélite el cual posee uno o varios *transponder*, es decir, aparatos que reciben señales y de ser necesario las procesan para luego responder con la emisión de las señales recibidas, pero con otras frecuencias para así evitar interferir con las señales que está recibiendo, para luego ser enviados, es importante destacar que cada antena puede recibir sólo un *transponder*. La señal también se puede obtener mediante una antena de aire e incluso desde una cámara con la cual se puede realizar programación local.

En el caso de la antena satelital es necesario la utilización de un *splitter* o un TAP, el cual se encarga de repartir la señal combinada RF de la cabecera, tras la etapa de amplificación, a los diferentes transmisores ópticos del camino descendente y así poder separar la señal. Las salidas del *splitter* se conectan a un receptor, y como estamos hablando de televisión analógica se requiere de un receptor por cada canal. Los receptores de satélite incluyen un sistema de monitorización de la calidad de la señal recibida del satélite, haciendo una medida continua del nivel recibido y de la relación señal/ruido. Éstos receptores de satélite trabajan con el modo de tiempo compartido, que permite utilizar un único receptor para conmutar entre dos o más canales, útil en el caso de que algunos programas no sean transmitidos 24 horas al día.

Si la señal es recibida mediante una antena de aire se realiza el mismo procedimiento de cuando se obtiene mediante una antena satelital, es decir, se debe colocar un *splitter* (en el caso de que se reciban varias señales) para separar la señal en canales y cada uno debe ser conectado a un receptor. El propósito de realizar este procedimiento, no es sólo separar las señales, sino también obtenerlas en banda base. Cuando se realiza una filmación, la señal recibida ya se encuentra en banda base ya

que ésta se obtiene directamente de la grabadora por lo que no es necesario pasarla por un receptor.

Las señales de salida de los receptores, en banda base, pasan a la matriz de conmutación, la cual dispone de múltiples entradas y salidas, de forma que cualquiera de los canales conectados a sus entradas pueden ser dirigidos a cualquiera de las salidas.

En la etapa de codificación, la señal en banda base que se recibe de la etapa de recepción se pasa por un *MVP* con el propósito de codificar dicha señal. Básicamente el *MVP* lo que hace es alterar la señal de sincronismo moviendo los pulsos horizontales y verticales para de esta manera poder codificar la señal. Se necesita un *MVP* por cada canal que se quiera codificar, y dicha señal al salir del *MVP* sigue siendo banda base. Esta etapa no es indispensable para el diseño de un sistema de televisión analógica, depende de las medidas de seguridad que se deseen obtener. Generalmente la señal proveniente de la programación local no se hace pasar por el *MVP* ya que carece de importancia si la misma es interceptada.

Existen múltiples razones y beneficios por las cuales modular una señal electromagnética, entre ellas se encuentran: mayor facilidad de propagación de la señal de información por cable o por aire, disminución de las dimensiones de las antenas así como de la interferencia entre canales, optimización del ancho de banda de cada canal, protección de la información ante degradaciones de ruido y definición de la calidad de la información transmitida, entre otros. Esto trae como consecuencia que se tenga una etapa de modulación, en la cual, se hacen pasar las señales provenientes de la etapa de codificación por un modulador. Cada señal es pasada por un modulador diferente ya que en éste se debe trabajar con la frecuencia del canal que se quiere utilizar para ser visto en el televisor. (*Véase Tabla 1*)

CANALES DE TV EN VENEZUELA			
CANALES	BANDAS DE FRECUENCIA	CANALES	BANDAS DE FRECUENCIA
2	54-60 MHz	8	180-186 MHz
3	60-66 MHz	9	186-192 MHz
4	66-72 MHz	10	192-198 MHz
5	76-82 MHz	11	198-204 MHz
6	82-88 MHz	12	204-210 MHz
7	174-180 MHz	13	210-216 MHz

Tabla 1: Canales de Televisión Nacional en Venezuela
Fuente: (Propia)

Los moduladores están configurados de manera tal, que cada salida esté en la frecuencia solicitada, para que puedan ser combinadas todas ellas. Dichos moduladores pueden ser monitorizados y controlados remotamente y la salida de los mismos se dirige hacia la etapa de combinación final.

En la etapa de combinación, el combinador está conectado a la salida de los moduladores y codificadores. Todas estas señales provenientes de la etapa de modulación se hacen pasar por dicho combinador con el fin de obtener a la salida una señal única la cual será la entrada de la última etapa del sistema de transmisión. La salida final, en RF, se dirige hacia el amplificador.

En esta última etapa la señal es pasada por un amplificador, para proporcionar el nivel de señal necesario a la etapa de divisores o *splitters* que alimentan a los transmisores ópticos, y finalmente por un diplexor, que es un dispositivo que permite la bidireccionalidad en la comunicación (dúplex), a través de un único camino. Las señales de alta y baja frecuencia se mueven en direcciones opuestas en el puerto compartido del mismo. Dicho diplexor se encargará de separar las señales de acuerdo a su dirección, es decir no dejará pasar las señales de retorno. A la salida de esta etapa se tiene una señal en RF, que es la menos energética del espectro electromagnético y está situada entre los 3KHz y los 300GHz.

El modo de llegar de la televisión analógica a los usuarios es mediante ondas electromagnéticas en las bandas de VHF y UHF.

UHF, es la banda de Ultra Alta Frecuencia y VHF, banda de Muy Alta Frecuencia, cuyos canales van del 14 al 83 y del 2 al 13, respectivamente.

IV.2.1.2 Estudio de los posibles equipos y características

Para lograr el correcto funcionamiento de un sistema de televisión analógico se hace necesario el estudio de los diversos equipos que lo conforman, con sus características y especificaciones para posteriormente elegir los que se consideren más adecuados.

IV.2.1.2.1 Splitter para receptores satelitales

Modelo: QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters

El QUINTECH LS04 2150A es un splitter de calidad comercial activa, es decir, sin pérdida, de banda L divisora que cumple con las especificaciones estrictas de nivel. Opera sobre el satélite de banda L, la cual trabaja en el rango de frecuencia de 950 a 2150 MHz y permite la separación de señales en la banda L-RF con un rendimiento repetible en el rango de frecuencia y en todos los puertos de E / S (*Véase Apéndice “A”*)



Figura 14: QUINTECH LS04 LS04 2150A L-band Splitters
Fuente: (AMT “Advanced Media Technologies, 2010)

IV.2.1.2.2 Receptor de satélite

Modelo: Cisco D9865D Satellite Receiver Rear Panel (Full-featured with HDMI and Data)

El receptor de satélite Cisco D9865 está diseñado para la distribución de contenidos por satélite y tiene como objetivo la difusión, TV de negocios, redes privadas y el medio ambiente SMATV.

El receptor ofrece la capacidad de recibir vídeo digitalmente codificado, audio, VBI y datos. Proporciona una solución rentable a tasa variable, solución de transición existentes DVB-S/MPEG-2 servicios a DVB-S2/MPEG-4. También es compatible con los datos del MEP IP. (*Véase Apéndice “B”*)

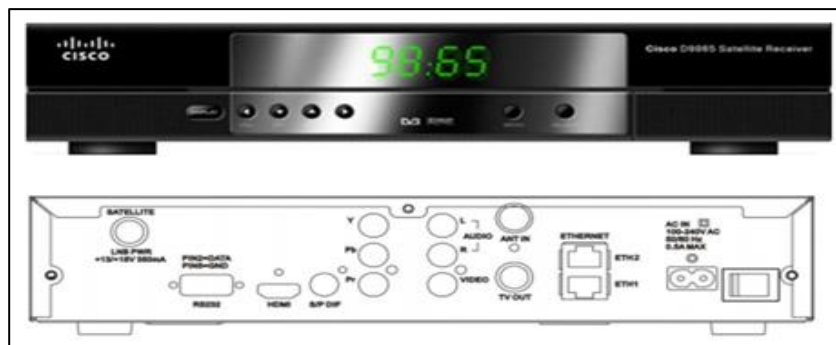


Figura 15: Receptor de satélite Cisco D9865D
Fuente: (NCS Industries, 2013)

Modelo: Receptor de Satélite Motorola DSR-4410MD

El Motorola DSR-4410MD es un potente producto de cabecera digital, capaz de descifrar simultáneamente hasta 64 servicios. Con el avanzado soporte de modulación, el DSR-4410MD puede dar salida a un transporte multiplex completo con los formatos MPEG-2 y / o MPEG-4 a una tasa de información de hasta 160

Mbps. Está equipado con las interfaces estándar de la industria, tales como dos salidas ASI que permiten una conexión perfecta con la cabecera del equipo. El DSR-4410MD también acomoda la tendencia actual de distribución de transporte MPEG-2 más interfaces Gigabit Ethernet a través cabeceras digitales.

Se presenta en un chasis 1RU, el DSR-4410MD ofrece monitorización local de un único servicio y la capacidad de paso a través de la autorización y el cifrado del estado de cada servicio. En el caso de un flujo de transporte fallo, o pérdida de la autorización para cualquiera de los servicios proporcionados, el DSR-4410MD activará una alarma como indicación para el usuario. (*Véase Apéndice “C”*)

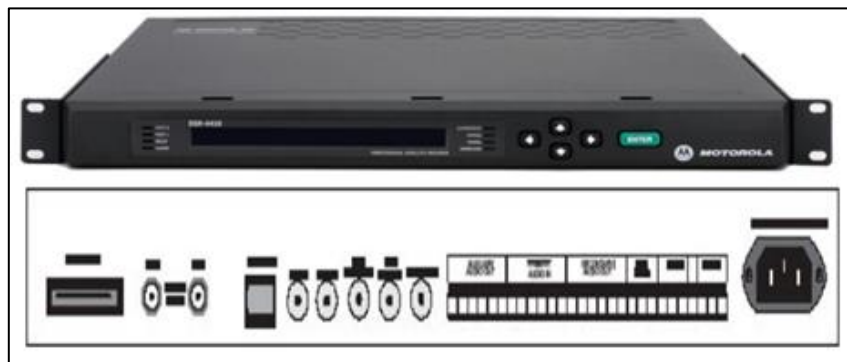


Figura 16: Receptor de Satélite Motorola DSR-4410MD
Fuente: (Motorola, Inc, 2002)

IV.2.1.2.3 MVP

Modelo: MVP II. General Instrument

Procesador de vídeo modulante, MVP II, está diseñado para proporcionar vídeo y privacidad del audio en un canal seleccionado por el usuario en un sistema de CATV. Sólo están autorizados los terminales set-top que pueden interpretar la información de codificación y descodificar estas señales correctamente para la visualización de canales. Mientras que el MVP II puede funcionar

independientemente como un modulador de alto rendimiento de CATV que está diseñado para operar en un sistema que incorpora un controlador direccionable.

El MVP II es la versión que mejora el desempeño del codificador MVP original. Está diseñado para una mayor flexibilidad de instalación y proporciona un mayor número de modos de funcionamiento estándar. Como resultado, el MVP II ofrece una mejor compatibilidad con otros equipos y el aumento de las opciones de seguridad de la señal. (*Véase Apéndice “D”*)



Figura 17: MVP II General Instrument
Fuente: (Motorola Inc, 2002)

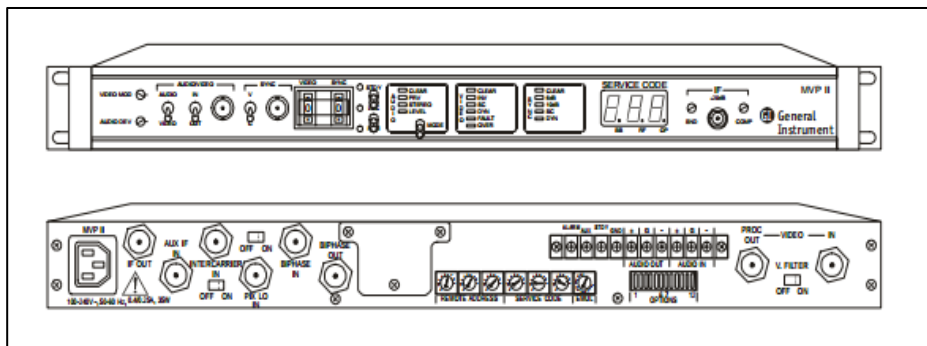


Figura 18: MVP II General Instrument
Fuente: (Motorola Inc, 2002)

IV.2.1.2.4 Modulador

Modelo: Modulador CATV JM-50168

El modulador CATV JM-50168 es una pequeña plataforma de modulador que está hecho de 16 unidades moduladoras. Entre sus principales características se tiene: Tamaño compacto, fácil instalación, estabilidad de la máquina mediante el uso de la tecnología SMD, filtro IF SAW, excelente VSB, entre otras. (*Véase Apéndice “E”*)



Figura 19: Modulador CATV JM-50168
Fuente: (Alibaba.com, Inc, 2008)

Modelo: Modulador Pico Macom PFAM550

El Modulador Pico Macom PFAM550 Agile es una alternativa de bajo costo, atractivo, fácil de manejar y puede ser montado en un *rack*. El panel frontal posee una salida como punto de prueba la cual proporciona un punto de referencia antes de la combinación de equipos de canal, el ahorro de tiempo y de interrupción de servicio durante la instalación y el mantenimiento.

Cuenta con conexiones de interfaz del panel trasero para entrada de vídeo NTSC. El codificador estéreo integrado proporcionará un canal estéreo BTSC de salida codificada. Se proporcionan conexiones de audio de entrada y un bucle MPX

para omitir el codificador estéreo interno para la compatibilidad con las unidades externas; adicionalmente, el bucle MPX es útil cuando se utiliza con el sistema de anulación de emergencia EAS-12B. Un bucle compuesto audio/vídeo IF, proporciona compatibilidad con los codificadores de aleatorización, canceladores de fantasma, y las solicitudes de anulación. (*Véase Apéndice “F”*)



Figura 20: Modulador Pico Macom PFAM550
Fuente: (MJ Sales, Inc, 2003)

IV.2.1.3 Diseño propuesto de un sistema de televisión analógico para la Universidad Católica Andrés Bello

Luego de hacer el estudio de la estructura de un sistema de televisión analógico y los equipos a utilizar, se continúa con la construcción del diseño a proponer. Este diagrama muestra las conexiones que deben realizarse entre los equipos para que el sistema funcione adecuadamente.

La topología mostrada en la figura representa una de las alternativas posibles para la implementación de esta plataforma.

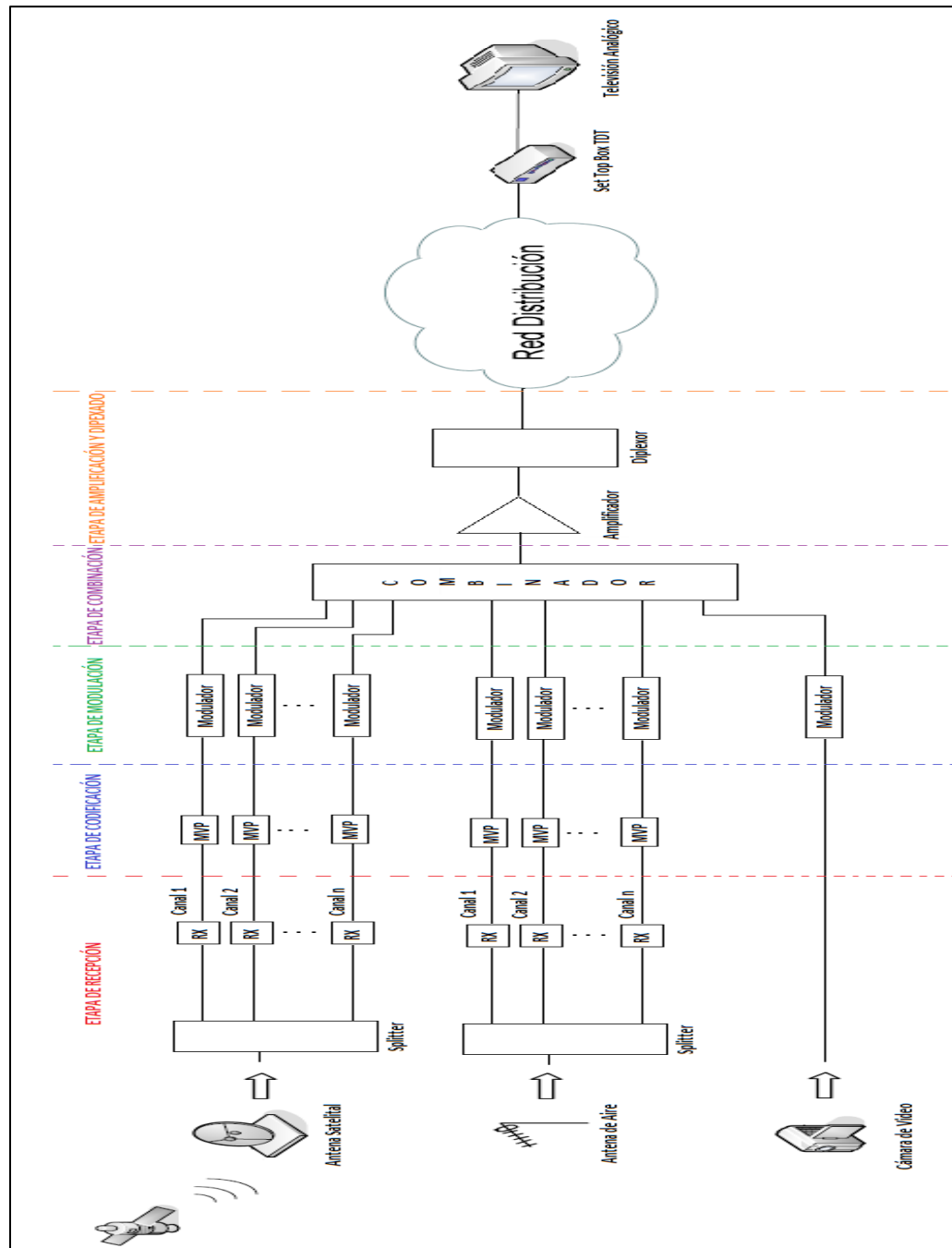


Figura 21: Estructura Sistema de Televisión Analógico

Fuente: (Propia)

IV.2.2 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el Diseño de un sistema de televisión digital

En un sistema de televisión digital, la señal para poder llegar a la última milla debe pasar por etapas en donde es codificada, modulada y combinada. En este proceso interviene una serie de equipos que hacen posible la transmisión del contenido para que pueda ser disfrutado por los usuarios.

IV.2.2.1 Etapas de un Sistema de Transmisión de Televisión Digital

El *Head-End* es el centro de control en el cual las señales de televisión procedentes de los diferentes proveedores y las señales de producción propia son procesadas, convertidas, combinadas y amplificadas para poder ser transmitidas a los usuarios. El *Head-End* de un sistema de transmisión de televisión digital se puede dividir en cinco etapas:

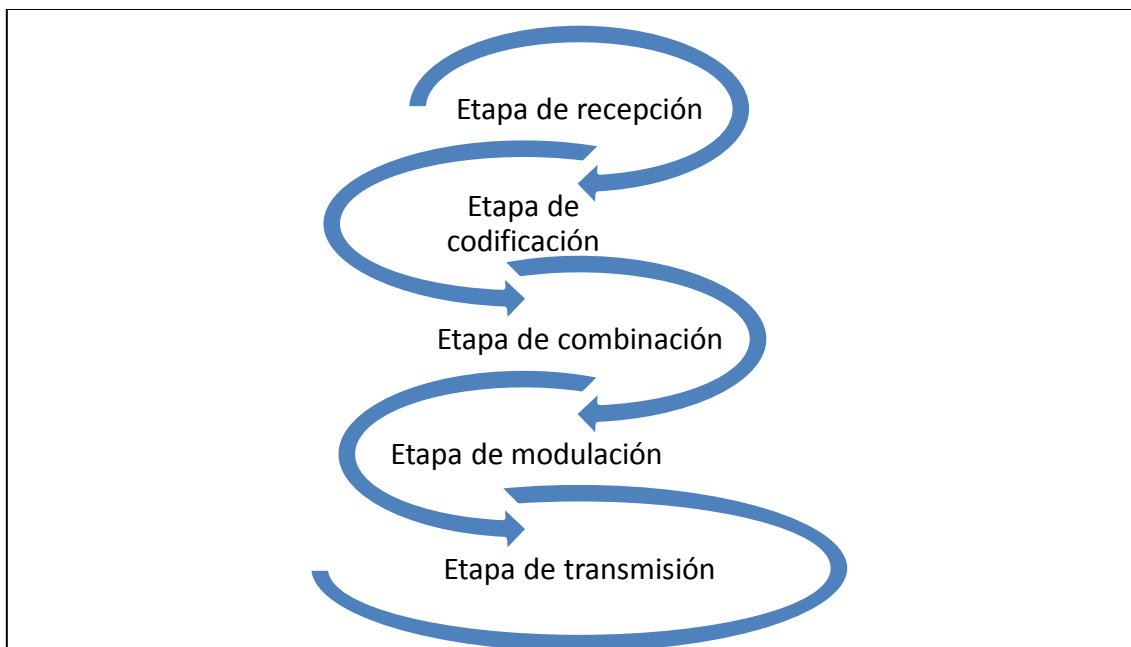


Figura 22: Etapas de un sistema de transmisión de televisión digital
Fuente: (Propia)

La televisión digital es el conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. A diferencia de la televisión tradicional que codifica los datos de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre el usuario y el productor de contenidos, haciendo posible la creación de aplicaciones interactivas, y tener la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, debido a la diversidad de formatos existentes.

En la etapa de recepción, al igual que en la televisión analógica, se puede recibir mediante una antena satelital (Para la recepción de los canales satélite se instalan varias antenas parabólicas) una señal enviada desde un determinado satélite el cual posee uno o varios *transponder*, es decir, aparatos que reciben señales y de ser necesario las procesan para luego responder con la emisión de las señales recibidas, pero con otras frecuencias para así evitar interferir con las señales que está recibiendo, para luego ser enviados; es importante destacar que cada antena puede recibir sólo un *transponder*. La señal también se puede obtener mediante una antena de aire e incluso desde una cámara con la cual se puede realizar programación local.

En el caso de la antena satelital es necesario la utilización de un *splitter* o un TAP, el cual se encarga de repartir la señal combinada RF de la cabecera. Las salidas del *splitter* se conectan a un receptor, y como se está hablando de televisión digital, se requieren tantos receptores como formatos existentes en el paquete que conforma la señal recibida. Los receptores de satélite incluyen un sistema de monitorización de la calidad de la señal recibida del satélite, haciendo una medida continua del nivel recibido y de la relación señal/ruido.

Si la señal es recibida mediante una antena de aire se realiza el mismo procedimiento de cuando se obtiene mediante una antena satelital, es decir, se debe colocar un *splitter*, el cual se encarga de separar la señal para luego los diferentes receptores hagan su función con las señales. El propósito de realizar este

procedimiento, no es sólo separar las señales, sino también obtenerlas en sus diferentes formatos, ya que el paquete de la señal puede tener contenido analógico, MPEG, ASI o IP.

En la etapa de codificación, las señales que se reciben de la etapa de recepción se pasan por un *ENCODER*, que es un codificador cuya función es convertir la señal a digital y a MPEG. De acuerdo al tipo de señal que se reciba, va a depender el tipo de *ENCODER* que se utilice.

Cuando todas las señales estén digitalizadas y en formato MPEG, pasarán por un Multiplexor, el cual por un medio compartido las transmite y entrega una señal binaria (“1” y “0”). La señal recibida tiene el estándar MPEG con el protocolo de comunicación “Transport Stream”. A todo esto se le conoce como etapa de combinación.

Existen múltiples razones y beneficios por las cuales modular una señal electromagnética, entre ellas se encuentran: mayor facilidad de propagación de la señal de información por cable o por aire, disminución de las dimensiones de las antenas así como de la interferencia entre canales, optimización del ancho de banda de cada canal, protección de la información ante degradaciones de ruido y definición de la calidad de la información transmitida, entre otros. Esto trae como consecuencia que se tenga una etapa de modulación, en la cual, se hace pasar la señal proveniente de la etapa de combinación por un modulador, de tipo IP-QAM, el cual varía la forma de la señal para poder enviarla. Al salir del modulador la señal es IP-QAM.

Finalmente, en la etapa de transmisión, la señal obtenida de la etapa de modulación, pasa por un transmisor óptico y finalmente a la red de distribución.

Las compañías operadoras utilizan un servidor llamado CAS, el cual es un sistema que permite controlar el acceso a contenidos, es decir, en el caso de los operadores de televisión por pago le permite controlar el acceso de los suscriptores

solo a los canales que tengan contratados. La utilidad de estos sistemas radica en que permiten utilizar canales abiertos para la transmisión de información, manteniendo el control sobre el uso. Así, es posible enviar canales de televisión en un sistema de satélite los cuales podrán ser vistos solamente por los usuarios que lo tengan contratado.

El servidor CAS ofrece seguridad a la red, debido a que genera claves que se cambian aproximadamente cada 10 segundos y se conecta al Multiplexor en donde se unen todas las señales digitalizadas para luego ser enviadas

IV.2.2.2 Estudio de los posibles equipos y características.

Con el fin de lograr el correcto funcionamiento de un sistema de televisión digital se requiere el estudio de los diversos equipos que lo conforman, con sus características y especificaciones para posteriormente elegir los que se consideren más adecuados.

IV.2.2.2.1 Splitter para receptores satelitales

Modelo: QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters

El QUINTECH LS04 2150A es un splitter de calidad comercial activa, es decir, sin pérdida, de banda L divisora que cumple con las especificaciones estrictas de nivel. Opera sobre el satélite de banda L, la cual trabaja en el rango de frecuencia de 950 a 2150 MHz y permite la separación de señales en la banda L-RF con un rendimiento repetible en el rango de frecuencia y en todos los puertos de E / S (*Véase Apéndice “G”*)



Figura 23: QUINTECH LS04 LS04 2150A L-band Splitters
Fuente: (AMT "Advanced Media Technologies, 2010)

IV.2.2.2.2 Receptor Digital

Modelo: Receptor TDT Coche HD DVB-T HDMI 1080P TV Digital

(Véase Anexo "A")



Figura 24: Receptor TDT Coche
Fuente: (Oferton, 2012)

IV.2.2.2.3 Encoder

Modelo: Encoder COL5141BP Super IP 4 in 1

El COL5141BP MPEG2/4 codificador de IP (4 en 1) es un dispositivo codificador profesional de audio y vídeo. Este dispositivo cuenta con cuatro interfaces de entrada CVBS, cuatro pares de las interfaces analógicas balanceadas de entrada estéreo de audio, y dos interfaces de salida ASI que puede dar salida a los datos de multiplexación. Este dispositivo al mismo tiempo puede codificar cuatro canales de audio y señal de video, así como puede multiplexar un flujo de entrada ASI MPTS. Además es compatible con el criterio de formato de codificación MPEG-2/4 y los formatos de codificación de audio incluyen el MPEG1-Layer 2, AAC, AC3, etc. En conclusión, su alta compatibilidad e integral diseño hacen de este dispositivo ampliamente utilizado en una variedad de sistemas de radiodifusión de TV digital. *(Véase Apéndice “H”)*

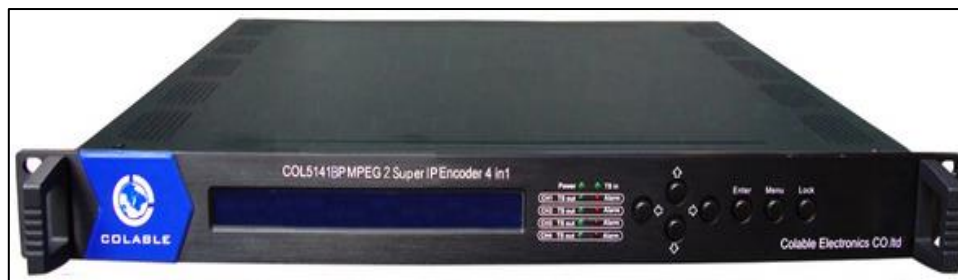


Figura 25: Encoder COL5141BP Super IP 4 in 1
Fuente: (Colable Electronics Co, LTD)

Modelo: Encoder Digicast DMB-8820 (4 in 1) MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI

El Encoder DMB-8820 (4 en 1) MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI (HDMI opcional) es el codificador profesional de TV digital para la codificación de HD de señal A/V y multiplexación, se ha utilizado ampliamente por su rendimiento para la televisión digital y los sistemas de radiodifusión. Dispone de 4 conectores de entrada

HD SDI, soportando MPEG-4 AVC/H.264. Puede codificar los programas de 4 canales de alta definición con baja tasa de bits a la vez. Mientras tanto, se puede multiplexar los 4 programas codificados. (*Véase Apéndice “I”*)



Figura 26: Encoder Digicast DMB-8820 4 in 1 MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI
Fuente: (Hang Zhou Digicast Tehnology Co, LTD)

IV.2.2.2.4 Multiplexor

Modelo: Multiplexor Harmonic ProStream 1000

El Harmonic ProStream 1000 es la solución ideal para la multiplexación y codificación de vídeo SD o HD y servicios de audio. Con su entrada estándar IP y DVB-ASI y las interfaces de salida, se incorpora fácilmente en cualquier entorno de cabecera existente para apoyar las soluciones digitales de entrega. El sistema de diseño robusto, extensible y escalable reduce el espacio de rack y consumo de energía, al tiempo que simplifica la infraestructura de red.

Proporciona multiplexación, codificación, PSIP, manipulación DVB y la inserción de publicidad digital a través de IP y ASI. Integra la opción de multiplexado mediante la conexión IP a través de una red LAN o WAN, permitiendo a cualquier prostream 1000 en la red gestiones remotas y distribuidas. Todas las opciones de conversión IP y ASI son compatibles de forma nativa, y el sistema ofrece un rendimiento excepcional de multiplexación y codificación. La interfaz de la

plataforma IP nativa prostream se integra perfectamente en redes IP escalables y de bajo costo. (Véase Apéndice “J”)



Figura 27: Multiplexor Harmonic ProStream 1000
Fuente: (Harmonic, Inc)

IV.2.2.2.5 Modulador IP-QAM

Modelo: Modulador IP-QAM Digicast DMB-5110

La DMB-5110 es un Modulador IP profesional de alta densidad para DVB-C QAM que incluye todo en uno. Soporta los sistemas de VoD e IPTV de gran alcance debido a su IP ágil de re-encapsulación y las funciones de Re-Mux funciones de los TS. DMB-5110 puede recibir 240 canales de señales de multidifusión de puerto Gigabit Ethernet y la señal TS del puerto ASI. 200ms De-jitter de entrada GbE. Hasta 240 SPTS o entradas MPTS más GbE. 24 (12*2) moduladores QAM independientes. Una fuente de alimentación redundante. Soporta gestión de redes a través de SNMP, HTTP, CLI (Command Line Interface), entre otras. (Véase Apéndice “K”)



Figura 28: Modulador IP-QAM Digicast DMB-5110
Fuente: (Hang Zhou Digicast Tehnology Co, LTD)

Modelo: Modulador IP QAM NVQM-I

Es un modulador con alto rendimiento. Cuenta con una tecnología de modulación digital completa y directa. Este dispositivo puede ser ajustado en un cruce de la cabecera para recibir los datos del MPEG sobre IP y GbE y luego multiplexar señales de RF, que se envían a la red de televisión digital. Es ampliamente utilizado en el campo de los sistemas de televisión digital y servicio de televisión interactiva de la red HFC o MMDS microondas. (*Véase Apéndice “L”*)



Figura 29: Modulador IP QAM NVQM-I
Fuente: (V-shine)

IV.2.2.2.6 Transmisor Óptico

Modelo: YUCOO-V-16V2D2T1K1S. (Transmisor de vídeo digital y receptor)

Transmisor Óptico de video digital con un inteligente sistema de transporte. Apoya cualquier señal de video de alta resolución. Sistema de vídeo automático compatible con NTSC y SECAM, con el circuito del APC, la energía óptica de la entrada constante, y el rango dinámico grande. Puede restaurar automáticamente el fusible de la fuente de alimentación. (*Véase Anexo “B”*)



Figura 30: Transmisor Óptico YUCOO-V-16V2D2T1K1S
Fuente: (Yucao.com, 2011)

Modelo: Transmisor Óptico CATV 1310 nm

Es un importante equipo para la configurar de la televisión por cable redes hfc. Utilizado principalmente para televisión de señal digital de vídeo, señal de voz y datos o comprimidos de datos y señal de TV por fibra. Adopta RF de potencia digital de proceso automático y la técnica avanzada de pre distorsión de circuito. (Véase Anexo "C")



Figura 31: Transmisor Óptico CATV 1310 nm
Fuente: (Alibaba.com, 2012)

IV.2.2.3 Diseño propuesto de un sistema de televisión digital para la Universidad Católica Andrés Bello

Luego de hacer el estudio de la estructura de un sistema de televisión digital y los equipos a utilizar, se continúa con la construcción del diseño a proponer. Este diagrama muestra las conexiones que deben realizarse entre los equipos para que el sistema funcione adecuadamente y las marcas y modelos de los equipos seleccionados.

La topología mostrada en la figura representa una de las alternativas posibles para la implementación de esta plataforma.

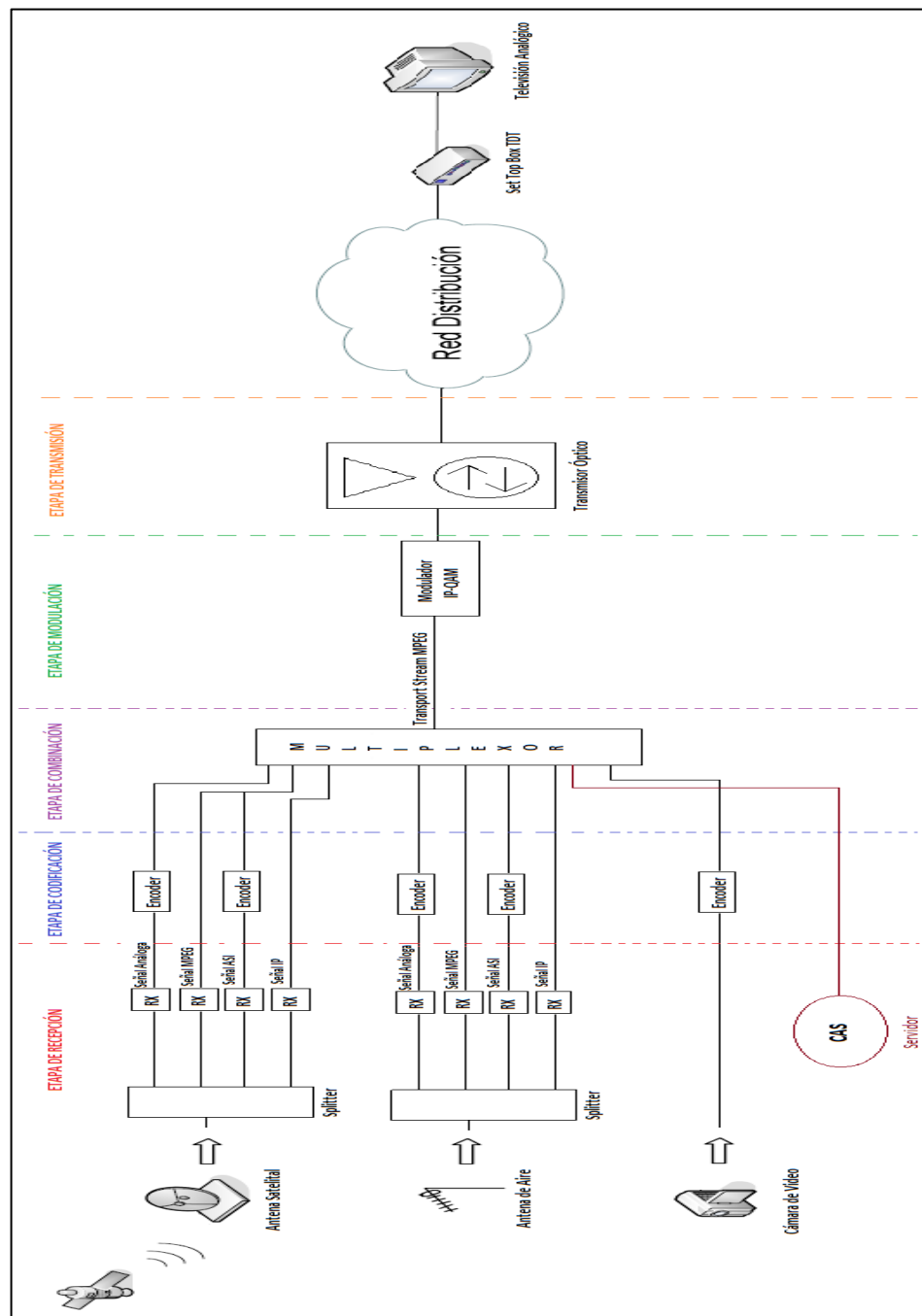


Figura 32: Estructura de un Sistema de Televisión Digital
Fuente: (Propia)

IV.2.3 Definición y Análisis de los requerimientos necesarios para el Diseño de un sistema IPTV

Para comprender a profundidad la transmisión de IPTV, es necesario el estudio de sus etapas y las bases para su funcionamiento.

IV.2.3.1 Etapas de un Sistema IPTV básico

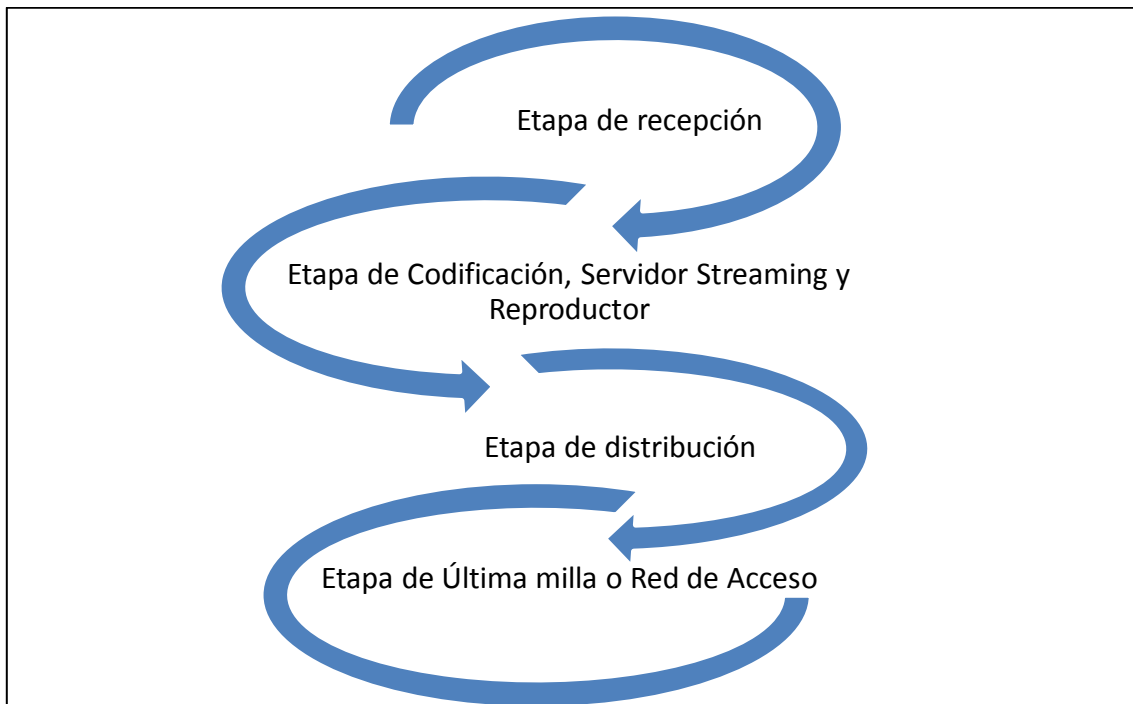


Figura 33: Etapas de un Sistema de Transmisión IPTV básico
Fuente: (Propia)

IV.2.3.1.1 Etapa de recepción

En esta etapa, el contenido se puede recibir de un distribuidor de señales de televisión mediante una antena satelital o de aire e incluso desde una cámara con la cual se puede realizar programación local, así como a través de internet de algún proveedor de contenidos.

En cuanto a la adquisición de contenidos multimedia para ser transmitidos a través de una red IP existen diversas alternativas disponibles como lo son contenidos en vivo o contenidos envasados en CD o DVD, entre otros.

A continuación se analizarán cada una de estas alternativas.

IV.2.3.1.1.1 Contenido en vivo

Se desea disponer de contenido en vivo para poder ver directamente la programación realizada en el campus o en los estudios de grabación de la escuela de comunicación social ubicados en los módulos de la Universidad Católica Andrés Bello y su posterior transmisión hasta el medio de visualización. Para poder adquirir contenido en vivo es necesario poseer una cámara digital de video y audio.



IV.2.3.1.1.2 Contenido envasado

Ya que no siempre se tendrá suficiente programación en vivo y con la finalidad de poder transmitir una mayor cantidad de contenidos, se debe disponer de un reproductor de contenido envasado en formatos como CD, DVD, entre otros. Se instalará un reproductor el cual permita reproducir estos formatos.



IV.2.3.1.1.3 Contenido desde Televisión abierta

Otra forma de obtener contenido multimedia es a través de la televisión abierta. Esto sería posible si se instala un televisor analógico que reciba la señal de televisión transmitida a través del aire y pueda ser ingresada a la red.



IV.2.3.1.1.4 Contenido desde una Antena Satelital

Es posible la obtención de contenidos desde una antena satelital instalada en un sector o área de la institución que permita la recepción de la señal respectiva. Se debe incorporar un decodificador que haga posible la recepción de la señal en un televisor convencional.



IV.2.3.1.1.5 Conversor Analógico/Digital

El contenido multimedia se obtendrá de forma analógica o de forma digital. Cuando este contenido es obtenido de forma analógica es necesario contar con un elemento adicional dentro de la red, el cual es un conversor analógico/digital. Este dispositivo permite convertir la señal de televisión analógica a un formato digital para poder transmitirlo a través de la red IP.

Actualmente existen numerosos conversores analógico/digital en el mercado, entre los cuales se analizarán dos alternativas:

.- Canopus ADVC 300: Conversor de video que permite la conversión bidireccional de video de DV a analógico provisto de salidas por componentes (Y/ Pb / Pr). Está provisto de un TBC interno que corrige cualquier imagen con sincronización por frame.

Soporta Windows y Mac OS, y es compatible con todas las aplicaciones de vídeo utilizados, incluyendo edición Edius, Final Cut Pro, Avid Xpress DV y Adobe Premiere Pro.

Posee reductor de ruido digital 3D. El nuevo conversor ADVC300 permite convertir su material S-VHS, Hi8 y 8mm analógico a DV en un solo paso asegurando y mejorando la calidad de señal analógica de entrada. Los paquetes de video convertidos pueden ser transferidos a su PC o Mac mediante el puerto IEEE 1394 (i.Link, FireWire) para luego ser manipulados con cualquier aplicación de edición. Este equipo es ideal para complementar cualquier placa de captura de video DV de PC o MAC. Estabiliza la imagen mediante la corrección Línea de Tiempo Base (LTBC), ADVC300 instantáneamente limpia, estabiliza y conserva los viejos VHS y Hi8 vídeos en formato DV limpio.

Otros conversores pierden sincronismo en el audio/video mientras convierten segmentos largos. El ADVC-300 es el primer conversor con un costo accesible que soporta una total sincronización cuando convierte señales analógicas a digitales lo que evita situaciones no deseadas. (*Véase Apéndice “M”*)



Figura 34: Canopus ADVC 300
Fuente: NewBay Media LLC, 2011

.- Canopus ADVC 110: Es un conversor bidireccional de alta calidad, el cual soporta virtualmente cualquier necesidad profesional de conversión de video. Este convertidor de video es digital, portátil y de fácil uso y es ideal para la captura y exportación de video analógico desde cualquier puerto FireWire (IEEE 1394a). No se requieren de controladores para realizar su instalación y la unidad no requiere una fuente de alimentación cuando se utiliza con un cable FireWire de 6 patillas.

Es compatible con sistemas Windows y Mac OS y con los estándares NTSC y PAL. (*Véase Apéndice “N”*)



Figura 35: Canopus ADVC 110
Fuente: NewBay Media LLC, 2011

IV.2.3.1.2 Etapa de Codificación, Servidor Streaming y Reproductor

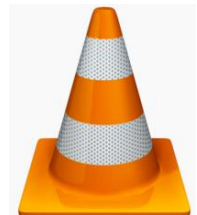
En la etapa de codificación se utilizan unos dispositivos llamados codificadores para digitalizar y comprimir el video analógico obtenido. Este dispositivo llamado *códec*, habilita la compresión de video digital habitualmente sin pérdidas. La elección del códec tiene mucha importancia, porque determina la calidad del video final, la tasa de bits que se enviarán, la robustez ante las pérdidas de datos y errores, el retraso por transmisión, etc.

El servidor *streaming* permite la distribución del contenido multimedia a través de una red de manera que el usuario puede ver el programa al mismo tiempo que se descarga. Para que este servidor de *streaming* funcione de manera adecuada, requiere de una conexión igual o superior al ancho de banda de la tasa de transmisión del servicio.

Se ha desarrollado una gran cantidad de software para el streaming y la reproducción de video y audio para diferentes plataformas. A continuación se hará un análisis de las soluciones más utilizadas para la transmisión de contenido multimedia desde la fuente hasta el usuario.

IV.2.3.1.2.1 Video LAN Project

El VideoLAN es una solución completa de software que permite realizar video streaming y reproducción de contenidos multimedia. VideoLAN está diseñado para transmitir flujos de video MPEG sobre redes de alta capacidad y no necesita la descarga e instalación de *codecs* puesto que los lleva incorporados siendo de mucha utilidad.



Esta solución incluye dos software principales con diferentes funciones: VideoLAN Client (VLC) y VideoLAN Server (VLS)

VLC Media Player

Corresponde al software principal del VideoLAN. Es un reproductor de medios y es capaz de reproducir los formatos de audio y video más difundidos de manera totalmente autónoma con un resultado excelente gracias a un tratamiento posterior de

la imagen y el sonido con una calidad superior. Puede ser usado como servidor para transmitir archivos MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4, DVD y vídeo en vivo sobre la red en *unicast* o *multicast*; o usado como cliente para recibir, decodificar y visualizar flujos MPEG sobre varios sistemas operativos. Es compatible para plataformas como *Windows*, *Linux*, *Mac* e incluso para *Set-top box*.

VLS

Corresponde a un servidor de *streaming* multimedia y puede transmitir archivos MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4, DVD, canales digitales de satélite, canales digitales de televisión terrestre y vídeo en vivo sobre la red en *unicast* o *multicast*. Ideal para la distribución de vídeo sobre redes de gran ancho de banda, permitirá hacer *streaming* directamente a una máquina *unicast* por IP, un conjunto de máquinas *multicast* por IP. Permite reproducir vídeos desde ficheros y DVD, tarjetas capturadoras, MPEG y tarjetas DVB. Actualmente no se encuentra en alto desarrollo, por lo que se recomienda utilizar las capacidades de *streaming* del VideoLAN cliente.

IV.2.3.1.2.2 Microsoft

Corresponde a una solución de transmisión de contenido multimedia desarrollada por Microsoft que posee las herramientas para la codificación, transmisión y reproducción de contenidos.



Windows Media Encoder

Es un codificador de medios que se puede obtener de manera gratis desarrollado por Microsoft, el cual permite convertir o capturar contenido de audio y video tano en vivo como pregrabado a formato Windows Media para transmisión bajo demanda y en vivo. Este codificador permite capturar sonido multicanal de alta calidad, calidad de video de alta definición, compatibilidad para el contenido mixto de voz y música, entre otras.

Windows Media Services

Es un servidor de contenidos multimedia en *streaming*, de Microsoft que permite al administrador generar contenidos en directo (audio/video). Soporta formatos Windows Media Audio, JPEG y MP3.

De forma adicional al streaming, Windows Media Services también tiene las funciones siguientes: cache y grabación de las emisiones, forzado de autenticación, limitación de conexiones, restricción de accesos, uso de múltiples protocolos, generador de estadísticas de uso, y corrección de errores de emisión.

Soporta flujo *unicast* y *multicast*, posee autenticación, impone número límite de conexiones, genera estadísticas de uso, utiliza múltiples protocolos. Soporta IPTV y entrega de contenidos a través de *Wireless*.

Windows Media Player

Windows Media Player es un reproductor multimedia con diferentes versiones compatibles con distintos sistemas operativos. WMP permite reproducir diversos

formatos digitales: audio CD, DVD Video y Audio, WMA, WMV, MP3, MPEG y AVI entre otros siempre que se disponga de códec.

Se han lanzado varias versiones del reproductor. La versión 12 es la última existente, que se incluye con *Windows 7* y *Windows 8*. El reproductor tiene las mismas funcionalidades en ambos sistemas operativos, pero la versión de Windows 7 está desarrollada para la interfaz Aero, mientras que el de Windows 8 se desarrolló para la interfaz Metro.

IV.2.3.1.2.3 OpenCaster, UStream y WireCast

OpenCaster

OpenCaster es un software desarrollado por AVALPA Digital Engineering SRL, para la generación de transport streams MPEG2. Es un servicio destinado a la retransmisión de eventos en directo hasta calidad HD. Es una colección de código abierto y software libre para transmitir MPEG. *OpenCaster* genera la mayor parte de audio / vídeo de datos presentes en corrientes de transporte y maneja *playout* pre-codificadas de archivos de audio / vídeo o puede ser integrado con terceros audio / vídeo codificadores.



UStream

UStream cuyo nombre completo es Ustream.tv, es una página web que consiste en una red de diversos canales que ofrecen una plataforma para *lifecasting* y streaming de vídeo en directo de eventos en línea. Esta transmisión es realizada por otros usuarios, y es posible hacerlo desde un dispositivo móvil.



Fundada en marzo de 2007, el sitio cuenta con más de 2.000.000 de usuarios registrados que generan 1.500.000 horas de directo + contenido transmitido por mes, con más de diez millones de visitas únicas al mes. Recibió \$ 11,1 millones en la Serie A de financiación para el desarrollo de nuevos productos a partir de DCM (*Doll capital Management*) y los inversores *Ventures*, Labrador y la Banda de los Ángeles.

Para quienes sólo desean ver los canales, existen varias opciones, por ejemplo algunas transmisiones de partidos de fútbol en vivo, o programas deportivos previamente grabados.

WireCast

Wirecast es una aplicación que brinda todo lo necesario para poder tener un canal televisivo propio en internet.



Básicamente se trata de un conjunto de herramientas multimedia que permiten administrar y difundir el contenido elegido para el show. El programa trabaja *shots* audiovisuales que son cortos, los cuales pueden estar formados por videos, audio e imágenes tomadas por cualquier fuente, links o material que se tenga en PC, FTP, etc.

El programa cuenta con todo un set de herramientas multimedia dependiendo del tipo de archivo que se esté tratando, pero permitirá trabajar de forma que se pueda lograr el resultado buscado. Se puede transmitir en vivo y en directo y emitir programas más viejos.

Una herramienta interesante que permite introducirse en el mundo de los shows televisivos.

IV.2.3.1.3 Etapa de Distribución

En la etapa de distribución de contenidos una vez codificada la data, son enviados en forma de paquetes o tramas a través de la red IP.

Para la distribución del contenido dentro de la red se pueden considerar diversas configuraciones y equipos para transmitir la señal desde el servidor hasta el espectador.

A la hora de elegir la topología de red, los tipos de dispositivos y el número de equipos a utilizar, es necesario considerar la función que debe cumplir dicha red de distribución IP, tanto para la transmisión del contenido como la potencialidad del sistema.

Entre los dispositivos a estudiar se encuentran los *routers* y *switches*

IV.2.3.1.3.1 Routers

Un *router* es un dispositivo que se encarga de examinar los paquetes entrantes y elegir la mejor ruta para ellos a través de la red para después conmutarlos al mejor puerto de salida y así transmitir los paquetes de un extremo a otro. El *router* es el regulador de tráfico más importante en la red IP.

Para seleccionar el *router* a utilizar se debe saber que funciones del *router* se necesitan. Entre los criterios de selección se encuentran: la escalabilidad, requisitos de variedad y densidad de los puertos, capacidad, rendimiento e interfaz de usuario común.

IV.2.3.1.3.2 Switch

Un *switch* o multipuerto es un dispositivo de capa 2, que toma decisiones basándose en las direcciones MAC. Debido a esto, las redes LAN funcionan de forma más eficiente. Esto lo consiguen conmutando los datos fuera del puerto al que el host está conectado. La función de un *switch* es concentrar la conectividad mientras crea una transmisión de datos más eficiente. Conmuta las trama de las interfaces entrantes a los puertos salientes mientras proporciona un ancho de banda completo.

Estos dos dispositivos son los elementos básicos de una red de distribución de contenido y permiten asegurar la conectividad de la plataforma si se encuentran correctamente configurados. Cabe acotar que es necesario utilizar ambos elementos para la distribución del contenido.

IV.2.3.1.4 Etapa de Última Milla o Red de Acceso

Para visualizar el contenido multimedia por parte del usuario, existen dos formas, una es a través de un televisor analógico conectado a un set top box, también conocido como decodificador y la otra forma es con un computador de visualización multimedia.

IV.2.3.1.4.1 Televisor Analógico con decodificador

Se instalará un televisor analógico para poder visualizar los contenidos enviados desde la fuente. Como se trata de una transmisión de datos en forma digital no es posible visualizar los contenidos en forma directa en un televisor convencional, por lo que es necesario conectarle un dispositivo que se encargue de la recepción y decodificación de la señal de televisión, haciendo posible que el



contenido pueda ser visualizado a través de un televisor que sólo permite ver contenidos en formato analógico, este dispositivo es llamado Set Top Box.

El STB permite conectar la cabecera de red de IPTV con la television, traduce las señales recibidas en un formato para que pueda ser visto en un televisor, interpreta y traduce las peticiones de los abonados y envia mensajes basados en IP a la cabecera de red para pedir específicos contenidos y servicios. Este dispositivo es importante ya que le permite al usuario poder recibira la señal de televisión IP.



Figura 36: Diagrama de funcionamiento Set Top Box
Fuente: (Propia)

Entre sus principales características se encuentran: ser portable, de fácil utilización, asequible, fácil de controlar y soporte de servicios de datos de dos vías y aplicaciones de televisión interactiva.

Con el fin de lograr obtener el Set Top Box que mejor se adecúe a la red IPTV, se procedió a realizar la búsqueda de equipos presentes actualmente en el mercado.

Dentro de las opciones en el mercado se encuentran:

Amino AmiNET A125

El AmiNET A125 es un decodificador fácil de usar, flexible, fiable e inteligente, diseñado para aplicaciones IPTV y VoD, se basa en el galardonado diseño compacto de Amino y es compatible con los estándares de compresión de video MPEG-4, MPEG-4 AVC, H.264 y con el estándar MPEG-2 el cual es el formato más común para contenidos de televisión digital de IPTV. El producto incorpora una entrada de Ethernet y proporciona gran flexibilidad con varias salidas de audio/video

incluyendo una conexión USB para conectar mandos de juegos y otros dispositivos.
(Véase Anexo “D”)



Figura 37: Set Top Box Amino AmiNET A125
Fuente: (Kurkino.TV, 2009)

Motorola VIP1853

El Motorola VIP1853 es un set top box de alto rendimiento, con un diseño atractivo y está equipado con todos los componentes necesarios para poder ser el objeto de una actualización DVR. El sistema ya dispone de un módulo DVR de 8 GB y la capacidad de disco duro puede ser de 160 GB, 320 GB o 500 GB. Motorola decidió ofrecer a su creación soporte para Motorola KreaTV 4.2 o superior, una aplicación de *software* abierto que presta servicios IPTV de portaaviones sin afectar la posibilidad de añadir nuevas funcionalidades y servicios. Además, la empresa ha optado por una construcción compacta, mecánica y eficiente e incluso por un diseño eficiente energéticamente, que no afecta el medio ambiente. (Véase Anexo “E”)



Figura 38: Set Top Box Motorola VIP 1853
Fuente: (CultOfAndroid, 2012)

IV.2.3.1.4.2 Computador con capacidad de visualización multimedia

Un computador para que pueda visualizar la señal IPTV debe tener capacidades multimedia y contar con elementos tales como tarjeta de video y audio con capacidad suficiente.



También debe tener instalado un reproductor de este tipo de contenidos compatible con el tipo de codificación y transmisión utilizadas dentro de la plataforma IPTV, ya que si no posee este reproductor o si no tiene compatibilidad no será posible visualizar los contenidos.

IV.2.3.2 Requerimientos de Ancho de Banda y Velocidad de Transmisión

IPTV es un servicio altamente demandante en ancho de banda, pero a pesar de esto, no tiene requerimientos exigentes de latencia. Para que la reproducción se pueda realizar de manera ininterrumpida, en teoría, solo se debe asegurar que la velocidad de transmisión requerida por el códec más el *overhead* generado en la transmisión de los datos se cumpla.

Códec	Definición	Velocidad de Transmisión
MPEG-2	SDTV	3 Mbps
MPEG-4 o H.264	SDTV	1.6 Mbps
MPEG-2	HDTV	12 Mbps
MPEG-4 o H.264	HDTV	6 Mbps

Tabla 2: Velocidad de Transmisión requerida por los principales códec para TV
Fuente: (Romero, 2009)

El ancho de banda se obtendrá tomando en cuenta los *códec* empleados en la codificación y el *overhead* producido en el proceso de transmisión por lo que a continuación se detallan los anchos de banda necesarios para la transmisión de videos

con los códec más utilizados considerando dos tipos de calidad de imagen, definición estándar y alta definición.

Códec	SDTV	HDTV
MPEG-2	2 – 4 Mbps	16 – 19 Mbps
MPEG-4 o H.264	1.5 – 2 Mbps	6 – 8 Mbps

Tabla 3: Ancho de Banda requerido por los principales códec para TV
Fuente: (Romero, 2009)

El ancho de banda requerido para el sistema IPTV puede variar dependiendo de las necesidades del medio, puesto que los códec utilizados pueden trabajar también en un amplio rango.

En IPTV el ancho de banda necesario debe ser fijo y constante puesto que se trata de servicios en tiempo real y con alto requerimiento en ancho de banda.

Para poder ofrecer una calidad de video similar a la ofrecida por la televisión estándar, el códec más indicado es el MPEG-4 debido a su bajo requerimiento de velocidad de transmisión y ancho de banda, además permite su transmisión en tiempo real que es el requerimiento básico para IPTV, en otras palabras se recomienda para ofrecer una calidad estándar, el video deberá tener una resolución de 640x480 pixeles a una velocidad de refrescamiento de 30 cuadros por segundo.

IV.2.3.3 Implementación de prueba

A continuación se realizará la implementación de las alternativas de libre uso que se analizaron dentro del diseño. Esta prueba permitirá identificar las ventajas y desventajas que poseen estas alternativas. También se analizarán los procesos de instalación, puesta en marcha y funcionamiento de cada alternativa al instalar y probar un servidor de *streaming* y reproductores de contenido para realizar la transmisión de contenidos de un extremo a otro.

IV.2.3.3.1 Recursos necesarios

Para poder implementar este sistema con el mínimo de equipos se procederá a utilizar dos computadores con los recursos de memoria y disco, así como con recursos de visualización de contenidos multimedia que permitan realizar la transmisión de contenidos desde un computador al otro y realizar mínimas pruebas de funcionamiento.

Se utilizarán dos computadores: un computador portátil y un computador de escritorio los cuales poseen las siguientes características:

Especificaciones	Computador Desktop	Computador Portátil
Procesador	Intel Inside Core i5	Intel Inside Core i5
Memoria RAM	6 GB	4 GB
Disco Duro	750 GB	750 GB
Sistema Operativo	Windows 7	Windows 7
Tipo de sistema	64 Bits	64 Bits

Tabla 4: Especificación de los computadores utilizados para la realización de las pruebas
Fuente: (Propia)

IV.2.3.3.2 Topología de conexión

La conexión del servidor y cliente para la elaboración de las pruebas de instalaciones, transmisiones y recepciones realizadas fue la siguiente:

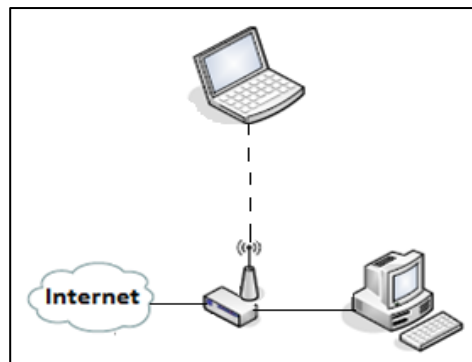


Figura 39: Topología de Conexión Utilizada
Fuente: (Propia)

IV.2.3.3.3 Descripción Implementación

Dentro de la presente implementación se utilizaron dos alternativas de servidor y reproductor con el objetivo de comparar sus procesos de instalación, configuración, funcionamiento y desempeño.

Se utilizó el computador Desktop como servidor de *streaming* y el computador portátil como cliente. Se realizaron las pruebas con los servidores de *streaming* VLC y *Wirecast* y como reproductor VLC y *OpenCaster*.

Para la instalación del cliente y el servidor es necesario contar con computadores con Windows 7 instalado y poseer permisos de administración para poder realizar las configuraciones pertinentes para el funcionamiento del sistema.

IV.2.3.3.3.1 Video Lan Client (VLC)

Procedimiento que se empleó para su instalación y posterior configuración con las que se realizaron las pruebas como servidor de *streaming* y como reproductor multimedia.

IV.2.3.3.3.1.1 Instalación VLC

Se descarga el software desde la página de VideoLan Project “www.videolan.org” donde se encuentra disponible VLC media player tanto para Windows como para otros sistemas operativos.

El archivo descargado es del tipo .exe. Al ejecutarlo se despliega un cuadro que permite elegir el lenguaje de instalación, se selecciona español.

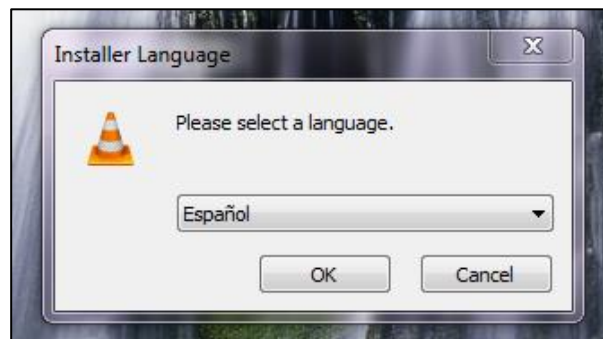


Figura 40: Selección de Idioma en la Instalación de VLC
Fuente: (Propia)

Luego se despliegan los siguientes cuadros donde se debe seguir la instalación y seleccionar el directorio donde se guardarán los archivos. El asistente de instalación es intuitivo y sólo es necesario seguir las instrucciones. Se despliega el acceso directo al programa que permite ejecutar el programa de forma directa.

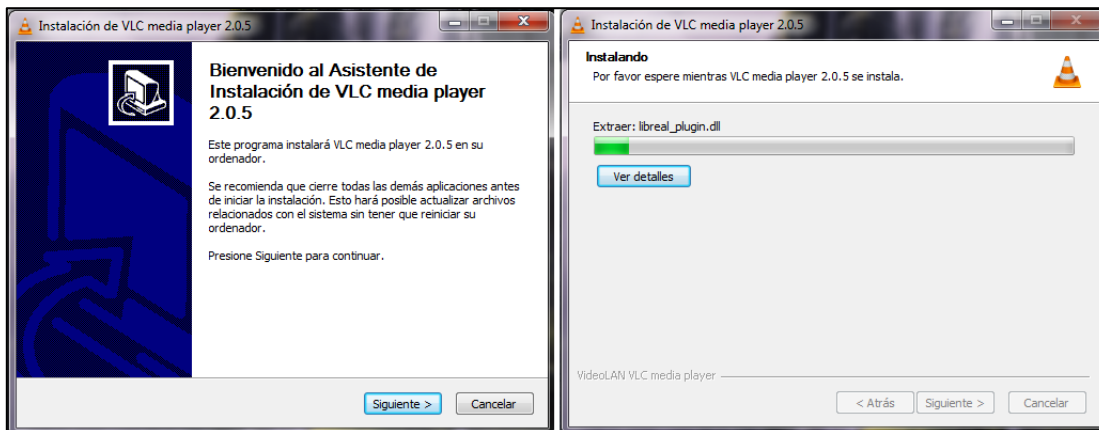


Figura 41: Instalación de VLC
Fuente: (Propia)

Al completarse la instalación el programa se ejecuta de inmediato con el siguiente cuadro para reproducir contenidos.

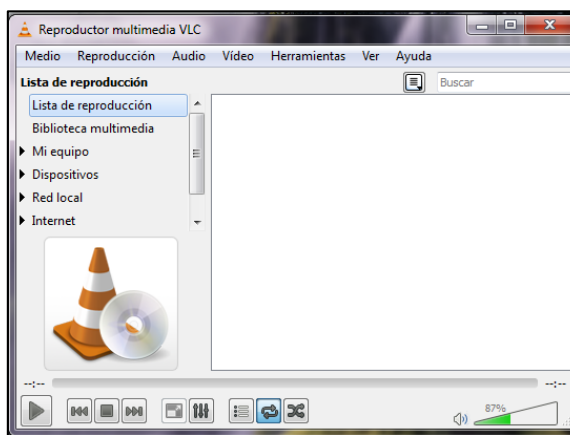


Figura 42: Reproductor Multimedia VLC
Fuente: (Propia)

Para poder realizar la transmisión de contenidos, es suficiente instalar VLC en cada uno de los computadores, dado que VLC funciona como servidor y como cliente.

IV.2.3.3.3.1.2 Configuración VLC como servidor streaming

Para realizar la transmisión de contenidos se utiliza el VLC como servidor streaming, una vez abierto el programa se selecciona “medio” y posteriormente “emitir”. Se conseguirán cuatro pestañas en la parte superior llamadas archivo, disco, red y dispositivo de captura, las cuales son las opciones que permiten cargar diversos tipos de archivos dependiendo de dónde se encuentren guardados. “Archivo”, el cual permite cargar algún archivo de video guardado en el computador, “disco”, que permite visualizar algún archivo grabado en un cd que se encuentre en la unidad de cd,” red”, en donde se pueden cargar videos pertenecientes a alguna página web y el “dispositivo de captura”, en donde se tienen tres opciones de modo de captura, una denominada “DirectShow” que permite ver la webcam, “TV” que es una conexión a la televisión digital y “escritorio” donde se puede visualizar lo que se tenga presente en la pantalla.

Para esta prueba se realizará la transmisión de un archivo guardado en el directorio de video, el cual después de ser añadido se da clic en “emitir”, luego se presiona “siguiente” ya que en la parte de fuente aparece el archivo seleccionado. Seguidamente se selecciona el destino siguiendo los métodos de emisión que se necesiten, estos pueden ser: HTTP, MS-WMSP (MMSH), RSTP, RTP/MPEG *Transport Stream*, RTP Audio/Video Profile, UDP e IceCast. Una vez elegido el método de emisión se le da “añadir” y seguidamente se agrega el puerto por el que este módulo enviará la emisión transcodificada. Si se desea visualizar en la máquina lo que se está transmitiendo se selecciona la opción “mostrar en local”. Entre las opciones de transcodificación se puede elegir el formato de audio y video en los que se puede transmitir, entre los que destacan algunos perfiles predefinidos como lo son: H.264 + AAC, Theora + Vorbis, MPEG-2 + MPGA, WMV + WMA, DIV3 + MP3, entre otros. Sin embargo no sólo se pueden contar con estas opciones predefinidas, sino también se puede crear, editando y guardando, un perfil propio llenando un formulario en el que se puede elegir distintos parámetros. Estos parámetros son: encapsulamiento, códec de video, códec de audio y subtítulos.

Después de realizar diversas pruebas en donde se hicieron variaciones de los parámetros permitidos en VLC, se eligió, para una mayor calidad de video los siguientes valores: para realizar la transmisión se utilizó como método de emisión HTTP a través del puerto 8080, así como uno de los perfiles de transcodificación predefinidos (MPEG-2 + MPGA), al cual se le realizaron modificaciones en algunos de los parámetros, estas son: ya que dependiendo de la fuente de video que se tenga se debe escoger en video una Altura entre 300 y 360, se eligió un valor de 300 y Anchura de 480, para realizar una emisión en Internet, más aún en una transmisión en vivo, es recomendable utilizar una tasa de fotograma de 15 fps (se puede llegar hasta 25 o 30 fps), la velocidad media en este caso tasa de bits debe ser acorde a la velocidad de subida que se tiene, esto se refleja en calidad de video, se escogió 70

Kbp/s. En cuanto al códec de audio se utilizó una tasa de bits de 20 kbps y una tasa de muestreo de 22.050.

No se debe olvidar deshabilitar la opción de transcodificar para que se pueda realizar la transmisión de contenido.

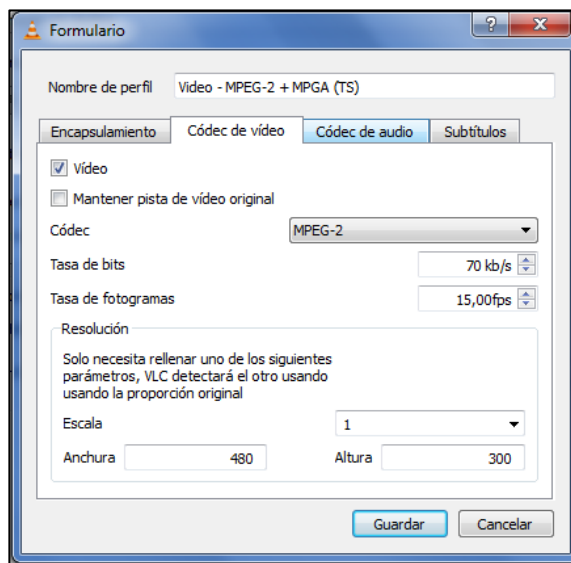


Figura 43: Configuración del Códec de Video de VLC
Fuente: (Propia)

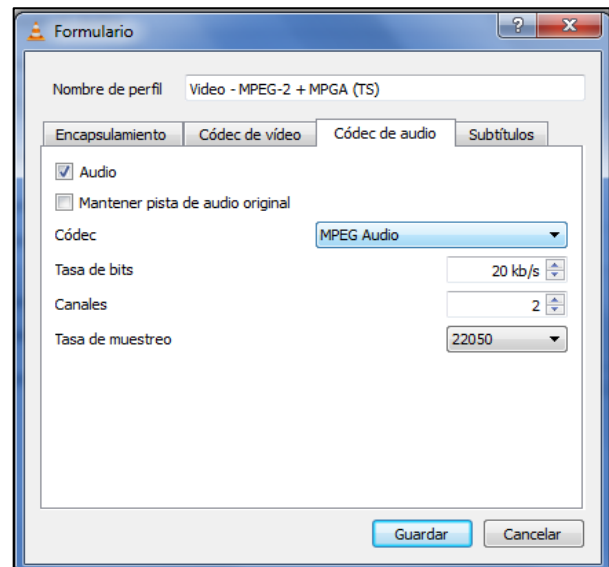


Figura 44: Configuración del Códec de Audio de VLC
Fuente: (Propia)

IV.2.3.3.1.3 Configuración VLC como cliente

Para realizar la recepción de contenido se puede utilizar VLC como cliente, una vez abierto el programa se selecciona “medio” y posteriormente “abrir volcado de red” y se debe introducir una URL dependiendo del protocolo de red elegida en la parte de emisión en el servidor de streaming. En este caso como se seleccionó HTTP, la URL a introducir será “http://192.168.2.12:8080” que corresponde a la dirección del equipo que funciona como servidor y al puerto de transmisión de contenido.

IV.2.3.3.1.4 Prueba Transmisión/Recepción VLC

Una vez realizada la transmisión del video siguiendo la configuración antes mencionada, se pudo verificar que la recepción del contenido se realizó de manera satisfactoria ya que la reproducción se realiza sin problemas debido a que la calidad de audio y video recibida es similar a la calidad de audio y video transmitida y el audio y la imagen recibida están sincronizados. El contenido recibido tiene un mínimo retraso de aproximadamente dos segundos con respecto al contenido transmitido debido a que las señales digitales requieren mayor procesamiento. El reproductor también influye en este retraso ya que primero debe hacer una precarga de la transmisión y dependerá de la conexión del usuario el tiempo en que se haga ésta recarga. Este retardo no se puede eliminar ya que otro factor que influye es el proceso donde la señal viaja del computador al servidor designado y de ahí a los usuarios.

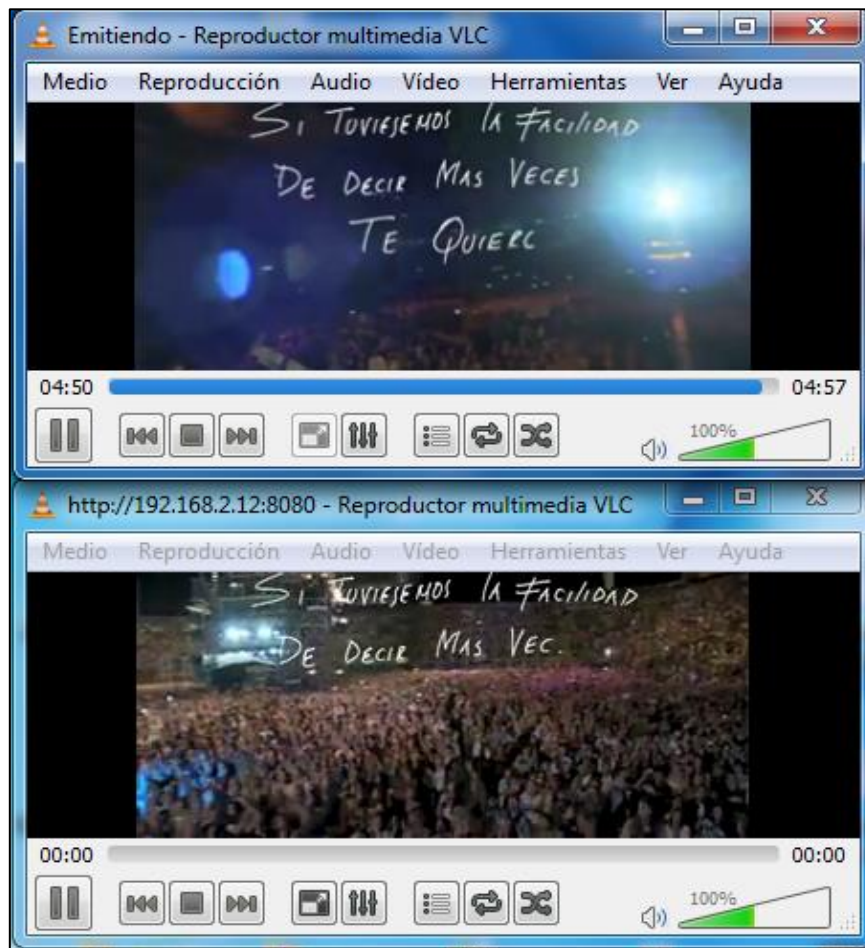


Figura 45: Sincronización del archivo recibido con VLC con respecto al transmitido con VLC
Fuente: (Propia)

En un principio se presentaron inconvenientes para la transmisión, ya que no había comunicación entre el servidor y el cliente, por lo que se pudo constatar que para poder realizar la transmisión y recepción de contenido, ambos equipos deben pertenecer a la misma red.

Al realizar pruebas, se puede utilizar un mismo equipo, debido a que se puede recibir video y audio en el mismo computador que esté volcando contenido a la red, es decir, se puede hacer la función de servidor y cliente al mismo tiempo.

Es importante comprobar con transcodificación que el formato es compatible con el método de emisión utilizado.

A la hora de utilizar VLC como servidor streaming, es posible utilizar como reproductor de contenido otros programas como por ejemplo el reproductor de Windows Media.

Para recibir el contenido desde Windows Media es necesario realizar cambios en la configuración de VLC como servidor streaming. Los principales cambios a realizar son: Habilitar la opción de transcodificar y para realizar la transmisión utilizar como método de emisión MS-WMSP (MMSH) para poder agregar la dirección IP del servidor junto al puerto a utilizar y de esta manera realizar una emisión transcodificada a una red a través del protocolo MMS.

Para recibir el contenido volcado a la red se ejecuta como cliente el reproductor mencionado y se abre un archivo URL con la dirección “http://192.168.2.12:8080” que corresponde a la dirección del equipo servidor y al puerto por donde se transmite el contenido.



Figura 46: Configuración ruta de acceso de archivo transmitido con VLC
Fuente: (Propia)

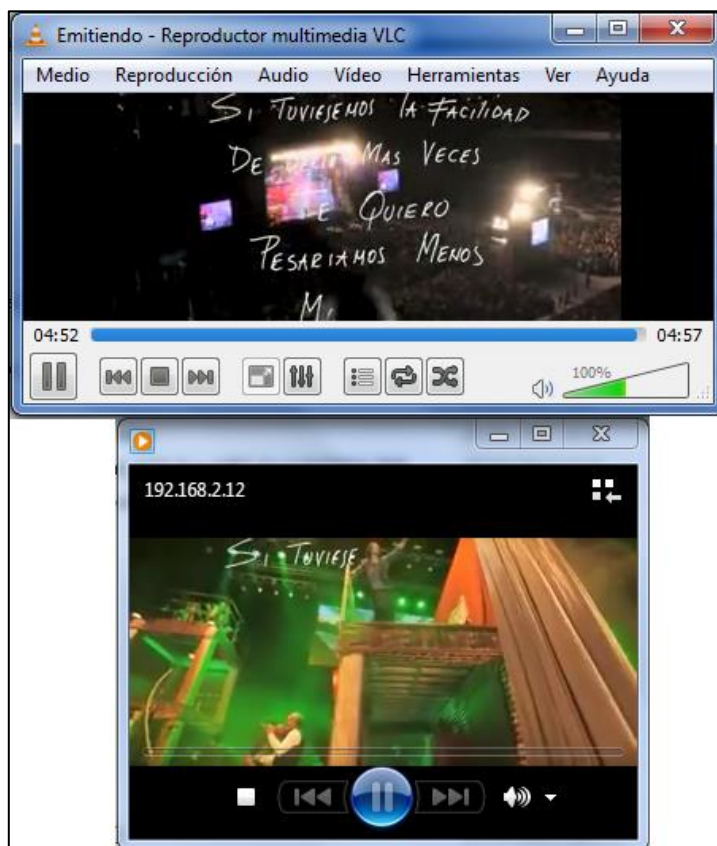


Figura 47: Sincronización de archivo recibido con el Reproductor de Windows Media con respecto al transmitido con VLC
Fuente: (Propia)

Se pudo observar que la reproducción se realiza sin inconvenientes en lo que a calidad de imagen, audio y sincronización de contenido recibido se refieren, al igual que en el caso cuando el reproductor es VLC, pero difieren en cuanto al retardo, debido a que en este caso es mayor.

IV.2.3.3.2 WireCast y OpenCaster

Procedimiento que se empleó para su instalación y posterior configuración con la que se realizaron las pruebas como servidor de *streaming* y como reproductor multimedia.

IV.2.3.3.2.1 Instalación WireCast

Se descarga el software desde la página “<http://www.telestream.net>” donde es necesario registrarse y crear una cuenta. Seguidamente se encuentra disponible Wirecast en su última versión tanto para Windows como para el sistema operativo Mac.

El archivo descargado es del tipo .exe. Al ejecutarlo se despliegan los siguientes cuadros donde se debe seguir la instalación y seleccionar el directorio donde se guardarán los archivos. El asistente de instalación es intuitivo y sólo es necesario seguir las instrucciones.

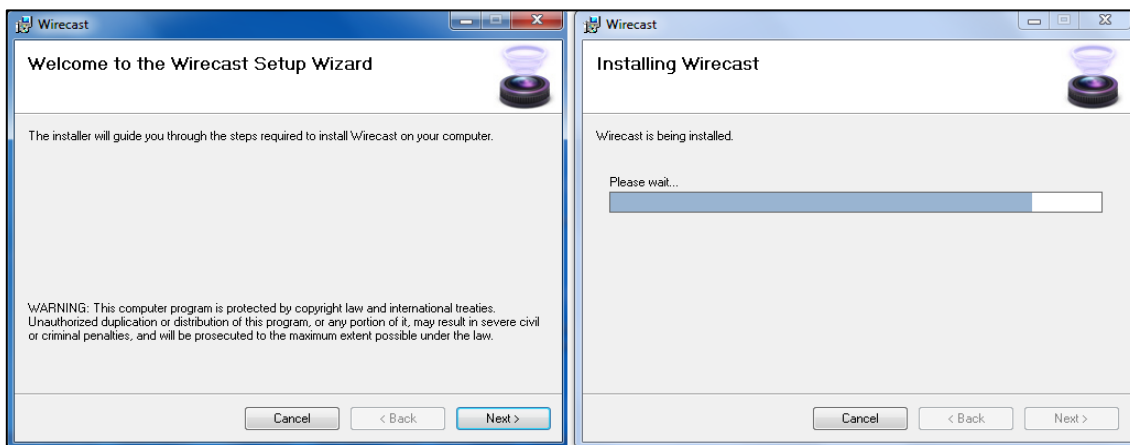


Figura 48: Instalación Wirecast
Fuente: (Propia)

Al iniciar el programa se encontrará un cuadro en el centro, el cual es el área en donde se representa lo que se está transmitiendo en vivo. Debajo de ésta habrá una barra de herramientas en donde se puede elegir “corte”, “suavizado” o “cuerda de arco” que representan el tipo de transición.

Para ver las cámaras que se tienen conectadas para grabar en tiempo real, se selecciona “Ventana” en el menú, y luego “Vista previa de la cámara”, dónde

aparecerá una nueva ventana en la cual se podrán agregar todas las cámaras que estén conectadas al computador.

En la parte inferior izquierda del programa WireCast, se encuentran tres iconos, uno que permite agregar las cámaras para la transmisión en tiempo real, otro que permite agregar un plano de video, de imagen o de música y un tercer icono que permite abrir el desktop presente de forma local y lo agrega al documento.

Luego de agregar los planos deseados, pueden modificarse con los iconos presentes en el lado inferior derecho del WireCast, el primero permite modificar las fuentes del plano basadas en plantillas, el segundo permite modificar las fuentes de audio del plano y el tercero permite aplicar una plantilla al plano seleccionado.

Para importar contenido multimedia, se debe hacer clic en la pestaña “Archivo” y seleccionar “Importar contenido multimedia”, seguido de esto buscar la ubicación y seleccionar el archivo deseado. En la pestaña “Disposición” se activarán las distintas capas que se quieren ver, entre las que se encuentra “Vista Previa”, al ser seleccionada se observa que se abren dos ventanas, una que muestra lo previo y la otra lo que sale al aire.

Al hacerse doble clic sobre uno de los planos creados, se abrirá una nueva ventana, la cual contiene funciones para editar y agregar fuentes, atributos como cambiar contenido multimedia, configurar efectos visuales, recorte, títulos, croma, creación de entrada y salida y ajustes del contenido multimedia.

Es importante acotar que debe desactivarse “AutoLive”, para poder realizar las modificaciones previas sin que salgan al aire, es decir, esta función permite controlar lo que se quiere emitir.

Luego de tener listo el contenido definitivo que se quiere transmitir, hay que seleccionar el botón “Ir”

IV.2.3.3.2.2 Registro OpenCaster

Para tener acceso a las funciones de OpenCaster, se debe ir a la página “http://www.opencaster.com” donde es necesario registrarse y crear una cuenta.

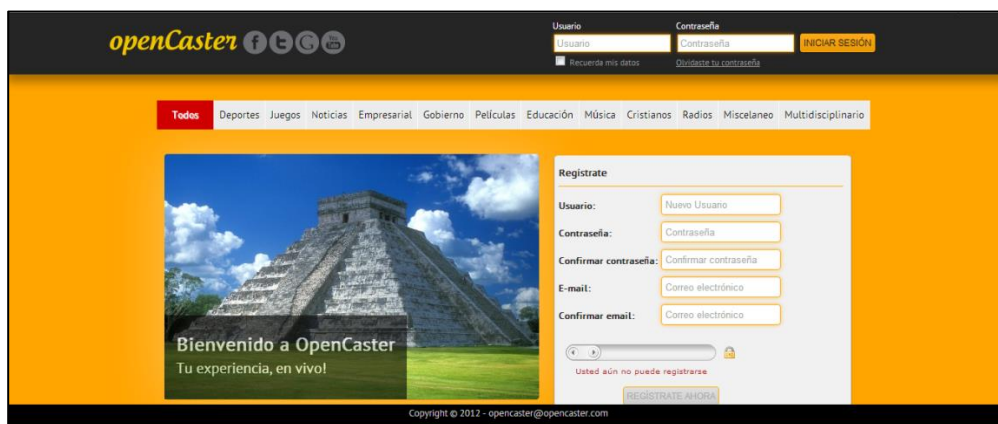


Figura 49: Interfaz Página Principal OpenCaster
Fuente: (Propia)

Al iniciar sesión, se redirige al panel de control de OpenCaster. En la version libre de OpenCaster puede observarse que existen soportes de stream para Blackberry, Android, y Iphone. También hay un icono que indica las conexiones actuales y otro que indica la versión que se tiene activada. En este caso se tiene activada la version Community que es de acceso libre.

También se pueden explorar los diferentes menus dentro del panel de control, como las cuentas que existen en OpenCaster, eventos, OpenCasterPro y sus características. Se encuentra la opción “Mi perfil” en donde se pueden cambiar y agregar ciertas características como nombre y apellido, empresa, país, entre otras. En “Configuración” se encuentra el panel de control donde se pueden colocar los datos del canal como el nombre, la categoría, descripción y también se puede controlar lo relacionado a redes sociales. “Personalización” en la cual se encuentra el reproductor “Video Player” que permite cambiar de Skin o tema y “Canal Web” que permite modificar aspectos básicos como la imagen del perfil, de la cabecera o del background del canal.

Otra pestaña es la de “códigos embeds” para poder embeber el video en una página determinada y “códigos QR” por si se quiere colocar el código en alguna página para que los usuarios puedan ingresar directamente en el canal.

IV.2.3.3.2.3 Configuración Wirecast y OpenCaster

Se debe configurar Wirecast para emitir en el canal de OpenCaster, lo primero que debe hacerse es dirigirse a la opción “emisión”, luego ir a “ajustes de emisión”. Como se puede observar ya existe una dirección predeterminada, la cual puede modificarse o crear una nueva. Es recomendable modificarla en vez de crear una nueva.

Para modificar dicha dirección es necesario dirigirse al panel de control del programa OpenCaster, y hacer clic en el icono “Transmitir en vivo”, en donde se encuentran los datos para la transmisión en vivo como el “Servidor Streaming (FMS URL)” y el “nombre del canal para único stream (STREAM)”.

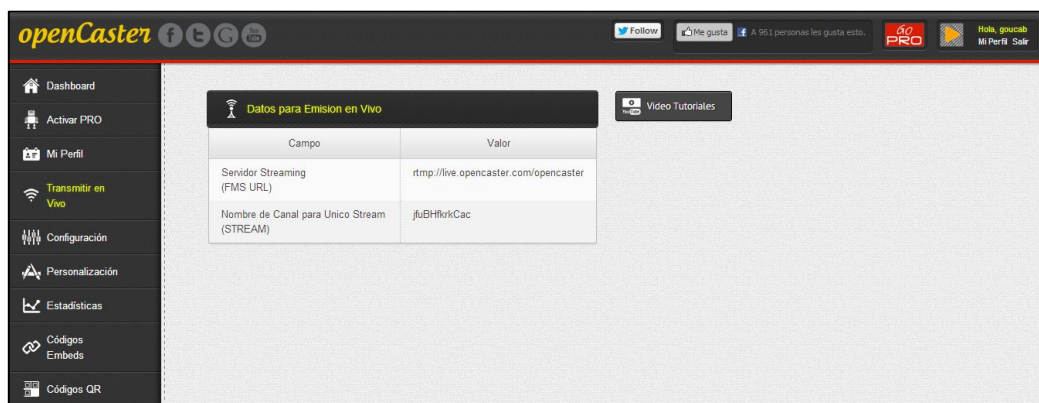


Figura 50: Datos para la transmisión en vivo con OpenCaster
Fuente: (Propia)

Estos datos deben colocarse en los campos “Dirección” y “Secuencia” del programa WireCast como se ve en la siguiente figura:

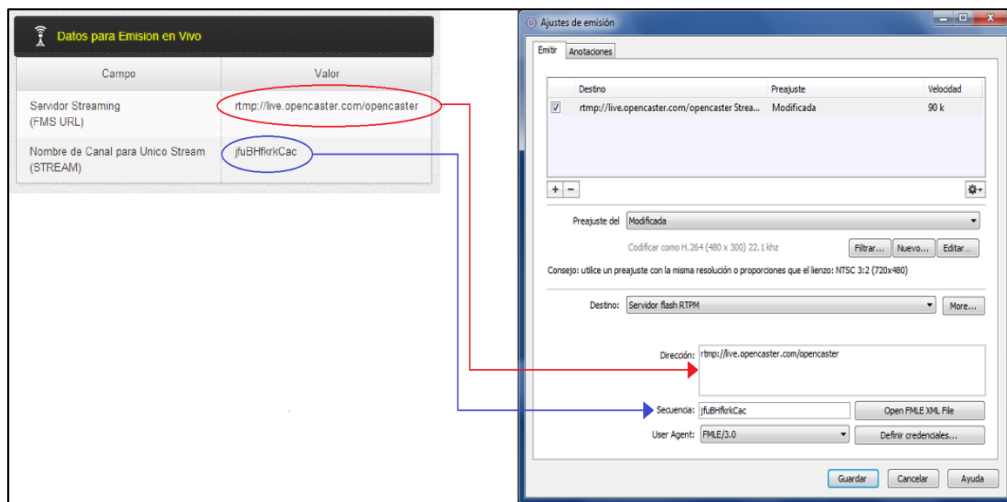


Figura 51: Configuración WireCast con los datos para la transmisión en vivo de OpenCast
Fuente: (Propia)

Es importante no estar divulgando el nombre del canal, ya que es un canal propio y es con el que se va a realizar la emisión. En este caso se simulará que se está haciendo uso de FMLE/3.0.

Por defecto se tienen diversas configuraciones de códec de audio, video y velocidad, pero es recomendable crear una nueva con la que se trabajará en las transmisiones, en donde el formato de salida sea de tipo Flash, ya que se hará uso de servidores streaming basado en flash. El códec de video debería ser H.264 para una mejor calidad y performance de video, dependiendo de la fuente de video que se tenga se debe escoger una Altura entre 300 y 360, en este caso se eligió un valor de 300 y anchura de 480, para realizar una emisión en Internet sobre todo en una transmisión en vivo es recomendable utilizar 15 fotogramas por segundo, aunque se puede llegar hasta 25 o 30 fps sin problemas, la velocidad media en este caso velocidad de bits debe ser acorde a la velocidad de subida que se tiene, esto se refleja en calidad de video, se escogió 70 Kbits/s. Si se desea que el sistema o la emisión que se haga pueda ser vista desde dispositivos IOS, Android o diferentes plataformas se recomienda que en perfil se utilice “Línea de Base” y 60 fotogramas en clave. En

cuanto al códec de audio se puede utilizar Mono o Stereo, pero en este caso se utilizará Mono, ya que requiere menos ancho de banda, una velocidad de bits de 20 kbps y una frecuencia de la muestra de 22.050. No se debe olvidar “Guardar” la configuración modificada, ya que se recomienda utilizarla para todas las emisiones de contenido.

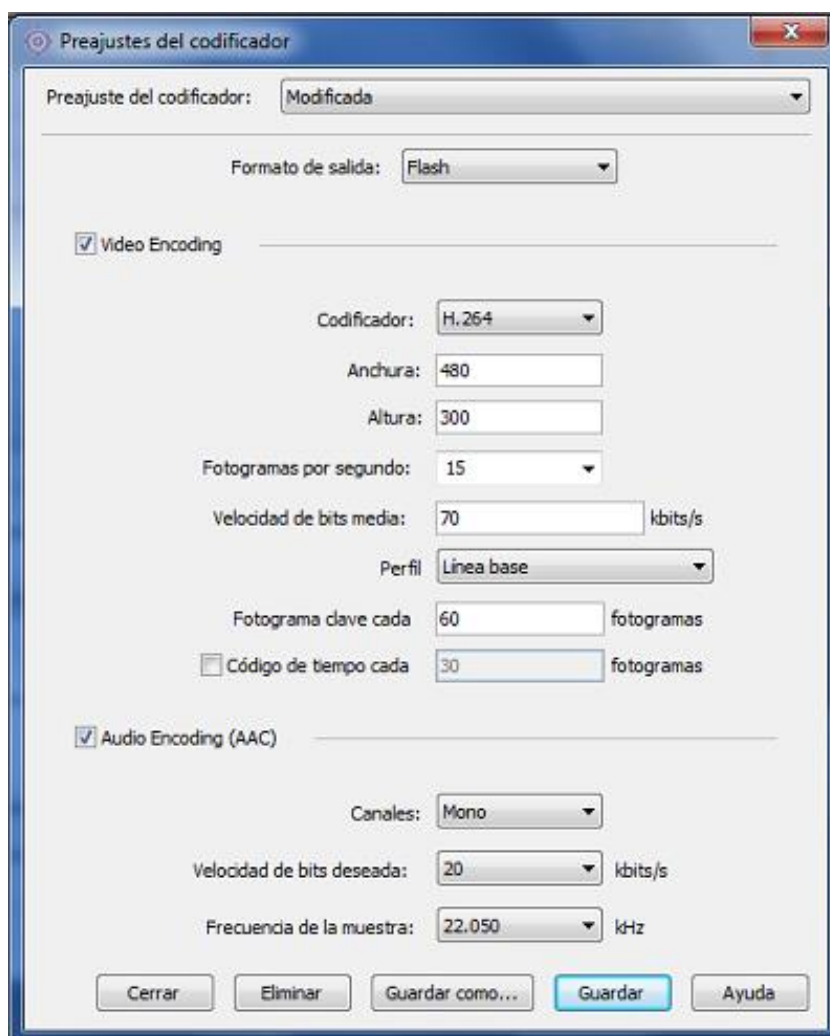


Figura 52: Preajustes del Codificador WireCast
Fuente:(Propia)

IV.2.3.3.2.4 Prueba Transmisión con Wirecast / Recepción con OpenCaster

Para realizar la prueba se va a transmitir un video que se tiene pregrabado en el computador y agregado al Wirecast. Esta transmisión se puede realizar de dos formas: la primera es haciendo clic en el ícono “emitir” pero se debe tener en cuenta que al realizar esto si se tuviese más de un canal o varios servicios de streaming configurados, entonces al hacer clic en dicho ícono el programa wirecast emitiría todos los programas o canales que se tienen preconfigurados y que en algunos casos podría no resultar favorecedor.

La segunda opción es emitir sólo el canal que se desea, esto se realizaría dirigiéndose al panel de Wirecast, hacer clic en “emisión” luego en “Iniciar/detener emisión” y seleccionar el canal que fue configurado. El ícono “emitir” ubicado en la parte superior izquierda del Wirecast cambia y empieza una luz intermitente, eso indica que se está emitiendo.

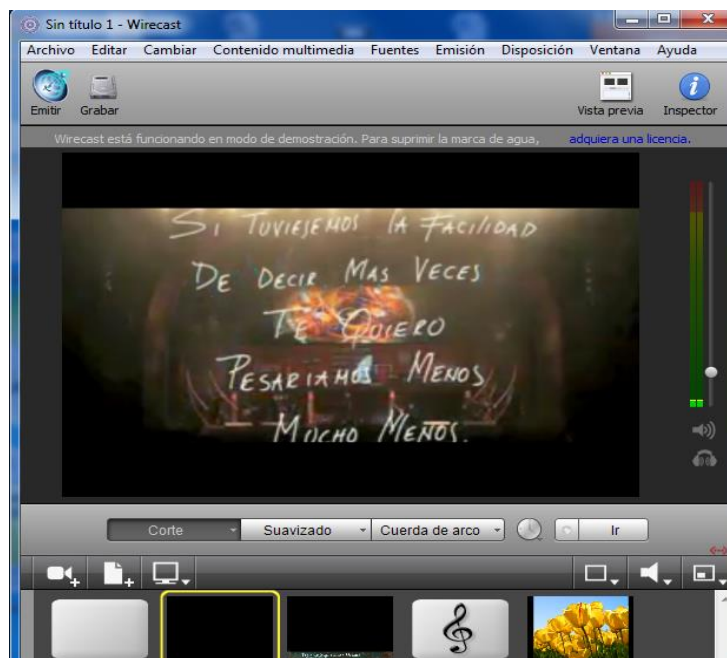


Figura 53: Archivo emitido con Wirecast
Fuente: (Propia)

Ahora, para comprobar que realmente se está emitiendo, se debe dirigir hacia el programa OpenCaster, al menú “Dashboard” dentro del panel de control y allí se debería estar viendo el video que se está transmitiendo. Otra manera de comprobar la emisión es hacer clic en “Tu canal”, el cual se creó automáticamente al registrarse en OpenCaster.

Nos dirigimos desde otro computador a la página de OpenCaster, se hizo clic en “Todos” y se buscó el canal “goucab” y se pudo observar el contenido transmitido.



Figura 54: Archivo recibido en el canal de Opencaster
Fuente: (Propia)

Luego de realizar la emisión del contenido, se pudo verificar que la recepción del video se realizó satisfactoriamente, ya que se reproduce sin problemas debido a que la calidad de audio y video recibida es similar a la calidad de audio y video transmitida y el audio y la imagen recibida están sincronizados. El contenido recibido tiene un mínimo retraso con respecto al contenido transmitido. Esto va a depender mucho de la conexión a Internet y la velocidad de transmisión con la que se cuente desde donde se transmite el contenido. Este retardo no se puede eliminar ya que otro factor que influye es el proceso donde la señal viaja del computador al servidor designado y de ahí a los usuarios.

IV.2.3.4 Diseño Propuesto

Dentro de cada etapa que forma parte de una plataforma de IPTV se han considerado múltiples componentes y alternativas. Dada la información recopilada es necesario elegir una o más propuestas que cumplan con los requerimientos y con ellos llegar a una propuesta definitiva.

En la etapa de recepción o adquisición de contenidos se utilizarán tanto una cámara de video como una televisión analógica que permita recibir las señales de televisión abierta que pueden ser captadas desde cualquier televisor. Adicionalmente se debe agregar una antena satelital que permita obtener señales libres desde algún satélite.

En cuanto a las soluciones de *streaming*, las analizadas con anterioridad son capaces de entregar audio y video a los usuarios. Debido al gran avance que existe en el área tecnológica estos diferentes formatos se encuentran en constante avance y mejoramiento para realizar la transmisión de audio y video cada vez con una menor cantidad de bits. Se eligieron dos opciones de *streaming* de código abierto y de libre uso que se encuentran disponibles en internet. La opción Wirecast en conjunto con OpenCaster o Ustream y la opción VideoLan Client.

En la etapa de distribución se establece la necesidad de tener *routers* y *switches* para formar una red IP escalable y que permita utilizar herramientas de enrutamiento tanto básico como avanzadas.

En cuanto a la escalabilidad de la plataforma y el número de clientes que esta pueda soportar no se realizaron pruebas, pero dado que el diseño se basó en la utilización de los *software* VLC y WireCast, se tendrá que la escalabilidad de la plataforma y a cuantos usuarios ésta pueda dar servicios, dependerá de cuantos

usuarios puedan soportar los *software* indicados, así como del ancho de banda disponible

En la etapa de última milla, los usuarios para poder tener acceso al contenido transmitido deben tener computadores con capacidad de visualizar contenidos multimedia, es decir con altas capacidades de procesamiento y almacenamiento.

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA

ANDRÉS BELLO

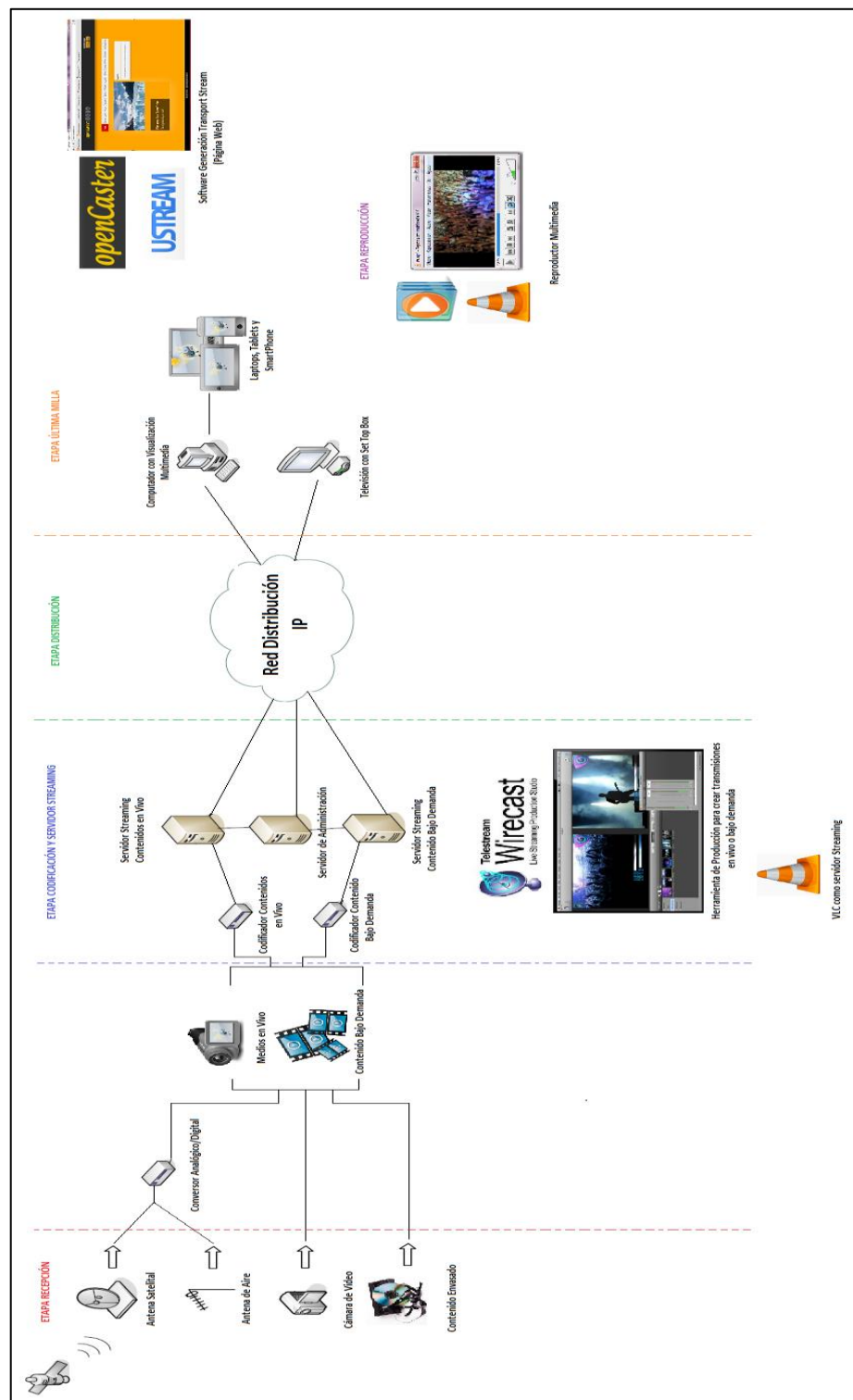


Figura 55: Estructura de un Sistema IPTV
Fuente: (Propia)

Para la realización de este diseño, y basándonos en las pruebas realizadas anteriormente de acuerdo a las opciones planteadas, se propone la utilización de WireCast en la etapa de codificación y servidor de streaming junto a OpenCaster en la etapa de reproducción. Esto se debe a que si bien es cierto que en los puntos IV.2.3.2.3.1 y IV.2.3.2.3.2 las pruebas de transmisión y recepción fueron realizadas de manera satisfactoria, ya que la calidad de imagen y audio recibida es similar a la transmitida, y que de igual forma en ambos casos la imagen esta sincronizada con el audio, en el primer caso de estudio el desfase entre la emisión y la recepción es menor.

La descarga e instalación de VLC se hace de manera intuitiva, es decir, solo deben seguirse las instrucciones, sin embargo, esto puede ocasionar inconvenientes en los usuarios ya que puede que su instalación no se realice de manera satisfactoria. Esto conlleva a que otro factor relevante a la hora de elegir OpenCaster en la etapa de reproducción, es que este no debe ser descargado e instalado en el computador, como es el caso de la opción de VLC, puesto que es una página web y solo requiere de acceso a Internet.

Las pruebas realizadas demostraron que al utilizar VLC, para obtener resultados satisfactorios, los equipos de la etapa de codificación y servidor de streaming y los de la etapa de reproducción deben pertenecer a la misma red, esto debido a que para obtener el contenido volcado a la red, se requiere de una dirección URL y el puerto por el que se realiza la emisión. Por su lado, Opencaster representa una ventaja ya que se puede acceder al contenido desde cualquier parte o dispositivo que posea una conexión a Internet.

IV.3 Estimación de Costos

Para poder elegir la mejor alternativa de equipos, software todos los elementos pertinentes para el correcto funcionamiento de la plataforma de IPTV es necesario analizar e identificar los costos asociados a cada alternativa disponible.

Este análisis es necesario para poder seleccionar la mejor alternativa tanto desde el punto de vista técnico como económico. Para esto se analizarán los costos de equipamiento, instalación y mantención a los cuales se incurrirá en la implementación del sistema.

A continuación se detallarán los costos en equipamiento para cada etapa de los tres sistemas estudiados. Los cálculos se encuentran en dólares y se realizaron con los valores del mercado del mes de Febrero de 2012.

IV.3.1 Sistema de Televisión Analógico

Equipo	Modelo y Marca	Precio (\$)
Etapa de Recepción		
Splitter	QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters	430
Receptor de Satélite	Cisco D9865D Satellite Receiver Rear Panel	550
Etapa de Codificación		
MVP	MVP II. General Instrument	99,99
Etapa de Modulación		
Modulador	Pico Macom PFAM550	520
Total Equipos		1599,99

Figura 56: Costos Sistema de Televisión Analógico
Fuente: (Propia)

Nota: Debido a que es una tecnología obsoleta, se presentan dificultades a la hora de adquirir los equipos, ya que estos son usados o escasos, por lo que faltan equipos en el presupuesto de televisión analógica.

IV.3.2 Sistema de Televisión Digital

Equipo	Modelo y Marca	Precio (\$)
Etapa de Recepción		
Splitter	QUINTECH LS04 2150A L-band	430
Receptor digital	Receptor TDT Coche HD	100
Etapa de Codificación		
Encoder	Encoder Digicast DMB-8820	3888
Etapa de Combinación		
Multiplexor	Harmonic ProStream 1000	537
Etapa de Modulación		
Modulador IP-QAM	Modulador IP QAM NVQM-I	6499
Etapa de Transmisión		
Transmisor Óptico	Transmisor Óptico CATV 1310 nm	1050
Total Equipos		12504

Figura 57: Costos Sistema de Televisión Digital

Fuente: (Propia)

IV.3.2 Sistema IPTV

Dentro de cada etapa que forma parte de una plataforma IPTV se han considerado diversos componentes y alternativas. Dada la información recopilada es necesario elegir una o más alternativas que cumplan con los requerimientos y con ello llegar a una propuesta definitiva.

Para la etapa de recepción o adquisición de contenidos se utilizarán tanto una cámara de video como un televisor analógico que permita recibir señales de televisión abierta que pueden ser captadas desde cualquier televisor.

Se tienen las siguientes alternativas para obtener los contenidos y para convertir la señal analógica a digital para poder ingresarla a la red.

Equipo	Descripción	Precio (\$)
Etapas de Recepción		
Contenidos en Vivo		
Cámara de Video	Digital Sony	700
Contenido envasado		
Reproductor CD, DVD y VCD	Multiformato Samsung	69,95
Contenido Televisión Abierta		
Televisor Analógico	Samsung 32'	230
Convertidor Analógico/Digital		
Convertidor	Canopus ADVC-300	349
Total Etapa 1		1348,95

Figura 58: Costos Etapa de Recepción Sistema IPTV Fuente: (Propia)

A continuación se detallan las alternativas que se tienen para el servidor streaming, el reproductor y el codificador.

Equipo	Descripción	Precio (\$)
Etapas Codificador, Servidor Streaming y Reproductor		
VideoLan		
VideoLan Client		Gratis
VideoLan Server		Gratis
Microsoft		
Reproductor Media Player		Gratis
Servidores		
Servidor Hp	Proliant ML110 G7 Xeon E31220 Disco 500g 2gb Ram	1750
WireCast		
WireCast	Versión Libre	Gratis
WireCast	Versión Estándar	495
OpenCaster		
Reproductor	Versión Libre	Gratis
Reproductor	Versión PRO	380
Total Etapa 2		2130

Figura 59: Costos Etapa Codificación, Servidor Streaming y Reproductor
Fuente: (Propia)

Y por último para la etapa más cercana al usuario se tienen los siguientes equipos

Equipo		Precio (\$)
Etapa de Acceso o Última Milla		
Televisor Analógico con SetTopBox		
Televisor Analógico	Samsung 32'	230
Set Top Box	Amino AmiNET 125	53,99
Total Etapa 3		283,99

Figura 60: Costos Etapa Acceso o Última Milla
Fuente: (Propia)

Por lo tanto los costos de equipos y software para cada una de las etapas de un sistema IPTV se resumen en la tabla siguiente:

Equipo	Precio (\$)
Total Equipos y Software	
Recepción	1348,95
Etapa Codificador, Servidor Streaming y Reproductor	2130
Última Milla	283,99
Total Equipos y Software	3762,94

Figura 61: Total Costos Sistema IPTV
Fuente: (Propia)

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se entregan las conclusiones y recomendaciones finales del presente trabajo especial de grado. Éstas, que aquí se plantean se basan en el cumplimiento de los objetivos trazados, los resultados obtenidos del estudio realizado, la validación práctica, es decir las pruebas realizadas y las proyecciones futuras del trabajo.

Los servicios que ofrece un sistema IPTV, por la propia naturaleza de su plataforma y estrecha relación a Internet para la transmisión de la información, están muy por encima, en lo que a prestaciones de servicio se refiere, del resto de las ofertas que ofrece la televisión convencional. Debido al gran volumen de información que se necesita transmitir para ofrecer todos sus contenidos, se requiere de conexiones a internet de gran capacidad, que a pesar de ser un punto débil, no cabe duda que la tendencia actual, de convergencia de contenidos y a tecnología IP, el sistema IPTV será la nueva forma de concebir la televisión la cual tendrá cada vez más presencia e importancia en el futuro. Por ello se recomienda la implementación, en el campus del cual fue objeto de estudio este trabajo especial de grado, de laboratorios donde se lleven a cabo diferentes experiencias con distintos *software* y *hardware* que se encuentren disponibles para realizar *streaming* de video y audio con el objetivo de ampliar las áreas de desarrollo y permitirle a los estudiantes un acercamiento en su formación a las tecnologías más avanzadas en este campo.

La Universidad Católica Andrés Bello ha trabajado por estar siempre en la vanguardia de los medios de comunicaciones e información y los avances tecnológicos y ha buscado migrar estos a Internet, el único con el que actualmente no cuenta es con el servicio de televisión, y al ser costoso su implementación, se buscó una alternativa que le permita disponer de una tecnología más avanzada para transmitir noticias de actualidad, informes tecnológicos y en general todo tipo de información de interés para los estudiantes y distinto personal que labora en las instalaciones del Campus. Por lo que se recomienda el servicio IPTV

En la etapa de reproducción del sistema IPTV propuesto, fueron objetos de estudio como reproductores multimedia VLC y OpenCaster. Para la utilización de VLC primero debe ser descargado e instalado, y a pesar de que su instalación es intuitiva, es decir, sólo se deben seguir las instrucciones, dicha instalación puede resultar engorrosa por lo que se pueden presentar resultados no favorables. Por su parte, OpenCaster no requiere ser instalado y para acceder a él solo es necesario tener acceso a Internet. Otra diferencia es que para acceder al contenido volcado a la red, VLC como reproductor Multimedia, necesariamente debe pertenecer a la misma red del servidor, caso contrario a OpenCaster el cual no tiene como requisito fundamental este requerimiento. OpenCaster cuenta con un sistema de autenticación encriptado lo cual lo hace seguro. Por ello, entre otras cosas, se recomienda OpenCaster como reproductor multimedia.

Para poder ofrecer una calidad de video similar a la ofrecida por la televisión estándar, el códec más indicado es el MPEG-4 debido a su bajo requerimiento de velocidad de transmisión y ancho de banda, además permite su transmisión en tiempo real que es el requerimiento básico para IPTV, en otras palabras se recomienda para ofrecer una calidad estándar, el video deberá tener una resolución de 480x300 pixeles a una velocidad de refrescamiento de 15 cuadros por segundo

Los tópicos de seguridad y escalabilidad de la plataforma, nunca fueron considerados dentro de los principales objetivos del desarrollo de este trabajo, sin embargo cada una de estas características son fundamentales a la hora de diseñar e implementar una plataforma de servicios IPTV. Es por esto que sin duda existen aquí los primeros indicios para su posterior estudio.

Considerando que la plataforma desarrollada consiste en un ente proveedor de recursos, una efectiva solución para la seguridad sería la configuración de un *firewall*.

Debido a la poca información ofrecida por motivos de seguridad por parte del DTI (Dirección de Tecnologías de la Información) no fue considerada la infraestructura de red existente en la UCAB. Sin embargo se recomienda realizar, para el diseño IPTV propuesto, una red de transporte paralela a la existente la cual sea, de igual forma, gestionada por el DTI.

A la hora de administrar el sistema, no se requiere de un experto, ya que las interfaces de los softwares seleccionados son muy amigables y de fácil utilización.

Este diseño plantea una solución de comunicación IPTV, más no la producción del contenido a transmitir.

Aunque este sistema fue diseñado para la Universidad Católica Andrés Bello, puede ser utilizado por cualquier institución que quiera implementar y disfrutar de los servicios IPTV.

Bibliografía

- Digicast*. (2007). Obtenido de <http://www.digicast.cn/en/proddetail.asp?id=226>
- # *rm-rf.es*. (Noviembre de 2008). Obtenido de <http://rm-rf.es/broadcast-multicast-y-unicast/>
- Cisco*. (Noviembre de 2008). Obtenido de <http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps8611/ps8612/ps8613/7015624A.pdf>
- V-Shine*. (2010). Obtenido de <http://www.v-shine.com/en/product.do?id=ba9e90922ce18a01012ce2656ca20006>
- Fundación Telefónica*. (2012). Obtenido de http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/DYC/SHI/seccion=1188&idioma=es_ES&id=2009100116310030&activo=4.do?elem=4642
- Standard Communications*. (2012). Obtenido de <http://www.standardcomm.com/product-details.php?PID=37>
- Amino*. (2013). Obtenido de <http://www.aminocom.com/products/aminet-a140/>
- Carrillo, P. (Agosto de 2008). *Diseño de un Laboratorio de TV Digital con fines docentes*. Santiado de Chile.
- Colable Electronics*. (s.f.). Obtenido de <http://www.colable.com/products/view/detail.asp?PID=359>
- Focus Groups, I. W. (Julio de 2006). Obtenido de <http://www.itu.int/ITU-T/IPTV/events/072006/docs/OD/FGIPTV-OD-0001e.doc>
- García, D. (2011). *Diseño de una estrategia de migración de la red actual de la Universidad Católica Andrés Bello a una red basada en IPV6*.
- Harmonic*. (s.f.). Obtenido de <http://www.harmonicinc.com/product/prostream-1000>
- Hjelm, J. (2008). *Why IPTV? Interactivity, Technologies and Services*. Wiley.

- López, L., & Rosario, M. (Julio de 2007). *Modelo de Gestión de Calidad que garantice el QoS en las redes que intervienen en el transporte de IPTV. Caso de Estudio: Corporación CANTV*. Obtenido de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/aar2030>
- Orellana, P. (Enero de 2007). *Diseño e Implementación de una plataforma de servicios IP/TV y con fines docentes*. Obtenido de http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2007/orellana_p/html/index-frames.html
- Romero, S. (Octubre de 2009). *Estudio de Factibilidad para que el proveedor de servicios de Internet ReadyNet pueda ofrecer un paquete de servicios Triple Play*. Quito.
- Rottmann, K. (Enero de 2010). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE IPTV, MEDICIÓN Y GESTIÓN*. Obtenido de cybertesis: http://www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-rottmann_k/pdfamont/cf-rottmann_k.pdf
- Sánchez Meza, E. (Noviembre de 2008). Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0220_EO.pdf
- Seguí, Mauri, Pineda. (2010). *IPTV: La televisión por Internet*. Malaga: Vertice.
- Tanenbaum, A. (2003). *Redes de Computadoras*. 4ta edición. Editorial PRENTICE HALL.
- Y.2001: General Overview of NGN. (Junio de 2006). *International Telecommunication Union*. Obtenido de <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2001-200412-I/en>

Apéndices

Apéndice “A”

Modelo: QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters

Precio: \$430

Parámetros	Valores
Configuración	1x4
Frecuencia	950 - 2150 MHz
Impedancia	75 ohm
P1dB	+3 dBm
OIP3	+17.5 dBm
Pérdidas de Inserción	0 + 2 dB
Respuesta en Frecuencia	+1Db
Aislamiento	18 dB
Pérdida de entrada de retorno	4 dB
Pérdida de salida de retorno	15 dB
Ruido	9 dB
Conectores RF	Tipo F, 75 ohm
Requerimientos de energía	18-24 V
Alimentación LNB	18-24 V
Consumo de Energía	10 W
Mecanismo	1 RU (1.75" H x 19" W x 6.5" D)
Peso	10.0 lbs. Gross, 3.2 lbs. Net
Certificaciones	CE

Apéndice A: Tabla especificaciones QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters
Fuente: (Propia)

Nota: En esta marca existen modelos de hasta 64 salidas.

Apéndice “B”

Modelo: Cisco D9865D Satellite Receiver Rear Panel

Precio: \$550

Parámetros	Valores
Sistema	Compatible MPEG-2/DVB EN300 421, EN 300468, H.264
Demodulación	QPSK DVB-S, DVB-S2 QPSK y 8PSK
Sintonizador	
Número de Entradas RF	1
Nivel de entrada	-25 dBm a -65 dBm por portadora
Rango de frecuencia	950 MHz a 2150 MHz
Símbolo Rango de Tarifas	DVB-S: 1,0 a 45 MSymbols /s DVB-S2: 1,0 a 31 MSymbols / s
Satélites	Banda C y banda Ku
Receptor Sentido Spectrum	Normal e Invertido
Impedancia de entrada	75 Ω
Salida de vídeo analógico	
Número de canales	1
Tipo de conector	RCA
Tipo de descompresión de vídeo	MPEG-2 4:2:0, MPEG-4 04:02:00
Nivel	1,0 V pp $\pm$ 10%
Estándar de vídeo	NTSC y PAL B / G / E / D / M / N Soporta HD conversión descendente
Digital Audio / Video Output (D9865H y D9865D solamente)	
Número de salidas	1 HDMI digital de audio / salida de vídeo Compatible con SD a HD conversión ascendente
Salida analógica HD Video (D9865H y D9865D solamente)	
Número de salidas	1 componente (Y, Pb, Pr) HD salida de vídeo analógico
Salida de audio analógica	
Número de Canales	1 par de estéreo 2 canales mono
Tipo de conector	RCA

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Nivel de salida	Desequilibrada, 2 V rms $\pm$ 10% a 0 dBFS
Descompresión de audio	MPEG 1 Layer 2, Dolby Digital Plus, HE-AAC
Audio digital S / PDIF	
Tipo de conector	RCA
VBI	
NTSC I	Líneas 10 a 22 campos 1 y 2
PAL	Líneas 7 a 22 campos 1 y 2 WST, WSS, VPS
Salida Ethernet de datos IP	
Conector	RJ-45, 10/100BaseT
Especificaciones ambientales	
Temperatura de funcionamiento	0 - 50 ° C (32 - 122 ° F)
De almacenamiento	-20 - 70 ° C (-4 - 158 ° F)
Chasis Especificaciones mecánicas	
Altura	2,36 pulgadas (6,0 cm)
Ancho	11,69 pulgadas (29,7 cm)
Profundidad	7,68 pulgadas (19,5 cm)
Peso	5 libras (2,3 kg)
Poder	
Rango de voltaje	De 100 V a 240 V CA
Línea de Frecuencia	50/60 Hz
Consumo de energía	35 W máx.
Alimentación LNB por satélite en la entrada	13 V / 18 V @ 350 mA m

Apéndice B: Tabla especificaciones Cisco D9865D Satellite Receiver Rear Panel
Fuente: (Propia)

Apéndice “C”

Modelo: Receptor de Satélite Motorola DSR-4410MD

Precio: \$950

Parámetros	Valores
L - Band entrada	
Frecuencia de entrada	950 - 2150 MHz
Impedancia de entrada	75 Ω
Conectores de entrada	Dos (2) de tipo F
Conector-F de salida de alimentación LNBF	16V DC min/450 mA
Aislamiento Puerto a Puerto	40 dB (mínimo)
DigiCipher II Procesamiento	
Modos de modulación	QPSK y OQPSK
Tasa de símbolos	3,25, 4,88, 7,32, 9,76, 11,71, 14,63,
Gastos FEC	5/11 (19,51 y 29,27 Msps solamente), 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8
Eb / No	4,0 db@19.5 Msps (FEC = 3/4)
Video Compuesto	
Respuesta de frecuencia (NTSC)	$\pm 0,75$ dB, 1 kHz - 4,2 MHz
Respuesta de frecuencia (PAL)	$\pm 0,75$ dB, 1 kHz - 5,5 MHz
Relación señal / ruido	57 dB (min)
Ganancia diferencial	4% (max)
Fase diferencial	4 grados. (max)
Impedancia de salida	75 Ω
Nivel de salida	1,0 V p-p
Audio	
Salida	2 estéreo o mono par 4
Nivel de salida	$\pm 18,0$ dBm, $\pm 1,0$ dB en 600 equilibrado carga ajustable (0 a -15 dB)
Respuesta de frecuencia	$\pm 1,0$ dB, 20 Hz a 20 kHz
Distorsión Armónica Total	0,25% o más a 1 kHz

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Relación señal / ruido	86,2 dB o mejor a 1 kHz
Aislamiento, L / R	80 dB a 1 kHz
Impedancia	50 Ω
Conector	Desconexión rápida terminal de tornillo
Ethernet	
Conector	RJ-45
Formato	10/100BaseT
ASI de entrada / salida	
Formato	Interfaz serial asíncrona
Transmisión	Datos de bytes y de paquetes
Estándar	CENELEC EN 50083-9
Conector	BNC
Tonos de Cue	
Tipo de señal	salida diferencial
Nivel de señal	0 dBm, $\pm$ 3 dB (600) / tono
Conector	desconexión rápida terminal de tornillo
Contactar con cierres	
Número de Cierres	2
Tipo	Forma C
Físico	
Temperatura de funcionamiento	0 ° a 40 ° C
Humedad	95%, máximo relativo
Dimensiones	48 cm/18.90 "(W) x 46 cm/18.11" (D) x 4,2 cm/1.65 "(H)
Peso	5,0 kg/11 libras (aprox.)
Entrada de energía	90-250 VAC, 47-63 Hz, 25 W

Apéndice C: Tabla especificaciones Motorola DSR-4410MD

Fuente: (Propia)

Apéndice “D”

Modelo: MVP II. General Instrument

Precio: \$99.99

Parámetros	Valores
Video	
Entrada	1 Vpp NTSC 75ohm
Rango Video AGC	950 - 2150 MHz
Pérdidas de entrada de retorno	± 6 dB (0.5 V to 2.0 V p-p)
Salida	1 V p-p (in Standby); Otros modos de encoded
Pérdidas de salida de retorno	25 dB
Audio	
Nivel de Entrada Normal (Atenuador Off)	0 dBm (0.775 Vrms)
Nivel de Entrada Normal (Atenuador On)	+12 dBm (3.085 Vrms)
Atenuador de entrada	12 ± 0.5 dB, switchable
Rango Audio ALC	± 10 dB
Pre- énfasis	75 μ sec $\pm 5\%$
Impedancia de entrada	600 Ohm balanceado or 50 K Ohm desbalanceado
Nivel de Salida	0 dB (± 1 dB)
Nivel de impedancia de salida	600 Ohm Balanceado
Scrambling	
Video	Clear/Invertido
Sync	0 dB/6 dB/10 dB
Audio	Clear/2H subportadora/subportadora SP
Control Remoto	
Bi-Phase In/Out	13,980 bps
Dirección	(260097 to 260999)
Auxiliary IF Switch Drive	
Voltaje	< 0.5 V
Voltaje Máximo de Entrada	+12 V
Voltaje Mínimo de Entrada	- 12V

Apéndice D: Tabla especificaciones MVP II. General Instrument

Fuente: (Propia)

Apéndice “E”

Modelo: Modulador CATV JM-50168

Precio: \$945

Especificaciones		
Rango de salida de frecuencia	MHz	48871
Nivel RF de salida	dBmV	110
Proporción de rechazo de salida de parasitarias	dB	≥ 60 (frecuencia de salida máxima)
Pérdida de retorno de salida RF	dB	≥ 13
Sistema de transferencia de video	%	87,5 (nivel de entrada de vídeo 1 Vp-p)
Diferencial de Ganancia	$\leq$	3%
Diferencial de Fase	$^{\circ}$	≤ 3
Vídeo de señal a ruido	dB	≥ 60
Diferencia de retardo color / luz	ns	≤ 45
Relación Señal Imagen / Sonido (V / A)	dB	1020 de regulación continua
Precisión de la frecuencia portadora de imagen	KHz	$f \leq 5$
Frecuencia de modulación de audio	Khz	50
Distorsión total de armónica de audio	%	≤ 1
Señal de audio a ruido	dB	≥ 60
Audio pre-énfasis	Ms	50
Fuente de alimentación	V	AC 220 $\pm$ 10%
Temperatura ambiente		550
Humedad relativa	%	≤ 85
Parámetro del Mezclador Activo		
Rango de salida de frecuencia	MHz	48871
ganancia diferencial	%	≤ 3
Nivel nominal de entrada	dBmV	108
Nivel de salida nominal	dBmV	111
Figura de ruido	dB	≤ 8
Pérdida de retorno	dB	≥ 12
Corriente de entrada	V	AC90-265V
Salida	canal	16
Tensión de salida	V	DC 12 3.5A (MAX)

Apéndice E: Tabla especificaciones Modulador CATV JM-50168

Fuente: (Propia)

Apéndice “F”

Modelo: Modulador Pico Macom PFAM550

Precio: \$520

Especificaciones	
Rango de frecuencia de salida	5 ~ 550MHz
Sintonía	Ágil
Nivel de salida de RF (min)	(PFAM550SUB) 60dBmV
Nivel de salida de RF (min)	(PFAM550) 57dBmV
Portadora de ruido (Dentro de banda)	64dB
Portadora de ruido (Fuera de banda)	66dB
Salida de Espurias	> 65dB
Nivel de salida IF Compuesto	30dBmV
Respuesta de frecuencia de video	$\pm 1,5$ dB
Ruido de señal de vídeo	53dB
Tipo de entrada de audio	Monoaural / MTS Banda Base
Respuesta de frecuencia de audio	50 ~ 15.000 Hz
Conexión de entrada de video	75 Ω F-Hembra
Conexión de entrada de audio	5K Ω F-hembra no balanceada
Conexión de Salida de RF	75 Ω F-Hembra
Voltaje de entrada (PFAM550SUB)	90-240VAC
Voltaje de Entrada (PFAM550)	115 ~ 240VAC
Potencia de salida de receptáculo	Sí
Dimensiones	19 "(L) x 12" (D) x 1.75 "(H)
Peso	8.5 libras.

Apéndice F: Tabla especificaciones Modulador Pico Macom PFAM550

Fuente: (Propia)

Apéndice “G”

Modelo: QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters

Precio: \$430

Parámetros	Valores
Configuración	1x4
Frecuencia	950 - 2150 MHz
Impedancia	75 ohm
P1dB	+3 dBm
OIP3	+17.5 dBm
Pérdidas de Inserción	0 + 2 dB
Respuesta en Frecuencia	+1Db
Aislamiento	18 dB
Pérdida de entrada de retorno	4 dB
Pérdida de salida de retorno	15 dB
Ruido	9 dB
Conectores RF	Tipo F, 75 ohm
Requerimientos de energía	18-24 V
Alimentación LNB	18-24 V
Consumo de Energía	10 W
Mecanismo	1 RU (1.75" H x 19" W x 6.5" D)
Peso	10.0 lbs. Gross, 3.2 lbs. Net
Certificaciones	CE

Apéndice G: Tabla especificaciones QUINTECH LS04 2150A L-band Splitters

Fuente: (Propia)

Nota: En esta marca existen modelos de hasta 64 salidas.

Apéndice “H”

Modelo: Encoder COL5141BP Super IP (4 in 1)

Precio: \$4099

Entrada	
4 entradas CVBS, interfaz de BNC	
4 pares estéreo desbalanceado con entrada de audio de la interfaz, BNC	
1 ASI flujo de entrada, interfaz de BNC	
Vídeo	
Resolución	720 × 480_60i, 544 × 480_60i, 352 × 480_60i
	320 * 240_60i, 176 * 240_60i, 176 * 120_60i
	720 × 576_50i, 704 * 576_50i, 640 * 576_50i,
	320 * 288_50i, 176 * 288_50i, 176 * 144_50i
Codificación	MPEG-2 MP @ ML
	MPEG-4 SP / ASP
Tasa de bits	~ 0.8Mbps 20Mbps cada canal
Tasa de Control	CBR / VBR
Estructura GOP	PIBB
Pretratamiento avanzada	El desentrelazado, reducción de ruido, nitidez
Audio	
Codificación	MPEG-1 Audio Layer 2, AAC, AC3
Frecuencia de muestreo	48KHz, 44.1KHz, 32 KHz
Resolución	24-bit
Tasa de bits	32Kb/s--384Kb/s cada canal
Físico	
Dimensiones (W x L x H)	483mm × 410mm × 45mm
Peso aproximado	3 kg
Medio ambiente	0 ~ 45 °C (de trabajo); -20 ~ 80 °C (Store)
Poder	AC 100 ~ 240V ± 10%, 50/60Hz

Apéndice H: Tabla especificaciones Encoder COL5141BP Super IP 4 in 1

Fuente: (Propia)

Apéndice “I”

Modelo: Encoder Digicast DMB-8820 (4 in 1) MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI

Precio: \$3888

Entrada	
4x HD-SDI de entrada (HDMI opcional). 1 * entrada ASI, interfaz de BNC	
Video	
Resolución	1920 * 1080_60i de 1920 * 1080_50i
Encoding	1280 * 720_60p, 1280 * 720_50p
Tasa de bits	MPEG4 AVC/H.264 High Profile nivel 4.0 para HD
Tasa de bits	~ 0.8Mbps 20Mbps (cada canal)
Control de flujo	CBR / VBR
Estructura GOP	PIBB
Pretratamiento avanzado	El desentrelazado, reducción de ruido, nitidez
Audio	
Codificación	MPEG-1 Layer 2, HE-AAC V2
Frecuencia de muestreo	48 KHz
Resolución	24-bit
Tasa de bits	64 Kb / s ~ 384KB / s cada canal
Multiplexación	
1 * Entrada ASI multiplexada con 4 SPTS codificación de canal	
Stream de salida	
2 * salidas ASI, interfaz de BNC. MPTS a través de UDP, 10/100Base-T Ethernet (UDP Unicast / Multicast)	
Función del sistema	
LCD / teclado operativo, soporte NMS Chino-Inglés interface de control. Ethernet software de actualización	
General	
Dimensiones	(W * D * H) 482mm * 455mm * 44.5mm
Aproximadamente	4,8 kg de peso
Temperatura	0 ~ 45 ° C (en funcionamiento), -20 ~ 80 ° C (almacenamiento)
Requisitos de alimentación	AC 110V + -10%, 50/60Hz o 220V AC + -10%, 50/60Hz
Potencia	24.2W Consumo

Apéndice I: Tabla especificaciones Encoder Digicast DMB-8820 4 in 1 MPEG-4 AVC/H.264 HD SDI
Fuente: (Propia)

Apéndice “J”

Modelo: Multiplexor Harmonic ProSteam 1000

Precio: \$337

Tarjetas I / O	
Ranuras para tarjetas	Cinco
Gigabit Ethernet I / O	Dos puertos IEEE 802.3z independientes
	Dos 1-GbE SFP conectores (multimodo, monomodo, cobre)
ASI I / O	Cuatro BNC, 75 puertos Ω
	De entrada o de salida configurable por puerto
Interfaces de administración	
Ethernet	100Base-Tx
Conectores	Tres RJ45 (una dirección, un CAS, uno no se utiliza)
Remultiplexación	
Enrutamiento	De cualquier entrada a cualquier salida
PID	Reasignación, filtrado, multidifusión
PID multidifusión	Cualquier entrada PID puede ser multicast a las múltiples salidas TS
Salida reflejo	De cualquiera a cualquiera (ASI / IP a ASI / IP)
Interfaces de administración	
SCS	Interna
Normas	Cifrado Común DVB
	CAS Abierto
	DVB SimulCrypt v3
	Servidor Stream DiviCom 1,4
	AES-CBC, AES-NSA2
	Algoritmos Scrambling
Conexiones CAS	conexiones simultáneas a 30 diferencia de los sistemas de CA

Apéndice J: Tabla especificaciones Multiplexor Harmonic ProSteam 1000
Fuente: (Propia)

Apéndice “K”

Modelo: Modulador IP-QAM Digicast DMB-5110

Precio: \$7000

Entrada de IP	
Tipo de conector	(1000Base-T SFP +) x 2sets redundante, IEEE803.2
Protocolo	IPv4, IGMPv2, ARP, UDP, RTP
Modo de funcionamiento	Full Duplex, auto negociable
Tipo de Transmisión	Multicast o Unicast
Número de Streaming Input	240
Tipo de TS Streaming	SPTS o MPTS
TTL	1 ~ 256 (ajustable)
De-jitter	200ms
La participación efectiva de la velocidad de bits	800 Mb / s
Salida efectiva Velocidad de bits	800 Mb / s
Entrada ASI	
Tipo de conector	4 * BNC hembra, 75 ohm
Estándar	DVB-ASI, EN50083-9
Pérdida de retorno de entrada	15dB
Nivel de entrada mínimo	200mV
Modo de entrada de datos	Burst o Byte, 188 o 204 Byte / Paquete
Remultiplexión	
Número de TS remultiplexión	24
Modulación QAM	
Estándar	DVB-C EN300429
Constelación	64, 256, 64B (Anexo B), 256B (anexo B)
Tasa de símbolos	2MBaud ~ 7.2MBaud
Factor de roll-off	12%, 15%, 18%
MER	> 36 dB (con el probador de ecualizador = off)
Número de Carrier QAM	24
Salida de RF	
Tipo de conector	1 * tipo F hembra, 75 ohm
Ancho de banda de canal	6MHz, 7MHz, 8MHz

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Rango de frecuencia de salida	56 ~ 860 MHz
Frecuencia de salida Ajuste de Paso	10KHz
Precisión de salida de frecuencia	+25ppm
Nivel de salida	105dBuV por canal
Salida de nivel de atenuación	30 dB 0,5 dB por paso
Pérdida de retorno de salida	14dB min.
Atenuación de hombro	50dBc @ BW + -10%
Rechazo de espurias	60dBc
Espectro de Planitud	4 dB sobre el rango completo de frecuencia de salida
Potencia útil de velocidad de bits	800 Mb / s
Salida ASI	
Tipo de conector	8 * BNC hembra, 75 ohm
Estándar	DVB-ASI, EN50083-9
Amplitud de salida	800mV +-80mV
Datos Modo de salida	Modo Byte, 188 o 204 Byte / Paquete
Salida de datos tipo	<= 100 Mb / s
Monitoreo y control	
Tipo de conector	* 1 RJ-45, 10/100 Base-T, para el equipo
Control Remoto	Web HTTP
Protocolo	SNMP v1 y v2, HTTP 1.1
Control Local	Pantalla LCD y teclado de 6 teclas
Puerto Serial	1 * RS-232 D-sub 9-pin
RF Port Monitor	1 * tipo F hembra, 75OHM inferior, -20dB que la salida de RF principal
Sensores e indicadores	
Sensor de Temperatura	Sí
La falta de alimentación del sensor	Sí
Sensor de tensión interna	Sí
Fan Sensor Status	Sí
Zumbador	Sí
Velocidad de bits de indicación de capacidad	Sí para cada QAM
Fuente de alimentación	
Fuente de alimentación	AC 90V ~ 250V, 50/60Hz
Consumo de energía	50Watts Max.
Físicos	
Dimensión	445mmx543mm * 44mm

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Peso	Net 8Kg, 12Kg bruto
Temperatura de funcionamiento	0 ~ 45 °C
Temperatura de almacenamiento	-10 ~ 60 °C
Humedad de funcionamiento	10 ~ 90%, sin condensación

Apéndice K: Tabla especificaciones Modulador IP-QAM Digicast DMB-5110

Fuente: (Propia)

Apéndice “L”

Modelo: Modulador IP QAM NVQM-I

Precio: \$6499

Especificaciones	
Velocidad de símbolo	1 ~ 7 ms / s
Frecuencia de salida	50MHz ~ 860MHz
Pasos mínimos	100KHz
Amplitud RF de salida	110dBμV ~ 118dBμV
Entrada	IP × 1 RJ45 1000Base-T
Salida	RF × 6 BNC 75Ω 4 frecuencias vecinas, total 24 frecuencias
Dimensiones	1U (48,3 × 35,0 × 4.4cm/19.0 "× 13,8" × 1,7 ")
Peso	6Kg
Voltaje	90 ~ 264V
Potencia	95W
Temperatura	0 °C ~ 45 °C (32 °F ~ 113 °F)
Humedad	10% ~ 90%

Apéndice L: Tabla especificaciones Modulador IP QAM NVQM-I

Fuente: (Propia)

Apéndice “M”

Conversor Analógico/Digital Canopus ADVC 300

Modelo: Grass Valley ADVC300

Precio: \$349

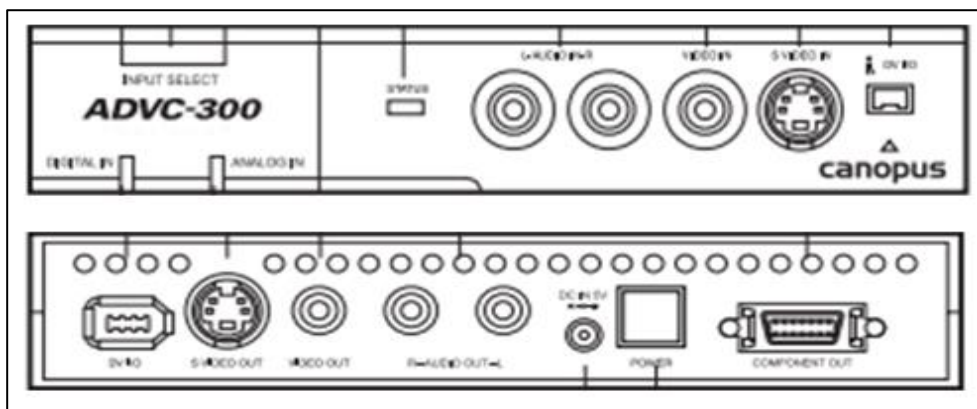


Figura 62: Grass Valley ADVC300

Fuente:

Especificaciones		
Formato de señal de video	NTSC (0IRE9, NTSC (7.5IRE), SECAM, PAL	
Video Digital	Terminal Frontal	Conector iLINK 4 pines
	Terminal Posterios	Conector iLINK 6 pines
Video Analógico	Terminal Frontal (Entrada)	S-Video (Mini DIN 4 PIN)x1 RCA jack Compositex 1
	Terminal Posterios (Salida)	S-Video (Mini DIN 4 PIN)x1 RCA jack Compositex 1
	S-video, compuesto, componentes (Y, Pb, Pr Solo en la salida)	
Audio Analógico	2 canales 48kHz 16bit	
	4 canales 32kHz 12 bit	
Frecuencia de muestreo	48kHz/16bit/2ch, 32kHz/12bit/4ch	
Energía de entrada	DC5V	
Fuente de alimentación	DC5V AC Adapter AC100V/220V	
Consumo de energía	Máximo 9W y 0.5W en modo Standby	
Tamaño	146 mm x 7,2 mm x 120 mm	
Peso	430g	

Apéndice M: Tabla especificaciones Grass Valley ADVC300

Fuente: (Propia)

Apéndice “N”

Conversor Análogo/Digital Canopus ADVC 110

Modelo: Grass Valley ADVC110

Precio: \$249,95

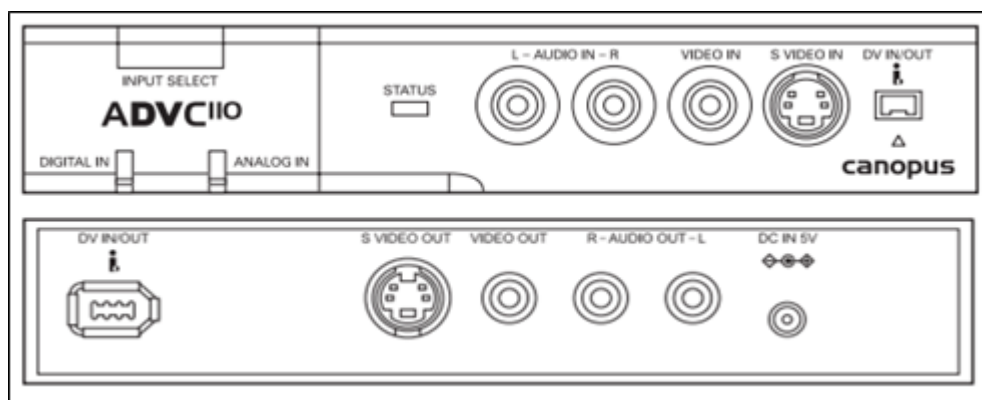


Figura 63: Grass Valley ADVC110

Fuente:

Especificaciones	
Entrada de vídeo	Compuesto x1 (RCA) S-Video x1
Entrada de audio	RCA x2 (estéreo - 1 izquierda, 1 derecha)
Formato de audio	2 canales, 48 kHz, 16-bit
Interfaz para PC	USB 2.0
Nivel de entrada de audio	FS 0.83V RMS (típico)
Impedancia de Audio	10 kΩ
Formato de vídeo	Película QuickTime (MOV)
Disco duro	50 MB para la instalación
Requisitos de alimentación	bus USB alimentado
Consumo de energía	5V, 500 mA
Dimensiones	3.3 x 3.1 x 1.2 "(85 x 80 x 30 mm)
Peso	4,2 oz (120 g)
Potencia	1394 bus de energía (6-pin)
Formato de vídeo	NTSC, PAL, SECAM (sólo entrada)
Requisitos para su Instalación	

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Requisitos del sistema Sistema operativo	Mac OS X 10.5 o posterior Windows 2000 o superior
CPU	Intel Core Duo 2 GHz o más rápido
Memoria	1 GB o superior
Gráficos	Intel GMA950 o superior 64 MB de memoria de la GPU o superior

Apéndice N: Tabla especificaciones Grass Valley ADVC110

Fuente: (Propia)

Anexos

Anexo “A”

Modelo: Receptor TDT Coche HD DVB-T HDMI 1080P TV Digital

Precio: \$100

Características:

De alta velocidad de 40 km / t H.264 MPEG5 Mobile Digital Car DVB-T2 TV Receptor HDMI 1080P
Totalmente compatible con ETSI EN 302 755 (DVB-T2) / ETSI EN 302 744 (DVB-T2) estándar
Rango de frecuencia: VHF 174-230MHz, UHF 470-862MHz
Diseño especial para coche con, voltaje de Apoyo: DC +10 V-25V
Conexión: Soporte HDMI 1.3 (1080p): Salida de CVBS YPbPr y L / R Salida de audio
Soporte PAL / NTSC conversión automática
Apoyar MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.264 decodificador (hasta 1920x1080p)
Apoyar Audio MPEG/AAC/WMA/AC3 decodificador
Super rápido hardware de decodificación de imágenes JPEG
Pequeñas ventanas de imagen de la pantalla con el menú EPG gráfico
Auto / Manual: La función de búsqueda de canales
Subtitulado DVB ETSI 300473 obediente y texto OSD tel
EPG (Electronic Program Guide) con el ahora y el próximo día 7 eventos y
Soporta múltiples idiomas de menú OSD: Inglés, checo, danés, español, griego, francés, holandés, italiano, portugués, español y ruso.
Anfitrión USB 2.0 soporte de actualización, PVR, Time Shifting y jugar los medios de comunicación con U-FLASH o HDD
Consumo en espera menos de 0.85W (reposo verdadero)

Dimensiones principales del producto: 183x92x36mm (LxAxP)
Peso del producto principal: 375g

Anexo A: Características Receptor TDT Coche
Fuente: (Oferton, 2012)

Anexo “B”

Modelo: Transmisor Óptico Yucoo 16v2d2t1k1s

Precio: \$1250

características de vídeo	interfaz de vídeo número	16- canal de vídeo
	el sistema de señal	/pal ntsc/secam
	Nominal de entrada de& nivel de salida	1vp-p
	Nominal de entrada de&impedancia de salida	75& omega;
	de ancho de banda de cada canal	Mhz 6.5
	frecuencia de muestreo	Mhz 16.6
	la cuantificación de grado	8 poco
	diferencial de ganancia	1% valor típico
	fase diferencial	1& deg; valor típico
	Ponderado de señal- a- ruido ratio	63db valor típico
de datos ethernet	número de canal	1
	Nominal;	Ansi x3t12tp-pmd 802.3/802.3uieee
	protocolo de	ieee 802.1q vlan
	de modo de trabajo	Completo 10/100m/half duplex de auto- adaptativa
	tasa de rendimiento	100%
	la pérdida de paquetes tasa	0
conector	conector de audio	bnc
	conector de fibra	Fc/pc(o st/pc)
	fuelle de alimentación conector	2 puerto de suministro de energía
características de teléfono	interfaz de teléfono número	1 de canal telefónico(personalizar)
	puerto deinterfaz	Rj-11
	impedancia	600& omega;
	gama de audio	300-3400khz
	de la pérdida	300- 600hz@& @12db 600- 3400hz@& @15db
	la voz de ancho de banda	khz 80
dimensión	de modo de trabajo	Punto a punto, spc/de extensión
	19- pulgadas 1u	

Anexo B: Especificaciones Transmisor Óptico Yucoo 16v2d2t1k1s

Fuente: (Yucoo.com, 2011)

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE
TELEVISIÓN SOBRE EL PROTOCOLO IP (IPTV) PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO

Anexo “C”

Modelo: Transmisor Óptico CATV 1310nm

Precio: \$1050

el rendimiento			el índice de	suplemento
Optica feature	Láser de longitud de onda(& lambda;)	(nm)	1310& plusmn; 10	
	potencia de salida	(dbm)	4~24	
	pérdida de retorno	(db)	& ge; 60	
	conector de fibra óptica		Fc/de apc	/sc de apc
característica de rf	el trabajo de ancho de banda	(mhz)	45-862	
	nivel de entrada	(dbmv)	15~25	agc
	de la llanura	(db)	& le;& plusmn; 0.75	45~862mhz
	pérdida de retorno	(db)	@& @16	45~750mhz
	impedancia de entrada	(& omega;)	75	
función de enlace	canal de transmisión		Pal-d/60ch	Ntsc/80ch
	la cnr	(db)	& ge; 52	10km de fibra óptica, dbm 0 recibir
	ctb	(db)	& le;-70	
	de las osc	(db)	& le;-63	
característica general	interfaz de red del puerto		Rj45, r232	Me apoyo. E.& snmp
	el suministro de energía	(v)	90~265ac	- 48 vdc opcional (30~60vdc)
	el poder consumir	(w)	& le; 50	solo las obras de alimentación
	Temp de trabajo.	()()	- 5~65	Temperatura de la máquina. De control de forma automática
	Temperatura de almacenamiento.	()()	- 40~85	
	Labor relativa temp.	(%)	5~95	
	tamaño	(")	19& veces; 14& veces; 1.75	(w) x(d) x(h)

Figura 64: Especificaciones Transmisor Óptico CATV 1310nm
Fuente: (Alibaba.com, 2012)

Anexo “D”

Set Top Box

Modelo: Amino AmiNET 125

Precio: \$53.99

- MPEG-4 MP@L3 D1 resolution up to 2.5Mb/s
- MPEG-2 MP@ML D1 resolution up to 10Mb/s
- Flexible audio and video output via cable options
- Composite, RGB, Component, S-Video
- Stereo Audio
- Dolby 5.1 surround via coaxial S/P-DIF
- PAL and NTSC
- 4:3 and 16:9 formats
- RF Modulator output with loop-through
- Teletext/closed caption decoding and subtitling
- 16-bit colour graphics with Alpha-Blending and picture in graphics
- Video Protocols
- Multicast IPTV (IGMP control)
- VoD (RTSP control)
- USB 2.0
- IR Remote Control combines STB and TV command functions
- Interface to 10/100BaseT Ethernet
- Key-protected, scalable multicast software booting option
- Remote management and software upgrade via network
- 128MB SDRAM as standard
- Smartcard for CA systems support
- HTML 4 Browser with JavaScript
- Silent operation - no forced air cooling

Anexo C: Especificaciones Amino AmiNET A125

Fuente: (Ebay Inc, 2012)

Anexo “E”

Set Top Box

Modelo: Motorola VIP1500

Precio: \$60

DATA SHEET VIP1853	
Specifications	
PROCESSING	
CPU:	540MHz 1000+DMIPS
DRAM:	256MB (optional 512MB)
Flash:	64MB
VIDEO RESOLUTION	
PAL:	576i, 576p
High definition:	720p, 1080i, 1080p
VIDEO INTERFACES	
HDMI™ with HDCP	
SCART with RGB, CVBS and S-Video output	
Video codecs:	MPEG-2, MPEG-4 AVC (H.264), other codecs on request
AUDIO INTERFACES	
Digital audio:	Optical (Toslink)
Analog audio:	3.5mm connector
Audio codecs:	Dolby® Digital, MPEG-1 (MUSICAM), MP3, AAC LC, HE-AAC, other codecs on request
OTHER INTERFACES	
IR receiver for remote:	36kHz
USB:	One USB 2.0 connector (rear panel)
Ethernet:	10/100Base-T Ethernet (RJ-45)
Power input:	12VDC, 1A
Display and Buttons:	Four digit numeric LED display and up to nine touch keys (top side)
DVR capabilities:	Motorola DVR Module interface
SOFTWARE	
KreaTV™ application platform	4.2 or later
Operating system:	Linux® 2.6
Software upgrade:	Remote software download/ upgrade
Copy protection:	Rovi 7.01, CGMS-A, HDCP v1.2
PHYSICAL	
Dimensions:	190x130x41mm (WxDxH)
Weight:	400-500g (including DVR Module)
Power:	External power supply 100-240 VAC, 50/60Hz in, 12V 1A out
Power consumption:	5.4W with DB option
DVR module option adds:	~2.8W
Operating temperature:	0°C to 40°C (32°F to 104°F)
Operating humidity:	8% to 95% (non-condensing)
ACCESSORIES	
NYX:	Standard remote control
MRCU180 (optional):	Multi-unit remote control
MKB22(optional):	Keyboard
NYXboard(optional):	Multi-unit remote control and keyboard
USB120IR (optional):	IR extender
Motorola DVR Module (optional):	DVR Module of 160/320/500GB
MISCELLANEOUS	
Limited warranty:	Two years
Compliance:	RoHS, CE and WEEE

Anexo D: Especificaciones Motorola VIP1853

Fuente: (Motorola, 2011)