

**MODELO CONCEPTUAL PARA LA TRANSMISIÓN DE CONTENIDOS
INTERACTIVOS, CON BASE EN EL ESTÁNDAR DVB-T2 APLICADO EN
COLOMBIA**

Proyecto

AUTORES

ANTONIO CARLOS ORTEGA ARRIETA

JUAN ALBERTO ACOSTA TORRES



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2014

**MODELO CONCEPTUAL PARA LA TRANSMISIÓN DE CONTENIDOS
INTERACTIVOS, CON BASE EN EL ESTÁNDAR DVB-T2 APLICADO EN
COLOMBIA**

Línea de investigación E-SERVICIOS

AUTORES

ANTONIO CARLOS ORTEGA ARRIETA
JUAN ALBERTO ACOSTA TORRES

TUTOR

Ing. JULIO CESAR RODRÍGUEZ RIBÓN



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2014

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias, ____ de _____ de 2014

DEDICATORIA

Antes que nada agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de vivir, de tener salud y por llenar mi vida de tantas bendiciones y momentos de felicidad.

De manera especial a mi familia, a mi padre Antonio Ortega Arroyo, mi madre Lurina Arrieta Barrios, hermanos, novia y demás familiares por estar siempre presente, por sus consejos, muestras de afecto y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

A todos mis profesores por ser un ejemplo a seguir, por los aportes de conocimiento que me brindaron durante mi paso por esta universidad contribuyendo a mi formación como profesional, gracias por los momentos y las enseñanzas compartidas.

A mi tutor, Ingeniero Julio Rodríguez Ribón, por recibirme como su asesorado y por brindarme su colaboración y paciencia a lo largo de todos estos meses, para concluir este trabajo de grado, gracias profesor por sus aportes, tiempo y disposición. A todos ustedes muchísimas gracias. . . Dios les siga bendiciendo.

Antonio Carlos Ortega Arrieta.

DEDICATORIA

A Dios, mi familia, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo hiciera, aun cuando todo se complicaba.

Juan Alberto acosta torres

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XIII
Palabras claves:	XIII
ABSTRACT.....	XIV
Key words	XIV
Información general del proyecto	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
2.1. Formulación del problema	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
3.1. Contexto del problema	12
4. MARCO DE REFERENCIA	14
4.1. Estado del arte	14
4.2. Marco teórico	19
4.2.1. Una aproximación al concepto de televisión digital.....	19
4.2.2. Ventajas y desventajas de la TDT	20
4.2.3. Estándar europeo DVB-T.....	21
4.2.4. Estándar europeo DVB-T2.....	22
4.2.5. Compresión de la señal	23
4.2.6. Flujo de Transporte	24
4.2.7. Codificación de canal	24
4.2.8. Características básicas de la transmisión y equipos.	26
4.2.9. Desarrollo de modelos conceptuales	29
4.2.10. Consideraciones de diseño para la transmisión de contenidos.....	31
4.2.11. HbbTv.	33

4.2.12.	Modelo 4+1 vista.....	35
5.	OBJETIVOS	36
5.1.	General	36
5.2.	Específicos	36
5.3.	Alcances	37
6.	METODOLOGÍA	38
6.1.	Tipos y niveles de investigación	38
6.1.1.	Tipo de investigación	39
6.1.2.	Niveles de investigación.....	40
6.1.2.1.	<i>Nivel descriptivo</i>	40
6.2.	Técnicas de recolección y de Análisis de información	41
6.2.1.	Análisis de contenido	43
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
7.1.	Modelo conceptual que describe el comportamiento de los contenidos interactivos.....	45
7.1.1.	Transmisión de contenidos apoyados en el estándar DVB-T2.....	48
7.1.2.	Interactividad apoyada en el estándar DVB-T2.	51
7.2.	Requisitos funcionales que se deben tener en cuenta para el envío de paquetes que acople contenido interactivo.	54
7.2.1.	Modelo de requisitos	55
7.2.1.1.	Requisitos funcionales.....	55
7.2.1.1.1.	Requerimientos para transmitir señales audiovisuales	55
7.2.1.1.2.	Requerimientos para transmitir la Interactividad	56
7.2.1.2.	Casos de uso y diagramas de secuencia	56
7.2.1.2.1.	Caso de uso Transmision.....	57
7.2.1.2.2.	Diagramas de secuencias: Transmisión de contenidos audiovisuales	58
7.2.1.2.3.	Caso de uso Interactividad	61
7.2.1.2.4.	Diagrama de secuencias: sistema de contenidos interactivos.....	62
7.3.	Simulación de laboratorio para la recolección de información que ayude a valorar el comportamiento de los paquetes de contenido interactivo.....	64
7.3.1.	Arquitectura del sistema.....	65
7.3.1.1.	Arquitectura basada en el modelo 4+1 vista.....	69

7.3.1.1.1.	Vista lógica.....	69
7.3.1.1.2.	Vista de desarrollo.....	72
7.3.1.1.3.	Vista de procesos.....	73
7.3.1.1.4.	Vista física.....	75
7.3.1.1.5.	Vista +1	76
7.3.2.	Simulación del sistema de transmisión de contenidos interactivos	76
7.3.2.1.	Simulación basada en la arquitectura comunicación cliente-servidor.....	78
7.3.2.2.	Simulación basada en un aplicativo en comercio electrónico	89
7.4.	Análisis de los resultados obtenidos en el proyecto.	94
8.	CONCLUSIONES	100
9.	RECOMENDACIONES	103
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	104

Tabla de Figuras

Figura 1. Mapa de cobertura TDT en estándar DVB-T2. (tdtcolombia.info, 2013)	16
Figura 2. Mapa de cobertura TDT en estándares DVB-T y DVB-T2. (tdtcolombia.info, 2013).....	17
Figura 3. Diferencia del uso del ancho de banda con MPEG-2 y MPEG-4 (VÁSQUEZ, 2009).....	23
Figura 4. Esquema de composición de un paquete TS. (Carolina Moreno & gil, 2011).....	24
Figura 5. Diagrama de codificación de canal en DVB-T. (Carolina Moreno & gil, 2011)...	25
Figura 6. Tabla Estándares ETSI - DVB-T.(ETSI, 2004)	31
Figura 7. Patrón de radiación horizontal haciendo uso de tres paneles.	32
Figura 8. Modelo de comunicación HBBTV (hbbtnv).....	34
Figura 9. Modelo 4+1 vista (Kruchten, 1995).....	35
Figura 10. Formas de investigación. (Ramírez, 2011)	38
Figura 11. Grafico de transmisión de contenidos – Fuente(autores).....	48
Figura 12. Modelo conceptual transmisión de señal. – Fuente(autores)	49
Figura 13. Canales Transmitido Por TDT en Colombia en la actualidad. – Fuente(autores)	51
Figura 14. Grafica de transporte de la interactividad – Fuente(autores)	52
Figura 15. Modelo conceptual de la interactividad – Fuente(autores)	53
Figura 16. Diagrama de caso de uso de la transmisión – Fuente(autores)	57
Figura 17 diagrama de secuencia: generación de contenidos. – Fuente(autores).....	58
Figura 18 diagrama de secuencia: comprensión de contenidos – Fuente(autores).....	58
Figura 19 diagrama de secuencia: segmentación de contenidos – Fuente(autores)	59
Figura 20 diagrama de secuencia: Transmitir contenidos – Fuente(autores)	59
Figura 21 diagrama de secuencia: recibir señal – Fuente(autores).....	60
Figura 22 diagrama de secuencia: visualizar contenidos – Fuente(autores)	60
Figura 23. Diagrama de casos de uso transporte de interactividad – Fuente(autores)	61

Figura 24.diagrama de secuencias: desarrollar los contenidos interactivos. – Fuente(autores)	62
Figura 25 Diagrama de secuencia: Gestionar los contenidos interactivos – Fuente(autores)	62
Figura 26 Diagrama de secuencia: Visualizar la petición interactiva – Fuente(autores)	63
Figura 27 Diagrama de secuencia: Solicitar el contenido interactivo – Fuente(autores)	63
Figura 28. Arquitectura del sistema. – Fuente(autores).....	66
Figura 29 Diagrama de secuencia transmisión de señal. – Fuente(autores).....	70
Figura 30 Diagrama de secuencia transmisión de contenidos interactivos – Fuente(autores)	71
Figura 31. Diagrama de paquetes – Fuente(autores)	72
Figura 32 Diagrama de actividades de trasmisión de contenidos basados en la arquitectura – Fuente(autores).....	73
Figura 33 Diagrama de actividades de la interactividad basados en la arquitectura – Fuente(autores).....	74
Figura 34. Diagrama de despliegue – Fuente(autores).....	75
Figura 35. Emulador fire Mbbtv y opera hbbtv emulador – Fuente(autores)	77
Figura 36.Escenario de simulación – Fuente(autores).....	78
Figura 37. Simulación de aplicativo del mundial – Fuente(fite hbbtv).....	79
Figura 38.Muestra de los parámetros del STB – Fuente(fire hbbtv).....	79
Figura 39. Modelo de recepción y nodo STB-- Fuente(autores)	80
Figura 40. TCP Stream del tráfico capturado – Fuente(wireshark).....	81
Figura 41. Interacción entre server y client – Fuente(wireshark).....	81
Figura 42. Comunicación Entre Modulo de interactividad y el de Recepción– Fuente(autores).....	83
Figura 43. Nodos de comunicación – Fuente(autores).....	83
Figura 44. Flujo de datos entre cliente y servidor – Fuente(wireshark).....	84
Figura 45. Cantidad de paquetes y su tamaño – Fuente(wireshark).....	85
Figura 46. Trafico total vs trafico Http – Fuente(wireshark)	86
Figura 47. Emulador opera tv – Fuente(operatv)	87

Figura 48.Cargando la emulación	Figura 49.Control de ejecución del emulador – Fuente(operativ emulador).....	87
Figura 50. TcpStream – Fuente(wireshark).....		88
Figura 51. Flujo de datos entre cliente y servidor – Fuente(wireshark).....		89
Figura 52. Captura de tráfico – Fuente(wireshark)		89
Figura 53. Escenario para la simulación de comercio electrónico – Fuente(autores)		90
Figura 54. Ejecución de aplicativo de e-commerce – Fuente(autores).....		91
Figura 55. Captura NetworkMiner – Fuente(networdMiner).....		92
Figura 56.Secciones entre el cliente y el servidor – Fuente(networdMiner).....		93
Figura 57. Tráfico Total vs Tráfico TCP y Trafico Http – Fuente(wireshark).....		93

Índice de tablas

Tabla 1. Información general del proyecto.....	XV
Tabla 2: lista de Categorías. Identificación de conceptos – Modelo Conceptual.....	47
Tabla 3.Requerimientos de transmisión	56
Tabla 4.Requerimientos de Interactividad.....	56
Tabla 5. Análisis y comparación con el modelo conceptual de transmisión de contenidos audio visuales	96
Tabla 6. Análisis y comparación con el modelo conceptual de transmisión de contenido interactivo.	99

RESUMEN

El presente proyecto propone como objetivo un modelo conceptual para estudio en la transmisión de contenidos interactivos en la TDT en Colombia, apoyado en el estándar DVB-T2; para analizar la manera como se da la interactividad en la TDT, haciendo énfasis en su transporte por el canal de retorno, los tiempos de respuesta y el ancho de banda que consume cada uno. Esto con el fin de explicar de manera conceptual la transmisión de contenidos interactivos y enriquecer la documentación actual referente a la interactividad en Colombia, contribuyendo con la solución de un problema de escasa documentación que se tiene sobre la transmisión de estos contenidos.

En el trabajo de investigación se define una arquitectura explicada con el modelo 4+1 vista, la cual se apoya en dos aspectos: la transmisión de contenidos televisivos y la transmisión de contenidos interactivos. Para el primero solo se tiene en cuenta el recorrido que hace el paquete desde las programadoras hasta el último consumidor, con el fin de explicar de manera conceptual cómo se comporta éste durante el recorrido. Para el segundo, como tema central de la investigación, se presenta el transporte de los paquetes por el canal de retorno, las características del paquete interactivo y la interactividad entre cliente servidor. Para el alcance de estos objetivos se sigue una metodología aplicada, en la cual se investiga y se hacen simulaciones en escenarios que se proponen y que siguen como guía la arquitectura.

La conclusión central del proyecto indica que el modelo propuesto es una herramienta útil para entender la transmisión de los paquetes de contenidos interactivos en la TDT, con miras a servir como soporte para futuras investigaciones que se interesen por entender cómo se compone la transmisión de contenidos. Además el modelo aporta guías a una arquitectura que plantea una solución para la ejecución de la transmisión de contenidos.

Palabras claves:

Dvb-T2, Canal de retorno, interactividad, Transmisión, modelo, televisión digital, estándar.

ABSTRACT

This project proposes to target a conceptual model to study the transmission of interactive content on TDT in Colombia, supported by the DVB-T2 standard; to analyze how interactivity in TDT is given, emphasizing their transport, the return channel, the response time and the bandwidth consumed each. This is to conceptually explain the transmission of interactive content and enrich the current documentation regarding interactivity in Colombia, solving the problem of poor documentation we have on the transmission of this content and clarify any doubts that may be.

Transmission of television content and transmission of interactive content: In the research work an explained with model 4 +1 view architecture, which is based on two aspects defined. For the first one considers only the journey that makes the package from the programmers to the ultimate consumer, in order to account conceptually how it behaves during the tour. For the second main topic of research, transport packages are presented by the return channel, interactive package features and interactivity between client servers. For the achievement of these objectives is a methodology, which is researched and are simulations in scenarios that follow as a guide architecture and proposed.

The central conclusion of the project indicates that the proposed model is an essential tool to understand the transmission of packets of interactive content on TDT in order to serve as a support for future researchs that are interested in understanding how the transmission of content is composed. Model also provides guides to an architecture that presents a solution for the execution of the transmission of content.

Key words

DVB-T2, Return Channel, interactivity, Transmission, model, digital television standard.

Información general del proyecto

<i>Título: “MODELO CONCEPTUAL PARA LA TRANSMISIÓN DE CONTENIDOS INTERACTIVOS, CON BASE EN EL ESTÁNDAR DVB-T2 APLICADO EN COLOMBIA”.</i>		
Investigador Principal:	Antonio Carlos Ortega Arrieta Juan Alberto Acosta Torres Julio Cesar Rodríguez Ribon	CC. 1.143.346.597 CC.1.143.340.657 CC. 73161765
Correo electrónico:	ortegaarrieta@hotmail.com, juanco57@hotmail.com julio.ribon@gmail.com	Cel. 3165837786 Cel. 3014965616 Cel. 3008086243
Dirección de correspondencia: Universidad de Cartagena, sede Piedra de Bolívar, programa Ingeniería de Sistemas		
Línea de Investigación: E-Servicios		
Nombre del grupo de investigación: E-Soluciones		Total de investigadores: 3
Entidad: Universidad de Cartagena		
NIT: 890480123-5		
Representante legal:	Edgar Parra Chacón	CC. 5.944.219
Dirección:	Carrera 6 N° 36-100, calle de la universidad	e-mail: rector@unicartagena.edu.co
Teléfonos:	(5) 6641068	Fax: (5) 6600814
Ciudad:	Cartagena	Departamento: Bolívar
Tipo de entidad	(Seleccione el tipo de entidad)	
Universidad Pública: X		Universidad Privada:
Entidad o Instituto público:		ONG:
Centro de Investigación Privado:		Centro de Desarrollo Tecnológico
Centro Empresarial o Gremio:		Empresa:
Tipo de contribuyente		
Entidad Estatal: X	Régimen común:	Régimen simplificado:
Gran contribuyente	No contribuyente:	
Lugar de Ejecución del proyecto		
Ciudad : Cartagena		Departamento: Bolívar
Duración del proyecto (en meses):		
Tipo de proyecto:		
Investigación Básica:	Investigación aplicada: X	Desarrollo tecnológico o experimental:
Descriptor/ Palabras Clave:		
Medios Educativos, Registro Calificado, Sistema Acreditación Alta Calidad, Sistemas de Información.		

Tabla 1. Información general del proyecto

1. INTRODUCCIÓN

La Televisión Digital Terrestre (TDT) en Colombia es una nueva técnica de difusión de las señales, y que gracias a las tecnologías digitales, permite una optimización del uso del espectro radioeléctrico, con la ayuda de otras infraestructuras de telecomunicación, como los llamados canales de retorno, (cable de red, redes de telefonía móvil, redes ADSL, etc.). La TDT permite además la interactividad plena del usuario, abriendo así una amplia gama de servicios y aplicaciones: TV interactiva, servicios de datos, pagos, publicidad interactiva, etc. Con todo ello, la TDT se perfila como algo más que un sistema mejorado de emisión y recepción de señales de TV.

La TDT representa un nuevo modelo de comunicación, pues puede unir lo bueno de dos mundos: la Internet y la TV y con todos los factores sociales, económicos, técnicos y legales que ello conlleva. Actualmente la interactividad a nivel mundial se viene trabajando de una manera más desarrollada en los países europeos en los cuales se destaca España y por Suramérica, Brasil con el proyecto GINGA¹, de la cual se han hecho estudios y análisis en el diseño de canales de comunicación para el desarrollo de interactividad en la televisión digital.

Cabe resaltar que el estado actual de la TDT en Colombia es algo difícil, por diversos factores se prevé la necesidad de ajustar las metas del plan de implementación de la televisión digital terrestre de cobertura pública, atendiendo las restricciones de espectro radioeléctrico, expedición de la reglamentación técnica por parte de las autoridades competentes, escasa oferta de equipos receptores de televisión en estándar DVB-T2 y los problemas surgidos en los procesos licitatorios adelantados por RTVC(Autoridad Nacional de Televisión ANTV, 2013). En la actualidad se viene trabajando proyectos de TDT interactiva en Colombia por parte de universidades pero aún no se han puesto en marcha.

¹<http://www.ginga.org.ar/>

Aunque ya se están emitiendo señales de TDT (Figura 13), éstas no abarcan todo el territorio colombiano como se muestra en la (Figura 1) y la parte interactiva en la actualidad no se está teniendo en cuenta; desaprovechando el atractivo de esta tecnología.

Actualmente existen investigaciones basadas en la transmisión de contenidos interactivos, pero no se ha tenido en cuenta un modelo conceptual que especifique el funcionamiento de la interactividad para analizar la manera como se da está en la TDT, enfatizando en, su transporte por el canal de retorno, los tiempos de respuesta y el ancho de banda que consume cada uno. Para solucionar el problema de la escasa documentación y aclarar las dudas que se tengan en la transmisión de estos contenidos; en Colombia no se le ha dado la importancia que la interactividad en la TDT merece y por ende, no existe tanta documentación. En muchos casos se describe la TDT pero no se tiene claridad en las especificaciones que se tomarán para apoyar la interactividad y la manera en que será transmitida.

Continuando con lo anterior, se ha observado la confusión en el mercado de equipos, los desarrolladores de contenidos y los canales ya que desaprovechan una gran oportunidad de enriquecer sus contenidos, viéndose perjudicados por la falta de asesoría con respecto al funcionamiento de la TDT interactiva. Por el atractivo que presenta la interactividad, el proyecto toma como objeto de investigación el análisis de la transmisión de paquetes con contenido interactivo en la Televisión Digital Terrestre a través del canal de retorno, avalado en los estándares acogidos por Colombia. Todo esto se realiza mediante un modelo conceptual, que acoja los aspectos más relevantes de la transmisión de contenidos interactivos y analizar la transmisión de estos apoyado en conceptos para futuras investigaciones relevantes al tema.

En la presente investigación se trata de manera conceptual el desarrollo y modelado de la transmisión de contenido interactivo basándose en el estándar de transmisión DVB-T2², esto al ser una tecnología nueva puede aportar documentación técnica en Colombia debido a su escasez actual, y ser de ayuda para el comercio electrónico. En este documento se

²<http://www.dvb.org/>

evalúan los aspectos técnicos de la transmisión de paquetes mediante pruebas simuladas y estudios hechos por otras entidades que se aproximan, a un entorno real; así como también se tiene en cuenta el aporte tecnológico que estas nuevas tecnologías traen consigo, para beneficio del mercado y la sociedad.

La investigación fue realizada en la ciudad de Cartagena de Indias, donde por medio de documentos, observación, visitas y foro se logró la recolección de los datos que permitieron desarrollar el proyecto a cabalidad. Para ayudar al desarrollo de los modelos conceptuales y la arquitectura tomando como punto de partida la transmisión de contenidos interactivos y su transporte; se implementan pruebas simuladas apoyada en la arquitectura, apoyadas en estudios hechos por entidades Colombia y otros países; Estas se analizan y se resaltan las características de cada una ellas y la viabilidad de ser aplicadas o tenidas en cuenta para futuros estudios.

Este proyecto hace parte de la línea de investigación E-SERVICIOS perteneciente al grupo de Investigación de E-Soluciones ya que el resultado final será un modelo conceptual que pueda utilizarse como referente al diseño de futuros proyectos apoyados por tecnologías adaptadas por Colombia, para la generación de servicios soportados en la interactividad. Por sus características, la investigación a realizar se identifica como una investigación *aplicada*, debido a su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos teóricos adquiridos. La metodología que sigue tendrá un carácter descriptivo, analítico, investigativo y aplicada que ayude a la entrega del mismo.

El presente documento consta de un marco teórico que ayudan a comprender la temática que se maneja con respecto a la investigación, aspectos generales de los modelos conceptuales y la manera de ejecutarlos de una manera satisfactoria; unos objetivos específicos que ayudan a la ejecución del proyecto de una manera rápida y confiable, una metodología a seguir para lograr el objetivo general del proyecto. Unos resultados que muestran el desarrollo de la investigación, en los cuales se encuentra el modelo conceptual, la arquitectura y unas simulaciones que tienen en cuenta los parámetros de la arquitectura planteada.

1.1. Antecedentes

La TDT ha sido un tema muy atractivo para la mayoría de los colombianos, tanto así que muchas universidades y entidades se han puesto en la tarea de desarrollar investigaciones acerca de la transmisión de señales digitales y la transmisión de contenidos interactivos. En la Escuela de Ingenierías, Facultad de Informática y Telecomunicaciones, de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia, realizaron un estudio enfocado en conceptos relacionados a esta nueva tecnología de televisión y al estándar DVB-T y DVB-T2 adoptado (Carolina Moreno & Gil, 2011). Adicionalmente, se diseñó y simuló diferentes escenarios de propagación de la señal de los canales privados en la ciudad de Medellín.

El estudio anterior muestra que el mejor escenario es utilizar dos estaciones de media potencia, con las que se logra una buena cobertura para los diferentes modelos de recepción. (Carolina Moreno & Gil, 2011).

Este estudio consta inicialmente en el conocimiento de aspectos generales sobre TDT; se especifica el estándar europeo; posteriormente se enfatiza el proceso de transición hacia la Televisión Digital Terrestre, el documento muestra el diseño y la simulación de cobertura y propagación de la señal digital de televisión terrestre en la ciudad de Medellín. Finalmente se concluye el análisis.

Todo lo anterior ayudaría a analizar la propagación de las señales y los campos que se tuvieron en cuenta para su estudio.

Por otro lado, en la tesis de maestría de la universidad nacional de Colombia que tiene como título “*Análisis de transferencia para una adecuada implementación de contenidos educativos en el sistema TDT interactiva en Colombia*” (NIÑO, 2011), tiene como objetivo la realización de un análisis de transferencia tecnológica para una adecuada implementación de contenidos educativos en el sistema de TDT interactiva en Colombia. Como parte inicial, realizó un estudio de las características en los sistemas de transferencia

de tecnología, posteriormente se realizó un estudio general de las características técnicas y económicas de sistema de televisión digital DVB-T, así como las características principales con las que deben contar un sistema interactivo de educación apoyado en plataformas virtuales.

Por último el Proyecto anterior desarrolló un análisis de transferencia de tecnología considerando la situación actual de la TDT así como otros aspectos en este caso técnico, económico y regional. Y la presentación del análisis correspondiente; adicionalmente se elaboró unas sugerencias resultado de los estudios y análisis anteriores y exponer el avance en el proceso de transferencia de tecnología para la transmisión de interactividad en la TDT(NIÑO, 2011).

Se revisó una presentación realizada en la V CONFERENCIA CIENTÍFICA EN TELECOMUNICACIONES, TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES. En el cual se presentó la investigación titulada “*Entorno de Desarrollo para la Transmisión de Aplicaciones Interactivas en Televisión Digital Terrestre en Colombia*” que muestra una infraestructura de aplicación de aplicaciones interactivas en TDT (Sergio A Gutiérrez D, 2012).

A nivel mundial La Universidad Pontificia Comillas junto con Escuela Técnica Superior de Ingeniería – ICAI y el Instituto de Investigación Tecnológica lanzo un proyecto el cual se denominó “ESTUDIO Y ANÁLISIS EN EL DISEÑO DE UN CANAL DE COMUNICACIONES PARA EL DESARROLLO DE INTERACTIVIDAD EN LATELEVISIÓN DIGITAL”³ el cual trata de presentar las características técnicas de las tecnologías más adecuadas para establecer el canal de retorno y puede ser utilizado para efectos de comparación con el proyecto que se quiere desarrollar.

A nivel regional no y basado en las investigaciones hechas no se está trabajando en la interactividad en la TDT, y resaltando así nuestra investigación convirtiéndola en pionera del tema a nivel regional.

³<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/>

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La televisión es un medio de comunicación muy importante que llega a la mayoría de los hogares de todas las clases sociales, por lo cual tiene una gran influencia en el comportamiento de los individuos. Es así, como la televisión ha venido sufriendo cambios en los que se destaca el paso de la tv a blanco y negro a la de color, y el deseo de conseguir imágenes mejoradas y la introducción de servicios como la interactividad(Doug Willianms, 2011).

Con la llegada de la televisión digital Terrestre (TDT), y después de 60 años de existencia de la televisión analógica en Colombia, se están experimentando cambios significativos. La TDT no sólo representa un avance en términos de tecnología de la comunicación, sino que también ofrece una nueva manera de acceder a la información; permitiendo la transmisión de diferentes tipos de programas que pueden incluir alta definición, definición estándar o cualquier tipo de contenido multimedia.

Una de las novedades más importantes de la televisión digital es la presencia de la interactividad entre los usuarios, radiodifusores y proveedores de contenido la cual ha crecido en popularidad, gracias a las innovaciones en la tecnología, que ocupa un lugar importante en la sociedad.

Aunque hay directrices, principios, normas, entre otros, para diseñar sistemas interactivos para la TDT es poco lo que se ha hablado del tema(Rocío Narváez, 2012). Gracias a la TDT, los usuarios pueden participar en encuestas, jugar, buscar en Internet, enviar y recibir correo electrónico(Soares, 2007). Hoy día, la interactividad en la televisión Colombiana está estrictamente ligada a los teletextos y las guías electrónicas de Programación, que son los servicios más habituales que nos brindan los proveedores de televisión digital con la tecnología actual.

La interactividad en la televisión debe ser tratada como un medio único, con su propio conjunto de limitaciones y oportunidades, y los principios clásicos de diseño interactivo no

aplican necesariamente. La intersección entre Human Computer Interaction (HCI)(Fakhreddine Karray, 2008) y las disciplinas de la comunicación en masa se ha destacado como un área significativa para la investigación adicional sobre el HCI(Roncagliolo, 2009).

En Colombia, se viene tratando el cambio de la televisión analógica a la digital; por ende la manera de transmitir los contenidos que se ofrecen cambia drásticamente. La forma en que se ha tratado y afrontado esta nueva tecnología en el país, ha causado desconcierto en la sociedad acerca de la manera de aplicarse; puesto que por ser una tecnología nueva causa curiosidad, todo esto ocasionado por la falta de información e incertidumbre, viendo así la interactividad en la TDT como algo raro y difícil de entender.

Además, en muchos casos se describe la TDT solo en la parte de transmisión de contenidos audiovisuales pero no se tiene claridad en las especificaciones que se tomarán para apoyar la interactividad y la manera en que será transmitida; generando confusión en el mercado de dispositivos y aplicativos interactivos, desaprovechando un espacio muy importante en el ámbito económico (comercio electrónico), educativo (aprendizaje electrónico) entre otros y así viéndose perjudicados por la falta de asesoría con respecto al funcionamiento de la TDT interactiva.

Teniendo en cuenta que los modelos de transmisión y generación de contenidos para la TDT son una nueva idea a nivel mundial en el ámbito de las telecomunicaciones, se debe resaltar el comportamiento en la transmisión de los paquetes de contenidos interactivos desde el gestor de contenido hasta la recepción. Conjuntamente, dicha tecnología conceptualiza la manera cómo se genera el nuevo componente de interactividad para este medio y la comprensión del mismo mediante el estándar MPGE2 y MPGE4 con el análisis de los paquetes y el aditamento de los datos al contenido que pueden generar un gran atractivo a los usuarios.

Por lo anterior, este proyecto propone una solución a los problemas de conceptualización y transmisión de los contenidos interactivos, se desarrolla un modelo conceptual para el

análisis de la transmisión de contenidos interactivos apoyado en el estándar DVB-T2 (adoptado oficialmente por Colombia en el 2010⁴, con el estándar europeo DVB-T Digital Video Broadcasting – Terrestrial) para la Televisión Digital Terrestre (TDT) mediante Acuerdo CNTV No. 08 de 2010, el cual fue posteriormente actualizado a la versión DVB-T2 mediante Acuerdo CNTV No. 04 de 2011⁵.

Que puede servir de referencia al análisis de la transmisión de los contenidos y presente información sobre el manejo del material interactivo; con el fin de que el estudio realizado pueda usarse como referente informativo en Colombia y así tratar de llenar el vacío que se tiene al momento de abarcar la interactividad en la TDT. Y que además, pueda servir como modelo de referencia en la transmisión de dichos paquetes en nuestro país basado en la arquitectura plateada.

Esta posible solución tiene la virtud de ser un estudio propio y autónomo para un país que está implementando dicha tecnología, ayudando a ampliar los estudios que se están realizando para la ejecución de la TDT y como atractivo los contenidos interactivos, asesorando a la sociedad a estar familiarizado con todo lo que es la interactividad y de qué manera es transmitida.

2.1. Formulación del problema

¿Cómo modelar conceptualmente la transmisión de los contenidos interactivos para analizar el comportamiento y la transmisión de los paquetes basados en el estándar DVB-T2, haciendo énfasis en el manejo de los datos en el canal de retorno y su llegada al servidor de aplicaciones teniendo en cuenta los factores tecnológicos con que cuenta el país?

⁴http://www.cntv.org.co/cntv_bop/basedoc/acuerdo/cntv/2010/acuerdo_cntv_0008_2010.html.

⁵www.cntv.org.co/cntv_bop/noticias/2011/diciembre/acuerdo_004.pdf.

3. JUSTIFICACIÓN

La TDT supone grandes cambios al modelo televisivo que se viene empleando en Colombia; desde el punto de vista del espectador, de las cadenas de televisión y la parte técnica de emisión. Agregándole el atractivo de la interactividad. Con la llegada de esta nueva tecnología y el escaso conocimiento que se tiene de ella, se ve la necesidad de encaminar estudios locales basados en los estándares adoptados por Colombia, destacando la transmisión de contenidos interactivos y sus posibles mejoras en la calidad.

La interactividad no está dada de manera unidireccional con el contenido que transmite el proveedor de contenido. Para poder experimentar una verdadera interactividad con el usuario, se hace necesario un canal de retorno donde se dé una comunicación bidireccional entre el contenido audiovisual y la aplicación.

Existen diversos tipos de interactividad. La más compleja de ellas se caracteriza por acoplar los servicios interactivos sincronizados. Como su definición lo indica, son contenidos que van sincronizados con el programa o contenido audiovisual que se está observando en el momento; estos servicios se hacen muy dependientes del contenido emitido; si la propia señal audiovisual presenta un retraso o problemas, este debe sincronizarse inmediatamente con el contenido emitido haciendo la aplicación inestable.

La interactividad depende directamente de la convergencia que exista entre la TDT y la internet (Vid, 1999), y del modelo de cooperación definido entre ellos, por lo tanto esta tecnología tiene la posibilidad de unir lo mejor de los dos mundos. Y se está desaprovechando esta ventaja. Actualmente se viene hablando de la interactividad en la TDT, pero no se sabe cómo es su funcionamiento ya que no se tiene suficiente documentación del tema, relacionada a su transmisión y manejo de los paquetes de contenido interactivo.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se propone un modelo conceptual encaminado a la transmisión de contenidos interactivos que ayude a llevarle un seguimiento y análisis al

paquete, desde su transmisión hasta su recepción, para estudiar el comportamiento de los paquetes, cómo pueden comportarse los contenidos interactivos en el transporte ya que por utilizar un estándar adoptado de otros países cabe la posibilidad de que presenten muchos inconvenientes, como puede ser el caso de las tecnologías que en Colombia se tenga; puesto que se está aplicando una tecnología de un país más desarrollado que el nuestro y las posibles mejoras en el tránsito de los contenidos.

Sin olvidar que este podría contribuir a obtener una mayor claridad e identificar los factores que puedan afectar los paquetes analizando los puntos por los que pasa desde el gestor de contenido hasta el cliente, basándose en modelos establecidos en otros países (análisis descriptivo), especialmente en los europeos que cuentan con el mismo estándar que utiliza Colombia, en este caso el DVB-T2.

Ello permite hacer un diagnóstico que establezca los principales problemas que se puedan presentar en el transporte, las causas, entre otros; logrando así, definir las actividades requeridas para alcanzar los resultados deseados. Al mismo tiempo, proponer un componente investigativo a un tema que en el país no se ha explotado como es debido, a pesar de que en distintos lugares del mundo se ha venido hablando de la TDT desde hace varios años, y observar los contenidos interactivos y sus modelos de transmisión, como una nueva forma de abarcar el avance en las tecnologías de telecomunicación.

La innovación de este proyecto no radica especialmente en la elaboración de un modelo conceptual de transmisión de paquetes, sino en aportar un nuevo enfoque o aplicación en Colombia. Sin duda, es una tecnología que está en proceso de desarrollo, pero los estudios hechos en el país sobre el tema y la documentación pertinente son escasos, carecen de un modelo conceptual propio.

El proceso de elaboración de un modelo conceptual para la transmisión de contenidos interactivos, tiene como punto de partida un análisis de estudios ya realizados en diferentes países que tienen acceso a esta tecnología y se basan en el estándar DVB-T2; identificar los

factores que la pueden afectar, las necesidades de las cuales carecen, el comportamiento de los contenidos interactivos y como están compuestos.

En esta misma medida, se proponen soluciones pertinentes que ayuden a plantear el modelo conceptual que pueda explicar en conceptos la manera cómo se transmite la señal y actúa la interactividad. Para lograrlo, se cuenta con base teórica suministradas por distintos entes que están trabajando en la tecnología a nivel local como la CNTV (en liquidación), ANTV y mundial como DVB y GINGA⁶; prácticas adquiridas a lo largo de la investigación en el campo diseños de contenidos interactivos en Xlets⁷, HbbTV y estudios de comunicación del modelo OSI.

Se tiene también estudios contantes en el semillero de investigación DIGITV al cual pertenecen los autores del proyecto y en el cual se han realizados varias pruebas relacionadas con la TDT, contenidos para smart tv Samsung⁸ y creación de artículos sobre las investigaciones que se realizan, además de tener la asesoría de un tutor con los conocimientos necesarios en el tema, colaboradores externos que apoyan en la investigación suministrando el material de apoyo y los equipos tecnológicos para posibilitar la investigación.

La elaboración de los modelos conceptuales para la transmisión de contenido interactivo representan un aporte científico significativo a Colombia y la universidad de Cartagena, en la medida en que se podría convertir en un referente para futuras investigaciones; y se constituye como el primer paso para encaminarse en la temática de la TDT. Al tiempo, que el estudio podría definir los recursos tecnológicos que se necesitan para realizar un trabajo eficiente.

Este proyecto por ser investigativo y muchas de las tecnologías son emuladas o tomadas de estudios, genera gastos mínimos que saldrán de aporte de investigadores y personal que apoyen el proyecto, por su parte la universidad de Cartagena facilitó los equipos de

⁶<http://www.ginga.org.ar/>

⁷<http://docs.oracle.com/javame/config/cdc/opt-pkgs/api/jsr927/javax/tv/xlet/Xlet.html>

⁸<http://www.samsung.com/co/consumer/tv-audio-video/tv/smart-tv>

cómputo dispuestos para el desarrollo del modelo; se trabajó con entornos simulado gratuitos o simulaciones ya hechas que para el caso de la investigación cumplen un papel importante y la información recolectada es altamente confiable.

La creación de modelos de contenido interactivo pretende mostrar a los autores de la investigación y la universidad de Cartagena, como un ejemplo de innovación y de desarrollo investigativo de las nuevas tecnologías de telecomunicación. De manera que otros grupos y organizaciones del país se motiven en el estudio de éstas, por ser un proyecto prometedor.

Este proyecto hace parte de la línea de investigación E-SERVICIOS perteneciente al grupo de Investigación de E-SOLUCIONES y con apoyo del semillero de investigación DIGITV asociado a este grupo, ya que el resultado final será un modelo conceptual que sirva como referencia a las tecnologías adaptadas por Colombia para la transmisión de los contenidos interactivos y sea un paso que se aplique como base en este país. Por sus características la investigación a realizar se identifica como una investigación *aplicada*, debido a su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos teóricos adquiridos.

3.1.Contexto del problema

Esta investigación se realizó en conjunto con la universidad de Cartagena en los laboratorios de informática y redes del programa de sistemas-piedra de bolívar , tomando como eje de estudio la propagación de las señales digitales de TDT, su transmisión de contenidos audiovisuales y los escenarios que componen la arquitectura de transmisión basado en el estándar DVB-T2, la trasmisión de contenidos interactivos y su paso por el canal de retorno, teniendo en cuenta que la parte interactiva en Colombia aún no se aplica y que es un tema al cual no se ha profundizado mucho.

Para el desarrollo de la investigación se tuvieron varios puntos de vista, primero se investigó el estado actual de la televisión digital terrestre en Colombia y como se

implementan los contenidos interactivos. Luego, se procedió a la búsqueda de información fiable más que toda tesis ya realizada en investigaciones similares. Posteriormente se buscó la tecnología en la cual se pudiera simular la transmisión de contenidos interactivos basados en los modelos realizados con ayuda de la lectura de documentación fiable; esto si es necesario; cabe resaltar que en la investigación gran parte los resultados son simulados o tomados de simulaciones ya hechas ya que lo que se quiere lograr es el diseño de un modelo conceptual, en el cual se pueda explicar a manera de concepto la interactividad y poder plantear una arquitectura para esta. Finalmente se procedió al desarrollo del modelo conceptual que pueda plantear un análisis al problema de la transmisión de los contenidos interactivos, este modelo se diseñará para el entendimiento de la transmisión basado en conceptos.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1.Estado del arte

La aparición masiva de la televisión en el mundo tuvo lugar a mediados de los años veinte. Los contenidos televisivos eran escasos y pobres en contenido. Para transmitir la señal a través del aire se requería de un modulador de radio frecuencias, además de una antena que dispersaba las señales en forma de ondas. Las bandas más comunes eran y siguen siendo la UHF (Ultra Alta Frecuencia) y VHF (Muy Alta Frecuencia), cuyos canales iban del 14 al 83 y del 2 al 13, respectivamente. De esta manera, el video compuesto se emitía como una onda de amplitud modulada (AM), y el audio como una onda de frecuencia modulada (FM), en la actualidad se sigue usando estos mecanismos.

En un mundo que tiene una tendencia a digitalizarse, la televisión no podía quedarse atrás. Este proceso trata de pasar de la señal analógica, sistema tradicional, a una señal digital e incorporar contenidos interactivos al audio y video(Broadcasting, 2003).

El objetivo principal de la interactividad es interactuar con el usuario y proveedores a través de la tv lo cual se convierte en un atractivo para la tecnología. Muchos países han sido precursores en esta tecnología hace varios años; aportando conocimiento y material de estudio para el desarrollo de la transmisión de los contenidos digitales. Una de las tecnologías que estandarizan la transmisión de los contenidos digitales es la DVB-T2 la cual ha sido tomada por Colombia como estándar.

En Medellín se viene trabajando un proyecto de **Diseño y análisis de red de Televisión Digital Terrestre (TDT) para Medellín–Antioquia**(Carolina Moreno & Gil, 2011) que tiene como fin, tener un mejor conocimiento sobre el proceso de migración, y en el cual se analiza y se describe, cómo será la transición de los canales privados en Colombia hacia la TDT. Esto con un enfoque en conceptos relacionados a esta nueva tecnología de televisión

y al estándar DVB-T adoptado. Adicionalmente, se diseña y simula diferentes escenarios de propagación de la señal de los canales privados en la ciudad de Medellín.

El análisis muestra que el mejor escenario es utilizar dos estaciones de media potencia, con las que se logra una buena cobertura para los diferentes modelos de recepción.

En Colombia actualmente la transmisión de las señales digitales se ha enfrentado a múltiples retrasos por varios aspectos, entre ellos está la liquidación de la entidad que se encargaba de su ejecución, el cambio de estándar y la definición de los parámetros iniciales.

El 22 de diciembre de 2010, se publicó el Acuerdo CNTV 008, por medio del cual se adoptó para Colombia el estándar de televisión digital terrestre –TDT- DVB-T, con un plazo de transición de sistema análogo a digital que vence el 31 de diciembre de 2019. En cuanto a especificaciones técnicas, el mencionado Acuerdo se enfocó en definir la frecuencia de canalización en 6MHZ y en disponer que el sistema de codificación de video será el establecido en la norma internacional de telecomunicaciones de la Recomendación UIT-TH.264 (Codificación de video avanzada para servicios audiovisuales genéricos) equivalente a la norma ISO/IEC 14496-10, comúnmente denominada H.264/MPEG-4 AVC(Colombia, Septiembre de 2012).

Durante el año 2011, la industria a través de ACIEM realizó discusiones en torno a temas de Condiciones técnicas a ser establecidas en Colombia para garantizar la interoperabilidad de los servicios y la adecuada calidad de señal en DVB-T2, y cuyos resultados fueron puestos en conocimiento de la anterior CNTV, así como divulgados de manera general a través de la publicación propia de dicha asociación(Colombia, Septiembre de 2012).

Atendiendo a las necesidades de la industria, mediante el Acuerdo CNTV 04 del 20 de diciembre de 2011 se modificó el Acuerdo CNTV 08 de 2010, y se actualizó el estándar de TDT para Colombia de DVB-T a DVB-T2.

Durante el primer trimestre de 2012, la CNTV sometió a comentarios del sector un borrador de proyecto de acuerdo que complementaba las condiciones técnicas para la prestación del servicio de televisión digital terrestre en Colombia.

No obstante lo anterior, la CNTV, atendiendo el mandato del artículo 20 de la Ley 1507 de 2012, entró oficialmente en liquidación el día 10 de abril de 2012, razón por la cual debió suspender inmediatamente todas sus funciones regulatorias y el proyecto de acuerdo mencionado nunca fue discutido ni aprobado por la CNTV (Colombia, Septiembre de 2012).

En este sentido, la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones) publica para conocimiento del sector la **Resolución CRC 4337 de 2013**⁹ "Por la cual se actualizan y complementan las especificaciones técnicas aplicables a la red del servicio de Televisión Digital Terrestre - TDT- establecidas en la Resolución CRC 4047 de 2012", publicada en el Diario Oficial No. 48.944 del 15 de octubre de 2013. Así mismo, en cumplimiento del Decreto 2696 de 2004, se pone en conocimiento de los agentes interesados el documento de respuestas a las observaciones recibidas a la propuesta regulatoria inicialmente publicada. (Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, 2013).



Figura 1. Mapa de cobertura TDT en estándar DVB-T2. (tdtcolombia.info, 2013)

⁹ Anexo 1 Resolución CRC 4337 de 2013



Figura 2. Mapa de cobertura TDT en estándares DVB-T y DVB-T2. (tdtcolombia.info, 2013)

En la actualidad no se habla mucho de la interactividad en la TDT en Colombia; no se está tomando de una manera ordenada y estandarizada la forma de transmisión y el desarrollo de los contenidos. Se toma como algo opcional y que puede ser visto a largo plazo. Según la **Resolución CRC 4337 de 2013** se mira de manera opcional en todo sentido la Interactividad MHP o Hbbtv, lo más cercano es lo que se quiere hacer con la implementación del llamado botón rojo de la rtve¹⁰ española el cual quiere ser aplicado en Colombia; esto expuesto en un foro de TDT realizado en la universidad de Cartagena por la ANTV. Pese a esto, no se define con claridad las especificaciones técnicas ni la manera en que deben estar constituidas las aplicaciones interactivas.

España es el país europeo pionero en la tecnología DVB-T2. El modelo de operación elegido en España para la TDT contempla que en su etapa inicial existe un operador del multiplex único, ente diferente a los canales de TV, que en la actualidad es ABERTISTELECOM. No obstante, una vez culmine la transición hacia la TDT cada operador podrá optar por instalar y administrar su propio múltiplex al contar con espectro

¹⁰<http://www.rtve.es/television/boton-rojo/>

de frecuencias disponible(Colombia, Septiembre de 2012). La universidad de Barcelona con ayuda del gobierno de gabarra ha implementado modelos para la transmisión de estas aplicaciones, de los cuales se ha mejorado y optimizado la transmisión de las aplicaciones, con nuevos modelos de negocios como Quiero-tv una aplicación interactiva con un sin número de servicios.

La Universidad Pontificia Comillas junto con Escuela Técnica Superior de Ingeniería – ICAI y el Instituto de Investigación Tecnológica lanzo un proyecto el cual se denominó “ESTUDIO Y ANÁLISIS EN EL DISEÑO DE UN CANAL DE COMUNICACIONES PARA EL DESARROLLO DE INTERACTIVIDAD EN LA TELEVISIÓN DIGITAL”¹¹ el cual trata de presentar las características técnicas de las tecnologías más adecuadas para establecer el canal de retorno y puede ser utilizado para efectos de comparación con el proyecto que se quiere desarrollar.

Por otro lado, la Universidad Autónoma de Baja California por parte de la Facultad de Ingeniería está investigando en un “MODELO DE SIMULACIÓN DE UNA RED SATELITAL INTERACTIVABASADA EN LAS NORMAS DVB-S Y DVB-RCS.” (KARINA RAYAS DIAZ, 2014)Que para efecto de comparación con esta investigación maneja gran parte del contenido del modelo que se quiere desarrollar por parte de esta investigación y puede ser tomado como referente ya que cuenta con el estándar utilizado por el canal de retorno.

En Sudamérica, Brasil es el país más avanzado de la región con respecto a la implementación de la Televisión Digital Terrestre. El 2005 se elaboró un plan de canalización en TDT incluso antes de haberse elegido el estándar, donde se modificó la norma japonesa para su fortalecimiento técnico y su adopción en otros países de la región. Asimismo, se ha creado un programa de aplicaciones interactivas denominada Ginga con diversos beneficios para los televidentes como aplicaciones sociales, educación a distancia, entre otros.

¹¹<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/467c0aba32d42.pdf>

Así como se mencionó Brasil como el país sudamericano más avanzado en el concepto de la televisión digital interactiva, se puede resaltar la cantidad de trabajos que se vienen realizando en él con respecto al tema como el caso de Java Televisión Interactiva, el cual propone una plataforma que se puede utilizar para la creación de contenido multimedia digital, especialmente en cuanto a los programas de creación de prototipos interactivos de Televisión Digital. Todo esto contribuye al fortalecimiento de la interactividad en el país y serviría como apoyo en nuestra investigación(Santos, 2011)(Broadcasting, 2003).

4.2.Marco teórico

4.2.1. Una aproximación al concepto de televisión digital

Al momento de la aparición de la tecnología digital en el ámbito de la difusión televisiva, se supuso que sería un salto cualitativo de gran importancia para este medio. La televisión digital es un nuevo concepto en el cual es posible recibir muchos más canales con mayor calidad en la imagen y el sonido, sino también se abre el mundo de los servicios interactivos por este medio. Para que todo esto suceda todos los elementos (imágenes, audio y datos) se transformen en información digital, este método posibilita el hecho de aplicar procesos de comprensión y ofrecer servicios a través de la televisión. Este hecho se conoce como “codificación de la fuente” y hace referencia a las técnicas de digitalización y comprensión(Alegria, 2007).

La Televisión Digital Terrestre (TDT) será uno de los grandes hitos tecnológicos en la historia de la televisión. La TDT es la digitalización de la señal analógica mediante códigos binarios en forma de “unos y ceros” para ser transmitida por medio del aire hasta los hogares. La TDT llevará consigo múltiples ventajas como imagen y sonido de alta calidad, plataformas interactivas y la posibilidad de hacer uso de un mismo ancho de banda para transmitir una mayor cantidad de contenidos.(Carolina Moreno & gil, 2011).

4.2.2. Ventajas y desventajas de la TDT

Antes de iniciar una discusión sobre qué tan beneficioso es la televisión digital o si lo que busca es totalmente necesario se describirán algunas ventajas y desventajas que trae consigo esta nueva técnica de difusión de televisión.

Ventajas

- Más canales, a diferencia de la televisión analógica, donde cada frecuencia o canal corresponde a un único programa, la TDT permite la difusión de como mínimo 4 programas por frecuencia
- Mayor calidad de video y sonido
- Posibilidad de diferentes formatos de sonido i de video como por ejemplo sonido en sistema Dolby 5.1 o video en formato panorámico 16:9
- No hay interferencias ni problemas de recepción de imagen, como por ejemplo imagen doble o con nieve
- Acceso a aplicaciones interactivas gracias a la tecnología MHP que permite acceder por ejemplo servicios como previsión del tiempo, concursos o encuestas durante los programas
- Se economiza espectro, permitiendo la transmisión de más canales en alta definición.
- Menor consumo de frecuencias. Tanto la televisión analógica, como la digital, transmiten los canales con un ancho de banda de 8 o 6 MHz, según el estándar sea europeo o americano, respectivamente. Los métodos analógicos de transmisión de televisión no se prestan a la compresión de ancho de banda, así que no pueden manejar suficiente información. De acuerdo a la tecnología actual, se considera universalmente que la transmisión analógica representa un uso ineficaz de un espacio muy valioso en el espectro. (MILLAN, 2014)

Desventajas

- Habría que hacer cambios en las antenas ya instaladas.

- Cambios en las Políticas Públicas y reglamentación de los estándares mínimos para los proveedores y distribuidores.

4.2.3. Estándar europeo DVB-T

El DVB¹², el organismo que se encarga de reglamentar la mayoría de los temas referentes a la televisión digital.

El sistema DVB (*Digital Video Broadcasting*) define un conjunto de normas basadas en el estándar de compresión MPEG, que permiten la difusión de la televisión digital sobre varios medios de transmisión incluyendo satélite, cable, microondas y radiodifusión terrestre. Cada una de ellas, son desarrolladas y mantenidas por el Proyecto DVB, el cual es un consorcio liderado por 250 organizaciones aproximadamente, entre las que se encuentran fabricantes, operadores de redes, desarrolladores de software, organismos reguladores, entre otros, pertenecientes a los sectores públicos y privados de la industria de la difusión de televisión(DVB, 2013).

DVB-T (*DVB-Terrestrial*), es el sistema desarrollado para la radiodifusión de Televisión Digital Terrestre, apoyado en una norma técnica, basada en el sistema analógico PAL existente. Su primera versión fue publicada en marzo de 1997 en el documento ETSI EN 300 744 bajo el nombre “*DVB-T: Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial Television*”, que especifica la estructura de la trama, la codificación del canal y la modulación para diferentes medios de transporte de información binaria, mediante el uso de canales de transmisión terrestre (Digital Video Broadcasting (DVB), 2004-06)

Es un sistema versátil que permite que las redes sean destinadas a la ejecución de una amplia gama de servicios, SDTV o HDTV en receptores fijos y portables, haciendo uso de diferentes técnicas de modulación para diferentes medios de transporte de información binaria.

¹²<http://www.dvb.org/>

DVB-T, al igual que todos los sistemas de transmisión digital, usa modulación OFDM. Este tipo de modulación utiliza un gran número de subportadoras, entregando una señal robusta que tiene la habilidad de soportar canales con condiciones extremas. DVB-T tiene características técnicas que lo hacen un sistema muy flexible, estas características son:

- 3 opciones de modulación (QPSK, 16QAM, 64QAM)
- 5 tasas diferentes de FEC (Forward Error Correction)
- 4 opciones de intervalos de guarda (1/32, 1/16, 1/8 y 1/4)
- 2 opción de numero de portadoras FFT (2k o 8k)
- puede operar en canales de ancho de banda de 6, 7 y 8 MHz (con video a 50MHz o 60MHz)

Usando una combinación de los parámetros descritos anteriormente, una red DVB-T puede ser diseñada para cumplir con los requerimientos del operador de red, encontrando el balance entre robustez y capacidad. Estas redes pueden ser diseñadas para ofrecer servicios como SDTV, radio, servicios interactivos, HDTV y encapsulación usando multiprotocolo

4.2.4. Estándar europeo DVB-T2

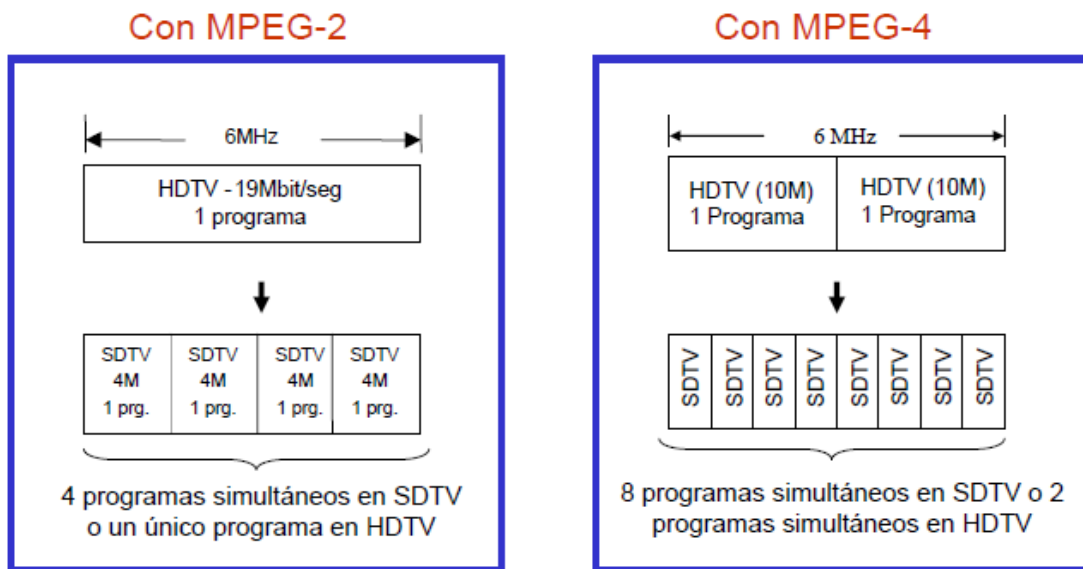
El nuevo estándar DVB-T2 frente al actual DVB-T tiene como principal ventaja la mejora de la eficiencia en la transmisión, lo que permite difundir múltiples servicios a través de un mayor ancho de banda, como consecuencia del paso tecnológico al formato MPEG-4 desde MPEG-2, lo cual logra un ahorro de ancho de banda muy significativo, y puede ampliar la cantidad y calidad de los servicios que actualmente presta la TDT.(DVB, 2013)

De esta forma, una señal televisiva puede ser transmitida simultáneamente en un modo de baja velocidad de bits, con gran robustez, permitiendo una recepción muy segura con un receptor sencillo y en un modo de alta velocidad de bits, para receptores más sofisticados y ofreciendo mayor calidad de imagen.

4.2.5. Compresión de la señal

Al momento de hablar de TDT se debe tener muy en cuenta el aspecto de la compresión de la señal ya que es un aspecto muy importante para que esta pueda funcionar. En televisión digital, DVB utiliza el estándar MPEG (*Motion Picture ExpertsGroup*) para realizar el proceso de codificación tanto para señales de video como audio.

Cada país que adopta el estándar europeo tiene la libertad de elegir la norma descompresión que utilizará, dependiendo de criterios propios. La mayoría de los países han optado MPEG-2 y aunque han sido poco los que se han definido por MPEG-4, con este es posible albergar más cantidad de contenidos.



HDTV : Programa con máxima definición 1920x1080

SDTV : Programa con definición estándar.

Figura 3. Diferencia del uso del ancho de banda con MPEG-2 y MPEG-4 (VÁSQUEZ, 2009).

En la anterior figura se puede observar la diferencia en cantidad de contenidos que pueden ser enviados por un canal con un ancho de banda de 6MHz utilizando los dos estándares de compresión.

4.2.6. Flujo de Transporte

El flujo de transporte TS (*Transport Stream*), es una señal en banda base representada como una secuencia continua de paquetes de 188 bytes cada uno. Los cuatro primeros bytes contienen la cabecera del paquete TS y los 184 bytes restantes se emplean para la carga útil. Ha sido diseñado con el fin de posibilitar el transporte de información empaquetada e identificada en un sistema digital de televisión terrestre en entornos donde es probable que se presenten errores, como la transmisión a largas distancias ambientes ruidosos. (Carolina Moreno & gil, 2011)

La composición del paquete TS está detallada en la siguiente figura.

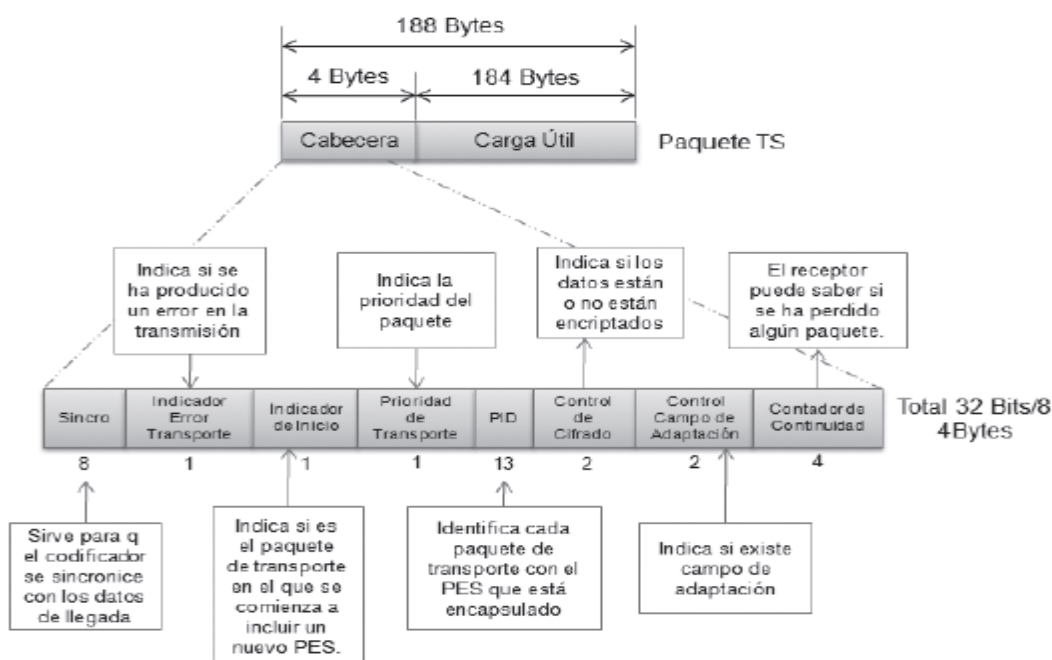


Figura 4. Esquema de composición de un paquete TS. (Carolina Moreno & gil, 2011)

4.2.7. Codificación de canal

Introduce métodos de entrelazado (*interleaving*) para reducir las consecuencias de los errores que puedan provocarse en el medio de transmisión y de los errores

desincronización, e incorpora corrección de errores FEC (*Forward Error Correction*) con el fin de que el receptor logre corregir efectos de ruido y degradaciones que se hayan producido en el trayecto de la señal.

Este procedimiento se realiza debido a que la señal de televisión terrestre se propaga libremente por medio del aire y es necesario que su sistema de comunicación posea cierta robustez para minimizar los errores que puedan provocarse en el medio de transmisión, pues al depender éste de propiedades físicas no controlables y con la posibilidad de tener fenómenos de reflexión e interferencias, la señal puede verse seriamente afectada y no ser recibida por el usuario. (Carolina Moreno & gil, 2011)

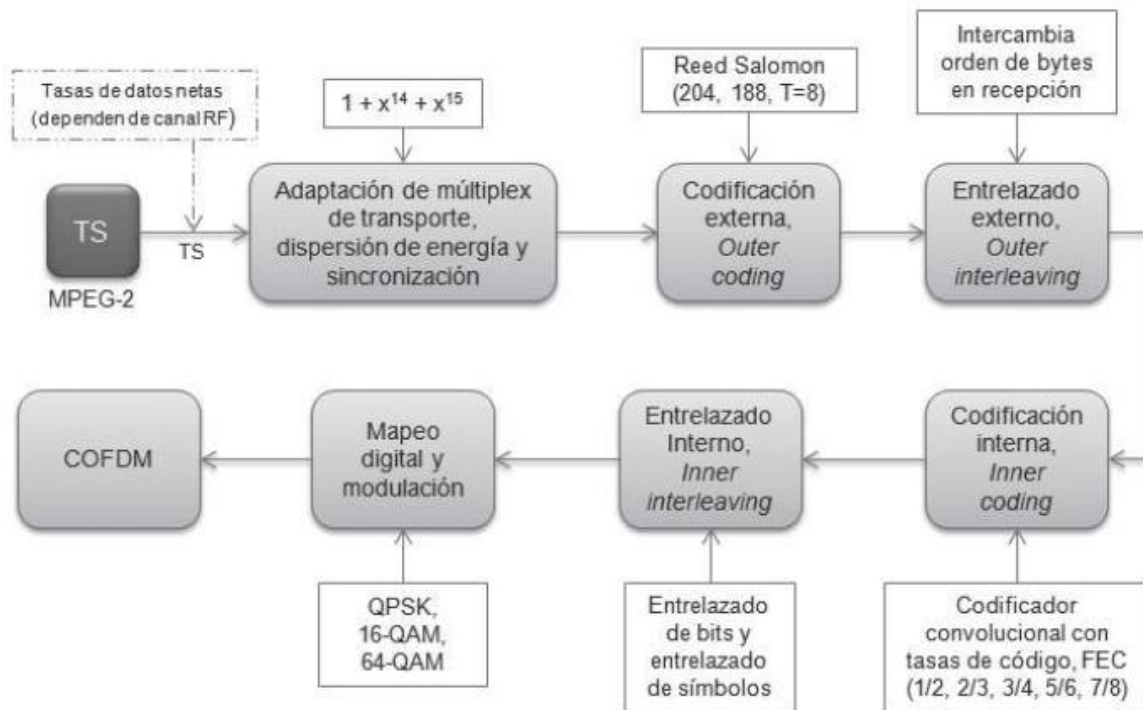


Figura 5. Diagrama de codificación de canal en DVB-T. (Carolina Moreno & gil, 2011)

En la figura anterior se muestra de una manera sintetizada el proceso que se le realiza a la señal para que sea lo suficientemente robusta y pueda ser transmitida por medio del aire corrigiendo la mayor cantidad de errores posibles.

4.2.8. Características básicas de la transmisión y equipos.

Basándose en la **Resolución CRC 4337 de 2013** y el **Documento Amarillo Regulación de Infraestructura de la CRC** se da una serie de parámetros y normas para la recepción y transmisión de la TDT en Colombia.

En el campo de las redes La Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM, en su calidad de Cuerpo Técnico Consultivo del Gobierno Nacional presentó a la CNTV en julio de 2010 las recomendaciones acerca de los parámetros técnicos que se deberían regular en transmisión y en recepción así como coexistencia de redes. La mencionada Asociación presentó a la CNTV, en marzo de 2012, la tabla actualizada de parámetros técnicos para el estándar DVB-T2, la cual se presenta en el (Anexo 2), la cual se incluyen parámetros globales, de transmisión, de receptores y decodificadores(Colombia, Septiembre de 2012).

En relación con las especificaciones técnicas de los equipos receptores para la televisión digital Terrestre en Colombia, la Junta Directiva de la Comisión Nacional de Televisión, aprobó el documento “*Requerimientos Técnicos Mínimos de los Receptores de Televisión Digital Terrestre en Colombia*”, en el cual se establecen los requisitos mínimos que garantizan la compatibilidad de televisores y set top boxes con la señal radiodifundida de televisión digital DVB-T2 que se emite en Colombia, los cuales se relacionan a continuación:

TELEVISORES

Obligatorios:

- Sintonizador de televisión digital terrestre estándar DVB-T.
- Canalización en 6 MHz.
- Sistema de vídeo digital MPEG-4 (parte 10) / H.264.

Sintonizador de televisión analógica estándar NTSC-M.

- Bandas de operación (para sistema analógico y digital).
 - VHF: 54 - 72 MHz.
76 - 88 MHz.
174 - 216 MHz.
 - UHF: 470 - 806 MHz.

- Video: El equipo debe tener la capacidad de recibir las señales con las diferentes resoluciones emitidas por los operadores de televisión (incluida la resolución 1080i30fps 60 Hz) y desplegarlas con la resolución propia de la pantalla.
- Ajustables a la pantalla propia del televisor las relaciones de aspecto 4:3 y 16:9.
- Audio: Capacidad de decodificar MPEG-1 y/o MPEG-2 Backward Compatible, layer I y II en los siguientes modos:
 - ISO/IEC 11172-3single channel.
 - ISO/IEC 11172-3joint stereo.
 - ISO/IEC 11172-3stereo.

- Capacidad de realizar Downmix a par estéreo de audio en formato AC-3 (ETSI TS 102366).
 - Soportar Guía Electrónica de programación (EPG) (ETSI TR 101 211 y EN 300 468).
 - Entrada RF: conector tipo F de 75Ω.
 - Función de Subtitulación (ETSI EN 300 743).
 - Capacidad para actualizar el software del sistema OAD (On Air Download). DVB-SSU (ETSI TS 102 006).
 - Alimentación 120V - 60Hz.

Opcionales:

- Common Interface (Acceso condicional).
- Decodificación de audio: Enhanced AC-3, MPEG-4 AAC, MPEG-4 HE-AAC.
- Pass-Through para el formato de audio AC-3.

- Interactividad MHP o Hbbtv.

SET TOP BOXES - STB

Obligatorios

- Sintonizador de televisión digital terrestre estándar DVB-T.
- Canalización en 6 MHz.
- Sistema de vídeo digital MPEG-4 (parte 10) / H.264.
- Bandas de operación
 - VHF: 54 - 72 MHz.
76 - 88 MHz.
174 - 216 MHz.
 - UHF: 470 - 806 MHz.
- Salida video: El equipo debe tener la capacidad de recibir las señales con las diferentes resoluciones emitidas por los operadores de televisión (incluida la resolución 1080i30fps 60Hz) y entregar en sus salidas como mínimo una señal de vídeo de resolución 480i30fps60Hz.
- Capacidad de manejar señales radiodifundidas con relaciones de aspecto 4:3 y 16:9.
- Audio: Capacidad de decodificar MPEG-1 y/o MPEG-2 Backward Compatible, layer I y II en los siguientes modos:
 - ISO/IEC 11172-3single channel.
 - ISO/IEC 11172-3joint stereo.
 - ISO/IEC 11172-3stereo.
- Capacidad de realizar Downmix a par estéreo de audio en formato AC-3 (ETSI TS 102366).
- Soportar Guía Electrónica de programación (EPG) (ETSI TR 101 211 y EN 300 468).
- Display o la función OSD (OnScreenDisplay) para indicar el canal seleccionado.
- Búsqueda de canales automática.
- Entrada RF: conector tipo F de 75Ω.

- Salidas:
 - Conector F de 75Ω trasmodulada NTSC-M en CH 3 o 4.
 - RF Loop-Through.
 - Vídeo compuesto (CVBS).
- Función de Subtitulación (ETSI EN 300 743).
- Capacidad para actualizar el software del sistema OAD (On Air Download). DVB-SSU (ETSI TS 102 006).
- Alimentación 120V - 60Hz.

Opcionales:

- Salidas: vídeo por componentes (YPbPr), HDMI, S-Video.
- Common Interface (Acceso condicional).
- Decodificación de audio: Enhanced AC-3, MPEG-4 AAC, MPEG-4 HE-AAC.
- Pass-Through para el formato de audio AC-3.
- Salidas de vídeo en resolución 720p60fps 60Hz, 1080i30fps 60Hz.
- Interactividad MHP o MbbTV.(Colombia, Septiembre de 2012)

4.2.9. Desarrollo de modelos conceptuales

Antes de comenzar con la investigación es pertinente tener en cuenta los elementos y los componentes básicos para el desarrollo de modelos conceptuales, ya que desde este punto arrancan el objetivo del trabajo.

Se puede decir en pocas palabras que un modelo conceptual es aquella representación del sistema por medio de definiciones organizadas en forma estructurada(Larman, 2010).Los *modelos conceptuales* se utilizan para representar la realidad a un alto nivel de abstracción, para construir una descripción de la realidad fácil de entender.

Un buen Modelo conceptual:

- Presenta un cuadro de la situación en el sitio del proyecto.
- Muestra supuestos vínculos entre los factores que afectan a la condición de interés.
- Muestra las principales amenazas directas e indirectas que afectan a la condición de interés.
- Presenta sólo factores relevantes.
- Está basado en datos e información sólidos.
- Es el resultado de un esfuerzo de equipo.

Un buen Modelo conceptual muestra la forma en la que se piensa que ciertos eventos específicos, situaciones, actitudes, creencias o comportamientos afectarán el estatus de alguna otra situación que se está interesado en influenciar.

El proceso de elaboración de un Modelo conceptual puede dividirse en dos fases generales.

Fase 1: involucra la creación de un *Modelo conceptual inicial* que muestre lo que está ocurriendo en el sitio de proyecto antes de iniciar el proyecto. Este modelo describe la condición de interés, los factores y las relaciones del sitio antes de iniciarse el proyecto.

Fase 2: utiliza su Modelo conceptual inicial como una base y le añade las actividades del proyecto que se llevará a cabo para alcanzar los objetivos y las metas del proyecto. Una vez que se ha completado esta segunda fase, se tendrá un *Modelo conceptual del proyecto* que muestre la forma en la que se espera que su proyecto influya sobre la situación en el sitio.

Un Modelo conceptual es la base para una buena planificación de un proyecto y además permite ver explícitamente la forma en que distintos factores están vinculados entre sí y por consiguiente la mejor forma de planificar y manejar un proyecto. También muestra los posibles obstáculos o dificultades que puede encontrar en su camino e ilustra la forma en que las intervenciones planificadas pueden afectar la condición de interés.

4.2.10. Consideraciones de diseño para la transmisión de contenidos

Tasa Binaria

✚ 16,588 Mbps

Se partió de la tasa binaria empleada por los países más representativos en Europa que han adoptado el estándar DVB-T utilizando el canal de 8MHz, para hacer un equivalente al canal de 6MHz y promediarlo con el fin de obtener una tasa similar para Colombia.

Combinación DVB-T:

- ✚ Intervalo de guarda: 1/8.
- ✚ Tasa de codificación: 2/3.
- ✚ Modulación: 64-QAM.

Standard No.	Standard title
EN 302 296	Transmitting equipment for the digital television broadcast service, Terrestrial (DVB-T); Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE
EN 302 307	Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications
EN 300 743	Subtitling systems
ES 201 812	Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.0.3
EN 300 468	Specification for Service Information (SI) in DVB systems
EN 301 790	Interaction channel for satellite distribution systems
EN 302 304	Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)
EN 300 744	Framing structure, channel coding and modulation for digital
EN 301 192	DVB specification for data broadcasting
EN 300 472	Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB
ES 200 800	DVB interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV)

Figura 6. Tabla Estándares ETSI - DVB-T.(ETSI, 2004)

De acuerdo a la tabla de la norma ETSI EN 300 744 y a la tasa binaria anterior se eligió trabajar con una combinación que se considera óptima, ya que se pretende contar con las mejores condiciones en el sistema, dado que esta maneja un buen grado de protección de la información y un buen intervalo de guarda que protege la señal frente a interferencias intersimbólica o señales reflejadas por multitrayecto.

C/N mínimo requerido para 6 MHz

✚ Canal Rayleigh: 19 dB

Se decide trabajar con el canal Rayleigh, debido a que permite darles igual importancia a todas las trayectorias generadas en la transmisión y describe de manera adecuada los entornos urbanos densos.

Niveles de intensidad de campo (Canal Rayleigh)

- ✚ Recepción Fija 70%: 46 dBuV/m
- ✚ Recepción Fija 95%: 52 dBuV/m
- ✚ Recepción Portable Outdoor 70%: 65 dBuV/m
- ✚ Recepción Portable Outdoor 95%: 71 dBuV/m
- ✚ Recepción Portable Indoor 70%: 73 dBuV/m
- ✚ Recepción Portable Indoor 95%: 83 dBuV/m

Modo de transmisión

✚ 8K (6817 Portadoras)

Patrón de radiación

- ✚ Horizontal, utilizando un arreglo de antenas de tres paneles, el patrón se muestran la Figura 7.

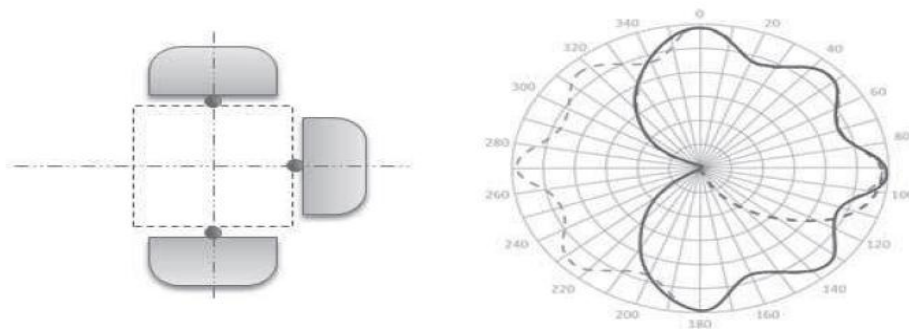


Figura 7. Patrón de radiación horizontal haciendo uso de tres paneles.

Se hace uso de este patrón de radiación pues es el que mejor desempeño presenta al cubrir el área en estudio. Aunque normalmente para el diseño y la implementación de redes DVB-T se hace uso de antenas omnidireccionales.

Altura del sistema radiante

✚ 118 metros

Modelo de propagación

Para mejores resultados, se utiliza una combinación de varios modelos de propagación:

- ✚ Modelo determinístico: ITU-R 525/526, considera línea de vista directa entre el transmisor y el receptor.
- ✚ Modelo de pérdidas por difracción: ITU-R. 526 Deygout, cuantifica la atenuación debida a la obstrucción por infinitos obstáculos en la línea de vista entre el transmisor y el receptor.
- ✚ Modelo de pérdidas por multitrayecto: ITU-R. 526, apropiado cuando se presentan efectos de multitrayectoria debidos a numerosas reflexiones por la obstrucción parcial de la zona de Fresnel.

4.2.11. **HbbTv.**

Hybrid Broadcast Broadband TV o HbbTV [Hbb], es un proyecto paneuropeo de televisión híbrida cuyo objetivo es combinar las emisiones de televisión (broadcast) con servicios de banda ancha (broadband) para entregar al telespectador un servicio de entretenimiento a través de una pantalla de televisión. La Televisión Híbrida trata por tanto de proporcionar un servicio de televisión y de contenido Web mediante banda ancha(hbbtv).



Figura 8. Modelo de comunicación HBBTV(hbbtv)

El estándar HbbTV abre la puerta a una experiencia de TV interactiva ya que mediante la adopción de este estándar los telespectadores podrán acceder a nuevos servicios de entretenimiento como:

- ✚ Recuperación de programas de televisión Vídeo bajo demanda (VoD).
- ✚ Publicidad interactiva.
- ✚ Información personalizada en el televisor.
- ✚ Votación.
- ✚ Juegos.
- ✚ Aplicaciones interactivas.
- ✚ Navegación Web.
- ✚ Redes sociales, etc...
- ✚ Servicios relacionados con el propio programa, como son el Teletexto y la Guía Electrónica de Programación (EPG)

La HbbTV ofrece una plataforma tecnológica abierta y neutral que combina perfectamente los contenidos de televisión digital (satélite, cable o terrestre) con servicios de banda ancha

permitiendo el acceso a servicios de Internet para todos aquellos espectadores que dispongan de un televisor o decodificador con HbbTV.

4.2.12. Modelo 4+1 vista

La arquitectura del software se trata de abstracciones, de descomposición y composición, de estilos y estética. También tiene relación con el diseño y la implementación de la estructura de alto nivel del software.

Los diseñadores construyen la arquitectura usando varios elementos arquitectónicos elegidos apropiadamente. Estos elementos satisfacen la mayor parte de los requisitos de funcionalidad y performance del sistema, así como también otros requisitos no funcionales tales como contabilidad, escalabilidad, portabilidad y disponibilidad del sistema.

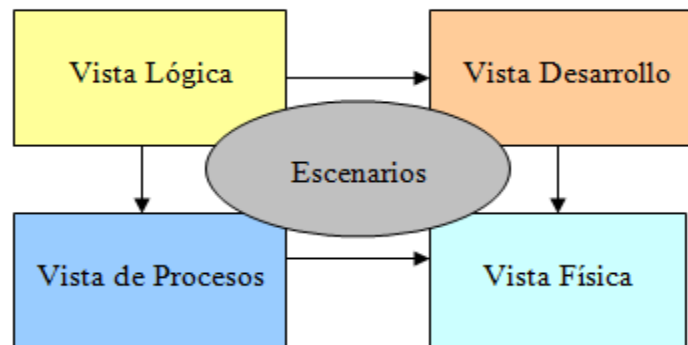


Figura 9. Modelo 4+1 vista(Kruchten, 1995)

5. OBJETIVOS

5.1. General

Modelar conceptualmente la Trasmisión de los paquetes de contenidos interactivos en la TDT, para describir el proceso de interactividad en el estándar DVB-T2 acogido por Colombia, tomando como referente técnicas de transmisión de los paquetes.

5.2. Específicos

- Proponer un modelo conceptual que describa el comportamiento de los paquetes de contenido interactivo en la arquitectura de red del estándar DVB-T2.
- Identificar los requisitos funcionales que se deben tener en cuenta para el envío de paquetes que acople contenido interactivo.
- Implementar un escenario simulado de laboratorio para la recolección de información que ayude a valorar el comportamiento de los paquetes de contenido interactivo
- Analizar los resultados obtenidos y compararlos con estudios similares realizados en otros países donde se implementa el estándar DVB-T2.

5.3.Alcances

El alcance de la investigación radica en la construcción de un modelo conceptual para el análisis en la transmisión de contenido interactivo basándose en el estándar DVB-T2, para eso se tienen en cuenta la manera en que los paquetes se transportan desde su origen hasta su destino, tanto en la parte audio visual como la parte interactiva, el espectro radio eléctrico y su propagación, las tecnología que se deben utilizar para el canal de retorno y tenerla como base, se realizan estudios simulados donde se transmitan contenidos interactivos por el canal, con el fin de probar y experimentar una arquitectura diseñada.

Para tener claridad del tema, se estudiará los aspectos más relevantes de la transmisión como:

- La tasa binaria
- Las condiciones mínimas que debe tener el estándar DVB-T2 (intervalo de guarda, tasa de codificación, modulación).
- C/N mínimo requerido
- Canal Rayleigh
- Niveles de intensidad de campo (Canal Rayleigh)
- Modo de transmisión
- Altura del sistema radiante
- Modelo de propagación

Con esto se tendrá un análisis del canal de retorno y se podrá especificar sus características básicas para su óptimo funcionamiento.

6. METODOLOGÍA

En este apartado se desarrollan los aspectos relacionados al tipo de estudio que se realizó, la muestra con que se trabajó, los instrumentos realizados y el procedimiento para el desarrollo de un modelo conceptual, basado en estudios previamente simulados y documental.

6.1. Tipos y niveles de investigación

Tradicionalmente y de acuerdo con los propósitos inmediatos que se persiguen con la investigación, ésta se ha dividido en dos formas: la pura o básica y la aplicada. En la vida diaria se afrontan diferentes realidades y problemas, eso exige que se aborden de diferente forma. Es así como surgen los tipos de investigación: histórica, descriptiva, experimental, etc.



Figura 10. Formas de investigación. (Ramírez, 2011)

El tipo de investigación de forma aplicada, la cual busca confrontar la teoría con la realidad. Es el estudio de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata. Coincidiendo con el fin principal de este proyecto que pretende emplear un modelo conceptual y del cual se desprenda una arquitectura para el estudio del transporte de contenido interactivo.

6.1.1. Tipo de investigación

El trabajo intelectual realizado de manera reiterada ha conducido a la distinción de ciertos tipos de investigación derivados de criterios o rasgos que la caracterizan. Así, aunque algunos autores consideran arbitrario.

La investigación aplicada se caracteriza porque los resultados obtenidos pretenden aplicarse o utilizarse en forma inmediata para resolver alguna situación problemática. Busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.(facil, 2013)

La estructura a seguir, en la investigación fue el diseño de campo, donde los datos obtenidos fueron directamente de la realidad, es decir, directamente de estudios ya hechos y la infraestructura y el estándar que emplea Colombia, permite cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita la revisión y modificación de estos.

La investigación fue realizada en la ciudad de Cartagena de Indias y distintas ciudades de Colombia, donde por medio de documentos, observación, visitas y foro se logró la recolección de los datos que permitieron desarrollar el proyecto a cabalidad. La investigación tuvo un tiempo aproximado de un año el cual comprende desde julio de 2013 y julio del 2014, en el cual se hicieron las indagaciones y consultas pertinentes.

Esta investigación se considera aplicada ya que el modelo conceptual que se pretende realizar se tendrá en cuenta para su aplicación en Colombia en el ámbito interactivo. Debido a que esta no se toma de una manera clara. En la actualidad, Colombia presenta una serie de atrasos en cuestiones de interactividad en la TDT.

6.1.2. Niveles de investigación

El proceso individual y/o societario se inicia con la identificación-distinción mediante conceptos simples que reproducen los objetos de la realidad inmediata, singular y aislada. Luego se establecen las relaciones semejantes y diferencias clasificando y agrupando los objetos mediante términos de mayor nivel de generalización, constituyendo los conceptos o categorías científicas.

A su vez, dicho proceso permite detectar relaciones de causas y efectos entre los diferentes campos del saber hasta visualizar la realidad como un conjunto interrelacionado de estructuras parciales con estructuras globales teóricas. De modo que este proceso de manera gradual y sistemática se puede agrupar en los niveles descriptivo, explicativo y predictivo.(facil, 2013)

6.1.2.1.Nivel descriptivo.

Describir significa narrar, dibujar los controles de una cosa, sin entrar en su esencia. Por lo tanto, constituye el primer nivel del conocimiento científico. Como consecuencia del contacto directo o indirecto con los fenómenos, los estudios descriptivos recogen sus características externas: enumeración y agrupamiento de sus partes, las cualidades y circunstancias que lo entornan, etc.(facil, 2013).

Con este nivel se busca describir el Transporte de los paquetes en el canal de retorno y tener una percepción de su comportamiento y así evaluar y medir los datos que se perciben y de esa manera hacer predicciones.

(Hernández, 2006), en el libro “Metodología de la Investigación”, habla acerca de la investigación experimental donde define el término “Experimento” como “situación de control en el cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)”.

En la investigación experimental el investigador forma parte “activa” del estudio, siempre son prospectivos (planeados), longitudinales (medición antes – después), analíticos (relacionan variables) y de nivel investigativo “explicativo” (causa – efecto); debiendo ser controlados.(SCHEM, 2011).

De lo anteriormente dicho esta investigación tendrá una metodología que sigue un carácter descriptivo, analítico, investigativo, aplicada y experimental para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos orientados hacia el logro del objetivo general del proyecto. El nivel de esta investigación es experimental, porque se introdujeron variables al problema (en el proceso de simulación) para observar el comportamiento de otras variables (transmisión), que lo lleven a generalizar el comportamiento de las señales.

6.2.Técnicas de recolección y de Análisis de información

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos del presente proyecto, se plantea como actividad metodológica el diseño y aplicación de instrumentos de recolección de información. La información se tomará del resultado que se genere de las pruebas del proyecto y de información documental que se encuentra en la literatura referente al tema, la asistencia a foros en los cuales se exponía todo lo relacionado al tema.

Como técnica de análisis, se propone el Análisis de Contenido, teniendo en cuenta diferentes criterios de selección:

1. La naturaleza del estudio y el tipo de problema a investigar.
2. La definición de la unidad de análisis, el tipo y confiabilidad de la fuente de datos.
3. La disponibilidad de los recursos con que se cuenta para la investigación (dinero, tiempo, personal).

El proyecto se alimentó básicamente de información detallada obtenida de simulaciones realizadas por otros entes los cuales tienen mucha semejanza con lo que se quiere aplicar en nuestra investigación.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos orientados hacia el logro del objetivo general de proyecto, se realizaron las siguientes actividades:

- Como primera instancia se analiza la información, donde procedemos a leer literatura confiable donde se puede abarcar conceptos de televisión digital terrestre, interactividad y procesos de transmisión esto con el fin de revisar detalladamente el estado del arte que llevó a identificar los trabajos previos relacionados anteriormente; para cada uno de ellos se estudió la estructura de caracterización utilizada con el propósito de determinar aspectos comunes y complementarios.

Otra forma de recolección de información fue asistiendo a foros online y presenciales en los cuales se manejan temas de cómo se está trabajando la televisión digital terrestre en Colombia en la actualidad y en qué nivel es vista la interactividad y como se desea implementar. Este material recopilado se depuro e implemento para la construcción del modelo.

Con la literatura estudiada y con el Apropiamiento de tema procedimos a resumir la información más fiable en la cual se encontraran las características de la TDT, esta información es analizada y depurada para su utilización.

- Ya con la información y los datos recopilados, se procedió a identificar los conceptos para la construcción del modelo basados en el libro de UML y patrones (Larman, 2010); estos conceptos son como se muestra en la (Tabla 2). Utilizando herramientas de modelados se UML se procede a la construcción de dichos modelos. Esto también apoyado por los requerimientos funcionales del sistema.
- Como siguiente paso, se llega a la creación de la arquitectura del sistema basándose en los modelos ya hechos. Utilizando como base de estudio el modelo 4+1 vista el cual es de mucha ayuda para este tipo de proyectos en los cuales se debe tener a estructura y como está compuesto el sistema que se está analizando.

- por último con la arquitectura desarrollada se procederá a simular dicha arquitectura en un escenario controlado de laboratorio para hacer las pruebas pertinentes de lo desarrollado, estas simulaciones se desarrollan con los simuladores FireHbbTv y opera hbbtv emulator. Para analizar el tráfico se utilizaron sniffer para la captura del mismo.

Al finalizar se hará unos estudios de los datos obtenidos para sacar conclusiones y posibles recomendaciones, esta información será cotejada con otros estudios para tener un estudio serio y confiable.

6.2.1. Análisis de contenido

El Análisis de Contenido es una técnica que permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información acumulada (documentos escritos, films, grabaciones, etc.) en datos, respuestas o valores correspondientes a variables que investigan en función de un problema. El Análisis de Contenido, se puede definir como “una técnica de codificación, donde se reducen grandes respuestas verbales a preguntas esenciales en categorías que se representan numéricamente” (MUEHL, 2010).

La importancia del Análisis de Contenido es que permite recolectar datos de informaciones acumuladas en diferentes periodos de tiempo y hacer estudios comparativos.(padrinas, 1976)

La aplicación de este método en el proyecto consiste en la recopilación de información relacionada con el objeto de estudio, registrada en textos físicos, artículos, documentos publicados en la web, videos, resultados de estudios anteriores publicados, entre otras revisiones bibliográficas; que posteriormente serán revisadas, clasificadas y analizadas, para obtener datos relevantes en la investigación, que permitan la construcción de cuadros comparativos que hacen parte de metodología planteada.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados pertinentes al trabajo. Para su realización se ha seguido la guía de la metodología de la siguiente forma.

En primera instancia se procedió a leer e indagar documentación pertinente acerca del tema en fuentes confiables, donde se pudo observar y extraer los conceptos que se toman como base para la creación del modelo.

El modelo conceptual identifica los conceptos significativos de un dominio del problema; es la herramienta más usada e importante durante la creación del análisis de una investigación(Larman, 2010).

La creación de este modelo conceptual está inmersa en la fase de análisis del proyecto la cual tiene como puntos esenciales:

- La definición de los casos esenciales de uso
- La descripción de los diagramas de caso de uso
- La definición del modelo conceptual
- La definición de los diagramas de secuencia del sistema.

En el siguiente modelo conceptual se describe tanto la transmisión de contenidos interactivos como la parte audiovisual y una posible forma para su transporte.

A continuación se explica cada uno de los resultados que atienden los objetivos del trabajo:

7.1. Modelo conceptual que describe el comportamiento de los contenidos interactivos

Un modelo conceptual es la base para una buena planificación de un proyecto y además permite ver explícitamente la forma en que distintos factores están vinculados entre sí. El modelo conceptual ayuda al entendimiento del dominio del sistema referente a los contenidos interactivos.

Para continuar comenzamos realizando esta pregunta. *¿Qué se sabe de la interactividad en la TDT en Colombia?* Actualmente en Colombia se está hablando de TDT sólo en el ámbito de generación y emisión de contenidos audiovisuales, los cuales ya están siendo difundidos en algunos sectores del país como muestra la (Figura 1); la interactividad ha quedado a un lado como algo opcional. (Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, 2013).

La interactividad hace alusión a la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión. Estos contenidos se transmiten de forma bidireccional entre los equipos de recepción y transmisión de TDT, permitiendo al usuario ver informaciones asociadas al contenido audiovisual, la programación de los canales, participar en concursos, votaciones, comprar productos o servicios, e incluso participar en los propios programas de televisión con el mando a distancia. La interactividad es posible gracias a aplicaciones que complementan la programación, siendo el usuario el que decide si quiere o no verlos, y cuándo verlos.

La interactividad ofrece al espectador la posibilidad de personalizar el contenido que muestra su televisor, bien sea accediendo a información enviada durante el proceso de emisión pero que sólo se hace visible si el espectador lo desea, o bien accediendo a servidores con los que puede intercambiar información, a través de un canal de retorno utilizando el televisor como interfaz de salida (Gobierno de España. Ministerio de Industria).

En Colombia la TDT encamina a la transmisión de contenidos televisivos, no prestando atención hasta ahora a la interactividad desperdiciando un buen complemento de esta nueva tecnología.

Para contribuir a entender esta temática relacionada con la interactividad en la TDT, se plantea un modelo conceptual que describa el comportamiento de los paquetes de contenido interactivo. Cuando se habla de comportamientos se refiere a su transporte y los escenarios por los cuales debe pasar para su llegada al televidente. Con este modelo se trata de explicar el transporte de contenido interactivo y qué se debe tener en cuenta para ello.

El modelo conceptual pretende dar una idea de la importancia que tiene la interactividad en la televisión digital terrestre TDT en Colombia.

Como primera tarea tenemos la identificación de los conceptos relacionados con dominio del problema; en este caso *la transmisión de contenidos interactivos, con base en el estándar dvb-t2 aplicado en Colombia.*

Acorde a las guías de la metodología, tomamos para identificar los conceptos del sistema, el cuadro de lista de categorías (Tabla 2), mencionado por Craig Larman(Larman, 2010):

Lista de categorías de conceptos	
<i>Categoría del concepto</i>	<i>Concepto</i>
Objetos físicos o tangibles	Multiplexor Receptor Decodificador Televisor Router Compresor Servidor de aplicación
Aplicaciones	Aplicaciones interactivas
Especificaciones, diseño o descripciones de	Especificación de contenido

casos	interactivo Especificación de interactividad
Lugares	Programadoras Desarrolladores de contenidos
Papel del personal	Televidente Gestor de contenidos
Contenedores	Señal Canal de retorno Gestor de contenidos Espectro
Cosas dentro del contenedor	Contenidos
Organizaciones	Canales
Eventos	Transmisión Recepción
Procesos	Interactividad
Reglas y estándares	DVB-T2

Tabla 2: lista de Categorías. Identificación de conceptos – Modelo Conceptual.

Estos conceptos son la base del modelo conceptual que se muestra a continuación. Por simplicidad el modelo conceptual es dividido en varios submodelos para facilitar su visualización y explicación por simplicidad y con el fin de garantizar su lectura, el modelo conceptual se ha dividido en dos partes o submodelos, el submodelo de transmisión de contenidos televisivos que explica el transporte de los programas audiovisuales por el espectro basándose en el estándar adoptado por Colombia y el submodelo de transmisión de contenidos interactivos y explica el transporte de contenidos interactivos por el canal de retorno.

En este modelo se aprecia el transporte de los contenidos audio visuales y los contenidos interactivos y cómo sería posible el acople entre la parte interactiva con el contenido audiovisual y qué parte gestiona este proceso.

7.1.1. Transmisión de contenidos apoyados en el estándar DVB-T2

La transmisión de contenidos se basa en el transporte de la señal desde un emisor hasta una recepción. En este aspecto los contenidos son emitidos por el canal de televisión los cuales viajan por el espectro hasta ser recibidos por una antena receptora la cual envía la señal para ser visualizada por la audiencia en el televisor. Como se muestra en la (Figura 11)

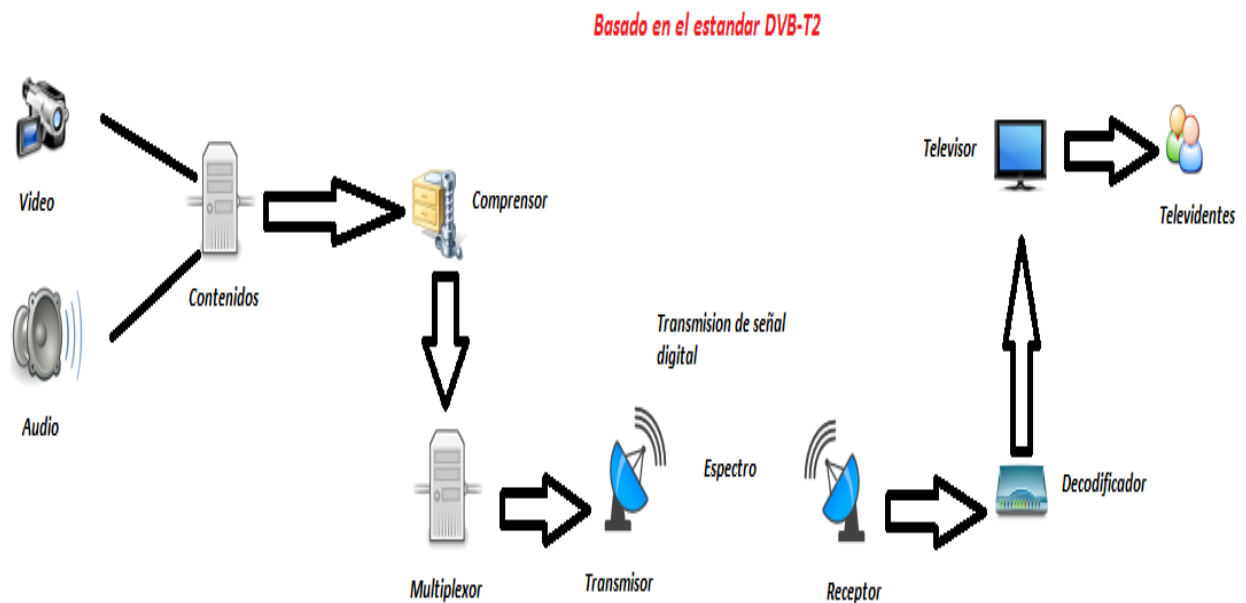


Figura 11. Grafico de transmisión de contenidos– Fuente(autores)

Lo anterior puede ser explicado en forma de conceptos que define el dominio del sistema de una manera clara y sencilla de entender por los lectores, así como se muestra en la Figura 12.

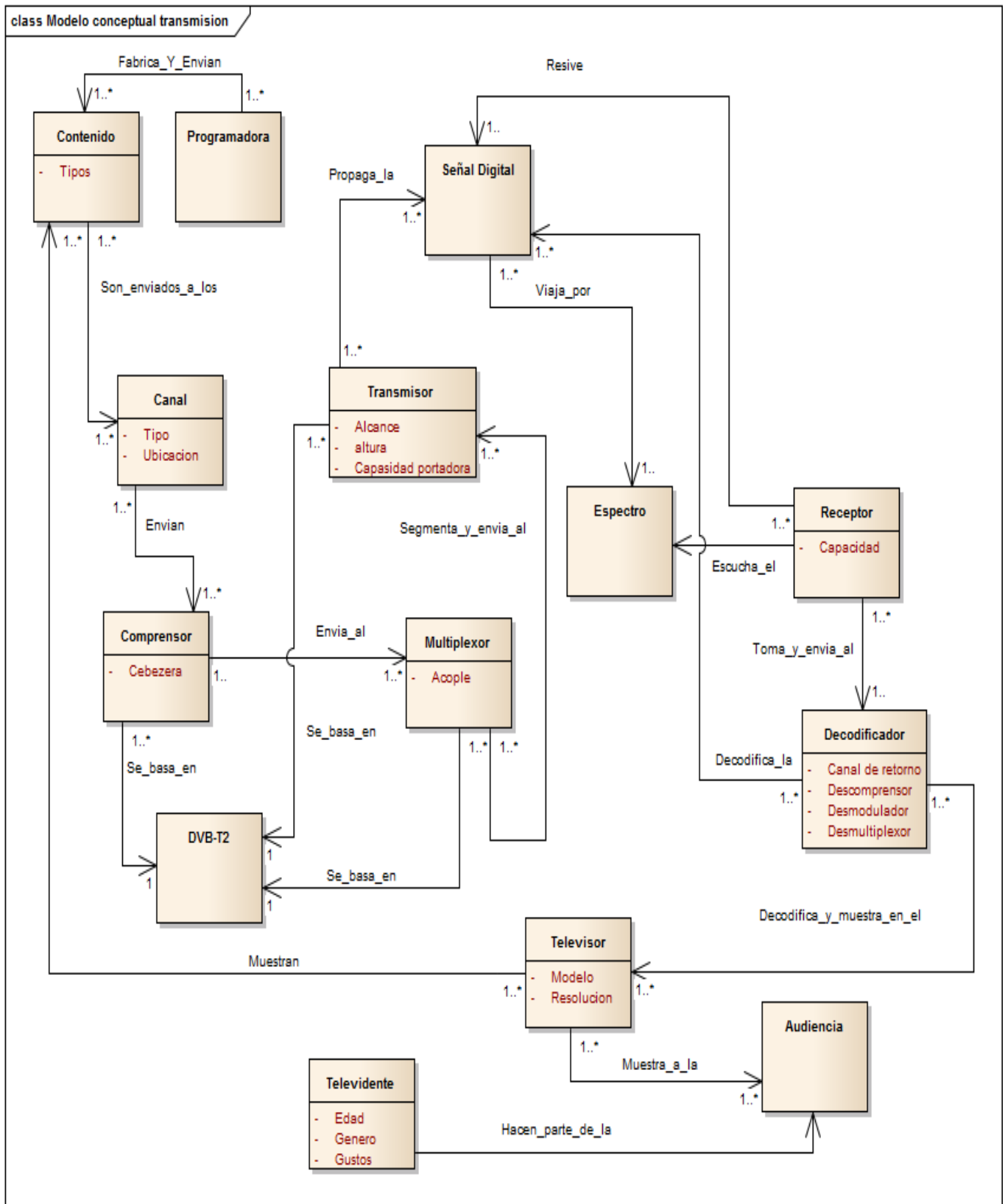


Figura 12. Modelo conceptual transmisión de señal. – Fuente (autores)

Este submodelo de dominio (Figura 12) define el recorrido que tiene que hacer el contenido audiovisual desde su creación hasta el consumidor final basado en el estándar DVB-T2 acogido por Colombia.

Inicialmente las programadoras arman su paquete de contenido programático que desean transmitir, estos llegan a los canales de transmisión según su área en concreto, en el canal se arma una parrilla de programación, con datos externos al programa (comerciales, logos, información extra) y programas de diferentes programadoras.

Después de armado el contenido, éste debe ser sometido a un proceso de compresión para codificar y digitalizar la señal. En la TDT. Se puede emitir por la misma frecuencia en el espectro varios canales a esto se le llama multiplexación, ya multiplexados y listo para su emisión al televidente estos son transportados al centro de emisión para emitirlos a través de un transmisor el cual propaga la señal por el espectro radioeléctrico, que son el conjunto de frecuencias que se propagan por el aire y transportan la señal de manera inalámbrica.

Esta señal es recibida a través de una antena o dispositivo de recepción y es conducida hasta el decodificador quien se encargará de comprobar los permisos de visibilidad y posterior demodulación de la señal para poder ser visualizada en el televisor, aunque algunos televisores modernos disponen de este dispositivo internamente pero hacen el mismo trabajo, por último el televidente puede observar la programación difundida por el canal, cabe agregar que por la misma frecuencia puede viajar más de un canal como se muestra en la (Figura 13).



Figura 13. Canales Transmitido Por TDT en Colombia en la actualidad. – Fuente(autores)

7.1.2. Interactividad apoyada en el estándar DVB-T2.

En el aporte anterior se trató el tema de transmisión de la señal digital bajo el estándar DVB-T2 en el cual se explicó el manejo y el recorrido que se le da a la señal desde su origen hasta su destino. En el presente numeral se complementa con la explicación de la interactividad y cómo es su transporte de envío y recepción por el canal de retorno así como se muestra en la (Figura 14)

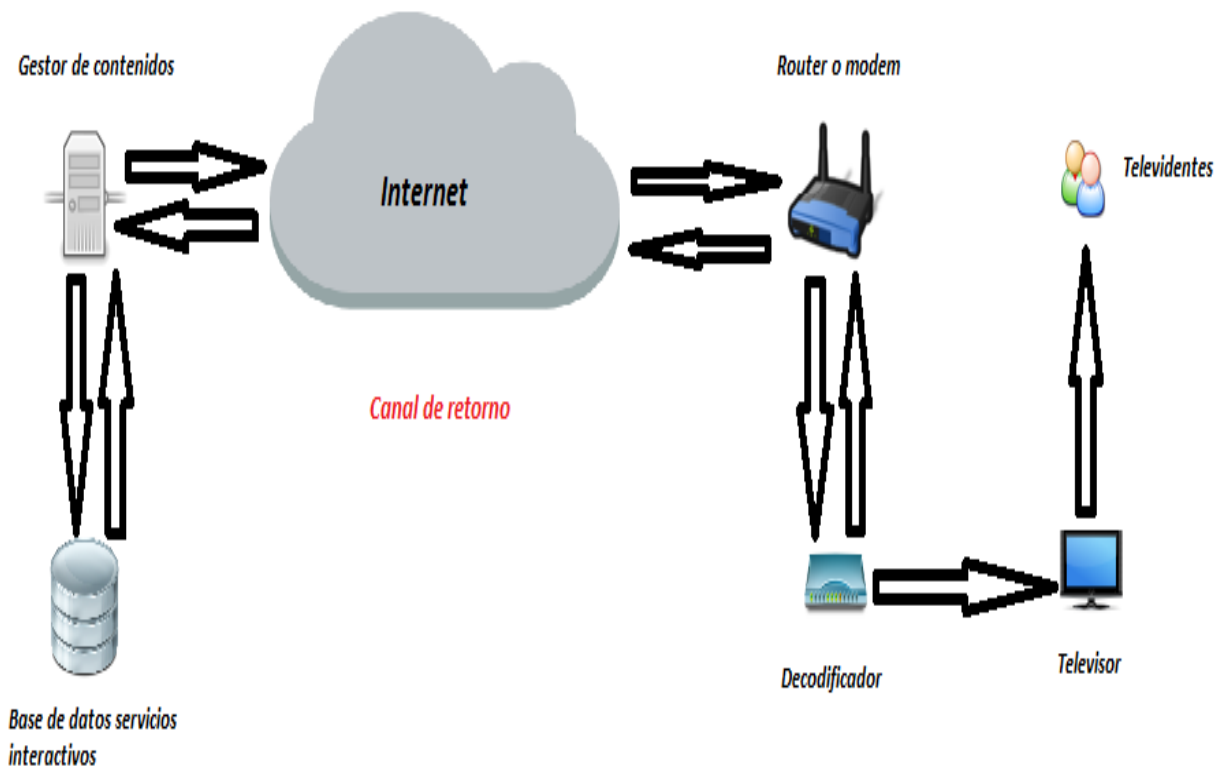


Figura 14. Grafica de transporte de la interactividad– Fuente(autores)

Lo anterior puede ser explicado en forma de conceptos que define el dominio del sistema de una manera clara y sencilla de entender por los lectores, así como se muestra en la (Figura 15).

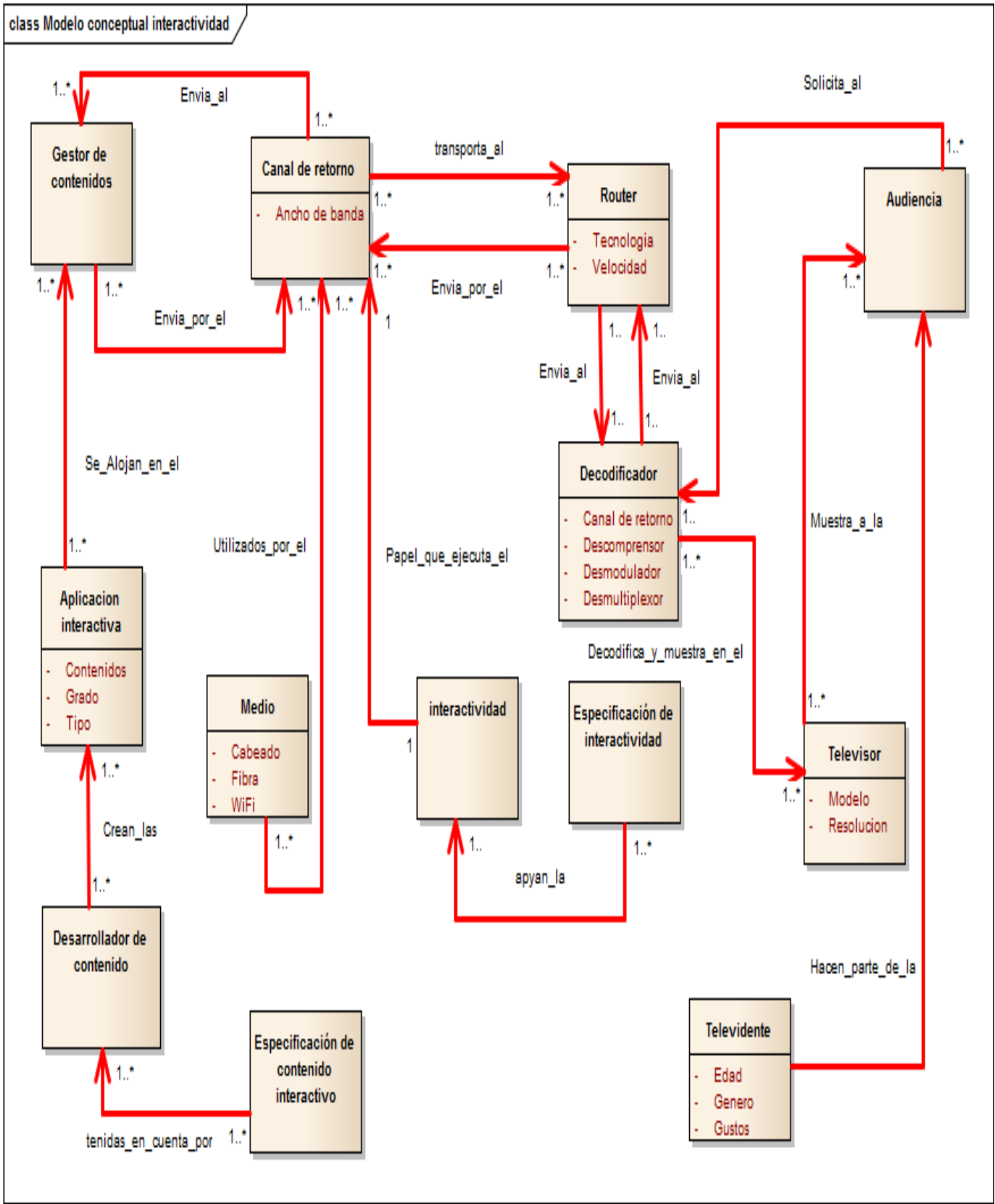


Figura 15. Modelo conceptual de la interactividad– Fuente(autores)

En este modelo de dominio podemos apreciar el tema principal del proyecto la interactividad, la cual se quiere estudiar a fondo para que pueda ser entendida y analizada.

El modelo en la parte interactiva el televidente puede interactuar con el contenido televisivo gracias una conexión a internet proporcionada por su proveedor y basándose en el protocolo TCP/IP, cuando el usuario lo solicite podría iniciar la aplicación interactiva con la ayuda del canal de retorno en este caso puede ser cualquier medio guiado o no guiado que se utilice en la actualidad. Que conecta al gestor de contenidos en el cual se alojan y despachan los contenidos, a su vez realiza la gestión entre las aplicaciones interactivas y los canales de televisión y así por fin el televidente podría recibir o enviar información al centro de emisión con relación al contenido que está visualizando en momento real.

7.2.Requisitos funcionales que se deben tener en cuenta para el envío de paquetes que acople contenido interactivo.

Los requisitos funcionales son aquellos que definen la función del sistema, estos requisitos son un conjunto de entradas que ayudan a una buena planificación de un proyecto y explican cómo se debe comportar el sistema. Estos requisitos describen la interacción entre el sistema y su ambiente independientemente de su implementación.

Para contribuir a entender la temática relacionada con la interactividad en la TDT y apoyado en los modelos planteados en el numeral anterior, se extraen los requisitos funcionales del sistema para la descripción del comportamiento de los paquetes de contenido interactivo. Cuando se habla de comportamientos se refiere a su transporte y los escenarios por los cuales debe pasar para su llegada al televidente. Con este modelo se trata de explicar cómo se lleva a cabo el transporte de contenido interactivo y qué se debe tener en cuenta para ello.

Estos requerimientos pretenden evidenciar cómo sería el comportamiento del sistema y resaltar la importancia que tiene la interactividad en la televisión digital terrestre TDT en Colombia.

En las tareas a realizarse debe identificar de manera precisa los requerimientos relacionados con dominio del problema; en este caso *la transmisión de contenidos interactivos, con base en el estándar dvb-t2 aplicado en Colombia.*

7.2.1. Modelo de requisitos

7.2.1.1.Requisitos funcionales

Inicialmente se identifican las necesidades que se presentan y documentarlas para saber lo que en verdad se necesita estudiar. Para establecer unos buenos requerimientos debemos tener en cuenta:

- Panorama general
- Clientes
- Metas
- Funciones del sistema
- Atributos del sistema

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a identificar los requerimientos del problema, estos requerimientos fueron divididos por subsistemas para su mayor entendimiento y comprensión.

7.2.1.1.1. Requerimientos para transmitir señales audiovisuales

Ref. #	Función	Categoría
R1.1	Identificar y generar los contenidos (Tipos)	Evidente
R1.2	Comprensión de los contenidos y agregación de cabecera	Oculto
R1.3	Segmentación de los contenidos (Multiplexación)	Oculto
R1.4	Transmisión de los contenidos por el espectro radioeléctrico	Oculto

R1.5	Recepción de la señal portadora	Oculto
R1.6	Descompresión de la señal obtenida del espectro	Oculto
R1.7	Visualización del contenido	Evidente

Tabla 3.Requerimientos de transmisión

7.2.1.1.2. Requerimientos para transmitir la Interactividad

Ref. #	Función	Categoría
R2.1	Desarrollo de los contenidos interactivos para su uso e implementación en la TDT.	Evidente
R2.2	Gestionar los contenidos interactivos para su uso	Evidente
R2.3	Enviar por el canal de retorno la petición interactiva realizada	Oculto
R2.4	Visualizar la petición interactiva hecha	Evidente
R2.5	Solicitar el contenido interactivo asociado al programa que se visualizando y tenga esa opción	Evidente

Tabla 4.Requerimientos de Interactividad

En la extracción que se pudo hacer con base a la documentación leída foros asistidos, los cuales han sido de mucha ayuda para la identificación de estos requerimientos.

7.2.1.2.Casos de uso y diagramas de secuencia

Para el desarrollo óptimo del modelo conceptual y el entendimiento de sus requerimientos de uso y de transmisión se ve la necesidad de creación de modelos de casos de uso que ilustren su relación con los personajes y de qué manera se ven beneficiados.

7.2.1.2.1. Caso de uso Transmision

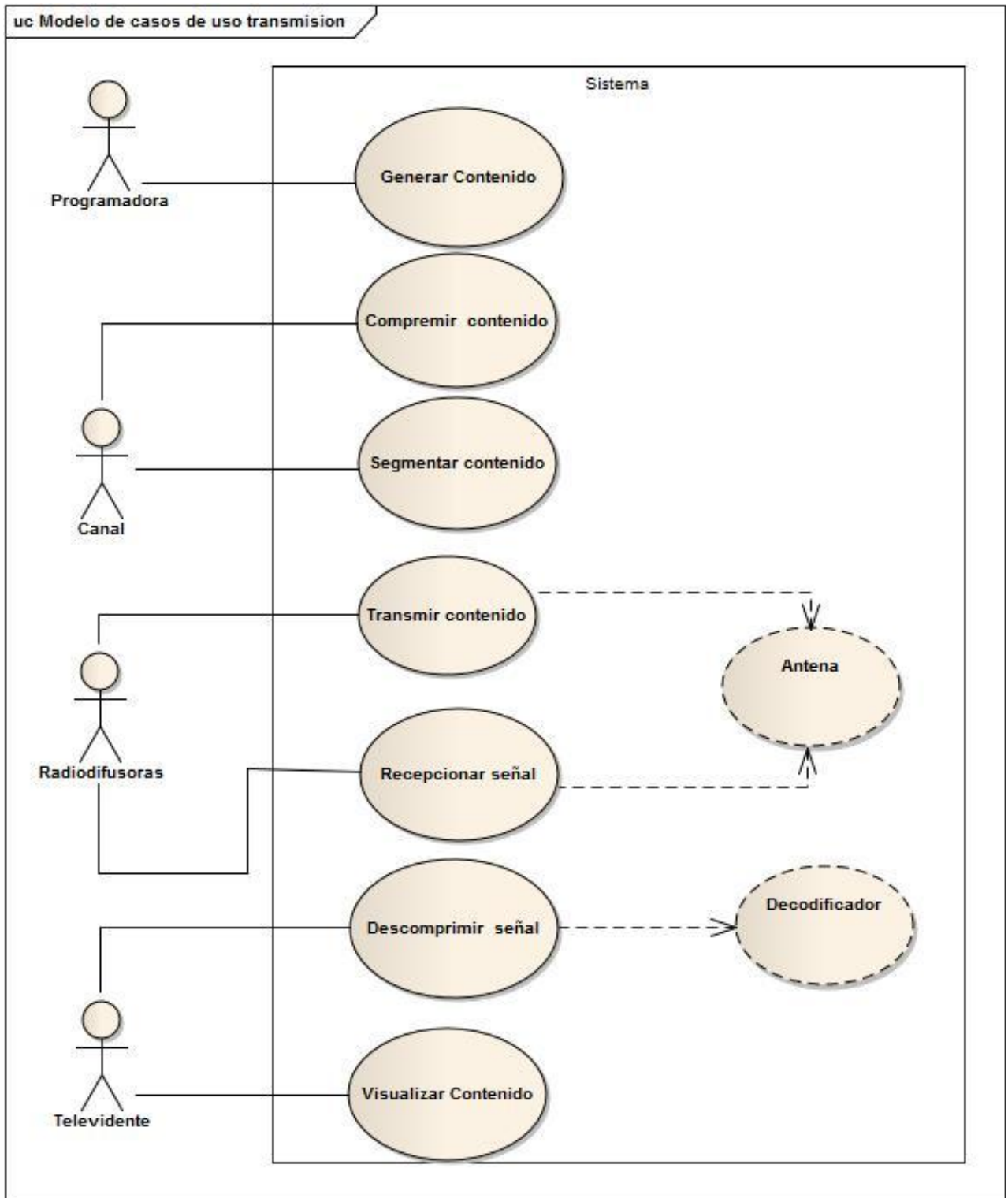


Figura 16. Diagrama de caso de uso de la transmisión– Fuente(autores)

7.2.1.2.2. Diagramas de secuencias: Transmisión de contenidos audiovisuales

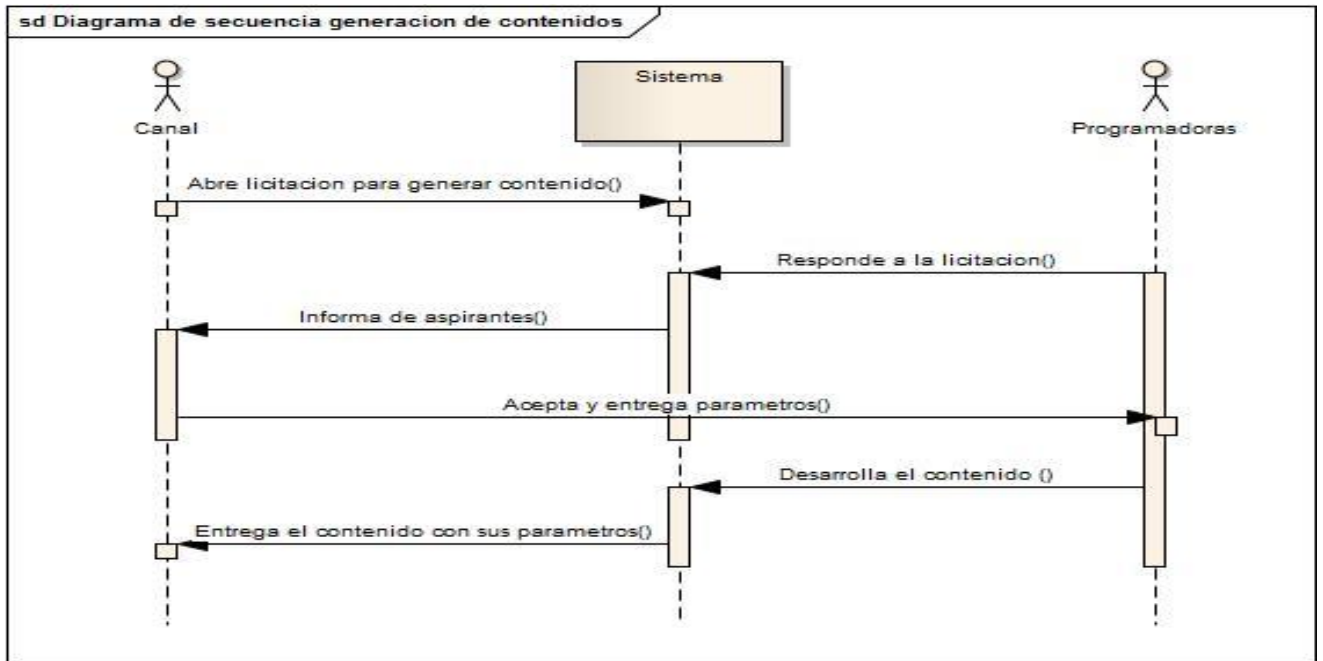


Figura 17 diagrama de secuencia: generación de contenidos. – Fuente(autores)

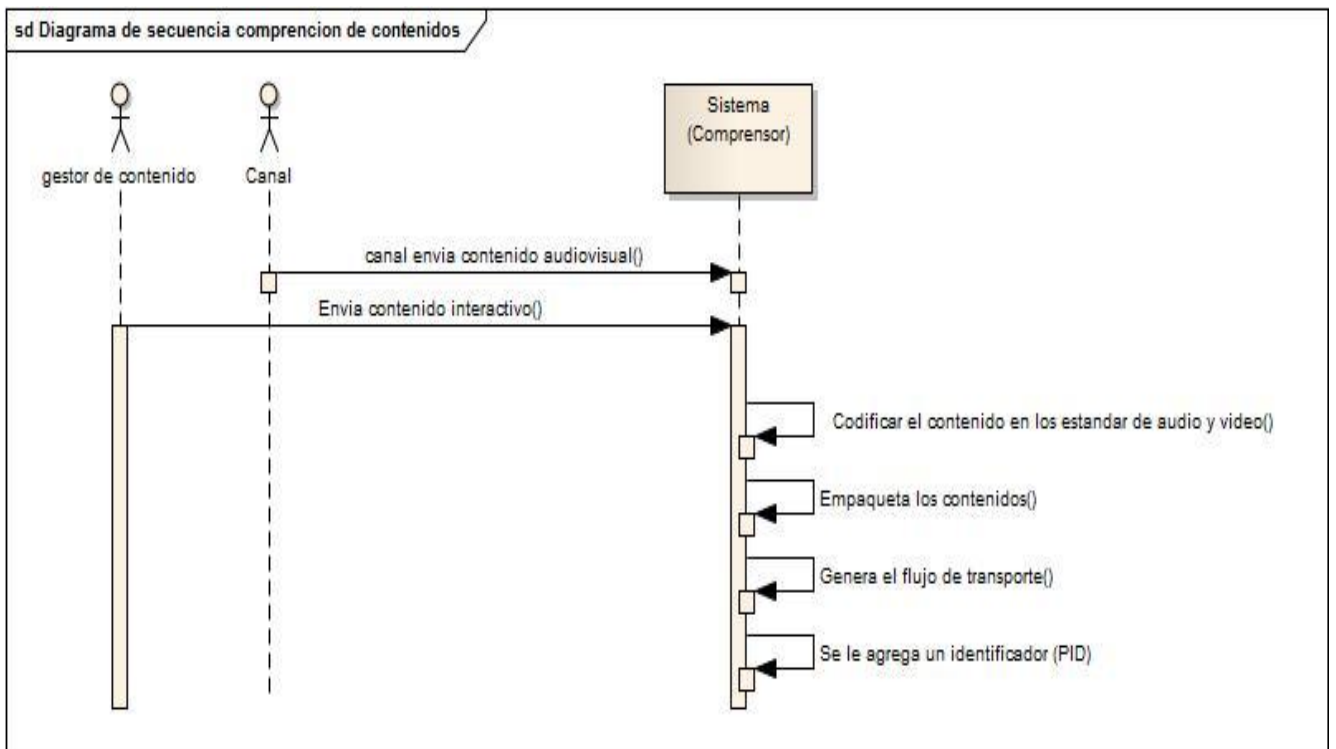


Figura 18 diagrama de secuencia: comprensión de contenidos– Fuente(autores)

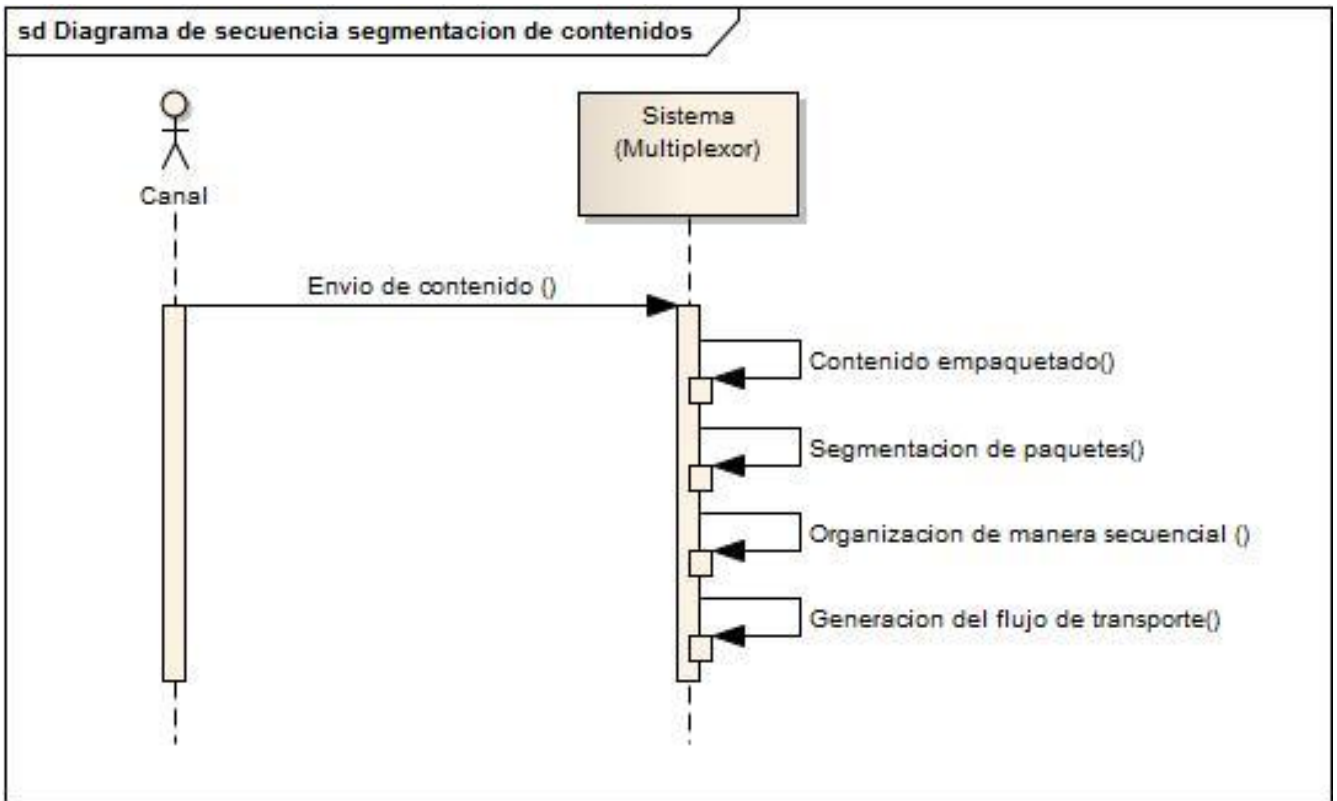


Figura 19 diagrama de secuencia: segmentación de contenidos– Fuente(autores)

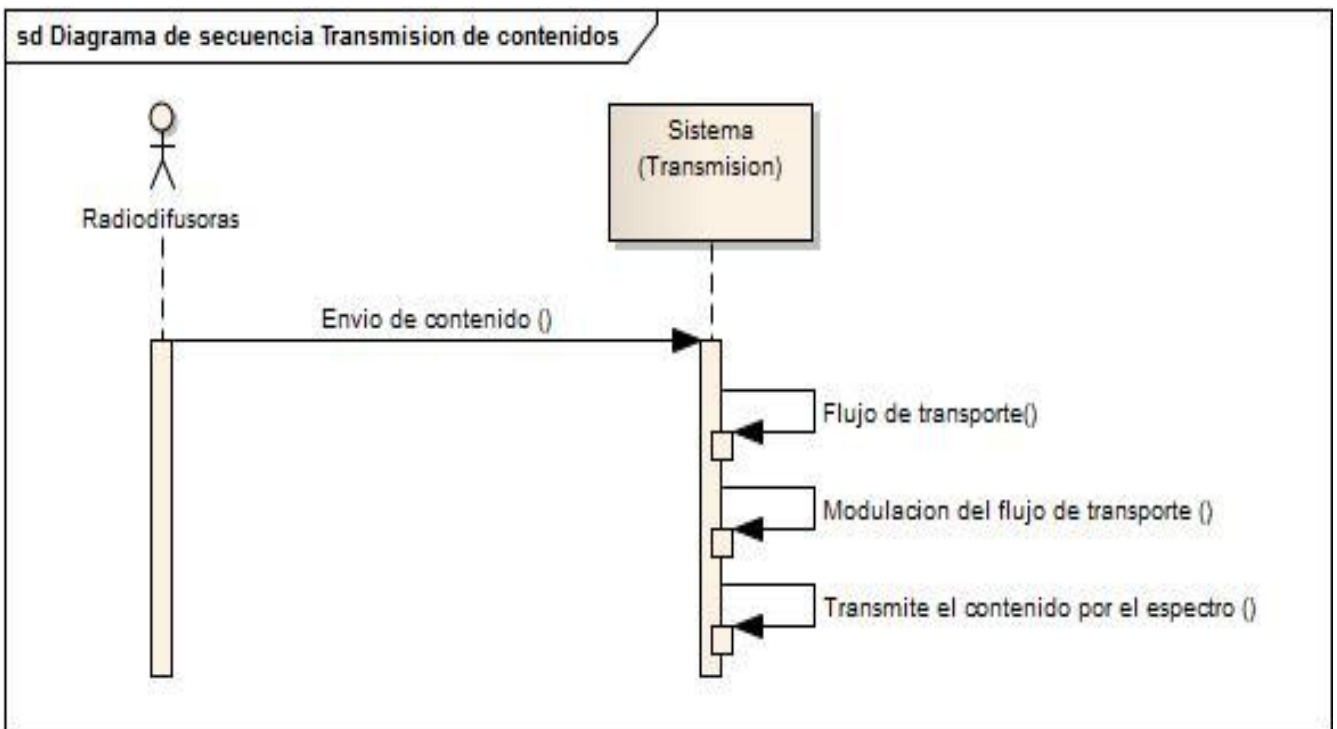


Figura 20 diagrama de secuencia: Transmitir contenidos– Fuente(autores)

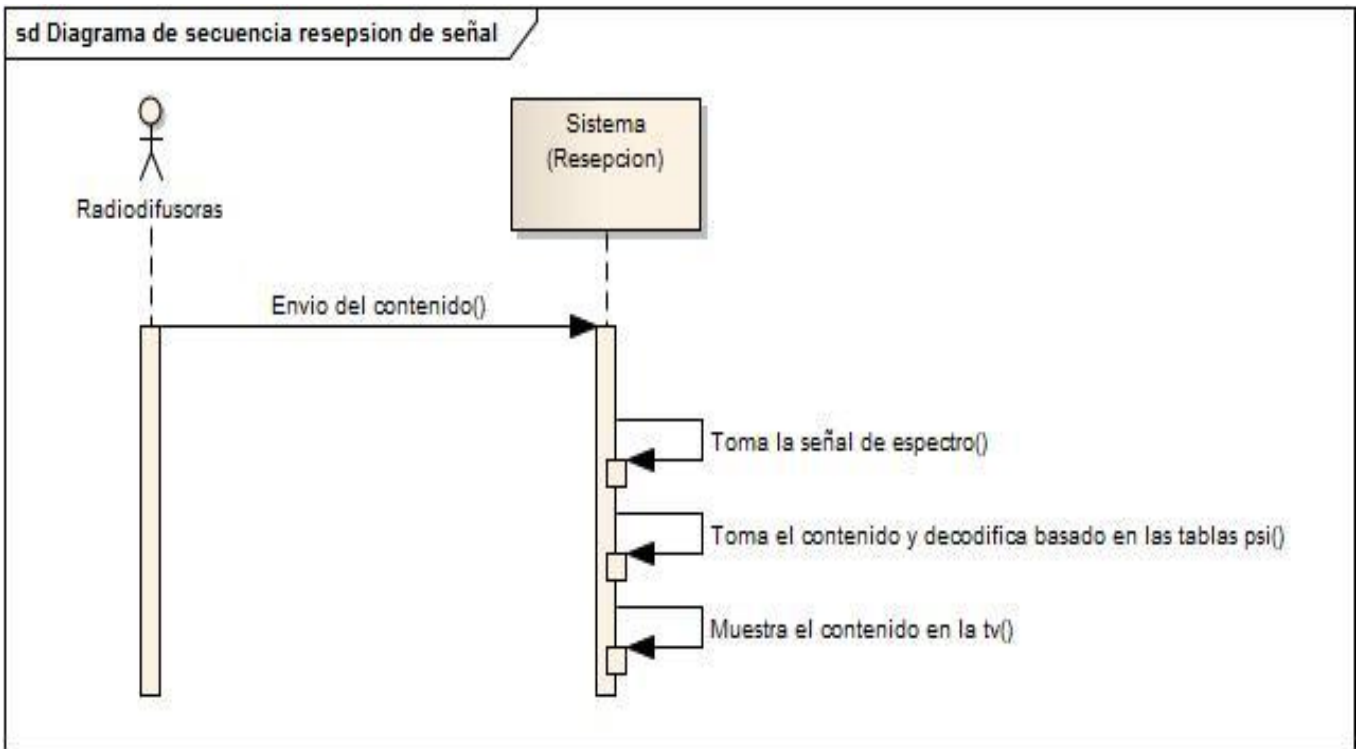


Figura 21 diagrama de secuencia: recibir señal– Fuente(autores)

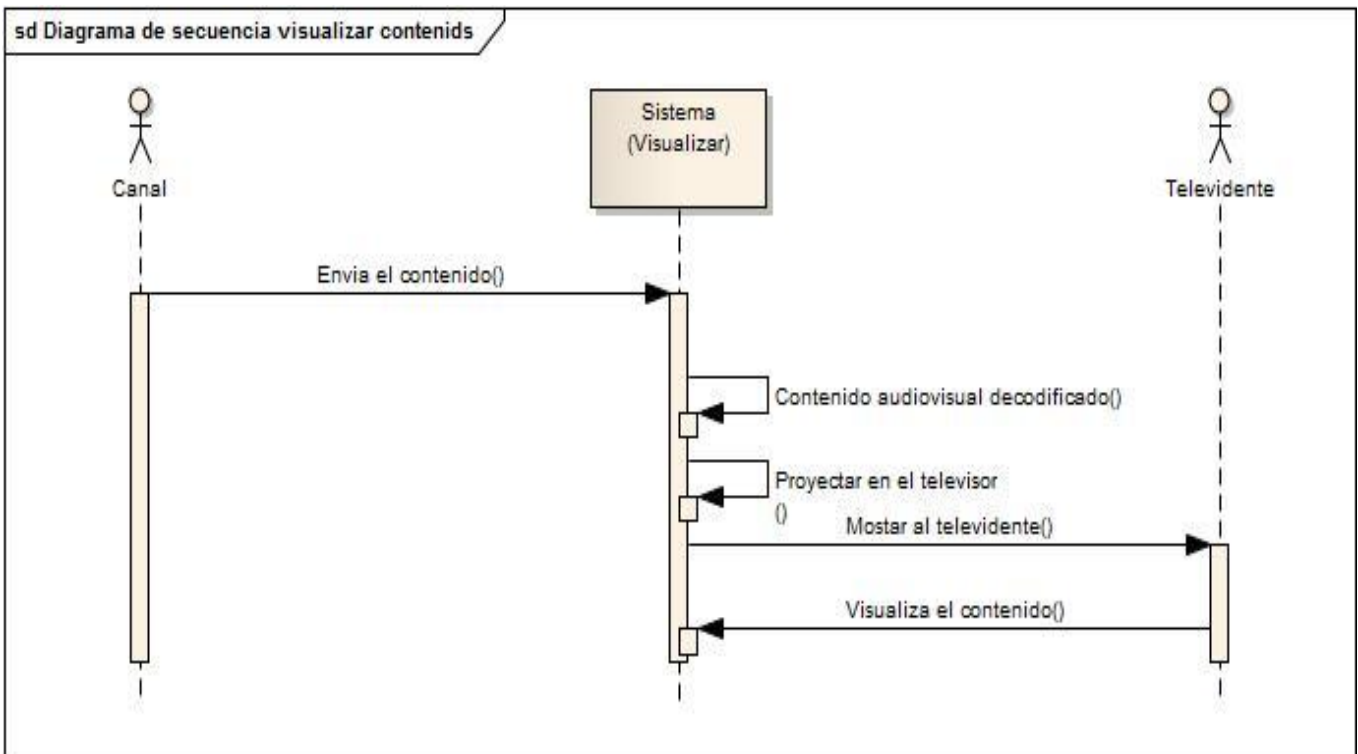


Figura 22 diagrama de secuencia: visualizar contenidos– Fuente(autores)

7.2.1.2.3. Caso de uso Interactividad

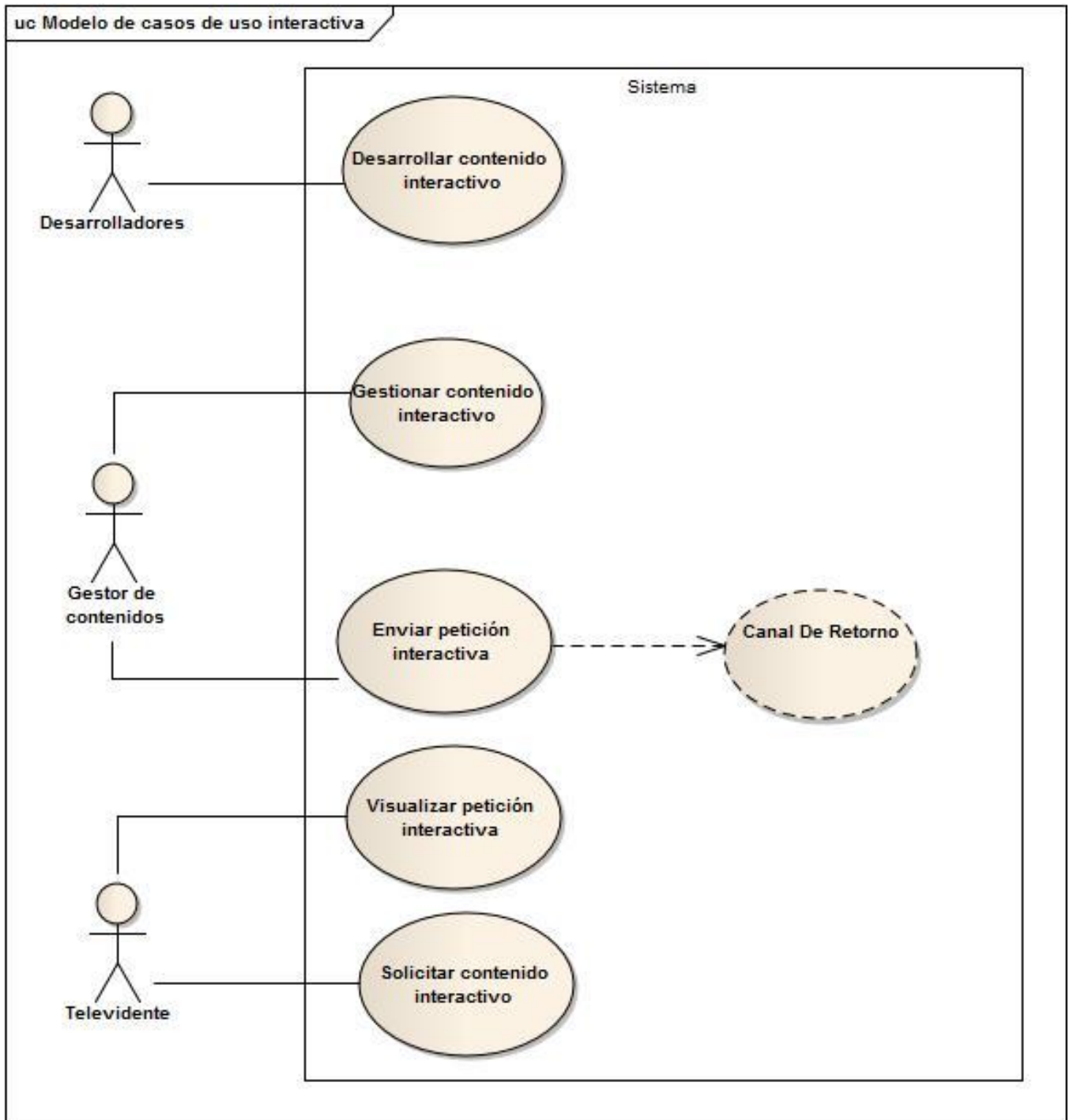


Figura 23. Diagrama de casos de uso transporte de interactividad– Fuente(autores)

7.2.1.2.4. Diagrama de secuencias: sistema de contenidos interactivos.

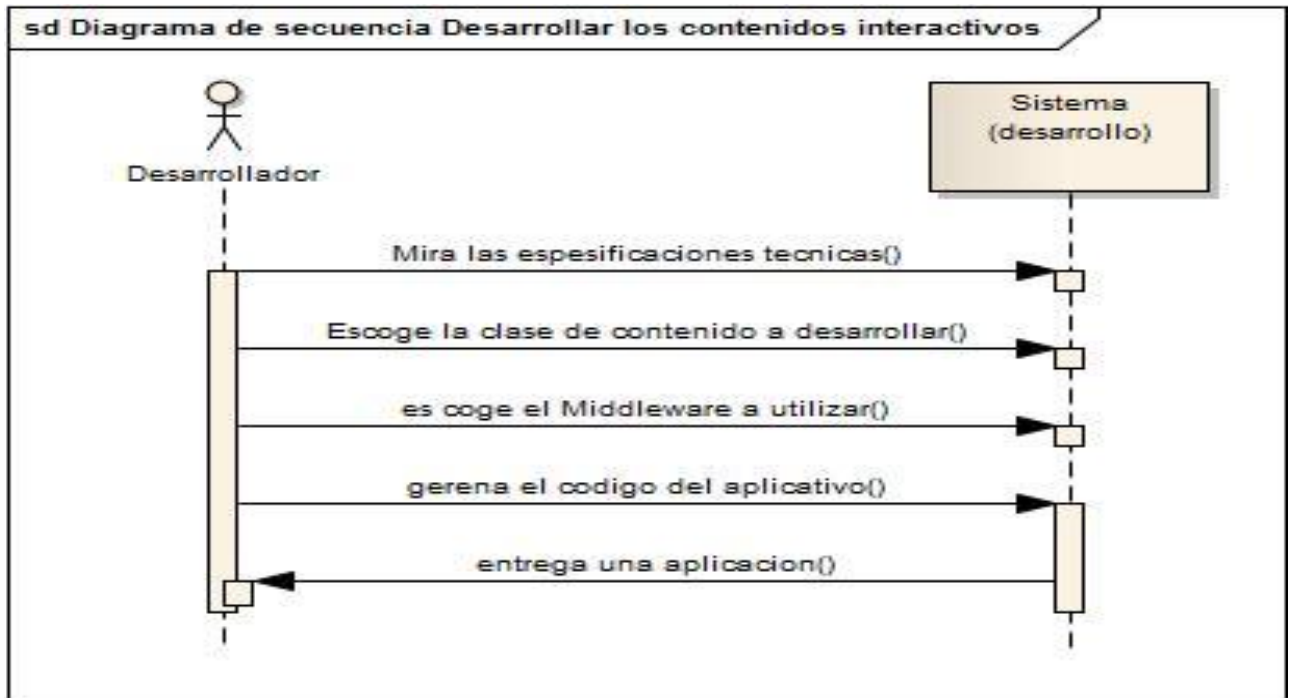


Figura 24. diagrama de secuencias: desarrollar los contenidos interactivos. – Fuente(autores)

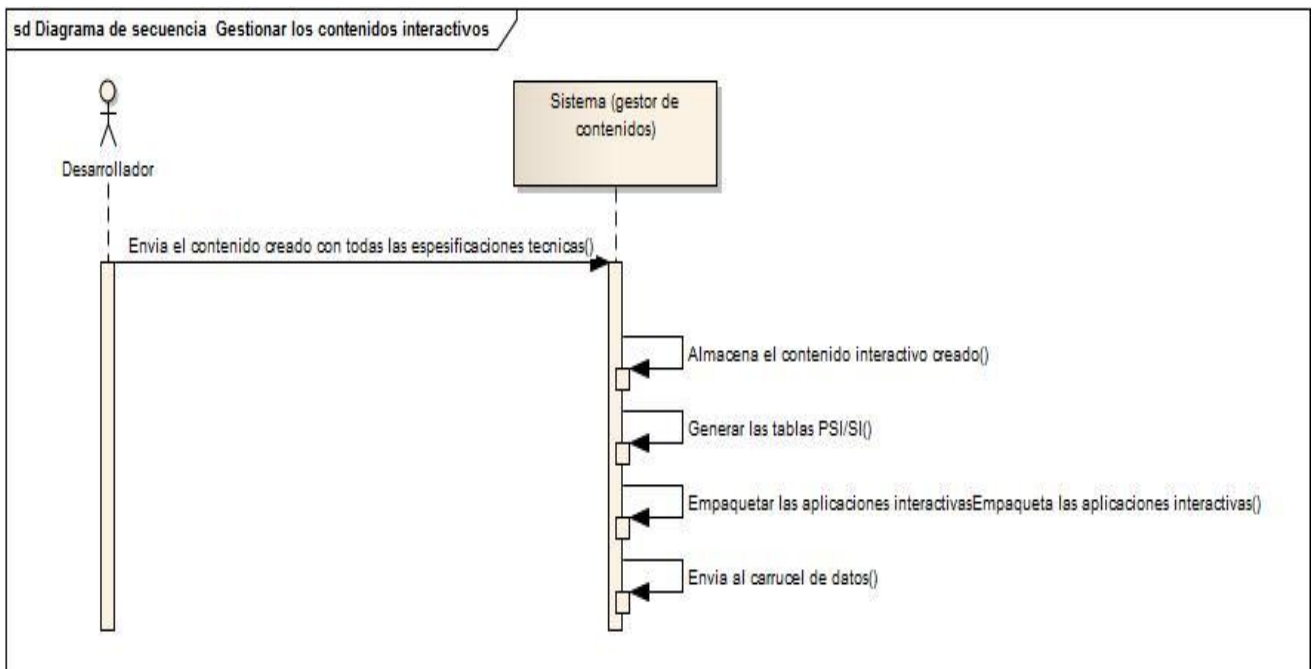


Figura 25 Diagrama de secuencia: Gestionar los contenidos interactivos– Fuente(autores)

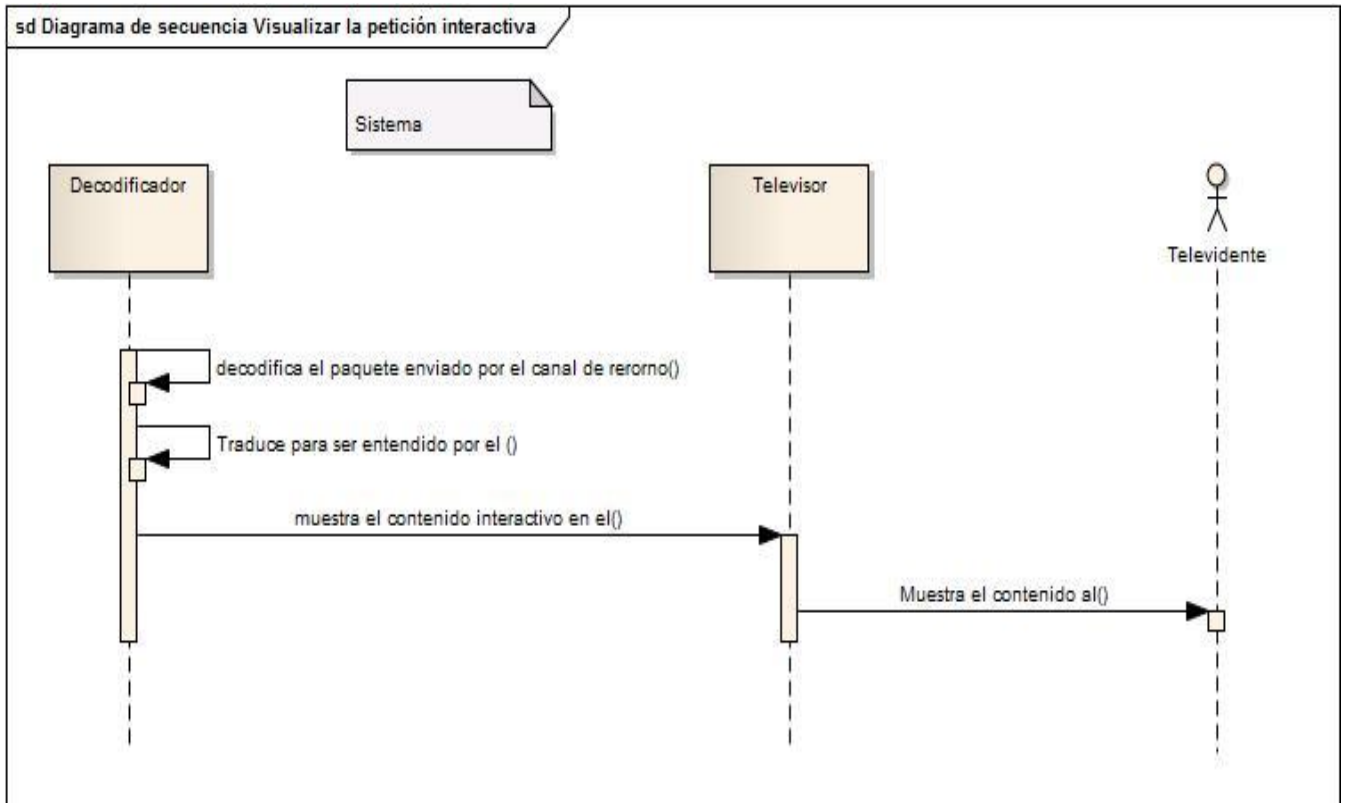


Figura 26 Diagrama de secuencia: Visualizar la petición interactiva– Fuente(autores)

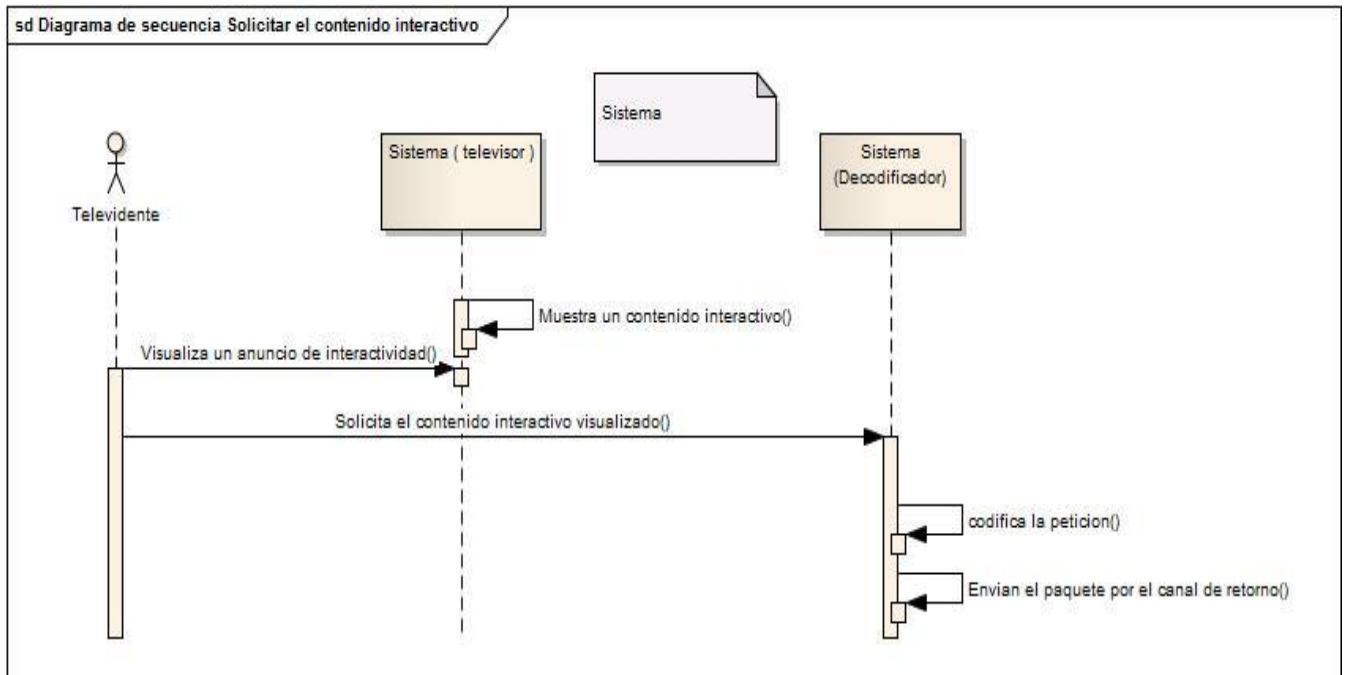


Figura 27 Diagrama de secuencia: Solicitar el contenido interactivo– Fuente(autores)

7.3.Simulación de laboratorio para la recolección de información que ayude a valorar el comportamiento de los paquetes de contenido interactivo.

En este capítulo se describe una arquitectura que permite definir la manera cómo los paquetes de contenidos interactivos son transportados y explicar de una manera clara y confiable la manera cómo se puede dar la interactividad y que sigue las del modelo conceptual planteado en numeral N° 6.1.2. De esta arquitectura se plantea una simulación la cual cumple los lineamientos planteados en la arquitectura.

Para realizar la simulación se tiene en cuenta la arquitectura y algunos parámetros de transmisión de contenidos interactivos. En este capítulo se implementa un escenario simulado donde se transmite el contenido interactivo y se visualice la interactividad entre usuario y servicio.

Se inicia planteando la arquitectura que está basada en el modelo (Figura 15), luego se plantea los escenarios de prueba los cuales son descritos tomando como referencia la arquitectura que sigue las guías del modelo, para ver el tráfico de contenido interactivo. Estas pruebas son hechas para validar la funcionalidad de la arquitectura que sigue las guías del modelo conceptual que se plantea en el objetivo general.

Con esta simulación lo que se quiere es el acercamiento lo más posible a la realidad, probando la arquitectura que ayuda a la transmisión de contenidos interactivos por el canal de retorno y visualizar su comportamiento en su trayectoria, esto con el fin de ayudar ver la certeza del modelo planteado y este pueda ser de mucha utilidad a próximas investigaciones relacionadas con el tema.

7.3.1. Arquitectura del sistema

A continuación se describirá y enfatizará la arquitectura que se desprende de los modelos expuestos en los capítulos anteriores. Entrando en el capítulo aclaremos que es una arquitectura y porqué es necesaria su utilización en proyectos como este para la descripción del sistema.

Se puede decir que la arquitectura de un sistema es el diseño de más alto nivel en el estudio de un sistema (Kruchten, 1995). La arquitectura de un sistema se basa en unas abstracciones coherentes que proporcionan información del sistema. Estas se seleccionan y diseñan con base en objetivos (requisitos) y restricciones. La arquitectura de sistemas (Software) define, de manera abstracta, los componentes que llevan a cabo alguna tarea, sus interfaces y la comunicación entre ellos. Toda arquitectura debe ser implementable en una arquitectura física.

Para la descripción de la arquitectura se siguen las guías del modelo 4+1 vistas (Kruchten, 1995). En ella se describen 5 vistas la cual segmenta los modelos para un mayor entendimiento.

En esta investigación se expresa la base de la arquitectura que se muestra en la Figura 28. La cual toma cada módulo del transporte de contenidos tanto interactivos como audiovisuales.

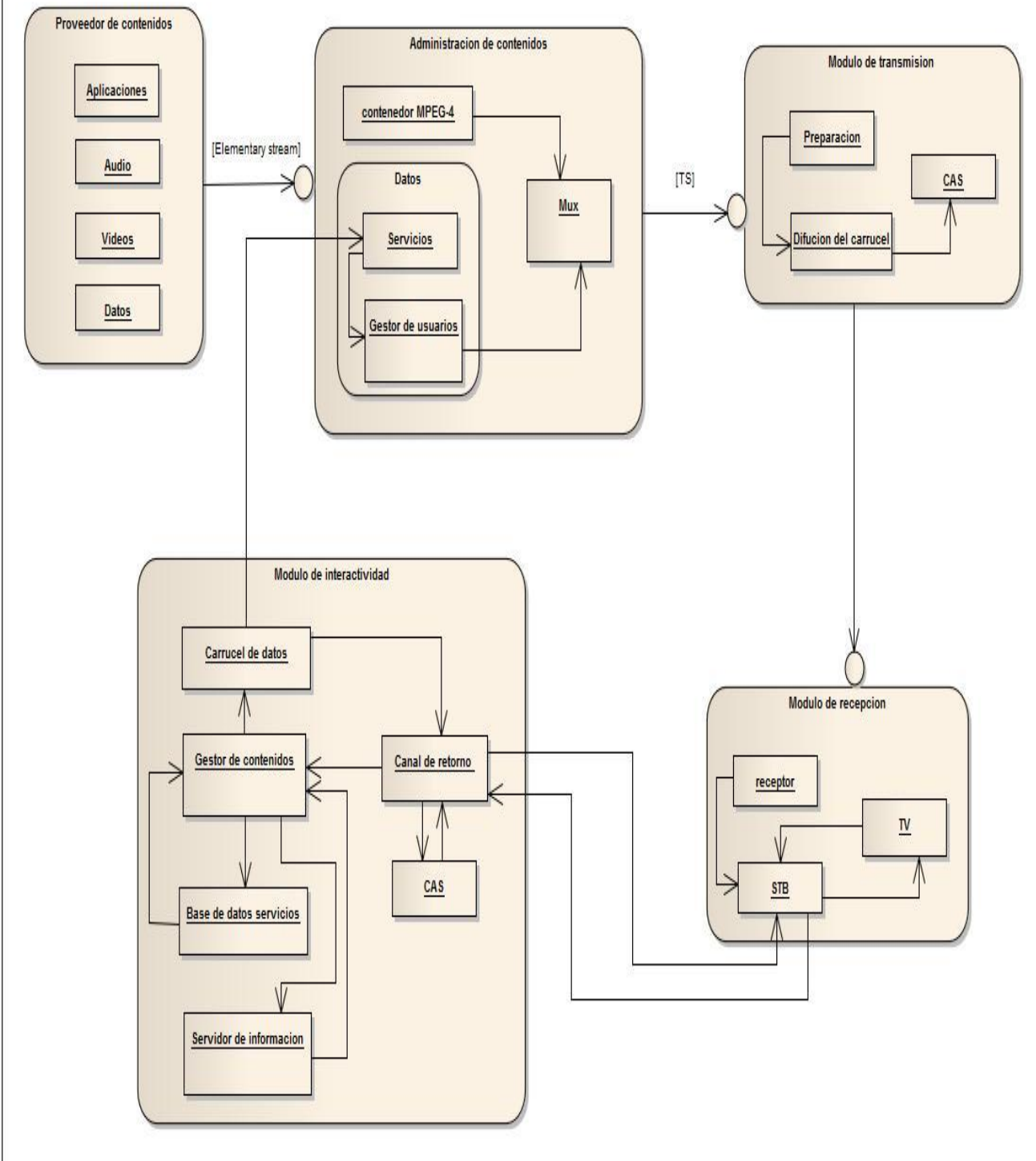


Figura 28. Arquitectura del sistema. – Fuente(autores)

En el estándar DVB-T2 ya la estructura difundida deja de llamarse programa para expresarse como servicios, cada servicio puede tener asociada señales de audio, video y datos, la multiplexación de varios servicios conforma un flujo de transporte (TS).

En la arquitectura planteada en la Figura 28. Se muestra que el módulo de administración de contenidos o centro de emisión entrega un flujo de transporte al módulo de transmisión. Este flujo de transporte se obtiene de la multiplexación de los servicios.

Enfatizando en la arquitectura mostrada en la Figura 28 podemos analizarla dividiéndola en módulos. Este apoyado por los modelos diseñados en capítulos anteriores:

- ✚ **Proveedor de contenidos:** en este módulo se genera todo los contenidos con los cuales se van a trabajar enfatizando como estarán constituidos cada uno basándose en el estándar acogido por Colombia, podemos ver que este aquí se ve la relación con los conceptos de programadora, contenido y aplicaciones interactivas de los modelos conceptuales los cuales se muestran en las (Figura 12 y Figura 15).

- ✚ **Administración de contenidos:** primero que todo cuando las señales de audio y video son enviadas de manera analógica desde el proveedor de contenidos, es necesario tener en este módulo equipos de codificación que estén basados en el estándar DVB-T2, en el cual el video debe ser codificado en estándar MPEG 4 y el audio en MPEG 2, estos requisitos pueden variar por país dependiendo de la normatividad que se toma, pero en esta investigación estos serían los que más se usan en Colombia.

Adicional a esto, se debe realizar un empaquetamiento y generación de flujo de transporte del servicio codificado, en el cual a los paquetes se le debe asignar un identificador o cabecera, todo esto se refleja en el modelo conceptual Figura 12.El cual ilustra muestra que existe una relación entre el compresor y el multiplexor.

El flujo de transporte más que todo es generado en el multiplexor el cual segmenta los paquetes para que sean transportados de una manera más sencilla y segura.

✚ **Módulo de interactividad:** en este módulo se refleja el gestor de contenidos en este equipo se almacenan las aplicaciones interactivas y ayudado por software genera flujos de transporte según el estándar de manera cíclica, enviando así paquetes como flujo de transporte, también llamado carrusel de datos, también se puede apreciar un servidor de información el cual surte de información a las aplicaciones alojadas en el gestor.

En este módulo se tiene en cuenta el canal de retorno el cual permite que exista una interactividad verdadera en el usuario y el contenido, este canal de retorno puede ser o es una red de internet.

En esta parte se enfatiza mucho, ya que es aquí donde radica el atractivo de la TDT. La arquitectura se apoya en los conceptos de Aplicación interactiva, Gestor de contenidos y Canal de retorno las cuales se encuentran en el modelo que se muestra en la Figura 15.

✚ **Módulo de transmisión:** en este módulo se tiene en cuenta el modulador y transmisor, los cuales son equipos para codificar y modular el multiplex en el esquema OFDM (Orthogonal frequency - division multiplexan). La transmisión al televidente del multiplex modulado y codificado es vía radiofrecuencia.

En el estándar DVB-T2 los equipos de modulación y transmisión requieren de un Gateway para adaptar y encadenar diferentes flujos de entrada (MPEG-2 TS, GS Generic Stream, GSE Generic Encapsulated Stream, GCS Generic Continuos Stream, GFPS Generic Fixed – length Paquetized) En Colombia la transmisión de señales de TDT se realiza conforme al estándar DVB-T2 de abril del 2012 con un ancho de banda de 6MHz.

✚ **Módulo de recepción:** en este módulo vemos que existen televisores y decodificadores los cuales están en la capacidad de sintonizar señales digitales basadas en el estándar acogido por Colombia. Estos toman la señal que viene del espectro y la decodifican para que sea entendible por el usuario.

En la parte interactiva el decodificador debe incorporar el mismo middleware en el cual está desarrollada la aplicación. El STB debe contar con puerto Ethernet para aplicaciones que requieren canal de retorno o conexión a Internet.

7.3.1.1.Arquitectura basada en el modelo 4+1 vista

En este ítem se implementará la arquitectura pertinente al caso de estudio que se está desarrollando tomando como referencia el modelo 4+1 vista, para un mejor entendimiento del contexto del problema, teniendo en cuenta las vistas que se muestran en la (Figura 9). Cabe resaltar que no todas las vistas serán tenidas en cuenta ya que el proyecto no está encaminado a el desarrollo del software, pero se tendrán en cuenta algunas vistas que tengan que ver más que todo con el despliegue.

7.3.1.1.1. Vista lógica

En esta vista más que todo se representa la funcionalidad del sistema, la cual proporciona información del sistema a los usuarios finales. Es decir, se ha de representar lo que el sistema debe hacer. En esta vista se tendrán en cuenta los modelos ajenos al desarrollo del software y más énfasis en los que tienen que ver con el comportamiento del sistema.

La arquitectura lógica apoya principalmente los requisitos funcionales, lo que el sistema debe brindar en términos de servicios a sus usuarios. El sistema se descompone en una serie de abstracciones clave, tomadas principalmente del dominio del problema en la forma de objetos o clases de objetos. Esta descomposición no sólo se hace para potenciar el análisis funcional, sino también sirve para identificar mecanismos y elementos de diseño comunes a diversas partes del sistema(Kruchten, 1995).

Diagrama de secuencia

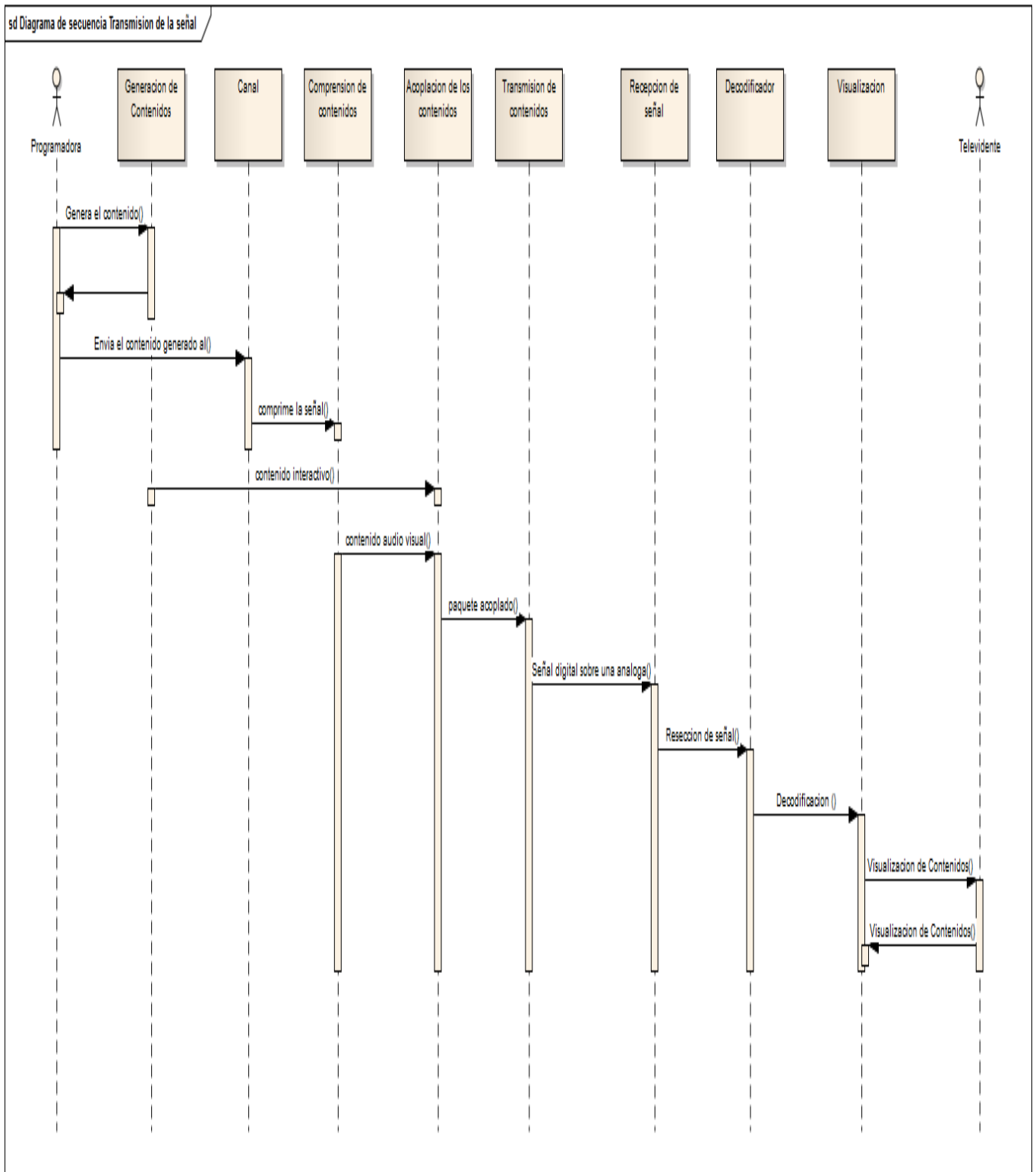


Figura 29 Diagrama de secuencia transmisión de señal. – Fuente(autores)

sd Diagrama de secuencia Interactividad

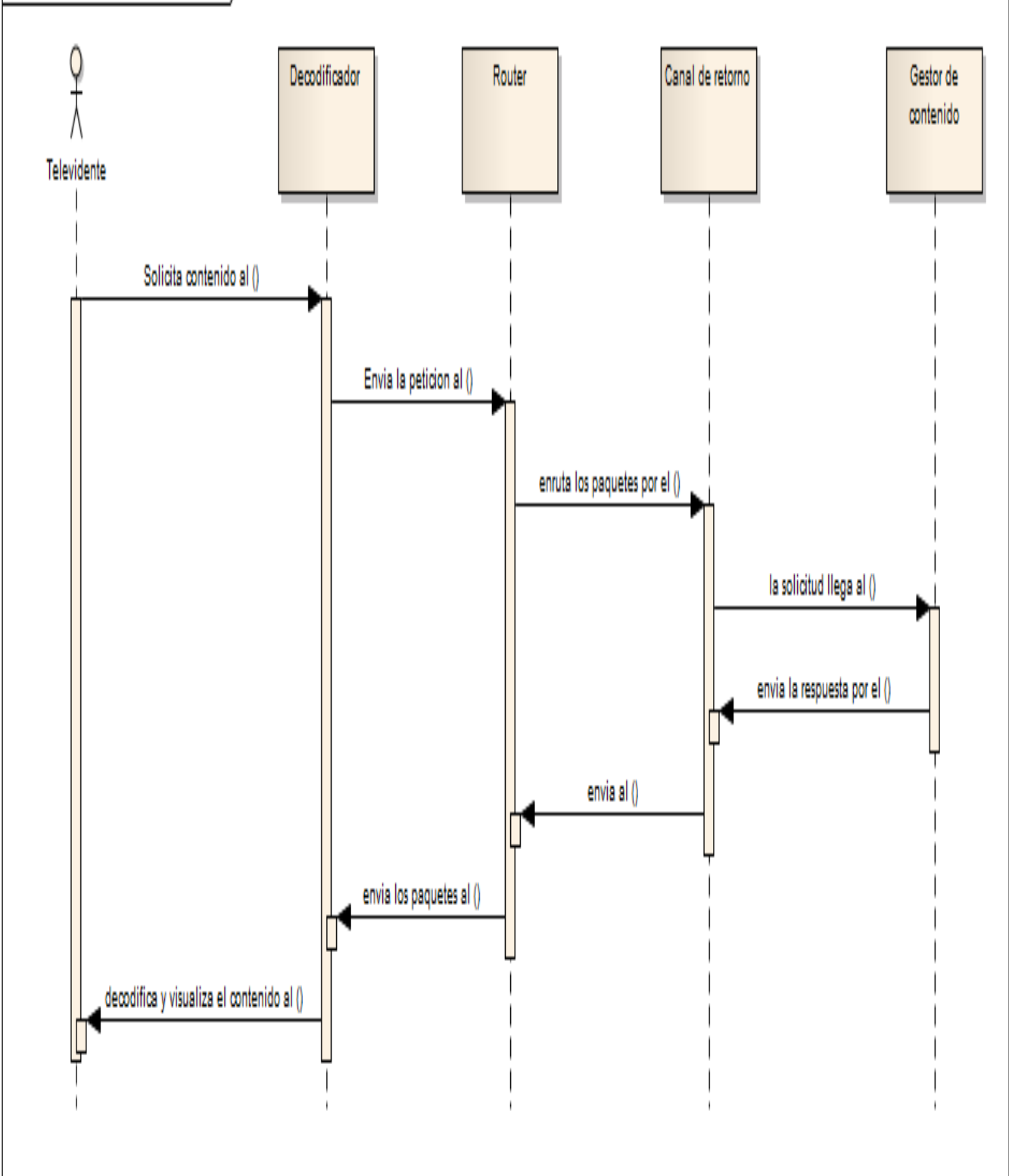


Figura 30 Diagrama de secuencia transmisión de contenidos interactivos– Fuente(autores)

7.3.1.1.2. Vista de desarrollo

En esta vista se muestra el sistema desde la perspectiva de un programador y se ocupa de la gestión del software; o en otras palabras, se mostrará cómo está dividido el sistema software en componentes y las dependencias que hay entre esos componentes. Por este motivo esta vista no se tendrá en cuenta para el análisis de la arquitectura.

Diagrama de paquetes

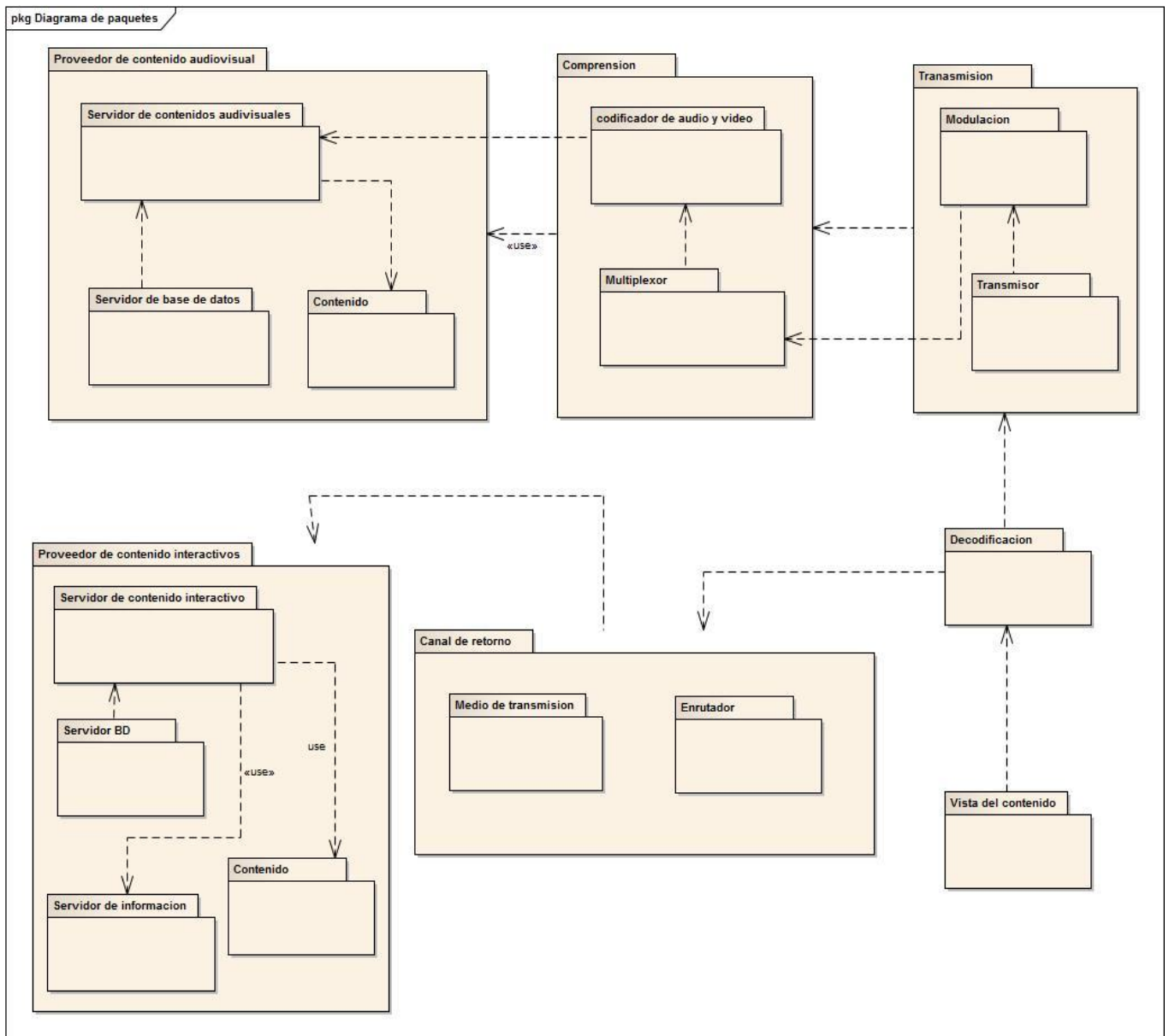


Figura 31. Diagrama de paquetes– Fuente(autores)

7.3.1.1.3. Vista de procesos

En esta vistas se mostrará los procesos que hay en el sistema y la forma en la que se comunican estos procesos; es decir, se representa desde la perspectiva de la integración del sistema, el flujo de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes que conforman el sistema.

Diagrama de actividades

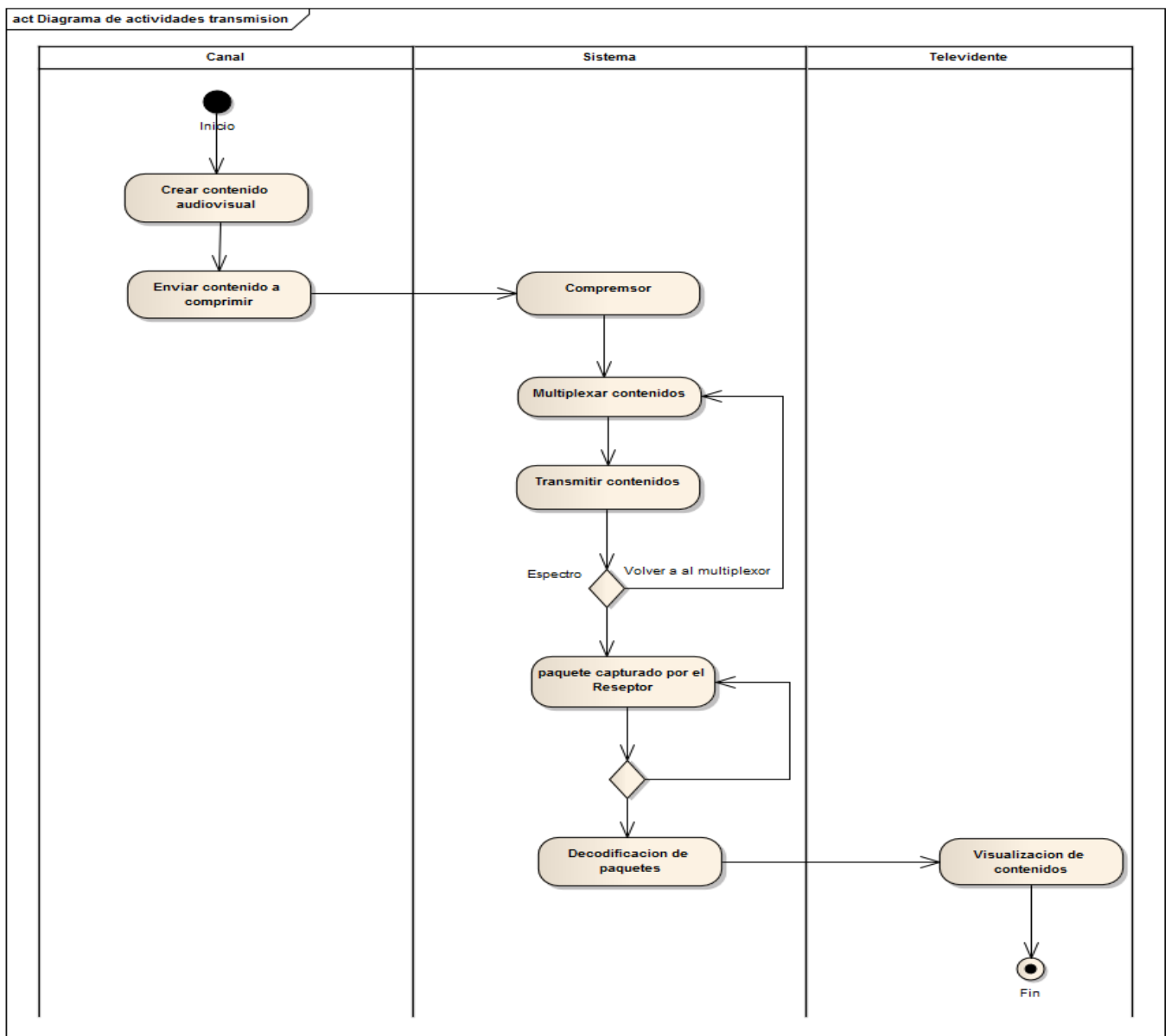


Figura 32 Diagrama de actividades de transmisión de contenidos basados en la arquitectura–

Fuente(autores)

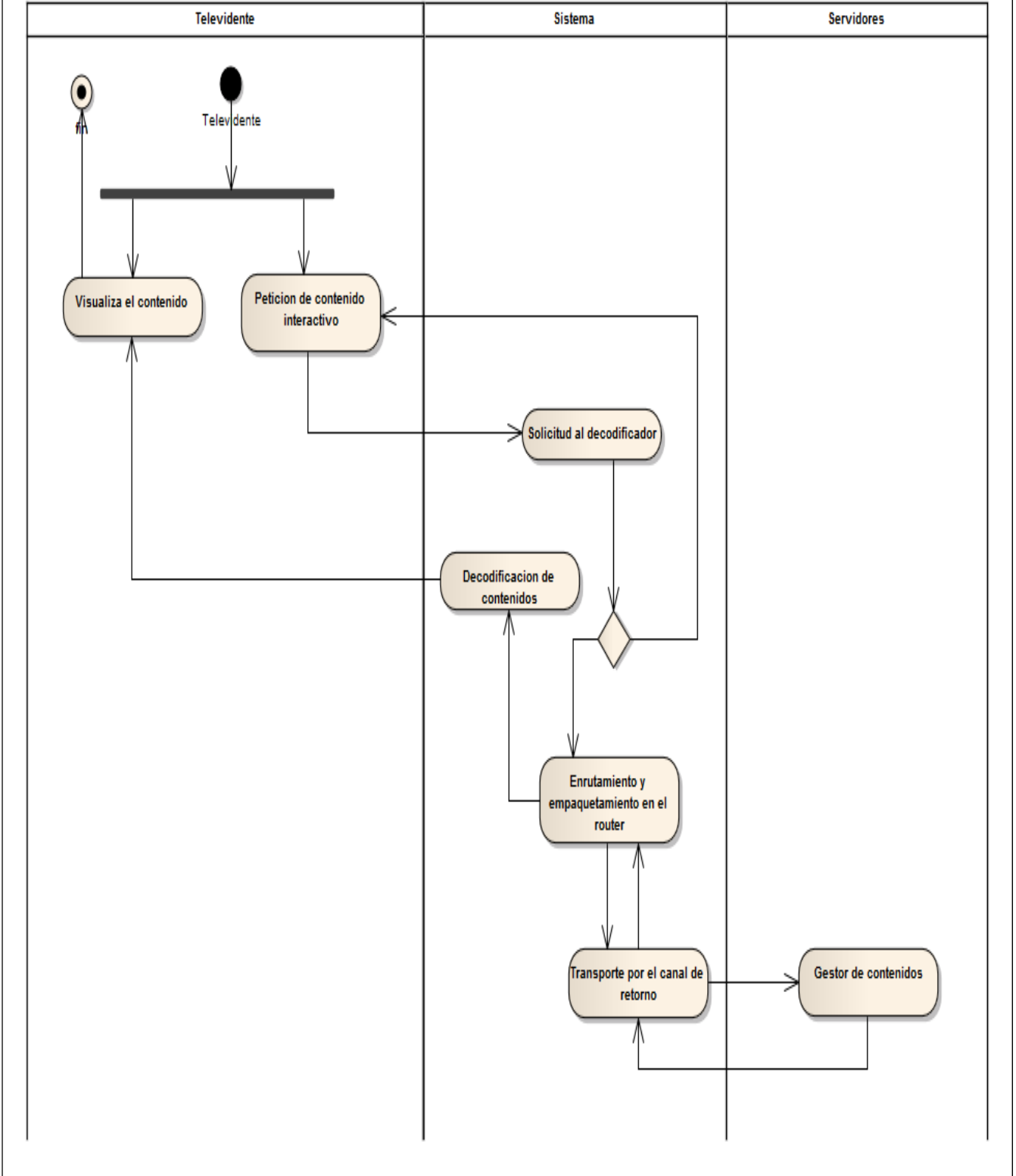


Figura 33 Diagrama de actividades de la interactividad basados en la arquitectura– Fuente(autores)

7.3.1.1.4. Vista física

En esta vista se muestra desde la perspectiva de un ingeniero de sistemas todos los componentes físicos del sistema así como las conexiones físicas entre esos componentes que conforman la solución (incluyendo los servicios).

Diagrama de despliegue

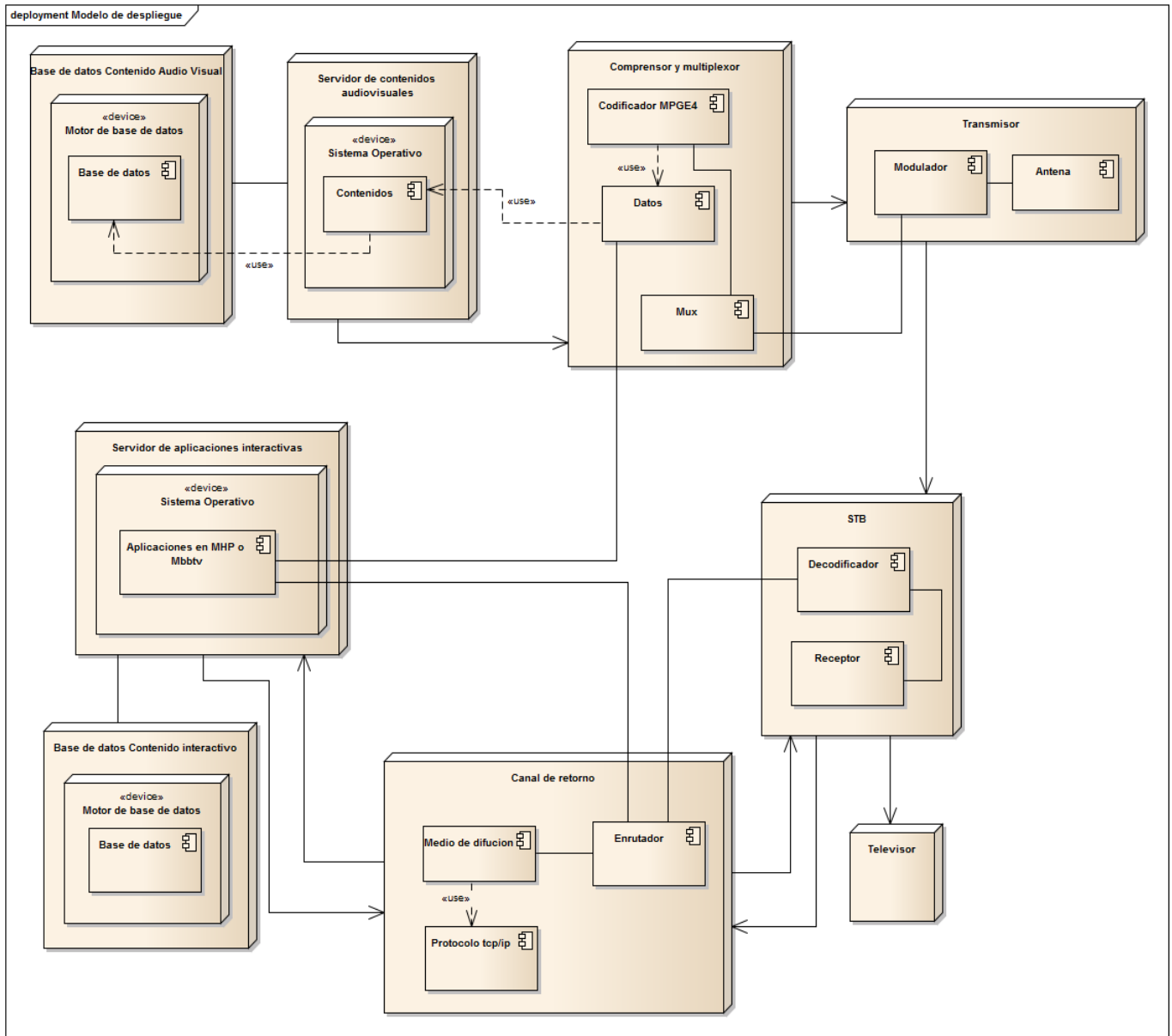


Figura 34. Diagrama de despliegue– Fuente(autores)

7.3.1.1.5. Vista +1

Esta vista va a ser representada por los casos de uso y va a tener la función de unir y relacionar las otras 4 vistas, esto quiere decir que desde un caso de uso podemos ver cómo se van ligando las otras 4 vistas, con lo que tendremos una trazabilidad de componentes, clases, equipos, paquetes, etc., para realizar cada caso de uso. Estos casos de uso los podemos ver representados en las Figura 16 y Figura 23. los cuales han sido descritos anteriormente en el numeral N° 6.2.1.2 con anticipación.

7.3.2. Simulación del sistema de transmisión de contenidos interactivos

En esta simulación los escenarios se definen tomando como guía la arquitectura planteada, resaltando los requerimientos en hardware y software que se usarán y aquellos que no serán utilizados pero serán de mucha ayuda para investigaciones futuras, estos equipos son necesarios para transmitir aplicaciones interactivas para TDT en Colombia. La operación de estos componentes está basada en las normas y fundamentos de TDT acogido por Colombia(Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, 2013):

Como primera instancia se tendrá en cuenta la interacción entre cliente y el servidor en la parte interactiva basado en la arquitectura planteada en este capítulo, esta simulación tiene como eje central la comunicación entre un servidor en el cual está alojado el contenido interactivo y la persona que lo solicita.

Antes de entrar con la simulación hay que aclarar con qué clase de Middleware está trabajando para que no allá problema al ejecutar la simulación, cabe resaltar que esta aplicación se hace para proyectos futuros. Para el caso de esta investigación y por motivos de prueba se trabaja con Middleware de HbbTv¹³.

¹³<https://www.hbbtv.org/>

Como primera instancia la simulación por términos de eficiencia y faltas de equipos se trabajara con el estándar HbbTv la cual nos brinda la facilidad de conectarse a dos redes de manera simultánea:

- **La red broadcast** (DVB-T/T2, DVB-S/S2, DVB-C/C2): a través de esta red de televisión digital el terminal puede recibir los contenidos de radiodifusión tal y como los entendemos hoy en día.
- **La red broadband (IP)**: el terminal se puede conectar a Internet a través de una interfaz broadband (típicamente ADSL). Esto permite establecer una comunicación bidireccional con los proveedores de aplicaciones. Es gracias a esta característica que el estándar HbbTV hace posible la interactividad usuario- aplicación

Como el proyecto básicamente se trata de la creación de un modelo conceptual y no la de creación de contenidos interactivos, se trabajará con contenidos previamente diseñados con el fin de que este punto nos ayuda a hacer pruebas del funcionamiento de la arquitectura planteada, por ende se trabajará con el emulador FireHbbTv¹⁴ y opera hbbtv emulator¹⁵ el cual nos permite visualizar contenido HbbTv previamente creado y montado en un servidor remoto como se ve en la (Figura 35).

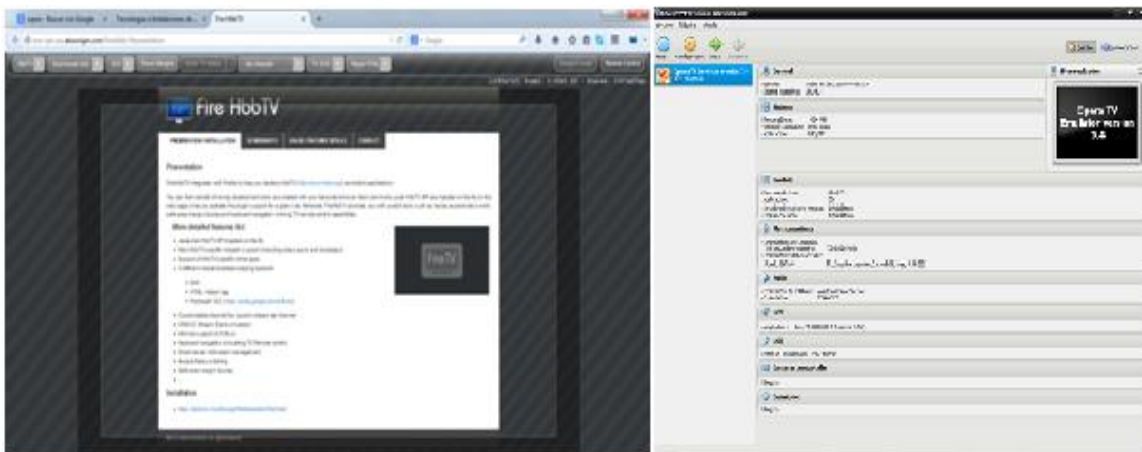


Figura 35. Emulador fireMbbtv y opera hbbtvemulator– Fuente(autores)

¹⁴<https://addons.mozilla.org/es/firefox/addon/firehbbtv/>

¹⁵<http://www.operasoftware.com/products/tv-emulator>

7.3.2.1. Simulación basada en la arquitectura comunicación cliente-servidor.

Entrando en la simulación planeamos este escenario el cual podemos visualizar en la (Figura 36)

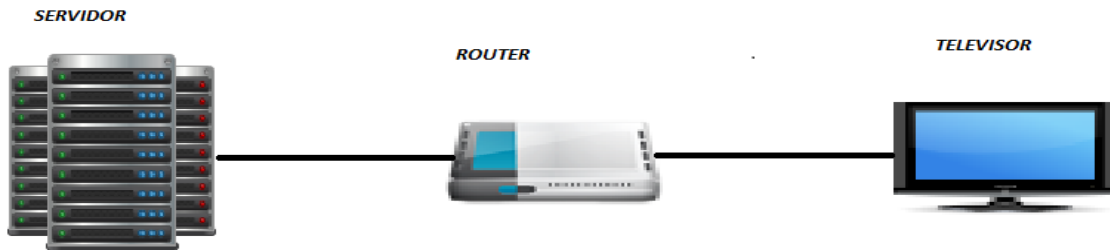


Figura 36. Escenario de simulación– Fuente(autores)

Para la simulación se utilizó un equipo de computo como servidor con sistema operativo GNU LINUX, en este caso UBUNTU como características principales, el cual funciona como servidor de aplicaciones interactivas, servidor de base de datos y servidor de información el cual contara con un software para host, en este caso el XAMPP el cual contara con base de datos MYSQL y Apache/2.4.7; como canal de retorno se utiliza una topología de red punto a punto con cable UTP como medio de transmisión, basada en el modelo TCP/IP y el software FireHbbTvy Opera HbbTV Emulator que emula un televisor con características necesarias para soportar el Middleware en el cual se maneja la aplicación.

El servidor en el cual se aloja la información se identifica por la ip 130.206.170.120, estas aplicaciones son propiedad de la ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN (Arce, 2014) la cual fueron tomada solo para planes académicos, esta simulación muestra lo siguiente:

- La interactividad que hay entre cliente y servicios esto apoyado en la arquitectura planteada, como se muestra en la (Figura 38). Se logra observar la interactividad que hay utilizando un software de captura de tráfico en este caso se utiliza wireshark el cual podemos ver la comunicación que hay entre el servidor y en cliente.

En esta simulación se hará una pequeña muestra de la manera como el cliente puede acceder a los contenidos interactivos que ofrecen los canales de televisión haciendo más atractivo el contenido televisivo, en este caso por motivos del mundial de futbol se interactúa con una aplicación del tema para hacer más familiar el tema. El televidente puede hacer una petición para tener más información del tema que se transmite desde el mismo sitio que se visualiza.

La funcionalidad de esta simulación es demostrar la interacción que existe entre el cliente y el servidor, observado el flujo de paquetes y el ancho de banda que puede ser consumido al momento de establecer la comunicación, y poner a prueba la arquitectura y el modelo planteado.

Poniendo en marcha la simulación se obtiene lo siguiente:

Primero que todo se ejecuta el contenido interactivo, en el cual se puede ver el aplicativo solicitado como se muestra en la (Figura 37).



Figura 37. Simulación de aplicativo del mundial– Fuente(fite hbbtv)

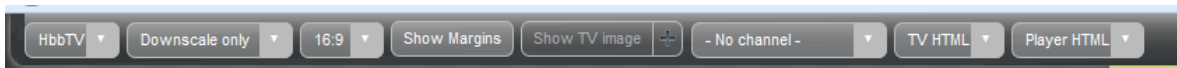


Figura 38. Muestra de los parámetros del STB– Fuente(fire hbbtv)

El software que se utiliza para simular el TV y el STB muestra las características de la aplicación (Figura 38). Los cuales arrojan que se está trabajando con aplicativos HbbTv. Esto se puede observar en el Modulo de recepción de la arquitectura y el diagrama de despliegue (nodo STB) de la arquitectura planteada

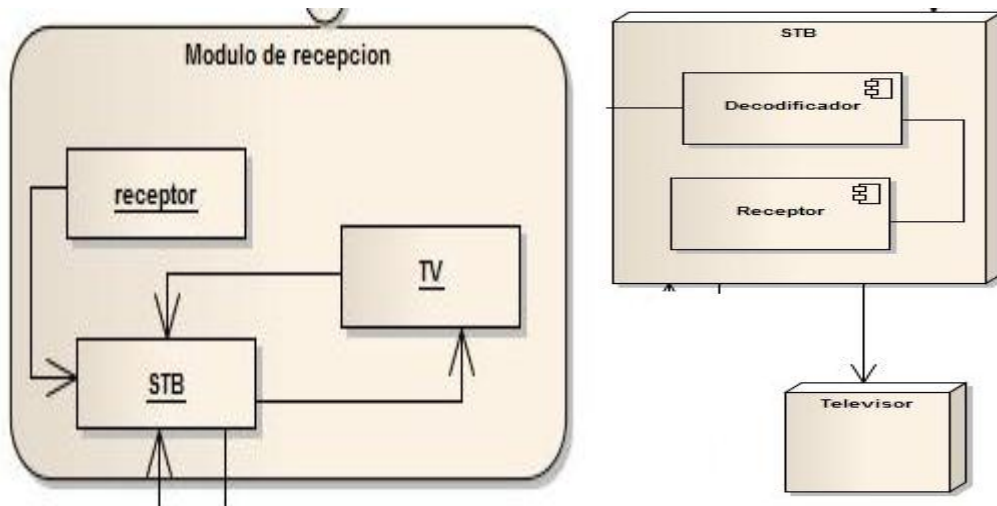


Figura 39. Modelo de recepción y nodo STB-- Fuente(autores)

Analizando el tráfico se evidencia cómo es la comunicación del cliente con el servidor y viceversa y podemos analizar cómo es la interacción entre éstos.

Al capturar el tráfico y analizarlo se puede ver que parámetros son los que se están transportando, la cantidad de paquetes, la pérdida de éstos y el consumo del ancho de banda que se aprecia. Para poder analizar la viabilidad de la arquitectura.

A continuación se puede ver un fragmento de la captura hecha por el sniffer y ver cómo se refleja esto en la arquitectura.

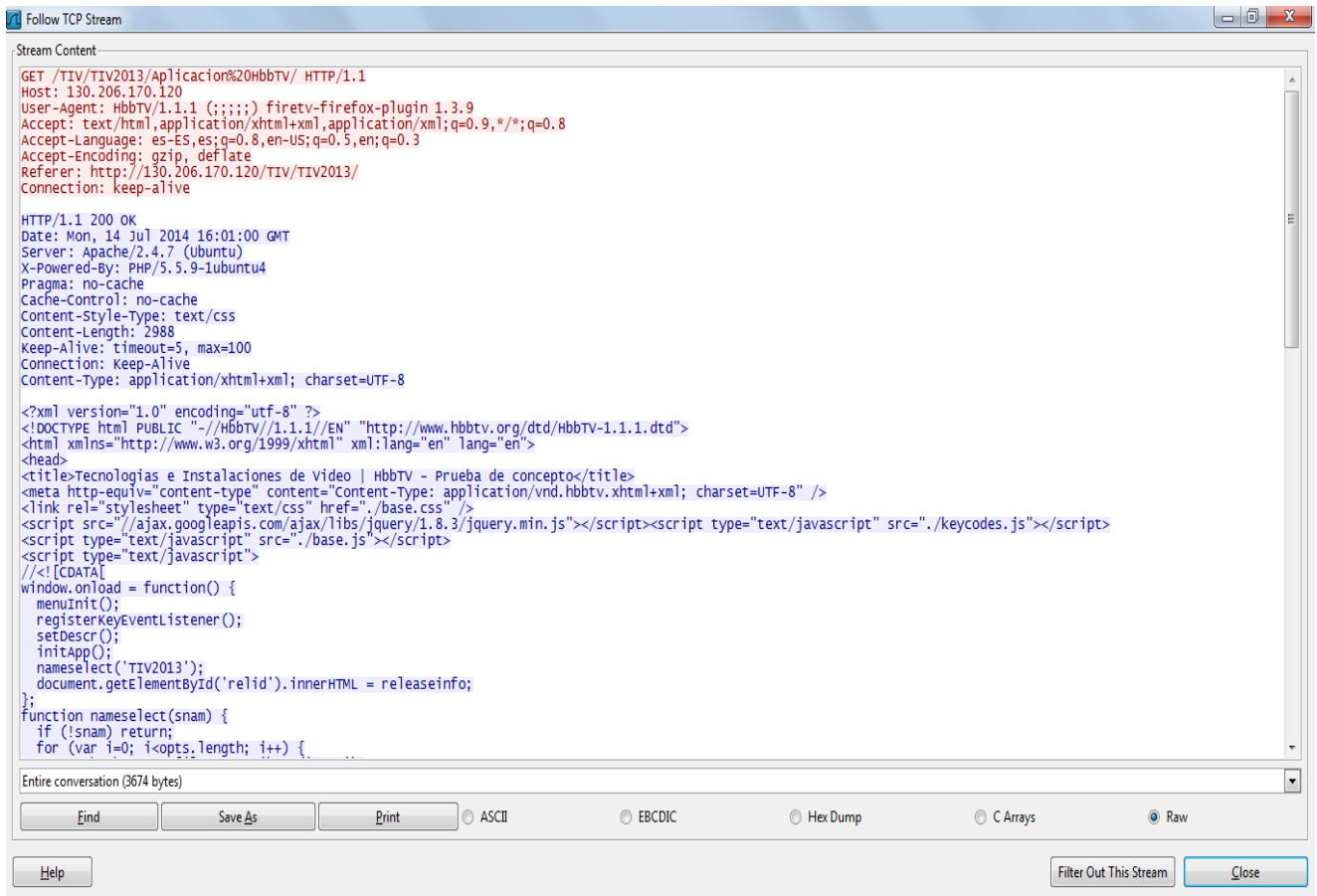


Figura 40. TCP Stream del tráfico capturado– Fuente(wireshark)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
25	17.8767630	192.168.1.4	130.206.170.120	TCP	66	h323hostcall > http [SYN] Seq=0 win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
27	18.0791200	130.206.170.120	192.168.1.4	TCP	66	http > h323hostcall [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=29200 Len=0 MSS=1400 SACK_PERM=1 WS=128
28	18.0792310	192.168.1.4	130.206.170.120	TCP	54	h323hostcall > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=65800 Len=0
29	18.0799360	192.168.1.4	130.206.170.120	HTTP	416	GET /TIV/TIV2013/Aplicacion%20HbbTV/ HTTP/1.1
30	18.2865610	130.206.170.120	192.168.1.4	TCP	60	http > h323hostcall [ACK] Seq=1 Ack=363 win=30336 Len=0
31	18.2893380	130.206.170.120	192.168.1.4	TCP	1454	[TCP segment of a reassembled PDU]
32	18.2910440	130.206.170.120	192.168.1.4	TCP	1454	[TCP segment of a reassembled PDU]
33	18.2910930	192.168.1.4	130.206.170.120	TCP	54	h323hostcall > http [ACK] Seq=363 Ack=2801 win=65800 Len=0
34	18.2915000	130.206.170.120	192.168.1.4	HTTP	566	HTTP/1.1 200 OK (application/xhtml+xml)
35	18.4994730	192.168.1.4	130.206.170.120	TCP	54	h323hostcall > http [ACK] Seq=363 Ack=3313 win=65288 Len=0
57	23.2912820	130.206.170.120	192.168.1.4	TCP	60	http > h323hostcall [FIN, ACK] Seq=3313 Ack=363 win=30336 Len=0
58	23.2913400	192.168.1.4	130.206.170.120	TCP	54	h323hostcall > http [ACK] Seq=363 Ack=3314 win=65288 Len=0
59	23.3054940	192.168.1.4	130.206.170.120	TCP	54	h323hostcall > http [FIN, ACK] Seq=363 Ack=3314 win=65288 Len=0
60	23.5082900	130.206.170.120	192.168.1.4	TCP	60	http > h323hostcall [ACK] Seq=3314 Ack=364 win=30336 Len=0

Figura 41. Interacción entre server y client– Fuente(wireshark)

A continuación se pudo extraer una parte del Stream que se capturó y puede verse en la (Figura 40) el cual se muestra a continuación:

```
GET /TIV/TIV2013/Aplicacion%20HbbTV/ HTTP/1.1
Host: 130.206.170.120
User-Agent: HbbTV/1.1.1 (;;;;) firetv-firefox-plugin 1.3.9
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: es-ES,es;q=0.8,en-US;q=0.5,en;q=0.3
Accept-Encoding: gzip, deflate
Referer: http://130.206.170.120/TIV/TIV2013/
Connection: keep-alive
```

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Mon, 14 Jul 2014 16:01:00 GMT
Server: Apache/2.4.7 (Ubuntu)
X-Powered-By: PHP/5.5.9-1ubuntu4
Pragma: no-cache
Cache-Control: no-cache
Content-Style-Type: text/css
Content-Length: 2988
Keep-Alive: timeout=5, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: application/xhtml+xml; charset=UTF-8
```

Todas las peticiones HTTP hechas por una aplicación HbbTV deben incluir una cabecera User -Agent con una estructura tal y como se describe a continuación:

```
HbbTV/1.1.1 ( <capabilities> ; [ <vendorName> ] ; [ <modelName> ] ;[<softwareVersion> ] ; [ <hardwareVersion> ] ; <reserved> )(ETSI, 2010)
```

Como se puede analizar, el cliente al hacer la petición ésta llega al servidor de aplicaciones, se puede constatar cuando devuelve las características del equipo y el nombre del mismo en este caso HbbTV/1.1.1 (;;;;) firetv-firefox-plugin 1.3.9. Y Server: Apache/2.4.7 (Ubuntu) esto quiere decir que, existe una comunicación entre el cliente y el servidor y que la arquitectura funciona basada en el estándar acogido como se puede observar en las (Figura 42 y Figura 43).

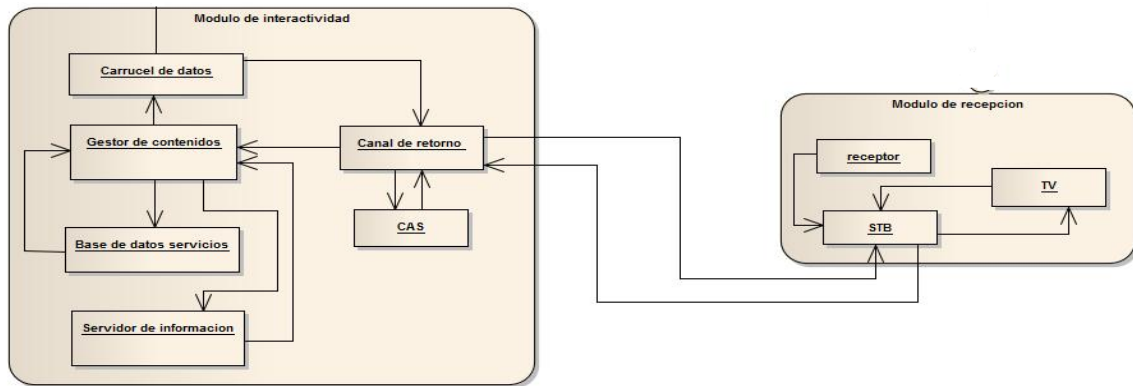


Figura 42. Comunicación Entre Módulo de interactividad y el de Recepción– Fuente(autores)

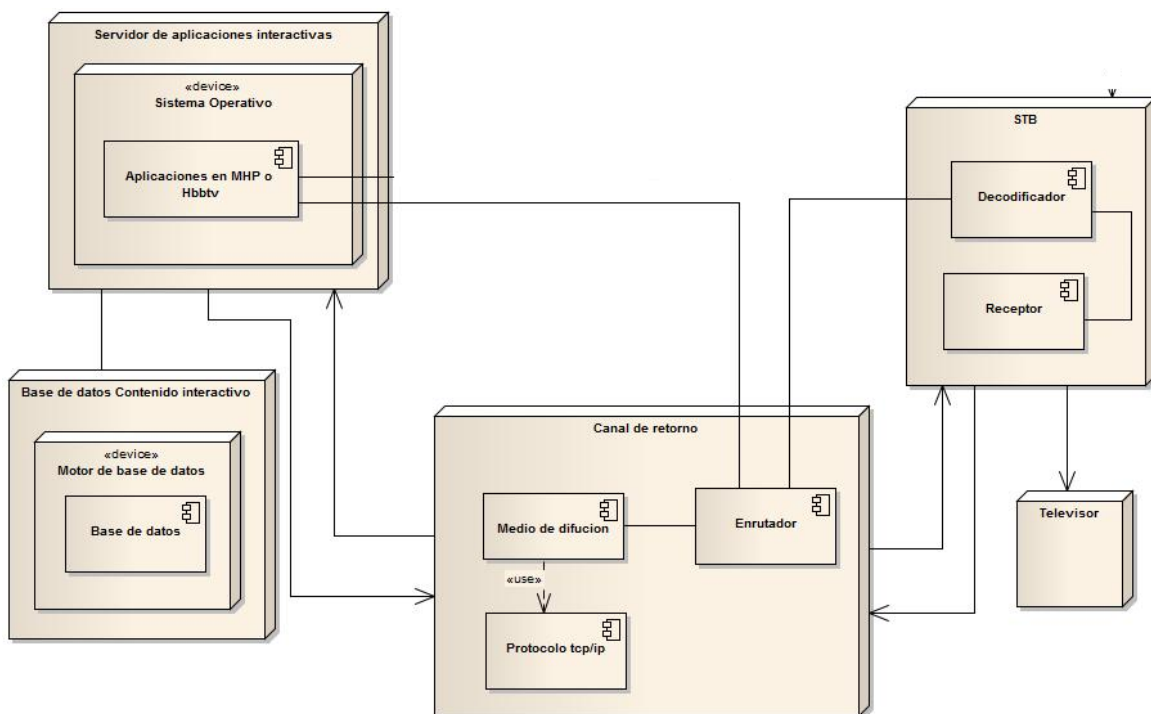


Figura 43. Nodos de comunicación– Fuente(autores)

También nos damos cuenta que la extracción de los datos fue exitosa al momento de la petición ya que el comando HTTP/1.1 200 OK indica que los datos fueron mandado con éxito. El 200 OK es el esquema de envió correcto de peticiones HTTP todo esto a través de un SYN scam.

Para ver el consumo de ancho de banda del aplicativo se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$W(\text{bytes}) = (\text{cantidad de datos en Bytes de cada paquete} * \text{cantidad de paquetes}) / (\text{tiempo del primer paquete} - \text{tiempo del último paquete})$

Luego W que está dada en Bytes se convierte a Mps para tener una aproximación más cercana al valor del ancho de banda.

Ancho de banda = $W(\text{mps})$

Se procede a recopilar los datos para cumplir con la ecuación, en la Figura 44 podemos ver el flujo de transporte y el tiempo que hay entre respuestas. En este se extrae el tiempo del primer paquete y del último paquete.

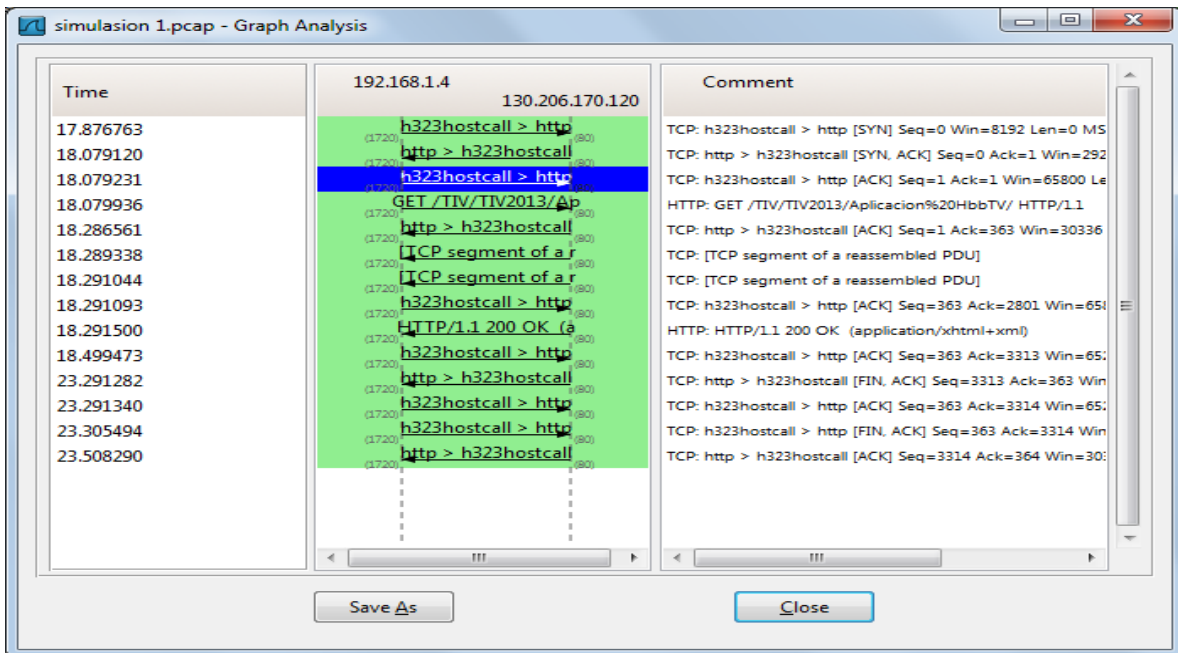


Figura 44. Flujo de datos entre cliente y servidor– Fuente(wireshark)

En la (Figura 44)se puede ver que el tiempo inicial es de 18.079231 segundos y el tiempo final de 18.291093 segundos el cual da como diferencia 0,211862 segundos. Y la cantidad de paquetes es de 2 con un tamaño de 1400 Bytes. Como se muestra en la (Figura 45).

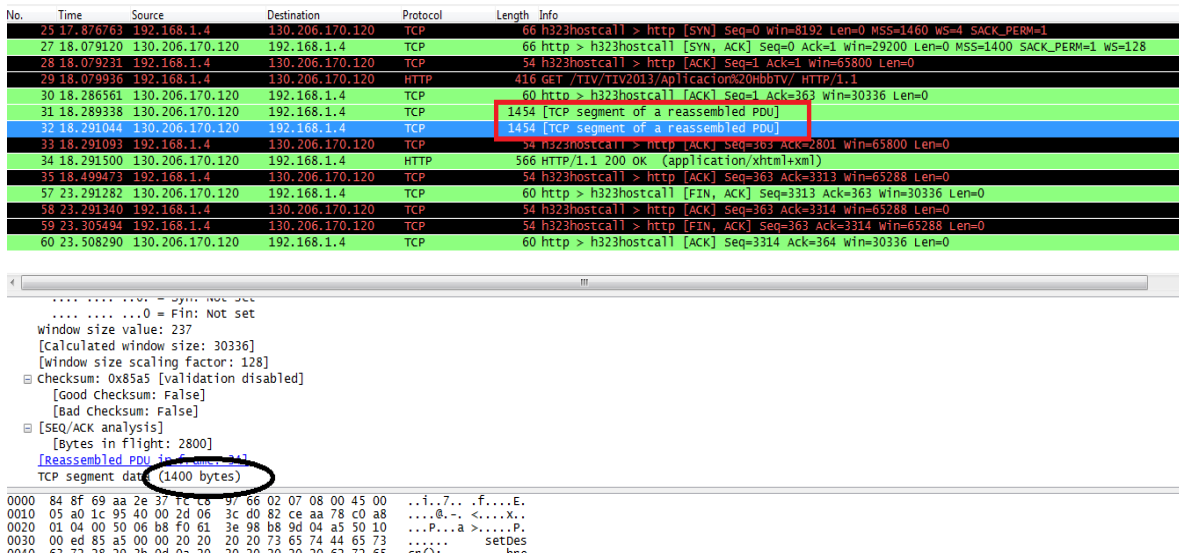


Figura 45. Cantidad de paquetes y su tamaño– Fuente(wireshark)

$$W(\text{bytes}) = (1400 * 2) / (18.079231 - 18.291093)$$

$$W(\text{bytes}) = (2800) / (0,211862)$$

$$W(\text{bytes}) = 13216,1501 \text{ Bytes}$$

$$\text{Ancho de banda} = 105,7292 \text{ Kps}$$

$$\text{Ancho de banda} = 0,10573 \text{ Mps}$$

Cabe aclarar, que esta medición es estimativa y solo sirve como análisis para el tráfico que se estudia, ya que se incurre en diversos errores, tales como: los tiempos proporcionados por el sniffer no son extremadamente exactos, no se tuvo en cuenta paquetes perdidos o demorados por el enlace ni tampoco el tamaño de las cabeceras TCP.

De esto se puede decir que un hogar colombiano con una mega de conexión de banda ancha puede tener una interactividad plena ya que con la prueba hecha se tiene un 10,573 % con respecto a una mega de velocidad de uso del ancho de banda. Y en la actualidad el promedio de hogares colombiano que tiene acceso a internet cuenta con un ancho de banda igual o superior a 1MB.

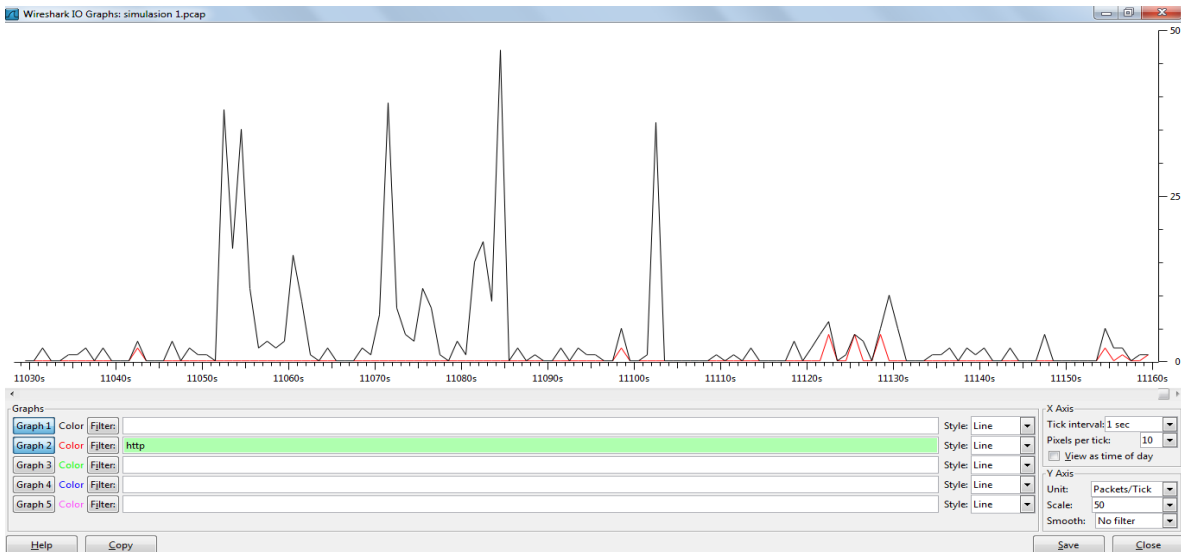


Figura 46. Trafico total vs trafico Http– Fuente(wireshark)

En la anterior (Figura 46) se muestra la relación entre el tráfico total y el tráfico http en este caso el contenido interactivo, en este se ve los paquetes http es realmente bajo (Grafica roja) comparado con el tráfico total en el cual se puede analizar que el consumo de las aplicaciones interactivas son bajos con respecto al total y que la arquitectura se emplea de una manera óptima.

Utilizando las mismas aplicaciones que se utilizaron en la pasada simulación se tratará de hacer la misma simulación con otra herramienta para corroborar si los valores que se obtuvieron en la primera se mantienen. Para esta se utilizará *Opera HbbTV Emulator* el cual permitirá probar aplicaciones tanto de manera local por la web basado en la arquitectura que se planteó.

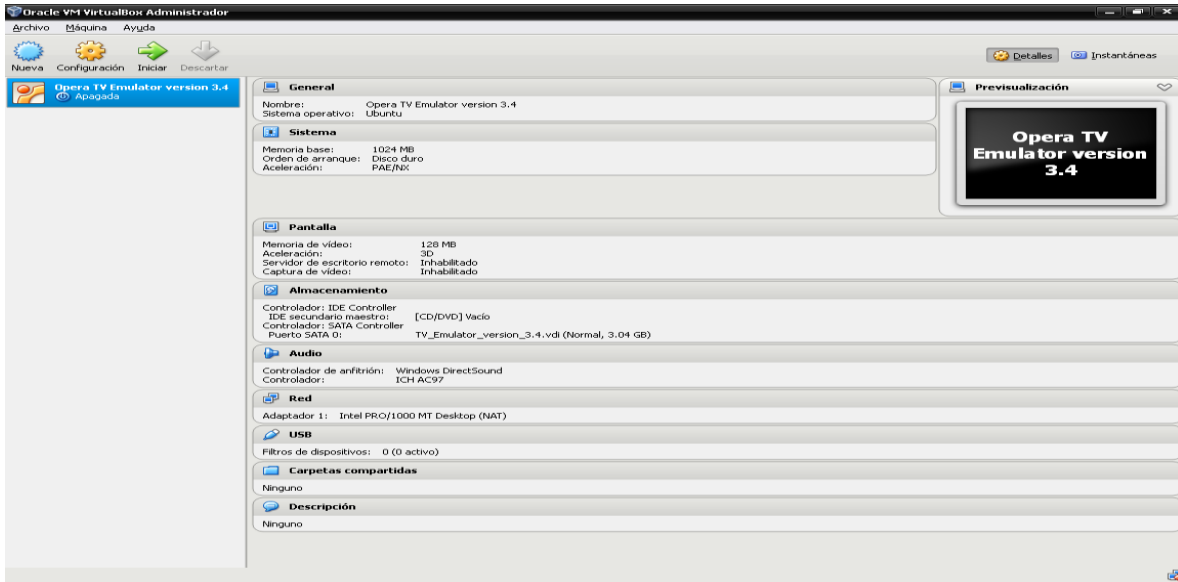


Figura 47. Emulador opera tv– Fuente(operatv)

En el cual se pone en ejecución entrando a la dirección [Http://localhost/](http://localhost/) desde el emulador y se despliega el control con el que se puede manipular los contenidos como se muestra en la (Cargando la emulación Figura 49)

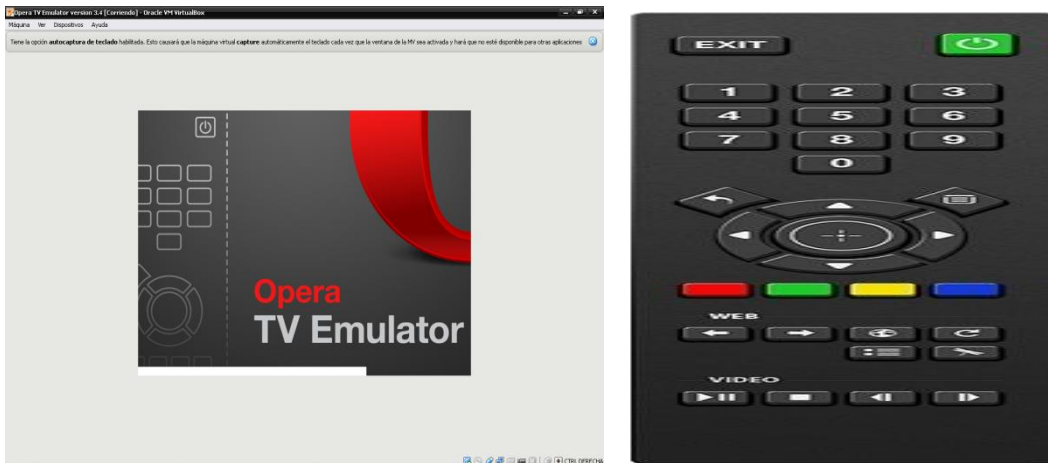


Figura 48.Cargando la emulación Figura 49.Control de ejecución del emulador– Fuente(operatv emulador)

En la captura de tráfico que se hizo se pudo corroborar que existe una comunicación con el servidor de igual forma que se hizo en la anterior simulación como se muestra en la (Figura 50)se puede ver que se realiza una petición desde el emulador identificado con el

User-Agent: Opera/9.80 (Linux i686; Opera TV Store/5449) Presto/2.12.362 Version/12.10, al Server: Apache/2.4.7 (Ubuntu).

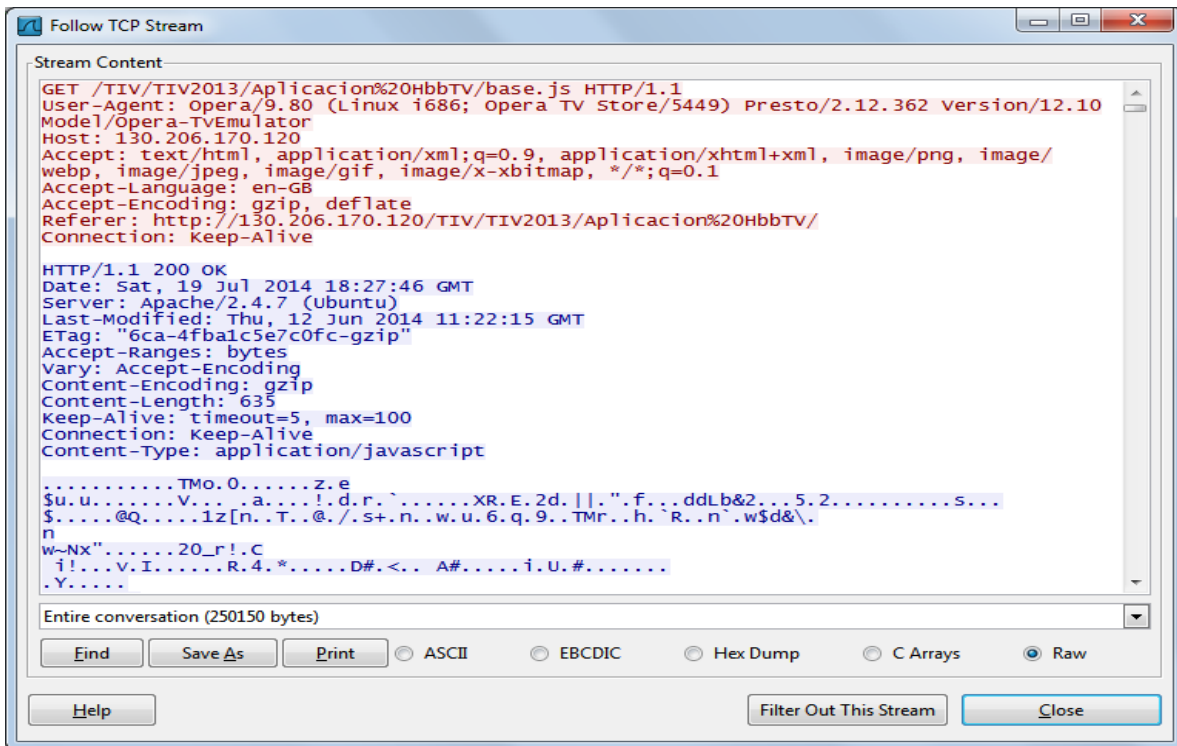


Figura 50. TcpStream– Fuente(wireshark)

En esta captura de tráfico del aplicativo en ejecución, se muestra que el consumo del ancho de banda utilizando la ecuación planteada anteriormente es de 0,00007Mps, esto gracias a los datos obtenidos del tráfico (Figura 51 y Figura 52)

$$W(\text{bytes}) = (1400 * 2) / (97.893400000 - 97.896593000)$$

$$W(\text{bytes}) = (2800) / (0,003193)$$

$$W(\text{bytes}) = 8,9404 \text{ Bytes}$$

$$\text{Ancho de banda} = 0,07152 \text{ Kps}$$

$$\text{Ancho de banda} = 0,00007 \text{ Mps}$$

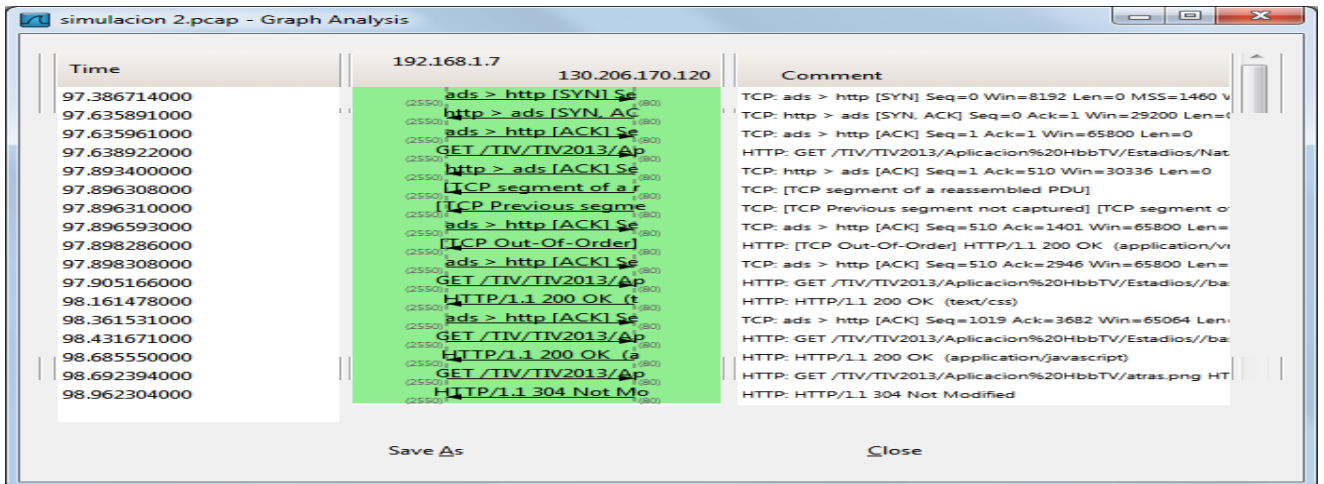


Figura 51. Flujo de datos entre cliente y servidor– Fuente(wireshark)

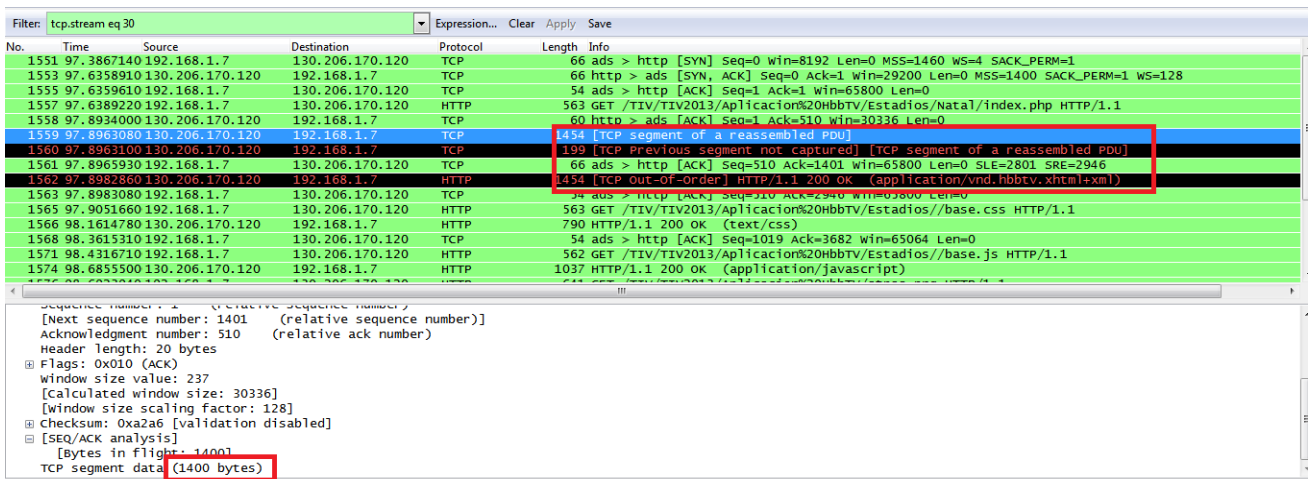


Figura 52. Captura de tráfico– Fuente(wireshark)

Analizando los datos obtenidos se logra observar que el consumo del ancho de banda al acceder a *Accept: text/html, application/xml;q=0.9, application/xhtml+xml, image/png, image/webp, image/jpeg, image/gif, image/x-xbitmap, */*;q=0.1*. Es considerablemente bajo y da una idea que la arquitectura está funcionando de una manera apropiada y que podría ser usada en otros proyectos.

7.3.2.2. Simulación basada en un aplicativo en comercio electrónico

Un cambio como el que implica la digitalización de la señal televisiva y el ingreso de la interactividad abrirá la puerta a una nueva oferta de servicios y contenidos que, sin duda,

modificará el mercado actual. Ello no sólo requerirá que los distintos agentes implicados en este cambio tecnológico acometan inversiones para la adaptación a esta tecnología, sino que además deberán proceder a la redefinición de su modelo de negocio.

La televisión se puede llegar a convertir en un medio principal para realizar compras y transacciones electrónicas, por lo que todas las expectativas de crecimiento de este mercado.

Por ejemplo, si se imagina que sale un comercial de tv, en el cual muestran un producto de su agrado y sin moverse del televisor pueda acceder a más información de éste e inclusive comprarlo desde la comodidad de su casa.

Basado en la arquitectura se simula la interactividad que existe entre un cliente comprador y un aplicativo de E-commerce, esto con el fin de resaltar las características del modelo y la arquitectura basado en este. Demostrando así lo útil que este puede servir en el ámbito económico.

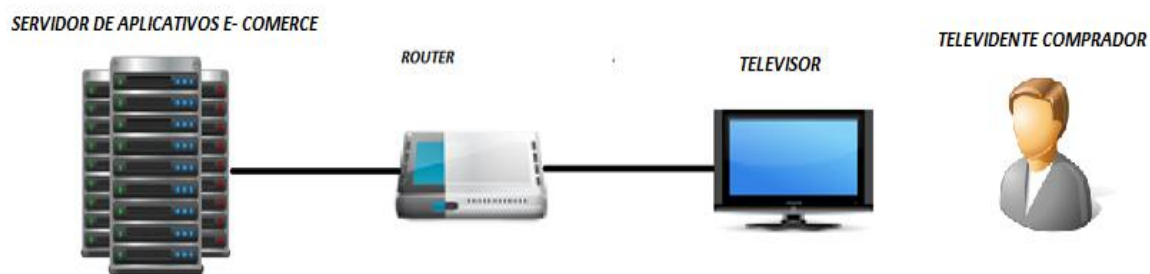


Figura 53. Escenario para la simulación de comercio electrónico– Fuente(autores)

El escenario mostrado en la (Figura 53) se basa en las mismas características de las simulaciones hechas anteriormente en el punto 6.3.2.1, pero en este caso se trabaja con un aplicativo interactivo que muestra un producto y todo lo que trae consigo.

Al momento de ejecutar la aplicación se logra ver cómo el aplicativo muestra las diferentes gamas de equipos con sus respectivos precios como se muestra en la (Figura 54).



Figura 54. Ejecución de aplicativo de e-commerce– Fuente(autores)

Al momento de ejecutar el aplicativo se puso en marcha el sniffer para la captura del tráfico en el momento de la ejecución y de la que se puede observar lo siguiente:

- ✓ Se observa la comunicación que hay entre el servidor y el cliente hay comunicación, esto gracias a la captura de tráfico que se obtuvo al momento de ejecutar el Sniffer; en la que se ve el User-Agent: HbbTV/1.1.1 (;;;;) firetv-firefox-plugin 1.3.12 el cual pertenece al emulador del televisor y decodificador que se utiliza para la investigación y el Server: Apache/2.4.7 (Ubuntu) que muestra las características del servidor.
- ✓ Se muestra que existe una comunicación exitosa ya que el paquete fue entregado con éxito al mostrar HTTP/1.1 200 OK y se puede visualizar en el producto y los precios.
- ✓ Utilizando una herramienta de computación forense llamada networkMiner se puede extraer con más detalles la información de los paquetes enviados y los recibidos por el servidor como se muestra en la (Figura 55). En esta se puede ver

que los paquetes enviados fueron 7293paquetes las que equivalen a 10.428.336 Bytes y los paquetes recibidos fueron 3648 equivalentes a 152.900 Bytes.

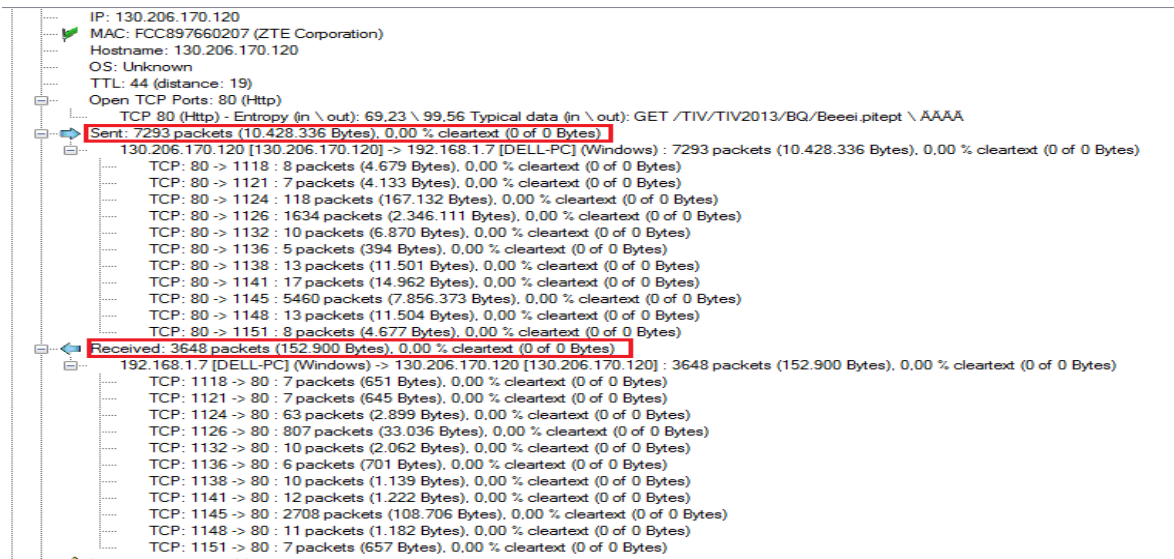


Figura 55. Captura NetworkMiner– Fuente(networkMiner)

- ✓ Al analizar esto se puede saber de cuánto es el consumo en ancho de banda utilizando la formula dicha en la anterior simulación.

$$W(\text{bytes}) = (1041 * 3) / (88.333835 - 88.339332)$$

$$W(\text{bytes}) = (3123) / (0,005497)$$

$$W(\text{bytes}) = 568128,069856 \text{ Bytes}$$

$$\text{Ancho de banda} = 4545,02456 \text{ Kps}$$

$$\text{Ancho de banda} = 4,54502 \text{ Mps}$$

En este caso el consumo de ancho de banda por la aplicación de comercio electrónico fue de 4,54502 Mps, un poco más alto que las simulaciones anteriormente. Por contener estas aplicaciones mucha información y tener la posibilidad de hacer transacciones en línea se necesita mayor seguridad; esto acarrea un consumo mayor de ancho de banda. Esto indica que el modelo y en su defecto la arquitectura puede utilizarse para probar cualquier escenario.

- ✓ Utilizando el NetworkMiner se puede analizar la cantidad de secciones que hubo entre el cliente y el servidor, y ver la interacción que hay entre ellos, la cantidad de interacciones se da cada vez se haga una petición al servidor como se muestra en la (Figura 56).

Frame nr.	Client host	C. port	Server host	S. port	Protocol (appli...	Start time
1	192.168.1.7 (Windows)	1118	130.206.170.120	80	Http	25/07/2014 10:30:32 a.m.
23	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1100	65.52.108.27	80		25/07/2014 10:30:40 a.m.
24	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1111	108.160.163.108	80	Http	25/07/2014 10:30:41 a.m.
28	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1121	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:30:41 a.m.
38	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1108	108.160.165.10	443	Ssl	25/07/2014 10:30:44 a.m.
43	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1109	108.160.165.10	443	Ssl	25/07/2014 10:30:47 a.m.
49	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1115	65.52.108.27	80		25/07/2014 10:30:49 a.m.
53	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1124	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:30:51 a.m.
160	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1126	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:30:52 a.m.
267	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1088	190.98.142.170	80		25/07/2014 10:30:53 a.m.
2672	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1085	204.79.197.200	443		25/07/2014 10:30:58 a.m.
2675	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1127	74.125.137.93 [sb.l.google.com] [safebr...	443	Ssl	25/07/2014 10:30:58 a.m.
2687	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1129	173.194.37.96 [clients.l.google.com] [cli...	80	Http	25/07/2014 10:30:58 a.m.
2715	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1130	74.125.196.138 [safebrowsing.cache.l...	443	Ssl	25/07/2014 10:30:59 a.m.
3257	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1110	108.160.165.10	443	Ssl	25/07/2014 10:31:00 a.m.
3545	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1132	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:31:05 a.m.
3559	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1134	74.125.21.95 [googleapis.l.google.com] ...	80	Http	25/07/2014 10:31:06 a.m.
3583	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1136	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:31:21 a.m.
3603	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1116	190.98.142.193	80		25/07/2014 10:31:31 a.m.
3605	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1138	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:31:33 a.m.
3638	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1101	190.98.142.170	80		25/07/2014 10:31:47 a.m.
3640	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1044	165.254.204.168	80		25/07/2014 10:31:50 a.m.
3648	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1141	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:32:00 a.m.
3708	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1093	91.190.218.17	443	Ssl	25/07/2014 10:32:48 a.m.
3772	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1145	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:33:18 a.m.
7341	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1146	137.116.32.77 [skypeecs-prod-use-0.d...	443	Ssl	25/07/2014 10:33:23 a.m.
11974	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1148	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:33:35 a.m.
12015	192.168.1.7 [DELL-PC] (Windows)	1151	130.206.170.120 [130.206.170.120]	80	Http	25/07/2014 10:33:53 a.m.

Figura 56. Secciones entre el cliente y el servidor – Fuente (networkMiner)

Con la simulación de E-commerce hecha se logra ver que la arquitectura planteada puede ser usada en el ámbito comercial y que el modelo planteado abstrae los conceptos necesarios para analizar el transporte de los paquetes de contenido interactivo en la TDT.

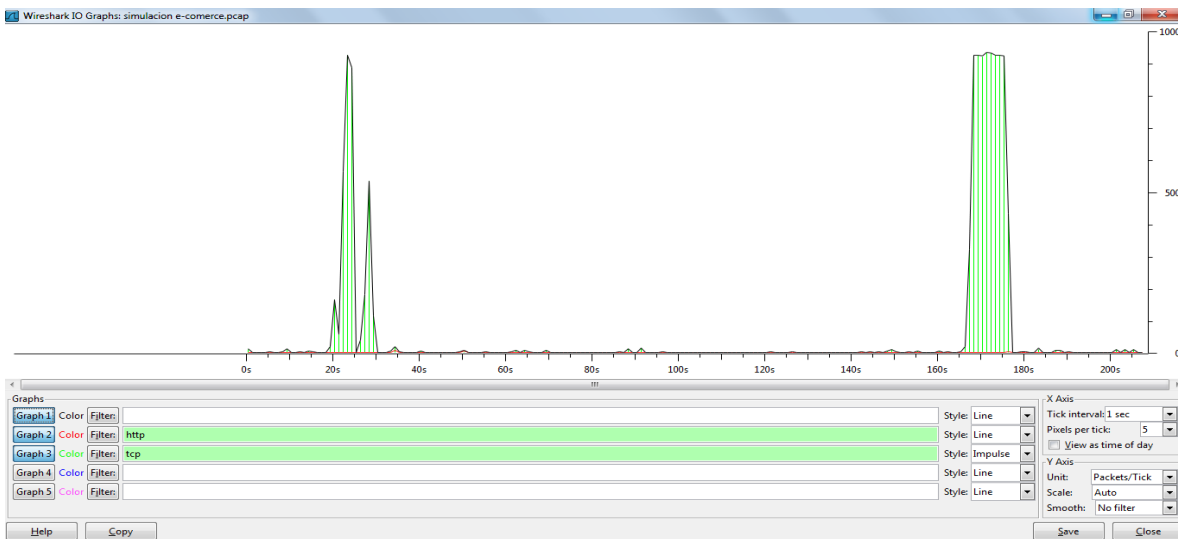


Figura 57. Tráfico Total vs Tráfico TCP y Tráfico Http – Fuente (wireshark)

En la anterior figura se muestra la relación entre el tráfico total y el tráfico tcp y http, en este se ve que el tráfico http es realmente bajo comparado con el tráfico total en el cual se puede analizar que el consumo de las aplicaciones interactivas son bajos con respecto a al total.

7.4. Análisis de los resultados obtenidos en el proyecto.

Gracias a los datos recopilados, las capturas de tráfico, los modelos hechos en el transcurso de la investigación, se pueden realizar un análisis profundo de la investigación, basándose en estudios previamente hechos, los cuales pueden servir de base para el entendimiento de los resultados obtenidos.

En esta sección se encuentran los diferentes resultados obtenidos en el transcurso de la investigación. Dichos resultados son:

1. La elaboración de los modelos conceptuales, tanto de contenido interactivo como la de contenido audio visual como se muestra en la Figura 15 y Figura 12 respectivamente en los cuales se trata de explicar cómo es el funcionamiento de la transmisión de los contenidos interactivos basados en conceptos para que las personas puedan apropiarse del tema de una manera clara y confiable. Con estos modelos se pueden hacer abstracciones y estudios de transmisión de contenidos basados en el estándar acogido por Colombia. Este resultado permitió la realización del objetivo específico N° 1.

Con el estudio titulado **Diseño y análisis de red de Televisión Digital Terrestre (TDT) para Medellín–Antioquia** se puede hacer un análisis con respecto a la transmisión de contenidos audiovisuales, cabe resaltar que nuestro proyecto es un modelo conceptual y se analizó de manera conceptual.

En el proyecto se tiene en cuenta los conceptos que se deben tener para la transmisión de contenidos audiovisuales apoyado en el estándar DVB-T2. Comparados con sus

características las cuales se aprecian en el otro proyecto y se toma como un complemento para el proyecto.

	Características	Características	
Conceptos	MODELO CONCEPTUAL PARA LA TRANSMISIÓN DE CONTENIDOS INTERACTIVOS, CON BASE EN EL ESTÁNDAR DVB-T2 APLICADO EN COLOMBIA	Diseño y análisis de red de Televisión Digital Terrestre (TDT) para Medellín–Antioquia	Observaciones
Compresor	En este concepto se explica como el contenido que viene desde el canal o programadora es comprimido bajo el estándar DVB-T2.	En este proyecto se especifica los estándares con los cuales trabaja DVB-T2, en este caso son MPEG-4, MPEG-2	En el modelo conceptual no se especifican los estándares de comprensión ya lo que se quiere es explicar de una manera más sencilla de donde viene el contenido y donde va después de la comprensión, y bajo que estándar.
Multiplexor	En caso se especifica la división de los paquetes y la creación del flujo transporte basado en el estándar	En este proyecto se ve que el flujo de transporte es una señal en banda base representada como una secuencia continua de paquetes de 188 bytes cada uno. Los cuatro primeros bytes contienen la cabecera	En el modelo conceptual se especifica como multiplexor el cual es el encargado de crear el flujo de transporte.

		del paquete y los 184 bytes restantes se emplean para carga útil.	
Transmisor	Aquí se especifica la manera de transmisión de los paquetes por el espectro	Introduce métodos de entrelazado para reducir las consecuencias de los errores que puedan provocarse en el medio de transmisión y de los errores desincronización, e incorpora corrección de errores FEC (<i>Forward Error Correction</i>) con el fin de que el receptor logre corregir efectos de ruido y degradaciones que se hayan producido en el trayecto de la señal. Modulación COFDM	En el modelo no se especifican las codificaciones y modulaciones del canal.

Tabla 5. Análisis y comparación con el modelo conceptual de transmisión de contenidos audio visuales

En la (Tabla 5) se especifica la similitud que hay entre los dos proyectos y se puede resaltar que el modelo conceptual está muy de la mano con algunos proyectos de transmisión de contenido audiovisual y podría tomarse como objeto de estudio y aprendizaje rápido.

En un artículo recopilado titulado **Digital Televisión Broadcasting in Brazil**(Smith, 2008)se logra observar que se tiene un sistema de transmisión similar pero plantado con otro estándar (ISDTV), en este sistemas existe una compresor de audio y video, una modulación, un transmisor, un receptor y un canal de interactividad similar al planteado en el proyecto. En el cual cambian algunas características de transmisión, pero tiene mucha semejanza con el estándar acogido por Colombia y con los modelos que se presentan en

esta investigación. Demostrando así que los modelos que se plantean en esta investigación se pueden soportar en estándares ajenos al que se aplica en Colombia, solo cambiando ciertas características.

Por otro lado el proyecto titulado **Entorno de Desarrollo para la Transmisión de Aplicaciones Interactivas en Televisión Digital Terrestre en Colombia** (Sergio A Gutiérrez D, 2012) se puede usar para analizar el modelo conceptual de contenidos interactivos.

En el proyecto se tiene en cuenta los conceptos que se deben tener para la transmisión de contenidos interactivo. Comparados con sus características las cuales se aprecian en el otro proyecto y se toma como un complemento para el proyecto.

	Características	Características	
Conceptos	MODELO CONCEPTUAL PARA LA TRANSMISIÓN DE CONTENIDOS INTERACTIVOS, CON BASE EN EL ESTÁNDAR DVB-T2 APLICADO EN COLOMBIA	Entorno de Desarrollo para la Transmisión de Aplicaciones Interactivas en Televisión Digital Terrestre en Colombia	Observaciones
Gestor de contenidos	En este concepto se ve que el gestor de contenidos es el que almacena y gestiona el contenido y la información de las	Un gestor de contenidos sirve para almacenar las aplicaciones interactivas. Generar las tablas PSI/SI y asociar las aplicaciones	En otros modelos el gestor de aplicaciones y el de información están por separado, pero aquí los unificamos para mayor simplicidad.

	aplicaciones.	interactivas a un servicio de video. Empaquetar las aplicaciones interactivas	
Canal de retorno	El canal de retorno en este caso representa cualquier medio por el que pueda viajar la información desde el gestor de contenido hasta el usuario final para que allá una interactividad plena.	Es un servicio importante en la TDT. Especialmente porque es un mecanismo de comunicación bidireccional cuando una aplicaciones tiene interactividad remota y servicios bajo demanda.	El canal de retorno en este caso viaja bajo el protocolo TCP/IP y usa medios guiados y no guiados para transmitir la información.
Decodificador	El decodificador en este caso funciona como decodificador de la señal y traductor de la información para mostrarla al usuario final.	Son los equipos que están en capacidad de sintonizar señales digitales en el estándar DVB-T2. Para recibir aplicaciones interactivas como un servicio en TDT el Set-Top-Box debe incorporar el mismo Middleware en el que se desarrollen las aplicaciones. Un STB con Middleware incorporado puede interpretar aplicaciones y mostrar en un	Para que la información que se extraiga del gestor de contenido sea visualizada por el usuario final el decodificador debe tener el mismo Middleware con el que se desarrollas las aplicaciones interactivas.

		televisor estos servicios interactivos.	
--	--	---	--

Tabla 6. Análisis y comparación con el modelo conceptual de transmisión de contenido interactivo.

2. El segundo resultado, fue la elaboración de una arquitectura, en la cual se extrae en base al modelo 4+1 vista todos los componentes que se necesitan para la implementación de escenarios de difusión tanto de los contenidos audio visuales como los interactivos, esta arquitectura se probó en un escenario simulado. Dando así el cumplimiento de los objetivos específicos N° 2 y N° 3.

Analizando la documentación recopilada se pudo tomar el proyecto titulado **GUIA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES INTERACTIVAS EN TDT PARA COLOMBIA**(Duarte, 2013). En la cual se expresa una infraestructura para la transmisión de aplicaciones interactivas en la TDT similar a la planteada en el proyecto, en la cual se ve los escenarios como el gestor de aplicaciones, el servidor de información y el canal de retorno los cuales fueron tenido muy en cuenta al momento de hacer la simulación y se encuentran plasmados en la arquitectura que se muestra en el proyecto.

En otro artículo titulado **Análisis del rendimiento de TDT con canal de retorno IP en NS2** (Gineth Magaly Cerón Ríos, 2013) se provee un primer escenario completo para TDT y canal de retorno IP, que permitió el análisis del rendimiento de esta red de televisión con interactividad, en una simulación. Donde se analiza el tráfico y los paquetes que se transporta en el cual se analiza el ancho de banda y el retardo de cada paquete en el cual dice que debes ser de 50Ms y sirve de apoyo a los parámetros que se quieren estudiar.

Al obtener estos resultados se puede decir que los objetivos fueron cumplidos a cabalidad y que el proyecto fue culminado sin contratiempos, y que puede ser usado como referencia para otros proyectos que se asemejen a éste y sirvan para llenar el vacío que hay en cuanto a la TDT y todas las ventajas que esta trae consigo.

8. CONCLUSIONES

El objeto principal de esta investigación se constituye en complementar los estudios hechos de TDT en Colombia para analizar la manera como se da la interactividad en la TDT, enfatizando en su transporte por el canal de retorno, los tiempos de respuesta y el ancho de banda que consume cada uno. Para solucionar el problema de la escasa documentación, aclarar las dudas que se tienen en la transmisión de estos contenidos, demás dudas que se tengan y elevar el atractivo de la interactividad; de aquí nació la idea de desarrollar un modelo conceptual para la transmisión de contenidos interactivos basado en el estándar DVB-T2 adoptado por Colombia y aplicado en gran parte de Europa, para analizar el transporte de manera conceptual del contenido interactivo.

El problema de esta investigación radica en la falta de documentación existente acerca de la transmisión de contenidos interactivos, su transporte por el canal de retorno y los problemas que existen en la actualidad en cuestión a su implementación, este proyecto es innovador ya que se trabaja con una tecnología nueva y se aporta a su enriquecimiento aportando un modelo conceptual y una arquitectura que sirve de ayuda para esta investigación

Para cumplir este objetivo se decidió dividir la investigación en dos partes, como primera parte se estudió todo lo referente a la transmisión de contenido audio visual. Para llevar a cabo esta parte, se tuvo en cuenta los estudios hechos en otras investigaciones referentes a la transmisión de contenidos audiovisuales, teniendo en cuenta las especificaciones que dan la ANTV y la CRC, estos últimos son entes encargados de la regulación de la tv en Colombia.

Con la revisión de la literatura se logró obtener los conceptos para el desarrollo del modelo conceptual relacionado, con la transmisión de los contenidos interactivos, donde se ve de manera conceptual la forma como se transportan los paquetes desde la programadora hasta el usuario final. Esto sirve para tener un entendimiento más profundo del tema tratado, y crear la arquitectura la cual apoya el montaje simulado.

Al terminar este proyecto de investigación se obtuvieron tres resultados que satisfacen cada uno de los objetivos específicos. El primero es el desarrollo del modelo conceptual, el cual satisface el primer objetivo; todo esto para entender de manera conceptual la transmisión de los contenidos, del cual se puede concluir, que el análisis hecho a la literatura y la creación del modelo satisface el estudio de la interactividad en la TDT en Colombia, siendo claro para el lector, la semejanza con proyectos ya realizados y la claridad que proporciona a los desarrolladores de contenidos.

Otro resultado ha sido el desarrollo de una arquitectura la cual sirve como guía que describe el montaje de un sistema de transmisión para próximas investigaciones y pueda ser utilizado en pruebas y montajes. De este punto concluimos, que la arquitectura planteada satisface los requisitos el objetivo N°2 y N°3 de este proyecto y tienen relación con proyectos hechos en otras investigaciones, mostrando así que esta arquitectura va de la mano del modelo de la investigación.

Finalmente tomando las guías de la arquitectura se propone una simulación de transmisión de contenidos interactivos en el cual se vean los módulos planteados en la arquitectura para comprobar su validez. De las capturas de tráfico hechas con el sniffery el análisis del ancho de banda que consume una aplicación interactiva se logra concluir que un hogar colombiano con una mega de conexión de banda ancha puede tener una interactividad plena ya que con la prueba hecha se tiene que estas consumen menos del 10% del ancho de banda con respecto a una mega de velocidad de uso del ancho de banda. Y en la actualidad el promedio de hogares colombiano que tiene acceso a internet cuenta con un ancho de banda igual o superior a 1MB.

Para concluir damos respuesta al interrogante de investigación” ¿Cómo modelar conceptualmente la transmisión de los contenidos interactivos para analizar el comportamiento y la transmisión de los paquetes basados en el estándar DVB-T2,” de la siguiente forma: implementando un **MODELO CONCEPTUAL PARA LA TRANSMISIÓN DE CONTENIDOS INTERACTIVOS, CON BASE EN EL ESTÁNDAR DVB-T2 APLICADO EN COLOMBIA** el cual es útil para analizar el transporte de los

paquetes de contenido interactivo ya que en la documentación recopilada se demuestra el análisis del tráfico de contenidos interactivos de manera conceptual. En el cual se aprecia el comportamiento, el ancho de banda consumido y la comunicación cliente servidor.

Lo anterior se pudo apreciar gracias a la fiabilidad de la documentación y las pruebas de la arquitectura hecha basada en el modelo planteado. Dando como resultado que los conceptos que se usan pueden ser tomados en cuenta para el análisis de la transmisión.

Al obtener los resultados de la revisión de la documentación y las pruebas simuladas hechas en un ambiente controlado, se llegó a la conclusión que los modelos propuestos apoyan de una manera fácil de entender el comportamiento de la transmisión de los contenidos tanto audiovisuales como interactivos y aclaran dudas a el personal interesado en el tema; llenando así un vacío informativo en profundidad del tema.

También quedó demostrado que la arquitectura planteada para la parte interactiva puede ser de ayuda en el montaje de sistema de transmisión de contenidos interactivos, ya que las pruebas simuladas fueron exitosas sin la utilización de equipos avanzados y propios para el montaje, dando resultados satisfactorios para el estudio del tema.

Cabe resaltar que durante la ejecución de este proyecto, en la metodología utilizada, los medios de recolección y sobretodo en la forma de cómo fue aceptado el proyecto, no surgieron resultados inesperados. Pero la simulación pudo ser mejor, utilizando equipos más avanzados y que por su difícil acceso tanto en la parte física como software no se pudieron utilizar, y se tuvo que recurrir a aplicativos que sirven para demostrar la arquitectura de una manera muy reducida y así poder plantear una buena simulación, pero no con equipos reales, pero esto no le quito peso a la investigación ya que se cumplió con lo previsto.

9. RECOMENDACIONES

Con los inconvenientes que se tuvieron por adquisición de los equipos reales para hacer las pruebas, tanto en la parte física como software y teniendo en cuenta todo el estudio realizado y en nivel de abstracción que se tuvo al momento de diseñar todos los modelos tanto el conceptual como los referentes a la arquitectura, se hacen las siguientes recomendaciones relacionadas las pruebas de estos para trabajos futuros:

- Probar en escenarios reales de la arquitectura con equipos de última tecnología como decodificadores, multiplexores y servidores potentes para validar de una manera más clara el funcionamiento de la misma ya que en la presente investigación no pudieron ser aplicados por falta de estos.
- Que se tengan en cuenta los estudios hechos en esta investigación para probar aplicativos desarrollados en TDT, ya que es una arquitectura sencilla y fácil de entender esto serviría para implementar un trabajo futuro.
- Que se puedan actualizar los modelos con temas nuevos para que esta investigación este a la vanguardia de la tecnología.
- Que en próximas investigaciones se amplíe más el tema de televisión híbrida para poder hacer aplicaciones para probar con la arquitectura planteada.
- Que la arquitectura pueda ser aplicada en investigaciones relacionadas con el comercio electrónico, el aprendizaje electrónico, etc.

10. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, M. I. (30 de Noviembre de 2011). <http://comunicacioneselectronicas.com/>.
Obtenido de <http://comunicacioneselectronicas.com/CAI2011/Hernandez.pdf>

Alegria, M. r. (2007). Nuevos servicios prestados atraves del televisor . castellon, España:
universidad jaume.

Arce, I. E. (28 de febrero de 2014). Estudio del estándar de televisión digital interactiva
HbbTV e implementación de aplicación final. Pamplona, españa.

Autoridad Nacional de Televisión ANTV. (07 de Mayo de 2013). *Plan de Cobertura en
Tecnología Digital por parte del Operador Público Naciona*. Recuperado el 15 de
Mayo de 2013, de <http://www.antv.gov.co:>
[http://www.antv.gov.co/Proyectos/Docs_CoberturaTDT_por_RTVC/130509-
DocRegulatorio_Cobertura_TDT_por_RTVC.pdf](http://www.antv.gov.co/Proyectos/Docs_CoberturaTDT_por_RTVC/130509-
DocRegulatorio_Cobertura_TDT_por_RTVC.pdf)

Broadcasting, D. V. (2003). www.pda.etsi.org/pda/home.asp.

Carolina Moreno, A. m., & gil, F. (2011). Diseño y análisis de red de Televisión Digital
Terrestre (TDT) para Medellín - Antioquia. *Revista en telecomunicaciones e
informatica*, 31-46.

Colombia, C. d.–R. (Septiembre de 2012). Definición de las especificaciones técnicas de la
TDT en Colombia. Página 4 de 58.

Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC. (16 de Octubre de 2013).
<http://www.crcm.gov.co/>. Recuperado el 7 de Enero de 2014, de
<http://www.crcm.gov.co/>: <http://www.crcm.gov.co/index.php?idcategoria=65281>

Digital Video Broadcasting (DVB). (2004-06). Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. *ETSI*.

Doug Williams, M. F. (2011). Video Mediada Por la interaccion social entre los grupos: requisitos del sistema y los retos tecnologicos. En *Telematica Informatica* (págs. 251-270).

Duarte, S. A. (2013). *GUIA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES INTERACTIVAS EN TDT PARA COLOMBIA*. Bogota-colombia.

DVB. (2013). *DVB*. Recuperado el 22 de agosto de 2013, de <http://www.dvb.org>

DVB. (agosto de 2013). <http://www.dvb.org/>. Recuperado el 27 de agosto de 2013, de http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-T2_Factsheet.pdf

ETSI. (junio de 2004). <http://www.etsi.org/>. Recuperado el 7 de Octubre de 2013, de <http://www.etsi.org/>:
http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300700_300799/300744/01.05.01_40/en_300744v010501o.pdf

ETSI. (Junio de 2010). <http://www.etsi.org/>. Recuperado el 15 de julio de 2014, de http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.01.01_60/ts_102796v010101p.pdf

facil, a. (1 de Octubre de 2013). <http://new.aulafacil.com/>. Recuperado el 16 de Noviembre de 2013, de <http://new.aulafacil.com/curso-gratis-de-investigacion,el-diseno-o-proyecto-de-investigacion-y-sus-elementos-componentes-viii,679,11282>

Fakhreddine Karray, M. A. (2008). *Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art*. Waterloo, Canada : INTERNATIONAL JOURNAL ON SMART SENSING AND INTELLIGENT SYSTEMS.

Gineth Magaly Cerón Ríos, J. L. (2013). *Análisis del rendimiento de TDT con canal de retorno IP en NS2*. Popayán, Cauca, Colombia: Departamento de Telemática-Universidad del Cauca.

Gobierno de España. Ministerio de Industria, E. y. (s.f.). <http://www.televisiondigital.es/>. Recuperado el 23 de mayo de 2014, de <http://www.televisiondigital.es/>: <http://www.televisiondigital.es/tecnologias/Interactividad/Paginas/interactividad.aspx>

hbbtv. (s.f.). www.hbbtv.org. Recuperado el 15 de julio de 2014, de https://www.hbbtv.org/pages/about_hbbtv/specification.php

Hernández, S. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Interamericana.

KARINA RAYAS DIAZ, R. C. (2014). *Modelo de simulación de una red satelital interactiva basada en las normas DVB-S y DVB-RCS*. baja california.

Kruchten, P. (1995). The 4 1 Ver Modelo de Arquitectura. *IEEE Software* , 42-50.

Larman, C. (2010). UML y Patrones. En *Introducción al análisis y diseño orientado a objetos* (pág. 85). Pearson.

MILLAN, R. (29 de Abril de 2014). <http://www.ramonmillan.com/>. Obtenido de <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/tdt.php>

- MUEHL, D. (2010). analisis de contenido en el centro d investigaciones. *instituto de investigaciones sociales, universidadde michigan*, 1-25.
- NIÑO, J. O. (2011). Análisis de transferencia tecnológica para una adecuada implementación de contenidos educativos en el sistema de TDT interactiva en Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- padrinas, f. (1976). metodologia y tecnicas de investigaciones sociales. En *introduccion elemental* (págs. 80-81). Mexico: editorial S.A.
- Ramírez, D. H. (2011). *dre-learning*. Recuperado el 16 de noviembre de 2013, de http://www.dre-learning.com/download/cursos/mdli/parte_1.htm
- Rocío Narváez, D. J. (2012). Usability guidelines related to ease of learning and ease of use in the design of interactive digital television applications, considering user profiles. *ACM Nueva York, NY, EE.UU.* © 2012.
- Roncagliolo, C. C. (2009). Diseño y Evaluación de la televisión interactiva desde una perspectiva de usabilidad. *achi*, 381-385.
- Santos, D. G. (2011). Modelazion de la interaccion del usuario en Context-Aware aplicacion de television interactiva en entornos distribuidos.
- SCHEM, J. D.-2. (2011). *universidad de valladolid*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2013, de https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/475/46179/1/Documento4.pdf
- Sergio A Gutiérrez D, O. G. (4 de Septiembre de 2012). Entorno de Desarrollo para la Transmisión de Aplicaciones Interactivas en Televisión Digital Terrestre en Colombia. Santa Cruz, Ecuador.

Smith, J. R. (2008). Digital Television Broadcasting. *IEEE MultiMedia*, 64-69.

Soares, R. M. (2007). The Declarative Environment of Brazilian Digital TV System. *GINGA-NCL*, 37-46.

tdt colombia. (2014). *tdt colombia*. Recuperado el 1 de mayo de 2014, de tdt colombia:
<http://tdtcolombia.info/cobertura.htm>

tdtcolombia.info. (2013 de Septiembre de 2013). <http://tdtcolombia.info>. Recuperado el 7 de Enero de 2014, de <http://tdtcolombia.info/cobertura.htm>

television, C. n. (20011). *estudio de impacto de la actualizacion al estandar de television digital terrestre DVB-T2*. Bogota .

VÁSQUEZ, G. K. (9 de febrero de 2009). <http://www.mtc.gob.pe/>. Recuperado el 27 de agosto de 2013, de http://www.mtc.gob.pe/portal/tdt/docs/exposiciones/008_uca_tv-digital-urp-feb-09.pdf