

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN
INTERACTIVA PARA EDUCACIÓN A DISTANCIA: T-LEARNING A
TRAVÉS DE UN CANAL TDT UNIVERSITARIO Y UN CANAL IPTV
EN LA CIUDAD DE LIMA.

Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, que
presenta el bachiller:

DENNIS JOEL ZÁRATE TORRES

ASESOR: Mg. MARCO ANTONIO MAYORGA MONTOYA

Lima, Septiembre 2012

Resumen

El presente proyecto de tesis consiste en el diseño e implementación de una aplicación interactiva con Ginga-NCL para educación a distancia por la televisión denominado T-Learning.

El primer capítulo está centrado en el estudio teórico sobre la Televisión Digital, las características de la familia MPEG en especial del protocolo de comunicación MPEG-2, para el análisis y creación de las tramas de audio, video y datos, que forman parte, una vez multiplexados, en una trama conocida como Transport Stream(TS).

En el segundo capítulo, se presenta un breve análisis actual de la Televisión Digital Terrestre en el mundo, en especial del estándar ISDB-T (norma Japonesa), así como los aportes de Brasil para el estándar ISDB-Tb (nipo-brasileña) con el middleware GINGA, para el desarrollo de aplicaciones interactivas basadas en el lenguaje de programación NCL.

En el tercer capítulo, se realiza un estudio sobre la IPTV como su definición, elementos y arquitectura; también se muestra las bondades del framework de IPTV ITU-T H.760 MAFR(Multimedia Application Framework), sobretodo el uso del middleware GINGA-NCL para IPTV según la recomendación ITU-T H.761.

En el cuarto capítulo, se presenta la Televisión Digital interactiva y los diferentes tipos de aplicaciones existentes para la TDT e IPTV. El caso de estudio de la tesis, es la interactividad sobre T-Learning, por ello se realiza un diagnóstico de la situación actual de la educación a distancia en el Perú y se propone un modelo de aplicación interactiva sobre los cuentos tradicionales peruanos.

En el quinto capítulo, se describe el diseño de un canal de Televisión Digital Universitario en la ciudad de Lima y en los lugares sin cobertura se implementa la re-transmisión IPTV para los Colegios involucrados por cobertura. Los escenarios de pruebas son: la Televisión Digital Terrestre con el estándar ISDB-Tb y una red IPTV basado en la recomendación ITU-T H.761.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones, además de proponer algunos trabajos futuros que permitan complementar este proyecto de tesis.

Dedicatoria



A Dios por haberme dado mi familia y tener la oportunidad de estudiar una carrera que me apasiona.

A mis padres, Zósimo y Felicitas por el gran esfuerzo y sacrificio que dan para ver a sus hijos crecer y salir adelante, son mi mayor fuente de inspiración y voluntad para llegar a ser profesional.

A mis hermanas: Cynthia, Janina y Ana Kelly, mis mejores amigas y compañeras.

A mi novia Ikumi Ohsugi, por su incondicional apoyo, cariño y respeto.

Agradecimientos

Este documento de Tesis es el resultado de mi experiencia de estudio y trabajo en la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo, donde conocí con más detalle la Televisión Digital, sobre la base y ayuda de mis conocimientos obtenidos en la Pontificia Universidad Católica del Perú, mi alma máter.

Todo mi agradecimiento a los laboratorios de Arquitectura de Redes y Computadoras LARC de la Universidad de São Paulo, quienes me abrieron las puertas para desarrollarme como estudiante y profesional, en especial a la Dra. Regina Melo Silveira, Directora del grupo de Gerenciamiento de Video Digital de los laboratorios LARC, y a un gran amigo MSc. Hélcio Machado Pimentel por su apoyo incondicional durante mi estadía en Brasil.

A mi asesor de Tesis, Ing. Marco Mayorga Montoya, por guiar este documento y velar por la calidad de este trabajo.

A Leandra Cuba egresada de la Facultad de Arte de la PUCP, por la colaboración en este proyecto de Tesis con el diseño y animación gráfica para las diferentes interfaces de la aplicación interactiva.

A las empresas: EITV-Brasil, por colaborar y brindar asesoría técnica, Felipe Pegoretti y Alberto Issi; NEC-Perú al Dr. César Gallego y Carlos Solis; y a los Laboratorios de LIFIA- Facultad de Informática - UNLP Argentina con Ignacio Jaureguiberry.

Mi agradecimiento infinito por la gran voluntad y esfuerzo de mis padres Zósimo y Felícitas que con sus sabias palabras, supieron conducirme y guiarme por el camino correcto de la vida, para llegar a ser un excelente profesional en beneficio de la sociedad.

Índice

Índice	V
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tablas.....	x
Introducción	11
Capítulo 1 La Televisión Digital	12
1.1 La Televisión Digital.....	12
1.2 Evolución de la Familia MPEG	13
1.3 Flujo de datos para Tv Digital	14
1.4 Mecanismos de envío de datos en el flujo de Transporte Comunicaciones MPEG-2.....	15
1.5 Tablas de Programas de Información Específica-PSI.....	16
1.5.1 Tabla de Asociación de Programas-PAT	17
1.5.2 Tabla de Mapeamiento de Programas-PMT	18
1.5.3 Tabla de Información de Eventos-EIT	19
1.6 Multiplexación y Servicios de Información.....	19
Capítulo 2 Televisión Digital Terrestre.....	21
2.1 Estándar de Televisión Digital Terrestre: ISDBT	22
2.1.1 Características del estándar ISDB-Tb:.....	24
2.2 Middleware en el Mundo para TDT	24
2.2.1 Middleware DASE	25
2.2.2 Middleware MHP	25
2.2.3 Middleware ARIB.....	25
2.3 GEM	25
2.4 Middleware GINGA como framework para Televisión Digital Interactiva	26
2.5 Ginga-CC (Ginga Common-Core).....	27
2.6 Ginga-J	28
2.7 Ginga-NCL.....	28
2.7.1 Estructura del Programa GINGA-NCL	29
2.7.2 Regiones	30
2.7.3 Descriptores.....	30
2.7.4 Puertas	30
2.7.5 Contextos.....	31
2.7.6 Nodos de media	31
Capítulo 3 IPTV.....	32
3 Definición IPTV	32
3.1 Servicios	32
3.2 Elementos de un Sistema de IPTV	33
3.3 Arquitectura IPTV.....	34
3.4 Framework para Aplicaciones multimedia en IPTV (ITU-T H.760 Series).....	35
3.5 Recomendación GINGA-NCL para IPTV (ITU-T H.761)	36
3.6 Esquema del sistema IPTV desarrollada para retransmisión del estándar ISDB-T	37
Capítulo 4 Aplicaciones Interactivas para Televisión Digital y Modelo propuesto.....	40
4 La Televisión Digital Interactiva.....	40

4.1	Canal de Interactividad.....	42
4.2	Recorrido de un aplicativo interactivo en Televisión Digital.....	42
4.3	Tipos de Aplicaciones para Televisión Digital Interactiva	43
4.3.1	EPG- Guía Electrónica de Programas	43
4.3.2	T-Commerce o Comercio Televisivo	44
4.3.3	T-Government.....	45
4.3.4	T-Health o T-Salud.....	46
4.3.5	T-Bank.....	46
4.3.6	Servicios con IPTV.....	47
4.4	T- Learning (CASO DE ESTUDIO)	48
4.5	Canal de Televisión Universitario de São Paulo-Brasil	50
4.6	Educación a distancia.....	51
4.6.1	Educación a distancia en el Perú.....	52
4.7	Casos de T-Learning	54
4.8	Modelo propuesto: T-Learning con lenguaje GINGA-NCL.....	55
4.8.1	Pantalla menú principal:	56
4.8.2	Pantalla menú Personajes:.....	57
4.8.3	Pantalla menú Escenario:.....	58
4.8.4	Pantalla menú Comunicación:	59
4.8.5	Pantalla menú Información:.....	60
4.8.6	Pantalla barra de botones:	60
4.8.7	Pantalla botón de Mensaje:.....	61
4.8.8	Pantalla botón de Evaluación:.....	61
4.8.9	Pantalla botón Ayuda:.....	62
4.8.10	Diagrama UML secuencial:	64

Capítulo 5 Escenarios y diseño de implementación de pruebas para una canal TDT e IPTV 65

5	Diagrama general de red TDT e IPTV para servicios de televisión digital interactiva	66
5.1	Mapa General según cobertura de señal de Televisión Digital Terrestre en Lima y Callao.....	67
5.2	Componentes de Hardware	68
5.3	Componentes de Software.....	71
5.3.1	Herramientas para la creación de aplicaciones interactivas	71
5.4	Pruebas de interactividad en los escenarios TDT e IPTV.....	75
5.4.1	Herramientas para pruebas de laboratorio TDT e IPTV	75
5.5	Evaluación presupuestal de implementación para el canal de Televisión y el laboratorio de pruebas.....	77
5.6	Procedimiento para las pruebas de laboratorio Televisión Digital.....	79
5.6.1	Pruebas para transmisión TDT:	79
5.6.2	Pruebas para recepción TDT:.....	82
5.6.3	Resultados finales de pruebas TDT:	84
5.7	Pruebas de laboratorio para IPTV:.....	84
5.7.1	Resultados finales de pruebas IPTV:	85
5.8	Pruebas de interactividad para TDT e IPTV:.....	86
5.9	Resultados finales de interactividad en los casos de TDT e IPTV.....	87

Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros..... 89

	Conclusiones.....	89
	Recomendaciones	90
	Trabajos Futuros.....	90

Bibliografía	91
Anexos	95
Anexo-1: Z3 MVE-02 / MVE-20-ISDB-T Broadcast HD, SD and 1-seg Encoders/Decoders	95
Anexo-2: EITV Developer Box-ISDB-T and IPTV	95
Anexo 3: Modulator PCI Express Board –TELEVIEW.....	95
Anexo 4: Diagrama General de MPEG-2 Transport Stream e ISDB-Tb (Tektronix)..	95
Anexo 5: Cotización presupuestal para equipos.....	95
Anexo 6: Listado de Colegios en la ciudad de Lima.....	95



Lista de Figuras

FIGURA 1-1: ESTRUCTURA DEL PES (PACKETIZED ELEMENTARY STREAM)	14
FIGURA 1-2: DIAGRAMA DE SINTAXIS DEL TRANSPORT STREAM	15
FIGURA 1-3: ETAPAS DE LA CREACION DEL TRANSPORT STREAM.....	16
FIGURA 1-4: ESQUEMAS DE TABLAS DE MPEG-2, DVB E ISDB-TB	17
FIGURA 1-5: FUNCIONAMIENTO DE LA TABLA DE ASIGNACIÓN DE PROGRAMAS	17
FIGURA 1-6: DIAGRAMA DEL PROGRAM ASSOCIATION SECTION PAT	18
FIGURA 1-7: FUNCIONAMIENTO DE LA TABLA DE MAPEAMIENTO DE PROGRAMAS.....	18
FIGURA 1-8: COMPONENTES DEL BROADCAST TRANSPORT STREAM.	19
FIGURA 1-9: ISDB-Tb BROADCAST TRANSPORT STREAM. BIT RATE	20
FIGURA 2-1: ESTÁNDARES TDT EN EL MUNDO	22
FIGURA 2-2: SEGMENTOS DEL ESPECTRO PARA UN CANAL TDT	23
FIGURA 2-3 : CAPAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN DIGITAL	24
FIGURA 2-4: EL GEM Y LA RELACIÓN CON MIDDLEWARES TDT	26
FIGURA 2-5 : ARQUITECTURA EN CAPAS DEL ESTÁNDAR SBTVD	27
FIGURA 2-6 : API'S DEL GINGA.....	28
FIGURA 2-7: MODELO DE LA ARQUITECTURA GINGA.	29
FIGURA 2-8: ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA NCL	29
FIGURA 3-1: ELEMENTOS DE UN SISTEMA IPTV	33
FIGURA 3-2: ARQUITECTURA DE LA RED IPTV.....	34
FIGURA 3-3: SUITE COMÚN DE INTERACTIVIDAD IPTV ITU-T H.760 SERIE.....	36
FIGURA 3-4: ARQUITECTURA MIDDLEWARE GINGA – SERVICIOS Y APLICACIONES PARA IPTV	37
FIGURA 3-5: PRUEBAS DE TRANSMISIÓN ISDB-T EN BROADCAST E IP MULTICASTING	38
FIGURA 3-6: PILA DE PROTOCOLOS BASADO EN IPTV PARA EL SISTEMA DE RE-TRANSMISION.....	38
FIGURA 4-1 : ARQUITECTURA DEL SUB-SISTEMA DE INTERACTIVIDAD EN TV BROADCASTING	42
FIGURA 4-2: RECORRIDO DE UNA APLICACIÓN INTERACTIVA	43
FIGURA 4-3: GUÍA ELECTRÓNICA DE PROGRAMAS EPG	44
FIGURA 4-4: EJEMPLO DE UN APLICACIÓN T-COMMERCE- MODELO NO INTRUSIVO.....	44
FIGURA 4-5: EJEMPLO DE UN APLICACIÓN T-COMMERCE- MODELO INTRUSIVO.....	45
FIGURA 4-6: EJEMPLO DE UN APLICACIÓN T-GOVERNMENT	45
FIGURA 4-7: SEGURIDAD SOCIAL - T-GOVERNMENT	46
FIGURA 4-8: APLICACIÓN INTERACTIVA PARA EL ÁREA DE SALUD - T-HEALTH	46
FIGURA 4-9: APLICACIÓN DE JUEGO DE LOTERÍA POR EL BANCO CAIXA	47
FIGURA 4-10: SIMULACIÓN DE CÁLCULO DE ESTADO DE CUENTA- CAIXA	47
FIGURA 4-12: INTERACTIVIDAD CON DISPOSITIVOS MÓVILES- CASO IPTV	47
FIGURA 4-13: WIDGETS EN H762- IPTV	48
FIGURA 4-14: T-COMMERCE EN H761- IPTV.....	48
FIGURA 4-15: ESQUEMA INICIAL DE T-LEARNING COMO ENTRETENIMIENTO Y EDUCACIÓN FORMAL.	49
FIGURE 4-16: T-LEARNING COMO USO DE LAS TECNOLOGÍAS IP, DIGITAL TELEVISION, MOBILE Y E-LEARNING.....	49
FIGURE 4-17: UNIVERSIDADES ASOCIADAS AL CANAL UNIVERSITARIO DE SAO PAULO	51
FIGURA 4-18: PEA SEGÚN NIVEL DE EDUCACIÓN ALCANZADO-LIMA METROPOLITANA.	53
FIGURA 4-19: AMBIENTE BEACON PARA T-LEARNING	54
FIGURA 4-20: AMBIENTE DE EDUCATION TURMA DA MONICA PARA T-LEARNING	55
FIGURA 4-21: OPCIONES DEL MENÚ PRINCIPAL (1) Y LA BARRA DE BOTONES INTERACTIVOS (2).....	56
FIGURA 4-22: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: PERSONAJES/ZORRO	57
FIGURA 4-23: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: PERSONAJES/CONDOR	57
FIGURA 4-24: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: ESCENARIO/SIERRA	58
FIGURA 4-25: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: ESCENARIO/CLIMA	58
FIGURA 4-26: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: ESCENARIO/CLIMA	59
FIGURA 4-27: OPCIONES DE INTERACTIVIDAD: COMUNICACIÓN / IDIOMA, LENGUAJE A SEÑAS Y LEYENDA	59
FIGURA 4-28: OPCIONES DE INTERACTIVIDAD: INFORMACIÓN / AUTOR.....	60

FIGURA 4-29: OPCIONES DE INTERACTIVIDAD: INFORMACIÓN /MIEMBROS.....	60
FIGURA 4-30: OPCIONES DE LA BARRA DE BOTONES INTERACTIVOS.....	61
FIGURA 4-31: BOTÓN INTERACTIVO PARA ESCRIBIR UN MENSAJE.....	61
FIGURA 4-32: BOTÓN INTERACTIVO DE EVALUACIÓN.....	62
FIGURA 4-33: BOTÓN INTERACTIVO AYUDA/ MENÚ.....	62
FIGURA 4-34: BOTÓN INTERACTIVO AYUDA/BARRA DE BOTONES.....	63
FIGURA 4-35: DIAGRAMA UML SECUENCIAL.....	64
FIGURA 5-1: DIAGRAMA GENERAL DE RED TDT E IPTV PARA SERVICIOS DE TELEVISION DIGITAL INTERACTIVA.....	66
FIGURA 5-2: PUNTOS DE MEDICION DE LA SEÑAL DE TELEVISIÓN DIGITAL DEL CANAL 16 (TV PERU) EN LAS PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO.....	67
FIGURA 5-3: ENCODER ISDB-T Z3 TECHNOLOGY MV2-EITV.....	69
FIGURA 5-4: SET TOP-BOX HÍBRIDO PARA TDT E IPTV.....	69
FIGURA 5-5: SET-TOP-BOX DIGI-TV COMO RECEPTOR DIGITAL PARA TDT.....	70
FIGURA 5-6: SINTONIZADOR DE TV DIGITAL TIPO USB.....	70
FIGURA 5-7: TELEVISOR CONECTADO CON CABLE HDMI AL SET-TOP-BOX.....	71
FIGURA 5-8: TELEVISOR CONECTADO CON CABLE HDMI AL SET-TOP-BOX.....	71
FIGURA 5-9: HERRAMIENTA DE AUDITORÍA COMPOSER.....	72
FIGURA 5-10: PANTALLA DEL PROGRAMA DEL GINGA-NCL EMULADOR.....	73
FIGURA 5-11: PANTALLA PRINCIPAL DEL PROGRAMA VMPLAYER EJECUTANDO LA MÁQUINA VIRTUAL DEL STB EN UBUNTU.....	73
FIGURA 5-12: INTERFACE DEL IDE ECLIPSE UTILIZANDO EL PLUG-IN.....	74
FIGURA 5-13: LABORATORIO DE TV DIGITAL PARA ESCENARIOS DE TDT E IPTV.....	76
FIGURA 5-14: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS INICIAL TDT.....	80
FIGURA 5-15: LABORATORIO DE TV DIGITAL PARA ESCENARIOS DE TDT E IPTV.....	81
FIGURA 5-16: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS PARA SERVICIOS HD Y ONE-SEG.....	82
FIGURA 5-17: DIAGRAMA Y TABLA DE POTENCIAS EN EL RANGO ESPECTRAL.....	83
FIGURA 5-18: TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE LA SEÑAL DIGITAL ISDB-T EN LABORATORIO.....	83
FIGURA 5-19: RECEPCIÓN ONE-SEG DE LA SEÑAL DIGITAL ISDB-T EN LABORATORIO.....	84
FIGURA 5-20: CONFIGURACION DEL CANAL IPTV A RECIBIR DEL SERVIDOR DE VIDEO STREAMING.....	85
FIGURA 5-21: RECEPCIÓN DE LOS CANALES TDT E IPTV UNIVERSITARIO.....	86
FIGURA 5-22: APLICACIÓN INTERACTIVA EMBEBIDA EN EL STB EITV.....	86
FIGURA 5-23: RECEPCIÓN DEL CANAL IPTV A RECIBIR DEL SERVIDOR DE VIDEO STREAMING.....	87
FIGURA 5-24: ICONO DE LA APLICACIÓN INTERACTIVA EN GINGA-NCL.....	87
FIGURA 5-25: EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN INTERACTIVA EN GINGA-NCL.....	88

Lista de Tablas

TABLA 1-1: TIPOS DE STREAM PARA CONTENIDOS DE DATOS EN LA NORMA BRASILEÑA.	19
TABLA 2-1: PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN ISDB-T	23
TABLA 4-1: CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE INTERACTIVIDAD	41
TABLA 4-2: NÚMERO DE UNIVERSIDADES EN EL PERÚ [ANR2011]	52
TABLA 5-1: LISTA DE COLEGIOS PÚBLICOS NIVEL SECUNDARIA EN LIMA	68
TABLA 5-2: COMPONENTES DE HARDWARE PARA LABORATORIO TDT E IPTV	75
TABLA 5-3: COMPONENTES DE SOFTWARE PARA LABORATORIO TDT E IPTV	76
TABLA 5-4: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL CANAL DE TDT UNIVERSITARIO Y RE-TRANSMISION IPTV ...	77
TABLA 5-5: PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LABORATORIO DE PRUEBAS DE TV DIGITAL-HARDWARE	78
TABLA 5-6: PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LABORATORIO DE PRUEBAS DE TV DIGITAL-SOFTWARE .	78
TABLA 5-7: PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES INTERACTIVAS	79
TABLA 5-8: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN TDT	81

Introducción

En este documento se presenta inicialmente un estudio sobre la Televisión Digital como un conjunto de tecnologías de transmisión, recepción de imagen, sonido y datos, a través de señales digitales, con diferentes tipos de compresión de audio y video.

La Televisión Digital Interactiva (TDi), cambia el escenario pasivo del televidente a un usuario activo con la posibilidad de personalizar los servicios ofrecidos a través de este medio. La TDi posibilita nuevas oportunidades de negocio que permiten desplegar otro tipo de servicios y aplicaciones en campos tan diversos como: la educación, salud, comercio, banca, juegos, etc.

Se propone un modelo de aplicación interactiva para T-Learning con acceso al canal de retorno, a través de un canal de Televisión Digital Terrestre Universitario y con la retransmisión del flujo de transporte de datos (Transport Stream-TS) sobre paquetes IP a los lugares sin cobertura TDT.

Dentro de los principales objetivos de la tesis está la difusión de contenidos educativos en diferentes tipos de escenarios de recepción como la Televisión Digital Terrestre (TDT) porque permite movilidad y portabilidad, asimismo por ser una tecnología de difusión abierta, fomenta la inclusión social con acceso a la información, sustentado por la cantidad de televisores presentes en el hogar de Lima Metropolitana (96.3%) [INEI 2011], del mismo modo la retransmisión de contenidos por la red de paquetes IP extiende la recepción en los lugares en donde la Televisión de Señal Abierta no cuenta con cobertura y una red paquetes IP sí.



Capítulo 1

La Televisión Digital

Este capítulo está centrado en el estudio teórico de la televisión digital, asimismo un estudio breve de la familia MPEG (Moving Picture Experts Group), en especial del protocolo de comunicación MPEG-2, para el análisis y creación de las tramas de audio, video y datos que multiplexados forman el Transport Stream .

1.1 La Televisión Digital

Un sistema de Televisión digital se resume a una conversión de la señal de TV Analógica hacia un formato digital, como un conjunto de especificaciones que determinan las técnicas de codificación digital para transmitir el contenido de audio, video y datos de los proveedores de contenido y que este puede ser retransmitido por satélite, terrestre o cable. La señal recibida es decodificada por el televisor en caso que tenga un conversor embebido o a través de un set-top-box (STB), también conocido como Integrated Receiver Decoder (IRD). [MOR2006].

1.2 Evolución de la Familia MPEG

El estándar MPEG-1 se estableció en el año 1992 con el objetivo de producir video digital con calidad superior al VHS (Video Home System) y con bajas tasas de bits. El MPEG-1, es capaz de producir un video con resolución 325x240x30 Hz transmitiendo a 1,25 megabits por segundo [DAL,2005]. En tanto, MPEG-1 fue desarrollado para formato multimedia de la computadora, es por ello que posee limitaciones de resolución no compatible al formato de Televisión (640x480x30 Hz).

En 1995, para suplir esas carencias de MPEG-1 y cubrir los requisitos de las redes planeadas para radiodifusión digital de TV se normó MPEG-2, esta es capaz de operar en el formato de las películas de cine, televisión, computadoras y soporta la televisión de alta definición (HDTV) y una calidad de estudio CCIR-601 (primera norma sobre la televisión digital, que este se encarga del muestreo de la señal), pero manteniendo la compatibilidad con MPEG-1, asimismo puede operar con video entrelazado y hasta 5 canales de audio (surround sound).

El estándar MPEG-3 fue inicialmente propuesto para aplicaciones en HDTV con dimensiones hasta 1920x1080x30 Hz; sin embargo MPEG-2 inicialmente no era soportado para aplicaciones HDTV con una de sus sintaxis dentro de su norma funciona bien para tasas de video en HDTV por eso fue incorporado dentro del estándar de MPEG-2.

El proyecto MPEG-4 tiene como objetivo establecer una codificación universal y eficiente de diferentes formas de objetos audiovisuales con nuevas aplicaciones como: periódicos electrónicos, juegos, multimedia móvil interactiva, base de datos multimedia interactivos, comunicaciones audiovisuales y móviles, postales electrónicos multimedia, entre otros.

Entre las diversas normas que compone este patrón MPEG-4, cabe destacar la codificación avanzada de video AVC(Advanced Video Coding) también conocida como H.264 y la codificación avanzada de audio AAC (Advanced Audio Coding), parte 10 y 3 de la norma.

El Sistema Brasileño de Televisión digital adoptó H.264/MPEG-4 AVC parte 10 para la codificación de video; MPEG-4 AAC para la codificación de audio; adicionalmente el

transport stream como protocolo de comunicación para audio, video y datos especificados en el estándar MPEG-2 para la parte de transporte [LSI2006].

1.3 Flujo de datos para Tv Digital

El flujo de datos (Data Streaming) consiste en el transporte de datos de los paquetes conocidos como PES (Packetized Elementary Stream), los mismos paquetes utilizados en el encapsulamiento de los flujos de video y audio, luego de ello son multiplexados; los cuales poseen un máximo de 65536 bytes y encabezado de 6 bytes.

El Data Streaming, sirve para el envío de datos asociados a la programación, pues posibilita el sincronismo de los datos con el contenido del audio y video.

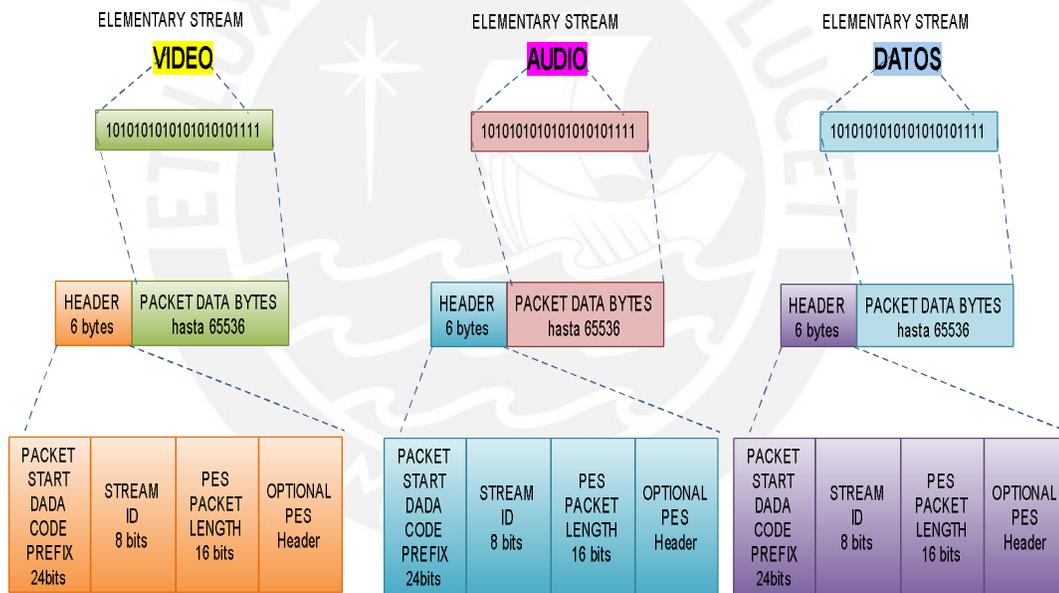


FIGURA 1-1: ESTRUCTURA DEL PES (PACKETIZED ELEMENTARY STREAM)

Fuente: "Forum SBTVD" [SBTV2011]

A continuación la estructura completa de un Transport Stream:

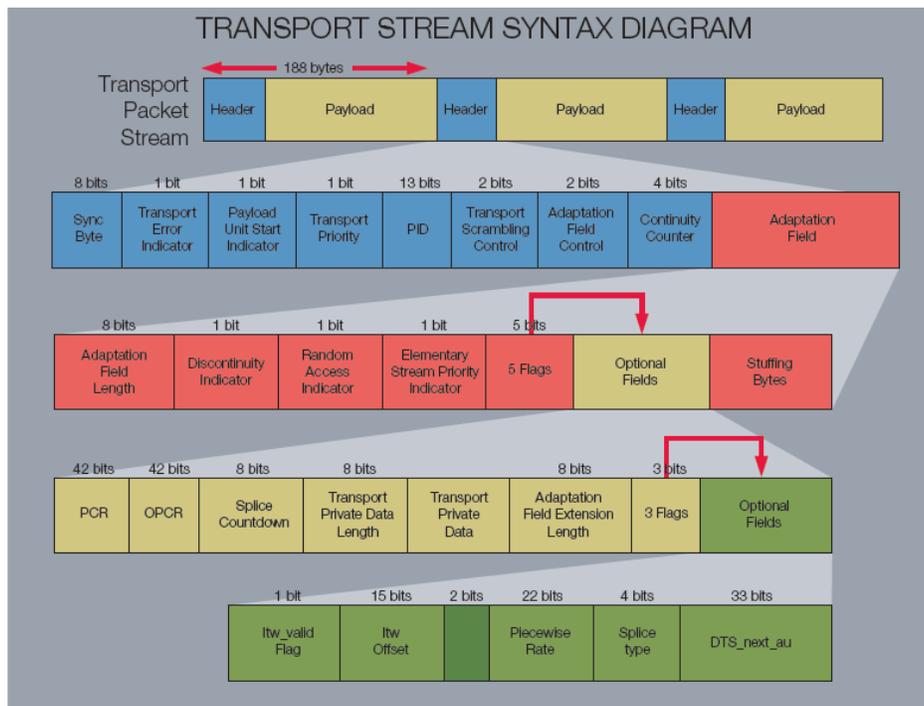


FIGURA 1-2: DIAGRAMA DE SINTAXIS DEL TRANSPORT STREAM

Fuente: "Tektronix 2011" [TEK2011]

1.4 Mecanismos de envío de datos en el flujo de Transporte Comunicaciones MPEG-2.

Un Transport Stream(TS) es un flujo continuo de datos en paquetes de 188 bytes que contiene el formato de la cabecera y la carga útil.

La parte 6 de la norma de MPEG-2(ISO/EC 1998) especifica los mecanismos para el envío de datos en el Transport Stream MPEG-2, estos son: (ver figura 1-3)

- Por medio de data streaming.
Por medio de una sección DSM-CC (Data Storage Media–Command and Control).
 - o Carrusel de datos
 - o Carrusel de objetos
 - o Encapsulamiento multiprotocolo (MPE - Multiprotocol Encapsulation).
- Directamente sobre el TS (data pipping).

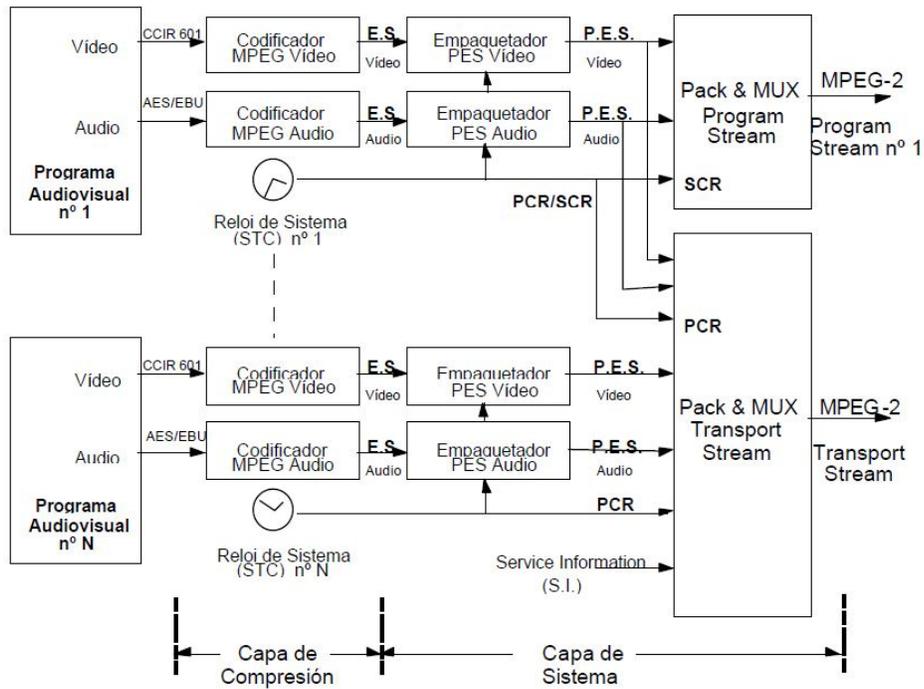


FIGURA 1-3: ETAPAS DE LA CREACION DEL TRANSPORT STREAM

Fuente: "Fórum SBTVD" [SBTV2011]

1.5 Tablas de Programas de Información Especifica-PSI

El conjunto de tablas PAT, PMT, CAT y NIT se conocen como PSI: Program Specific Information y son definidas por el estándar MPEG; por otro lado, existen otras tablas específicas dependiendo del tipo de estándar de Televisión Digital (DVB, ISDB-T, ATSC) como se puede apreciar en la figura 1-4, no obstante en la tabla NIT es un caso especial detallado en MPEG2-ISO-13818-1 como un formato privado en las especificaciones DVB.

La información del PSI (Program Specific Information) permite la configuración automática del receptor para demultiplexar y decodificar los diferentes streams de Programas dentro del Transport Stream (TS). [DVB2011]

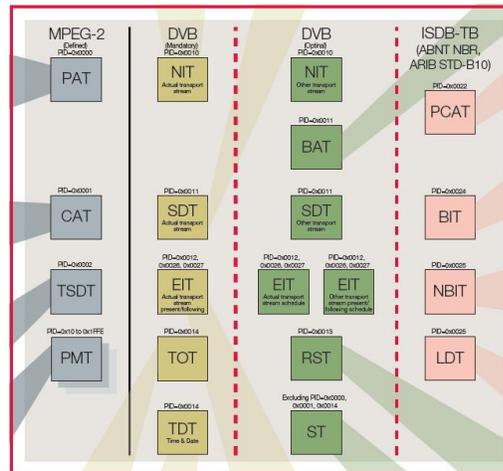


FIGURA 1-4: ESQUEMAS DE TABLAS DE MPEG-2, DVB E ISDB-TB

Fuente: "TEKTRONIX 2011" [TEK2011]

1.5.1 Tabla de Asociación de Programas-PAT

La tabla de asociación de programas PAT (Program Association Table) es una tabla obligatoria en cualquier Sistema de Televisión Digital, siendo definida por la norma MPEG-2 (ISO/IEC, 13818-1), esta tabla está identificada por el PID 0X000, siendo la primera tabla a ser recibida y tratada por los receptores. La PAT permite identificar, a través del número PID (Identificador de paquetes) cuáles son los paquetes Transport Stream que llevan las tablas de mapeamiento de programa PMT que por el contenido identifican el funcionamiento del programa, en la siguiente figura 1-5 se presenta un ejemplo de una PAT donde son encontradas 3 programas, cuyas PMT's son identificadas por los valores PID de: 0x0020, 0x0028 y 0x0030; también se muestra la estructura completa de la PAT en la figura 1-6.

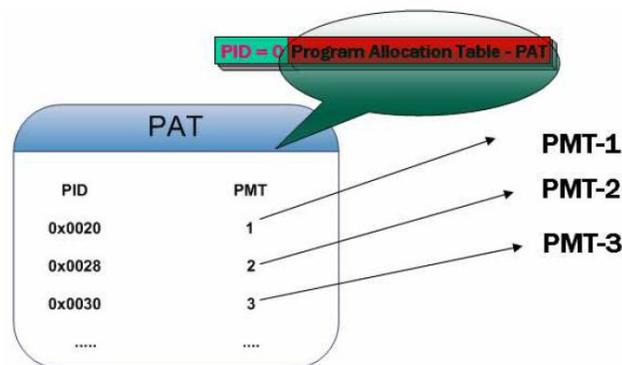


FIGURA 1-5: FUNCIONAMIENTO DE LA TABLA DE ASIGNACIÓN DE PROGRAMAS

Fuente: "Clases de MPEG-2 USP Televisión Digital" [USP2010]

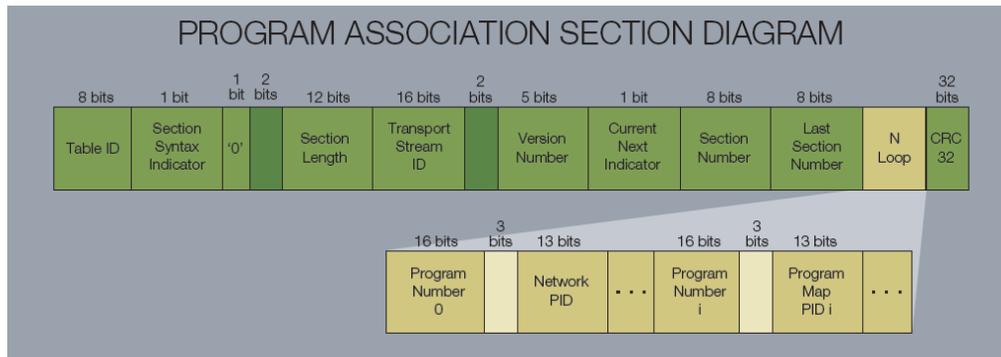


FIGURA 1-6: DIAGRAMA DEL PROGRAM ASSOCIATION SECTION PAT

Fuente: "Tektronix 2011" [USP2010]

1.5.2 Tabla de Mapeamiento de Programas-PMT

La tabla de Mapeamiento de Programas PMT (Program Map Table) permite identificar los PIDs de todos los elementos que constituyen un programa (audio, video y datos), como en la siguiente:

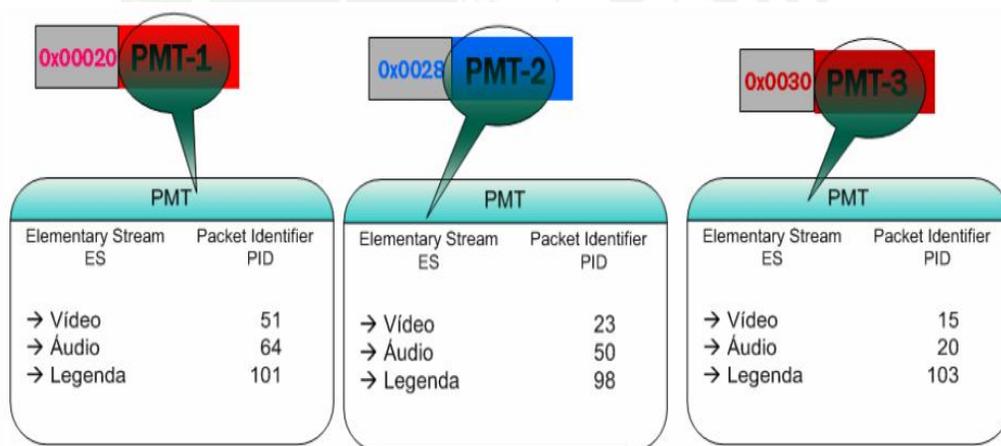


FIGURA 1-7: FUNCIONAMIENTO DE LA TABLA DE MAPEAMIENTO DE PROGRAMAS

Fuente: "Clases de MPEG-2 USP Televisión Digital" [USP2010]

Para identificar cada contenido, los números de PID son asociados a otro identificador llamado tipo de Transport Stream (Stream Type), tal como se puede apreciar en la tabla 1-1. Cada valor de tipo de stream corresponde a un determinado tipo de contenido. En la siguiente tabla se presenta los valores de tipos de Transport Stream asociados a los contenidos de los datos en el Sistema Brasileño.

TABLA 1-1: TIPOS DE STREAM PARA CONTENIDOS DE DATOS EN LA NORMA BRASILEÑA.

Stream Type	Uso
0x05	Sección privada
0x06	PES independiente(Ej. Transmisión de leyenda)
0x07	Data Piping
0x0A	MPE(Multiprotocol Encapsulation)
0X0B	Carrusel de datos o de objetos

De esta forma al encontrar el tipo de *stream* 0x0B, el receptor identifica que todo el paquete TS que viene corresponde a una sección DSM-CC, igualmente para los otros valores.

1.5.3 Tabla de Información de Eventos-EIT

La tabla EIT (Event Information Table) presenta información sobre el evento que está siendo transmitido en un momento dado, por ejemplo, en la Televisión Digital puede ser un programa televisivo, que posee informaciones como nombre, hora de inicio, duración u otras opciones, por lo cual toda esta información son transmitidas por la EIT.

1.6 Multiplexación y Servicios de Información

La norma de multiplexación y servicios de información define las tablas SI (System Information) obligatorias u opcionales en un Sistema de Televisión Digital. En la siguiente figura 1-8 se aprecia la multiplexación de los diferentes tipos de tablas

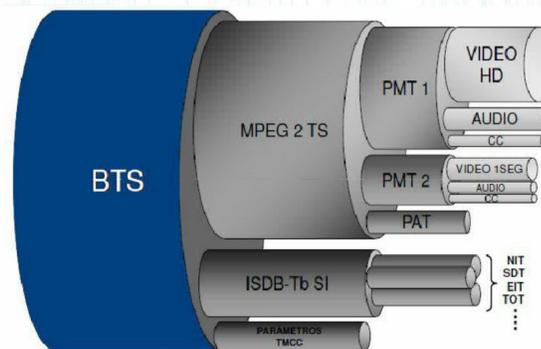


FIGURA 1-8: COMPONENTES DEL BROADCAST TRANSPORT STREAM.

Fuente: "Fórum SBTVD" [SBTV2011]

En la salida multiplexada del BTS (Broadcast Transport Stream) con el estándar ISDB-T se cuenta con un flujo de paquetes de 204 Bytes y con una tasa fija de 32.508 Mbps, tal como se puede apreciar en la figura 1-9. Es 4 veces la velocidad de muestreo IFFT que genera la modulación OFDM en el modulador $4 \times (512/63) = 32,5079365$ Mbps, esto se conoce como el bit rate de la multiplexación y se introducen paquetes nulos para garantizar un tasa de bits fija.

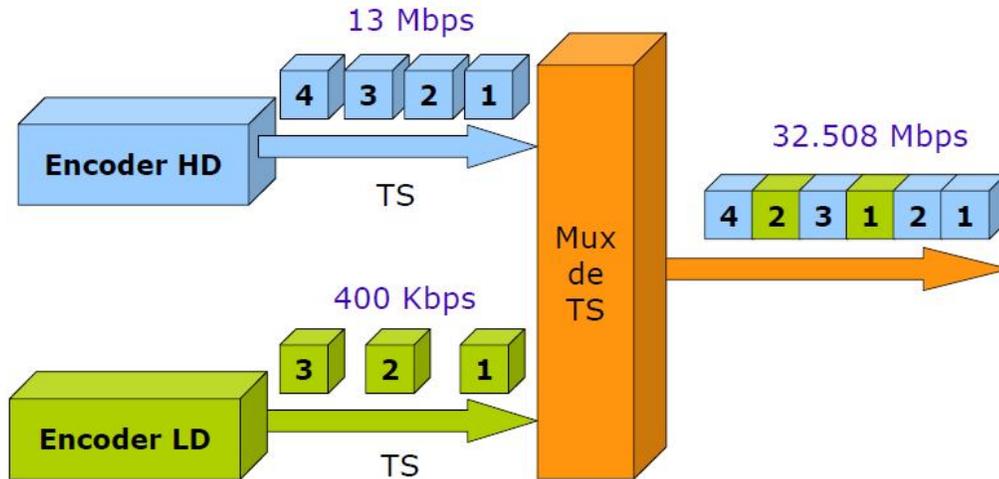


FIGURA 1-9: ISDB-TB BROADCAST TRANSPORT STREAM.BIT RATE

Fuente:"TEKTRONIX 2011" [TEK2011]

Capítulo 2

Televisión Digital Terrestre

En este capítulo se realiza un breve análisis actual de la Televisión Digital Terrestre en el mundo, en especial el estándar ISDB-T (norma Japonesa), así como los aportes de Brasil para el estándar ISDB-Tb (norma nipo-brasileña).

2 Televisión Digital Terrestre

En el mundo existen distintos estándares de Televisión Digital:

- **ATSC (Americano)**, Advanced Television Systems Committee, es un comité americano creado en 1982 compuesto por aproximadamente 170 miembros que buscaron regular los estándares de Televisión Digital. Se usa desde 1998 inicialmente en los Estados Unidos y posteriormente adoptado en Canadá y Corea del Sur. ATSC tiene una tasa de transmisión de 19,8 Mbps y presenta algunos problemas en la recepción por antenas internas y no permite recepción móvil. [MON2005]
- **DVB (Europeo)**, Digital Video Broadcasting, es un estándar definido y formado por un conjunto de documentos que delimita los estándares de transmisión, siendo los más conocidos: DVB-T (radiodifusión), DVB-C (difusión por cable), DVB-S (difusión por satélite) y DVB-MHP (Multimedia Home Platform-middleware Europeo).

- **ISDBT (Japonés)**, creado en 1999 por varias empresas y operadoras de Televisión, utiliza una modulación COFDM y posee una tasa de transferencia que varía entre 3.65 a 23.23 Mbps, con un ancho de banda BW (6,7 u 8) MHz.
- **DMB-T/H (Chino)**, fue definida en el 2006 y recibió la aprobación final de la República Popular China en agosto del 2007, la transmisión de datos es implementada mediante el estándar TDS-OFDM, el cual es capaz de transmitir en calidades aceptables para HDTV en movimiento a velocidades hasta 200 Km/h.

Todos estos sistemas adoptan diferentes patrones de modulación de señal de difusión; transporte de flujos de audio, video, datos y aplicaciones; codificación, calidad de audio, video y servicios de middleware. En la siguiente figura 2-1 se muestra el despliegue de los diferentes estándares de la Televisión Digital Terrestre en el mundo.

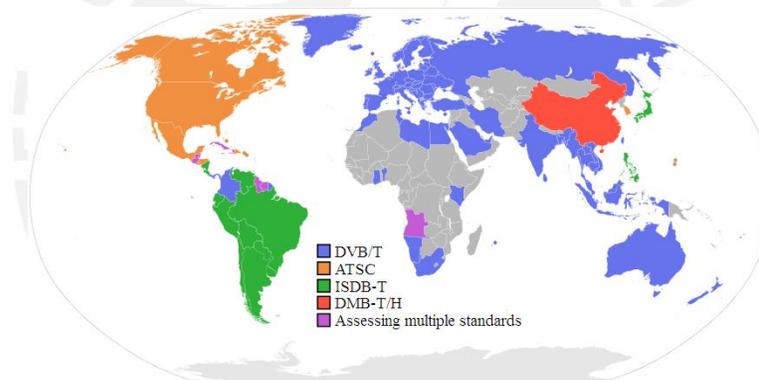


FIGURA 2-1: ESTÁNDARES TDT EN EL MUNDO

Fuente: "Arquitectura de Referencia SBTVD" [FUN2006]

2.1 Estándar de Televisión Digital Terrestre: ISDBT

El sistema ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial) fue desarrollado en Japón como una alternativa flexible para radiodifusión de Televisión en ambientes urbanos con 3 modos de operación según el número de portadoras. (Ver Tabla 2-1)

Brasil adoptó este sistema y aportó con algunas innovaciones con el tipo de codificación MPEG-4 de audio y video, en cuanto al sistema ISDB-T que se basa en la modulación OFDM segmentada, es decir, de la banda total del canal es sub-dividida en 13 segmentos, en donde cada uno es de 432 KHz y se puede seleccionar diferentes parámetros de modulación, como se aprecia en la figura 2-2.

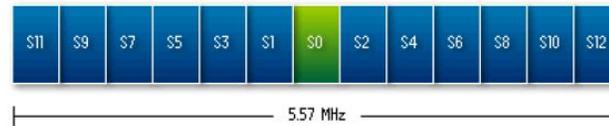


FIGURA 2-2: SEGMENTOS DEL ESPECTRO PARA UN CANAL TDT

Fuente: "Arquitectura de Referencia SBTVD" [FUN2006]

De esta forma las bandas pueden ser configuradas para servicios diferentes, por ejemplo, un receptor portátil puede funcionar con apenas 432 KHz, mientras un receptor fijo necesita información de las demás bandas.

Los procesos de modulación usados en las portadoras pueden ser: QPSK, DQPSK, 16-QAM o 64-QAM, una de las ventajas de este estándar es que es más resistente a ruidos impulsivos, es por ello que se utiliza el intercalamiento temporal.

TABLA 2-1: PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN ISDB-T

Modo ISDB-T	Modo 1	Modo 2	Modo 3
Banda del Canal	5575 KHz $(6000/14) \times 13 + \Delta f$	5573 KHz $(6000/14) \times 13 + \Delta f$	5572 KHz $(6000/14) \times 13 + \Delta f$
Espaciamiento de las portadoras	3.968 KHz 6000/14/108	1.984 KHz 6000/14/216	0.992 KHz 6000/14/432
Número total de portadoras	1405 $108 \times 13 + 1$	2809 $216 \times 13 + 1$	5617 $432 \times 13 + 1$
Procesos de modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
Duración de símbolo	252µs	504µs	1008µs
Banda de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración del símbolo.		
Código Interno	Código convolucional (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Código Externo	RS(204, 188)		
Intercalamiento	0, 0.096, 0.19, 0.38 seg.		
Tasa de bits	3.651 a 23.234 Mbits/s		

2.1.1 Características del estándar ISDB-Tb:

El estándar de Televisión Digital Terrestre Japonés adaptado por Brasil también conocido como SBTVD (Estándar Brasileño de Televisión Digital) contiene las siguientes características:

- Soporta multiprogramación
- Contiene EPG-Guía Electrónica de Programas
- Tiene Carrusel de Datos: envío de aplicaciones interactivas gracias a su middleware GINGA.
- Según estándar el Canal de retorno todavía no se encuentra definido.
- El tipo de codificación audio: MPEG-4 AAC y video: MPEG-4 AVC también conocido como H.264 aporte brasileño.

2.2 Middleware en el Mundo para TDT

En la siguiente figura se presenta una visión estructural en capas de un sistema de televisión digital, identificando las diversas opciones de patrones de transmisión, transporte, codificación e middleware, que pueden ser adoptados en cada capa.

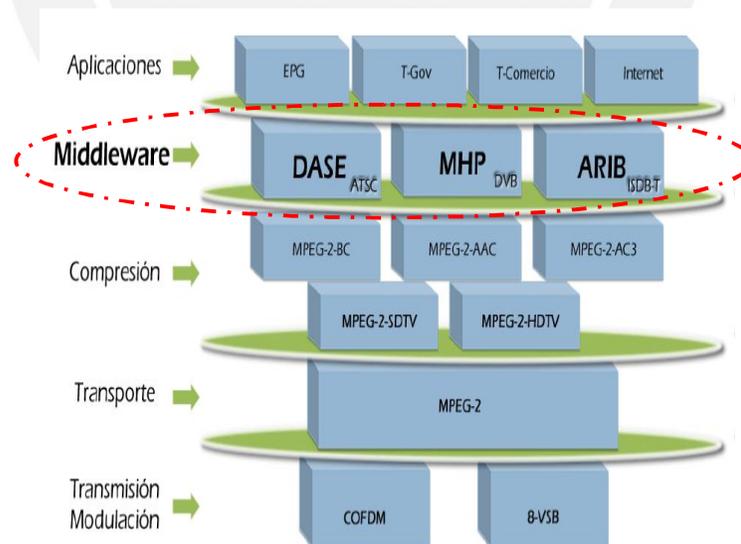


FIGURA 2-3 : CAPAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN DIGITAL

Fuente: "Arquitectura de Referencia SBTVD" [FUN2006]

2.2.1 Middleware DASE

DASE fue desarrollado por ATSC como un estándar norteamericano para la capa de middleware, de la misma forma que MHP. DASE adopta una máquina virtual Java (JVM) como mecanismo que facilita la ejecución de aplicaciones interactivas.

2.2.2 Middleware MHP

El estándar europeo DVB adopta MHP como middleware, cuya especificación es denominada DVB-MHP (Digital Video Broadcasting-Multimedia Home Platform)- ETSI TS 102 B12 2004.

MHP, tiene por objetivo proporcionar un entorno para la televisión interactiva, independiente del hardware y software específico, abierto e interoperable para los set-top-box, su entorno se basa en el uso de una máquina virtual de Java (JVM) y en conjunto con interfaces de programación API. [MHP2011]

2.2.3 Middleware ARIB

El estándar Japonés adopta esta plataforma por ARIB (Association of Radio Industries of Businesses) que define un lenguaje declarativo BML (Broadcast Markup Language), este lenguaje está basado en XML (Extensible Markup Language), adicionalmente existe otra especificación como la ARIB STD-B23 que está basada en DVB-MHP que indica una tendencia de ARIB de buscar una conformidad con otros estándares de Televisión Digital como la europea.

2.3 GEM

El GEM (Globally Executable MHP) fue propuesto inicialmente para que las aplicaciones MHP puedan ser utilizadas en las plataformas de middleware de EE.UU (CableLabs) y de Japón (ARIB), es por ello que el GEM se considera un acuerdo de armonización que facilita la portabilidad y la interoperabilidad entre componentes del sistema. [MHP2011].

Oficialmente el GEM, por sí solo no se considera como una especificación completa para los terminales de acceso, sino se considera como un framework a partir del cual

un terminal de acceso puede ser implementado, por tanto se define como un conjunto de API'S, lenguaje semántico, protocolos y formatos de contenido.

El middleware MHP europeo por ser el más maduro fue escogido como referente, sin embargo la utilización pura no es adecuada para los otros sistemas existentes, es por ello, que fue creado el GEM con la primera versión durante el 2003 (GEM 1.0) y que actualmente existe una versión que fue publicada en mayo del 2005. [ETS2005]

En la siguiente figura se ilustra el GEM y su relación con los middlewares de otros estándares de la Televisión Digital.

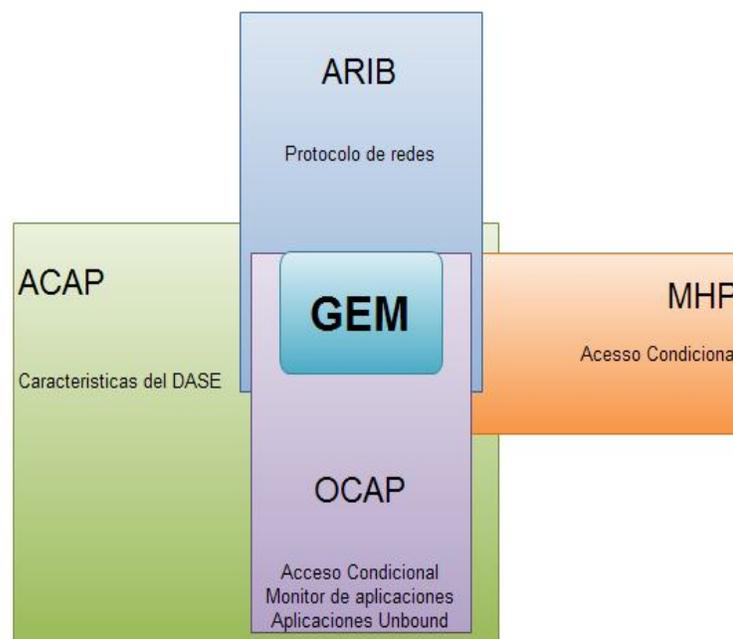


FIGURA 2-4: EL GEM Y LA RELACIÓN CON MIDDLEWARES TDT

Fuente: "Datacasting, desarrollo de Servicios y aplicaciones para TVDi". [BEC2011]

2.4 Middleware GINGA como framework para Televisión Digital Interactiva

GINGA es el nombre del Middleware abierto de Brasil para la Televisión Digital (SBTVD) o (ISDB-Tb), está compuesto de un conjunto estandarizado de tecnologías e innovaciones brasileñas que componen una especificación avanzada con características de mayor resolución de audio, video e interactividad. [ABN2011]

Dependiendo de la funcionalidad del diseño de cada aplicación interactiva, un modelo de desarrollo de aplicaciones es más adecuado que otro, estos modelos son: Ginga-J (para aplicaciones Java) y Ginga-NCL como lenguaje declarativo basado en XML y LUA como un lenguaje script complementario.

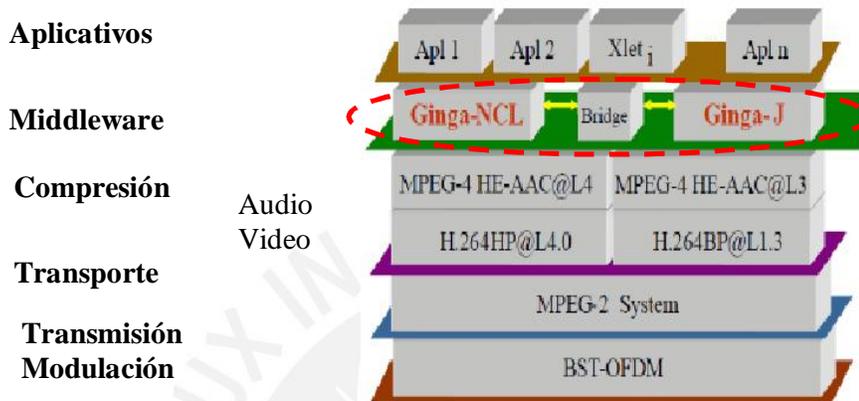


FIGURA 2-5 : ARQUITECTURA EN CAPAS DEL ESTÁNDAR SBTVD

Fuente: "Forum del Sistema Brasileño de Tv Digital (SBTVD)". [FOR2011]

El middleware Ginga puede ser subdividido en tres sistemas principales: [FOR2011]

1. Ginga- CC
2. Ginga-J
3. Ginga-NCL.

2.5 Ginga-CC (Ginga Common-Core)

Es el núcleo del sistema y da soporte para el uso de ambientes declarativos (Ginga-NCL) y ambientes de procedimientos (Ginga-J).

Cuando las funciones de la aplicación interactiva, son de tipo local sin la utilización del canal de retorno se utiliza el lenguaje declarativo, si la aplicación interactiva utiliza el canal de retorno como medio de funcionamiento, será necesario el uso de un lenguaje de procedimientos como Ginga-Lua o Ginga-Java.

Una aplicación no necesita ser puramente declarativo o puramente de procedimiento. En los sistemas de TVD los dos tipos de aplicación pueden coexistir y los receptores darán soporte a los dos tipos en su middleware.

2.6 Ginga-J

Desarrollado por la Universidad Federal de Paraíba para dar soporte a la ejecución de aplicaciones basadas en lenguaje de procedimientos Java, llamados Xlet.

Ginga-J es un subsistema lógico del middleware GINGA que está basado en tres grupos de API's llamados Rojo, Amarillo y Verde, de los cuales el API Rojo son las innovaciones que dan soporte a las aplicaciones brasileñas, en especial el contenido social; API Amarilla también con innovaciones brasileñas pero que pueden ser exportados para otros sistemas; y el API Verde que sigue el núcleo común del patrón GEM.

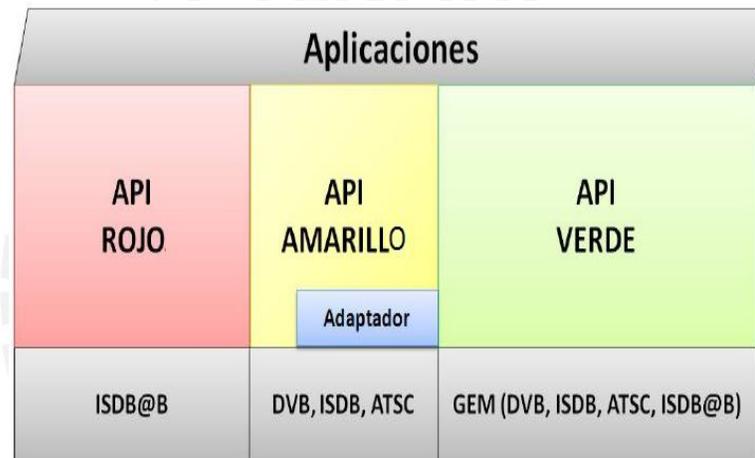


FIGURA 2-6 : API'S DEL GINGA

Fuente: "Representación de los API's de GINGA-J". [GIN2011]

2.7 Ginga-NCL

Desarrollado por la PUC-RIO (Pontificia Universidad de Rio de Janeiro) tiene como función, el soporte de presentación de contenidos hipermedia escritos en el lenguaje NCL (Nested Context Language), con facilidades entorno a la interactividad, sincronismo espacio-tiempo de objetos de media, adaptabilidad y soporte a múltiples dispositivos. NCL posee LUA como un lenguaje script.

La figura 2-7 representa la estructura básica del middleware Ginga.



FIGURA 2-7: MODELO DE LA ARQUITECTURA GINGA.

Fuente: "Representación de los API's de GINGA-J". [GIN2011]

2.7.1 Estructura del Programa GINGA-NCL

Un documento NCL es un archivo XML. Todo documento NCL posee la siguiente estructura:

- 1 **Sección del encabezado**, donde se definen las regiones, los descriptores, los conectores y las reglas utilizadas por el programa.
- 2 **Cuerpo del programa**, donde se definen los contextos, nodos de media, enlaces y otros elementos que definen el contenido y la estructura del programa.

Por lo menos una puerta que indica donde el programa comienza a ser exhibido

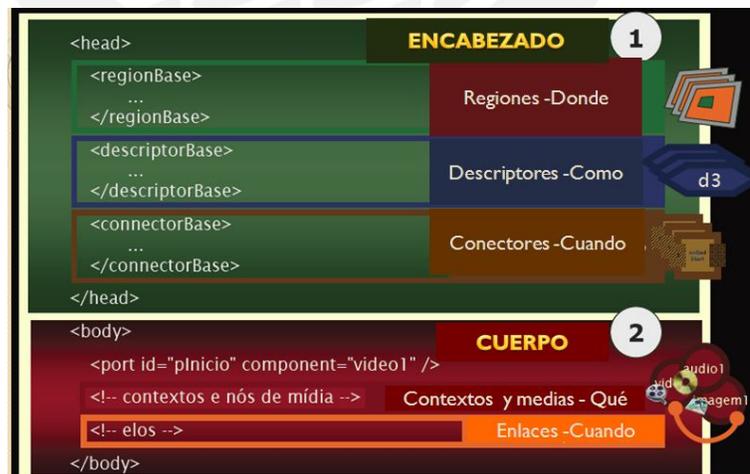


FIGURA 2-8: ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA NCL

Fuente: "TV Digital interactiva en Brasil se hace con GINGA". [BAR2008]

2.7.2 Regiones

La región, tal como se describe, es un área en la pantalla donde es expuesto un determinado nodo de media, estas regiones pueden ser anidadas (regiones dentro de regiones), tornando la estructura organizada. Todas las regiones deben ser definidas en el encabezado del programa (regionBase).

A continuación, un ejemplo:

<región>

```
<region id="rgTV" width="1920" height="1080">
```

```
<region id="rgVideo1" left="448" top="156" width="720" height="640" top="40" />
```

</region>

Los atributos: height, width, left y top definen la altura, largo, coordenada izquierda y coordenada superior de la región. El atributo *id* da un nombre único a esta región. Se puede definir los atributos background, que atribuyen un color de fondo y zIndex, que indica las capas de cuáles regiones aparecerán sobre ella en el caso de ventanas sobrepuestas.

2.7.3 Descriptores

Un descriptor, define como será presentado un nodo de media, incluyendo en que región aparecerá. Los descriptores deben ser definidos en el encabezado del programa (descriptorBase). A continuación un ejemplo:

```
<descriptor id="dVideo1" region="rgVideo1" />
```

El atributo *id*, como en las regiones, proporciona un nombre único al descriptor, que será referenciado cuando en un nodo de media sea relacionado a este descriptor. El atributo *región* es asociado una región a este descriptor. Además de estos atributos, se puede definir los atributos *player*, que señala cual es la herramienta de presentación que será ejecutada para mostrar nodos de medias asociadas a este descriptor, y *explicitDur*, que menciona cual será la duración temporal de la presentación de los nodos de media relacionados a este descriptor.

2.7.4 Puertas

Las puertas sirven para garantizar el acceso al contenido de un contexto, es decir apunte a un nodo interno de un contexto.

Se puede visualizar todo el “cuerpo” del documento como un gran contexto, pero se necesita una puerta de entrada que apunte al primer nodo de media o contexto a ser presentado durante la ejecución del documento. Un ejemplo de definición:

```
<port id="pInicio" component="video1" />
```

El atributo *id* atribuye a un nombre único, por el cual esta puerta será referenciada, este atributo dice cual nodo de media o contexto a esta puerta está asociada, en el caso de utilizar *component* hace referencia al nodo de contexto.

2.7.5 Contextos

Los contextos sirven para estructurar el documento NCL, de esta forma pueden ser anidados, buscando siempre referir la estructura del documento y tornar la organización del programa más intuitiva de la siguiente forma:

```
<context id="ctxNome">  
...  
</context>
```

El atributo *id*, como en los demás ítems, define el nombre único por el cual el contexto será referenciado, más allá de esto se cuenta con los atributos del descriptor, que identifica cual descriptor limita la presentación del contexto que hace referencia a otro contexto ya definido, del cual este contexto heredará todo menos el atributo *id*.

2.7.6 Nodos de media

Un nodo de media caracteriza el objeto de contenido propiamente dicho (video, audio, texto, etc). El nodo de media identifica el archivo con el contenido de la media, como ejemplo de una media como video.

```
<media type="video" id="video1" src="media/video1.mpg" descriptor="dVideo1"/>
```

Capítulo 3

IPTV

En este capítulo se realiza un breve estudio sobre IPTV, definición, elementos y arquitectura, adicionalmente se muestra las bondades y características de la utilización del middleware GINGA-NCL para escenarios IPTV según la norma ITU-T H.761.

3 Definición IPTV Internet Protocol Television (IPTV) es un sistema utilizado como distribución de señales de televisión y/o video usando conexiones de banda ancha sobre protocolo IP; sin embargo IPTV no es un protocolo en sí mismo, sino que es un término que engloba algo mucho más amplio; para unos IPTV representa un mecanismo alternativo de video, que incluye contenidos almacenados, programación en directo y video On-demand (VOD), todo esto sobre una conexión a Internet y a través de computadoras o terminales conocidos como set-top-boxes(STB). [TDP2007]]

Para otras posturas, IPTV está asociada a los nuevos servicios de video que ofrecen las compañías de telecomunicaciones sobre su infraestructura de redes de banda ancha soluciones de voz, video y datos bajo la denominación de Triple Play.

Finalmente IPTV también se relaciona indirectamente con el desarrollo y difusión de contenidos publicados en la web, también denominado Web-TV.

3.1 Servicios

Dentro de los múltiples servicios de IPTV, se ofrece difusión en directo, al igual que la televisión analógica o la TDT, así como el servicio de descarga de programación bajo demanda (VoD), también denominado “pay per view”, por el cual los usuarios a su vez tienen la opción de seleccionar el contenido que desean ver y descargarlo.

Una estrategia de los proveedores es ofrecer un conjunto de servicios como son: video, voz y datos (Triple Play), esto hace incrementar las ganancias de la compañía por cada usuario, asimismo mejora la satisfacción y mantiene la fidelidad del mismo. Entre los posibles servicios que brinda IPTV se encuentran: canales de Televisión Digital y música ilimitados, programación pagada, Caller ID en pantalla, video-on-demand (VoD), e-mail, VoD por suscripción (SVoD), internet, juegos, pago de facturas e impuestos, servicios de información, compra de productos, publicidad interactiva, e-Learning, guías telefónicas, entre otros.

3.2 Elementos de un Sistema de IPTV

Los elementos de la Televisión Digital IP o también conocido como Internet Protocol (IPTV) utilizan como medio de transmisión conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. En la siguiente figura se muestra los elementos de un Sistema IPTV.

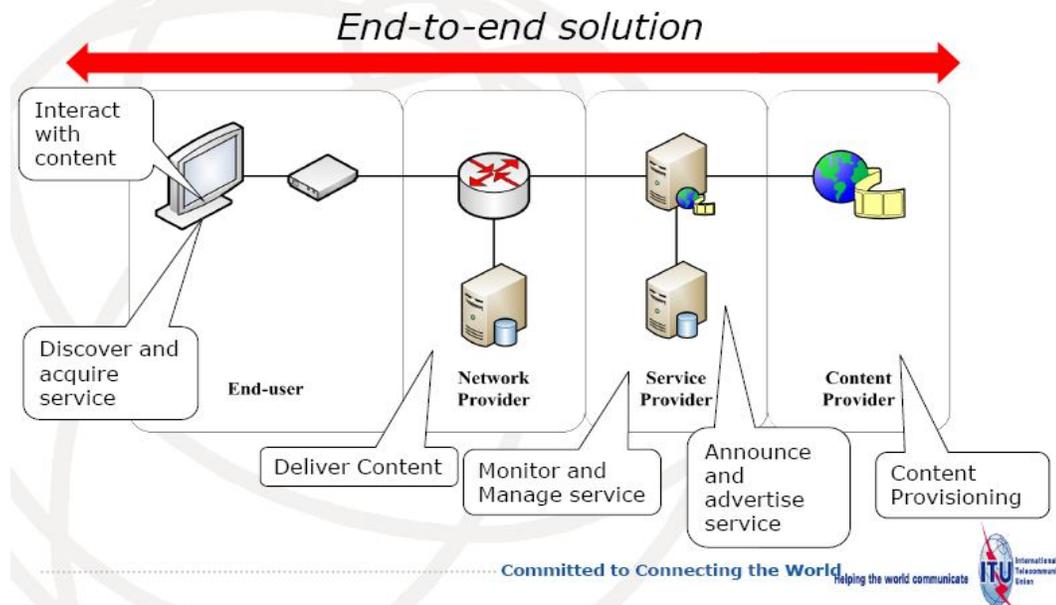


FIGURA 3-1: ELEMENTOS DE UN SISTEMA IPTV

Fuente: "ITU-T". [BAR2008]

Entre las ventajas de este modelo tenemos que la red de distribución ya está desplegada y aprovecha al máximo el ancho de banda para conseguir velocidades de varios Mbps por un canal descendente. La desventaja de este sistema es que el despliegue de este modelo dependerá de la disponibilidad de los equipos de red del operador de Telecomunicaciones.

3.3 Arquitectura IPTV

La arquitectura de un Sistema de red de IPTV presenta diferentes secciones de trabajo, en la siguiente figura se detalla cada una de ellas.

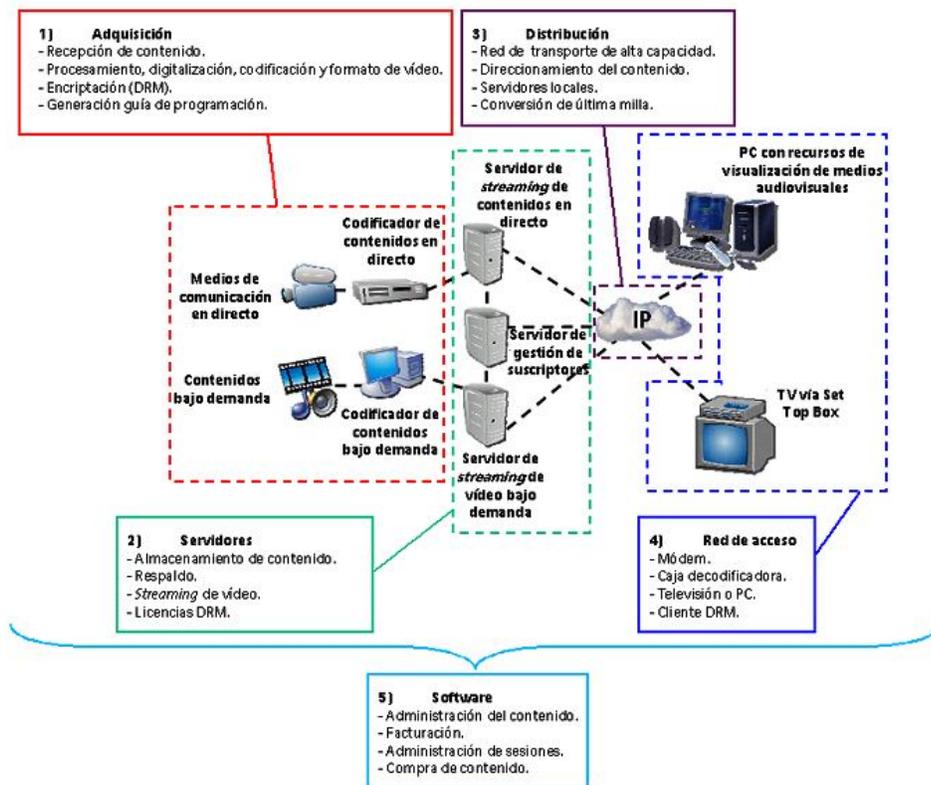


FIGURA 3-2: ARQUITECTURA DE LA RED IPTV

Fuente: "Conociendo IPTV" [TDP2007]

- **1.-Adquisición**, los contenidos pueden ser adquiridos desde una transmisión en vivo o desde la producción de programas. En ambos casos es necesario la codificación del flujo de video y para ello existen una variedad de códec. Es muy importante la selección del códec adecuado, porque determina la calidad del video final, la tasa de bits con la que se enviará, la robustez ante las pérdidas de datos y errores, el retraso por transmisión, etc.

- **2-Servidores**, almacenarán las herramientas necesarias para la implementación de la plataforma IPTV (DBMS, Servidor Web, Servidor Streaming, Servidor Broadcaster, entre otros), los contenidos guardados a ser emitidos, y la información necesaria para la gestión del sistema.
- **3-Distribución**, en este punto es conveniente establecer la necesidad de anchos de banda altos para una adecuada prestación de la plataforma, tanto para la conexión de los clientes (un mínimo de 2 Mbps), como para la conexión que permita el acceso a la plataforma (en el orden de varios Mbps, o incluso Gbps).
- **4-Red de Acceso**, la red de acceso es el punto donde termina la red del proveedor y comienza el equipo del usuario. En esta interfaz puede haber una computadora, o un dispositivo STB, encargado de decodificar la información para poder verla en un televisor convencional.
- **5-El Software**, aplicación desarrollada con la finalidad de permitir la gestión y el acceso a la plataforma IPTV. Se encarga de proporcionar al usuario los servicios a través de un sistema de menús en la pantalla de su televisor con STB o computadora. Permite la interacción entre el cliente y el sistema.

3.4 Framework para Aplicaciones multimedia en IPTV (ITU-T H.760 Series)

Las aplicaciones multimedia destinados a un terminal que se ejecutan en una red IPTV, deben ser independientes de la plataforma, ya que los creadores de contenido y proveedores de servicio de contenidos no deberían desarrollar una aplicación específica para cada tipo de plataforma ejecutados en los dispositivos para IPTV.

La armonización es la clave fundamental para el desarrollo de aplicaciones y el acuerdo de normas técnicas que permitan la interoperabilidad. La MAFR (Multimedia Application Framework Recommendation) ITU-T H.760 Series, es un esfuerzo por la UIT-T para identificar y armonizar los diferentes frameworks para aplicaciones multimedia que mejor se adapten en los servicios de IPTV, del mismo modo es necesario tratar de armonizar con otras tecnologías como broadcasting, cable, internet utilizando el mismo framework. Tal es el caso del middleware GINGA que es utilizado

en la Televisión Digital Terrestre y que también parte de su arquitectura es una recomendación GINGA-NCL para IPTV.

A continuación se lista las recomendaciones dentro de ITU-T H.760 Series (Ver figura 3-3):

- H.761 – Ginga-NCL Nested Context Language
- H.762 – LIME Lightweight Multimedia
- Environment
- H.763.1 – CSS Cascaded Stylesheets – Perfil para móviles.
- MAFR.6 – ECMAScript para IPTV
- MAFR.10 – SVG Scalable Vector Graphics
- MAFR.14 – Lua scripting language

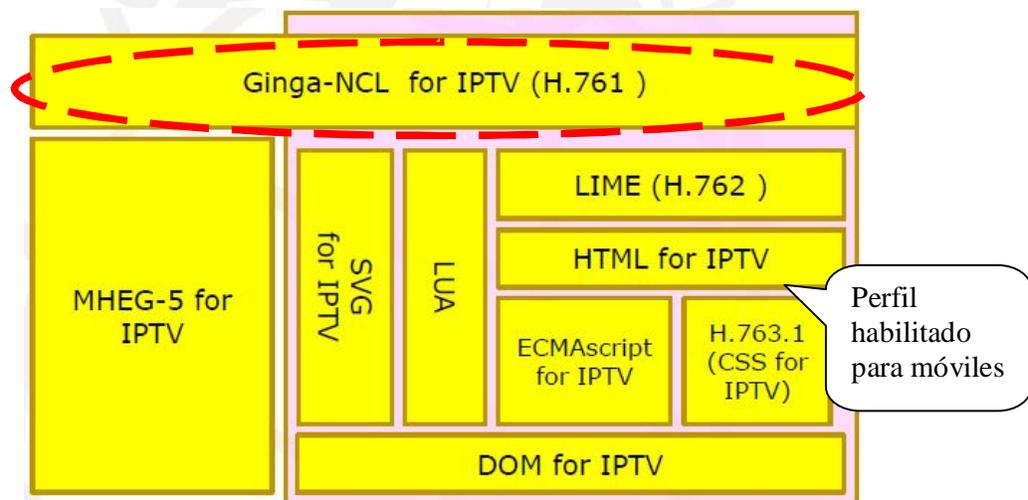


FIGURA 3-3: SUITE COMÚN DE INTERACTIVIDAD IPTV ITU-T H.760 SERIE

Fuente: "NCL and ITU-T's Standardization Effort on Multimedia Application Frameworks for IPTV ". [ITU2011]

3.5 Recomendación GINGA-NCL para IPTV (ITU-T H.761)

UIT-T H.761 (Ginga-NCL), es la primera recomendación para el desarrollo de aplicaciones en los servicios de IPTV, en este caso utiliza el lenguaje NCL (Nested Context Language) como herramienta declarativa y de presentación que sintácticamente está basado en XML y LUA (lenguaje script), con el objetivo inicialmente previsto para documentos hipermedia con especificaciones web, debido a

su flexibilidad, reutilización y múltiples dispositivos, sobretodo la capacidad intrínseca del lenguaje para definir fácilmente la sincronización espacio-temporal entre los recursos de multimedia utilizadas.

A continuación, en la figura 3-4 se presenta la arquitectura del middleware GINGA con una parte que es utilizado para los servicios de IPTV.

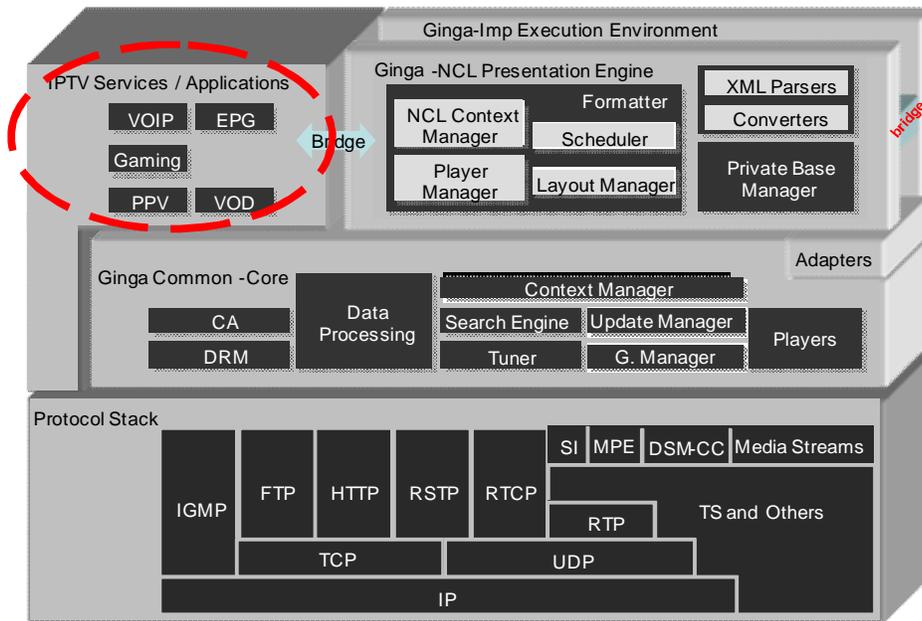


FIGURA 3-4: ARQUITECTURA MIDDLEWARE GINGA – SERVICIOS Y APLICACIONES PARA IPTV

Fuente: "IPTV ITU-T". [ITU2011]

3.6 Esquema del sistema IPTV desarrollada para retransmisión del estándar ISDB-T

Según la recomendación UIT-T Rec J821, proporciona la transmisión de la señal multicanal en redes basadas en IP como FFTH (Fiber From The Home). NHK ha desarrollado una plataforma de retransmisión IPTV del estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-T. En la figura 3-5 se muestra la visión de este sistema.

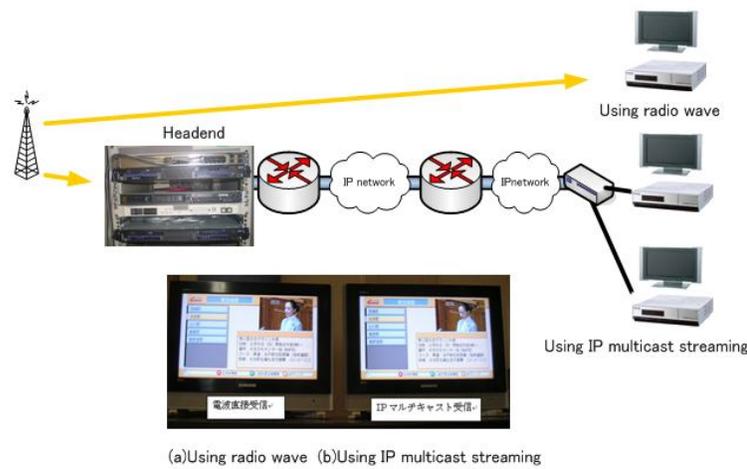


FIGURA 3-5: PRUEBAS DE TRANSMISIÓN ISDB-T EN BROADCAST E IP MULTICASTING

Fuente: “Desirable feature of IPTV system for DTTB re-transmission platform and an introduction of experimental IPTV system for ISDB-T”. [NHK2006]

Este Sistema IPTV adopta una pila de protocolos descritos en la recomendación UIT-T J.281, en donde se divide en dos partes:

- (1) Un grupo de capas debajo de la capa RTP (Real Time Protocol) que son los responsables de la transmisión.
- (2) El grupo encima de la capa de MPEG-2 TS que es la principal responsable de los servicios.

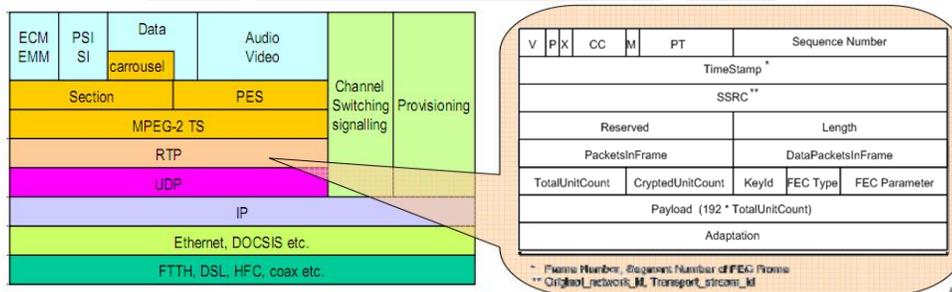


FIGURA 3-6: PILA DE PROTOCOLOS BASADO EN IPTV PARA EL SISTEMA DE RE-TRANSMISION

Fuente: “Desirable feature of IPTV system for DTTB re-transmission platform and an introduction of experimental IPTV system for ISDB-T”. [NHK2006]

Se pueden observar que la cabecera RTP (Real Time Protocol) y la carga útil, utiliza FEC (Forward Error Correction), para limitar efectos de pérdidas de paquetes. En este sistema ofrece en la capa de MPEG-2 TS información redundante, por lo tanto el

paquete RTP lleva no sólo la información básica de transmisión, sino también la información de FEC.

Características:

- Incremento de retraso: alrededor de 400-600msec.
- Integridad del servicio: Totalmente compatible con HDTV, CAS (Sistema de Acceso Condicional), Internet, subtítulo entre otros servicios.
- Seguridad: CAS: Multi-2 64bit.



Capítulo 4

Aplicaciones Interactivas para Televisión Digital y Modelo propuesto

En este capítulo se muestran las diferentes aplicaciones interactivas en el mundo para servicios de Televisión Digital Terrestre e IPTV, asimismo se presenta una propuesta de una aplicación interactiva para educación a distancia: T-Learning en la ciudad de Lima.

4 La Televisión Digital Interactiva

El sistema de la Televisión Digital Interactiva (TVDi) posibilita un canal de transmisión de datos porque existe un middleware, es decir, que la transmisión de datos son multiplexados con la señal audiovisual, que es responsable por el envío de informaciones adicionales junto con la programación [MON2005].

Adicionalmente existe el canal de retorno que es el camino inverso de entrega de informaciones del telespectador hacia un servidor de la emisora, no necesariamente existe la necesidad de uso del canal de retorno para aplicaciones interactivas como son del tipo informativo.

El recurso de interactividad posee tres niveles técnicos sugerido por CPqD (Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones), tal como se muestra en la tabla 4-1:

Nivel 1: Toda la información relacionada con la programación es enviada y almacenada en el terminal de acceso Set-top-box, esto es conocida como Interactividad Local. [CRO2007], es decir el usuario simplemente utiliza los datos informativos almacenados localmente.

Nivel 2: Más allá de los recursos almacenados en el Set-top-box, existe un canal de retorno (intermitente), de acuerdo al tipo de uso, es decir, existe la posibilidad de que el usuario logre retornar información hacia un servidor y que éstas son enviadas de forma asíncrona.

Nivel 3: El canal de retorno está siempre activo y es posible tener una comunicación continua. Enviar y recibir datos en tiempo real.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las clasificaciones de los tipos de interactividad con algunos ejemplos de servicios que pueden ser desarrollados en cada nivel.

TABLA 4-1: CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE INTERACTIVIDAD

Nivel	Interactividad	Canal de Retorno	Servicios
1	Local	Ausente	Guías de Programación, propaganda, informaciones, adicionales, aplicaciones sin feedback, cambio de cámaras.
2	Intermitente	Asíncrona	Envío de mensajes, votación, encuestas.
3	Permanente	Síncrona	Juegos Online, acceso a internet, foros, videoconferencia.

Diversos servicios pueden ser ofrecidos, entre ellos T-comercio que es el comercio por la televisión, asimismo las “aplicaciones ciudadanas” tales como gobierno electrónico y aplicaciones en el área de salud y educación. [ROD,2006].

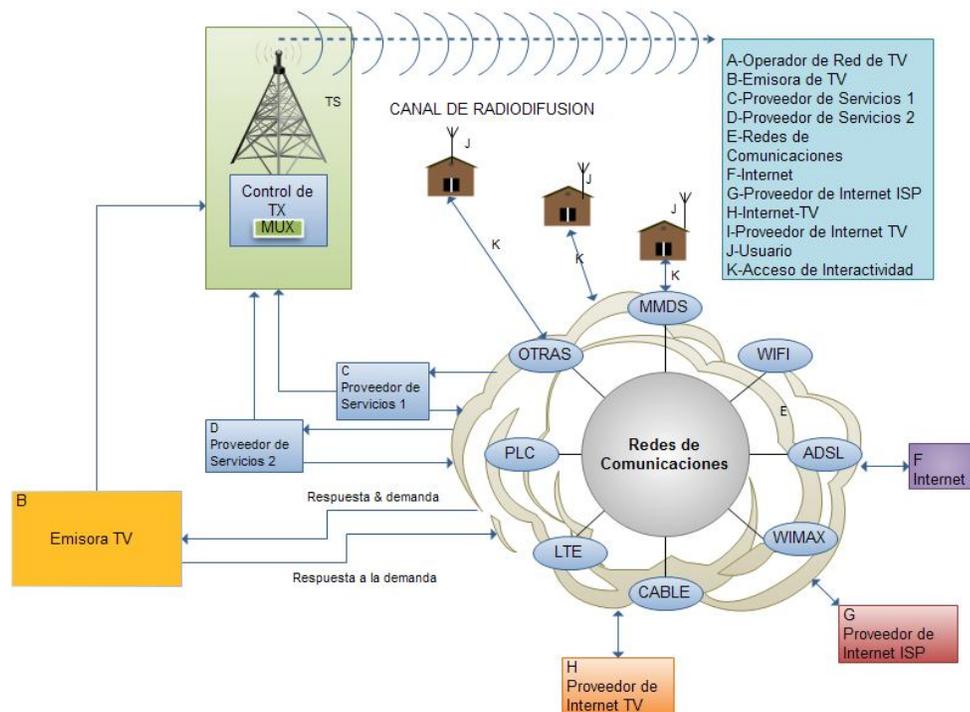


FIGURA 4-1 : ARQUITECTURA DEL SUB-SISTEMA DE INTERACTIVIDAD EN TV BROADCASTING

Fuente: "Arquitectura de Referencia SBTVD" [FUN2006]

4.1 Canal de Interactividad

La parte 1 de la norma de canal de interactividad, presente en el documento ABNT NBR 15607-1 (2007), define los protocolos, las interfaces físicas y de software del canal de interactividad, pues esta norma tiene como base al middleware ARIB del estándar de Televisión Japonés. El canal de interactividad actualmente se viene realizando a través de redes TCP/IP; sin embargo las tecnologías previstas para el Sistema Brasileño para acceso al canal de retorno son:

- GSM, GPRS, Dial-UP, ISDN, CDMA, ADSL.

4.2 Recorrido de un aplicativo interactivo en Televisión Digital

Para la generación de los aplicativos interactivos son multiplexados las señales de entrada de audio, video y datos formando el Transport Stream y transmitidas por la vías de radiodifusión. Por el lado del receptor, la señal recibida es demodulada, demultiplexada con los datos referentes al aplicativo para la interactividad.

En la siguiente figura 4-2 se presenta los estados del recorrido del canal interactivo.

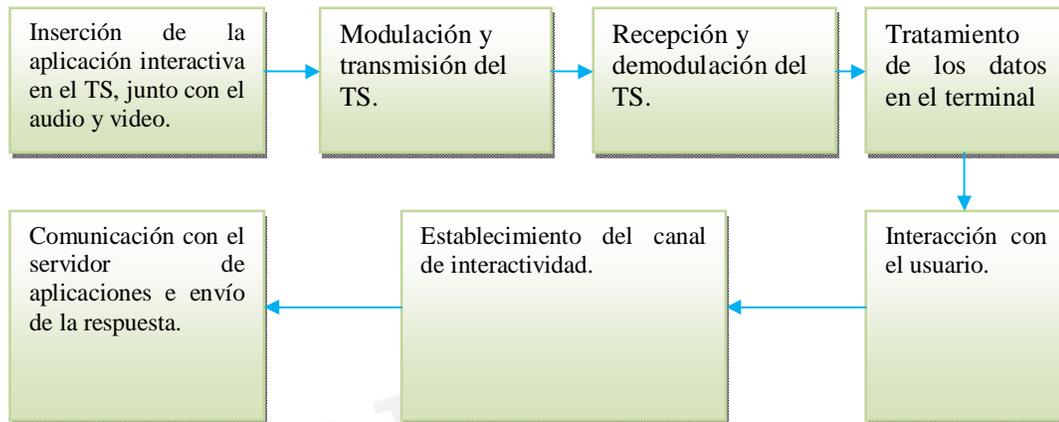


FIGURA 4-2: RECORRIDO DE UNA APLICACIÓN INTERACTIVA

Fuente: "Fórum SBTVD" [SBTV2011]

Este diagrama sirve de referencia para la definición de la plataforma modular de pruebas de interactividad.

4.3 Tipos de Aplicaciones para Televisión Digital Interactiva

El middleware GINGA da soporte al carrusel de datos que son multiplexados con la producción de audio y video digital.

Las aplicaciones son generadas por los distintos lenguajes de programación de desarrollo, como es para el caso del ISDB-Tb con el GINGA-NCL y GINGA-J.

En este panorama se cuenta con varios tipos de aplicaciones como:

- Guía Electrónica de Programas (GEP)
- T-Commerce
- T-Government
- T-Health
- T-Learning (Caso de Estudio)

4.3.1 EPG- Guía Electrónica de Programas

Programa de guía para contenidos digitales, donde el telespectador puede navegar por el conjunto de programas y servicios ofrecidos, se puede seleccionar un canal convencional como se muestra en la figura 4-3.



FIGURA 4-3: GUÍA ELECTRÓNICA DE PROGRAMAS EPG

Fuente: "Forum SBTVD". [FOR2011]

4.3.2 T-Commerce o Comercio Televisivo

El consumidor tiene la oportunidad de adquirir productos anunciados directamente por la Televisión, sin la necesidad de ingresar a la página web de la empresa o desplazarse hasta las tiendas. A continuación, en la figura 4-4 y 4-5 se muestran ejemplos de T-Commerce:



FIGURA 4-4: EJEMPLO DE UN APLICACIÓN T-COMMERCE- MODELO NO INTRUSIVO

Fuente: "Conceptual models for T-Commerce in Brazil". [TC2011]



FIGURA 4-5: EJEMPLO DE UN APLICACIÓN T-COMMERCE- MODELO INTRUSIVO

Fuente: "Fórum SBTVD". [FOR2011]

4.3.3 T-Government

Son servicios gubernamentales vía Televisión que ofrecen servicios importantes para el beneficio de los ciudadanos como: votación, censo, información sobre impuestos, seguridad ciudadana, etc. En las siguientes figuras: 4-6 y 4-7 se muestra ejemplos de T-Government



FIGURA 4-6: EJEMPLO DE UN APLICACIÓN T-GOVERNMENT

Fuente: "Forum SBTVD". [FOR2011]

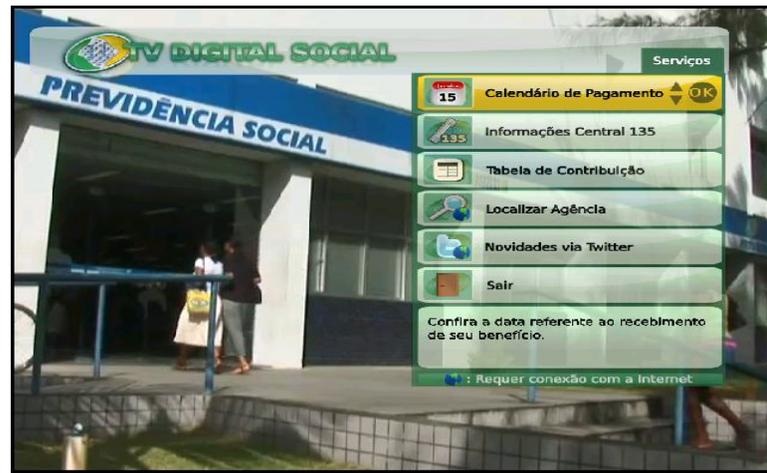


FIGURA 4-7: SEGURIDAD SOCIAL - T-GOVERNMENT

Fuente: "DATAPREV de Rio Grande do Sul ". [DAT2010]

4.3.4 T-Health o T-Salud

Son aplicaciones para TVD enfocados a la prevención y orientación de posibles enfermedades menores como por ejemplo.(figura 4-8)



FIGURA 4-8: APLICACIÓN INTERACTIVA PARA EL ÁREA DE SALUD - T-HEALTH

Fuente: "GINGA-PERU". [GP2011]

4.3.5 T-Bank

Servicios de información y operación de los bancos a través de la Televisión como la revisión del estado de cuenta, loterías, pagos por la Televisión, etc. A continuación se muestra dos ejemplos de interactividad T-Bank, una para juego de loterías Caixa (figura 4-9) y la otra una simulación del estado de cuenta Caixa (figura 4-10)



FIGURA 4-9: APLICACIÓN DE JUEGO DE LOTERÍA POR EL BANCO CAIXA

Fuente: "HXD Soluciones de caso TVD". [HXD2011]



FIGURA 4-10: SIMULACIÓN DE CÁLCULO DE ESTADO DE CUENTA- CAIXA

Fuente: "HXD Soluciones de caso TVD". [HXD2011]

4.3.6 Servicios con IPTV

Los servicios de interactividad para IPTV se muestran a continuación en las figuras 4-12, 4-13, 4-14:



FIGURA 4-12: INTERACTIVIDAD CON DISPOSITIVOS MÓVILES- CASO IPTV

Fuente: "ITU-T H761 GINGA NCL". [ITUT2011]



FIGURA 4-13: WIDGETS EN H762- IPTV

Fuente: "ITU-T H762 LIME". [ITUT2011]



FIGURA 4-14: T-COMMERCE EN H761- IPTV

Fuente: "ITU-T H761 GINGA NCL". [ITUT2011]

4.4 T- Learning (CASO DE ESTUDIO)

E-learning es un término usado para el desarrollo de la educación a distancia con acceso a Internet que utiliza una computadora personal y que podría ser usado también para referirse a cualquier forma de aprendizaje a distancia usando un dispositivo electrónico digital conectado a Internet.

T-learning es un subconjunto de e-learning con acceso a información educativa a través de un canal de Televisión [CYB2011], también está descrito como la correlación entre la Televisión Interactiva (TVi) y e-learning.(ver figura 4-15), entendida como el uso de la tecnología de información para actividades educativas [PET2003].

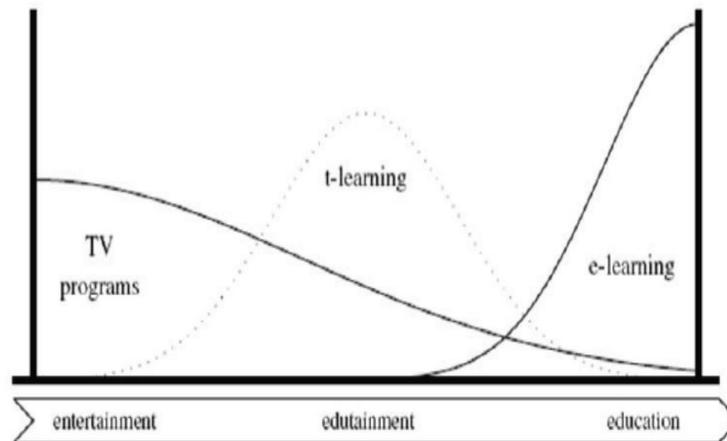


FIGURA 4-15: ESQUEMA INICIAL DE T-LEARNING COMO ENTRETENIMIENTO Y EDUCACIÓN FORMAL.

Fuente: "Artículo GINGA EDUTAINER" [NEW2010]

Actualmente no solo se menciona al T-learning como la convergencia de las dos tecnologías: Televisión y Computadora, por eso es muy importante también mencionar las tecnologías móviles (smartphones, tablets, etc) y dispositivos que usan el Protocolo Internet (IP), como se presenta en la figura 4-16:

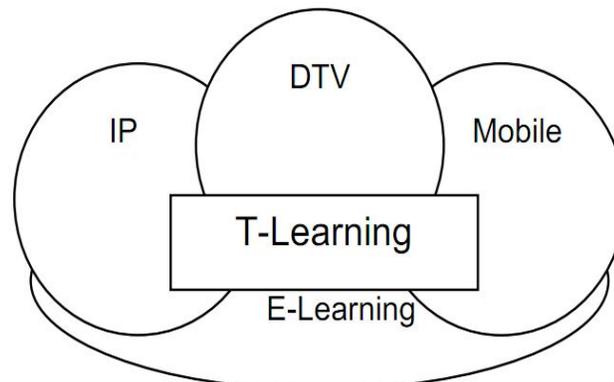


FIGURE 4-16: T-LEARNING COMO USO DE LAS TECNOLOGÍAS IP, DIGITAL TELEVISION, MOBILE Y E-LEARNING

Fuente: Artículo T-Learning Model for Learning via Digital TV [TL2010]

Los siguientes factores también contribuyen para que la televisión pueda ser utilizada en la educación a distancia: [ARA2010]

- **Usabilidad**, por tratarse de un electrodoméstico que viene siendo usado por varias décadas, las principales funciones de un televisor (cambiar de canal, ajuste

del volumen, prender y apagar) que son bien asimilados y conocidos por el espectador.

- **Calidad en la Transmisión**, el audio y video en la educación a distancia, son transmitidas con calidad en los televisores, con todo esto es difícil que el e-learning pueda alcanzar en calidad porque necesita de redes de alta disponibilidad.
- **Vehículo de Información**, al contrario de un computador que puede ser visto como un aparato de trabajo, la televisión es considerada por las personas como un electrodoméstico de información y entretenimiento.
- **Colaboración**, el hecho de espectar un programa de televisión puede ser considerado como una experiencia social vivenciada en grupo, en el cual la Televisión actúa como mediador de la interacción y colaboración entre los telespectadores.

4.5 Canal de Televisión Universitario de São Paulo-Brasil

El canal fue inaugurado en noviembre del 1997 como Canal Universitario de São Paulo (CNU) que reúne a 8 universidades paulistas privadas y públicas. Por medio de este canal se transmite una programación semanal de contenidos de las universidades asociadas: TV USP, TV Mackenzie, TV PUC, TV Unip, TV Uniban, TV São Marcos y TV Judas, como se muestra en la figura 4-17.

El Canal de Televisión Universitario de São Paulo fue creado con acuerdo de ley 8.977/95, como un canal básico de utilización gratuita con 24 horas de programación diaria, el CNU(Canal Universitario de São Paulo) ofrece programas educativos y culturales de alto nivel, con énfasis en la producción científica y en las actividades comunitarias de las universidades, su programación está basada en debates, entrevistas, documentales y noticias de interés general, enfocado siempre en asuntos típicos de investigación académica con la presencia constante de profesores, investigadores y estudiantes, como también un canal envuelto a las cuestiones sociales de São Paulo.

La transmisión de este canal es sintonizado, a través de las operadoras NET (Canal 11-digital y analógico), Televisión Digital Terrestre (canal 187), Televisión Analógica (canal 71) y por el mismo portal de CNU.[CNU2011]



FIGURE 4-17: UNIVERSIDADES ASOCIADAS AL CANAL UNIVERSITARIO DE SAO PAULO

Fuente: Conociendo las universidades que hacen parte del CNU [CNU2011]

4.6 Educación a distancia

La educación a distancia o también conocido como EAD, es básicamente un modelo de educación donde los alumnos y profesores están en lugares diferentes físicamente. Surgieron varias modalidades de acuerdo a las necesidades de cada época acompañado con las innovaciones tecnológicas de las TICs (Tecnologías de Información y Comunicación).

Las modalidades de EAD se dividen básicamente en:

- **Educación por correspondencia:** Esta modalidad proporciona los materiales de estudio por los correos o bancos de revistas. La tecnología usada son básicamente en las diapositivas, guías de estudio, manuales y kits de objetos de aprendizaje.
- **E-Learning:** con el uso del internet surgió esta modalidad y aprovecha la red existente para la difusión de información educativa, ambientes virtuales de educación donde los alumnos y profesores puedan interactuar dinamizando el proceso de aprendizaje.[BIT2003]

- **T-Learning:** se considera la fusión entre los diferentes patrones de educación a distancia: Teleducación y e-learning, las ventajas que ofrece T-Learning es la calidad audiovisual con una velocidad de transmisión adecuada [DAM2003], asimismo un punto relevante es la interactividad como factor de uso de las aplicaciones generadas por la Televisión Digital.

4.6.1 Educación a distancia en el Perú

Según el censo 2007, el Perú tenía una población 27 412 517 habitantes, los datos más recientes nos indica que el 2009 teníamos una población de 29 546 963 habitantes. En el año 2000 teníamos 46 universidades y al 2010, según la Asamblea Nacional de Rectores (ANR), existían 75 universidades institucionalizadas y 27 en proceso, haciendo un total de 102 universidades.

El sistema universitario peruano al año 2010:

TABLA 4-2: NÚMERO DE UNIVERSIDADES EN EL PERÚ [ANR2011]

Número de Universidades en el Perú 2010		
Tipo de Universidades	Institucionalizadas	En proceso de organización
Universidades Públicas	31	4
Universidades Privadas	44	23
Subtotales	75	27
Total	102 Universidades	

Observamos un crecimiento de universidades en el Perú que responde el crecimiento normal demográfico y a la demanda de educación superior, notándose un crecimiento del capital privado en educación superior puesto que el año 2000 existían 23 universidades públicas y 23 universidades privadas; actualmente tenemos 35 universidades públicas y 67 privadas.

La demanda de educación superior no solo se refleja con el crecimiento del número de universidades, sino también con las diversas modalidades de estudio como la modalidad de educación a distancia para pre y posgrado que actualmente ya existen universidades con una plataforma estable y robusta para educación a distancia.

Según la Ley General de Educación N°28044 de 2003, artículo 27° señala: *“La educación a distancia es una modalidad del Sistema Educativo caracterizada por la*

integración simultánea o diferida entre los actores del proceso educativo, facilitada por medios tecnológicos que propicien el aprendizaje autónomo. Es aplicable a todas las etapas del Sistema Educativo, de acuerdo con la normatividad en la materia. Esta modalidad tiene como objetivo complementar, reforzar o reemplazar la educación presencial atendiendo las necesidades y requerimientos de las personas. Contribuye a ampliar la cobertura y las oportunidades de aprendizaje”.

Para un marco referencial según la INEI: de acuerdo al nivel alcanzado la Población Económicamente Activa (PEA) se muestra un diagrama según el nivel de educación alcanzado entre los trimestres: Nov-Dic09-Ene10 - Nov-Dic10-Ene11 (ver figura 4-18)

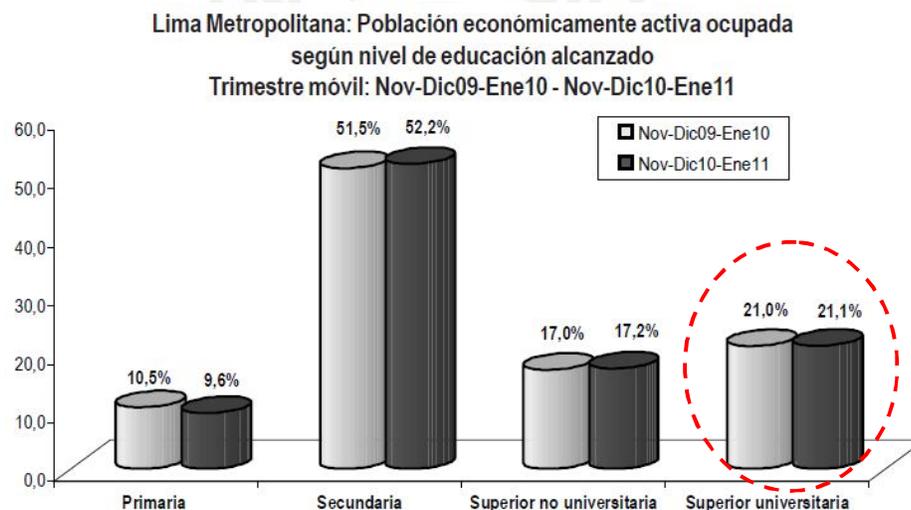


FIGURA 4-18: PEA SEGÚN NIVEL DE EDUCACIÓN ALCANZADO-LIMA METROPOLITANA.

Fuente: Situación del Mercado Laboral Lima Metropolitana [INE2011]

El debate sobre la llegada del Sistema de Televisión Digital Terrestre al Perú surge por la pobre difusión de las bondades y ventajas que esta presenta. La Televisión es un gran representante de acceso a la información por su alta penetración en la sociedad, a pesar de la llegada de internet, la mayoría de la población todavía se informa y busca entretenimiento a través de la televisión puesto que en muchos lugares todavía es la única fuente accesible de información.

La Televisión Digital Interactiva posee un potencial inclusivo, proporcionando la participación de la audiencia en diferentes niveles, la Televisión Digital causa impactos directos en la participación de la audiencia altamente excluidas, como analfabetos y

deficientes visuales, más allá de esto puede servir como herramienta poderosa para: la educación a distancia, entretenimiento, noticias, gobierno electrónico y nuevos servicios de valor agregado.

Algunos casos distintivos de instituciones que trabajan con una plataforma para educación a distancia, como la Pontificia Universidad Católica del Perú con la plataforma Campus Virtual y actualmente con Paideia; Universidad Cayetano Heredia con la plataforma Moodle; Universidad del Pacífico con la plataforma BlackBoard y en las Universidades Públicas como la Universidad Mayor de San Marcos con la plataforma Moodle; Universidad Nacional de Ingeniería con la plataforma Dokeos, entre otros.

4.7 Casos de T-Learning

BEACON (Consortio Brasileño-Europeo para servicios de Televisión Digital Interactiva) desarrolló un proyecto utilizando servicios innovadores de T-Learning para promover la inclusión social en Brasil. Contiene un sistema de autenticación, evaluación, mensajería pequeña y la lista de cursos disponibles. [BEA2010]

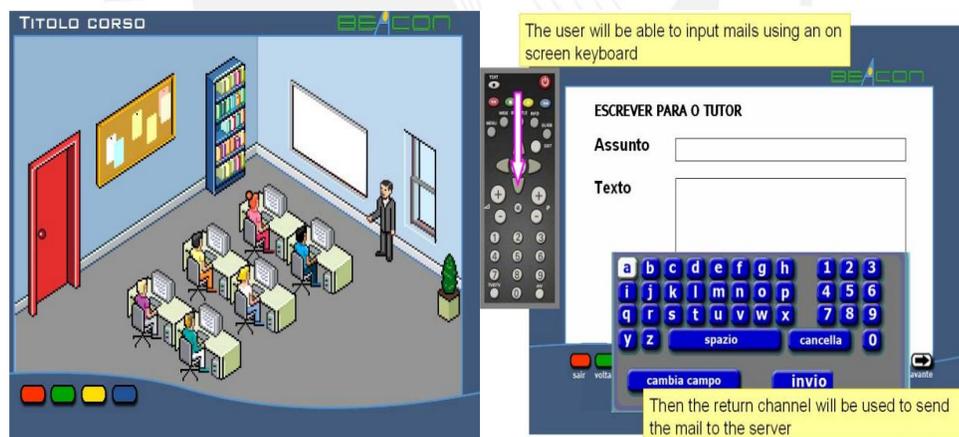


FIGURA 4-19: AMBIENTE BEACON PARA T-LEARNING.

Fuente: Proyecto Beacon T-Learning via Digital TV [BEA2010]

Un ejemplo de educación más entretenimiento para T-learning en Brasil es la reconocida serie para niños "Turma da Mónica" que ofrece contenidos como: juegos educativos, historietas, postales electrónicas, la canción más popular, información sobre la programación, entre otros.



FIGURA 4-20: AMBIENTE DE EDUCACION TURMA DA MONICA PARA T-LEARNING

Fuente: "HXD Soluciones de caso TVD". [HXD2011]

4.8 Modelo propuesto: T-Learning con lenguaje GINGA-NCL.

Debido a la creciente demanda de plataformas e-learning para las universidades en el Perú, se plantea una plataforma integral de difusión de contenidos interactivos educativos de las distintas universidades de Lima en un Canal de Televisión Digital Universitario, con un espacio de programación de toda índole como: Medicina, Ingeniería, Economía, Derecho, Sociología, Historia, Arte, Psicología, Arquitectura entre otras especialidades, así como debates, entrevistas, eventos culturales, deportivos siempre en el marco académico con presencia constante de los profesores, investigadores, estudiantes universitarios y escolares.

Se propone la difusión de cuentos tradicionales peruanos que muestren las bondades y características de una sociedad multicultural, como ejemplo para este proyecto de tesis: el cuento peruano "El zorro y el cóndor", con la implementación de un modelo de aplicación interactiva para los cuentos tradicionales, con las características de:

- Mayor información sobre los personajes del cuento (figura 4-22 y 4-23) .
- Mayor información sobre los escenarios del cuento (figura 4-24 y 4-25)
- Opción de modificación del idioma, como en este caso del Español al idioma Quechua.(figura 4-26)
- Ventana opcional para video de lenguaje de señas (figura 4-27)
- Opción de subtítulo (figura 4-27)

- Escritura de mensajes para los agentes emisores (productores de contenidos audiovisuales) con la ayuda de un teclado virtual desarrollado en la aplicación propuesta que utiliza el canal de retorno. (figura 4-31)
- Autoevaluación interactiva con preguntas relativas al cuento.(figura 4-32)

4.8.1 Pantalla menú principal:

Dentro de la pantalla inicial de la aplicación interactiva se identifica dos regiones de opciones importantes, en la parte superior izquierda el menú principal interactivo (1) con las opciones de los personajes que participan en el cuento, el escenario donde se desarrolla el contenido, la opción de comunicación para la modificación del idioma original, leyenda o video complementario de lenguaje a señas, finalmente la opción de información que muestra las personas encargadas del diseño, creación y desarrollo de la aplicación interactiva.

En la parte inferior una barra de botones (2) con las opciones de salir, mensaje, evaluación y ayuda.



FIGURA 4-21: OPCIONES DEL MENÚ PRINCIPAL (1) Y LA BARRA DE BOTONES INTERACTIVOS (2)

Fuente: Elaboración propia.

4.8.2 Pantalla menú Personajes:

Esta opción ayuda a conocer más a fondo sobre los personajes que participan en el cuento, con información adicional acerca del origen, costumbres y hábitat. (Ver figura 4-22 y 4-23)



FIGURA 4-22: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: PERSONAJES/ZORRO

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 4-23: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: PERSONAJES/CONDOR

Fuente: Elaboración propia

4.8.3 Pantalla menú Escenario:

Esta opción ayuda a conocer el escenario en donde se desarrolla el cuento: “El zorro y el cóndor”, así como las características del lugar como la geografía, el clima, etc.

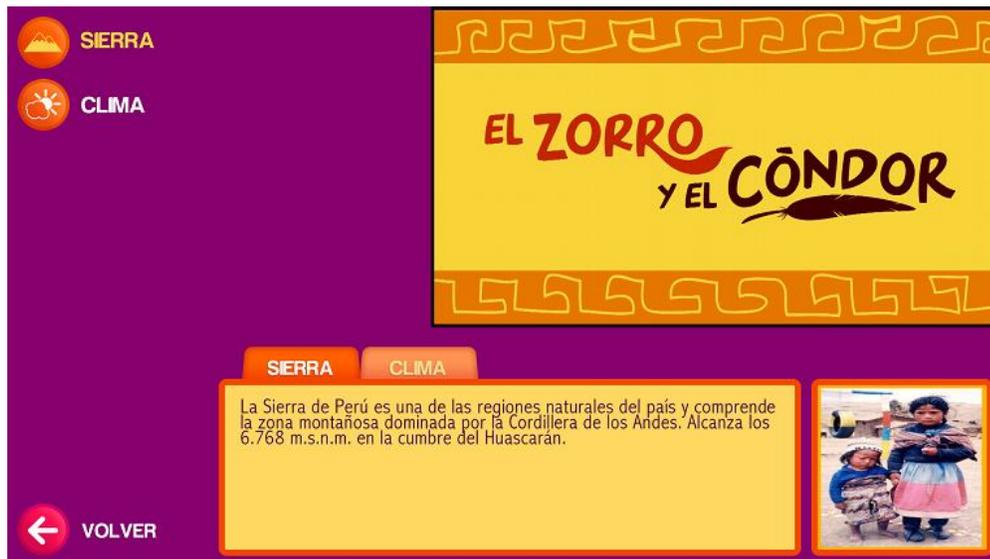


FIGURA 4-24: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: ESCENARIO/SIERRA

Fuente: Elaboración propia

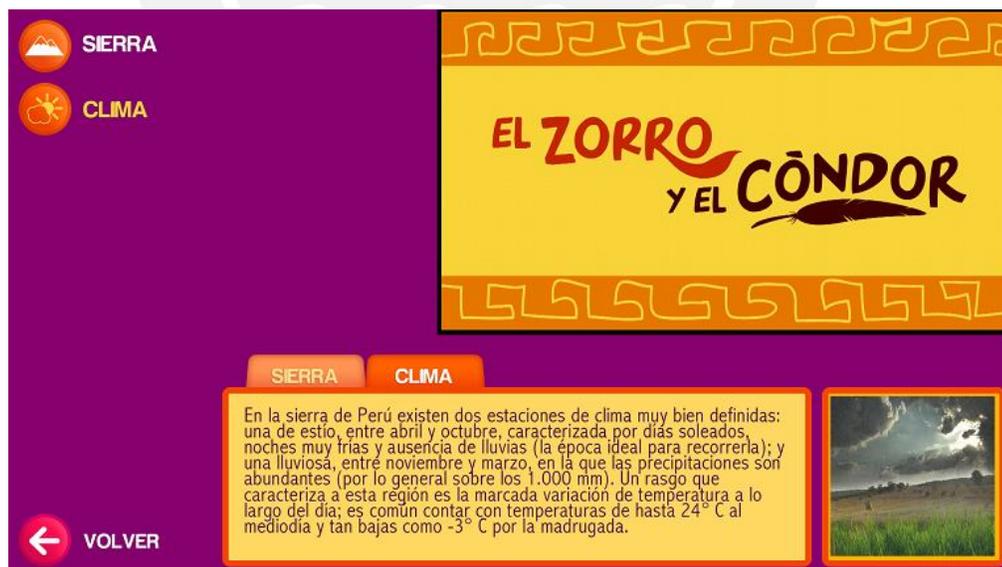


FIGURA 4-25: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: ESCENARIO/CLIMA

Fuente: Elaboración propia

4.8.4 Pantalla menú Comunicación:

Esta opción tiene la posibilidad de seleccionar el idioma, como en este caso el quechua y el castellano, asimismo la opción complementaria de un video de lenguaje a señas para el caso de las personas que no puedan escuchar; finalmente una opción de leyenda con el contenido escrito del programa. (Ver figura 4-26 y 4-27).



FIGURA 4-26: OPCIÓN DE INTERACTIVIDAD: ESCENARIO/CLIMA

Fuente: Elaboración propia

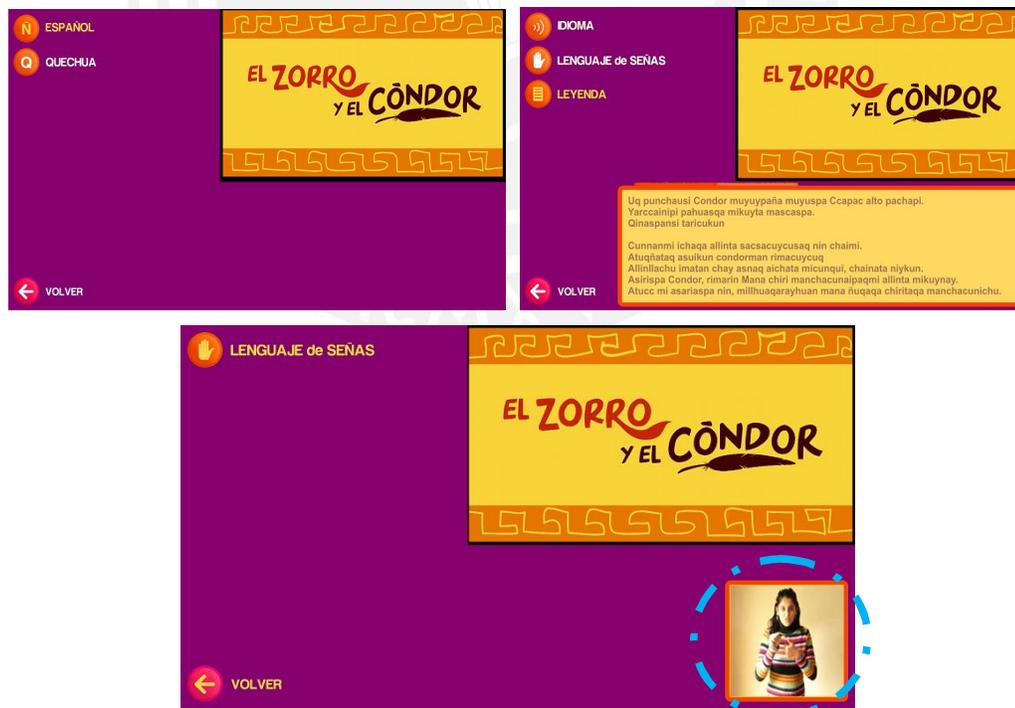


FIGURA 4-27: OPCIONES DE INTERACTIVIDAD: COMUNICACIÓN / IDIOMA, LENGUAJE A SEÑAS Y LEYENDA

Fuente: Elaboración propia

4.8.5 Pantalla menú Información:

Opción que muestra la información del autor del contenido audiovisual y los miembros participantes en la ejecución del proyecto para generar la aplicación interactiva.



FIGURA 4-28: OPCIONES DE INTERACTIVIDAD: INFORMACIÓN / AUTOR

Fuente: Elaboración propia

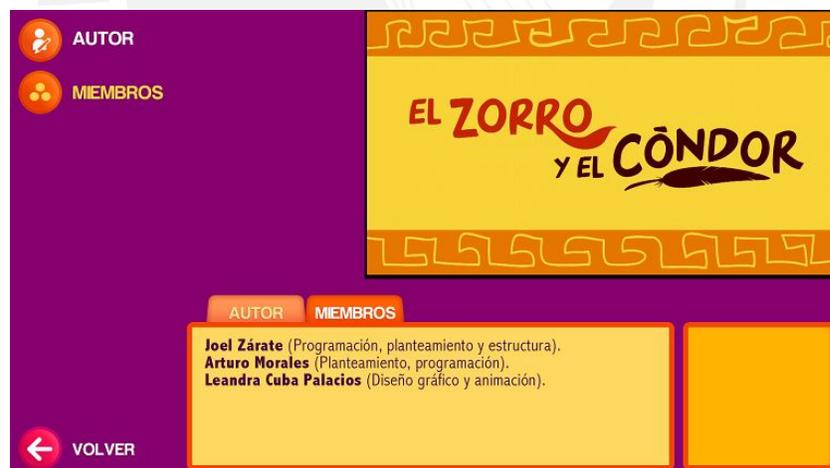


FIGURA 4-29: OPCIONES DE INTERACTIVIDAD: INFORMACIÓN / MIEMBROS

Fuente: Elaboración propia

4.8.6 Pantalla barra de botones:

Los botones interactivos del control remoto son el rojo, verde, amarillo y azul, en este orden. Cada botón tiene una respectiva funcionalidad como:

ROJO = "salir" de la aplicación interactiva; VERDE: "Mensaje" escribir un mensaje de crítica y/o recomendación acerca del contenido audiovisual; AMARILLO: "Evaluación"

al finalizar el programa se cuenta con la opción de un test de aprendizaje de 4 preguntas sencillas que contribuirán en la retención de los hechos suscitados en los cuentos peruanos emitidos; finalmente, AZUL: "Ayuda" es la opción de manual de operación y manejo de las opciones de la aplicación interactiva con el Menú o con los botones.



FIGURA 4-30: OPCIONES DE LA BARRA DE BOTONES INTERACTIVOS

Fuente: Elaboración propia.

4.8.7 Pantalla botón de Mensaje:



FIGURA 4-31: BOTÓN INTERACTIVO PARA ESCRIBIR UN MENSAJE.

Fuente: Elaboración propia.

4.8.8 Pantalla botón de Evaluación:





FIGURA 4-32: BOTÓN INTERACTIVO DE EVALUACIÓN.

Fuente: Elaboración propia.

4.8.9 Pantalla botón Ayuda:



FIGURA 4-33: BOTÓN INTERACTIVO AYUDA/ MENÚ.

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 4-34: BOTÓN INTERACTIVO AYUDA/BARRA DE BOTONES.

Fuente: Elaboración propia.

Esta es la propuesta de un modelo de aplicación interactiva: T-Learning desarrollada completamente en GINGA NCL-LUA donde el telespectador cambia el estilo de ver la Televisión de un modo pasivo a uno activo pues tiene la capacidad de visualización con interactividad, evaluación de preguntas, además de la posibilidad de escribir un mensaje a un profesor o tutor con la ayuda de un teclado virtual desarrollado en LUA que usa el canal de retorno.

A continuación se muestra el diagrama UML secuencial de la aplicación interactiva desarrollada.

4.8.10 Diagrama UML secuencial:

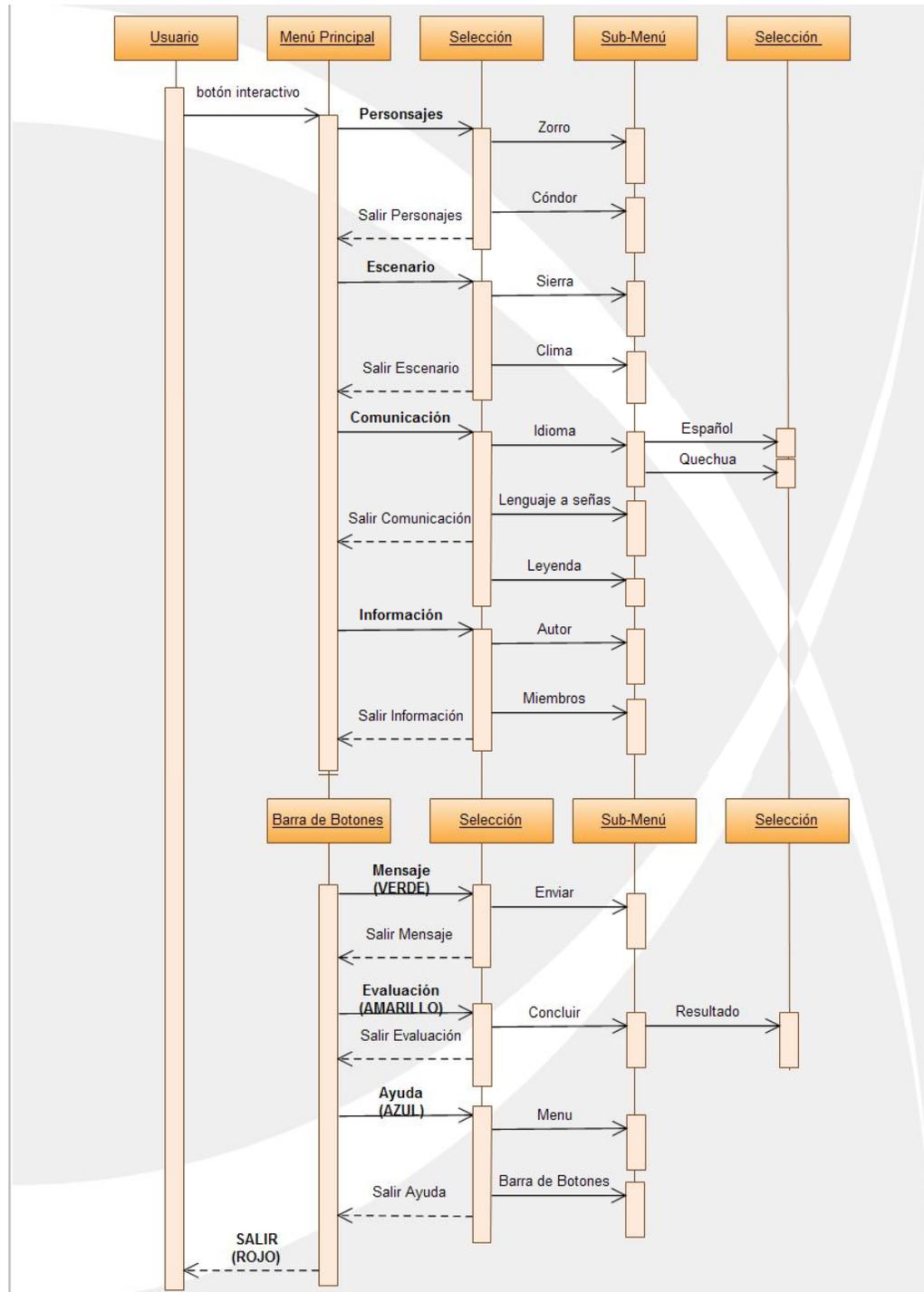


FIGURA 4-35: DIAGRAMA UML SECUENCIAL.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5

Escenarios y diseño de implementación de pruebas para una canal TDT e IPTV

En este capítulo se muestra los escenarios de funcionamiento de la aplicación interactiva propuesta para un canal de Televisión Digital Terrestre y la retransmisión de Transport Stream sobre paquetes IP para los lugares sin señal de cobertura.

El punto de partida en un sistema de televisión es la creación de contenidos audiovisuales, que una vez realizado se codifican en un equipo encoder según el tipo de servicio (HD, SD y One-seg), luego son multiplexadas y modulados en el estándar ISDB-Tb, por lo cual para el servicio de Televisión Digital Terrestre (TDT) tendrá una salida con el formato Broadcast Transport Stream (BTS) a una tasa de bits de 32.5 Mbps con un tamaño de paquete de 204 bytes (encabezado y payload); en cambio la retransmisión IPTV una vez multiplexada la información se analizará las cabeceras de los paquetes determinando la información válida y necesaria para la difusión IP a una tasa de bits de 19 Mbps, en este caso cabe mencionar que la retransmisión sobre paquetes IP sirva para aquellos lugares en la ciudad de Lima sin señal de cobertura TDT y exclusivamente para que el contenido de información educativa llegue a los diferentes colegios públicos.

Adicionalmente se especifican todos los dispositivos de hardware y software en la implementación de un laboratorio de pruebas para el análisis de resultados.

5 Diagrama general de red TDT e IPTV para servicios de televisión digital interactiva

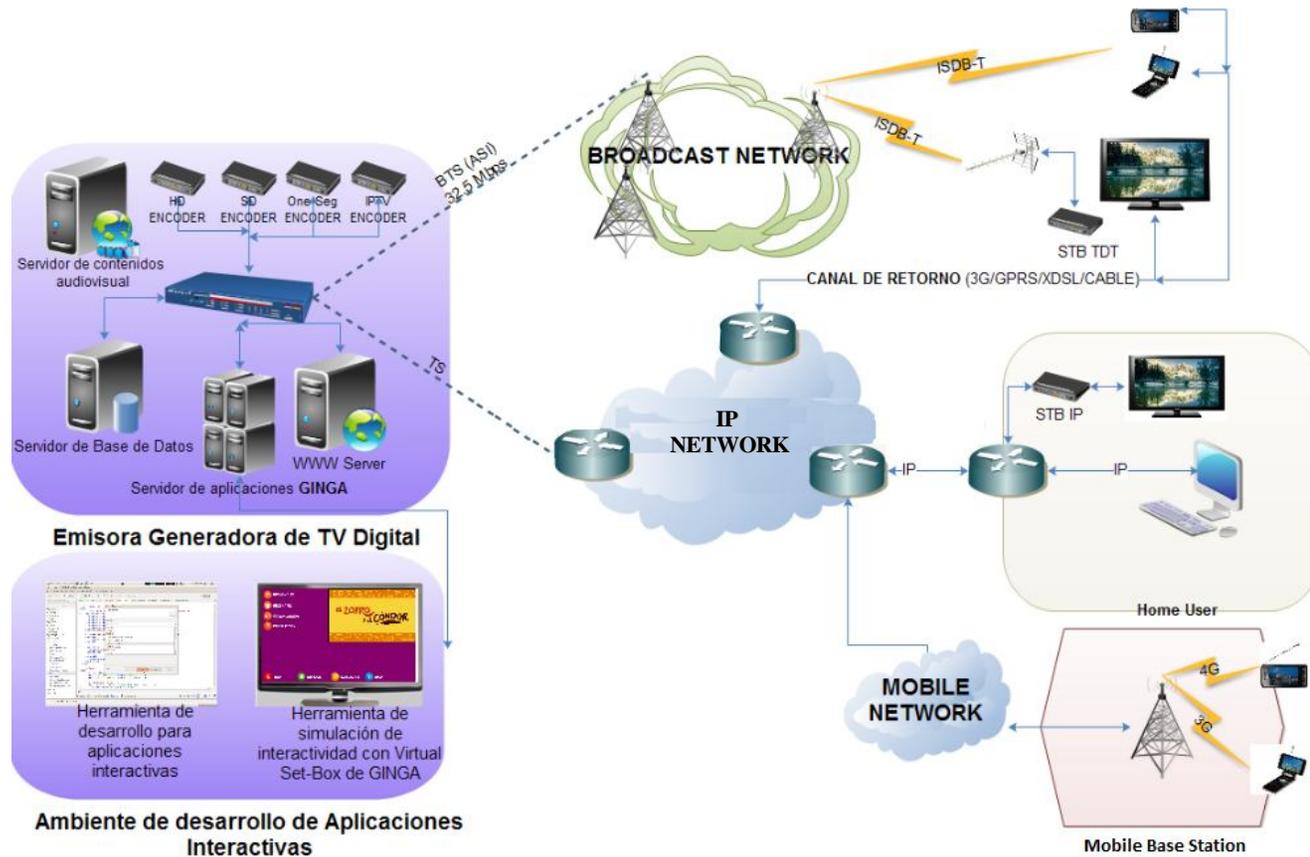


FIGURA 5-1: DIAGRAMA GENERAL DE RED TDT E IPTV PARA SERVICIOS DE TELEVISION DIGITAL INTERACTIVA

Fuente: Elaboración propia.

5.1 Mapa General según cobertura de señal de Televisión Digital Terrestre en Lima y Callao

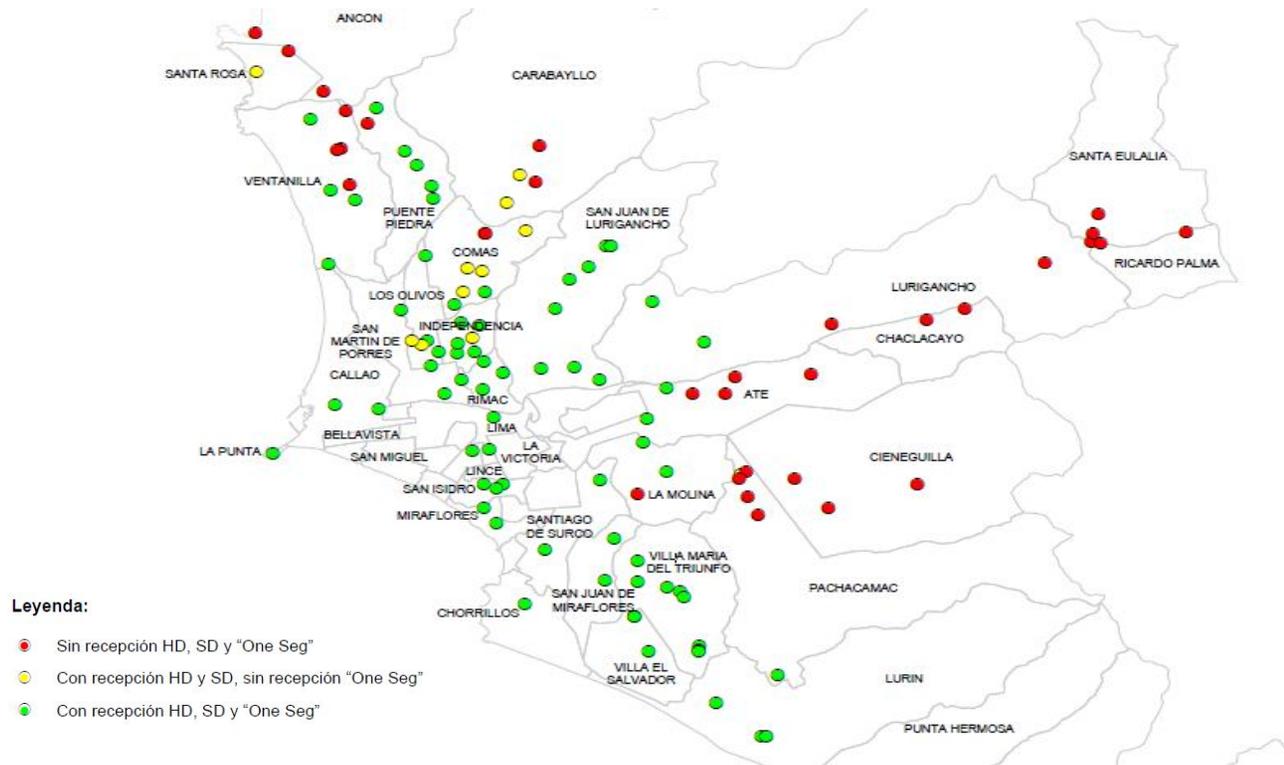


FIGURA 5-2: PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA SEÑAL DE TELEVISIÓN DIGITAL DEL CANAL 16 (TV PERU) EN LAS PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO

Fuente: MTC2012.

Se puede observar que en la figura anterior 5-2 existen Distritos sin señal de cobertura de Televisión Digital Terrestre, por ello se identifica los Colegios Públicos involucrados en la siguiente tabla:

TABLA 5-1: LISTA DE COLEGIOS PÚBLICOS NIVEL SECUNDARIA EN LIMA

Distrito	Gestión / Dependencia	Total
ANCON	Pública - En convenio	1
	Pública - Sector Educación	6
ATE	Pública - En convenio	1
	Pública - Sector Educación	51
CARABAYLLO	Pública - Sector Educación	19
CHACLACAYO	Pública - Sector Educación	9
CIENEGUILLA	Pública - Sector Educación	4
COMAS	Pública - En convenio	5
	Pública - Sector Educación	44
LA MOLINA	Pública - Otro Sector Público	1
	Pública - Sector Educación	11
LURIGANCHO	Pública - En convenio	2
	Pública - Sector Educación	22
PACHACAMAC	Pública - Sector Educación	12
RICARDO PALMA	Pública - Sector Educación	2
SANTA EULALIA	Pública - Sector Educación	2
SANTA ROSA	Pública - Sector Educación	1
Total general		193

Se obtiene 193 Colegios Públicos y 12 Distritos involucrados sin señal de cobertura o parcialmente. Toda la información detallada de los Colegios en Lima, ver Anexo 6.

5.2 Componentes de Hardware

- **PC de edición y producción audiovisual**

Herramienta para el manejo, edición y producción de los contenidos audiovisuales sin ningún tipo de codificación.

- **Servidor de Contenidos y Aplicaciones**

Una vez terminado la producción de contenidos se graba para los contenidos y aplicaciones interactivas desarrolladas.

- **Sistema de Codificación**

En este proceso se recomienda utilizar los ENCODER ISDB-T Z3 con los servicios de HD, SD, One-seg e IPTV. Para la distribución de video en los formatos de codificación

de audio y video. Por ejemplo para el servicio HD se utiliza la codificación H.264 para video y MPEG-4 AVC para audio, una vez realizada la codificación tendrá una salida en un formato de Elementary Stream (ES) que es un tipo Transport Stream pero sin ninguna mayor información como las tablas PAT, NIT, TOT, PMT que son realizados en la etapa de multiplexación. (Ver Anexo 1)



FIGURA 5-3: ENCODER ISDB-T Z3 TECHNOLOGY MV2-EITV.

Fuente: “Z3 MVE-02 Encoders/Decoders ISDB-T Broadcast HD, SD e 1-seg”
[EITV2011]

- **Set-top-box**

Los aparatos set-top box (STB) son los responsables de la decodificación de la señal digital, asimismo algunos de ellos son responsables por la ejecución de los servicios interactivos, porque vienen preparados con el middleware GINGA embebido para televisión digital terrestre e IPTV.

Cada STB preparado para este servicio posee un control remoto que cumple diversas funciones para que el telespectador pueda interactuar con un determinado servicio y/o contenido.

Para las pruebas se utilizaron dos tipos de set-top-boxs:

(1) Set-top-box híbrido (ISDB-T e IPTV) de la marca EITV, para desarrolladores de aplicaciones interactivas con GINGA compatibles para Ginga NCL Lua (lenguaje declarativo) y Ginga Java (lenguaje de procedimiento) que fueron especificadas para el Sistema Brasileño de Televisión Digital (SBTVD o ISDB-Tb).



FIGURA 5-4: SET TOP-BOX HÍBRIDO PARA TDT E IPTV

Fuente: Set top Box developer EITV-Brasil [EITV2011]

(2) Set-top-box ISDB-T de la marca: Digi-TV, se utiliza este receptor digital para la verificación de la decodificación de la señal recibida, este dispositivo no cuenta con el middleware Ginga.



FIGURA 5-5:SET-TOP-BOX DIGI-TV COMO RECEPTOR DIGITAL PARA TDT

Fuente: Set top box Digi-TV [ALI2011]

- **Sintonizador USB ISDBT:**

Permite sintonizar la televisión digital del estándar ISDB-T desde una laptop o una PC, de forma práctica, sintoniza los canales en one-seg que tan solo utiliza un segmento de 432 KHz del espectro de la televisión digital, sin embargo ya existen sintonizadores que también captan señal digital en formato HD.



FIGURA 5-6: SINTONIZADOR DE TV DIGITAL TIPO USB

Fuente: Elaboración propia

- **Televisión:**

Para la visualización de los contenidos en formato de alta definición se utiliza un televisor con entrada HDMI con características como: relación de aspecto 16:9, resolución FULL HD (1920X1080). Actualmente existen televisores con un decodificador digital incorporado en el estándar ISDB-T y en el caso de los televisores analógicos es necesario un dispositivo externo decodificador de la señal digital conocido como Set-top-box.



FIGURA 5-7: TELEVISOR CONECTADO CON CABLE HDMI AL SET-TOP-BOX

Fuente: Elaboración propia

- **Tarjeta moduladora para Televisión Digital**

Esta tarjeta permite reproducir los flujos MPEG-2(Transport Stream) desde el disco duro como una señal de entrada y transmitirla al aire, en los diferentes estándares de Televisión Digital Terrestre, en un rango de frecuencias de 55 ~ 2150 MHz RF, en este caso se utiliza la licencia para ISDB-T.



FIGURA 5-8: TELEVISOR CONECTADO CON CABLE HDMI AL SET-TOP-BOX

Fuente: Elaboración propia

5.3 Componentes de Software

5.3.1 Herramientas para la creación de aplicaciones interactivas

Para facilitar el desarrollo de aplicaciones en GINGA-NCL se cuenta con varias herramientas como:

- **Ginga-NCL Composer**

La Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Rio) en los laboratorios Telemidia desarrolló una plataforma de auditoría llamado COMPOSER, esta herramienta fue creada en Java y está disponible para Windows, Linux y Mac Os X, en este programa las abstracciones son definidas con diversos tipos de visiones que permiten simular un tipo específico de edición (estructural, temporal, gráfico, textual).

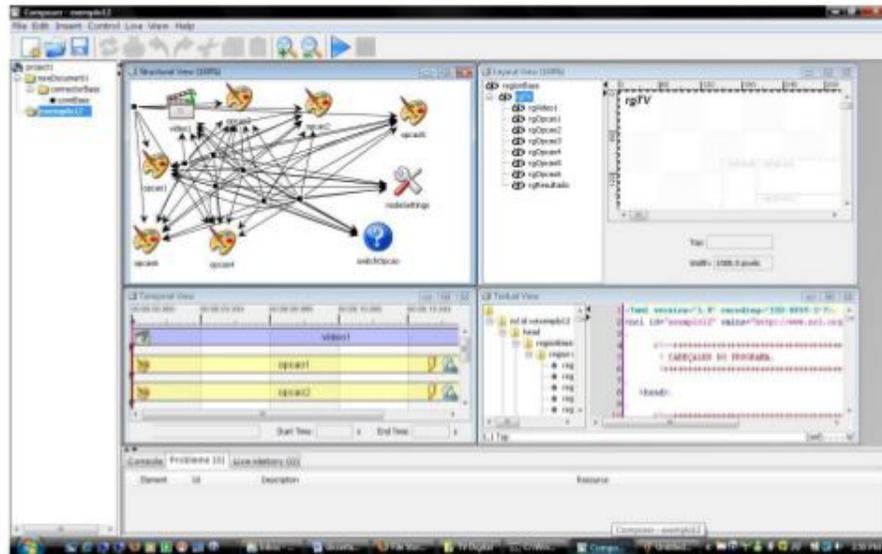


FIGURA 5-9: HERRAMIENTA DE AUDITORÍA COMPOSER.

Fuente: Elaboración propia.

- **Ginga-NCL Emulator**

Es un software implementado en Java del middleware brasileño con un conjunto de herramientas que nos permite simular un set-top-box.

Para ejecutar este software es necesario una máquina virtual de Java (JVM), adicionalmente este software tiene un control remoto interactivo que puede ser manipulado por el mouse.

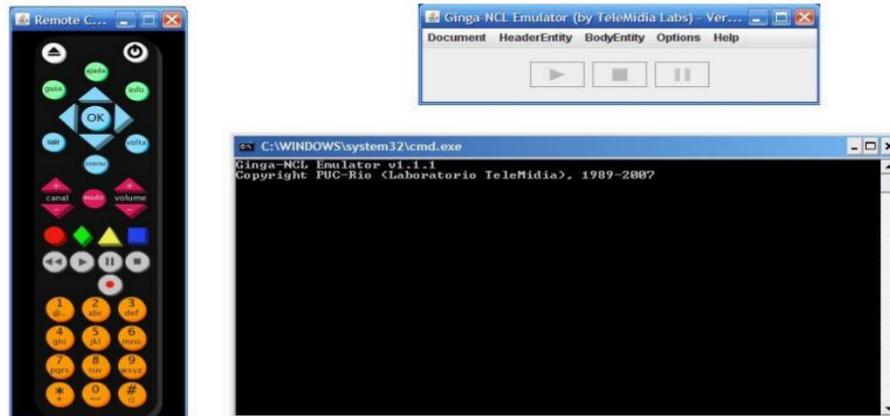


FIGURA 5-10: PANTALLA DEL PROGRAMA DEL GINGA-NCL EMULATOR.

Fuente: Elaboración propia.

• **Virtual Set-Top-Box**

Se hace uso del virtual Set-top-box (STB) instalado en una máquina virtual de VMWare que utiliza el sistema operativo Linux con la distribución Ubuntu, sin duda es una herramienta importante para las pruebas de las aplicaciones desarrolladas con Ginga NCL y Lua,

Utiliza los recursos necesarios de procesamiento y de memoria como un set-top-box real pues está limitado por los paquetes instalados.

Entre los paquetes instalados en Ubuntu como máquina virtual está desarrollado en C++ del middleware Ginga.

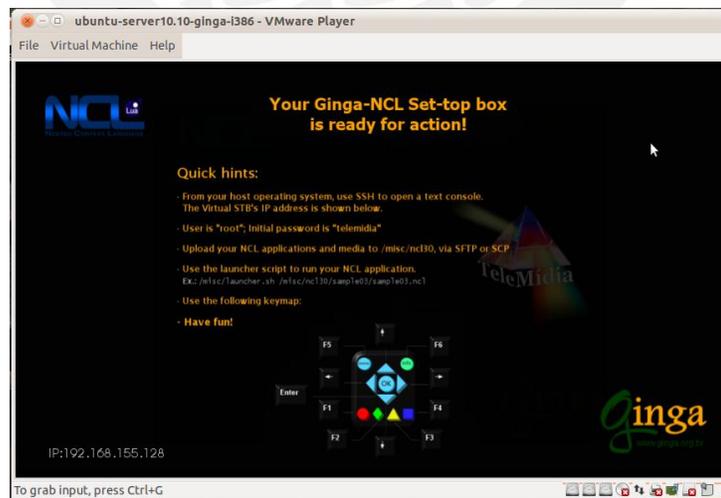


FIGURA 5-11: PANTALLA PRINCIPAL DEL PROGRAMA VMPLAYER EJECUTANDO LA MÁQUINA VIRTUAL DEL STB EN UBUNTU.

Fuente: Elaboración propia.

Para ejecutar una aplicación a través de un Virtual STB se debe realizar una conexión segura por el protocolo SSH (Secure Shell).

- **IDE Eclipse con Plug-in NCL:**

La Universidad Federal de Marañón desarrolló un plug-in para Eclipse que tiene como funcionalidades de:

- **Code Highlighting:** Eclipse reconoce sus principales tags y características a través de la coloración de código.
- **Herramienta para el código debugging:** el plug-in es capaz de encontrar el error de código automáticamente.
- **Integración:** el plug-in está integrado en Ginga-NCL emulador y es capaz de ejecutar aplicaciones directamente desde Eclipse.

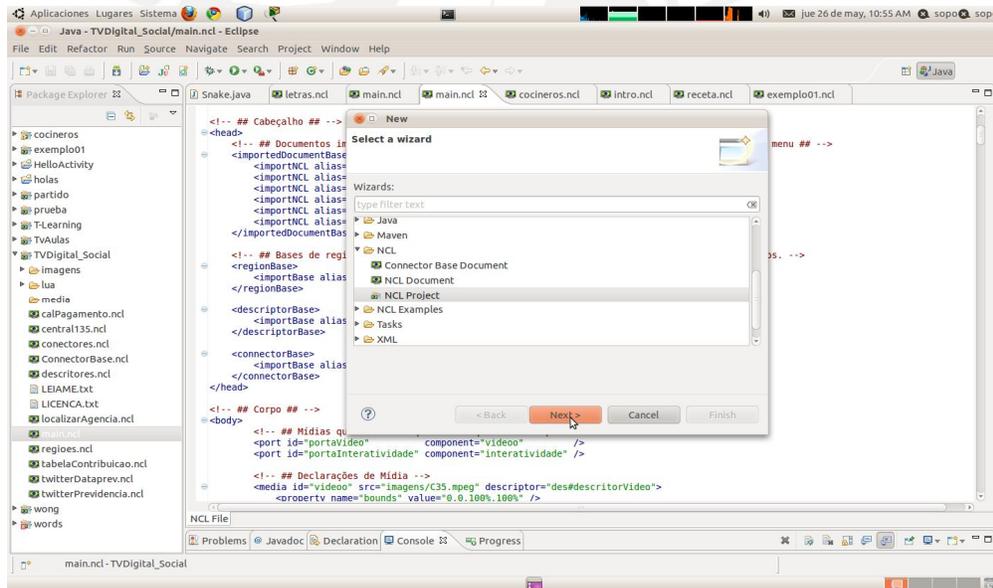


FIGURA 5-12: INTERFACE DEL IDE ECLIPSE UTILIZANDO EL PLUG-IN.

Fuente: Elaboración propia.

- **Generación del Transport Stream con Opencaster**

OPENCASTER es un software de código abierto, que puede integrar los elementos necesarios para la creación del flujo MPEG-2 Transport Stream, estos elementos son: El contenido audiovisual codificado para audio y video, generación del carrusel de datos para la interactividad con Ginga, identificación de los parámetros de las tablas

de información de los servicios, programas y aplicaciones conocidos como tablas PMT, PSI, PAT entre otros. Adicionalmente para la creación del carrusel de datos con Ginga con los parámetros establecidos según el estándar ISDB-Tb, se debe gracias a los aportes de los laboratorios de LIFIA-Argentina.

5.4 Pruebas de interactividad en los escenarios TDT e IPTV

Para las pruebas de laboratorio comienza desde la formación del Transport Stream con los parámetros necesarios para TDT e IPTV, por el que se usa el software libre OPENCASTER para la creación y multiplexación de los archivos de audio (MPEG-4 AAC), video(H.264) y datos.

5.4.1 Herramientas para pruebas de laboratorio TDT e IPTV

Para el desarrollo de pruebas con la aplicación interactiva propuesta en los escenarios de TDT e IPTV, se implementa un laboratorio de pruebas con los siguientes equipos: hardware (tabla 5-2) y software (tabla 5-3).

TABLA 5-2: COMPONENTES DE HARDWARE PARA LABORATORIO TDT E IPTV

Herramientas	Cantidad	Descripción
Computadora Dual Core	1	Edición de contenidos audiovisuales
Modulador de Televisión Digital TELEVIEW	1	Licencia ISDB-T
Televisor	1	Con entrada HDMI
Set top-box	2	Una para desarrolladores de software EITV y otra para decodificación de la señal digital de la marca DigiTV, asimismo el STB EITV es híbrido por el cual es utilizado para las pruebas de red IPTV
Antena tipo conejo	1	Para recepción conectado en el set-top-box DigiTV
Sintonizador de señal digital tipo USB	1	Para captura del one-seg para el caso de TDT.
Analizador de espectros AGILENT	1	Para las mediciones de potencia de la señal digital ISDB-T

TABLA 5-3: COMPONENTES DE SOFTWARE PARA LABORATORIO TDT E IPTV

Herramientas	Descripción
Opencaster	Software libre para la creación y multiplexación de los archivos del formato Transport Stream, válido para TDT e IPTV.
Licencia ISDB-T para TELEVIEW	Software de gestión de la tarjeta moduladora TELEVIEW para TDT.
TSPacketViewer y Manzanita	Analizadores de transport stream de los paquetes que se utilizan en TDT e IPTV
VLC Media Player	Reproductor multimedia y framework multimedia libre de código abierto: VCL media player, para el caso de IPTV se utiliza como servidor de video streaming del archivo.ts (transport stream) en el protocolo RTP o UDP hacia el set-top-box IPTV.
IDE Eclipse	Para el desarrollo de las aplicaciones interactivas en GINGA-NCL
Virtual Set-top-box	En una máquina virtual de VMWare para las pruebas de la aplicación desarrollada en Eclipse

En la siguiente figura se muestra la implementación del laboratorio de pruebas para la aplicación interactiva.

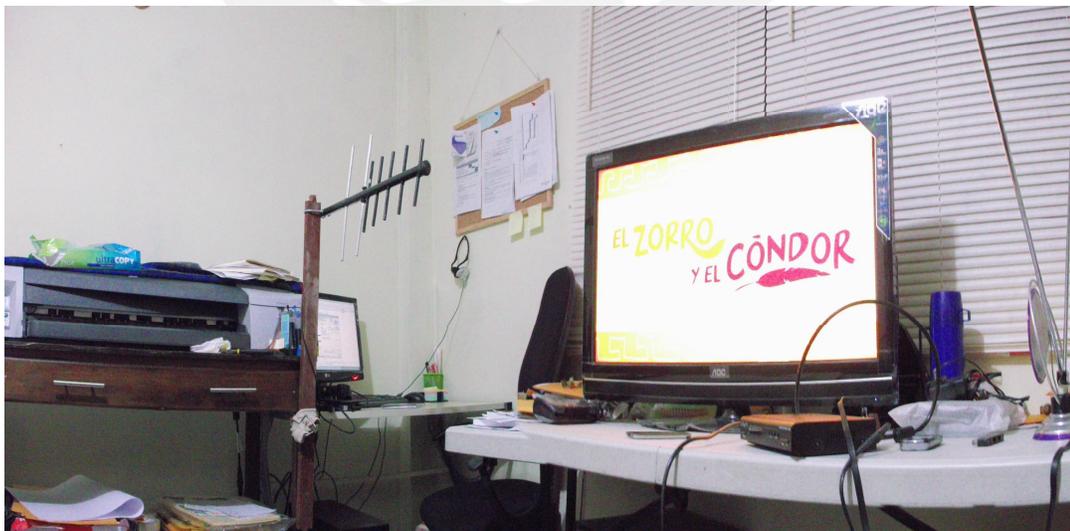


FIGURA 5-13: LABORATORIO DE TV DIGITAL PARA ESCENARIOS DE TDT E IPTV.

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Evaluación presupuestal de implementación para el canal de Televisión y el laboratorio de pruebas.

A continuación se describe un presupuesto del costo de implementación para la creación de un canal de Televisión digital, cabe resaltar que para la implementación del canal es un proyecto conjunto con 8 universidades destacadas y adicionalmente con diferentes colegios en la ciudad de Lima que se encuentran dentro de las zonas sin cobertura de la señal digital de la Televisión, así los costos podrán ser asumidos en conjunto, del mismo modo la operación y el mantenimiento a lo largo del tiempo.

TABLA 5-4: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL CANAL DE TDT UNIVERSITARIO Y RE-TRANSMISION IPTV

Item	Descripción	Precio (US\$)
1	Estudio	
1.1	Encoder para señal HD (Basado en ET-Z3MVE20 de EITV)	\$10,844.80
1.2	Encoder para señal SD (Basado en ET-Z3MVE02 de EITV)	\$7,229.87
1.3	Encoder para señal 1seg (Basado en ET-Z3MVE02 de EITV)	\$7,229.87
1.4	Multiplexor ISDB-T (Basado en MX-1500 de NEC)	\$20,000.00
2	Enlace Estudio-Planta	
2.1	Adaptador de TS a STM-1 (Basado en Nimbra 360 de Net Insight)	\$50,000.00
2.2	Radio Microondas STM-1 + Antenas (Basado en Pasolink NEO de NEC)	\$41,000.00
3	Planta Transmisora	
3.1	Transmisor TDTde 5kW enfriado por líquido (Basado en DTU-52 de NEC)	\$480,000.00
	Incluye: Filtro, Feeders, U-Link, Dummy Load	
3.2	Antena UHF (Incluye: Cable e interconexion a Feeder)	\$180,000.00
4	Planta re-Transmisora sobre IP	
4.1	BTS-Compresor EITV (TS over IP)	\$11,000.00
4.2	Switch de distribución (Basado en Cisco WS-C3560G-24TS-S)	\$2,000.00
TOTAL:		\$809,304.54

TABLA 5-5: PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL LABORATORIO DE PRUEBAS DE TV DIGITAL-HARDWARE

Herramientas	Cantidad	Precio
Computadora Core i7	1	\$1,000.00
Modulador de Televisión Digital TELEVIEW	1	\$3,000.00
Televisor LCD 42" HD	1	\$1,500.00
Set top-box EITV para IPTV- TDT con GINGA	1	\$450.00
Set top-box para recepción digital	1	\$100.00
Sintonizador de señal digital tipo USB	1	\$35.00
Total		\$6,085.00

TABLA 5-6: PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL LABORATORIO DE PRUEBAS DE TV DIGITAL-SOFTWARE

Herramientas	Precio	Observación
Opencaster	0	Software Libre
Licencia ISDB-T para TELEVIEW	0	Incluido con el equipo
TSPacketViewer y Manzanita	0	Software Libre
VLC Media Player	0	Software Libre
IDE Eclipse	0	Software Libre
Virtual Set-top-box	0	Software Libre
Total	0	

Para este caso se recomienda que el laboratorio se ubique en una Universidad para fines académicos y de investigación.

Los diferentes costos se basan en cotizaciones realizadas a las empresas EITV Brasil y NEC Perú (Ver Anexo 5).

TABLA 5-7: PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES INTERACTIVAS

Descripción	Und	Costo mensual unidad S/.	Costo mensual parcial S/.	Costo mensual \$	Costo anual S/.	Costo anual \$
Un Productor	mes	4,500.00	4,500.00	1,666.67	54,000.00	20,000.00
Un Diseñador	mes	3,000.00	3,000.00	1,111.11	36,000.00	13,333.33
Un Editor de video	mes	3,000.00	3,000.00	1,111.11	36,000.00	13,333.33
Un Programador	mes	3,500.00	3,500.00	1,296.30	42,000.00	15,555.56
Costo Anual		14,000.00	14,000.00	5,185.19	168,000.00	62,222.22

En base a este presupuesto se puede dimensionar el costo de implementación para realizar aplicaciones interactivas con Ginga NCL-LUA a lo largo del año en un canal de Televisión Digital Terrestre y que cuente con el Carrusel de Datos para emitir aplicaciones interactivas.

5.6 Procedimiento para las pruebas de laboratorio Televisión Digital

Para ambos casos se utiliza el OPENCASTER para la creación del archivo Transport Stream que lleva como nombre cuentosperuanos.ts, la configuración de este depende para que escenario sea la prueba TDT o IPTV.

5.6.1 Pruebas para transmisión TDT:

Una vez implementado el laboratorio de TV Digital se procede a configurar los siguientes parámetros para transmisión en HD y one-seg (13 segmentos)

- Un canal TDT utilizando los 13 segmentos.(Servicio HD y one seg)
- Usar el archivo: cuentoandino.ts.
- Configurar para el canal TDT 14: 473143 Khz
- Nivel de RF: -3dBm
- Atenuación: 0dB
- Activar AGC
- El modo de operación del PCI: ISDBT(13seg)

- Desactivar: USE TMCC.

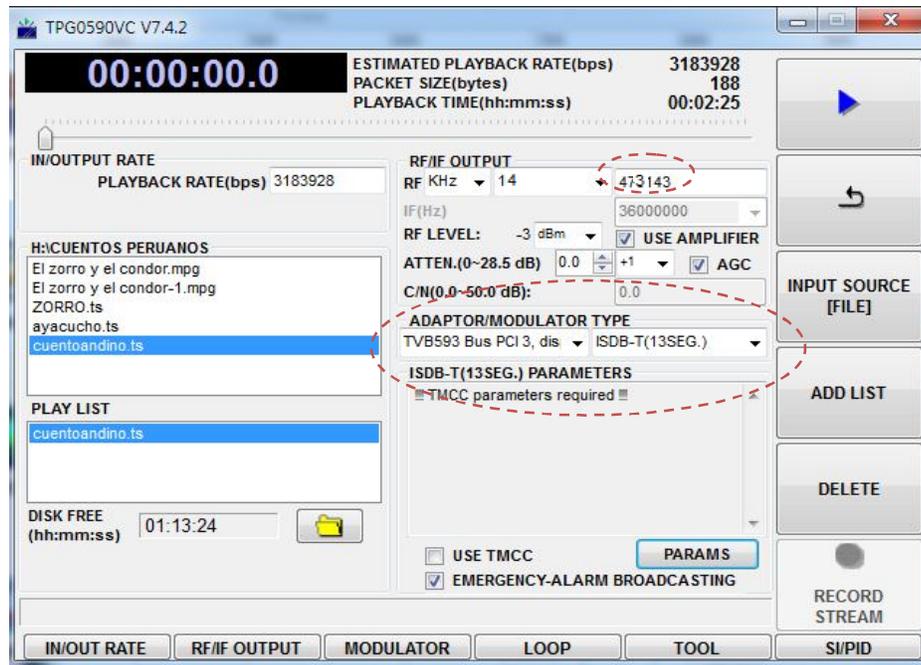


FIGURA 5-14: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS INICIAL TDT.

Fuente: Elaboración propia.

Para identificar los paquetes Transport Stream (Audio/Video y Datos) se cuenta con la opción en SI/PID, en este caso se observa que el video principal de cuentoandino.ts cuenta con un video codificado en H.264 y con un bit rate de 2,247011bps; en cambio el audio codificado en MPEG-4 AAC

Adicionalmente se puede identificar los PID: Audio: 257 y Video: 256, así como la tabla principal de mapeo de programas (PMT), con el PID 4095 con dos tipos de servicios HD y One seg

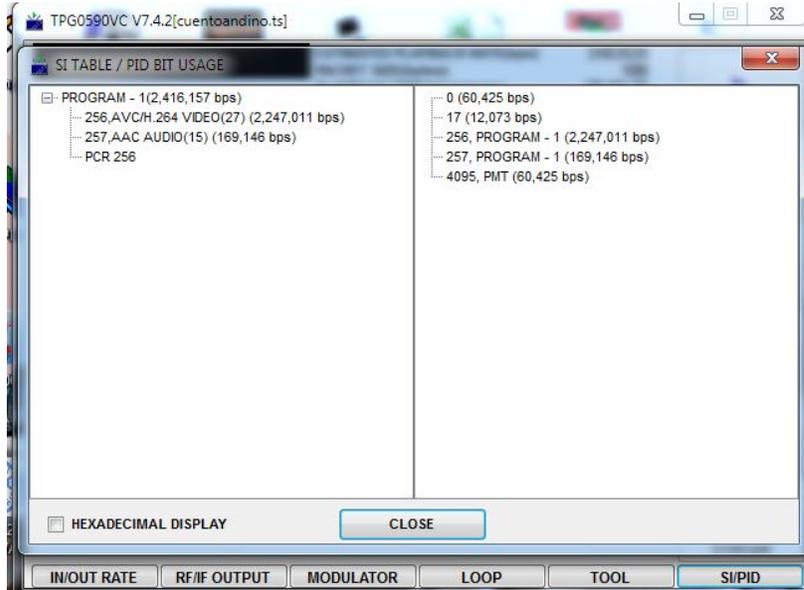


FIGURA 5-15: LABORATORIO DE TV DIGITAL PARA ESCENARIOS DE TDT E IPTV.

Fuente: Elaboración propia.

Se configura los parámetros ISDB-T en la opción PARAMS de la siguiente manera.

TABLA 5-8: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN TDT

Servicios	One-seg	HD(High Definition)
Modo	3	3
Intervalo de guarda	1/8	1/8
Segmentos	1	12
Modulación	QPSK	64QAM
Code rate	3/4	3/4
Tiempo de intervalo	l=2	l=2
Data Rate (bps)	468098	16851540

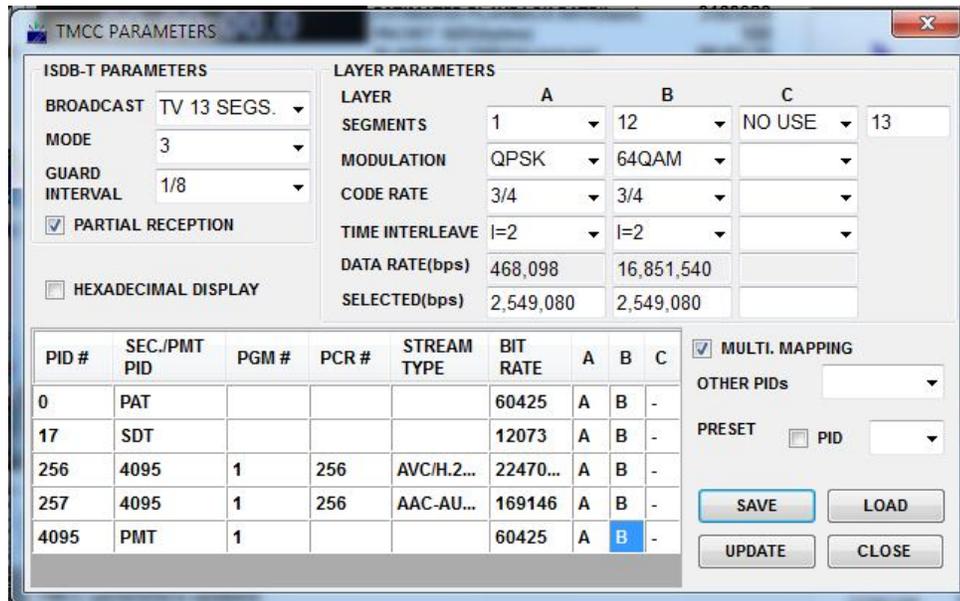


FIGURA 5-16: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS PARA SERVICIOS HD Y ONE-SEG.

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2 Pruebas para recepción TDT:

Para el análisis de la señal digital recibida se observa en el rango espectral una tabla de potencias de recepción con la ayuda de un analizador de espectros, de modo que observaremos en principio, cómo es la formación espectral de un canal de Televisión Digital en los 6 Mhz; para estas pruebas de Televisión Digital Terrestre se escogió el canal 14 de la banda UHF, en el rango de 470.143 - 476.143 Mhz y se observa una potencia promedio de -74dBm, como se muestra en figura 5-17:

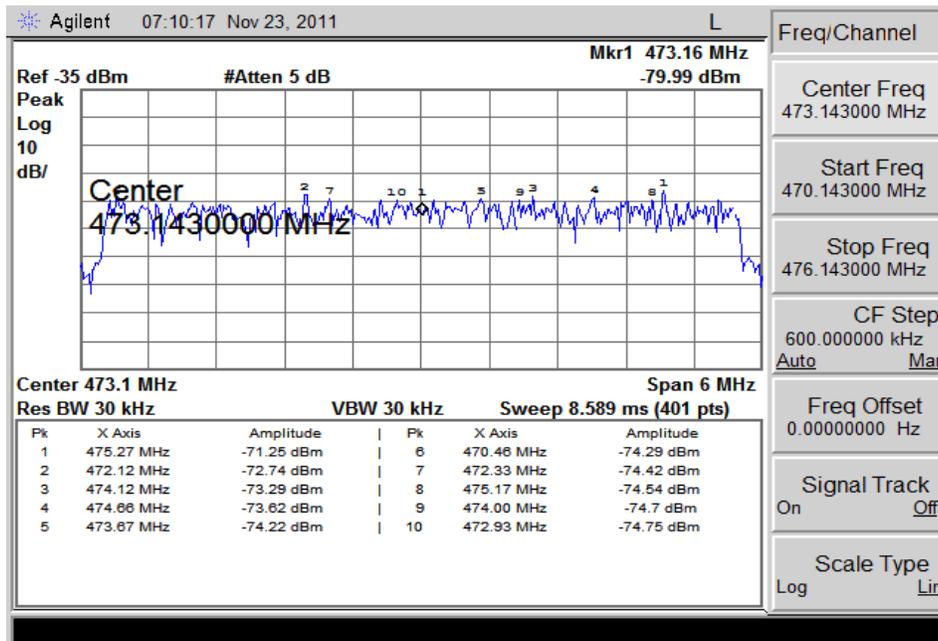


FIGURA 5-17: DIAGRAMA Y TABLA DE POTENCIAS EN EL RANGO ESPECTRAL.

Fuente: Elaboración propia.

Otras pruebas de recepción:

- Un set-top box EITV o Digi-TV, como se puede observar en la siguiente figura tanto para la parte de transmisión y recepción de la señal digital.

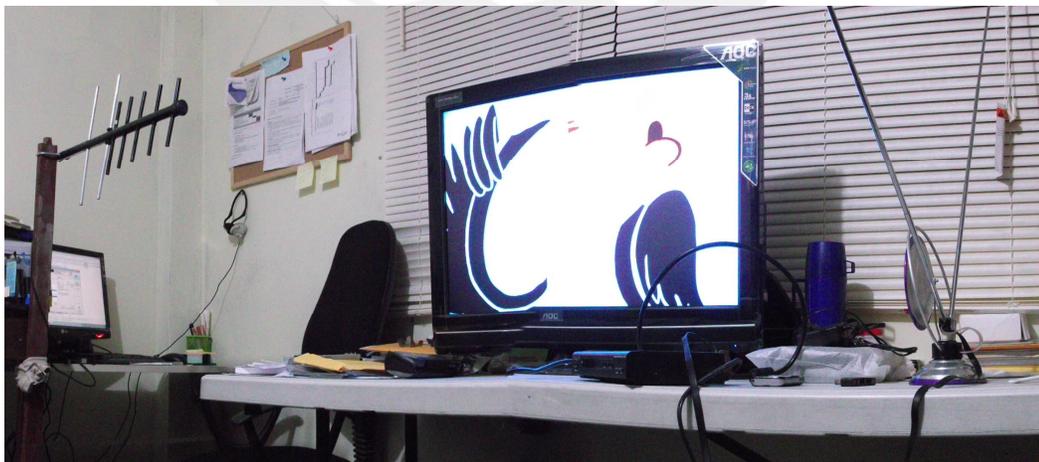


FIGURA 5-18: TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE LA SEÑAL DIGITAL ISDB-T EN LABORATORIO

Fuente: Elaboración propia.

- Un sintonizador señal digital por USB, se puede apreciar en la siguiente figura.



FIGURA 5-19: RECEPCIÓN ONE-SEG DE LA SEÑAL DIGITAL ISDB-T EN LABORATORIO

Fuente: Elaboración propia.

5.6.3 Resultados finales de pruebas TDT:

Los resultados finales de las pruebas para el caso TDT son:

En la figura 5-16 se utiliza los 13 segmentos para el servicio de HD y One-seg, se obtiene finalmente las siguientes características técnicas:

- Playback rate (bps) es 3183928 en broadcasting
- Los data rate por servicio: HD: 16851540 bps. y One-seg: 468098 bps como se muestra en la Tabla 5-3.
- Video: MPEG4-AVC H.264, PID: 256.
- Audio: MPEG4-AAC, PID: 257.
- Rango: 470.143 a 476.143 Mhz.
- Potencia promedio: 74dBm.

5.7 Pruebas de laboratorio para IPTV:

Para el caso de las pruebas en IPTV, se utiliza un servidor de video streaming. En este caso VLC Media Player, el cual puede emitir por red IP al set-top-box EITV, el cual está preparado para recibir flujos de transport stream en los protocolos de transporte RTP y UDP.

Se configura en el lado del cliente: set-top-box EITV con el nombre y número del canal IPTV, protocolo a utilizar UDP (User Data Protocol) o RTP (Real Time Protocol);

identificadores de PID de audio y video, asimismo como el PCR (Program Clock Reference) que sirve para el sincronismo del programa. En la figura 5-20 se muestra la configuración para la canal IPTV.

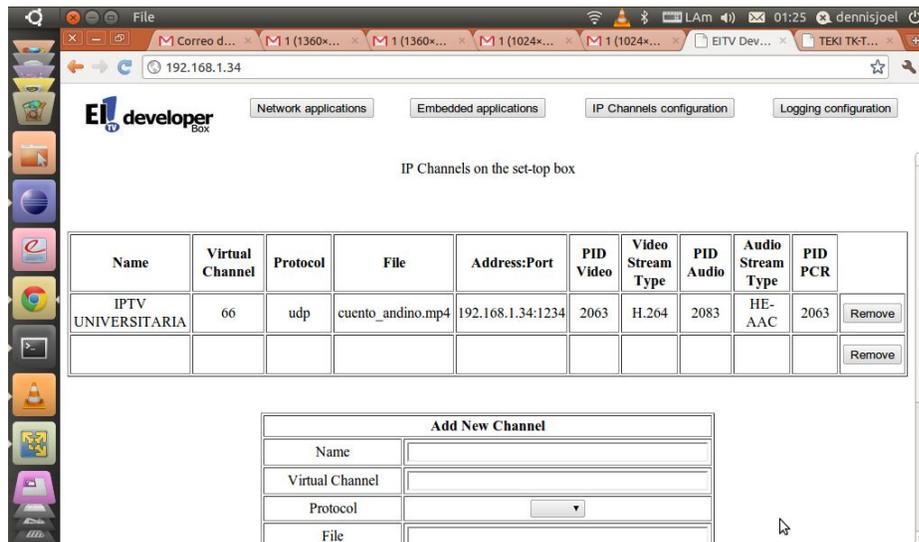


FIGURA 5-20: CONFIGURACION DEL CANAL IPTV A RECIBIR DEL SERVIDOR DE VIDEO STREAMING

Fuente: Elaboración propia.

5.7.1 Resultados finales de pruebas IPTV:

Los resultados finales de las pruebas para el caso TDT son:

Como se puede observar en la figura 5-17 se utiliza los 13 segmentos para el servicio de HD y One-seg.

- El canal asignado para IPTV universitario es el 66.
- El protocolo de transporte de envío es UDP.
- Video: MPEG4-AVC H.264, PID: 2063.
- Audio: MPEG4-AAC, PID: 2083.
- PID del Program Clock Reference PCR: 2063
- La dirección de acceso al STB: 192.168.1.34:1234

En la recepción del Set-top-box híbrido TDT e IPTV será transparente la selección de los canales, como se muestra en la siguiente figura.

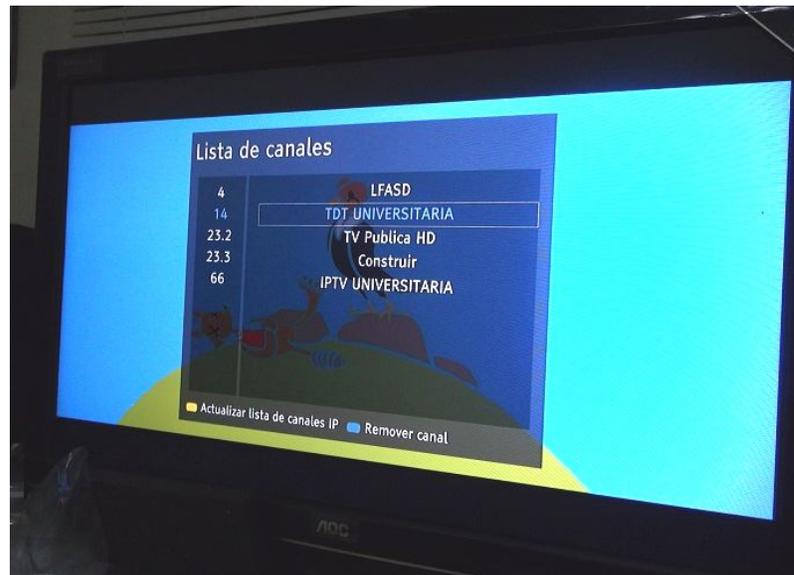


FIGURA 5-21: RECEPCIÓN DE LOS CANALES TDT E IPTV UNIVERSITARIO

Fuente: Elaboración propia.

5.8 Pruebas de interactividad para TDT e IPTV:

Para el caso de las pruebas de las aplicaciones interactivas para TDT e IPTV, se utiliza el STB EITV en el que se agrega una aplicación interactiva con los parámetros de ejecución desarrollado en GINGA-NCL. En la siguiente figura 5-22 podemos apreciar lo mencionado:

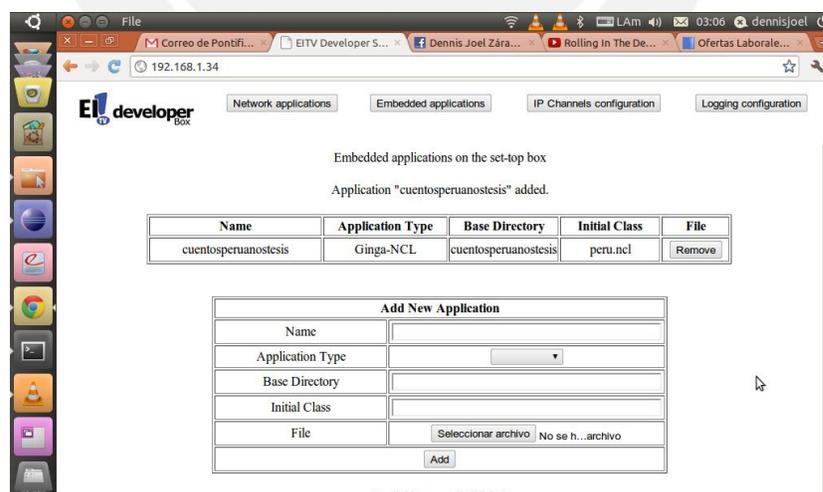


FIGURA 5-22: APLICACIÓN INTERACTIVA EMBEBIDA EN EL STB EITV.

Fuente: Elaboración propia.

5.9 Resultados finales de interactividad en los casos de TDT e IPTV.

Para los dos escenarios de pruebas, la ejecución de la aplicación interactiva es indistinta porque la plataforma de GINGA-NCL es válida para TDT e IPTV. A continuación, las pruebas de interactividad con uso del control remoto.



FIGURA 5-23: RECEPCIÓN DEL CANAL IPTV A RECIBIR DEL SERVIDOR DE VIDEO STREAMING

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5-24: ICONO DE LA APLICACIÓN INTERACTIVA EN GINGA-NCL

Fuente: Elaboración propia.

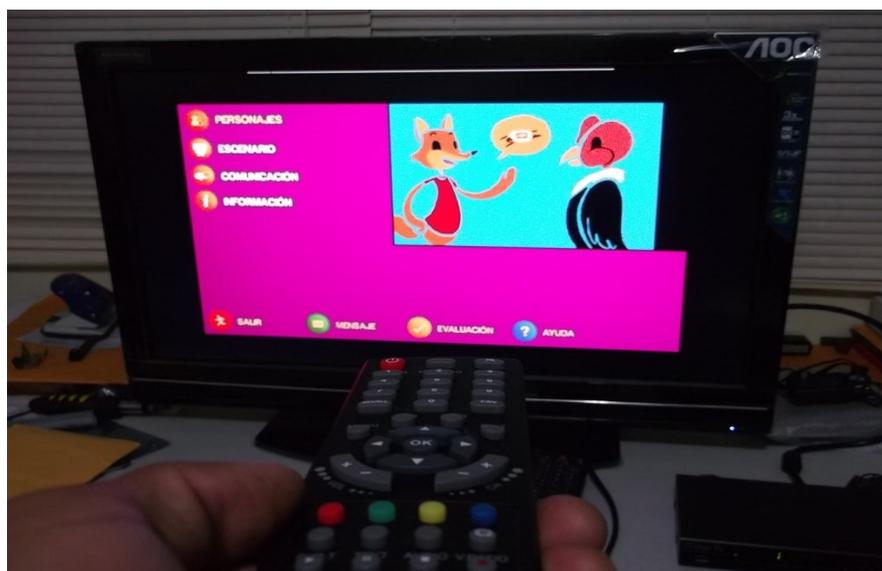
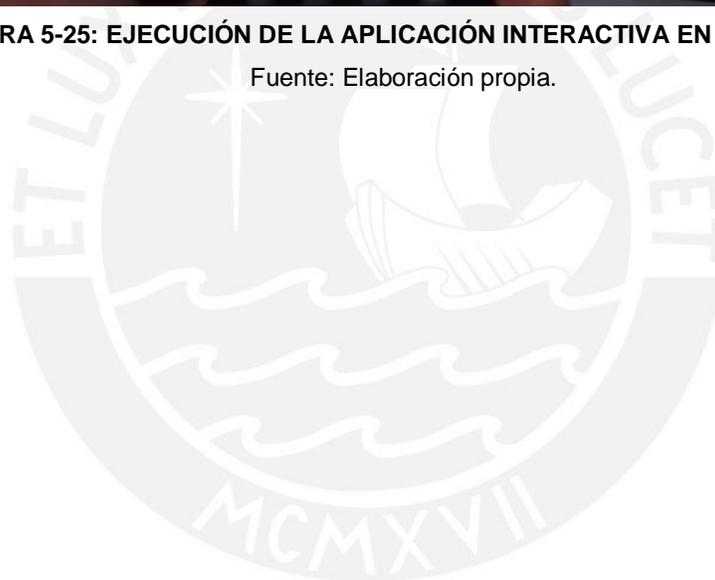


FIGURA 5-25: EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN INTERACTIVA EN GINGA-NCL.

Fuente: Elaboración propia.



Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros

Conclusiones

Finalizado el presente proyecto de Tesis, se llega a las siguientes conclusiones:

- El uso del middleware GINGA-NCL en la Televisión Digital Terrestre y en la red IPTV, es importante para el desarrollo de aplicaciones interactivas, por sus prestaciones como software libre con el lenguaje declarativo NCL y el lenguaje script LUA.
- La Educación a distancia en la Televisión no debería ser solamente en un ambiente formalmente académico, porque las características de la Televisión como: usabilidad, entretenimiento y colaboración, indican que es un dispositivo de asistencia colectiva y de diversión, por eso deberían difundir aplicaciones interactivas como juegos, relatos e historias que hacen más fácil el uso de esta.
- Los escenarios de difusión de contenidos audiovisuales y datos deben adaptarse, según las necesidades del lugar, espacio y tecnología; tal es el caso, en los lugares en donde no existe cobertura de la señal digital o es muy tenue por la cantidad de obstáculos, se plantea el uso de tecnologías alternativas de retransmisión como en una red IPTV, utilizando y agregando información en las cabeceras en los Transport Stream para ser luego retransmitidos por paquetes IP.
- Como parte de la propuesta de una aplicación interactiva para educación a distancia: T-Learning, se propone un modelo de aplicación, a través de la difusión de cuentos peruanos, en el cual se muestre opciones de manejo de información de los personajes, escenarios, cambios de idioma, ventana opcional para el lenguaje de señas, asimismo botones interactivos para una pequeña evaluación sobre el cuento, envío de mensajes por el canal de retorno y finalmente un botón de ayuda sobre la aplicación interactiva.

Recomendaciones

De acuerdo al proyecto, a continuación, se hace extensiva algunas recomendaciones:

- Por la creciente masificación de cobertura con la señal digital en los países que adoptaron el estándar ISDB-T, se necesita de personas especializadas en el tema, así como centros de investigación para la realización de proyectos académicos, por esto se recomienda la implementación de un laboratorio de Televisión Digital en la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- En la sociedad es muy importante la participación activa de las universidades, empresa y estado, ya que en la actualidad se observa la poca participación de las universidades en los medios de comunicación, como la Televisión. Se recomienda la creación de un canal de Televisión Digital Universitario con la participación de Universidades Públicas y Privadas, tomando como ejemplo el caso del CNU (Canal Universitario de São Paulo), para la difusión de entrevistas, documentales, debates y noticias de interés general, enfocado siempre en asuntos típicos de investigación académica con la presencia constante de profesores, investigadores y estudiantes
- Se recomienda el desarrollo de los diferentes tipos de aplicaciones interactivas para la Televisión utilizando GINGA-NCL, según las necesidades sociales y económicas del Perú.

Trabajos Futuros

Se proponen a continuación diversos trabajos futuros derivados del presente proyecto:

- Se propone el estudio técnico y económico para la implementación de un canal de Televisión Digital Terrestre Universitario en la ciudad de Lima y otras ciudades en el Perú.
- Modelo de negocios para redes IPTV en zonas rurales.
- Desarrollo de aplicaciones interactivas utilizando GINGA-NCL para dispositivos móviles.
- Estudio de factibilidad para redes de retransmisión de la señal digital ISDB-T utilizando redes IPTV en la ciudad de Lima.

Bibliografía

- [ABN2011] “ABNT NBR 15606-1:201” -Asociación Brasileña de normas técnicas: Especificaciones Middleware GINGA.
URL:http://www.dtv.org.br/download/es-es/ABNTNBR15606-1_2010Esp_2010.pdf
Consultada: MAR2011
- [ANR2011] Asamblea Nacional de Rectores
URL: <http://www.anr.edu.pe/portal/index.php>
Consultada: MAR2011
- [BAR2008] BARBOSA JUNQUEIRA, SIMONE, GOMES SOARES, FERNANDO. “TV Digial Interactiva no Brasil se faz com GINGA” Fundamentos, Padrões, Auditoría Declarativa y Usabilidad.
URL: http://www.telemidia.puc-rio.br/sites/telemidia.puc-rio.br/files/2009_07_lfgs.pdf
Consultada: ENE2011
- [BEA2010] BEACOM(Consórcio Brasileiro-Europeu para serviços via TDT)
URL:<http://www.sigma-orionis.com/nem-summit.eu/Presentations/Day2/SessionsB/B5/T-Learning.pdf>
Consultada: ENE2011
- [BIT2003] BITTENCOURT, DENIA FALCAO. “Estrategia y la toma de decisiones para la educación a distancia” UNISUL 2003.
- [CNU2011] CANAL UNIVERSITARIO DE SAO PAULO, portal web de presentación e información.
URL: <http://www.cnu.org.br/quem-somos.php>
Consultada: DIC2011
- [CRO2007] CROCOMO, FERNANDO A. “Tv Digital y la producción Interactiva”- Florianópolis: Editora de UFSC,2007,p.40-70.
- [CYB2011] CYBERCHASE “PBS Kids Intearctive TV “
URL: <http://pbskids.org/cyberchase/itv.html>
Consultada: MAR2011

- [DAM2003] DAMASIO M.J “Uses of Interactive Television on Educational Settings”: European Conference on Interactive Television. EuroITV03, 2003.
- [DAL2002] DALPOZ M.A.S; LEITAO; FARIA; LOPEZ, R.D.;ZUFFO “Towards Fully Reconfigurable Multimedia Platforms”. Proceedings SIACG2022, Guimaraes,Portugal page(s) 155-162.
- [DAT2010] Empresa de Tecnología e Informaciones de Previdência Social-DATAPREV.
URL:<http://portal.dataprev.gov.br/2010/08/26/tv-digital-social-dataprev-ganha-premiacao-da-set/>
Consultada: SET2010
- [DVB2011] Teoría, Enunciados y práctica del curso MHP 1.1.2
URL:<http://www.code4tv.com/res/mhp112course/01-CODE4TV-MHP-INTRO2-TRANSMISION.pdf>
Consultada: SET2010
- [ETS2005] ETSI TS 102 819 V1.2.1 – “GEM- Globally Executable MHP: A Guide to Platform Harmonisation”, DVB Project Office White Paper on iTV Plattform Harmonisation,MAY 2005.
- [FOR2011] FORUM DO SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL, “Middleware GINGA”.
URL:<http://www.dtv.org.br/index.php/entenda-a-tv-digital/o-que-e-ginga/>
Consultada: JUN2011
- [FUN2006] FUNTTEL. “Arquitectura de Referencia” Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre”
URL:http://www.tvdi.inf.br/site/artigos/CPqD/71_141_anexo1_arquitetura_referencia_sbtv.pdf
Consultada: OCT2010
- [GP2011] GINGA PERU. URL: <http://www.ginga.org.pe:8080/ginga/>
Consultada: DIC2011
- [GIN2011] PROJETO DE NORMA ABNT 00:001.85-006/4- TDT “Codificación de datos y especificaciones de transmisión- Parte 4: GINGA-J “AMBIENTE PARA EJECUCIÓN DE APLICACIONES DE PROCEDIMIENTO”.

- [HXD2011] Empresa HXD Desarrollo de aplicativos para TVD.
URL: <http://www.hxd.com.br/site/archives/103>
Consultada: MAR2011
- [ITU2011] NCL and ITU-T's Standardization Effort on Multimedia Application Frameworks for IPTV.
URL: http://www.telemidia.puc-rio.br/sites/telemidia.puc-rio.br/files/2010_10_moreno.pdf
Consultada: MAR2011
- [INE2011] Situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana. INEI 2011
URL: <http://www.inei.gob.pe/web/Boletin/Attach/11853.pdf>
Consultada: NOV2011
- [LSI2006] TERMINAL DE ACCESO DE REFERENCIA, Consorcio TAR-SBTVD, convenio 2038/4
- [MTC2012] Puntos de Medición de la Señal de Televisión Digital en el canal 16 (TVPERU) en las provincias de Lima y Callao.
URL: <http://tvdigitalperu.mtc.gob.pe/Documentos/Doc.1%20Mapa%20de%20puntos%20de%20medici%C3%B3n.pdf>
Consultada: AGO2012
- MHP2011] Introducción al Middleware MHP.
URL: <http://www.mhp.org/introduction.htm>
Consultada: JUL2011
- [MON2005] MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir. "TV Digital Interativa: conceptos, desafíos y perspectivas para Brasil". Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.
- [MOR2006] MORENO, FERREIRA MARCIO. "Um Middleware Declarativo para Sistemas de Tv Digital Interativa – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Informática, 2006
- [NEW2010] NEWTON NYAMASEGE, MARUBE.CAMPELO TAVARES, DANIEL "Ginga Edutainer: A framework for the Development of T-Leraning Applications on Ginga-The Brazilian Digital Television.
URL: http://www.ufam-automation.net/idtvec/acceptedpapers/W1_4_marube.pdf
Consultada: OCT2010

- [NHK2011] KATSUNORI AOKI NHK “Desirable feature of IPTV system for DTTB re-transmission platform and an introduction of experimental IPTV system for ISDB-T”. [NHK2006].
URL: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/06/16/T06160000070005PDFE.pdf
Consultada: ENE2011
- [PET2003] PETER J.BATES “Learning via interactive Digital TV” Results of T-Learning Study.
URL: <http://www.brighton.ac.uk/cem/courses/postgraduate/pgpit/euroitv/euroitv03/Practitioner/prac5.pdf>
Consultada: ENE2011
- [ROD2006] ROGRIGUEZ, ROGÉR; SOARES, LUIZ FERNANDO. “Producción de contenido declarativo para TV Digital”. Seminario Integrado de Software y Hardware, Porto Alegre: 2006
- [TC2011] CAVALER GUISI, BRUNO, LOPES FIGUEIREDO , GUILHERME , SIQUEIRA FRANK-“Conceptual Models for T-Commerce in Brazil”
URL: http://www.ufam-automation.net/idtvec/acceptedpapers/W1_7_ghisi.pdf
Consultada: JUL2011
- [TL2010] AERRENIEMI JOKIPELTO, Paivi “T-Learning Model via Digital TV”
URL: <http://www.it.lut.fi/eaeeie05/proceedings/p21.pdf>
Consultada: OCT2010
- [TEK2011] MPEG-2 Transport Stream ISO/IEC 13818-1
URL: <http://www.tek.com/zh/education/PDF/21W-15020-2.pdf>
Consultada: DIC2011
- [TVD2011] “Grupo de Investigación en Televisión Digital Interactiva” – Artículo: “Datacasting, Desarrollo de Servicios y aplicaciones para TVDi”, Valdecir Becker, Carlos Piccioni, Carlos Montez, Gunter H. Filho.
URL: <http://www.tvdi.inf.br/site/index.php?s=artigos>
Consultada: OCT2011

Anexos

Anexo-1: Z3 MVE-02 / MVE-20-ISDB-T Broadcast HD, SD and 1-seg Encoders/Decoders.

Para la etapa de codificación de audio y video se recomienda el uso del ENCONDER Z3 MVE.

Anexo-2: EITV Developer Box-ISDB-T and IPTV.

Para la etapa de pruebas se utiliza un set-top- box híbrido que sirve para el estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-T y para redes IP, tal como se propone en este proyecto de tesis.

Anexo 3: Modulator PCI Express Board –TELEVIEW

Esta tarjeta permite reproducir los flujos MPEG desde el disco duro como una señal de entrada y transmitirla al aire, en los diferentes estándares de Televisión digital terrestre en el mundo en un rango de frecuencias de 55 ~ 2150 MHz RF, en nuestro caso se utiliza la licencia para ISDB-T.

Anexo 4: Diagrama General de MPEG-2 Transport Stream e ISDB-Tb (Tektronix)

Se muestra el diagrama completo de las tablas de MPEG-2 Transport Stream según el estándar internacional ISO/IEC 13818-1, así como las tablas para ISDB-Tb según las ABNT NBR, ARIB STB B10.

Anexo 5: Cotización presupuestal para equipos

Se muestra las diferentes cotizaciones de los equipos a utilizar con la empresa Brasileña EITV.

Anexo 6: Listado de Colegios en la ciudad de Lima

Se muestra una lista completa de los Colegios Públicos y Privados en la ciudad de Lima