ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ANÁLISIS DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE BRASILEÑO”

TESINA DE SEMINARIO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

AUTORES:

Alcocer Alcocer Jonathan Michel

Arteaga Choéz José Manuel

Guayaquil - Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, a nuestros padres y a nuestros Profesores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral por compartir sus conocimientos y anécdotas, a nuestros amigos con quienes compartimos nuestras vidas estudiantiles.

Finalmente, agradecemos muy sinceramente al Ing. César Yépez por haber dedicado gran parte de su tiempo y de manera desinteresada aportando sus conocimientos en esta tesina de Seminario.

DEDICATORIA

Esta tesina de seminario está dedicada a mis padres, quienes se han esforzado por mí y que con mucho amor me han apoyado en mi carrera profesional.

Jonathan Michel Alcocer Alcocer

Dedico esta tesina a Dios, quien fue mi guía, también a mi madre Mercedes Choéz y a mi tía Carlota Endara, que siempre estuvieron a mi lado apoyándome y dándome aliento, y a todas las personas que me ayudaron y me dieron fuerzas para seguir adelante.

José Manuel Arteaga Choéz

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Msc. César Yépez

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

PhD. Boris Ramos

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

Jonathan Michel Alcocer Alcocer

José Manuel Arteaga Choéz

RESUMEN

El presente trabajo trata de un completo y riguroso análisis del estándar de televisión digital Terrestre brasileño. Al estudiar este estándar de televisión digital terrestre que el país ha adoptado, nos referimos especialmente a la característica de transmisión y recepción. Comenzamos por el concepto básico de entender la televisión digital , que tipo de convertidor elegimos para la recepción de la señal en caso de tener un televisor analógico y el televisor que nos permita el ahorro de energía, la imagen de brillo excelente y posicionamiento de imagen en tiempo real , además de sus ventajas y desventajas comparado con otros estándares de televisión.

Respecto a la transmisión donde los datos digitales son divididos en 13 segmentos, se utiliza lo llamado OFDM, donde 1 segmento es para la recepción portátil llamada one-seg, además el middleware que es una plataforma de software que permite el uso de tres estándares para la utilización de este sistema hibrido. Se debe considerar que los niveles de cobertura, parámetros de protección y la eficiencia de su potencia se da para cubrir una cierta intensidad de campo por medio del modo OKUMURA –HATA. La recepción es otro tipo lo cual la Televisión digital se puede recibir en diferentes modos los

cuales se menciona en el desarrollo de este proyecto , se realiza en cierta banda de frecuencia conocida como UHF , y la utilización de redes de frecuencia única .

La codificación que se utiliza en este sistema se realiza mediante los dos niveles de Compresión de audio y video llamados MPEG-2 y MPEG-4. La diferencia entre MPEG-2 y MPEG-4, es que MPEG-2 está hecho de una serie de cuadros de imágenes codificadas y MPEG-4 desarrolla la implementación de software para mejorar habilidades de adaptabilidad y flexibilidad para una mejor calidad de servicio.

La seguridad y la multiprogramación es otro factor importante ya que el usuario hace uso de los niveles de calidad de la televisión, estos pueden ser en alta definición o en definición estándar con la guía de programación que permite visualizar las diferentes programaciones que se puede brindar como consecuencias. Para finalizar, se presenta un análisis detallado de cada uno de su estructura y parámetros que contempla sobre el sistema a utilizar. Se escribió conclusiones y recomendaciones necesarias para no afectar el desempeño del sistema, que caracteriza la correcta selección de los parámetros de los receptores.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....V

ÍNDICE GENERAL.....VII

ABREVIATURA Y SIMBOLOGÍA.....XIII

ÍNDICE DE FIGURAS XVII

ÍNDICE DE TABLAS.....XIX

INTRODUCCIÓN.....XX

CAPÍTULO 1.....1

1. Generalidades de la Tv digital.....1

1.1 Concepto de la Tv Digital.....1

1.2 Como elegir su convertidor digital 2

1.3 Como elegir su Televisión digital.....4

1.4 Principios básicos de la TV digital.....4

1.5 Ventajas y Desventajas de la TDT..... .6

CAPÍTULO 2.....8

2. Análisis y Funcionalidades del Estándar Brasileño.....8

2.1 Estudio del Estándar Japones.....8

2.2 Estudio del Estándar SBTVD-T(Brasileño).....10

CAPÍTULO 3.....13

3. Estudio del Espectro Radioeléctrico para la TDT.....13

3.1 Canal Radioeléctrico.....13

3.2 Uso de las frecuencias del Espectro Radioeléctrico.....15

3.3 Regulación del Espectro Radioeléctrico.....17

CAPÍTULO 4.....19

4. Estructura del sistema SBTVD.....19

4.1 Codificación ……..…....19

4.1.1 Codificación de video (MPEG-2 y MPEG-4)……...19

4.1.2 Codificación de audio (MPEG-2 y MPEG-4)……...21

4.1.3 Compresión (Audio y Video)……..……...23

4.1.4 Comparación entre MPEG-2 y MPEG-4……..……....24

4.1.5 Parámetros de la codificación 26

4.1.6 Configuración básica del canal. 28

4.1.7 Corrección de errores 31

4.1.8 Interleaving……33

4.2 Multiplexación 35

4.2.1 Multiplexación de la señal 35

4.2.2 Multiplexación de flujo de datos 36

4.2.3 Multiplexación de transporte de programa 36

4.2.4 Multiplexación del sistema 37

4.3 Modulación 38

4.3.1 Definición de OFDM 38

4.3.2 Funcionamiento de OFDM (Multitrayectoria). 38

4.3.3 Ventajas y Deventajas de OFDM 39

4.3.4 Intervalo de Guarda en OFDM 40

4.3.5 Tecnología de transmisión OFDM 40

4.3.6 Transmisión de OFDM segmentada 41

4.3.7 Elección de parametros OFDM para TDT 41

4.3.8 Tipos de modulación 42

4.4 Transmisión. 44

4.4.1 Característica del sistema de transmisión. 44

4.4.2 Modos de transmisión de datos. 46

4.4.3 Redes de transmisión 47

4.4.4 Configuración del sistema de transmisión 48

4.4.5 División del sistema de transmisión 50

4.4.6 Máscara del sistema de transmisión. 50

4.5 Receptores. 51

4.5.1 Configuración del receptor. 51

4.5.2 Configuración básica del IRD 53

4.5.3 Especificación de la unidad de recepción 54

4.5.4 Seguridad. 55

4.5.5 Modo de recepción 56

4.6 Resultados de multiservicios..... 59

4.6.1 Canal interáctivo 59

4.6.2 Multiprogramación (EPG) 61

4.6.3 Accesibilidad 62

4.6.4 Aplicación de multiservicos..... 64

4.7 Middleware. 66

4.7.1 Ginga 66

4.7.2 Ginga j..... 67

4.7.3 Ginga NCL 67

4.7.4 Open Ginga..... 67

CAPÍTULO 5 68

5. Análisis de niveles de cobertura.....68

5.1 Nivel de cobertura..... 68

5.2 Prueba de cobertura 69

5.2.1 Compatibilidad con el método Okumura Hata.....72

5.3 Cálculo de la PER..... 73

5.4 Disponibilidad de la señal de TDT 74

5.5 Calidad de la señal de la TDT..... 75

5.6 Modelo en base a la capacidad del canal 77

5.7 Antenas convencionales..... 78

5.8 Validación de los niveles de cobertura.....81

CAPÍTULO 6…….82

6. Análisis Comparativo de los Estandares …….....…….82

6.1 Comparación técnica de los Estandares.....82

6.2 Característica de los Estandares de TDT…….....86

6.3 Fortalezas de los Estándares.....93

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOGIA

AAC	Advanced Audio Coding (Codificación de Audio Avanzado)
ABNT	Associacao Brasileira de Normas Técnicas
AC	Auxiliary Channel (Canal Auxiliar)
ATSC	Advanced Televisión System Committe (Comité de Sistema de Televisión Avanzada)
AVC	Advanced Video Coding (Codificación para Señales de Video)
BER	Bit Error Rate (Tasa Error de Bit)
BPSK	Binary Phase Shift Keying (Modulación por Desplazamiento Binario de Fase)
Bit Rate	Número de Bits por Segundo
CP	Continuous Pilot (Piloto Continuo)
DB	Decibelios
DOLBY AC-3	American Audio System (Sistema de audio Americano)
DTMB	Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting (Digital Multimedia Broadcasting Terrestrial)

DTV	Televisión Digital
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial (Transmisión de Video Digital Terrestre)
DVD	Video Digital de Alta Calidad
DVI	Digital Visual Interface (Interfaz Visual Digital)
EDTV	Televisión Digital de Definición Extendida
EPG	Electronic Program Guide (Guia de Programación Electrónica)
ES	Elementary Stream (Flujo Elemental)
FD	Frecuencia Diversita (Diversidad en Frecuencia)
FDM	Frecuency Division Multiplexing (Multiplexaje por División deFrecuencia)
FEC	Forward Error Correction (Corrección del Siguiente Error)
FFT	Fast Fourier Transform (Transformada Rápida de Fourier)
H264	Estándar para la Comprensión de Video
HDCP	Protocolo Configuración Dinámica de Hots
HDMI	High Definition Multimedia Interface (Interface Multimedia de Alta Definición)

HDTV	Televisión Digital (Alta Definición)
HF	High Frecuency (Alta Frecuencia)
IFFT	Inverse Fast Fourier Transformer (Transformada Rápida de Fourier)
ISDB-T	Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
JPEG	Joint Picture Coding Expert Group
LCD	Liquid Crystal Display (Pantalla de Cristal liquido)
LDTV	Televisión Digital de Baja Definición
LED	Light Emmiting Diode (Diodo Emisor de Luz)
MFN	Múltiple Frecuency Networks (Redes de Frecuencia Múltiple)
MIMO	Multiple Input / Mulitple output (Múltiples entradas / Múltiples salidas)
MPEG	Moving Picture Experts Group (Estándar de Comprensión de Audio Y Video)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Modulation (Modulación por División Ortogonal de Frecuencia)
PER	Effective Radiated Power (Potencia Efectiva Radiada)

QAM	Modulación Amplitud de Cuadratura
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying (Modulación por Desplazamiento Cuaternario de Fase
RS	Reed Solomon
SBTVD	Brazilian Digital Television System (Sistema Brasileño Televisión Digital)
SDTV	Televisión Digital Definición Estándar
SFN	Single Frequency Network (Red de Frecuencia Única)
STB	Set Top Box (Convertidor Digital/Analógico)
TDT	Televisión Digital Terrestre
TMCC	Control de Configuración de Multiplicación y Transmisión
TS	Flujo de Transporte
TV	Televisión
UHF	Ultra Alta Frecuencia
VHF	Very High Frequency (Muy Alta Frecuencia)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Sistema de televisión digital terrestre.....5

Figura 3.1- Espectro de la señal recibida.....14

Figura 3.2- Plan de frecuencias.....16

Figura 4.1- Escenario del MPEG-4.....21

Figura 4.2- Sistema de audio.....23

Figura 4.3- Codificador ACC simplificado.....27

Figura 4.4- Cuadro multiplex (receptor).....28

Figura 4.5 - Codificador convolucional k= ½.....33

Figura 4.6 - Multiplexado de transporte de programa ……37

Figura 4.7 - Flujo de bits a nivel del sistema.....37

Figura 4.8 - Etapas de transmisión de TDT.....44

Figura 4.9 - Recepción de un Set Top Box.....45

Figura 4.10 – Máscara del espectro de transmisión.....51

Figura 4.11 – Configuración del receptor.....52

Figura 4.12 – Configuración del IRD convertidor.....53

Figura 4.13 – Recepción móvil.....56

Figura 4.14 – Recepción portátil.....57

Figura 4.15 – Recepción portátil y recepción personal.....58

Figura 4.16 – Recepción fija.....59

Figura 4.17 - Formatos de Tv.....66

Figura 5.1- Canal de valor de la TDT.....78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 – Comparación entre MPEG-2 y MPEG-4.....25

Tabla 4.2 – Tipos de modulación.....43

Tabla 4.3 – Segmento de transmisión.....49

Tabla 4.4 – Normas Físicas del Software……...60

Tabla 5.1 – Clases de Potencias PER.....74

Tabla 5.2 – Aspectos de SBTVD.....76

Tabla 6.1 – Comparación técnica de los estándares.....83

Tabla 6.2 – Comparación técnica de los estándares.....84

Tabla 6.3 – Comparación técnica de los estándares.....85

Tabla 6.4 – Fortalezas de los estándares.....94

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las investigaciones que se han logrado al analizar el estándar de televisión digital terrestre brasileño permite tener un concepto claro y preciso de cómo se realiza las pruebas de recepción en alta definición. Se toma como referencia la técnica OFDM que divide el canal de 6 MHz en 13 segmentos, garantizando la transición del mundo analógico a digital. El objetivo principal del potencial de la televisión digital gana mucho en capacidad, calidad y flexibilidad en base a la máscara de recepción del canal.

De manera específica la recepción de la televisión en alta definición ofrece imágenes muy Claras con colores vivos, canales de sonido envolventes adoptando una tecnología para el tratamiento aleatorio del error. Mediante los diferentes tipos de normas y recomendaciones que se encontró en el fórum de la televisión digital , se rescata información para la codificación de video y audio, para servicios dirigidos a la recepción .

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES DE LA TV DIGITAL

1.1 Concepto de la Tv digital

La Televisión Digital Terrestre es un cambio de la televisión tradicional, este cambio nos ofrece una mejor calidad de imagen y sonido, mayor números de canales y numerosos servicios para interactuar, es decir se transmite por medio de ondas hercianas terrestres y se reciben por antenas UHF convencionales.[1]

El servicio multicanal en TDT debe afianzarse como un paso importante en la evolución del sector a nuevas formas de televisión, ya que se tendrá la posibilidad de utilizar hasta cuatro canales dentro del mismo ancho de banda que actualmente utiliza los canales de televisión analógica. Lo cual amplía el número de posibilidades de servicios como es el caso de tener un canal exclusivo, es decir hasta cuatro programaciones distintas dentro del mismo ancho de banda.[1]

Se trata de una nueva tecnología para transmitir señales de televisión que ofrecen al espectador la libertad de una mejor calidad de imágenes, sonidos y una serie de nuevos beneficios tales como ver la televisión mientras se mueven e interactúan con los programas. Este sistema de televisión digital se lo puede entender como un sistema típico cliente/servidor. [1]

1.2 Como elegir su convertidor digital

Para ver la señal de televisión digital que ha sido hoy en día la televisión es necesario adquirir un conversor, capaz de transformar la señal digital en señal analógica. Los convertidores

son compatibles con salida digital HDMI (Interfaz multimedia de alta definición) para televisores LCD, plasma o LED. En primer lugar tener en cuenta los siguientes puntos que son importantes al seleccionar un convertidor digital:

- Comprobar si esta dentro del área de cobertura de Tv digital y cuáles son los servicios disponibles ejemplo en su ciudad o región. [1] [2]
- Que la televisión LCD, Plasma o LED actual ya es digital (HDMI) utilizando un convertidor interno o integrado, solo con entrada de video o de audio y video por componentes, no debemos olvidar que el convertidor de señal se conecta en forma individual para cada televisor.[2]
- Debe existir una adecuada antena UHF y con una eficaz disponibilidad para conectar el convertidor en caso de utilizar un convertidor externo este debe estar conectado al televisor mediante un cable HDMI (señal de audio y video unificado). [2]

Los convertidores externos tienen la ventaja de que en algunos casos es capaz de recibir actualizaciones de software y pueden ser enviados a reparación de forma sencilla, fácil e

independiente. El espectador debe elegir de manera adecuada tomando de referencia las normas de la ABNT. [1]

1.3 Como elegir su televisión digital

Para disfrutar estas ventajas que tenemos para ver en una pantalla y escuchar el audio de los altavoces para un sonido envolvente el propósito de este trabajo es dar algunos consejos para que el espectador en el futuro tome una correcta decisión al elegir su nueva televisión de manera que sea más rentable.[2]

Respecto al ajuste de brillo, contraste, saturación y colores es necesario mencionar que en el mercado electrónico existen televisores de acuerdo a nuestra necesidad por lo cual se menciona los siguientes tipos: LCD, Plasma y LED. [2]

1.4 Principios básicos de la TV digital

La Televisión Digital Terrestre mantiene algunos aspectos de la televisión analógica existente, por ejemplo las bandas de frecuencias que pueden utilizarse para el servicio de la televisión digital son las misma utilizadas para la televisión analógica , por tal

motivo tenemos las bandas VHF (entre 30 y 300MHZ) y UHF (entre 300 y 3000MHZ).El espectro dedicado a la transmisión de canales de televisión se divide en canales de varias frecuencias o canales múltiples, cada uno de estos canales puede utilizarse para albergar varios programas digitales de televisión (de 4 a 6) acompañados o no de otros servicios , lo que no sucede con la tecnología analógica, en donde un solo programa de televisión ocupa un canal completo. En cuanto a la estructura del sistema no hay un cambio radical, lo que si existe es una renovación tecnología en todos los ámbitos .El siguiente grafico muestra el sistema de televisión totalmente digital. [3]

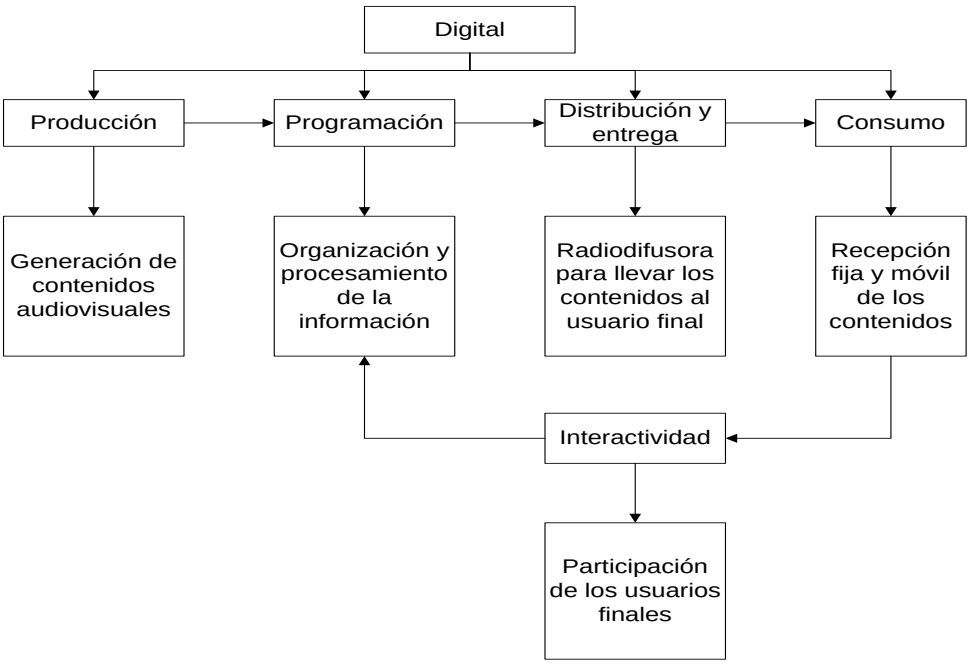


Figura 1.1 Sistema de televisión digital terrestre

1.5 Ventajas y Desventajas de la TDT

Ventajas

Uno de los avances importantes en este tema es la transmisión digital donde la TDT revoluciona la forma de ver la televisión en el futuro porvenir, a continuación se menciona las ventajas [3] [4]:

- Mejor detección y corrección de errores.
- Inmunidad al ruido
- Calidad independiente de la distancia.
- Menor consumo de potencia.
- Posibilita nuevos servicios (RDSI).
- Mejor calidad de señal de transmisión (Dependiendo del estándar la oferta de canales estaría entre 3 o más por cada 6 MHZ).
- Mejor calidad de imagen y sonido (No se producen imágenes dobles, sonido en Estéreo con múltiples idiomas)
- Interactividad (Dialogo entre el espectador y el proveedor de servicio)
- Portabilidad y Movilidad.
- Podemos elegir entre una oferta de programación más amplia.

- Se podrá ver la televisión en formato panorámico (16: 9), sin cortes ni bandas negras.
- Visión multi-camara para acontecimientos deportivos.

Desventajas

A pesar de que la televisión digital terrestre es gratuita, es necesario realizar un gasto previo para poder disfrutar de la misma. Recordando que la fabricación de componentes y equipos para este sistema Brasileño será el gasto mucho mayor en la adquisición de dichos elementos para lo cual el gobierno Ecuatoriano deberá realizar una inversión elevada al comienzo , además que otra de las desventajas puede ser originada con respecto a la elección del idioma, servicios interactivos y de acceso a la sociedad de la información, como la realización de trámites administrativos, participación en concursos, encuestas, etc. Por otro lado los canales de televisión en una fase inicial deberán asumir el costo de modernizar sus equipos, permitiendo el uso eficiente de la potencia de transmisión [3] [4].

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS Y FUNCIONALIDADES DEL ESTÁNDAR BRASILEÑO

2.1 Estudio del estándar Japonés

Se lo considera como un medio de Radiodifusión multimedia .El sistema ha sido diseñado para la radiodifusión terrenal con la flexibilidad suficiente como para distribuir los programas de televisión y audio digitales; uno de los puntos importantes es ofrecer servicios multimedios en los cuales se van a integrar algunos tipos de información digital, como audio y a la vez video, texto y programas de computadoras. Aquí también se

permite la recepción con receptores móviles compactos, ligeros y de precios muy baratos, estos receptores son utilizados típicamente en los hogares. La modulación OFDM-BST (Orthogonal Frequency División Multiplex – Band Segmented Transmission) nos brinda una capacidad de transmisión jerárquicas con la utilización de diversos esquemas de modulación de portadora y con velocidad de decodificación de código interno de los distintos segmentos. Estos segmentos de datos pueden tener su propio esquema de protección o sea cada uno con velocidades del código interno, y profundidad del esquema entrelazado temporal. La transmisión se consigue en grupos de segmentos mediante OFDM para parámetros de transmisión distintos. Este sistema está probado y hecho para funcionar con canales de 6MHZ pero la capacidad de dicho sistema puede alcanzar a cualquier anchura de banda de canal, cuando se modifica consecuentemente la capacidad de datos. El sistema permite la recepción portátil, móvil o fija con velocidades binarias y grado de robustez para redes SFN para su funcionamiento, la robustez de la señal proporciona una recepción segura sin frustrar al televidente , además introducen avances en el sistema

como el MPEG-4 en el canal principal de audio y video , lo que casi duplica su capacidad y asegura mayor calidad, hace la utilización del middleware Ginga que es otra ventaja con la que cuenta el sistema . A manera de concluir el sistema adoptado permite que todo sea operado simultáneamente, sin limitaciones o exclusión [4].

2.2 Estudio del estándar SBTVD-T (BRASILEÑO)

Fue creado por BRASIL por el comité de Desarrollo del sistema de TV Digital juntamente con el Superintendente de Servicios de comunicación de MASA. En esta síntesis de estudio para nosotros SBTVD-T se diferencia de ISDB-T en que utiliza el códec de video H.264 / MPEG-4 AVC en vez de MPEG-2 de ISDB-T. En la transmisión una o más entradas contienen en el haz de datos TOS, definidos en el sistema MPEG-2, se deben remultiplexar obligatoriamente para crear un único TOS; este TOS debe obligatoriamente ser sometido a la etapa de codificación de canal múltiple, de acuerdo con la intención de servicio, y debe obligatoriamente ser entonces enviado como una señal OFDM común. La transmisión digital terrestre debe

utilizar obligatoriamente el time interleaving para proveer una codificación con la menor tasa de errores para recepción móvil, en las cuales son inevitables las variaciones de intensidad de campo donde el espectro de la radiodifusión de televisión digital debe obligatoriamente consistir en 13 bloques OFDM sucesivos [4].

La codificación de canal debe ser obligatoriamente realizada en unidades de segmento OFDM , dando lugar a la señal TMCC donde obligatoriamente debe contener las informaciones de control necesarias para auxiliar al receptor en la identificación de los modos de operación [4].

Las características del SBTVD son:

- Multiprogramación , donde cada empresa puede utilizar cuatro canales .
- Interactividad que puede ser usada en distintos niveles .
- Interoperabilidad entre los diferentes patrones de TVD.
- Robustez que permite recibir las distintas programaciones en todo el país.
- Movilidad , pues puede ser utilizada tanto en casa ,como en el coche , en la calle o en un autobús.

- Portabilidad , es decir la TV digital está disponible en pantallas pequeñas que pueden ser llevadas en el bolsillo.
- Accesibilidad , para las personas con necesidad especiales.
- Está disponible tanto en alta definición como en el modelo. estándar, siendo que este último es más sencillo y presenta pocos recursos digitales.

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA LA TDT

3.1 Canal radioeléctrico

Supongamos que se está sintonizando un canal radioeléctrico y se puede visualizar la señal transmitida, si se analiza detenidamente el espectro de la señal recibida es posible apreciar que la respuesta no es igual en las distintas frecuencias incluidas dentro del anchura de banda del canal por efecto de suma de las distintas señales presentes, en algunas frecuencias la energía es escasa y en otros niveles es notablemente mayor.

La conclusión para este análisis es en el punto de medición, algunas frecuencias se reciben sin problemas y otras alteradas por las características de propagación del canal terrestre. Para emplear eficientemente un canal radioeléctrico para la transmisión de la señal digital, consiste en distribuir los datos en una gran cantidad de frecuencias estrechamente separadas entre sí, será posible recuperar parte de la señal transmitida a partir de las frecuencias que no hayan sufrido alteraciones durante el trayecto de propagación [5].

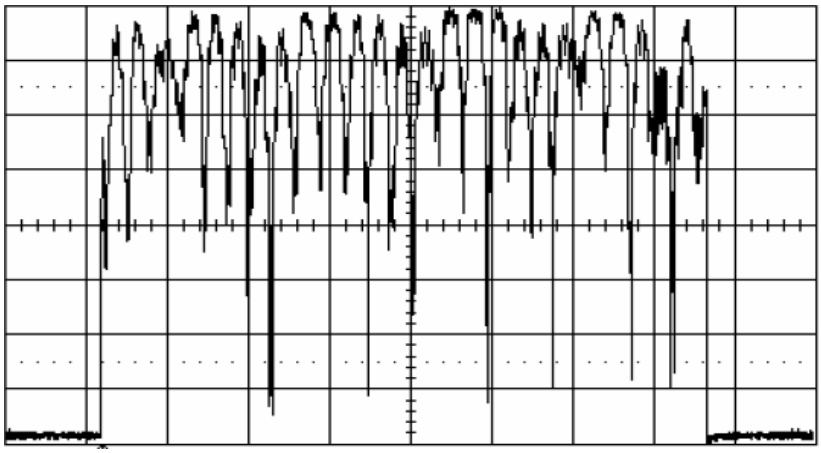


Figura 3.1 Espectro de la señal recibida

Para recuperar los datos restantes, otra idea que se puede aplicar es añadir códigos de protección a los datos digitales, estos códigos permitirán detectar y corregir cierta cantidad de datos.

3.2 Uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico

El uso de frecuencias radioeléctricas para otros fines diferentes de los servicios de radiodifusión y televisión requiere de una autorización previa otorgada por el estado y el pago por dichos servicios.

Para este punto nos centramos en el estudio que será utilizado en el sistema TDT con sus respectivas frecuencias y canales a utilizar. De acuerdo a lo establecido por medio del Plan Nacional de Frecuencias vigente realizado por el MINTEL se establece que las bandas de 470 – 512 MHz (canales del 14 al 20) ,de 512 – 686 MHz (canales del 21 al 49) ,y de 686 – 806 MHz(canales del 50 al 69) , se encuentran asignadas para los servicios de Fijo-Móvil terrestre , Tv abierta televisión codificada terrestre, respectivamente se podrá apreciar en el siguiente gráfico [6] [7] :

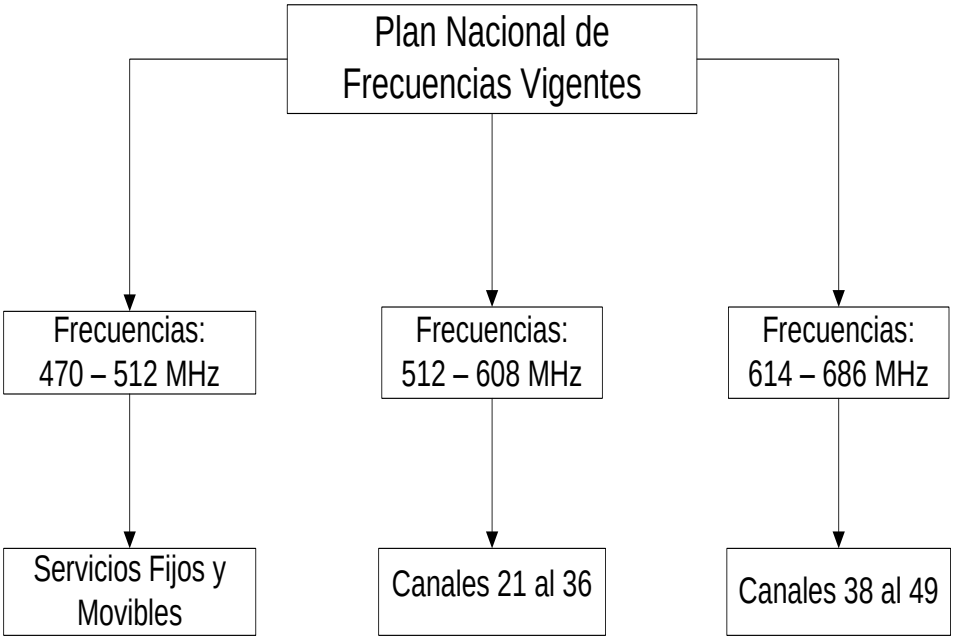


Figura 3.2 Plan de frecuencias

Para la banda de 470-482 MHz (canales 14 y 15) se da el siguiente estudio:

La banda de 470 – 472 MHz existen cuatro frecuencias vigentes, pero en la banda de 472 – 482 MHz se asigna un sub-rango para el uso del plan militar de seguridad nacional. Para servicios de telecomunicaciones con cobertura en aéreas rurales se considera la banda 479 – 482 MHz y la banda 512-686 MHz se encuentra atribuida actualmente para la televisión analógico y se lo ha distribuido de la siguiente manera:

Banda IV: de 512 a 608 MHz y de 614 a 644 MHz

Banda V: de 644 a 686 MHz

Actualmente en el ECUADOR la banda UHF para la televisión abierta que va desde el canal 21 al 49, con el tipo de enchúfele para alimentación de energía eléctrica es de tipo A o B con alimentación de energía 120 VAC, 60 Hz, lo cual se deberá garantizar la incorporación del doble sintonizador hasta que se produzca el apagón analógico. Es de suma importancia la necesidad del espectro para la introducción de la TDT ya que no todos los canales analógicos actuales podrán transmitir simultáneamente en formato digital en el canal de 6 MHz. A nivel mundial se estableció que las siguientes atribuciones se da para el dividiendo digital separándolo en regiones y en bandas UHF [7]:

Región 2: 698-806 MHz (canales 52 al 59)

Región 1: 790-862 MHz (canales del 59 en adelante)

Región 3**:** 698-806 MHz (canales del 52 al 69)

3.3 Regulación del espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado de suma importancia para el sector de las telecomunicaciones. Adquiere un gran valor económico debido a su capacidad de transporte de

tecnología .Sus propiedades para limitar el número de operadores y estaciones que requieren el uso de radiofrecuencia, lo convierte aun más demandado.

La regulación de este recurso es imprescindible, es así como existen organismo o entidades a nivel internacional y a nivel país que se encarga, entre otras cosas, de velar del uso adecuado del espectro radioeléctrico, y organizan sus tareas basadas en las funciones de control, gestión administrativo y regulación [7].

CAPÍTULO 4

4. ESTRUCTURA DEL SISTEMA SBTVD-T

4.1 Codificación

Proceso de transformación de una señal externa en bits que representan la señal original.

4.1.1 Codificación de video (MPEG-2 y MPEG-4)

MPEG-2

El flujo necesario para poder transmitir determinados formatos de vídeo digital puede llegar a ser de 270 Mbps. Por tanto, se hace necesaria la existencia de un formato estándar de vídeo comprimido que reduzca estos “bit rates22” tan elevados. La especificación de MPEG-2 parte de una señal

de vídeo 4:2:2 (270 Mbps) o 4:2:0 (162 Mbps) y reduce estas velocidades binarias tan elevadas gracias a la compresión de vídeo [5].

Para explorar todas las capacidades de compresión de compensación de movimiento requeridos para servicios de almacenamiento digital, MPEG 2, incorpora algunos esquemas de codificación intertrama basado en Intra-trama (I), tramas predecibles (P), tramas interpoladas o bidireccionales (B) y tramas D (Imágenes DC) [6] .

MPEG-4

MPEG-4 posee varias características de MPEG-1, MPEG-2 y de otros estándares de codificación, tales como soporte de VRML23, codificación para objetos audiovisuales y soporte para la gestión de varios tipos de interactividad. Estas características hacen de MEPG-4 un estándar acto para el campo de la televisión digital, las aplicaciones gráficas interactivas y la interactividad multimedia. La codificación se realiza de una manera muy similar a la codificación MPEG-1 y MPEG-2, pero la diferencia primordial que lo caracteriza

de los otros estándares es el hecho de codificar objetos dentro de una figura arbitraria que forme parte de una escena. [6]

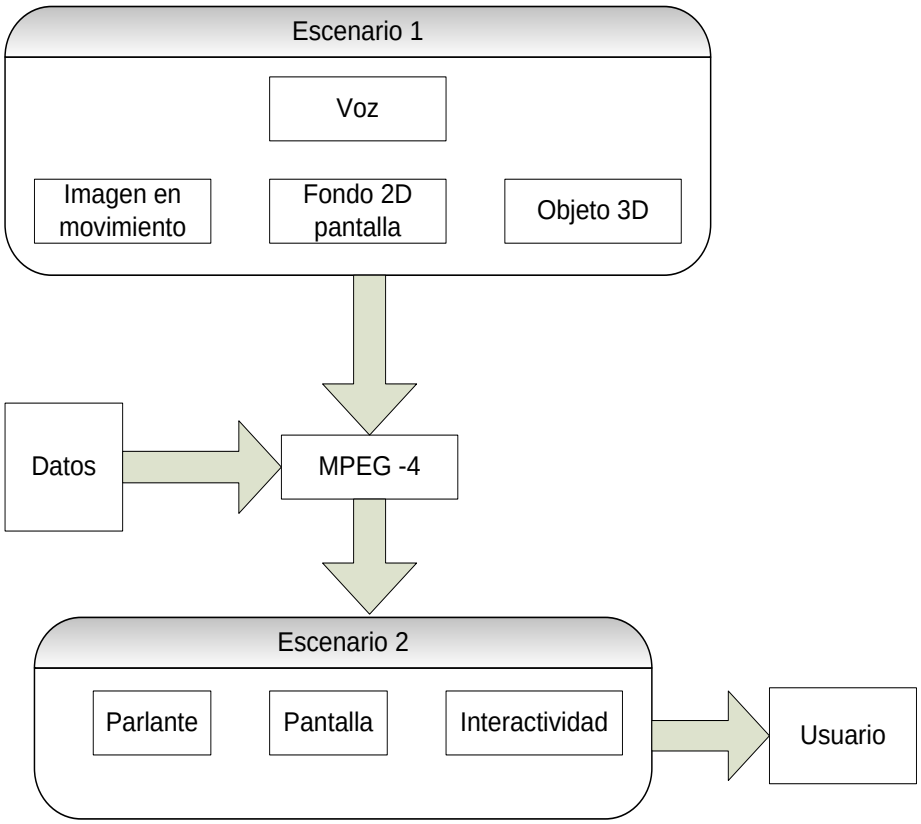


Figura 4.1 Escenario de MPEG-4

4.1.2 Codificación de audio (MPEG-2 y MPEG-4)

MPEG-2

Las técnicas de compresión permiten reducir el “bit rate” que requieren dos canales de audio de calidad CD de 1,4 Mbps

hasta 200 Kbps. La compresión de la señal de audio aprovecha las características psicoacústicas del oído humano, y el hecho de que los tonos de alta potencia tienden a enmascarar los tonos de potencia inferior adyacentes. El proceso de compresión parte de la señal de audio de 0 Hz a 22 KHz. esta señal está dividida en 32 sub-bandas frecuenciales. Cada sub-banda se filtra, se cuantifica y se codifica según las características del oído humano. MPEG-2 audio no aporta mejoras a nivel de compresión respecto a MPEG-1 sino que abre posibilidades, como por ejemplo enviar 5 canales de audio para sonido envolvente y hasta 7 canales monofónicos para diferentes idiomas [10].

MPEG-4

Utiliza la norma de comprensión de audio digital AC-3, cuyo método es el que actualmente se utiliza en las salas de cine, el DOLBY Surround Sound. Este procedimiento brinda 5.1 canales de audio; se menciona los diferentes canales de audio:

- Canal Izquierdo
- Canal Derecho

- Canal Central (Middle cannel)
- Canal Surround Izquierdo
- Canal Sur round Derecho; 0,1 Canal para señal de subwoofer. [6]

Figura 4.2 Sistema de audio

4.1.3 Compresión (Audio y Video)

Se aplican tres tipos de compresión. El objetivo es reducir al mínimo la presencia de la señal de redundancia espacial, temporal y estadística:

- Redundancia espacial: En una imagen, un píxel y sus vecinos guardan mucha similitud entre ellos.

- Redundancia estadística: En una secuencia de bits, existen valores de bits que se repiten.

- Redundancia temporal: En una secuencia de imágenes, un mismo píxel tiene tendencia a repetirse temporalmente. Es la redundancia que más fácilmente se puede eliminar, provocando así un mayor factor de compresión. [6]

4.1.4 Comparación entre MPEG-2 Y MPEG-4

Esta comparación entre MPEG-2 y MPEG-4 es el tipo de sistema utilizado en la transmisión que usa para video H.264 y para audio ACC. En el SBTVD uno de los exhibidores es el MPEG4 implementado al Hardware en el receptor de televisión digital. MPEG2 es responsable por la multiplexacion y demultiplexacion de estas señales para el ISDB-T, el flujo de MPEG 2 está hecho de unas series de cuadro de imágenes codificadas. EL MPEG 4 permite desarrollar implementaciones de software que posee mejores habilidades de adaptabilidad y flexibilidad para mejorar la calidad de servicios, además proporciona una amplia gama de interacción con diversos objetos animados. El MPEG 4 tiene más recursos tecnológicos y permite la utilización de las características citadas hasta ahora. En el

siguiente cuadro nos podemos dar cuenta como se diferencia cada comparación de una manera resumida [7]:

Características	**MPEG-2**	**MPGE-4**
Compresión de video	MPEG layer 2	H264
Compresión de audio	ACC	ACC
Costo promedio TV Gama baja	USB 300	USB 4200 solo Gama alta DVB. USB 5200 modelo Gama ISDB con adaptación Brasileña.
Implementación ATSC	Si	No
Implementación ISDB	Si	En la adopción Brasileña
Implementación DVB	Si	En desarrollo

Tabla 4.1 Comparación entre MPEG-2 y MPEG-4

4.1.5 Parámetros de la Codificación

La codificación debe cumplir las siguientes restricciones:

- La secuencia de codificación debe utilizar el método Interleaving.
- Debe usarse el método vaselina con pérdidas.

No se puede utilizar el modo progresivo, la estructura de un codificador de audio con pérdidas puede ser resumida en los siguientes bloques:

- Modelo psicoacustico
- Banco de filtros
- Procesamiento espectral
- Codificación y cuantizacion

La función del modelo psicoacustico es modelar el sistema auditivo humano, el banco de filtros separa la señal procesada en diferentes rangos de frecuencias, que serán utilizados en el bloque de procesamiento espectral. En el SBTVD los perfiles utilizados son: AAC-LC, HE-AAC y HE-AACV2. El servicio full-seg con respecto al servicio de codificación de audio permiten los siguientes perfiles y niveles [6] :

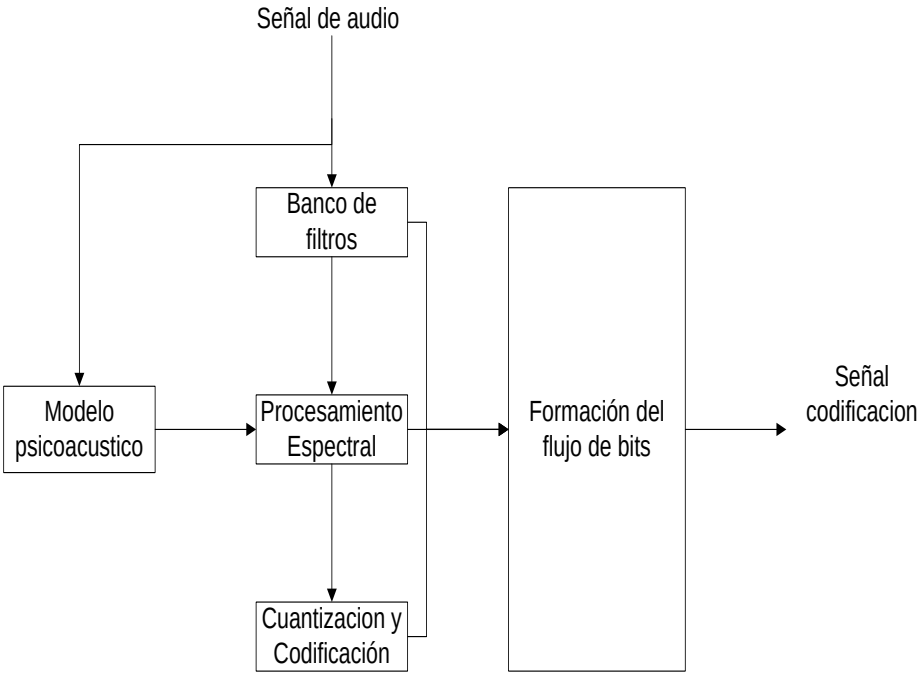


Figura 4.3 Codificador ACC simplificado

- AAC-LC nivel 2 (dos canales)
- AAC-LC nivel 4 (multicanal)
- HE-AAC nivel 2 (dos canales)
- HE-AAC nivel 4 (multicanal)

El servicio one -seg, por otro lado permite solamente el perfil HE-AACV2 nivel 2, con hasta 2 canales por flujo de bits. El perfil AAC-LC se destina a la transmisión de audio de alta fidelidad, mientras que el perfil HE-AAC es más adecuado en situaciones donde es necesario reducir con más intensidad la tasa de bits [6].

4.1.6 Configuración básica del canal

Remultiplexacion de TS

Una remultiplexación del TS debe obligatoriamente ser formada por cuadros multiplex como unidades elementales, cada cual consistiendo en un numero N de paquetes TSP. El número de TSP usados para diferentes modos de transmisión y diferentes razones de intervalo de guarda debe obligatoriamente cumplir con la configuración de la multiplexación del frame. Cada TSP de transmisión dentro de un cuadro de multiplex debe obligatoriamente ser transmitido por la capa jerárquica X de una señal OFDM. [6]

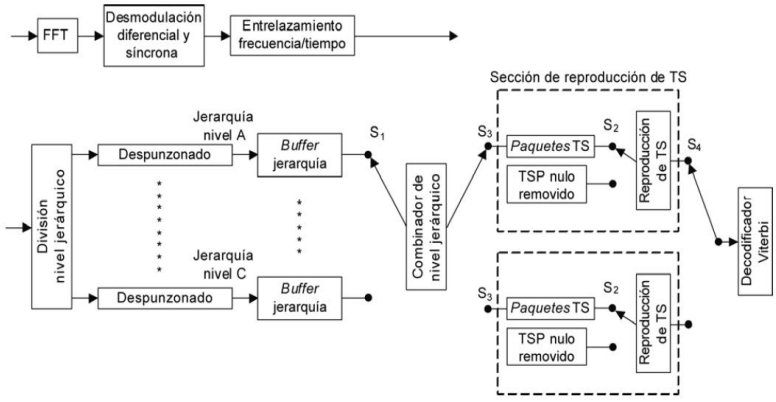


Figura 4.4 Cuadro multiplex (Receptor)

Combinación de capas jerárquicas

Las señales de diferentes capas jerárquicas, sometidas a la codificación de canal, y modulación de portadoras por parámetros específicos deben ser obligatoriamente combinadas e insertadas en el segmento de datos y sometidas a la conversión de velocidad. A continuación se mencionara las siguientes señales de frecuencias pilotos:

TMCC, CP, SP, AC las cuales se escribirá. [6]

TMCC

Señal que conduce las informaciones de control. El TMCC soporta el receptor en la demodulación y decodificación de varias informaciones incluyendo identificación de parámetros de transmisión, indicador de cambio de contexto, información de configuración jerárquica actual y parámetros de configuración para la próxima conmutación.

CP

Sirve como señal de referencia para la sincronización e información para estimativa y ecualización del canal a ser procesado en el receptor. [6]

SP

Es insertado en el segmento a cada 12 portadoras de datos, dentro de cada fila en la dirección del cuadro OFDM y a cada 4 símbolos en la dirección del símbolo, representa el 8% de la energía total transmitida.[6]

AC

Es una señal de extensión que transmite información adicional para control de la señal de modulación. [6]

Codificación Externa

Un código RS abreviado se debe aplicar obligatoriamente en cada TSP como un código externo. La codificación RS se debe generar obligatoriamente agregando 51 byte 00HEX en el comienzo de la entrada de los datos del código RS , y entonces esos 51 bytes se deben remover obligatoriamente.[6]

Dispersor de Energía

La dispersión de energía se debe realizar obligatoriamente para cada capa jerárquica generada por un PRBS de acuerdo con el esquema presentado. Todas las señales que no son de sincronismo de byte en cada transmisión TSP en

las diferentes capas jerárquicas deben ser obligatoriamente EXLUSIVE OR, usando PRBS en la base de bit a bit.

4.1.7 Corrección de errores

Toda transmisión está sometido a ruido e interferencia, a medida que dichos factores de interferencia aumentan con respecto a la señal que deseamos recibir se debe aumentar también los errores de transmisión, los que se manifiestan en forma de símbolos que son decodificados erróneamente en el receptor que no se pueden decodificar .Para hacer frente a este problema existen técnicas de corrección de errores que se dividen en dos grupo: Códigos Reed Solomon y Códigos Convolucionales. [17]

Códigos Reed Solomon

Agregan bits redundantes o de paridad a los bits de información que deseamos transmitir, en el caso de la TDT cada paquete de información se envían 188 bytes de información y se agregan 16 bytes de paridad formando asi un paquete de información de tamaño de 204 bytes .El paquete de 188 bytes proviene del formato que contiene video, audio y datos, en general se describen con la dupla

(N, K) donde N es el número total de símbolos enviados y K el número de símbolos de información. [17]

El máximo número de símbolos con errores que pueden ser corregidos es (N-K) / 2 y el máximo número de símbolos que pueden ser completamente recuperados si sabemos su posición dentro de la secuencia de transmisión es (N-K).Los códigos Reed Solomon tienen un excelente desempeño en canales de comunicación donde se producen errores de ráfagas. [17]

Códigos Convolucionales

Después del entrelazado de bytes, los datos se someten a un nuevo proceso de codificación llamado códigos convolucionales que complementan con un proceso comúnmente llamado punzonado que constituye los parámetros configurables del sistema. De acuerdo a esta configuración se obtiene cinco valores para los coeficientes del código K = 1/2,2/3,3/4,5/6, y 7/8 que se utiliza en la recepción de la señal .De acuerdo al grafico el codificador convolucional K=1/2 presenta una gran redundancia de

datos, facilitando enormemente la corrección de errores cuando estos son aleatorios. [17]

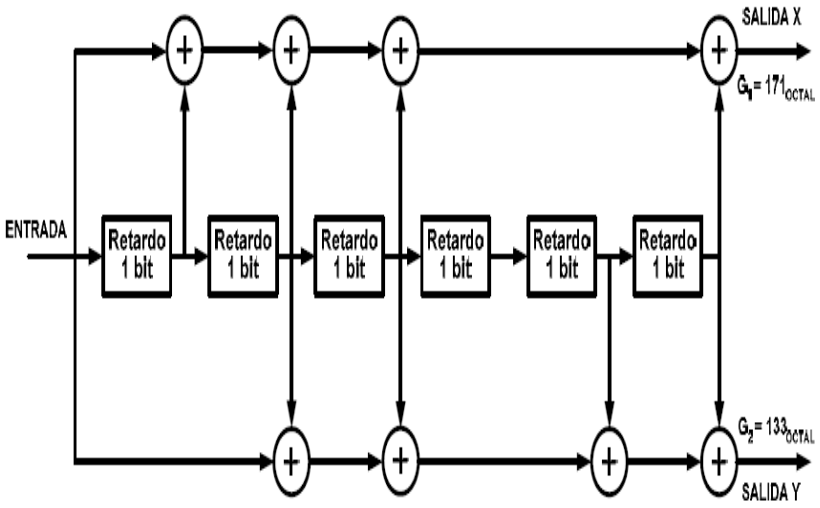


Figura 4.5 Codificar convolucional K=1/2

Finalmente este proceso de codificación es muy sencillo, lo contrario sucede en el decodificador que utiliza el algoritmo de Viterbi.

4.1.8 Interleaving

El objetivo del inteleaving es ayudar tanto al código Reed Solomon como al código Convolucional a hacer bien su trabajo de corregir los errores producidos durante la transmisión. Interleaving consiste en simplemente ordenar o

alterar el orden de los símbolos de información transmitido en el dominio del tiempo o la frecuencia. [17]

Interleaving en el tiempo

Consiste en alterar el orden temporal de transmisión de los paquetes de información después de que estos han sido codificados con los códigos de correcion de errores de Reed Solomon y Convolucional. Esta técnica nos ayuda a distribuir homogéneamente los errores en el tiempo para facilitar la tarea del decodificador en el equipo del receptor [16].

El periodo de tiempo en el que ordenan los paquetes de información es el factor importante, lógicamente entre mayor es el periodo de interleaving mayor resistencia se tienen frente a los errores de ráfagas debido a que la información queda mejor distribuida temporalmente, pero existe una latencia al reconstruir los del orden de transmisión original. La técnica de interleaving se usa en cada uno de los 13 segmentos de información y el periodo se ajusta al modo de recepción para proveer el mejor nivel de recepción posible.

Interleaving en la frecuencia

Se utiliza debido a los problemas de trayectorias múltiples y de desvanecimiento producidos en el canal, la ganancia en algunos canales de frecuencia pueden caer muchísimo por momentos, produciendo errores de ráfagas en el sistema de transmisión en banda de frecuencia, al ordenar la información de manera de redistribución en el dominio de la frecuencia podemos proveer una mayor resistencia a esta clase de errores. [17]

4.2 Multiplexación

Combinacion de dichos haces en uno solo para ser transportado.

4.2.1 Multiplexación de la señal

La digitalización de la señal y las técnicas de comprensión de imagen optimizan mucho más el ancho de banda permitiendo que puedan emitirse uno o varios programas dependiendo del formato de televisión digital utilizado y se lo conoce como canal múltiple, este canal puede ser manejado por una sola operadora o por varias. Esto sería beneficioso en lo referente al espectro radioeléctrico y para el proceso de multiplexación cada operadora debe llevar

una serie de labores técnicas mientras se cumpla reglas que se hayan establecido para el correcto funcionamiento de dicho canal. [17]

4.2.2 Multiplexación de flujo de datos

Los datos comprimidos de video, audio y los datos complementarios se multiplexan formando una sola sucesión de bits. Esta sucesión de bits modula una señal que se transmite por radiodifusión terrestre.

Un flujo de transporte de programa se forma a partir del multiplexado de bits individual, con una base de tiempo común, la referencia a bits individuales puede ser a partir del flujo elemental comprimido de PES, este tipo de flujo es distinto del flujo de programa definido en MPEG-2, el multiplexado de datos definido se realiza en dos capas diferentes. [11]

4.2.3 Multiplexación de transporte de programa

Los flujo de transporte de programa, se forman multiplexando uno o más flujos elementales de bits. El flujo de transporte de programa puede estar compuesto por uno o más flujos elementales de video, audio y datos, todos los flujos deben tener la misma base de tiempo. [11]

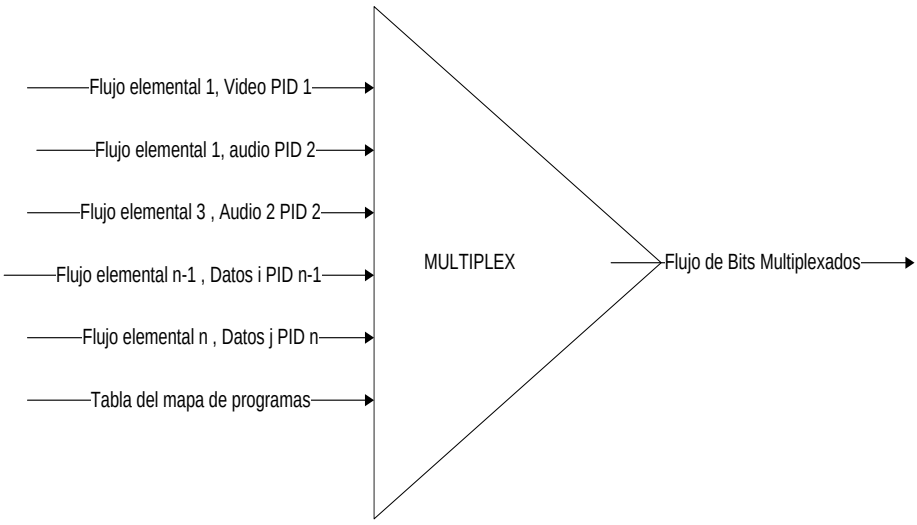


Figura 4.6 Multiplexado de transporte de programa

4.2.4 Multiplexación del sistema

Se forma multiplexando los flujos de transporte de programa por multiplexado asíncrono de paquetes, para formar el multiplex del sistema. Al multiplex del sistema ingresa los diferentes flujos de transporte de programas, con sus identificaciones correspondientes.

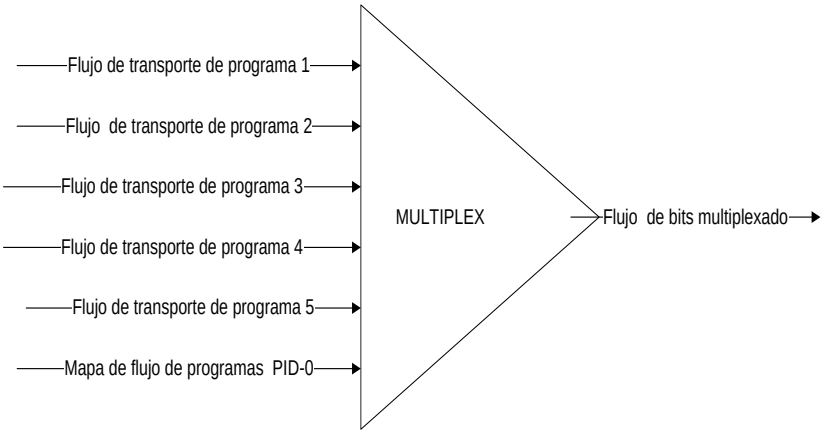


Figura 4.7 Flujo de bits a nivel del sistema

4.3 Modulación

Nos permite representar una señal digital utilizando una señal sinosoidal en la que solo modificamos los parametros de frecuencia, amplitud y fase.

4.3.1 Definición de OFDM

OFDM es una técnica basada en la multiplexación por división de frecuencia (FDM), pero el hecho de que cada subportadora sea ortogonal al resto permite que no exista interferencia, aumentando la eficiencia del uso del espectro debido a que no se utilizan bandas de separación entre subportadoras. [17]

4.3.2 Funcionamiento de OFDM

Otorga una mayor robustez frente a interferencias en el canal y ofrece un desempeño excelente al problema de multitrayectoria.Es el sistema de modulación más eficiente para sistemas modernos de comunicación, incluso en sistemas que brindan servicio de internet en los hogares.

Multitrayectoria

Es un fenómeno que se origina en las reflexiones, difracciones y la dispersión que experimenta la señal radioeléctrica al rebotar y refractarse en su camino con

edificios, estructuras, arboles y todo tipo de objeto de terrenos antes de llegar al receptor, causando interferencias entre símbolos de información diferentes que han sido transmitido consecutivamente. [17]

4.3.3 Ventajas y Desventajas de OFDM

Ventajas [18]

- Soporta distorsion por atenuación en frecuencias altas
- Soporta interferencias y desvanecimiento por multipropagacion sin necesitar complejos ecualizadores.
- Eficiencia espectral alta.

Desventajas [18]

- Sensible a efecto Dopple.
- Sensible a problemas de sincronizacion de frecuencias.
- Elevada razón de potencia, requiere circuito Tx lineal que tiene poca eficiencia de potencia.

4.3.4 Intervalo de guarda en OFDM

Después de la modulación OFDM pasamos a lo llamado intervalo de guarda donde trata de una extensión cíclica de símbolos OFDM .El intervalo de guarda permite al receptor eliminar interferencias entre símbolos sucesivos, desde que la dispersión de los tiempos de propagación de todos los multirecorridos envueltos sea menor que el intervalo de guarda. [18]

El sistema estandarizo cuatro tiempos de intervalo de guarda: 1/4,1/8,1/16,1/32 de la duración del símbolo. [18]

4.3.5 Tecnología de transmisión OFDM

El sistema Brasileño utiliza la tecnología de transmisión OFDM , es un sistema de transmisión donde los datos digitales son dividido en multiportadoras y enviados. Como resultado, la longitud del símbolo de transmisión tiene mayor longitud que en un sistema de transmisión de una sola portadora. [18]

4.3.6 Transmisión de OFDM segmentada

La transmisión segmentada OFDM, es el único sistema de transmisión que es capaz de transmitir diferentes parámetros de señal en el mismo ancho de banda. A este sistema de transmisión se le llama “transmisión en modo jerárquico “. En un canal de 6 MHz las portadoras están agrupadas en 13 segmentos en total, dando lugar al OFDM segmentado. El agrupamiento de los segmentos permite transportar distintos servicios como HDTV, SDTV y LDTV que se mencionara más adelante. [18]

4.3.7 Elección de parámetros OFDM para TDT

La selección de los parámetros para OFDM es un compromiso entre distintos requerimientos frecuentemente conflictivos entre sí, cuando se logra optimizar uno de ellos, se afecta de alguna manera a ciertos requerimientos básicos de los cuales se puede comenzar a dimensionar el sistema y normalmente a estos son: anchura de banda disponible, velocidad o tasa de datos deseada y tiempo de señales reflejadas. [18]

Como regla general, el intervalo de guarda debe ser mayor que el tiempo de retardo, para el número de portadoras necesarias se puede determinar en base al cociente entre la tasa total de datos y la tasa de transmisión alcanzada por cada portadora. [18]

4.3.8 Tipos de modulación

Las señales de Tv digital deben modularse antes de ser emitidas, donde el tipo de modulación empleado depende de factores como la naturaleza del medio o el grado de complejidad técnica conseguido en el momento de desarrollo de la norma .El siguiente grafico muestra el tipo de modulación [10]:

Modulación	Característica	N. Símbolos	Uso Común
DQPSK	Modulación diferencial que transmite la diferencia entre el presente símbolo y el siguiente como información. No necesita de una señal de referencia.	8	Recepción móvil ;SDTV
QPSK	Modulación de fase , tiene 4 estados posibles y es capaz de codificar dos bits por símbolo	4	Recepción Portátil ; LDTV
16QAM	Combinación de modulación en fase y en amplitud. Cada estado consta de 4 bits	16	Fija: Antena interna; SDTV
64QAM	Combinación de modulación en fase y en amplitud .Cada estado consta de 6 bits.	64	Fija: Antena Externa, HDTV

Tabla 4.2 Tipos de modulación

4.4 Transmisión

4.4.1 Característica del sistema de transmisión

La fase de transmisión en la televisión digital en términos generales, se compone de diferentes etapas ilustradas en el siguiente gráfico:

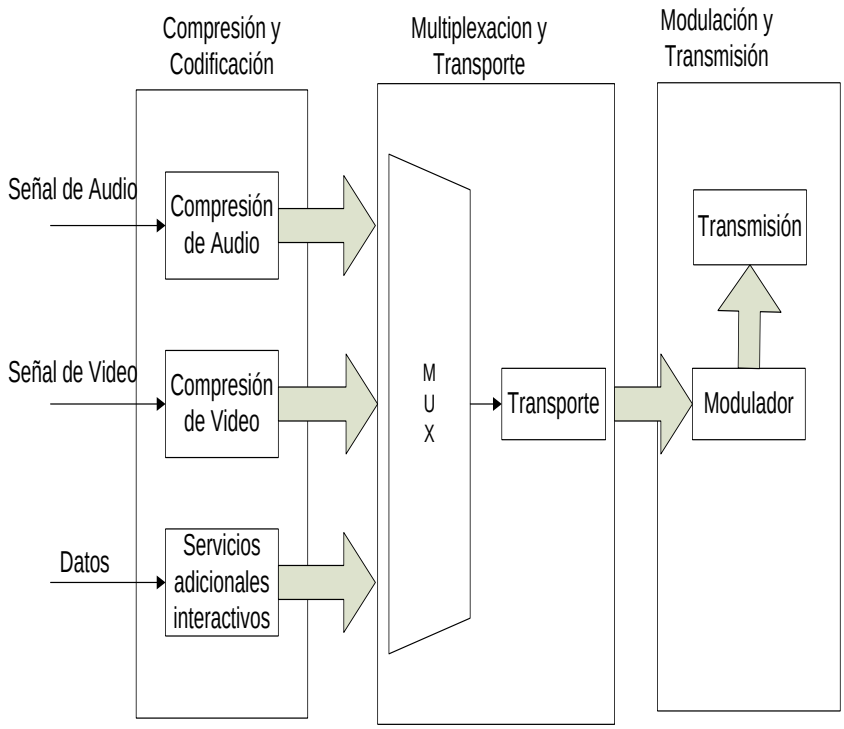


Figura 4.8 Etapas de transmisión de TDT

En este estudio con respecto a la transmisión de la TDT la primera etapa es donde se realiza el tratamiento, codificación y compresión de las señales de audio y video para convertirlas en haces digitales o información

elemental. Tomando como referencia que la comprensión es un caso muy particular con respecto a la codificación, por lo cual la comprensión pretende reducir el volumen de la información a ser transportada. [10]

La segunda etapa es la encargada de la multiplexacion o combinación de dichos hazes en uno solo que es transportado , para después ser analizados en la tercera etapa , en la cual la señal a ser modulada mediante el uso de técnicas específicas .[10]

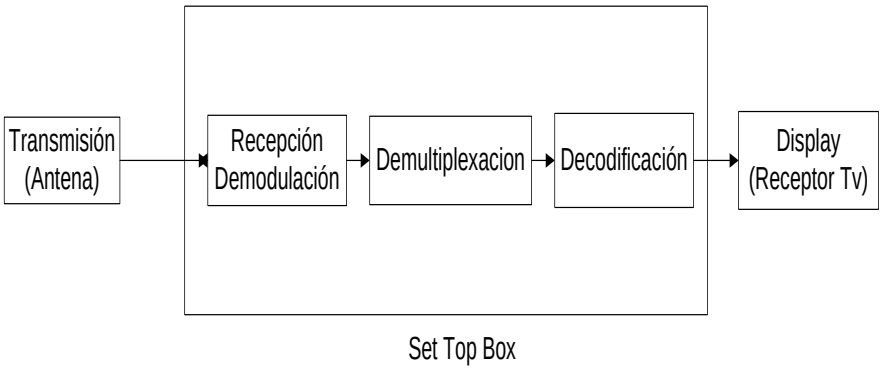


Figura 4.9 Recepción de un Set Top Box

Respecto a la **RECEPCIÓN** del sistema que se describe en el grafico se lleva a cabo en diferentes etapas:

- La primera etapa es la transmisión de la señal digital de la antena transmisora.

- La segunda etapa es la recepción por medio de un SET TOP BOX el cual está compuesto por tres factores útiles que ayudan a dichos procesos llamados Recepción Demodulación, Demultiplexacion y Decodificación.
- La tercera etapa es la visualización de imagen sin ningún factor de interferencia que afecte al receptor TV.

4.4.2 Modos de transmisión de datos

La transmisión de datos a través del sistema de difusión de datos debe realizarse de uno de los modos siguientes:

Sistema de Transmisión de datos utilizando flujo de paquetes PES:

Se utiliza con informaciones que necesitan control de tiempo, como video, audio, subtítulos y datos sincronizados con otros flujos, como el video principal. Este sistema se debe especificar como dato stream o flujo de datos. [10]

Sistema de transmisión de datos utilizando la capa section:

Este sistema se debe usar para servicios que requieren almacenamiento en el receptor. Los datos se deben transmitir repetidamente hasta que se complete su download

del lado del receptor .Este sistema se debe especificar como carrusel de datos, y como carrusel de objeto. [10]

4.4.3 Redes de transmisión

Las rede de transmisión de la Televisión Digital suelen estar formadas por los siguientes elementos:

- Centro de multiplexacion central
- Centro de control y funcionamiento central
- Enlaces de distribución (radioenlaces, fibra óptica)
- Transmisores principales
- Transmisores de relleno.

Pero a medida que sea desarrollado la TDT se menciona dos tipos de redes más comunes en el sistema, se menciona a continuación:

Redes de frecuencia única (SFN)

Las redes SFN se basan en la modulacion OFDM y en ellas se distingue la necesidad de menos frecuencias de transmisión debido a la ganancia interna de la red, la cual resulta de la suma de señales que transportan la misma información y provienen de diferentes fuentes o transmisores sincronizados. [10]

Redes de frecuencia múltiple

Es un tipo de red en el que se usan distintas frecuencias para cubrir una zona, esto es posible gracias al ajuste del intervalo de guarda utilizado en el sistema OFDM. Da como resultado una gran ventaja frente a los sistemas tradicionales.

4.4.4 Configuración del sistema de transmisión

Para la localización de los segmentos dentro del espectro de 6 MHz el arreglo del segmento OFDM debe obligatoriamente estar de acuerdo a la figura, en donde el segmento número cero se debe posicionar obligatoriamente en el centro de la banda y los segmentos sucesivos colocados alternativamente arriba y debajo de este segmento.[11]

Segmento N.0: Porción de recepción parcial
Segmento N.2: Porción de modulación diferencial
Segmento N.4: Porción de modulación diferencial
Segmento N.6
Segmento N.8
Segmento N.10: Porción de modulación coherente
Segmento N.12: Porción de modulación coherente.

Segmento N.11: Porción de modulación coherente
Segmento N.9: Porción de modulación coherente
Segmento N.7
Segmento N.5
Segmento N.3 : Porción de modulación diferencial
Segmento N.1: Porción de modulación diferencial

Tabla 4.3 Segmento de transmisión

Para transmisión jerárquica, el segmento de modulación diferencial se de atribuir obligatoriamente en forma alternativa arriba y abajo del segmento n0 , en el orden ascendente del número de segmento, con segmento de modulación sincrónica atribuido en forma alternativa arriba y abajo del segmento de modulación diferencial para la transmisión jerárquica la posición del segmento atribuido para recepción parcial debe ser obligatoriamente siempre n0.[11]

4.4.5 División del sistema de transmisión

El divisor jerárquico debe obligatoriamente dividir el TOS re multiplexado en porciones (transmisión TSP, cada cual con 204 bytes de largo , conteniendo todos los bytes , desde el byte próximo al de sincronización TOS hasta el byte de sincronización siguiente) y asociar cada parte a la capa jerárquica especifica . Al mismo tiempo, el divisor debe remover obligatoriamente los paquetes nulos. La capa jerárquica a que pertenece la transmisión TSP debe ser especificada obligatoriamente por la información de la capa jerárquica en la organización. El número máximo de capas jerárquicas debe ser obligatoriamente tres, la sincronización del cuadro OFDM debe desplazar obligatoriamente en un byte el comienzo de los bytes de información. [11]

4.4.6 Máscara del sistema de transmisión

El nivel del espectro, fuera de la banda asignado para la transmisión de la señal de televisión , se debe reducir obligatoriamente , aplicándose un filtro adecuado, indicando las atenuaciones mínimas de las emisiones

fuera de la banda con relación a la potencia media del transmisor, especificadas en función del alejamiento con relación a la portadora central de la señal digital , para las máscaras no critica , suscritica y critica.[11]

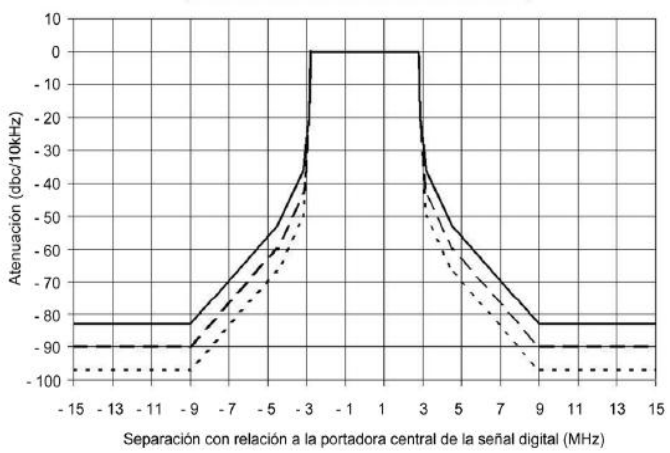


Figura 4.10 Máscara del Espectro de transmisión

4.5 Receptores

4.5.1 Configuración del receptor

La configuración básica del receptor debe ser como la figura que se muestra a continuación y debe estar compuesta por las siguientes unidades [13]:

a) Antena de recepción terrestre;

b) IRD;

c) Cable de conexión entre la antena y el receptor.

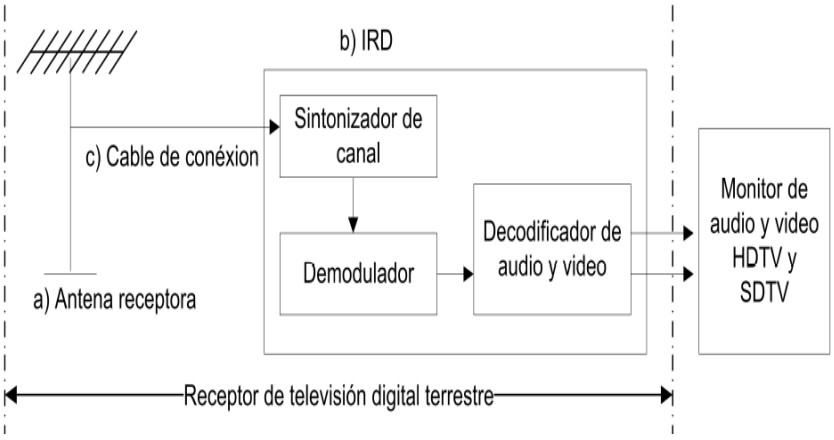


Figura 4.11 Configuración del receptor

Por otra parte, se espera una mayor interacción, en comparación con el proceso tradicional de ver televisión usando una conexión de subida, etc. Desde el punto de vista del hardware, se deben establecer las siguientes disposiciones [13]:

(1) decodificadores de transporte (transport decoders) capaces de recibir datos;

(2) reproducción del flujo del sistema y de los datos de audio almacenados;

(3) reproducción del flujo del sistema y de los datos de video;

(4) presentación de video, imágenes fijas, texto y gráficos, etc.

4.5.2 Configuración básica del IRD

En la recepción fija, hay por lo menos dos posibles modelos de aparatos con diferentes requisitos obligatorios, especialmente en lo que se refiere a la salida de audio y vídeo, así como del divisor de antena. Por esta razón la configuración básica de un IRD se debe dividir en convertidor digital (STB) y receptor integrado. **La configuración básica de un IRD del tipo convertidor digital (STB) se muestra** [12]**:**

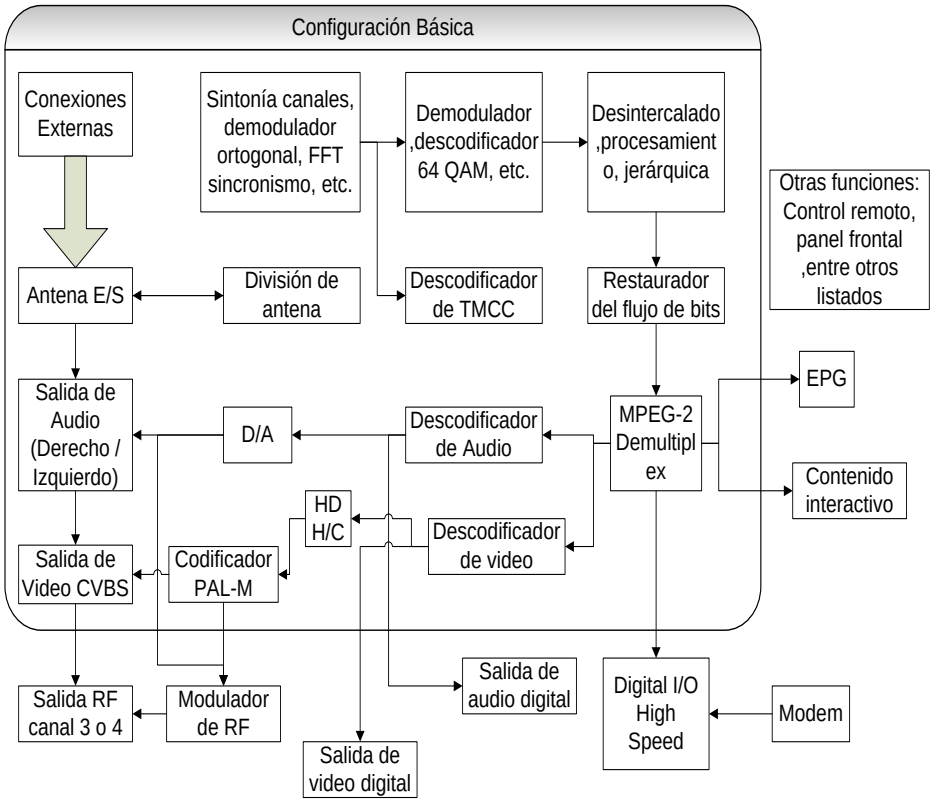


Figura 4.12 Configuración del IRD convertidor

4.5.3 Especificaciones de la unidad de recepción

La Antena para recepción de señales de televisión digital terrestre debe obligatoriamente atender como mínimo a las siguientes especificaciones [13]:

a) la antena debe permitir la recepción de señales de televisión digital terrestre que estén comprendidas entre los canales de VHF de 07 a 13 y los canales de UHF de 14 a 69, para los receptores del tipo fijo y móvil *(full-seg*) y por lo menos los canales comprendidos en la banda de UHF entre los canales 14 a 69 para los receptores del tipo portátil (*one-seg*);

b) opcionalmente, la antena puede permitir la recepción de las señales de televisión analógica que estén comprendidas entre los canales en la banda de VHF de 02 a 13 y UHF de 14 a 62;

c) la polarización de la antena puede ser tanto vertical como horizontal;

d) la ganancia de la antena no se especifica, por depender fuertemente de las condiciones de recepción, sin embargo se recomienda que cuando haya una antena externa

instalada, la ganancia sea por lo menos equivalente a lo especificado por el tipo yagi de 14 elementos (7 dB – UHF canal 14); la directividad de la antena no se especifica por depender fuertemente de las condiciones de recepción, sin embargo se recomienda que cuando haya una antena externa permanentemente instalada, la instalación atienda por lo menos a las especificaciones.

4.5.4 Seguridad

La plataforma de medida, antena, mástil y línea coaxial constituye potenciales fuentes de riesgo debido a descargas eléctricas o caída de objetos, por tal motivo se debe elegir un emplazamiento para realizar medidas para el desarrollo de trabajo con seguridad. Los tipos de pruebas deben evitar líneas aéreas de energía que pasen sobre el mismo terreno con mucha pendiente, superficies húmedas, tormentas eléctricas y condiciones naturales por el hombre que puedan amenazar la seguridad del sistema. Este plan de seguridad para realizar la prueba debe exigir que todos los operadores estén entrenados en los procedimientos de seguridad apropiados [8].

4.5.5 Modo de recepción

Para este punto de análisis existe diferentes modos de recepción de televisión digital terrestre que inciden también en la determinación del dividiendo digital [13]:

- Recepción fija con antena exterior
- Recepción fija con antena interior
- Recepción móvil
- Recepción portátil
- Recepción peatonal y personal

Se puede dar una pequeña definición de los términos más usados en este tipo de modo de recepción:

Recepción Móvil

Es la recepción de señales de televisivas dentro de un vehículo en movimiento, con una velocidad superior de 5 Km/h el cual el receptor es desplazado [13].

Figura 4.13 Recepción móvil

Recepción Portátil

Se define como la recepción con un receptor que puede moverse de un lugar a otro con una antena incorporada, pero que permanece estático durante su funcionamiento [13].

Figura 4.14 Recepción portátil

Recepción Peatonal y Personal

La **recepción peatonal** se define como la recepción con un receptor que se mueve a una velocidad o igual a 5 Km/h, aclarando que es un receptor que puede utilizarse andando o un receptor fácilmente transportable sujeto a ligeros movimientos ocasionales y frecuentes [13].

La **recepción personal** se define como la recepción con un receptor que se mueve a una velocidad inferior o superior a 5 Km/h y que utiliza una antena de baja ganancia, es un receptor fácilmente transportable e incluyendo en el interior de un vehículo en movimiento [13].

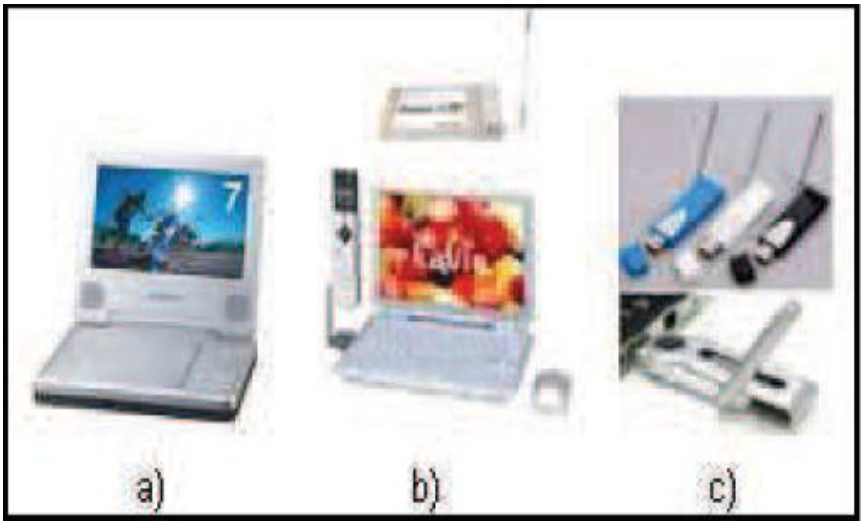


Figura 4.15 Recepción peatonal y recepción personal

Recepción Fija

Se define como la recepción fijan con un receptor y una antena que permanece inmóvil, ejemplo una antena montada sobre un tejado o una antena fija en interiores [13] .

Figura 4.16 Recepción fija

4.6 Resultados de multiservicios

4.6.1 Canal interactivo

La Televisión digital interactiva va más allá de una simple reacción entre el usuario y el receptor de televisión, es una nueva forma de televisión que aprovecha la comunicación bidireccional y otras capacidades tecnológicas de la televisión digital. Actualmente en el País la interactividad en televisión es muy limitada, se la realiza por medio de canales de retorno externos al sistema de emisión –recepción. La interactividad surge como el

principal motor que impulsa la migración a esta tecnología y su consecuentes aplicaciones , ya que han sido diseñados para facilitar el consumo y la personalización en la televisión digital.

A continuación presentamos los siguientes contenidos [9]:

SECCIÓN	Titulo
1	Alcance
2	Referencias normativas
3	Términos y definiciones
4	Proceso de comunicación bidireccional-Etapas en la transmisión de la comunicación de dos vías.
5	Arquitectura de red de la interactividad
6	Las capas inferiores del modelo OSI y pilas de protocolos
7	Las capas superiores del modelo OSI y pilas de protocolos
8	Protocolos para el canal interactivo llevar solicitud y la respuesta del canal llevar a la radiodifusión
9	Funciones para la comunicación bidireccional a través de TCP/IP
10	Interfaz de software para tipos específicos de canales , la interactividad

Tabla 4.4 Normas físicas del software

4.6.2 Multiprogramación

La multiprogramación que posee el sistema se caracteriza aplicado en modelos de difusión en los que es posible la intervención de un operador transmitiendo distintas programaciones o mas operadores en caso de que se acuerde la compartición de infraestructura bajo la utilización de un único canal de 6 MHZ . En el sistema la multiprogramación se presentan modelos de hasta cuatro sub-canales , hay que tener en cuenta que el estándar SBTVD se da bajo la comprensión de MPEG4 para video, permitiendo la incorporación de hasta ocho sub-canales de televisión digital con calidades inferiores sin embargo la idea de mayor calidad se mantienen , respecto a la calidad que actualmente se da en la televisión . En la transmisión de la multiprogramación permite 1programa HD (1080 I o 720 P) en un canal o 3 programas de SD en un canal. Respecto a su operación técnica la televisión digital abre las puertas a un amplio abanico de servicios y aplicaciones avanzadas a través del televisor , donde

se obtiene como resultado servicios como la GUIA DE PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA(EPG) [12] .

Guía de programación electrónica: Es un programa interactivo de los programas actuales y futuros que un espectador puede mostrar en pantalla con solo pulsar un botón en su mando a distancia.Ofrece una cantidad de información sobre el programa, y se pueden reservar los programas de grabación con control remoto fácil [12].

4.6.3 Accesibilidad

Conjunto de características de que debe disponer un entorno, producto o servicio para ser utilizable en condiciones de confort, seguridad e igualdad por todas las personas. La definición de requisitos para la accesibilidad a la televisión digital esta mencionada por los siguientes factores:

Receptor Full-Seg

Es un tipo de dispositivo capaz de decodificar informaciones de audio, video, datos, los cuales están contenidos en la capa de flujo de transporte de 13 segmentos destinado al servicio fijo y móvil. Facilita el uso en los llamados

convertidores digitales Set-Top-Box y receptores de 13 segmentos integrados con pantalla [12].

Receptores One-Seg

Es un dispositivo que decodifica exclusivamente informaciones de audio, video, datos. Destinado a los receptores de tipo portátil, conocidos como handheld, recomendados para pantallas de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas [12].

Interfaz Vocal

El receptor deberá estar provisto de una interfaz capaz de comunicarse con cualquier sistema de aplicaciones de reconocimiento de voz, este reconocimiento de aplicaciones de voz debe ser estándar, modular y escalable [12].

Receptores Hardware

Estos receptores son fabricados con el principio del diseño universal, dando como resultado que todas las personas pueden acceder a la televisión digital por otro lado los periféricos se deben generar campos electromagnéticos o

radio frecuencias que pueden producir daño en los usuarios [12].

Receptores Software

Permiten la interfaz con el usuario que facilita el acceso a todos los servicios de televisión digital, donde se requiere la utilización de sistemas operativos para favorecer y potenciar la igualdad de los productos.

4.6.4 Aplicación de multiservicios

La posibilidad de multiservicios de telecomunicaciones adicionales se constituye otro punto importante para la televisión digital que se puede transmitir en el ancho de banda para la utilización por medio de la Antena UHF la cual recepta en el rango de frecuencia de 300MHZ – 3GHZ [8].

Hablemos un poco de canal de retorno que es un medio de transmisión que conecta el receptor de TV con el operador, y permite el envió y recepción de datos que el usuario intercambia con el operador de televisión dando como resultado ciertos servicios interactivos. Uno de los beneficios de canal de retorno es que permite a los usuarios en participar en concursos, votaciones, enviar mensajes [8] [9].

En el modelo de presentaciones de multi-servicios que pueden brindarse como consecuencia podemos distinguir los siguientes agentes [10]:

- El proveedor aplicaciones interactivas
- El radio difusor
- El operador de red
- El suministrador de equipos terminales interactivos

Además tenemos tres niveles de interactividad que estudiamos en la televisión digital brasileña [16]:

- Interactividad Local
- Interactividad remota
- Interactividad plena

Otra opción es de canales a ser transmitidos lo cual brinda la posibilidad de transmitir canales en SDTV, EDTV, LDTV, HDTV, o bien una mezcla de ellos, dando como resultado el uso del espectro que varia en cada uno de los casos [18].

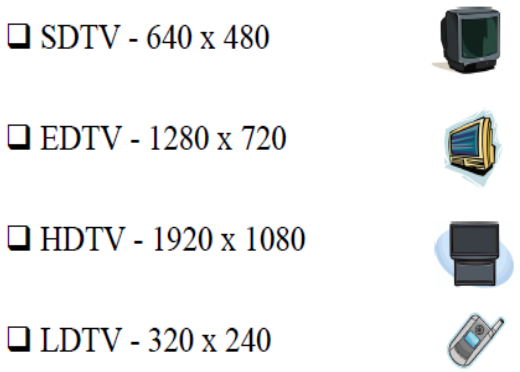


Figura 4.17 Formatos de TV

4.7 Middleware

Es la plataforma de software que soporta las aplicaciones que son presentadas al televidente, haciendo independiente el entorno tecnológico que precede a la aplicación [12].

4.7.1 Ginga

Ginga es el nombre del middleware abierto del Sistema Brasileño de TV Digital (SBTVD), el cual es una capa de software intermedio (middleware), entre el hardware/Sistema Operativo vías aplicaciones, que ofrece una serie de facilidades para el desenvolvimiento de contenidos y aplicaciones para TV Digital, permitiendo la posibilidad de poder presentar los contenidos en

distintos receptores independientemente de la plataforma de hardware del fabricante y el tipo de receptor [12] .

4.7.2 Ginga J

Ginga-J es el subsistema del Middleware Ginga que proporciona una infraestructura para la ejecución de aplicaciones de TV Digital, el ambiente interactivo Ginga-J ofrece soporte a las aplicaciones desarrollas con el lenguaje de programación Java, que mantiene compatibilidad con la mayoría de middlewares de TV Digital actuales [12].

4.7.3 Ginga NCL

Ginga-NCL es el subsistema del Middleware Ginga el cual permite procesar documentos NCL. Un componente clave de Ginga-NCL es el motor decodificador de contenidos declarativos [12].

4.7.4 Open Ginga

OPEN GINGA es una máquina virtual creada con Virtual Box y se basa en el Sistema Operativo Ubuntu, con una interfaz gráfica que nos permite ejecutar aplicaciones Ginga-J y Ginga NCL en ambiente de PC.

CAPÍTULO 5

5. Análisis de niveles de cobertura

5.1 Nivel de cobertura

El tema de cobertura de la televisión digital tiene mucha importancia debido a que esta se irá incrementando a medida que se vaya desarrollando las transmisiones digitales en el país de adopción del sistema , esperando que al final de la migración se logre una cobertura mayor o igual a la del sistema analógico. En el área de cobertura, cuando se realiza la petición para la concesión de un canal de frecuencia en los estudios de ingeniería se especifican todos los parámetros importantes como **intensidad de campo** [14] [16].

Para este tema de cobertura se describe un método de propagación radioeléctrica punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencia de 30 a 3000 MHZ. Para los aspectos técnicos adicionales que sean necesarios en la elaboración de estudios de ingeniería se deberían considerar su guía de implementación, como por ejemplo el nivel de intensidad de campo a proteger (51dbuv/m) para el contorno del área de cobertura teórico, relaciones de protección canal analógico-digital, canal digital-digital, entre otros. Este método se basa en la interpolación/extrapolación de curvas de intensidad de campo deducidas empíricamente en función de : la distancia , la altura de la antena , la frecuencia y el porcentaje de tiempo [16] [17].

5.2 Prueba de cobertura

Una vez más mencionamos que la cobertura se define como la determinación de las intensidades de campos reales medidas para una facilidad de transmisión dada. Las mediciones de cobertura se realizan mediante dos propósitos:

- Averiguar el funcionamiento de la antena transmisora es correcta [16] [17].

- Proporcionar datos suplementarios de propagación sobre el terreno que puede utilizarse para la planificación de espectro y para la estimación de interferencia potencial [17].

Las mediciones de cobertura se realizan mediante métodos de medida normalizada que utilizan típicamente antenas calibradas con respecto a un dipolo normalizado y situados a 9,1 m de altura sobre el suelo. Las pruebas de coberturas se realizan siguiendo una metodología que se basa en mediciones a lo largo de radiales, arcos, estructuras de rejilla y en agrupaciones [17].

Duración de la prueba

Este tipo de prueba se define de acuerdo con el modo de recepción utilizada y abarca una amplia gama por ejemplo incluye temporadas, muy largo plazo, corto plazo y muy corto plazo. Tomando como referencia a ese tiempo que proporciona información útil acerca de las variaciones debidas al clima, las estaciones o las diferencias entre el día y la noche [17].

Designación de las Antenas

La expresión antena transmisora de base se utiliza para referirse a las antenas transmisoras utilizadas en el servicio de radio difusión como a las antenas de estación de base utilizadas en los servicios móviles terrenales. Igual similitud sucede con la antena receptora/móvil se utiliza para referirse a las antenas receptoras utilizadas en el servicio de radiodifusión y a las antenas móviles utilizadas en los servicios móviles terrestre [17] [18].

Altura de antena de transmisión de base, en el rango de 10 a 3000m

Si el valor de altura coincide con los valores de 10,20,37,75,150,300,600 o 1200 m , la intensidad de campo se puede obtener por medio de tabulaciones realizadas en la experimentación para SBTVD en los demás casos la intensidad de campo se deberá ser obtenida por medio de la ecuación . [17]

$$E = \frac{E_{inf} + (E_{sup} + E_{inf})\log(h1/h_{inf})}{\log(h_{sup}/h_{inf})} \; dB[\mu v/m] \quad (5.1)$$

Dónde:

h_{inf} = 600 m si h1 > 1200m

h_{sup} =1200 m si h1 > 1200m

E_{inf} = Valor de intensidad de campo para h inf a la distancia.

E_{sup} =Valor de la intensidad de campo para h sup a la distancia

5.2.1 Compatibilidad con el método Okumura-Hata

Este método describe para la predicción de la intensidad de campo en el caso de servicios móviles en un entorno urbano, ha demostrado ser el más adecuado para la TV digital el cual asido usado en las investigaciones como un modelo matemático que se describe a continuación ecuación. [18]

$$At = [69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_t - (1.1 \log f - 0.7)hm - (1.56 \log f - 0.8) + X]dB \quad (5.2)$$

Dónde:

$X = \{[44.9 - 6.55 \log h_t] \log d\} dB$

At =Atenuación en dB

F= frecuencia en MHz

h_t =Altura de la antena transmisora en metros

h_t =Altura de la antena receptora en metros

d= distancia del punto de medida en relación al transmisor en km.

5.3 Calculo de la PER

Es el producto de la potencia de entrada a la antena por su ganancia de potencia relativa a un dipolo de media onda. Se escribe en la ecuación. [18]

$$PER_{max} = \frac{P_t \times G_t \times n}{p} \quad (5.3)$$

Dónde:

P_t: Potencia de operación en la salida del transmisor o re transmisor (Kw)

G_t: Ganancia máxima de potencia de la antena transmisora con el dipolo de media onda.

n: Eficiencia de la línea de transmisión

P: Perdida total introducida en el sistema.

La demostración de cobertura utilizada por medio de esta ecuación nos da los siguientes parámetros [15]:

- Altura efectiva de antena por cada radial
- Programa utilizado por el cálculo de cobertura, con las informaciones sobre la metodología y criterios adoptados.
- Denominación, procedencia, escala e equidistancia de las curvas de niveles.

Para las estaciones de transmisión digital son clasificadas en clases Especiales, clase A, clases B y clase C, cuyos valores de las potencias máximas se relaciona a la potencia PER, a continuación se indica en la tabla las clases y su respectiva potencia [9] [16].

Clase	**Máxima Potencia PER (Referencia altura = 150 metros**	
	VHF alto	**UHF**
Especial	16Kw	80Kw
A	1.6Kw	8.0Kw
B	0.16Kw	0.8Kw
C	0.016Kw	0.08Kw

Tabla 5.1 Clases de potencias PER

5.4 Disponibilidad de la señal de TDT

Las estaciones transmisoras deben estar instaladas de forma a asegurar la prestación de servicio dentro del área protegida, deben ser ubicados dentro de un radio máximo de 600 m, teniendo como centro las coordenadas geográficas del sitio. El sistema radiante debe ser instalado en una ubicación donde no cause

interferencias perjudiciales a otras estaciones de radio difusión y de telecomunicaciones ya instaladas [17].

Todo sistema de acceso condicional que se emplee deberá contar con la capacidad técnica necesaria para efectuar, con buena relación costo eficacia, un trans-control que permita a los operadores de la red la posibilidad de control completo de los servicios de difusión que emplee el sistema de acceso condicional en la totalidad de su red en el ámbito local regional, y las pruebas técnicas cuyo objetivo se centra en la disponibilidad del sistema SBTVD se pudo obtener parámetros con respecto al voltaje en el receptor donde el 23.87 es el resultado medido promedio con una ponderación del 8.69% un total del 10% [18] .

5.5 Calidad de la señal de la TDT

En base a los niveles de cobertura y parámetros de protección que se ha realizado para lograr la adopción del sistema que se estudia se puede mencionar que el sistema BRASILEÑO de TV digital terrestre se da las siguientes condiciones [16]:

- Que dé prioridad a soluciones innovadoras a partir de elementos estandarizados, inter- operables y en sintonía con la cultura digital .
- Que haga más accesible el precio de los terminales de acceso para las clases A, B, C.
- Que reúna la mayoría de los intereses de los diversos actores involucrados .
- Que permita una implantación gradual, minimizando los riesgos y que pueda ser aplicado en otros países.

En el siguiente grafico se podrá dar unas especificaciones técnicas mínimas de los televisores para recepción Full-Seg de televisión digital terrestre para el Ecuador, con respecto al formato de salida de video, relación de aspecto y resolución [17]:

Formato	Relación de Respecto	Resolución
525i (480i)	4:3	720x480
525i (480i)	16:9	720x480
525p (480p)	16:9	720x480
750p (720p)	16:9	1280x720
1125i (1080i)	16:9	1920X1080

Tabla 5.2 Aspectos de SBTVD

5.6 Modelo en base a la capacidad del canal

Con la finalidad de estimar la disposición de los hogares para realizar inversiones destinadas a reponer el equipo de televisión y los factores que pueden influir en la probabilidad de tomar decisiones,el objetivo es encontrar la probabilidad de que un acontecimiento suceda cuando se realiza la recepción del sistema en base a la capacidad del canal para obtener la señal digital. Para dicho efecto se establece dos modelos que cumplen la siguiente especificación metodológica [12]:

Probabilidad de tener televisión en casa

Un factor determinante de que un hogar adquiera un televisor en el lapso de 12 meses, es sin duda la importancia que le dan a este servicio en su vida diaria. Se estima que dicha adquisición de un televisor es alrededor de un 4% [8].

Disposición de comprar un televisor por un valor mayor

El factor que determina el índice de activos a una mayor probabilidad de estar dispuesto a pagar por un televisor cuyo valor supera al valor que se considere, aumenta en probabilidad en un 14% respecto a la compra de televisores [8] .

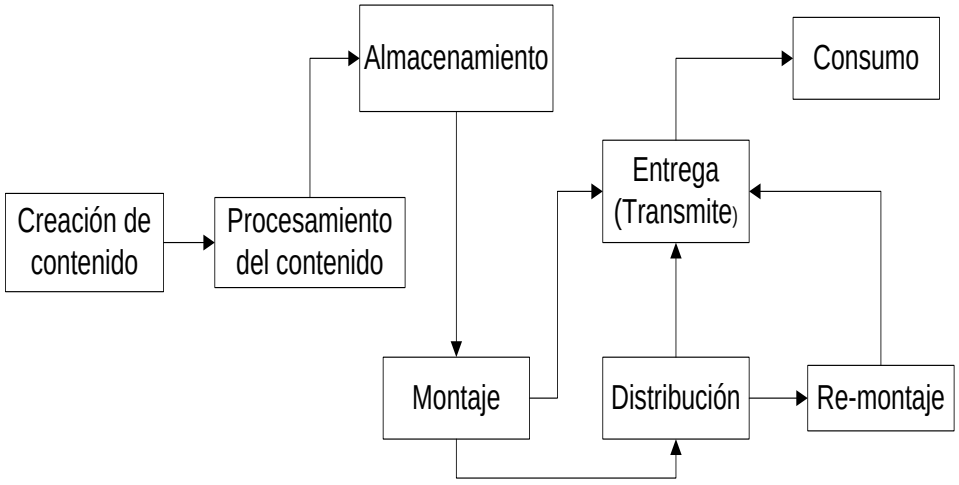


Figura 5.1 Canal de valor de la TDT

5.7 Antenas convencionales

La norma Japonesa adoptada por BRASIL es de carácter libre y democrático, tomando en consideración que la antena receptora la cual se instalara en casa hace uso de la mejor programación que ofrece los programas de televisión para lo cual donde para obtener esta mejor resolución tendrá que ser capaz de la utilización de diferentes tipos de antenas. A continuación mencionaremos los tipos de antenas para obtener la mejor resolución del sistema SBTVD [14] [17]:

Antenas para medición de cobertura

Cualquier tipo de antena receptora que se ha utilizada para las mediciones de cobertura debe ser calibrada con un dipolo normalizado montado sobre un mástil a una altura predeterminada sobre el nivel del suelo. Las antenas utilizadas para las mediciones de cobertura están normalmente orientadas hacia la torre de transmisión, en la dirección de máxima señal y las mediciones de cobertura de intensidad de campo se realizan con una antena a una altura de 9,1 m sobre el nivel del terreno [15]

Antena Interna

La capacidad de capturar la señal de una antena interna es menor que la antena externa, pero su uso es más práctico. Es a consejable a los lugares más cercanos al punto de transmisión. Dando a conocer que el interior debe existir una antena UHF , ya que para conocimiento de los usuarios es de tipo mariposa. Al elegir una antena que no es la adecuada la señal llega con ruido y la imagen tiene pequeñas perdidas y el audio se pierde [15].

Antena Externa

Se utiliza generalmente en los lugares más distantes de las torres de transmisión y las zonas bajas o edificios de piso bajo, ya que

tiene la mayor intensidad de señal en comparación con una antena interna ; cuanto más lejos desde el transmisor la antena debe ser mayor , cuanto más cerca del punto de transmisión menor será la antena externa [15].

Antena Colectiva

Un sistema de antena colectiva está formado de dos partes que se mencionara a continuación:

Captación

Para el caso de la televisión digital es necesario el proceso para el cambio de la banda de frecuencia en la cual están trabajando, recordando que el tratamiento de la señal una vez recibida por la antena es por medio de un cable coaxial apropiado [15] [17].

Procesamiento de Señales

El procesamiento de la señal en el interior debe ser libre de interferencias y de la humedad; en este punto es donde los mezcladores , amplificadores y filtros cuya funciones es recibir, combinar, ecualizar y amplificar la señal recibidas preparándolas para su distribución [15] [17].

5.8 Validación de los niveles de cobertura

La implementación de la televisión digital terrestre en los países que adoptan se demuestra los siguientes propósitos obteniendo resultados positivos o una validación aceptable a los usuarios [17]:

- Fomentar la inclusión digital
- Actualizar y revitalizar el sector de radiodifusión
- Optimizar el uso del espectro de radio frecuencia
- Mejorar la calidad de imagen y video

Otro punto importante con respecto a la validación del SBTVD se centra en el estudio de la dimensión socio económico, como se menciona a continuación [9] [17]:

Aspectos Sociales: Identificando el potencial de aceptación de la sociedad para la TV digital y su uso como instrumento de promoción de la cultura digital.

Aspectos educacionales: Identificando el potencial de uso de la Tv digital como un instrumento de apoyo a la educación a distancia.

Aspectos Tecnológicos: Buscando identificar las tecnologías y los modelos de servicios que pueden ser ofrecidos y desarrollados en conjunto con otros países.

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESTANDARES

6.1 Comparación técnica de los estándares

Las principales comparaciones técnicas se puede observar en las siguientes tablas, donde se ha resumido de manera eficiente dando lugar a un análisis concreto, se menciona a continuación.

	ATSC	**ISDBT**	**DVB-T/H**	**SBTVD-T**	**DMB-T**
Cable y satélite	No	Si	Si	Si	No
Codificación	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4	MPEG-2
Movilidad	No	Si	Si	Si	Si
Redes de frecuencia única	Solución propietaria	Si	Si	Si	Si
Canal de alta definición	1	1/2	1/2	1	1
Recepción HDTV Movimiento	No	Posible	Solo SDTV	Posible	Posible
Recepción portátil con sistema fijo	No	Posible	No	Posible	No

Tabla 6.1 Comparación técnica de los estándares [19]

	ATSC	ISDBT	DVB-T/H	SBTVD-T	DMB-T
Ancho de canal	6 MHz no restrictivo	6 MHz cualquier servicio	8 MHZ, pero para 7 y 6 MHz	6 MHz ancho de banda y segmento, de 429 KHz	6 y 8 MHz
Modulación	8-VSB para transmisión.	Bandas VHF y/o UHF COFDM con PSK/QAM	QPSK o diferentes niveles de QAM	DQPSK. QPSK,16 QAM, 64 QAM.	TDS-OFDM para definición estándar, 8VSB para alta definición
Video	Muestreo 4:2:0, resolución 8 bits	MPEG-2	MPEG-2, muestreo 4.2.0.	MPEG-4/H.264 AVC	MPEG-2/MPEG-4
Audio	Sonido multicanal: 1, 2, 3,4 o 5.1.	MPEG -2	Estéreo multilenguaje, sur round 5.1	MPEG-4/H.264 AAC	MPEG-2/AVS
Resolución, vertical/ horizontal.	1080/1920 pixeles	1152/1920 pixeles	1152/1920 pixeles	1080/1920 ; pixeles	720/1080 pixeles

Tabla 6.2 Comparación técnica de los Estándares [19]

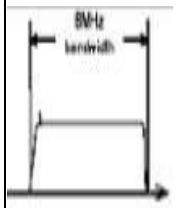
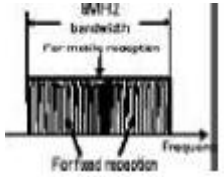
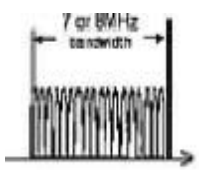
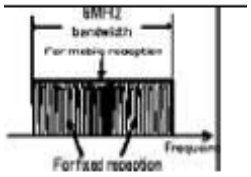
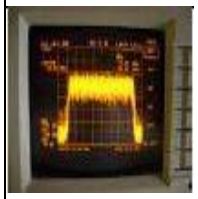
	ATSC	ISDBT	DVB-T/ H	SBTVD-T	DMB-T
Interactividad	No	No	Si	Si	Si
Compatibilidad con GSM/WCDMA	No	No	Si	No	No
Canales de Tv en celulares	0	1	Hasta 30	1	15
Carga digital	19Mbps fija	Flujo binario variable entre 4.98 y 31.67	Variable 3-23 Mbps	Tasa de transmisión varía entre 3.65 y 23.23 Mbps	4-28Mbps varia en canal de 8MHz
Sistema de transmisión					
Sistema de alerta de Radiodifusión	Imposible	Posible	Imposible	Posible	Imposible

Tabla 6.3 Comparación técnica de los Estándares [19]

Con respecto a la **Tabla 6.1,** realizamos la comparación técnica entre los estándares o patrones de televisión que cada uno de estos estándares tiene algo en común, pero de igual manera existe cualidades que los diferencian uno de otro.

Un punto donde nos enfocamos es el tipo de redes de frecuencia que utilizan estos estándares, ya que el sistema Brasileño utiliza redes d frecuencia única permitiendo que los transmisores emitan la misma señal y la misma frecuencia, para garantizar un mejor consumo del Espectro Radioeléctrico.

Y con respecto a la parte codificación donde el estándar hibrido (Japonés-Brasileño) se destaca en la parte de audio y video. Y en la parte de recepción podemos comparar que el sistema europeo es posible en definición estándar, mientras que los otros sistemas son posible en alta definición, igual similitud existe entre Japonés y Brasileño respecto a la recepción portátil con sistema fijo.

En la **Tabla 6.2**, hacemos referencia al ancho del canal, donde vemos diferencia entre los Estándares principalmente el sistema

Brasileño el cual utiliza 6 MHz de ancho de banda con 13 segmentos donde cada uno de ellos con frecuencia de 429 KHz, además un espacio de guarda (one -seg) para eliminar la interferencia de canales de adyacentes.

Observamos que el Estándar Brasileño se utiliza cuatro tipos de modulación para la característica anti ruido y la cantidad de información, respecto a la resolución de imágenes es el más avanzado y sofisticado, que presenta imágenes de tipo cinematográfico.

En la **Tabla 6.3**, para el sistema de transmisión el estándar Brasileño a través de la modulación OFDM permite mayor robustez contra multitrayecto causado por montañas, edificios, etc.
Adicionalmente proporciona robustez a múltiples interferencias (“fantasma").

El otro ítem se refiere a la accesibilidad, portabilidad y movilidad donde el sistema que cumple esto requerimientos de manera muy adecuada para el usuario es el sistema Brasileño.

6.2 Características de los estándares de TDT

Se menciona las siguientes características de los siguientes estándares importantes a nivel mundial:

DVB-T

- Se enfoca a la orientación de movilidad y convergencia multimedia [19].
- Admite su empleo en redes de multifrecuenciales (MFN) ,como en redes de frecuencia única (SFN) donde todos los transmisores están sincronizados en términos de bit , frecuencia y tiempo, es decir todos emiten lo mismo a la vez y en la misma frecuencia , lo que trae como ventaja mayor eficiencia en el espectro [19].
- Ofrece un elevado grado de inmunidad frente a las señales reflejadas o a la propagación multitrayectoria. Adopta para la compresión y multiplexación MPEG-2, para audio y video utiliza el MPEG-1 capa 1.Ademas permite la recepción móvil de televisión [19].

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- Conducirá a los precios más bajos para consumidores y radiodifusores [19].

- Permite el menor costo de equipamiento de recepción para los televidentes gracias a sus mayores economías de escala mundial [19].
- La interactividad del estándar DVB-T y sus menores costos ampliaran la posibilidad de brindar soluciones a amplios sectores de la población de teleeducación, gobierno electrónico, acceso a internet, entre otras aplicaciones [19].

Ventajas:

- Permitirá el acceso a través de televisores y teléfonos celulares a un amplio abanico de servicios interactivos similares a los que se brinda vía internet [19].
- Bajo costo, es el estándar más utilizado y origina economías que redundan en menores costos [19].
- Flexibilidad, es un estándar abierto que permite una mayor diversidad de modelos posibles y alta definición [19].
- Movilidad, facilita la Tv digital móvil en forma sinérgica con GSM Y 3G, a través de DVB-H [19] .

ATSC

- Dirigido a la difusión de la televisión de alta definición y recepción fija [19].
- Difíciles condiciones de multitrayectoria, principalmente en el centro de la ciudad y la respuesta de canal de comunicaciones llega a ser distorsionada, utilizando ecualizadores en uso excesivo en los receptores [19].
- Adopta para compresión y multiplexación MPEG-2 , para video y Dolby Digital AC-3 para audio. Interfaz de aire menos robusta [19].

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- La alta definición para la Tv abierta, libre y gratuita [19].
- Permite mayor inclusión social ya que al cubrir mayor distancia con un solo transmisor, garantiza la recepción de la Tv digital libre y gratuita. Además promueve una constante baja de precios en los receptores [19].
- Permite recibir las señales de la Tv de aire, tanto conectados a una antena de aire, a un cable analógico [19] .

Ventajas:

- Garantizar una real inclusión social, al prever receptores de bajo costo para usarse en los receptores de Tv analógico [19].
- En términos de población, el número de personas atendidas por TDT es actualmente equivalente en ambos estándares ATSC y DVB-T [19].
- Esta norma fue diseñado con la orientación a la alta definición HDTV, más no es restrictiva con los otros estándares formativos [19].

ISDB-T

- Es dirigido a la robustez de la señal, la movilidad y la portabilidad, tanto para imágenes de alta calidad (HDTV) como para baja calidad (SDTV) y pequeñas pantallas como celulares, LCD, etc. [19].
- Utiliza redes de frecuencia única, que permiten la utilización eficiente del espectro radioeléctrico [19].

- El estándar a través de la modulación OFDM permite mayor robustez contra multitrayecto causado por montañas, edificios, etc. [19].
- Adopta para el sistema de compresión de audio y video MPEG-2[19].
- Para la interactividad, define conexiones de datos con el internet como un canal de retorno a lo largo de varios medios de comunicación [19].

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- Ofrece ventajas sustanciales en cuanto a servicios, cobertura, robustez y mejor aprovechamiento del espectro.
- Mayor costo en la adquisición de receptores en comparación con los otros estándares y ofrece un decodificador one-seg y puede ser incorporado fácilmente a cualquier dispositivo portátil con pantalla [19].

Ventajas:

- Es un sistema robusto y flexible .Es importante resaltar que HDTV o SDTV y la recepción por celular puede ser transmitido simultáneamente en un canal [19].

- Presenta flexibilidad de servicio con el OFDM segmentado, e incluye hasta ocho programas de SDTV en los 6 MHz de ancho de banda de canal a una tasa de 2 Mbps [19].
- Provee el sistema de alerta de radiodifusión que activa los receptores digitales y permite una solución eficaz, y como resultado una guía de programación electrónica [19].
- Cuenta con una mayor inmunidad a las señales provenientes de multitrayectoria como son los ecos [19].

DMTB

- Combina la propagación de espectro de frecuencia ortogonal y la división de tecnologías de transmisión múltiple .Es fusión de tecnologías del estándar Americano y del europeo.
- Utiliza redes de frecuencia única y múltiple, no define códec de compresión [19].

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- La oferta al País se traduce en las economías de escala y las garantías de cubrir el territorio nacional [19].
- Es capaz de proporcionar los servicios con alta velocidad de transmisión de datos y movilidad [19].

- Capacidad para la televisión interactiva, la transmisión de la señal en alta definición o de definición estándar, en ambientes fijos o móviles, así como en otros servicios multimedia [19].

SBTVD

- Técnica de corrección de errores que no son posibles de aplicar en señales analógicas [11].
- Compresión de señales de video y audio en banda ancha.
- Transmisión de datos de alto rendimiento y facilidad para la codificación de señales [11] .
- Planificación de canal simplificado y transmisión de baja potencia [11].
- Ser compatible con servicios análogos existentes y otros servicios digitales, abarcar un área suficientemente amplia para asegurar la satisfacción de requerimientos futuros, acomodar redes de frecuencia única [11].
- Servicios interactivos y de acceso a la sociedad de la información, como la realización de trámites administrativos, participación en concursos, encuestas, etc. [11].

- Versión original, elección de idioma y subtítulos. Además visión multicámara para acontecimientos deportivos.
- En MPEG-4 tiene más recursos, uso del middleware ginga que ofrece código abierto y libre, además de interface con internet e interface gráficas.

6.3 Fortalezas de los Estándares

Recordando que Brasil emplea su propio estándar que es una variación del estándar Japonés y se denomina SBTVD-T (Sistema Brasilero de Televisión Digital Terrestre). Estos estándares tienen su propia característica que hacen que cada uno de ellos requieran sus propios equipos de recepción particulares , esto se traduce que si se requiere que la televisión abierta sea un servicio para todos es necesario que tanto el canal de televisión como los televidentes deben contar con el mismo estándar de televisión digital. A continuación se presenta los aspectos (Fortalezas) que más destacan a cada uno de estos estándares mundiales de la televisión digital terrestre [3]:

ESTANDARES	FORTALEZAS
ISDB-T	Portabilidad, Movilidad
DVB-T	Interactividad, Desarrollo de aplicaciones multimedia
ATSC	Alta definición , HD en puntos fijos
DTMB	Alta definición , movilidad, portabilidad
SBTVD	Destaca la posibilidad de combinar transmisiones de alta definición con las de definición estándar en un mismo canal.

Tabla 6.4 Fortalezas de los estándares [3]

CONCLUSIONES

1. La implementación del SBTVD ampliara significativamente el número de canales de TV abierta y propiciara el desarrollo de nuevos negocios multimedia estableciendo las directrices y estrategias para la implementación de la tecnología digital en el servicio de radiodifusión de sonidos e imágenes .

2. El desarrollo del SBTVD estimula la tecnología y la industria nacional en el estímulo a nuestro comercio exterior y a la generación de saldos comerciales, además debe ser lo bastante flexible para que las emisoras puedan escoger esquemas de programación y modelos de acuerdo a su conveniencia especialmente con respecto a la regionalización favoreciendo adaptaciones y evoluciones a largo plazo.

3. La definición del sistema que será adoptado deberá ocurrir tan pronto como se concluya un análisis detallado de los aspectos tecnológicos , regulatorios , social, industrial, económica y de acometividad internacional , logrando como resultado cubrir todas las areas de cobertura equivalentes a la de la televisión analógica.

4. Los resultados de las pruebas muestran que la propagación de la señal es apropiada por la buena recepción cuando no hay obstrucción debido a las características del relieve, en los puntos sombras a causa de la existencia de obstrucción será necesario efectuar la corrección por medio del uso re transmisores. Otro hecho es el uso de la antena interna que exige que la señal este por lo menos 20dB por encima de una señal captada con antena externa.

5. Los estándares de compresión de audio y video del sistema Brasileño de TV digital garantizan la implantación de un sistema lo más próximo posible aprueba de futuro sin ligados y con flexibilidad en la elección del subconjunto de parámetros adecuados para la prestación de cada tipo de servicio, indicando que la correcta selección de los parámetros garantizara la legibilidad de los receptores.

6. El despliegue de la televisión digital terrestre a nivel mundial se ha realizado en la banda UHF , originando el acceso gratuito a la televisión. Se mantiene generando cambios en la forma de ver televisión permitiendo maximizar el acceso al conocimiento , fomentando la investigación en el ámbito tecnológico , al servicio de los diferentes sectores del PAIS considerando la utilización del Plan Nacional de Frecuencias .

7. El cambio a la televisión digital tiene importancia a que incide en términos de costos para las operadoras , lo cual se puede reducir si se establecen estrategias de asociación que permitan compartir la infraestructura , admitiendo básicamente que la transmisión del sistema deberá ser de un solo nivel de calidad. En lo posible se mejora la recepción utilizando antenas receptoras, ya sean fijas, en interiores o de bolsillos.

RECOMENDACIONES

1. La televisión digital incorpora lo que se llama interactividad lo cual no debemos olvidar el concepto de televisión ya que ofrece a los televidentes contenidos de distracción e información , mediante la guía de programación electrónica que ofrece el estándar SBTVD se debe considerar facultativamente la multiprogramación y una gama de opciones de servicios mediante lo llamado reconfiguración del sistema.

2. Que las normas del sistema adoptado para la radiodifusión terrenal de televisión digital deban sustentar servicios de televisión en la gama de niveles de calidad cuyo nivel más alto es la televisión en alta definición, tomando come referencia un solo nivel de calidad y ajuste por escalón para los tipos de recepción y transmisión que se realizara con mucha importancia a la robustez del sistema.

3. Se toma en cuenta que el sistema que se adopta permite facultativamente el funcionamiento de red de frecuencia única, sin excluir las transmisiones. Además las operadoras que ofrezcan este sistema deberán tomar en cuenta ciertos servicios eligiendo la tecnología más adecuada para realizar convenios con otras operadoras para transmitir la misma señal que abarca una gran cobertura.

4. Se recomienda que el middleware que va a utilizar las empresa sea libre, debido que este servicio permite la utilización de tres estándares de televisión digital, logrando la interoperabilidad entre los tres sistemas, además se ha de definir claramente el marco reglamentario y los servicios distintos de radiodifusión que se esté llevando a cabo, respecto al convertidor que se utilizara para la recepción de la señal deberá ser elegido de acuerdo a la situación económica de cada usuario.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Brasil, TV Digital en 4 horas, http:// www.cpqd.com.br, fecha de consulta Mayo 2012.

[2] Empresa de comunicacion Brasileña, Canales digitales, http: //agenciabrasil.ebc.com.br, fecha de consulta Mayo de 2012

[3] Agencia nacional de telecomunicaciones, Anatel, http:// www.anatel.gov.br, fecha de consulta Junio 2012

[4] Ministerio de comunicaciones, Controles oficiales de energía, http:// www.mc.gov.br,fecha de consulta Junio 2012.

[5] Asociacion brasileña de normas técnicas, Normas técnicas, http=//www.abnt.org.br, fecha de consulta julio 2012.

[6] ABNT catalogo, Concepto en sistema radiante, http=// www.abntcatalogo.com.br, fecha de consulta Julio 2012.

[7] Conatel, Bandas de frecuencias en el Ecuador, http=// www.conatel.gov.ec, fecha de consulta Julio 2012.

[8] Supertel, Plan de desarrollo de capacidades en TDT, http:// www.supertel.gov.ec, fecha de consulta Julio 2012.

[9] Chile TV, Documento sobre accesibilidad a la TV digital, http=//www.chiletelevisiondigital.com, fecha de consulta Julio 2012.

[10] Tutorial, Operación e interactividad en la Tv digital, http=// www.teleco.com.br, fecha de consulta Julio 2012.

[11] Fórum SBTVD, Foro de la Tv digital terrestre brasileña, http=// www.forumsbtvd.org.br, fecha de consulta Agosto 2012.

[12] Servicios y sistemas, Documentos de armonización de hardware, http:// www.servisystem.com.ar, fecha de consulta Agosto 2012.

[13] Broadcatable, Caracterización conformada para la recepción de TDT, http=//www.broadcastable.com.br, fecha de consulta Agosto 2012

[14] OSCAR PISCIOTA, Serie de materiales de investigación, http://npisciota@ubp.edu.ar , fecha de consulta Agosto 2012

[15] Dr. Guillermo Kemper, TDT consideraciones sobre los codificadores de video MPEG-2 y MPEG-4, http://www.atsdr.cdc.gov , fecha de consulta Agosto 2012.

[16] Carlos Alberto Ramírez Behaine, Revista de ingenierías universidad de Medellín, http:// revistaingenierias@udem.edu.co , fecha de consulta Agosto 2012.

[17] Dr. Miguel Angel Martinez Diaz, Guia para el usuario de la televisión en alta definición, http://www.digitalc.ec, fecha de consulta Agosto 2012.

[18] ING. Giuseppe Blacio Abad, Principios de televisión digital, http:// gblacio@espol.edu.ec, fecha de consulta Octubre 2012.

[19] Chile TV, Comparación técnica de los estándares, http:// www.chiletelevisióndigital.com , fecha de consulta Octubre 2012