



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**“TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TV DIGITAL PARA  
DISPOSITIVOS MÓVILES”**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación**

**TESINA DE SEMINARIO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

Presentado por:

Nakira Pamela Valencia Ortiz  
Roberto Andrés Constante Sánchez

GUAYAQUIL – ECUADOR

2012

## **AGRADECIMIENTO**

Con lo más noble de nuestros sentimientos agradecemos a Dios, Todopoderoso, por ser el guía en el diario caminar de nuestras vidas, habernos llenado de fortaleza y sabiduría para poder realizar este Trabajo de Graduación, y permitido que lo finalizáramos con éxito.

Y a todas las personas que conforman la familia de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, de manera especial al Ing. César Yépez, instructor del seminario de graduación, porque sin la impartición de sus conocimientos y experiencias nada de esto hubiese sido posible.

## DEDICATORIA

Dedicamos esta Tesina a los creadores de nuestras vidas, nuestros padres, por habernos brindado su apoyo incondicional durante el transcurso de desarrollo del mismo y por habernos hecho sentir en todo momento que contábamos con su paciencia y respaldo para enfrentar los obstáculos que se nos presentaban.

De igual manera, a todas las personas que de una u otra forma aportaron en forma especial con su granito de arena, ya sea física o anímicamente.

## **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

ING. CÉSAR YÉPEZ.

**PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

---

DR. FREDDY VILLO

**PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA**

## DECLARACIÓN EXPRESA

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

---

Nakira Pamela Valencia Ortiz

---

Roberto Andrés Constante Sánchez

## RESUMEN

En este análisis nos enfocamos en el desarrollo de la televisión desde sus orígenes analógicos hasta su conversión en televisión digital, haciendo énfasis a la parte de la transmisión a dispositivos móviles con sus tecnologías óptimas de modulación de señales, resaltando el sistema implementado por el estándar japonés ISDB-T, One Seg, que actualmente es el que se está implementando en Ecuador junto con la colaboración y acuerdos establecidos con Brasil y Japón.

También hacemos una revisión de los diferentes estándares de televisión digital para estaciones fijas y receptores móviles, tomando en cuenta los aspectos que se deben considerar para un diseño de una plataforma inalámbrica de cobertura de televisión y los factores que pueden llegar a afectar la prestación del servicio como puede ser falta de cobertura, efecto Doppler, etc.

Finalmente se hace un análisis profundo del impacto que puede provocar en el Ecuador la implementación de televisión digital terrestre a nivel social, tecnológico y monetario, con su funcionalidad de transmisión a dispositivos móviles/portátiles y haciendo referencia a las ventajas y desventajas que conllevan estos cambios teniendo en cuenta como ha sido el comportamiento de los habitantes en otros países donde ya han experimentado esta transición y presentando una proyección según datos de instituciones públicas y privadas de cuándo y de qué manera se va a dar el famoso apagón analógico.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS Y SIIMBOLOGÍAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE TELEVISIÓN

1.1 Historia de la TV.....	2
1.2 Televisión digital.....	4
1.2.1 Televisión digital terrestre.....	6
1.3 Televisión móvil.....	7
1.4 Tipos de TV móvil.....	10

CAPÍTULO 2. ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL

2.1 ATSC.....	13
2.1.1 Antecedentes Generales.....	13
2.1.2 Sistema ATSC.....	14
2.1.3 ATSC Móvil/Portátil.....	16
2.1.3.1 Transmisión RF.....	18
2.1.3.2 Servicio de Multiplexación y Transporte.....	20

2.1.3.3	Anuncios.....	20
2.1.3.4	Dispositivos de Aplicación.....	21
2.1.3.5	Eficiencia y Servicio de Protección.....	22
2.1.3.6	Codificación AVC y SVC de Video.....	23
2.1.3.7	Codificación de Audio.....	24
2.2	Sistema DVB.....	25
2.2.1	Antecedentes.....	25
2.2.2	Estándar DVB.....	26
2.2.3	Sistema DVB-T.....	27
2.2.4	Sistema DVB-H.....	29
2.2.4.1	Características del Sistema.....	30
2.2.4.2	¿Cómo funciona DVB-H?.....	31
2.2.5	Sistema DVB-SH.....	32
2.2.5.1	Subsistemas y Problemas de DVB-SH.....	35
2.3	Sistema ISDB.....	35
2.3.1	Descripción General.....	35
2.3.2	Características de ISDB-T.....	37
2.3.3	ISDB-Tb.....	39
2.3.4	Modulación BST-OFDM.....	41
2.3.4.1	Ortogonalidad.....	43
2.3.4.2	Ventajas y Desventajas.....	43
2.3.5	Interleaving.....	44



2.3.5.1	Tipos de interleaving.....	45
2.3.6	ISDB-Tmm.....	48
2.3.6.1	Principales características técnicas.....	48
2.3.6.2	Servicios.....	49
2.4	Análisis Comparativo de los Estándares en Dispositivos Móviles.....	51
2.4.1	Sistema de Transporte y Multiplex.....	52
2.4.2	Audio.....	52
2.4.3	Relación señal a ruido (SNR).....	52
2.4.4	Técnica frente a los errores de ráfaga.....	53
2.4.5	Radio de Cobertura.....	54
2.4.6	Robustez ante Propagación de Multitrayectoria.....	56
2.4.7	Recepción Bajo Condiciones de Movilidad.....	56
<b>CAPÍTULO 3. ONE SEG</b>		
3.1.	Definición y Características.....	58
3.2.	Ecuación para calcular velocidad de transferencia de un segmento.....	60
3.3.	Formas de Recepción de transmisiones One-Seg.....	61
3.4.	Filtros y Control de Ruido en Dispositivos Móviles.....	65
3.4.1	Integrado MAX2160/EBG.....	65
3.4.1.1	Conexiones Internas.....	66
3.4.1.2	Especificaciones y Características.....	68
3.4.2	Integrado MAX2163.....	70
3.4.2.1	Especificaciones.....	71

3.4.2.2 Operaciones Adicionales de MAX2163.....	71
3.4.3 Integrados MAX21617/MAX2162.....	73
3.5. Tecnología de Interactividad y Contenidos para su difusión.....	74
3.6. Especificaciones de Receptores One-Seg.....	78
3.7. Equipos móviles basados en el estándar ISDB-T.....	86
CAPÍTULO 4. PROBLEMAS Y RETOS EN LA RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TV MÓVIL	
4.1. Predicción de área de cobertura para estación de TV Digital en ISDB-T.....	93
4.1.1 Parámetros a revisar para la implementación de sistema.....	96
4.1.1.1 Factor de Rugosidad.....	97
4.1.1.2 Cálculo de la altura media del terreno (HMT) para tv digital..	97
4.1.1.3 Parámetros de la antena.....	98
4.1.2 Área de Cobertura.....	98
4.1.3 Intensidad de campo.....	99
4.1.3.1 Cálculo potencia radiada efectiva (PIRE).....	100
4.1.4 Factores que pueden afectar la transmisión.....	101
4.2. Interferencia en Canales Adyacentes.....	102
4.2.1 Distribución geográfica para televisión abierta en UHF.....	102
4.2.1 Canales de televisión concesionados por provincias.....	105
4.2.3 Uso del espectro radioeléctrico.....	106
4.2.4 Protección contra interferencias.....	107
4.3. Efecto Doppler.....	108

4.3.1	Análisis matemático del efecto en ondas electromagnéticas.....	109
4.3.2	Frecuencia Doppler cuando usamos arreglo de antenas rotacionales..	110
4.3.3	Ventajas en la transmisión con ISDB-T.....	113
4.3.3.1	ISDB-T ante Efecto Doppler.....	113
4.3.3.2	Acceso móvil desde un tren bala.....	113
4.4.	Ahorro de energía en receptores móviles para One-Seg.....	115
4.4.1	Selección adaptativa en recepción móvil.....	117
<b>CAPÍTULO 5. TDT MÓVIL EN ECUADOR Y PERSPECTIVAS PARA ONE SEG</b>		
5.1.	TDT en Ecuador.....	120
5.1.1	Plan de desarrollo de capacidades TDT.....	123
5.2.	¿Cuál es el mejor modelo regulador de TDT móvil para el Ecuador?.....	125
5.3.	Ventajas y Desventajas.....	129
5.3.1	Ventajas.....	130
5.3.2	Desventajas.....	133
5.4.	Reducción de la brecha digital.....	134
5.5.	Inclusión Social.....	140
5.5.1	E-Inclusión.....	141
5.5.2	Inclusión digital es inclusión social.....	143

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

- AES: Advanced Encryption Standard (Estándar avanzado de encriptación avanzada).
- ARIB: Association of Radio Industries and Businesses
- ATSC: Advanced Television Systems Committee (Comité de sistema de televisión avanzada).
- BSTO-OFDM: Band Segmented Transmission-Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
- DIBEG: Digital Broadcasting Experts Group.
- DMB: Digital Media Broadcasting
- DVB: Digital Video Broadcasting
- DVB-H: Digital Video Broadcasting Handheld
- DVB-T: Digital video broadcasting terrestre.
- EPG: (Electric Program Guide) Guía electrónica de programas
- ETSI: European Telecommunication Standard Institute (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones).
- EWS: Emergency Warning System (Sistema de avisos de emergencia).
- FEC: Forward error correction (Corrección de errores de hacia adelante).
- HDTV: Televisión Digital de Alta Definición
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos).

- IPTV: Internet Protocol Television (Televisión sobre el protocolo IP).
- ISDB: Integrated Services Digital Broadcasting (Radiodifusión Digital de Servicios Integrados)
- ISDB-Tb: Integrated System Digital Broadcasting Terrestrial, Brazilian version
- JPEG: Joint Photographic experts group
- MPEG: Moving Picture Experts Group
- MPE-FEC: Multi Protocolo Encaptulation/ Forward Error Correction.
- NeoTVLab: laboratorio de nuevas tecnologías aplicadas a la televisión de la UNTREF
- NTSC: National Television System Committee (Comité nacional de sistema de televisión)
- PAL: Phase Alternation Line (Línea de fase alternada).
- SECAM: Sequentiel Couleur A Memorie (Color secuencial con memoria).
- PDA's: Personal Digital Assistant (Organizador personal o una agenda electrónica de bolsillo).
- RS-CRC: Reed Solomon – Cyclic Redundancy Check
- SNF: (Single frequency network) Red de frecuencia única
- SBTVD: Sistema Brasileiro de Televisão Digital (Sistema Brasileño de Televisión Digital)
- Telco: Nombre genérico utilizado para designar a una gran empresa de telecomunicaciones.
- TIC: Tecnologías de la información y la comunicación

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Fig. 1.1: Disco de Nipkow.....	2
Fig.1.2.1: Antena UHF.....	7
Fig. 2.1.2: Sistema ATSC.....	15
Fig. 2.1.3: Arquitectura del Sistema ATSC.....	17
Fig. 2.1.3.1: Proceso de Transmisión.....	18
Fig. 2.2.1: Cobertura Consorcio Mundial DVB.....	26
Fig. 2.2.3: Diagrama general del Sistema DVB-T.....	28
Fig. 2.2.4.2: Estructura del Receptor DVB-H .....	31
Fig. 2.2.5: Arquitectura de transmisión del Sistema DVB-SH.....	34
Fig. 2.3.2: Estructura segmentada y recepción parcial. ....	37
Fig. 2.3.4.1: Portadoras en los segmentos BST-OFDM.....	41
Fig. 2.3.4.2: Transmisor modelo de sistema OFDM. ....	42
Fig. 2.3.4.3: Receptor modelo de sistema OFDM... ..	42
Fig. 2.3.5: Ejemplo de corrección Interleave .....	45
Fig. 2.3.5.1.1: Efecto del time Interleave.....	46
Fig. 2.3.5.1.2: Reducción de consumo de energía.....	47
Fig. 2.3.5.1.3: Efecto del Frequency Interleave.....	47
Fig. 2.3.6.2: Estructura del sistema de transmisión de datos.....	50
Fig. 2.4.3: Relacion señal ruido.....	52
Fig. 2.4.5: Comparación de la propagación de la señales.....	55
Fig. 3.1: Esquema de funcionamiento One-Seg.....	59

Fig. 3.3.1: Formas de Recepción One-Seg.....	62
Fig. 3.3.2: Celulares con ISDB-T One-seg vendidos en Japón.....	63
Fig. 3.4.1.1: Frecuencia vs Ruido. ....	66
Fig. 3.4.1.1.1: Diagrama del retorno a tierra de los componentes.....	67
Fig. 3.4.1.1.2: Diagrama interno del MAX2160/EBG de Maxim .....	68
Fig. 3.4.1.2.1: Respuestas de Frecuencia intermedia .....	70
Fig. 3.5.1: Activación en la recepción móvil de EWBS.....	75
Fig. 3.5.2: Publicidad e interactividad con el usuario en One-Seg.....	76
Fig. 3.5.3: Aplicación para televisión móvil interactiva.....	77
Fig. 3.7.1: Servicio de One-Seg en un equipo celular.....	87
Fig. 3.7.2: Móvil Fujitsu Foma F905i .....	88
Fig. 3.7.3: Sony One-Seg Walkman.....	89
Fig. 3.7.4: Celular móvil LG KB775.....	89
Fig. 3.7.5: Móvil Panasonic Viera P905i.....	90
Fig. 3.7.6: Móvil Samsung Galaxy S.....	91
Fig. 3.7.7: Sony Bravia TV One-Seg Impermeable .....	91
Fig. 3.7.8: Sony PSP One-Seg.....	92
Fig. 4.1: Cartas 1:100000 (1Km = 1cm) ó 1:50000 (0,5 Km = 1cm).....	95
Fig. 4.1.1: Punto de emisión.....	96
Fig. 4.1.1.1 Factor de rugosidad DH(m).....	97
Fig.4.1.1.3: Ubicación de la antena .....	98
Fig. 4.1.2: Altura de la antena de transmisión en metros .....	99

Fig. 4.1.3.1: $E_p$ (dBu/m) = $E_o$ (dBu/m) + PRE.....	101
Fig. 4.2: Ejemplo de interferencia de señal.....	102
Fig. 4.2.2: Canales de televisión vs Provincias.....	114
Fig. 4.2.3: Frecuencias UHF libre por provincias.....	107
Fig. 4.3.3.1: Respuesta de ISDB-T ante el efecto Doppler.....	113
Fig. 4.3.3.2: Método de retransmisión para trenes.....	114
Fig. 4.4.1: Procesamiento de señal en recepción banda ancha y recepción parcial....	115
Fig.4.4.2 Sistema EWS .....	117
Fig. 4.4.1: Flujo de transporte en transmisiones .....	118
Fig. 5.2: Actores Vinculados.....	127
Fig. 5.3.1.1: Ejemplo de difusión de datos y compra interactiva.....	131
Fig. 5.3.1.2: One-Seg alerta de emergencias.....	131



## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.3.2.1: Especificaciones técnicas ISDB-T.....	37
Tabla 2.3.2.2 Tipos de intercalación de datos.....	39
Tabla 2.3.6.1 Características Técnicas ISDB-Tmm.....	48
Tabla 2.3.6.2 Comparación de ISDB-Tmm con One-Seg de Japón.....	50
Tabla 2.4 Comparación de Estándares.....	51
Tabla 3.1 Principales Características técnicas de One-Seg.....	60
Tabla 3.4.2.2 Frecuencia Centrales.....	72
Tabla 3.6.1 Implementación del Middleware Ginga en un Receptor one-seg.....	83
Tabla 3.6.2 Resoluciones Obligatorias establecidas por la ARIB.....	85
Tabla 3.7 Especificaciones mínimas para equipos receptores One-Seg.....	86
Tabla 4.1.3 Clasificación de estaciones según función en UHF.....	100
Tabla 4.2.1.1 Distribución de canales por zona geográfica.....	103
Tabla 4.2.1.2 Canales en banda UHF.....	104

## INTRODUCCIÓN

Es indiscutible el avance que a nivel mundial han tenido las telecomunicaciones en los últimos años gracias al desarrollo tecnológico de los países que han permitido obtener beneficios muy representativos para las sociedades y sus economías. América Latina no es la excepción, por lo que uno de los principales retos de los gobiernos de varios países incluyendo el Ecuador es la reducción de la brecha digital.

Desde la década de los años 70 la televisión ha sido el medio de comunicación con más impacto en la sociedad y se le ha catalogado ser la responsable de los mayores cambios culturales en gran escala. La televisión digital quizás significa el cambio tecnológico masivo más radical en la industria televisiva; representa una evolución en la transmisión y recepción de programas, haciendo posible mezclar un número determinado de señales de audio, video y datos en una sola señal. La tecnología en la que se fundamenta la TDT (Televisión Digital Terrestre) ofrece una mejor calidad de imagen, haciéndola menos propensa a ruidos e interferencias de señal situación que es muy frecuente en la televisión analógica.

ISDB-T es el oficial estándar de televisión digital adoptado por el Ecuador para ser implementado en el país pero con las modificaciones brasileñas (SBTV-D), las principales diferencias entre estos sistemas serán explicadas en capítulos posteriores de este documento.

Ahora, la telefonía móvil es ya la forma de comunicación más extendida en el mundo, se estima que aproximadamente existen más de 5000 millones el número de líneas actualmente instaladas en el mundo. Hoy en día el teléfono móvil y sus derivados debido a sus variadas capacidades técnicas y al incremento de las funcionalidades soportadas como la comunicación por voz, la reproducción de contenidos multimedia, el acceso a Internet, la captura fotográfica, grabación de video, la sintonización de radio y televisión, el envío y recepción de mensajes, las redes sociales, los videojuegos, etc. es una plataforma potencial suficiente como para mantener los crecientes y múltiples servicios de comunicación que actualmente se ofrecen en el mercado.

Al unir la idea de telefonía, servicios multimedia y televisión digital en un dispositivo móvil y/o portátil se crea un nuevo concepto que genera enormes expectativas.

En el año 2006, para el mundial de futbol realizado en Alemania había muchas personas que no podían verlo cómodamente en sus casas, oficinas o algún lugar en particular, dado que por una u otra razón tenían que desplazarse por la ciudad. Por esta misma época se había implementado ya en muchos países la norma japonesa ISDB-TB, la cual incluye la señal One-Seg.

One-seg es un servicio de transmisión de audio y video digital para dispositivos móviles y portátiles. Este servicio forma parte del estándar japonés ISDB-T.

La recepción de televisión digital en dispositivos móviles abrirá un abanico de nuevos servicios para los consumidores, lo cual proporcionará nuevas vías de negocio para todos los actores de la industria audiovisual y de telecomunicaciones. Además, estos servicios son claves para el desarrollo de la Sociedad de la Información, ya que permiten el acceso universal a contenidos multimedia en cualquier lugar y momento.

Desde un visto de vista comercial, el aspecto primordial que diferencia la televisión digital de la televisión existente es la capacidad que tiene el televidente de interactuar con su equipo receptor utilizando un canal de retorno determinado. Esta interactividad propia de la televisión digital abre un abanico de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones comerciales que le permitan al usuario interactuar con el equipo mediante el intercambio de información.

Actualmente, los diversos estándares en Televisión Digital, se encuentran desarrollando aplicaciones para dispositivos móviles/portátiles, probando las funcionalidades y beneficios de interactividad que One-Seg ofrece.

# **CAPÍTULO 1**

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE TELEVISIÓN.**

Al citar el término televisión nos estamos refiriendo al sistema de transmisión y recepción de audio y video por un método de difusión, cuya señal es receptada y modulada por un dispositivo llamado televisor, para luego ser transmitida por diferentes medios como cable o de forma inalámbrica.

Etimológicamente televisión es la mezcla de la palabra griega “tele” y la latina “visio” que se entiende como visión a distancia, comúnmente abreviado como TV.

Los actuales servicios de provisión de video por medio de protocolos sobre internet y/o streaming están fuera del ámbito conocido como televisión; ya que en este tema entran en juego otros aspectos a considerar fuera del sistema de transmisión de televisión en sí. Aunque con los nuevos televisores con acceso a internet crean un campo de televisión híbrida donde se mezclan herramientas de la transmisión convencional con la información que llega desde el internet.

## 1.1 HISTORIA DE LA TV.

A mediados del siglo XIX se crea uno de los mayores inventos de la historia de la tecnología, algo que todos conocemos como televisión. Esto es gracias a los estudios y esfuerzos realizados por el ingeniero alemán Paul Nipkow que junto con el apoyo de otros ingenieros, llevaron al desarrollo de la televisión con la creación de su invento llamado Disco de Nipkow (Figura 1.1).

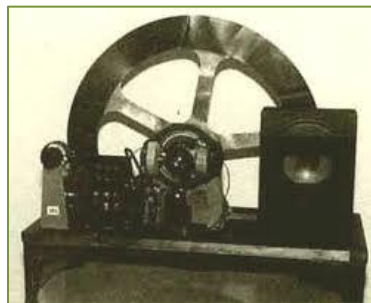


Figura 1.1 Disco de Nipkow<sup>[1]</sup>

Las primeras transmisiones realizadas por el disco se basaron en transmitir imágenes exploradas principalmente de películas y con una definición de 48 líneas. En el año de 1920 la resolución estándar del equipo era de 30 líneas, empleando un canal normal de radiodifusión, donde la totalidad del canal estaba ocupada por la señal de video, por lo que la primera transmisión simultánea de audio y video no tuvo lugar sino hasta diciembre de 1930.

En 1941 el Comité Nacional de Sistema de Televisión estandarizó el sistema NTSC, válido para todos los estados de Estados Unidos y de América Latina, basado en 325 líneas.

Posteriormente, Francia prefirió no acoger el sistema americano y en vez de eso crea su propio sistema llamado SECAM, con una definición de 625 líneas. Alemania también decide crear su sistema bajo las siglas PAL, también de 625 líneas pero con muchas mejoras en relación a los otros dos sistemas. Europa en su gran mayoría adoptó un sistema de 625 líneas. Aunque países como Francia, Inglaterra y Estados Unidos decidieron mantener sus propios sistemas de 819, 405 y 525 líneas respectivamente.

Actualmente, gracias a los avances y aplicaciones de nuevas tecnologías todos los medios de comunicación siguen avanzando; a pesar de que, un gran número de personas prefieren los medios “tradicionales” para acceder a información o diversión, esto principalmente porque no todos tienen los recursos necesarios. Si lo pensamos detenidamente, actualmente los medios de acceder a

información son totalmente diferentes a como la concebían nuestros padres o abuelos.

## **1.2 TELEVISIÓN DIGITAL**

Televisión digital no es otra cosa que el conjunto de diferentes tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales.

Anteriormente la información que llegaba a los televisores era codificada de manera analógica; el principal problema con este sistema radica en que se derrocha el espectro electromagnético. Ahora, con la televisión digital las señales son codificadas de forma binaria, la transmisión de audio y video se da a través de señales digitales, permitiendo que la utilización del espectro electromagnético sea más eficiente, debido al aumento de la tasa de transmisión de datos en la banda de frecuencias disponible, dando la posibilidad de crear aplicaciones interactivas y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan el mismo ancho de banda (6MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica pero, debido a la utilización de técnicas de compresión de señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único



programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual.

Un sistema completo de televisión digital, tiene los siguientes componentes:<sup>[1]</sup>

- Cámaras de video digitales, que trabajan a resoluciones similares y más altas que las análogas.
- Transmisión digital
- Pantallas digitales (plasma, LCD, LEDS, etc.).

Entre las principales ventajas que presenta la televisión digital con respecto a la analógica tenemos:

- Un sonido e imagen de mejor calidad, lo que viabiliza la Televisión de Alta Definición (HDTV). La resolución de la imagen en la TV analógica, que es de 400 x 400 pixels, podrá ser de hasta 1920 x 1080 pixels.
- Interacción: Si el operador brinda todas las posibilidades de interacción, con el control remoto, set top box o decodificador el televidente podrá realizar varias operaciones (consultas sobre la programación que se le está presentando, cambio del idioma, etc.) <sup>[2]</sup>
- Una mejor definición en la imagen y el sonido: Problemas como ruidos e interferencias de la señal se reducirán considerablemente, lo mismo que la presencia de dobles imágenes, usuales en la TV analógica.

- Más cantidad, variedad y calidad de los contenidos: La TV Digital permitirá más programas, los cuales serán seleccionados de una guía Electrónica de Programación, con un menú sobre la programación disponible.
- Posibilidades de crear nuevos canales: Debido a la optimización en la utilización del espectro electromagnético, existirá la posibilidad de la entrada de nuevos operadores, lo que beneficiará la democratización del servicio.
- Crecimiento de la industria de la televisión: Con la TV digital se incentivará el crecimiento de la industria en los siguientes casos:
  - ✓ Para los operadores de televisión, porque se puede establecer nuevos modelos de negocio basados en la interactividad con el usuario.
  - ✓ Para la industria electrónica, porque se requiere renovación de los aparatos receptores de televisión y la introducción de nuevos productos.
  - ✓ Para los creadores de contenidos, pues existe la posibilidad de crear nuevas vías para comercializar sus productos.

### **1.2.1 TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**

La Televisión Digital Terrestre o TDT como se la conoce, es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas UHF convencionales.



Figura1.2.1 Antena UHF convencional [2]

La TDT está llamada a sustituir, debido a sus múltiples ventajas, a la Televisión Analógica Terrestre, que es la que hasta ahora se ha estado recibiendo en la mayoría de los hogares.

### 1.3 TELEVISIÓN MÓVIL

En el año de 1980 la empresa internacional Sony lanzó al mercado un televisor portátil de tipo analógico y lo llamó el Watchman color TV. Lo deficiente de trabajar con sistemas analógicos es que las señales pueden sufrir interferencias dependiendo de las condiciones del lugar y de la instalación en donde se esté recibiendo la señal. Pero a más de eso, uno de los grandes problemas con la calidad de la señal en los televisores móviles es originado por el muy conocido Efecto Doppler, efecto que detallaremos en capítulos siguientes.

En 1990 fue aprobado el estándar para la TV Digital y las primeras emisiones fueron realizadas el 23 de septiembre de 1998. Los primeros comienzos de televisión móvil se dan entre los años 1996 y 1997 cuando una televisión alemana hizo pruebas de un servicio de DVB-T sobre un Bugatti a velocidades superiores a 300km/h. A partir de allí en diferentes regiones del mundo se han realizado investigaciones y normalización de estándares para las señales utilizadas en los dispositivos móviles.

Años después, en 1999 se intentó introducir televisión digital en medios de transporte, como por ejemplo, Mercedes introdujo receptor de DVB-T como una opción en la venta de sus vehículos, pero el consumo del DVB-T era demasiado elevado por lo que tuvieron que suspenderlo. Luego, en 2004 la ETSI aprobó el DVB-H para la emisión de televisión para dispositivos móviles como teléfonos o PDA's. En Corea del Sur la televisión móvil es ofrecida por Standard DMB. Pero los servicios para televisión móvil empezaron en el 2006 con el lanzamiento al mercado del primer móvil UMTS disponible para DVB-H.

La televisión digital en movilidad es un formato de sistemas y normas técnicas desarrolladas para que PDA's, teléfonos móviles y dispositivos pequeños de mano puedan mostrar imágenes de televisión.

Televisión móvil consiste en un servicio de difusión de televisión que se presta utilizando como soporte ondas radioeléctricas, terrestres o por satélite, y la señal es recibida en dispositivos o equipos móviles y/o portátiles. Los datos pueden ser a través de una red celular existente o de una red privada.

El uso de televisión móvil y los servicios de video digital es sistema que apenas está en sus inicios y que sin duda alguna es algo que revolucionará al mundo. Se estima que para próximos años la demanda aumentará con más de medio billón de consumidores suscribiéndose a servicios de video en sus teléfonos celulares.

La tv móvil dará paso a una experiencia más personal, privada, independiente, multimedia, interactiva y flexible, sin que el usuario tenga que estar enfrente de un aparato y en un sitio en particular para disfrutar de sus programas favoritos.

Los especialistas consideran que para los publicistas y anunciantes habrá nuevas oportunidades, al dirigir sus mensajes a públicos más específicos, a su vez deberán adaptar sus anuncios a la "nueva cultura de breves espacios televisivos", con comerciales que duren entre cinco y siete segundos.

Según Orgad, la televisión móvil reducirá su costo mediante la publicidad y en la medida en que las personas pidan información. Los productores desarrollarán contenido para la tv móvil, al principio probablemente sólo copien y peguen los programas tradicionales, pero poco a poco crearán versiones específicas. Los

productores y anunciantes tendrán que especializarse e integrar su conocimiento en las nuevas tecnologías.<sup>[3]</sup>

Con la selección del estándar ISDB-T/SBTVD, los ecuatorianos podremos acceder sin costo a la nueva señal de los canales abiertos públicos y privados en dispositivos móviles como los teléfonos celulares. Pero, al otorgar las licencias de TV móvil por suscripción la comisión deberá establecer que las operadoras de telefonía celular puedan cobrar por ofrecer en su paquete canales cerrados como Discovery, ESPN, CNN o Warner, entre otros, pero no por emitir los canales abiertos.

#### **1.4 TIPOS DE TV MÓVIL**

En el tema de la televisión móvil podemos presentar varios tipos de televisión. Estos tipos se diferencian entre según el modelo de señal que reciben, si esta señal de TV es retransmitida en directo o si se la obtiene mediante streaming.

Los diferentes tipos son los siguientes:

- a) El primer tipo a mencionar es cuando recibimos la señal que viene del aire libre por medio de las estaciones de televisión terrestre, de las cuales pueden llegar a operar en modo normal; es decir, en forma analógica o en un formato especial de transmisión de TV móvil. Esta forma de recepción de

señales es gratuita ya que para recibirla el usuario sólo necesita un dispositivo capaz de captar las ondas y reproducirlas (aunque en el caso de nuestro país necesitamos que primero se implementen estas plataformas) y entonces tal cómo funcionan los televisores normales, se dará el mismo proceso en el dispositivo móvil.

- b) La señal recibida por un servicio de televisión de pago emitido a los suscriptores a través de redes de telecomunicaciones móviles, como los operadores de telefonía móvil. Este tipo de transmisión es un servicio unido a una emisión 3G de manera que los dispositivos deben tener esta característica. Este servicio ofrece calidad de imagen media-baja y limitación a un número de usuarios.
- c) Otra forma de recibir la señal de TV es en forma de IPTV streaming de vídeo desde una red inalámbrica WIFI. Esto permite descarga de contenidos audiovisuales e incluso programas grabados de televisión como podcast, que son descargados y almacenados en el dispositivo móvil para su posterior visualización. Una de las más conocidas SPB Televisión, desarrollada por la empresa SPB Software, es herramienta pensada para ver televisión en el móvil desde las páginas web de canales. Dispone de más de 100 cadenas de todo el mundo afiliadas para su visualización en directo.

## **CAPÍTULO 2**

### **ESTANDÁRES DE TELEVISIÓN DIGITAL.**

Se entiende por estándar de televisión digital a un conjunto de especificaciones técnicas que van a ser usados como normas, criterios o guías, para asegurar que los procesos se den de acuerdo a su propósito específico.

Para llegar a la creación de estos estándares, trabajan en conjunto muchas organizaciones tanto instituciones gubernamentales como privadas, que se dedican a la definición e implementación de estándares para datos y sistemas de comunicaciones; de los cuales, cada uno de ellos desempeña una tarea en particular diferente de los otros estándares y a su vez cada uno tiene sus



ventajas, limitaciones y su capa de funcionamiento. Entre los estándares más comunes están: ISO, ANSI, EIA, TIA, IEEE, ICONTEC, FCC.

A más de los estándares, también tenemos los protocolos que por definición diremos que son reglas o convenciones que rigen todos los aspectos de la comunicación y transferencia de datos.

En este capítulo estudiaremos los estándares, normas y especificaciones técnicas que sirven para regular el proceso de transmisión en los sistemas de comunicación para dispositivos móviles.

## **2.1 ATSC (COMITÉ DE SISTEMAS DE TELEVISIÓN AVANZADO).**

### **2.1.1 ANTECEDENTES GENERALES**

En 1982 se creó la organización privada ATSC, con el objetivo de coordinar el desarrollo y definir el estándar de televisión digital que adoptaría Estados Unidos. ATSC reemplazaría al sistema de televisión analógica NTSC. Años más tarde, en 1995 el estándar fue desarrollado por un consorcio de empresas llamadas Grand Alliance, y fue adoptado bajo la sigla A/53.

El estándar A/53, representa el resultado de muchos años de diseño, análisis, pruebas y evaluaciones realizadas por expertos de la industria y el gobierno estadounidense. Se fundamenta en una gran variedad de subsistemas,

codificación, transporte, transmisión y recepción de video, audio y datos tanto en emisiones inalámbricas como en sistemas de cable, con una tasa neta de 19,4 Mbps a través de un canal convencional de 6 MHz de ancho de banda y cuya señal va modulada en banda lateral vestigial (VSB) de 8 niveles. Una transmisión ATSC puede portar ya sea una señal única de televisión de alta definición (HDTV), o varios programas diferentes con definición normal (SDTV).

El estándar ATSC de televisión digital terrestre ha sido adoptado oficialmente como norma en Estados Unidos, Puerto Rico, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Canadá, México, Honduras, El Salvador y República Dominicana.

### **2.1.2 SISTEMA ATSC**

El diagrama de bloques del sistema ATSC de manera general se muestra en la Figura 2.1.2, en la que se aprecia que el sistema consiste de tres subsistemas descritos a continuación<sup>[4]</sup>:

- Codificación y compresión de fuentes (video, audio, datos).
- Múltiplex y transporte de los servicios.
- Transmisión de radiofrecuencia (RF).

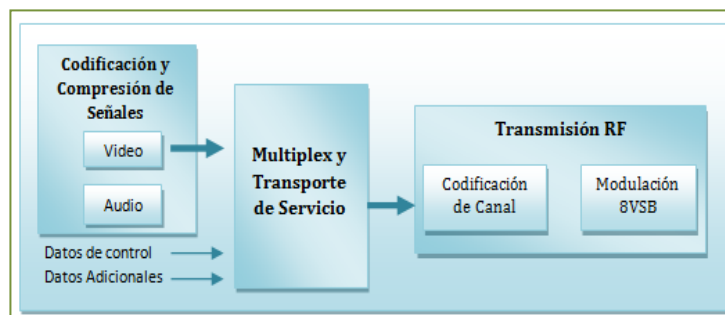


Figura 2.1.2 Sistema ATSC <sup>[30]</sup>

El subsistema de Codificación y Compresión de Fuentes comprime los flujos de audio y video con el propósito de minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la información correspondiente. Utiliza la sintaxis MPEG-2 para video con algunas especializaciones, y la norma AC-3 para audio.

El subsistema Múltiplex y Transporte de Servicios divide el flujo continuo de información en paquetes de datos, inserta marcas de identificación únicas a cada paquete, y multiplexa los flujos de paquetes de video, audio y datos anexos para componer un único flujo de transporte. El sistema de transporte utiliza el sistema de múltiplex y transporte definido por el formato MPEG-2, también compatible con el formato de transporte de otros medios digitales, como la radiodifusión terrestre de audio digital, sistemas de televisión digital por cable y satelital, medios de almacenamiento como discos de video digital, entre otros.

Por último, el subsistema Transmisión de RF agrega codificación de canal y realiza la modulación del flujo de transporte para su posterior transmisión inalámbrica. El propósito de la codificación de canal es agregar información redundante al flujo de datos. Dicha información es luego utilizada en el receptor para detectar y corregir errores causados por el canal inalámbrico e interferencias. El sistema de modulación usa la modalidad 8 VSB para transmisiones terrestres. La norma también considera un modo de alta capacidad de datos, 16 VSB, orientado a televisión por cable.

### **2.1.3 ATSC MÓVIL/PORTÁTIL**

El estándar ATSC Móvil DTV o también conocido como A/153 permite la difusión IP de la televisión digital y define las especificaciones técnicas necesarias para que los organismos de radiodifusión puedan ofrecer servicios a los dispositivos móviles y portátiles (teléfonos celulares, televisores de mano, laptops y sistemas de entretenimiento para vehículos) que utilizan en sus transmisiones DTV.

ATSC Móvil/Portátil es dividido en pequeños fragmentos, los cuales contienen uno o más servicios. Cada uno de estos fragmentos usa una estructura de detección de error; conocida como estructura de Reed Solomon. En la figura 2.1.3 se encuentra un esquema de la estructura del sistema ATSC móvil/portátil.

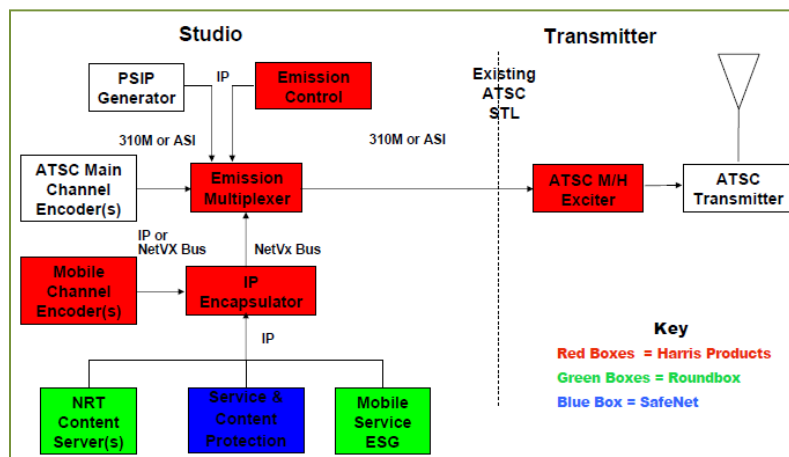


Figura 2.1.3 Arquitectura del Sistema ATSC [5]

La principal ventaja que ofrece este estándar es que los nuevos servicios se transmiten junto con los servicios DTV, en los canales existentes de transmisión digital, sin necesidad de alterar las frecuencias ya atribuidas al estándar ATSC y sin afectar a los actuales receptores de televisión. Es decir que, los nuevos servicios que ofrezcan los canales digitales serán transmitidos de forma simultánea con las emisiones ATSC actuales y podrán recibirse tanto por teléfonos móviles como por ordenadores portátiles, antenas y sintonizadores propios u otros equipos móviles.

La norma técnica ATSC Móvil/Portátil DTV tiene la particularidad de ser flexible y robusta a la vez, permitiendo una amplia gama de servicios y modelos de negocios, creando nuevas oportunidades para las emisoras, fabricantes de dispositivos y consumidores. Fue desarrollada de tal manera que soporta

servicios interactivos en tiempo real, servicios de firma y descarga de archivos para su posterior reproducción; también puede utilizarse para transmitir servicios de datos complementarios de las emisiones regulares.

El sistema ATSC Móvil/Portátil ha sido organizado y dividido en siete partes de acuerdo a sus características y a los subsistemas necesarios para transmitir el servicio. Esos subsistemas son los que se encuentran detallados a continuación.

### 2.1.3.1 TRANSMISIÓN RF

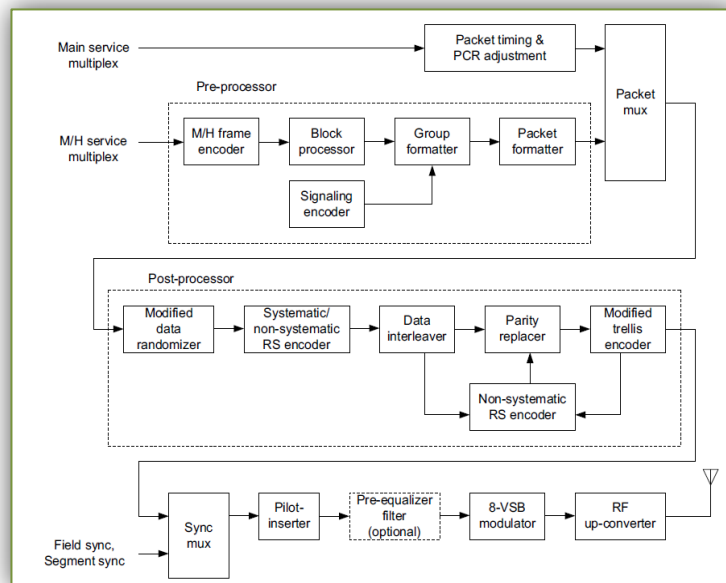


Figura 2.1.3.1 Proceso de Transmisión [6]

En la Figura 2.1.3.1 se muestra el diagrama de bloques funcional del sistema de transmisión móvil y portátil. El sistema de transmisión ya antes mencionado recibe dos entradas; una de ellas es el paquete de datos principal y la otra es el paquete móvil/portátil.

Las operaciones del sistema de transmisión de la anterior figura se dividen en dos bloques: el pre-procesador y el post-procesador.

La función del pre-procesador es la de reordenar los datos provenientes del paquete móvil/portátil en una estructura; y para hacerla más robusta se le añade una estructura de detección de error (FEC).

La función del post-procesador es la de procesar los datos usando modulación 8-VSB y manipular los datos provenientes de pre-procesador; esto se lo realiza para tener la total seguridad de que exista compatibilidad con los receptores ATSC 8-VSB.

El paquete de datos principal es procesado de la misma forma que cualquier paquete que utiliza modulación 8-VSB, codificación aleatoria, se aplica la codificación de Reed Solomon para la detección de errores, inserción de sincronismo y codificador Trellis, pero en el paquete de datos móvil/portátil se usa un proceso diferente.

Cada paquete móvil/portátil ensamblado es procesado a través de procesador aleatorio y la salida del bloque es dada de la codificación RS-CRC. ATSC

Móvil/portátil utiliza esta combinación de mecanismos para ofrecer mejores resultados al momento de la detección de errores, donde el código Reed Solomon (RS) corrige los bytes equivocados después de decodificar el código convolucional en el receptor y el CRC puede ser marcar los bytes erróneos antes de la decodificación. Cada paquete debe incluir una estructura aleatoria móvil/portátil, un codificador Reed Solomon y una estructura Reed Solomon dividida en un ensamblador primario paralelo al ensamblador secundario.

### **2.1.3.2 SERVICIO DE MULTIPLEXACIÓN Y TRANSPORTE**

Es esta partes se describe el servicio de multiplexación y las características del subsistema de transporte. Aquí existen dos tipos de archivos que se entregan mediante la presente norma. El primer tipo son los archivos de música o vídeo, que son los archivos de contenido. El segundo tipo de archivo es una parte de la guía de servicio (ESG). La guía de servicios incluye los accesos hacia el servicio de protección y logotipos. En ambos métodos, los mecanismos mediante los cuales los datos se entregan son los mismos.

### **2.1.3.3 ANUNCIOS**

Para acceder a las guías de servicios disponibles en el sistema se debe ir a una tabla. Esta tabla conocida como ESG no es más que un catálogo donde se encuentran determinadas todas las guías de servicios presentes en la emisión



móvil/portátil. Para la entrega de estas guías de servicios se utilizan una o más direcciones IP, donde a la dirección IP principal se le asigna el canal de anuncios mientras que, a los datos de la guía se le asignan de cero o direcciones restantes.

En el ESG los componentes de hardware del servidor trabajan con un montaje plataforma en rack, con mínimo 2.0Ghz de doble núcleo del procesador y mínimo 80 GB de disco duro.

#### **2.1.3.4 DISPOSITIVOS DE APLICACIÓN**

El marco de aplicación permite la inserción de contenido complementario, diseños de servicios y sus transiciones, definición de componentes gráficas y componentes audio-visuales. Además de esto, la emisora también puede enviar eventos remotos que permiten modificar la presentación y controlar la escala de tiempo de presentación.

Este subsistema proporciona el diseño de servicios y su representación coherente en una variedad de dispositivos y plataformas de clase. ATSC móvil/portátil permite emisiones de televisión digital móvil que puede llegar a muchas variedades de dispositivos con capacidades de audio y video.

### 2.1.3.5 EFICIENCIA Y SERVICIO DE PROTECCIÓN

La eficiencia del sistema de transmisión puede ser cuantificada usando la siguiente ecuación la cual posee como parámetros el rango de datos payload (PDR) dividido para la cantidad total de bits por segundos tomados del paquete principal (MDRL).

$$(2.1.3.5) \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Total} \frac{\text{bits}}{\text{seg}} \text{ por costo de transmisión}}{\text{Total} \frac{\text{bits}}{\text{seg}} \text{ tomadas para muchos servicios}} * 100\% = \frac{\text{PDR}}{\text{MDRL}} * 100\%$$

La protección de servicio es una parte integral y fundamental del sistema ATSC M/H debido a que, es aquí donde se protege el contenido de datos durante la transmisión, la información que le llegará al receptor. Es un mecanismo de control de acceso al medio (MAC) y no es responsable de contenidos de datos después de la transmisión al receptor; es decir que, una vez que recibidos los datos y realizada la transmisión, el subsistema garantiza que tal información sin importar su contenido llegue al receptor de manera óptima y confiable, pero no se hace responsable de los datos que son enviados por procesos o mecanismos anteriores a él.

El sistema de Servicio de Protección consta de los siguientes componentes clave para su correcto funcionamiento:

- ✓ Nivel 1 de registro
- ✓ Clave de mensaje a largo plazo (LTKM)

- ✓ Clave de mensaje a corto plazo (STKM)
- ✓ Cifrado del tráfico

A su vez, para realizar el cifrado del tráfico el subsistema depende de otros estándares que son: AES, IPsec y CET.

### 2.1.3.6 CODIFICACIÓN AVC Y SVC DE VIDEO

El sistema ATSC móvil/portátil utiliza la compresión MPEG-4 parte 10 AVC y codificación de video SVC. Este subsistema se describe un conjunto de restricciones de acuerdo a la recomendación ITU-H.264 e ISO/IEC 14496-10.

#### a) PROCESAMIENTO DE VIDEO ANTES DE LA COMPRESIÓN AVC. <sup>[7]</sup>

- **Definición Estándar (480i x 480p) 16:9:** Para la definición estándar 16:9 formato de video, de los 720 pixeles por línea, 8 pixeles a la izquierda de la imagen y 8 pixeles a la derecha de la imagen deberán ser recortados para producir 704 pixeles x 480 líneas de video codificados.
- **Definición Estándar (480i) 4:3:** La definición estándar 4:3 debe ser convertida al formato de video 16:9 antes de la compresión. El resultado será convertido a 416 pixeles x 240 líneas dependiendo del formato de video que se esté usando. Para la conversión del color, el formato de la imagen para compresión AVC debe ser ITU-R BT.709 colorimetría.

## b) PROCESAMIENTO DE VIDEO ANTES DE LA COMPRESIÓN SVC. [7]

- **Formato 1080i:** 1920 líneas de video, 24 pixeles del lado izquierdo de la imagen y 24 pixeles del lado derecho de la imagen son recortados. El resultado será 1872 pixeles x 1080 líneas de imagen que deben ser desenlazadas y apropiadamente re-ensambladas a 832 pixeles x 480 líneas o 624 pixeles x 360 líneas.
- **Formato 720p:** 1280 pixeles de video, 16 pixeles del lado izquierdo de la imagen y 16 pixeles del lado derecho de la imagen será necesario que sean recortados. El resultado será 1248 pixeles x 720 líneas que son desenlazadas y apropiadamente re-ensambladas a 832 pixeles x 480 líneas o 624 pixeles x 360 líneas.

### 2.1.3.7 CODIFICACIÓN DE AUDIO

El sistema móvil utiliza la compresión MPEG-4 Parte 3 HE AAC v2 para la codificación de audio; descrito en la norma 14496-3 ISO/IEC con ciertas restricciones. Este subsistema es una combinación de tres herramientas de codificación de audio AAC (MPEG-4, Replicación de la Banda espectral SBR y estéreo paramétrico PS). [8]

## **2.2 SISTEMA DVB**

### **2.2.1 ANTECEDENTES**

A principios de la década de los 90 cuando la televisión digital apenas estaba empezando a tomar forma, en 1991 radiodifusores y fabricantes europeos preocupados por el número de equipos incompatibles empezaron a discutir la idea de crear una plataforma para el desarrollo de la televisión digital terrestre y fueron ellos los que a finales del mismo año crearon el Grupo Europeo de Lanzamiento, ELG por sus siglas en inglés.

Años más tarde la ELG cumpliendo proyectos relevantes y orientándose a nuevas retos se convirtió en el Proyecto DVB.

En la actualidad DVB es un Consorcio Global, presente en todos los continentes. Son muchos los grandes éxitos que DVB ha conseguido; por tal razón es que, esta entidad ha logrado traspasar fronteras y ubicarse en todos los continentes como lo muestra la siguiente figura, con participantes de 35 países que incluyen: radiodifusores públicos y privados, operadores de redes nacionales, fabricantes de componentes, desarrolladores de aplicaciones, organismos reguladores, etc.

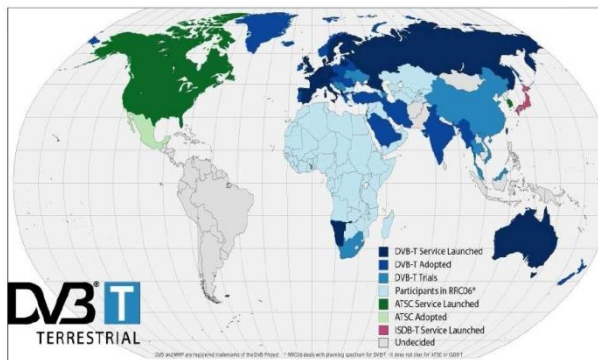


Figura 2.2.1 Cobertura Consorcio Mundial DVB [9]

## 2.2.2 ESTÁNDAR DVB

El sistema DVB se basa en el concepto de “contenedor de datos”, que comprende paquetes MPEG-2. Tanto en el video y en el audio, ambos codificados, los bits empaquetados y los datos privados son convertidos en lo que se denomina Corriente Elemental de Paquetes (PES) respectivamente.

Al igual que en ATSC el estándar MPEG-2 tiene la función de definir las reglas que gobernarán a una capa de sistema, que agrupa las corrientes elementales de audio, video y datos en un solo flujo de bits. También es el encargado de fijar las restricciones necesarias sobre las corrientes elementales (ES) para su adecuada combinación.

Las funciones primordiales de la capa del sistema son:

- ✓ Empaquetamiento y combinación de múltiples corrientes en un solo flujo de bits.
- ✓ Incorporación de marcas de tiempos a las ES para fines de sincronización durante la reproducción.
- ✓ Inicialización y manejo de las memorias requeridas para decodificación de las corrientes.

Una particularidad del estándar DVB es que mejora la información específica de programa MPEG-2, conocida como PSI. Para ello, define una norma para la información de servicio, que establece los parámetros técnicos para la transmisión, incluyendo el sistema de entrega, el contenido y la planificación del flujo de datos. De esta forma, el receptor de TV puede sintonizar cualquier servicio en particular, y decodificar una combinación de servicios que incluya la capacidad para categorizar los servicios con información específica. <sup>[10]</sup>

### **2.2.3 SISTEMA DVB-T**

El sistema europeo está basado del DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestre). Al ser parte del grupo DVB este sistema también emplea paquetes MPEG-2, para el transporte de cualquier información que sea digitalizable. Además, se incluye las especificaciones de un conjunto de canales de retorno para usuarios con el objetivo de interactuar con los servicios digitales recibidos.

El sistema se define como un bloque funcional que realiza la función de adaptación de la señal de televisión en banda base a la salida del multiplexador de MPEG-2. En la figura 2.2.3 se puede observar el diagrama de bloques general del sistema.

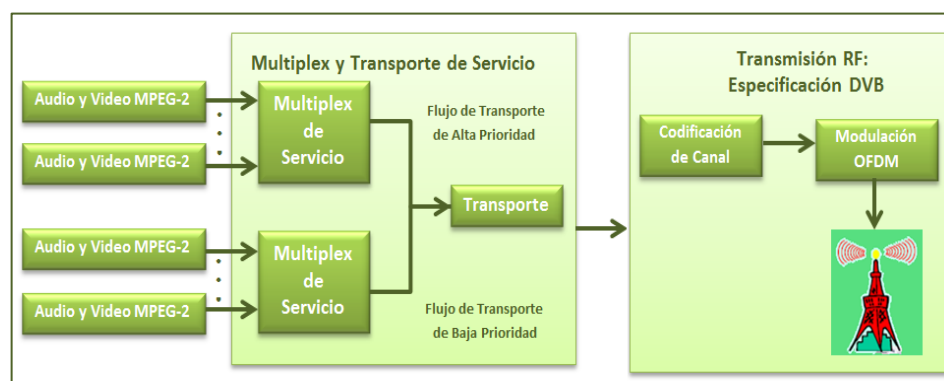


Figura 2.2.3 Diagrama general del Sistema DVB-T [30]

DVB-T es considerado como un estándar más complejo debido a que, fue creado con la finalidad de solucionar diferentes problemas como ruido y ambientes de banda ancha y trayectorias múltiples.

Entre las principales características técnicas del sistema están:

- Tiene varias dimensiones del receptor donde se requiere que este tenga la capacidad de adaptar su codificación según la señalización.
- El uso importantes de OFDM. Existen dos modos de transmisión, el modo 2K y el modo 8K portadoras ambas con modulación QAM.



- 8k permite una mayor protección frente a trayectorias múltiples, y 2K ofrece ventajas como el efecto Doppler.
- Para la corrección de errores emplea Convolutacional FEC (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8) y Reed-Solomon
- Varios canales de ancho de banda (6, 7 y 8 MHz)
- Pilotos TPS: El receptor tiene funcionamiento en modo automático.

#### **2.2.4 SISTEMA DVB-H**

DVB-H es un estándar abierto desarrollado por el grupo DVB para la transmisión de TV digital a receptores portátiles. En sus comienzos DVB-H fue desarrollado como una especificación técnica y años más tarde se lo define formalmente como estándar.

DVB-H es una especificación de la capa física diseñado para permitir la entrega eficiente de datos IP encapsulados a través de las redes terrestres, orientada a terminales portátiles que combina la compresión de video y el sistema de transmisión de DVB-T.

Proporciona capacidades de transmisión de 5 a 10 Mb/s en canales de 8 MHz. Su principal característica es el empleo de una técnica de transmisión discontinua en la que la información se transmite a ráfagas (bursts), lo cual reduce considerablemente el consumo de potencia medio de los terminales.

### 2.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

- ✓ DVB-H ofrece servicios de emisión para el uso de dispositivos portátiles y móviles, incluyendo audio y video streaming con calidad aceptable. En su mayoría, los canales de transmisión están en la banda UHF entre 470 y 862 MHz, pero alternativamente se puede utilizar banda L o VHF Banda III siempre y cuando la frecuencia este situada entre 170-230 MHz.
  
- ✓ Para solucionar estos problemas de ahorro de energía se creó el time slicing, un mecanismo capaz de ahorrar hasta un 90% de la batería. Otro efecto positivo del “time slicing” es que facilita los handovers. Si nos estamos moviendo y la calidad de la señal se debilita, el receptor puede, durante alguna de sus pausas, localizar una frecuencia de con mejor señal y cambiar a ella, hacer un salto, un “handover” de frecuencias.
  
- ✓ Al tratarse de dispositivos portátiles es evidente que el tamaño de las antenas de los terminales es muy reducido disminuyendo la calidad de la señal. Aunque es algo opcional dentro del sistema, para mejorar la recepción se propuso lo que se llama MPE-FEC. Su uso proporciona una notable mejora en la relación portadora-ruido y una minimización del efecto Doppler.
  
- ✓ La eficiencia espectral es escalable con opciones de 16 y 64 QAM, es decir que, se da un mejor aprovechamiento del ancho de banda lo que brinda la posibilidad de ofrecer más canales.

### 2.2.4.2 ¿CÓMO FUNCIONA DVB-H?

Como se lo ha mencionado anteriormente DVB-H es una derivación de DVB-T, lo que hace compatible que los dos sistemas trabajen en los mismos canales de 5MHz de ancho de banda y que servicios de DVB-H se puedan introducir en la banda de frecuencia donde se encuentra DVB-T.

Además de los modos 2k (1705 portadoras), y 8k (6817 portadoras), disponibles en DVB-T, un modo 4k se añade a DVB-H (4096 portadoras), dándole flexibilidad entre la calidad de recepción en movimiento y el tamaño de la red. Un corte en profundidad del intercalador se introdujo por 2k y 4k modos que conduce a una mayor tolerancia frente al ruido impulsivo (ayudar a alcanzar un nivel similar de robustez en el modo 8k).

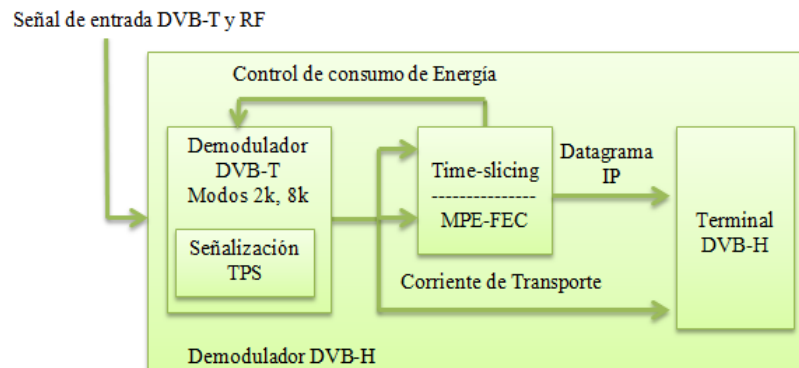


Figura 2.2.4.2 Estructura del Receptor DVB-H<sup>[30]</sup>

En esta figura se muestra la división de tiempo (Time Slicing), la principal técnica utilizada para lograr el ahorro de energía requerida. Cada servicio de televisión por persona en una señal de DVB-H se transmite en ráfagas permitiendo que el receptor entre en modo de espera, sólo se activa cuando el servicio al que está sintonizado se transmite. Para los dispositivos de mano que puede añadir hasta muy significativo ahorro de energía en el front-end.

Otro elemento esencial de la norma DVB-H es un módulo opcional dividido en dos partes. La primera conformada por un Encapsulador Multiprotocolo (MPE) que se encarga de empaquetar datagramas IP que posteriormente son fragmentados en paquetes de flujos de transporte MPEG-2 para el transporte interno del sistema, y la segunda denominada Corrección de Errores hacia Adelante (FEC), que es un mecanismo de detección de errores en recepción para evitar la retransmisión de datos redundantes, empleando el código Reed Solomon estas dos partes se integran para viajar en una trama MPE-FEC conformando así el módulo del mismo nombre que finalmente pasa al bloque terminal DVB-H que no es otra cosa que el dispositivo móvil.

### **2.2.5 SISTEMA DVB-SH**

Este sistema es un híbrido satelital y terrestre para servicios de radiodifusión que opera en frecuencias inferiores a los 3 GHz, transmitiendo para dispositivos fijos y móviles como PDA's, celulares, laptops, pantallas en vehículos, etc.

Su principal característica es el empleo de una técnica de transmisión discontinua en la que la información se transmite a ráfagas (bursts), lo cual reduce considerablemente el consumo de potencia media de los terminales. Además, añade un mecanismo de corrección de errores adicional, el cual proporciona una mayor robustez a la transmisión, sobre todo en situaciones de movilidad e interferencias.

Es llamado un sistema híbrido ya que el componente satelital (SC) es complementado con el componente terrestre (CGC) para aéreas donde se lo necesite, dado que la señal del satélite cubre aproximadamente  $600\ 000\text{Km}^2$ .

La capacidad total del sistema híbrido multi-rayo se obtiene según el número de rayos, por ejemplo si tenemos 9 rayos y un ancho de banda de 20 MHz se puede alcanzar los 100Mbps hasta 360Mbps si no hay restricción de potencia. Un satélite multi-rayo transmite un mínimo de 6.6 Mbps en un ancho de banda de 5 MHz por rayo de los cuales 2.2 Mbps son para recepción.

Hay 3 tipos de repetidoras terrestres:

- TR(a) para la transmisión en áreas urbanas donde no llega el satélite, y funciona con los sitios con celdas móviles, es posible la inserción de contenido local.

- TR(b) para complementar cobertura por medio de retransmisión en frecuencia o por conversión de frecuencia, no es posible inserción de contenido local.
- TR(c) para una infraestructura de transmisión móvil que crea una infraestructura de movimiento complementaria en plataformas móviles como autos, trenes, buses, y la inserción de contenido puede ser posible dependiendo de la configuración y la longitud de onda.

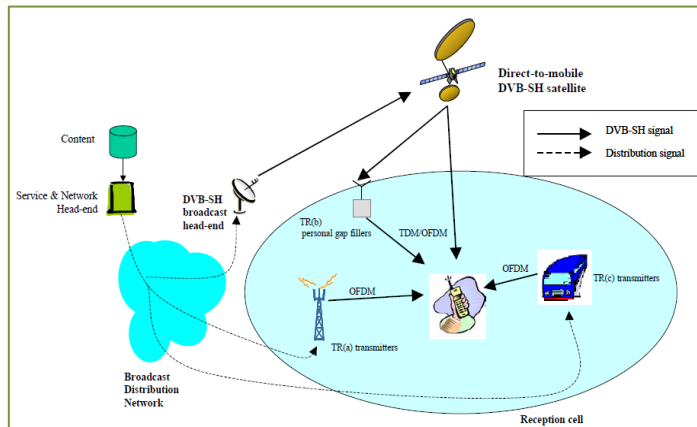


Figura 2.2.5 Arquitectura de transmisión del Sistema DVB-SH<sup>[11]</sup>

Las especificaciones del sistema de transmisión DVB-SH son las siguientes:

- Servicio ininterrumpido de cobertura entre SC y el CGC.
- Soporta todo tipo de recepción de terminales portables y móviles; sean recepciones internas o externas, rurales o urbanas, estáticas o móviles, etc.
- Posible implementación de sistemas de ahorro de energía para mejorar autonomía.
- Inserción de contenido local en servicios de radiodifusión en CGC.

- Hay diferentes tipos de redes de distribución para los repetidores de CGC como satélite, fibra, radiofrecuencia, etc.

### **2.2.5.1 SUBSISTEMAS Y PROBLEMAS DE DVB-SH**

A su vez DVB-SH se subdivide en otros dos sistemas que son:

- ✓ SH-A: Cuando la transmisión es por OFDM tanto para el componente SC como para el CGC.
- ✓ SH-B: Cuando la transmisión es TDM para SC y en OFDM para CGC, y requiere de distintas frecuencias ya que se trata de diferentes capas físicas.

Ahora bien, el problema más usual que suele presentarse es que para frecuencias menores a 3Ghz dependiendo del entorno de recepción. Por ejemplo, en zonas rurales la propagación se puede ver afectada por la densidad de la fauna, en donde más eficacia tendrá el sistema SC, mientras que en una zona urbana afectaría la altura o los materiales de construcción de los edificios y mejor llega la señal por CGC.

## **2.3 SISTEMA ISDB**

### **2.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

El estándar de televisión digital ISDB, fue desarrollado en Japón y es coordinado por la ARIB y el DIBEG. Lo que más destaca de este sistema es que, su diseño

fue creado principalmente para que pueda transmitir una señal móvil y fija al mismo tiempo con un ancho de banda de 6 MHz.

Tenemos tres versiones del estándar ISDB para televisión digital: Terrestre (ISDB-T), Satelital (ISDB-S) y por cable (ISDB-C). Las tres versiones transmiten en la banda de 2,6GHz, basados en el sistema de codificación de audio y video MPEG-2; de igual manera, para transporte y compresión con el estándar MPEG-2, aunque también admite JPEG y MPEG-4 que es para el caso de ISDB-Tb.

En un principio Japón inició la difusión digital con el estándar DVB-S (estándar europeo) por medio de Perfect TV a finales de 1996, pero no los difusores japoneses como NHK, TBS o Fuji TV no se sintieron a gusto con el desempeño de este estándar y los requerimientos básicos fueron:

Capacidad de manejar HDTV, servicios interactivos y uso eficiente del espectro dadas las limitaciones de capacidad del transponder (transmisor-receptor satelital) disponible.

Obtuvieron una eficiencia espectral 1,5 veces mejor que la del DVB-S, pudiendo transmitir por un solo transponder dos canales de HDTV, además de otros canales independientes de audio y datos.

La difusión comercial de la nueva televisión digital con base en ISDB-T se inició el 10 de diciembre del 2000. En diciembre del 2003, Japón inicio el uso de la versión de difusión televisión digital terrestre con especificación ISDB-T.



## 2.3.2 CARACTERÍSTICAS DE ISDB-T

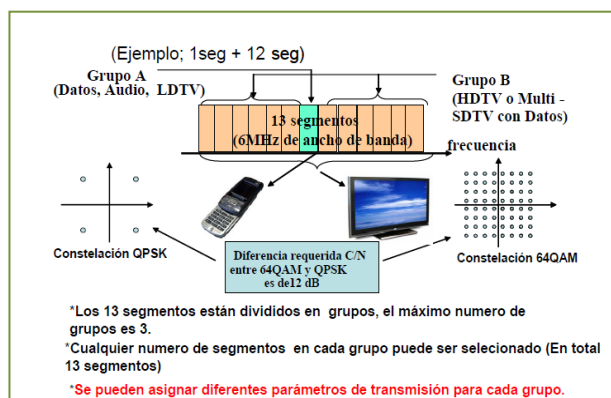


Figura 2.3.2 Estructura segmentada y recepción parcial [12]

En ISDB-T los programas para receptores móviles se transmiten en el mismo espectro que para receptores fijos, dado que este estándar tiene capacidad de segmentación en un canal y la capa de segmentos puede operarse independientemente. TV Digital terrestre para receptores móviles se provee desde Abril 1 del 2006.

CUADRO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ISDB-T	
Multiplexación dominio frecuencia	BST-OFDM
Modulación	16-QAM, 64-QAM, QPSK, DQPSK
Codificación y corrección de errores	Convolucional 7/8, 3/4, 2/3, 1/2 Codificación externa: Reed-Solomon(204,188)
Intervalo de guarda	1/16, 1/8, 1/4
Entrelazado	Tiempo, frecuencia, bit, byte
Multiplexación	Sistema MPEG-2
Codificación de video para fijos	MPEG-2
Codificación de video para móviles	MPEG-4 AVC/H.264

Codificación de audio	MPEG-2 (AAC)
Difusión de datos	ARIB STD B-24
Servicio de información	ARIB STD B-10
Modos	Modo1(2k), Modo2(4k), Modo3(8k)
Ancho de banda útil	5.575Mhz, 5.573Mhz, 5.572Mhz
Espacio entre portadoras	3.968Khz, 1.984Khz, 0.992Khz
Total de portadoras	1405, 2809, 4992
Time interleave	0-0.5 seg
Velocidad de transferencia útil	3.651Mbps - 23.234Mbps

Tabla 2.3.2.1 Especificaciones técnicas ISDB-T.<sup>[30]</sup>

El proceso de multiplexación permite a cada broadcaster que tiene asignada una frecuencia de 6Mhz (correspondiente a la transmisión de una señal de TV analógica), elegir transmitir un canal full HDTV o dos o tres canales de televisión en HDTV y definición estándar (SDTV). La combinación de estos servicios puede ser cambiada en cualquier momento. Y en todos los casos, el estándar prevé un canal llamado one-seg para transmisión a dispositivos portables, principal característica para nosotros y del cual detallaremos más abajo. El Flujo de transporte, es agrupado y remultiplexado en segmentos de datos.

La transmisión se forma por trece segmentos, esta cantidad es la misma para un canal de 6, 7, 8 MHz, de ancho de banda, variando en cada uno de los espectros, el tiempo de duración de cada segmento. Para 6MHz de ancho de banda de canal, el espectro formado por 13 segmentos ocupa 5.58MHz, por lo

tanto tendremos cada ancho de banda de 429Khz; además puede tener sus propios parámetros de transmisión, tales como la relación de código convolucional (FEC) e intervalo de guarda. Los segmentos se enumeran del 0 al 12. Para el servicio de televisión todos los segmentos son utilizados.

ISDB-T dispone de cuatro tipos distintos de intercalación de datos, para cada ancho de banda del canal de transmisión. En la figura 12 se muestran los tiempos de Intercalación para los distintos anchos de banda del espectro.

Ancho de banda del canal	Tiempo 1 de intercalación (seg)	Tiempo 2 de intercalación (seg)	Tiempo 3 de intercalación (seg)	Tiempo 4 de intercalación (seg)
6Mhz	0	0.096	0.19	0.38
7Mhz	0	0.082	0.16	0.33
8Mhz	0	0.072	0.14	0.29

Tabla 2.3.2.2 Tipos de intercalación de datos<sup>[30]</sup>

### 2.3.3 ISDB-Tb

El Integrated System Digital Broadcasting Terrestrial, Brazilian versión o ISDB-T Internacional o por sus siglas en portugués SBTVD es el sistema de televisión digital desarrollado a base del sistema japonés ISDB-T. ISDB-Tb tiene un ancho de banda por canal de transmisión segmentada y una modulación bajo el esquema BST-OFDM.

A diferencia de Japón que tanto para audio y video usa MPEG-2, ISDB-Tb para la codificación de video tanto para móvil y fijo utiliza MPEG-4 AVC HP@L4, una mejor compresión para transmisión de datos en el mismo ancho de banda, usando el códec de video H.264. Todo esto fue posible gracias a un acuerdo con Japón y al esfuerzo de muchas entidades públicas y privadas en Brasil.

La transmisión para los dispositivos móviles es similar a la del estándar ISDB con la variación de que la velocidad de presentación es de 30 frames/segundo, tanto para receptores fijos y móviles; es por esto que hay una significativa mejoría en la calidad de la televisión portátil y móvil. De igual forma, su middleware Ginga se presenta de forma más robusta para una mejor interacción con aplicaciones más complejas; este es declarativo y de procedimiento, contrario a BML, el middleware de Japón que sólo es declarativo.

En las ventajas de la adaptación de este sistema vemos cómo se puede combinar transmisiones de alta definición con las estándar en un mismo canal. Además, este sistema cuenta con una señal robusta, excelente calidad de audio y video y gran manejo de problemas de interferencia y uso de ancho de banda, debido a que en este tipo de transmisión digital se le da un mejor uso al espectro.

### 2.3.4 MODULACIÓN BST-OFDM

Sistema usado para comunicaciones, denominado “Transmisión de Banda Segmentada (BST) OFDM”, consiste en un grupo de rangos de bloques de frecuencia comunes básicos, llamados “Segmentos BST”. Subdivide la señal en 13 segmentos sucesivos OFDM, de estos cada uno cuenta con un ancho de banda de  $BW/14$  MHz, donde  $BW$  es el ancho de banda de un canal normal de televisión analógica terrestre que puede ser 6, 7 o 8MHz dependiendo del país. Un canal típico de 6 MHz, uno de sus segmentos ocupa  $6/14 = 428,6$ KHz.

Las principales propiedades de modulación OFDM, BST-OFDM es que proveen transmisiones jerárquicas al usar diferentes tipos de modulación de portadoras y tasas de codificación de código interno para los diferentes segmentos TbS que se puede tener. Al dividir una señal en segmentos, cada uno de estos segmentos de datos puede tener su propio método de protección contra errores y tipo de modulación (QPSK, DQPSK, 16-QAM o 64-QAM).

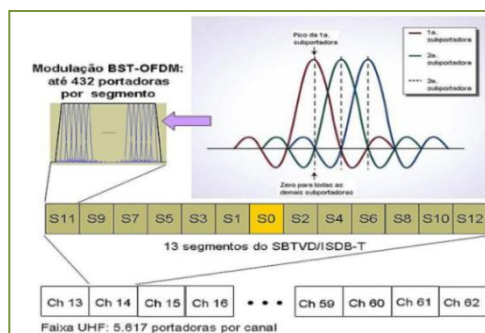


Figura 2.3.4.1 Portadoras en los segmentos BST-OFDM<sup>[13]</sup>

En transmisión analógica hasta tres grupos de segmentos pueden ser enviados en un canal de televisión analógico. Con BST-OFDM podemos llegar a transmitir hasta 13 segmentos de radiodifusión terrestre. El ancho de banda útil es de  $13 \times BW/14$  (5,57 MHz para un canal de 6 MHz).

La tasa neta de bits para un segmento en un canal de 6 MHz varía entre 280,85 y 1787,28 kbit/seg. Para un canal digital de 5,57 MHz la tasa de datos varía entre 3,65 Mbit/seg y 23,23 Mbit/seg.

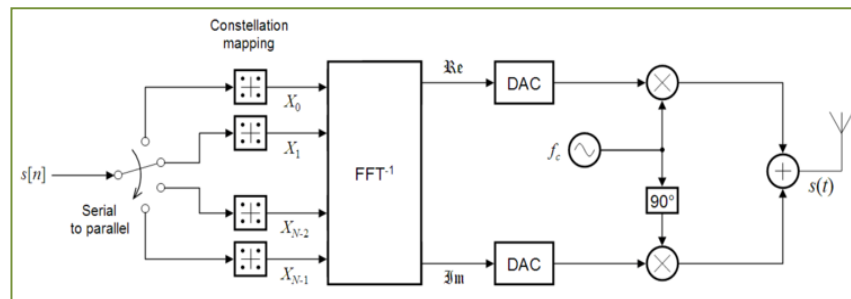


Figura 2.3.4.2 Transmisor modelo de sistema OFDM [14]

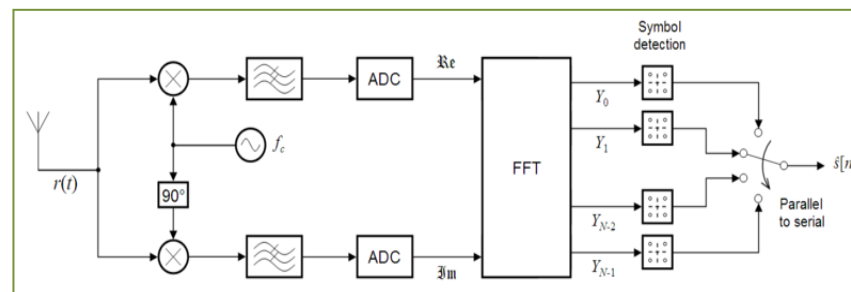


Figura 2.3.4.3 Receptor modelo de sistema OFDM [14]

### 2.3.4.1 ORTOGONALIDAD

En OFDM, las frecuencias de sub portadora son escogidas de tal forma que las sub portadoras son ortogonales entre sí, esto significa que la diafonía entre los sub canales formados es eliminada y no es necesario dejar una porción de ancho de banda entre cada canal. Esto simplifica mucho el diseño de los transmisores y receptores, contrario a FDM que necesita un filtro por canal.

La ortogonalidad requiere que el espacio entre sub portadoras sea  $\Delta f = k/TU$  Hertz, donde TU es la duración por símbolo útil (tamaño de ventana del receptor), y k es un entero positivo, por lo general 1. Por lo tanto, con N sub portadoras, el total ancho de banda será  $B \approx N \cdot \Delta f$  (Hz).

### 2.3.4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

#### a) VENTAJAS

- Fácil de adaptar a las condiciones del canal sin ecualización compleja en el dominio del tiempo.
- Robusta contra interferencia inter símbolo (ISI) y desvanecimiento causado por propagación multi-camino.
- Alta eficiencia espectral en comparación con otros esquemas de modulación.
- Fácil implementación usando la transformada de Fourier (FFT).

## **b) DESVENTAJAS**

- Sensibilidad al efecto Doppler y problemas de sincronización de frecuencia.
- Alta peak-to-average-power ratio (PAPR), necesitando circuitos lineales para transmisores, los cuales tienen poca eficiencia.
- Pérdida de eficiencia causada por prefijo cíclico/intervalo de guarda.

### **2.3.5 INTERLEAVING**

La tecnología interleave es de gran importancia al momento de poner en funcionamiento sistemas de transmisión digital de datos como técnica para proteger la información frente a los errores de ráfaga (burst errors).

Los sistemas de corrección de errores funcionan bien ante los errores aleatorios como los ruidos térmicos, pero su respuesta es deficiente ante los errores de ráfaga. Cuando ocurren estos errores de ráfaga afectan a un grupo de bits en línea, y sin las propiedades de interleave es muy probable que no vayan a ser corregidos los errores por los códigos redundantes que se emplean en la transmisión de datos. Cuando usamos interleave, los errores de ráfaga son distribuidos de igual forma que los bits, facilitando la labor correctora del código empleado. Gracias al efecto interleave obtenemos la aleatoriedad del burst de error que se da durante el proceso de transmisión.



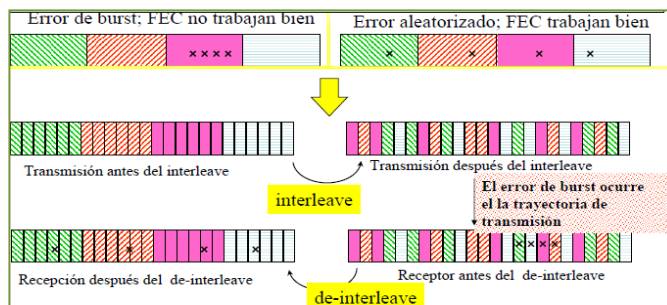


Figura 2.3.5 Ejemplo de corrección Interleave [15]

### 2.3.5.1 TIPOS DE INTERLEAVING

#### a) BYTE INTERLEAVE

Ubicado entre el codificador externo e interno y aleatoriza el error de burst a la salida del codificador. La transmisión TSP 204-byte que tiene protección de errores por código Reed-Solomon y de energía dispersa, sufre la convolución byte interleaving que debe ser de 12 bytes de profundidad, aunque el siguiente byte al de sincronización debe pasar por la trayectoria de referencia sin retardo.

#### b) BIT INTERLEAVE

El bit interleave está ubicado entre codificador convolucional y el mapeo, y este se encarga de aleatorizar el error de símbolo antes del decodificador. El funcionamiento del bit interleave varía de acuerdo a la modulación de su portadora.

### c) TIME INTERLEAVE

El time interleave tiene su lugar luego del mapeo y antes del frequency interleave, encargándose del burst de error en el dominio del tiempo, error que es causado por el ruido y este causa la degradación en la recepción móvil.

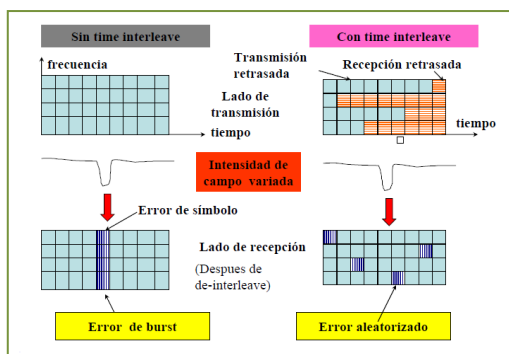


Figura 2.3.5.1.1 Efecto del time Interleave [15]

Solo el estándar japonés ISDB-T cuenta con el Time interleave, por lo tanto el estándar japonés es más eficiente en áreas urbanas y en recepción móvil.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el efecto que tiene el ruido por impulso y como va causando degradación en el sistema de transmisión. Vemos que ISDB-T tiene 7db más que los otros 2 sistemas, esto significa reducción a 1/5 del consumo de la energía en ISDB-T, por lo tanto, mientras los otros 2 sistemas consumen 1KW, ISDB-T consume sólo 200W.

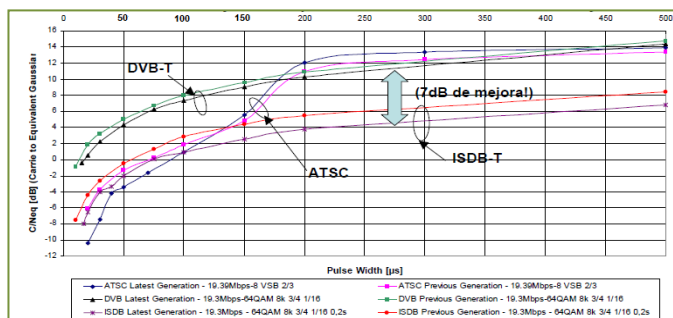


Figura 2.3.5.1.2 Reducción de consumo de energía [14]

#### d) FREQUENCY INTERLEAVE

Este bloque se encuentra a la salida del time interleave aleatoriza el burst de error en el dominio de la frecuencia que es causado por el efecto multi-path, interferencia de portadoras, etc.

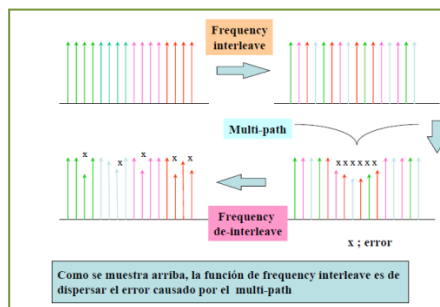


Figura 2.3.5.1.3 Efecto del Frequency Interleave [15]

### 2.3.6 ISDB-Tmm

Esta es una extensión del estándar japonés ISDB-T, la cual nos permite la combinación de 1 o hasta 13 segmentos, puede ser aplicado a un rango de diferentes anchos de banda y es adaptable a 6, 7 u 8Mhz y para implementarse se espera al apagón analógico y se espera tenerla totalmente operativa para abril del 2012 en Japón.

El servicio que puede prestar ISDB-Tmm se lo puede llevar como aplicación en el celular, presentando nuevas formas de comunicación al servicio móvil y se espera que funcione en la banda VHF (207.5Mhz – 222Mhz) usando SFN y se podrá recibir la señal inicialmente en smartphones y posteriormente en tablets.

#### 2.3.6.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES	ISDB-Tmm	ISDB-T
<b>Segmentos</b>	<p>Any combination of 13-seg/1-seg format</p> <p>6/7/8MHz</p> <p>Partial Reception</p> <p>13-seg format</p> <p>ISDB-T</p> <p>ARIB STD-B31 / ITU-R BT1833</p> <p>1-seg format</p> <p>ISDB-T<sub>13S</sub></p> <p>ARIB STD-B29 / ITU-R BT1833</p>	<p>6/7/8MHz (13 segments)</p> <p>Oneseg Partial Reception</p> <p>HDTV</p> <p>e.g. 2-layer Hierarchical Reception (including partial reception)</p>
<b>Multiplexación</b>	MPEG-2	
<b>Modulación</b>	OFDM(DQPSK, QPSK, 16QAM, 54QAM)	
<b>Frecuencia</b>	Banda VHF	Banda UHF
<b>Tasa de transmisión de datos</b>	7.3Mbps/ 13 segmentos (16QAM) 561Kbps/ 1 segmento (16QAM)	One seg: 416Kbps/ 1 segmento (QPSK)

Tabla 2.3.6.1 Características Técnicas ISDB-Tmm<sup>[30]</sup>

- ❖ Alta calidad de codificación
  - ITU-T H.264 / MPEG-4 AVC y MPEG HE-AAC, MPEG Surround.
- ❖ Avanzada interacción entre medios de comunicaciones y radiodifusiones
- ❖ Alta eficiencia en protocolos de entrega de archivos
  - Eficiente transmisión de archivos para móviles por medio de AL-FEC.
  - Pérdida de datos en canales de difusión puede ser compensado con canales de comunicación.
- ❖ Mecanismo avanzado de ahorro de energía
  - Es posible la recepción parcial de segmentos.
  - Soporta recepción intermitente para descarga de archivos por medio de la técnica Advanced meta-data.

### 2.3.6.2 SERVICIOS

ISDB-Tmm provee continuamente los servicios de almacenamiento de archivos descargados y servicio en tiempo real de alta calidad en formato de 13 segmentos.

- ❖ **Almacenamiento de archivos**
  - Se puede almacenar varios tipos de contenidos como video, audio, etc.
  - Múltiples transmisiones ayudan a recibir archivos sobre las difusiones.

- Si alguna parte de algún archivo llegara a perderse en las transmisiones múltiples, se lo podría recuperar por medio de la red móvil.

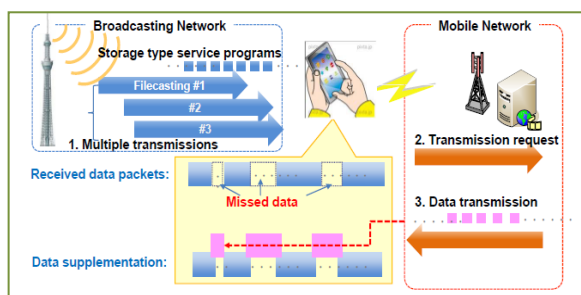


Figura 2.3.6.2 Estructura del sistema de transmisión de datos [15]

#### ❖ Alta calidad en tiempo real

	ISDB-Tmm	ISTB-T One-Seg
<b>Programación TV</b>	Programación original	Terrestrial TV programming
<b>Resolución Soportada</b>	720x480(VGA), 352x480, 320x240(QVGA)	320x240(QVGA)
<b>Framerates por seg</b>	30	15
<b>Codec</b>	ITU-T H.264/MPEG-4 AVG	ITU-T H.264/MPEG-4 AVC

Tabla 2.3.6.2 Comparación de ISDB-Tmm con One-Seg [30]

Los segmentos son acomodables según el requerimiento del ancho de banda, es por esto que puede usar eficientemente el espectro.

- Multiplexación flexible de los Transport Stream (TS) de MPEG con transmisión jerárquica disponible para ofrecer varios servicios como streaming en alta definición con robustez y servicios interactivos.

## 2.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESTÁNDARES EN DISPOSITIVOS MÓVILES

	ATSC M/H	DVB-H	ISTB-T (One-Seg)
Sistema de Transporte y Multiplex	8-VSB no jerárquica	COFDM jerárquica con 64-QAM	COFDM jerárquica QPSK
Codificación de Contenidos	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
Audio	Sistema de compresión de audio Dolby AC3	Usa estándar MPEG-2, pero puede operar con AC3	AAC-LC, capacidad máxima de transporte de 64 kbit/s
Resolución	SDTV	SDTV	SDTV Y HDTV
Capacidad Típica de Transmisión	400Kbps en un canal de 6 MHz	5-10 Mbps en un canal de 8 MHz	416 Kbps en un canal de 6 MHz
Técnica frente a los errores de ráfaga	Tecnología Time Slicing y Reed Solomon	Tecnología Time Slicing que facilita los Handovers	Tecnología Interleaving
Defensa contra ruido de impulso	Entrelazado de 52 segmentos haciéndolo superior a DVB-T	Entrelazado de dos capas	Entrelazados de dos capas, intra-segmento e inter-segmento.
Radio de Cobertura	Cobertura poca eficiente aunque posee mejor potencia de señal.	Buen desempeño ante los rebotes dando gran calidad de señal.	Eficiente desempeño ante la propagación de la señal.
Robustez ante Propagación de Multitrayectoria	Existen problemas para recepción con antenas internas y externas	Muy flexible para la configuración de OFDM que brinda inmunidad contra la propagación	Flexible para OFDM segmentado que debilita un poco la inmunidad contra la propagación
Recepción Bajo Condiciones de Movilidad	Señales SDTV hasta velocidades de 150Km/h	Modo 2k permite recepción de SDTV hasta velocidades de 200km/h y el 8k hasta 250km/h.	Mejor rendimiento permite la recepción de SDTV y HDTV a velocidades de hasta 100Km/h.
Robustez frente a Interferencias	La operación en redes de frecuencia única, permitido por los tres estándares, elimina el problema de interferencia entre zonas geográficas adyacentes.		

Tabla 2.4 Comparación de Estándares<sup>[30]</sup>

## 2.4.1 SISTEMA DE TRANSPORTE Y MULTIPLEX

No hay relevantes diferencias entre los estándares en lo que cabe a la codificación de los contenidos mediante la norma MPEG-2 o la transmisión de contenidos de definición estándar (SDTV) o de alta definición (HDTV).

Sin embargo, DVB-H e ISDB-T usan el concepto de Modulación Jerárquica, logrando ISDB-T transmitir en tres modos simultáneos, mientras que DVB puede hacerlo en dos modos, siendo estos dos estándares más flexibles que ATSC.

## 2.4.2 AUDIO

No parece haber diferencias de calidad o precio substanciales entre los sistemas utilizados por los tres estándares. Aunque ISDB-T codifica audio surround a una tasa ligeramente menor y más eficiente esta diferencia no es significativa.

## 2.4.3 RELACIÓN SEÑAL A RUIDO (SNR)

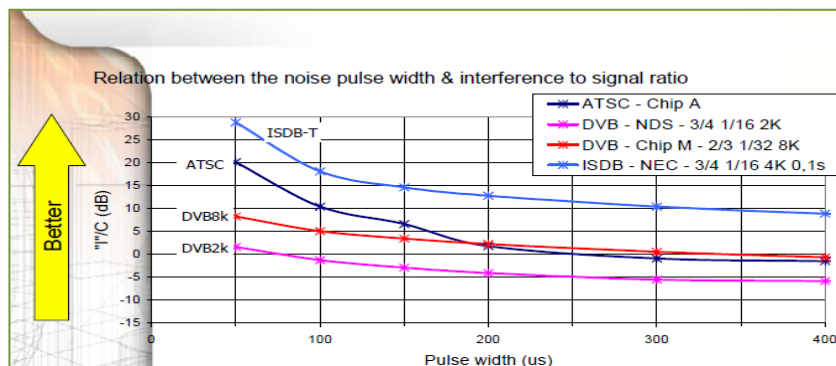


Figura 2.4.3 Relación señal ruido [16]



El esquema de Time interleaving que ha sido adoptado únicamente por el estándar ISDB-T es la tecnología clave para la transmisión digital móvil y es también efectiva para enfrentar la degradación por ruidos de impulso.

Muchos artefactos electrónicos industriales y domésticos (hornos de microondas, luces fluorescentes, aspiradoras, etc.) generan radiaciones electromagnéticas denominadas ruido de impulso. Este tipo de ruido tiende a tener alta energía pero corta duración, y normalmente abarca la banda VHF y la parte baja de la banda UHF. La principal defensa en su contra se logra mediante el uso de entrelazadores.

#### **2.4.4 TÉCNICA FRENTE A LOS ERRORES DE RÁFAGA**

ATSC M/H utiliza a combinación RS-CRC para ofrecer mejores resultados al momento de la detección de errores, donde el código Reed Solomon (RS) corrige los bytes equivocados después de decodificar el código convolucional en el receptor y el CRC puede ser marcar los bytes erróneos antes de la decodificación.

En DVB-H cuando un dispositivo está en movimiento y la calidad de la señal se debilita, el time slicing que facilita los handovers (saltos), hace que el receptor durante las pausas localice una frecuencia con mejor señal y así está será más continua.

Cuando en las transmisiones de ISDB-T móvil ocurren errores de ráfaga que afectan a un grupo de bits en línea, es muy probable que los errores por los códigos redundantes no sean corregidos sino usamos interleave, que distribuye los errores de ráfaga de igual forma que los bits.

Gracias a este fenómeno podemos recibir señales de TV móvil HDTV gracias a la diversidad espacial de recepción que tenemos con la modulación OFDM, y la misma señal transmitida a receptores fijos, es la misma que sirve para automóviles, esto es un ahorro ya que se necesita un solo equipo de transmisión para varios dispositivos receptores.

#### **2.4.5 RADIO DE COBERTURA**

Los estándares permiten el uso de repetidores en la misma frecuencia para mejorar la cobertura en los bordes de una celda o para rellenar zonas oscuras (barrios con señal débil) dentro del área de cobertura. Podría haber ventajas de los estándares que utilizan modulación OFDM.

Las pruebas realizadas en diversos países no son concluyentes en cuanto a que ATSC logre una mejor cobertura que DVB-H y la de ISDB-T, comparando su tasa de datos se observa que es menor. Según aspectos técnicos ATSC tiene mayor cobertura porque consigue mejores relaciones señal a ruido por lo cual

para una misma potencia permite mayor alcance, lo cual es ventajoso para cubrir grandes zonas de servicio relativamente planas.

En cuanto a DVB-H pruebas demuestran que las señales transmitidas en este estándar poseen un buen desempeño en cuanto a la sumatoria de los rebotes y el manejo de múltiples portadoras, causadas por la gran cantidad de edificaciones en el trayecto de las señales. Dando como resultado un señal de buena intensidad en todos los puntos de recepción.

Debido a la ortogonalidad de las señales existen en la codificación OFDM, One-Seg presenta un mejor uso del espectro, ofreciendo una transmisión más robusta ante el desvanecimiento de la señal durante la propagación.

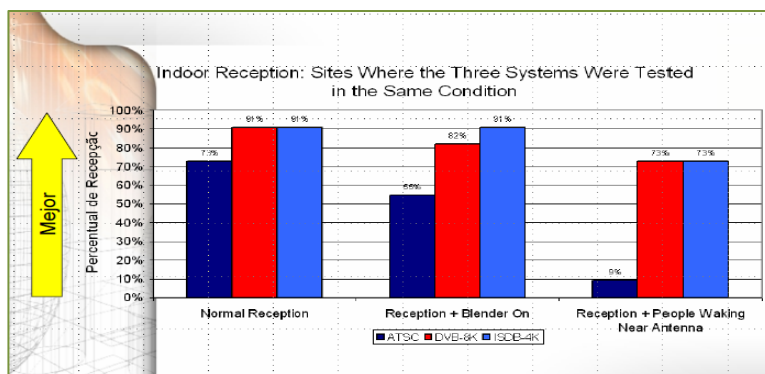


Figura 2.4.5 Comparación de la propagación de la señales [16]

#### **2.4.6 ROBUSTEZ ANTE PROPAGACIÓN DE MULTITRAYECTORIA**

En ATSC M/H, en cambio, la modulación 8-VSB no es precisamente inmune a la propagación de multitrayectoria, y está en manos de los fabricantes de dispositivos móviles y portátiles, y del presupuesto de los consumidores, el ofrecer y/o comprar equipos que contenga buena capacidad de recepción para revertir los efectos de propagación por multitrayectoria.

En DVB-H e ISDB-T móvil la inmunidad a propagación de multitrayectoria es exclusiva a la modulación OFDM, y es de responsabilidad de los operadores configurar la transmisión tal que se neutralice la distorsión por multitrayectoria.

#### **2.4.7 RECEPCIÓN BAJO CONDICIONES DE MOVILIDAD**

Existen dos tipos de recepción en movilidad:

- ✓ Recepción en Televisores Móviles con receptores tradicionales (televisores o set-top-boxes) que están en movimiento a bordo de un automóvil, tren, etc.
- ✓ Recepción en Terminales Portátiles que se refiere a la recepción de señales de video de limitada resolución en terminales portátiles como teléfonos celulares o agendas electrónicas (PDA) que utilizan batería.

ATSC M/H permite mejor recepción móvil en canales a bajas frecuencias (banda VHF) que en frecuencias altas (banda UHF). Luego, otros estudios demostraron que si es posible la recepción de ATSC M/H, aunque estos no llenaron las expectativas de sus investigadores, ya que a partir de los 150Km/h la calidad de la señal decae y empieza a presentar problemas. Para solucionar esta evidente deficiencia los desarrolladores del estándar ATSC M/H están trabajando en una nueva tecnología.

En el estándar DVB-H el modo 2k permite recepción a velocidades altas (cruceiros, trenes, vehículos en autopista). El modo 8k es menos robusto pero las pruebas han demostrado que puede soportar velocidades altas en variedades de condiciones. Pruebas realizadas en vehículos en movimiento demostraron que en DVB-H si se puede lograr la correcta recepción pero solo en definición estándar; esto se logra comprometiendo parcialmente la tasa de datos que se puede transmitir.

En ISDB-T la robustez de su entrelazado y la capacidad de recepción parcial de One-Seg, lo hacen muy apto para recepción móvil tanto en términos de calidad de la recepción como costo de los equipos de recepción parcial. Pruebas realizadas señalan que tiene el mejor rendimiento en comparación con los otros dos estándares al permitir la recepción en alta definición (HDTV) en dispositivos móviles hasta una velocidad de 100 Km/h.

## **CAPÍTULO 3**

### **ONE SEG.**

#### **3.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS**

Como mencionamos anteriormente tanto ISDB-T como ISDB-Tb incorporan un servicio llamado One-Seg, para difusión de datos (video y audio) en alta definición destinado a ser recibido por dispositivos portables, tales como teléfonos celulares, PDA's, consolas de video juegos portables, etc. Originalmente One-Seg fue diseñado para tener una recepción de TDT estable en los trenes de alta velocidad en Japón. Este estándar se implementó en Brasil en el 2007 por medio del convenio realizado con Japón.

La diferencia fundamental en la adaptación del estándar ISDB-T para Latinoamérica empezando por Brasil está en la parte móvil, ya que en Japón la transmisión One-Seg funciona a 15 frames por segundo mientras que en Brasil se mejoró esta tasa de transmisión a 30 frames por segundo.

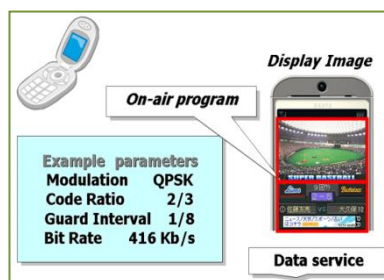


Figura 3.1 Esquema de funcionamiento One-Seg<sup>[16]</sup>

La transmisión información, se lo hace con modulación QPSK con 2/3 de Forward Error Correction (FEC) y 1/4 de relación de guarda a una velocidad de 416kbits/s. El diseño fue implementado con BST-OFDM para que el canal se separe en 13 segmentos, 12 segmentos para una señal HDTV y el segmento restante (un segmento, de allí su nombre) para receptores móviles. Cada uno de estos 13 segmentos representa 428Khz de ancho de banda y se obtiene 5.57Mhz más 430Khz de guarda por interferencia, así se tiene el ancho de banda de 6MHz requerido por el estándar y se transmite en la banda UHF en las frecuencias entre 470 y 770Mhz en Japón y en Brasil en 806Mhz, dando un total de 300Mhz divididos en 50 canales enumerados del 13 al 62.

La mejor resolución del sistema para transmisión móvil es de 320x240 pixeles con una tasa de bits para video entre 180-256kbps y entre 32 y 64kbit/s para audio con multiplexación MPEG HE-AAC y para video MPEG-4 códec H.264.

<b>Video</b>	
Sistema de compresión	MPEG-4 AVC BP@L1.3 (AVC, Base Profile, Level 1.3)
Resolución	- SQVGA (160x120 or 160x90) - QVGA (320x240 or 320x180)
Bit Rate	Entre 220 y 320 Kbit/s
FrameRate Máximo:	25 o 30 cuadros por segundo.
<b>Audio</b>	
Sistema de compresión	MPEG-4 HE-AAC v2@L2 (HE-AAC, Versión 2, Level 2) para audio estéreo (o 2 canales monoaurales).
Bit Rate	Entre 48 y 64 Kbit/s
<b>Datos / interactividad</b>	
Data-Cast	- Guía de Programación Electrónica (EPG) - Servicios interactivos con Ginga NCL/Ginga J - Avisos de Alerta
Bit Rate	Entre 10 y 100 Kbit/s remanentes del ancho de banda

Tabla 3.1 Principales Características técnicas de One-Seg <sup>[16]</sup>

### 3.2. ECUACIÓN PARA CALCULAR VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE UN SEGMENTO

- a) Velocidad de codificación Reed-Solomon (188/204), valor fijo.
- b) r: Velocidad de transferencia en codificación convolucional.
- c) M: Índice de modulación (bit/símbolo); QPSK=2, 16QAM=4, 64QAM=6.



- d)  $T_s/(T_s+T_g)$ ; relación de la longitud total del símbolo y longitud efectiva del símbolo.
- e)  $(\text{datos efectivos, portadora})/(\text{total de portadores})=96/108$  – valor fijo para modos 1, 2 y 3.
- f)  $N_f$ : número de portadoras en un segmento; modo1=108, modo2=216, modo3=432.
- g)  $F_d$ : espacio en portadora= velocidad del símbolo efectivo  
modo1= $(6/14)/108*10^3\text{Khz}=3.968\text{Khz}$ , modo2=(1/2) del modo1, modo3=(1/4) del modo 1 (nota)  $(6/14)*10^3\text{Khz}$ =ancho de banda de 1 segmento.

**Ejemplo:**

Modo 3, relación del intervalo de guardia=1/16, modulación=QPSK, velocidad de codificación (r)=2/3

$$\text{Velocidad de One-Seg} = 0,9920635*432*(16/17)*2*(2/3)*(188/204) = 440,56\text{kbps}$$

### 3.3. FORMAS DE RECEPCIÓN DE TRANSMISIONES ONE-SEG

Para poder concretar la problemática de los hábitos de uso y contenidos, debemos considerar diversos aspectos de la recepción. Por eso, brevemente describiremos y apoyándonos sobre en la experiencia japonesa, en las emisiones One-Seg a dispositivos móviles. Esto nos permitirá enmarcar ciertos datos que nos resultarán útiles.

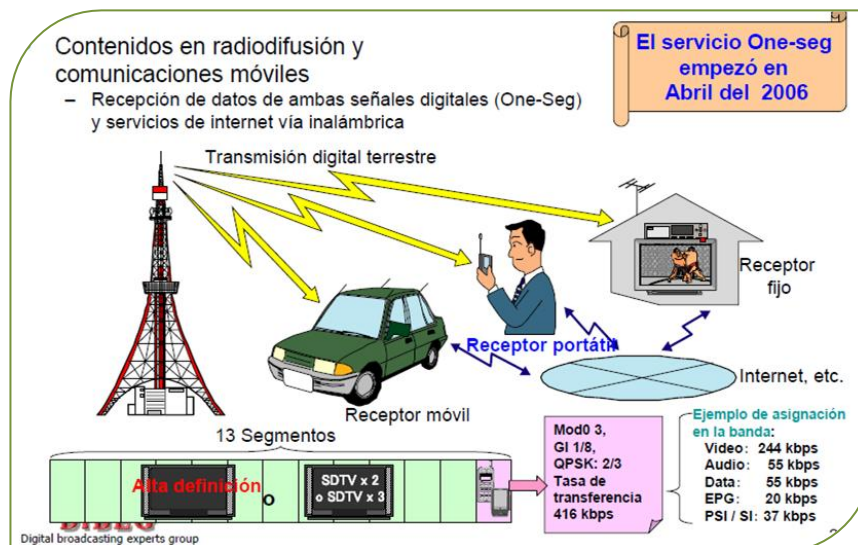


Figura 3.3.1 Formas de Recepción One-Seg [17]

De acuerdo a la JEITIA, Asociación de Industrias Electrónicas y Tecnologías de Información de Japón, el 45% de los teléfonos celulares vendidos durante 2007 tenían posibilidad de recibir señales One-Seg. El porcentaje aumentó de un 26,8% en Abril de 2007 al 64,2% en Marzo de 2008. He aquí una lista no exhaustiva de dispositivos posibles de recibir este segmento: celulares o smartphones, Lectores de libros electrónicos, diccionarios electrónicos, I-Pads, sistemas de navegación para autos, consolas de videojuegos como PSP (PlayStation portable) o Nintendo DS, iPhone, PDA's y Handheld PCs.

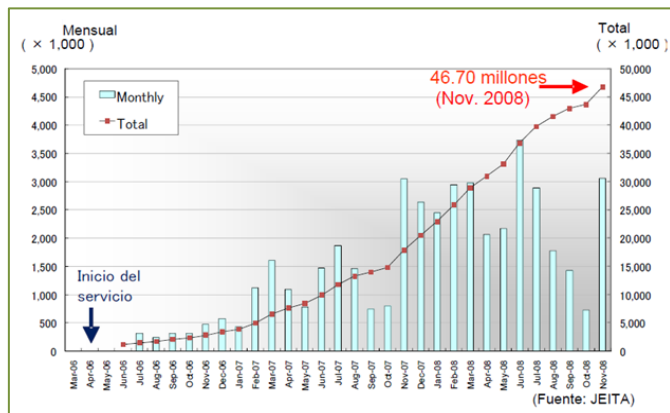


Figura 3.3.2 Celulares con ISDB-T One-seg vendidos en Japón [16]

La diversidad de dispositivos y las cifras de adquisición de teléfonos celulares demuestran que el canal One-Seg, además de abrir nuevos modelos de negocio, es clave para el cumplimiento de uno de los objetivos prioritarios estipulados por los gobiernos sudamericanos y que para varios países (Brasil, Argentina, Chile, Perú, etc.) fue motivo de peso para la elección del estándar, y es la reducción de la brecha digital y la participación masiva de los ciudadanos en los programas gubernamentales, de salud, educación, publicidad, etc.

Datos estadísticos demuestran que por cada diez receptores fijos de TV instalados existen cuarenta teléfonos celulares, es decir que, el mercado potencial que constituyen los teléfonos celulares para establecer modos de transmisión de contenidos audiovisuales interactivos es inmenso. Además, aunque en un principio los teléfonos celulares y smartphones que sintonizan One-Seg sólo se comercializaban dentro de Japón, a causa de la adaptación del

estándar en otros países la demanda de estos equipos de gama media-baja y alta han aumentado internacionalmente, y experiencias hacen suponer que a pesar de que hace muy poco las compañías de telefonía celular ofrecen modelos que reciben One-Seg, la cantidad de teléfonos con estos de receptores se incrementará drásticamente en los próximos dos o tres años, sobre todo en países que ya están lo implementado a partir de la extensión de la red de antenas transmisoras a lo largo del territorio nacional.

Es importante recordar que el acceso a transmisiones One-Seg al igual que toda las emisiones de TV Digital Abierta es sin costo alguno de conexión y totalmente independiente del contrato telefónico (a diferencia de los sistemas estadounidense y europeo, en donde la transmisión a móviles es considerado un servicio extra y se cobra por él).

Otro aspecto a resaltar de la transmisión One-Seg es el alcance de la señal de transmisión. En una jornada sobre la Televisión Digital, realizada por el NeoTVLab en Argentina, un representante de una Telco manifestaba que no era posible viajar de Buenos Aires a Rosario (distancia 500 km) viendo la misma emisión One-Seg, ya que al cambiar de antena se perdía la programación. En nuestra opinión, el ejemplo no es del todo válido, porque se involucran problemas de transmisión y de distribución de la señal, pero es un buen ejemplo para demostrar la cobertura del sistema y si es posible la recepción de One-Seg en movimiento.

### **3.4. FILTRO Y CONTROL DE RUIDO EN DISPOSITIVOS MOVILES**

A continuación realizaremos la descripción de las principales características y especificaciones de tres diseños de circuitos integrados, el MAX2160/EBG, MAX2163, y el MAX21617/MAX2162. Cada uno de ellos tiene la particularidad sintonizar la señal One-Seg. En todo dispositivo móvil capaz de recibir la señal de un segmento se encuentra incorporado uno de estos integrados, y tiene la función de recibir la señal, filtrarla, realizar el control de ruido para finalmente presentarla en los equipos móviles/portátiles.

A pesar de que los tres integrados se encuentran totalmente facultados para realizar la misma función y ser incorporados en las mismas aplicaciones para TV móviles en celulares, Asistentes Personales Digitales (PDA's), consolas de juego, automóviles, etc.; el MAX2160/EBG es el integrado comúnmente usado y preferido por los fabricantes de los equipos de recepción One-Seg.

#### **3.4.1 INTEGRADO MAX2160/EBG**

El primer circuito integrado que analizaremos es el MAX2160/EBG desarrollado por la empresa Maxim para la señal de un segmento de ISDB-T.

El MAX2160/EBG recepta y convierte una señal de la banda UHF a IF (Frecuencia Intermedia) para operar en el rango de los 470 a los 770Mhz. Este dispositivo es un sintonizador universal donde se ha integrado diseños de

amplificadores de ganancia variable que proveen un rango de ganancia de control de 100dB, mezcladores, filtros pasa banda, entre otros diseños, garantizando un rechazo de interferencia de imagen de un rango de 42dB. También incluye un VCO monolítico, una impedancia controlada para las trazas de alta frecuencia, circuitos tanque, un sintetizador de frecuencia, seguido de un TCXO y un cristal que opera entre los 13 y 26Mhz permitiéndole operar entre -40°C a +85°C.

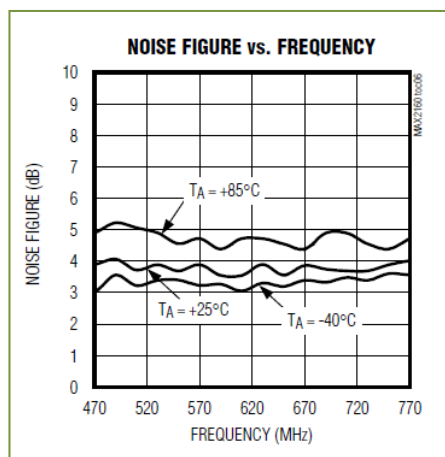


Figura 3.4.1.1 Frecuencia vs Ruido<sup>[25]</sup>

### 3.4.1.1 CONEXIONES INTERNAS

Con el propósito de minimizar las perdidas las conexiones internas del circuito están diseñadas de tal manera que se mantengan las líneas de comunicación RF lo más pequeñas posibles.

Cuenta con varias conexiones para disipación de calor, conexiones a tierra, conexiones RF para minimizar acoplos indeseados y al pin VCC se conecta un capacitor de 100pF a tierra.

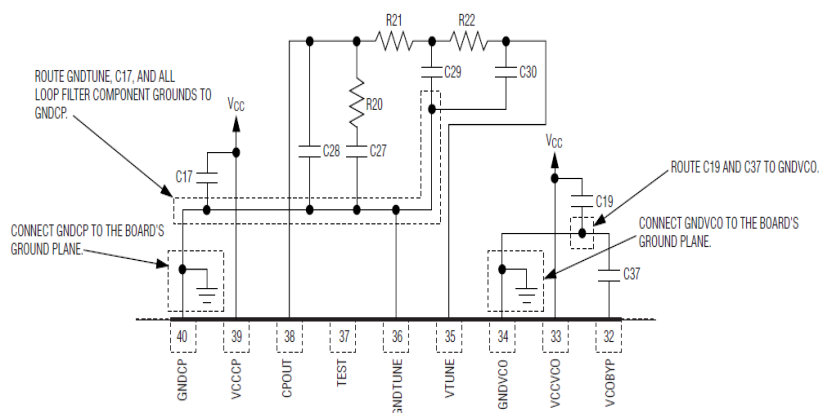


Figura 3.4.1.1.1 Diagrama del retorno a tierra de los componentes [25]

Es importante tomar en consideración el canal de retorno a tierra del VCO, VTUNE y charge pump, porque los capacitores VCOBYP y VCCVCO (C37 y C19 respectivamente) deben ser retornados a tierra a través del pin GNDVCO, y los componentes del lazo de filtrado (C27-C30) junto con el capacitor de bypass (C17) deben ser llevados a tierra por el GNDVCO. GNDTUNE también se debe llevar a tierra por GNDVCO junto con todas las otras tierras del lazo de filtros PLL.

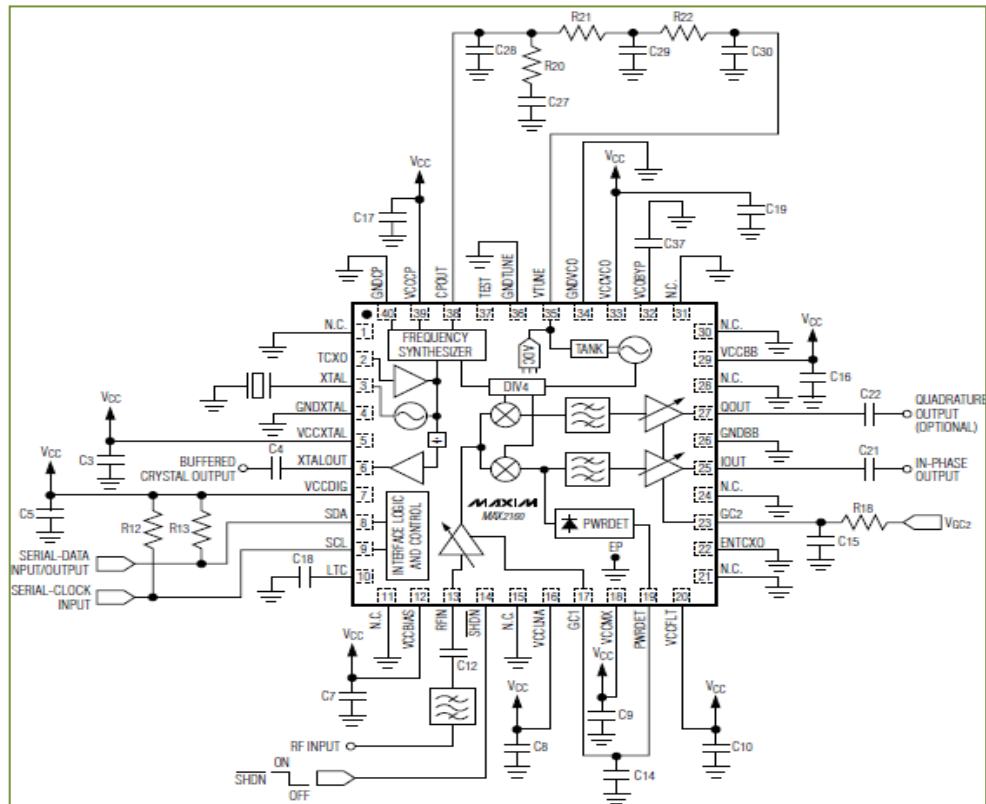


Figura 3.4.1.1.2 Diagrama interno del MAX2160/EBG de Maxim<sup>[25]</sup>

### 3.4.1.2 ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

#### a) Especificaciones Técnicas:

- Bajo ruido < 4bB típico
- Alto rango dinámico– 98dBm a 0dBm
- $V_{CO}$  integrado y circuito tanque
- Bajo ruido LO (local oscillator): Típico -88dBc/Hz a 10kHz
- Opera entre +2.7V y +3.3V



### **b) Especificaciones Eléctricas en DC**

El MAX2160 opera con un  $V_{CC} = +2.7V$  a  $+3.3V$ ,  $V_{GC1} = V_{GC2} = 0.3V$  de ganancia mínima, no señales RF input en RFIN, banda base I/O es un circuito abierto y el  $V_{CO}$  se activa con  $f_{LO}$  (frequency locked oscillator) = 767.714MHz, los registros son de acuerdo a las condiciones por defecto,  $T_A = -40^{\circ}C$  a  $+85^{\circ}C$ , valor típico en  $V_{CC} = +2.85V$  y valor típico de temperatura  $T_A = +25^{\circ}C$ .

### **c) Especificaciones Eléctricas en AC**

El MAX2160 opera con un  $V_{CC} = +2.7V$  a  $+3.3V$ ,  $f_{RF} = 767.143MHz$ ,  $f_{LO} = 767.714MHz$ ,  $f_{BB} = 571kHz$ ,  $f_{XTAL} = 16MHz$ ,  $V_{GC1} = V_{GC2} = 0.3V$ .

Máxima ganancia de acuerdo a condiciones por defecto, la carga de salida en banda base,  $T_A = -40^{\circ}C$  a  $+85^{\circ}C$ , valor típico en  $V_{CC} = +2.85V$  y valor típico de temperatura  $T_A = +25^{\circ}C$ .

### **d) Filtro Sintonizador de Frecuencia Intermedia**

La frecuencia central del filtro pasa banda en banda base es configurado desde la fábrica a 571kHz, aunque esta configuración del fabricante se puede obviar ajustándola en el registro FLTS y TUN [2:0] bits, y en caso de que ya no necesitemos de estas condiciones se puede regresar a la configuración de fábrica.

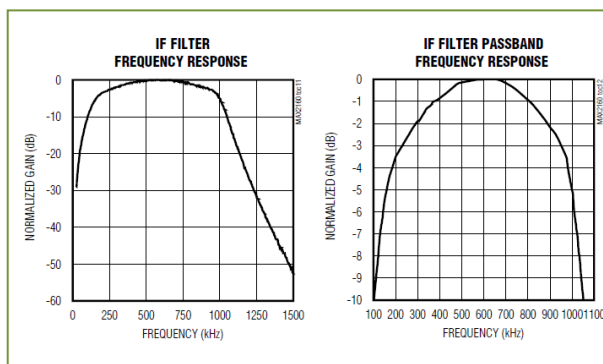


Figura 3.4.1.2 Respuestas de Frecuencia intermedia [25]

#### e) Ganancia Por Paso de Frecuencia Intermedia

Para mantener la sensibilidad de la señales tanto en QPSK y QAM, el MAX2160/EBG tiene incorporado un controlador de bits que es el MOD. El MOD en la posición 1 trabaja para recepción QPSK y en la posición 0 para la recepción QAM. El MOD es capaz de incrementar la ganancia en banda base en 7db cuando se reciben señales QPSK.

### 3.4.2 INTEGRADO MAX2163

El MAX2163 es un sintonizador IC de baja frecuencia también diseñado para aplicaciones one-seg de ISDB-T. Este dispositivo convierte directamente las señales de la banda UHF a señales de baja frecuencia usando un convertidor I/Q banda ancha y opera en el rango de frecuencias de UHF de 470Mhz a 806Mhz. El integrado incluye en su circuito un amplificador de bajo ruido (LNA),

amplificadores RF de ganancia variable, mezcladores convertidores I/Q, un amplificador banda base de ganancia variable, un filtro IF-low dando un rango de control de más de 100db, un  $V_{CO}$  monolítico como sintetizador de frecuencia incluyendo un cristal oscilador y salida variable, donde el cristal opera entre 32Mhz y 36Mhz. El MAX2163 opera de forma extendida a temperaturas de -40°C a +85°C.

#### **3.4.2.1 ESPECIFICACIONES MAX2163**

UHF: 470MHz a 806MHz

Ruido bajo típico: 3.2dB

Rango dinámico alto: -99dBm a 0dBm

VCO y sintetizador de frecuencia integrado

LO(local oscillator) de ruido bajo: -87dBc/Hz a 10kHz

Filtros Low-IF de ancho de banda variable

Rechazo de imagen mayor a 40dB

Operación entre +2.4V a +3.47V

Bajo consumo de 80mW a +2.5V

A poca batería se apaga o modo stand by

#### **3.4.2.2 OPERACIONES ADICIONALES DEL MAX2163**

### a) Filtro Rastreador RF Opcional

A este dispositivo se le puede incorporar un filtro rastreador RF a la salida RFVGA, y es controlado por los bits RFLT en el modo registro, para habilitar el filtro RFFB=0, Para deshabilitar RFFB=1, si el filtro rastreador no es usado, no se debe implementar el inductor 18nH, a continuación la tabla de frecuencias centrales para configuración.

### b) Tabla de Frecuencias Centrales

RFLT	UHF (MHz)
000	470–488
001	488–512
010	512–542
011	542–572
100	572–608
101	608–656
110	656–710
111	710–806

Tabla 3.4.2.2 Frecuencias Centrales<sup>[30]</sup>

### c) Filtro de Frecuencia Intermedia

La frecuencia central nominal del filtro de frecuencia intermedia (IF) y ancho de banda están en 571Khz y 860Khz respectivamente, la frecuencia central del filtro IF pasa banda es configurado de fábrica, pero se puede configurar variando el

FLTS y los bits TUN [2:0] en el registro del filtro, donde FLTS es 0 para estar en la frecuencia de fábrica y FLTS es 1 para configurar según los bits TUN [2:0]

#### **d) XTALOUT Buffer**

La referencia buffer/divisor es para manejar dispositivos externos, el divisor de frecuencia interna es fija en 2 y el buffer da una señal mínima de  $500\text{mV}_{\text{P-P}}$  a una carga de  $4\text{Kohms}$  a  $10\text{ pF}$  con un ciclo de trabajo garantizado entre 45% y 55%

### **3.4.3 INTEGRADOS MAX21617/MAX2162**

Finalizaremos el integrado MAX2161/MAX2162 que se diferencia de los dos integrados anteriores porque es este sintonizador IC low-IF fue diseñado para trabajar en ISDB-T de uno (One-Seg) a tres segmentos. Este dispositivo convierte señales VHF y UHF a señales de baja frecuencia usando un convertidor banda ancha y opera en el rango de frecuencias de UHF de  $170\text{Mhz}$  a  $222\text{Mhz}$  para la banda VHF y de  $470\text{Mhz}$  a  $770\text{Mhz}$  para UHF. Entre sus principales características están que en su circuito incluye un amplificador de bajo ruido (LNA), mezcladores, convertidores, amplificadores RF de ganancia variable y un filtro pasa banda IF-low dando un rango de control de más de  $106\text{db}$ , un VCO monolítico y circuito tanque como sintetizador de frecuencia, un

cristal/TXCO oscilador que opera entre 32Mhz y 40Mhz. El MAX2162 opera de forma extendida a temperaturas de -40°C a +85°C.

Entre las especificaciones tenemos también ruido bajo típico de 3.9dB, alto rango dinámico entre -98dBm a 0dBm, filtro pasa banda low-IF integrado, voltaje de operación entre +2.7V a +3.3V, en bajo consumo 124mW.

### **3.5. TECNOLOGÍA DE INTERACTIVIDAD Y CONTENIDOS PARA SU DIFUSIÓN**

En un escenario de televisión digital terrestre con receptores móviles, no se debe perder de vista que la función principal de estos dispositivos es la de establecer comunicación ya sea entre persona-persona y/o persona-operadora. Las funciones adicionales a este principio, deben ocupar un segundo plano. En este ámbito, cualquier software para dispositivos móviles debe considerar aspectos de uso de la batería con bajo consumo de energía, procesamiento limitado de memoria, movilidad con proceso handoff, tamaño de display, etc.

Desde el aspecto comercial, el factor primordial que diferencia la televisión digital de la televisión convencional existente es la capacidad que tiene el televidente de interactuar con su equipo receptor utilizando un canal de retorno determinado. Esta interactividad propia de la televisión digital abre un abanico

de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones comerciales que le permitan al usuario interactuar con el equipo mediante el intercambio de información.

One-Seg al igual que las demás tecnologías de transmisión de video destinadas a pequeñas pantallas de baja resolución, constituyen un desafío en lo referente a formatos de contenidos. Las aplicaciones que pueden desarrollarse son variadas, desde la recepción de mensajes de alerta en caso desastres naturales hasta el ofrecer productos de compra por cada comercial que aparece en pantalla.

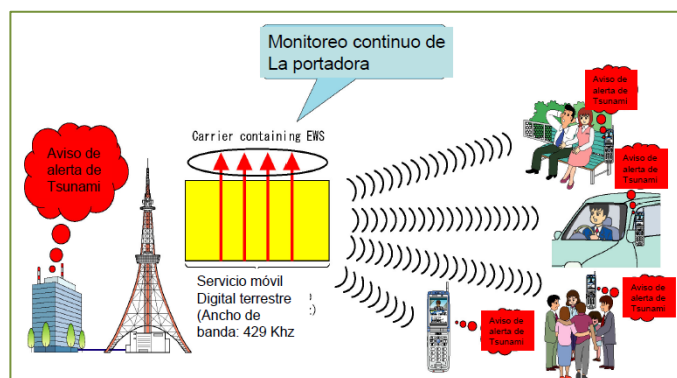


Figura 3.5.1. Activación en la recepción móvil de EWBS [17]

La interactividad que realiza el televidente con el canal receptor fijo es basada en botones de comando; estos botones son configurables en la interfaz de usuario del programa J2ME. Pero a más de las interfaces configurables en los receptores móviles para que pueda existir verdadera interactividad con el usuario es imprescindible la presencia de un Canal de Retorno.

Los canales de retorno que existen actualmente en diferentes países que han implementado TDT son los siguientes: GPRS, WiFi, Wi-Max. Cabe indicar que para el manejo de estos canales para programas como Java si el dispositivo cuenta con WiFi la interactividad se producirá vía WiFi.

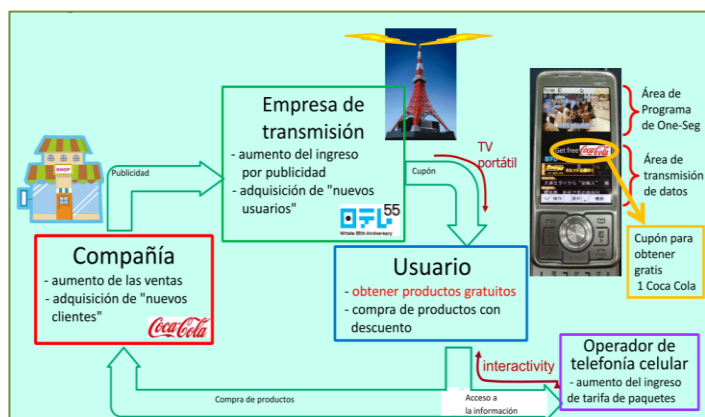


Figura 3.5.2. Publicidad e interactividad con el usuario en One-Seg [18]

De acuerdo a los datos de los mercados en donde ya se ha implementado el sistema, específicamente Japón y Brasil en América Latina, la innovación de formatos de contenido es todavía un tema pendiente. En el caso japonés, la misma legislación obligó en sus inicios a las estaciones de televisión, a que las cadenas y canales transmitiesen los mismos contenidos vía "full seg", es decir, en SD y/o HD y vía One-Seg. En este esquema, la programación del canal One-Seg es complementaria de la experiencia del televidente frente a su receptor de TV convencional, ya sea porque está viajando o esperando en algún lugar fuera



de su hogar, o porque el diseño de la programación y contenido fue pensado para ser visto en un aparato de TV convencional.

Para explicar en qué consisten los contenidos creados para ser transmitidos en One-Seg, otra vez tomaremos como ejemplo el caso de Japón. Básicamente, los primeros contenidos emitidos por las estaciones de televisión japonesas y que podían ser recibidos sin ninguna novedad en los receptores One-Seg consistían en noticias, estado del tiempo y contenidos de impacto social. A través de la interactividad, el canal de retorno y con la aplicación de protocolos para contenidos multimedia (Middleware Ginga-NCL y Ginga-J) en los receptores One-Seg estos contenidos fueron evolucionando al punto de presentar diferentes servicios multimedia, incluyendo interfaces interactivas, guías de programación electrónica, votación electrónica, etc. Por ejemplo, en la figura, se ilustra la pantalla de un equipo móvil, el cual incluye informaciones de interactividad, una lista de canales para suscripción y propagandas.<sup>[19]</sup>



Figura 5.1. Aplicación para televisión móvil interactiva<sup>[18]</sup>

El desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles todavía es un campo poco abordado en países donde se brinda el servicio de TDT, lo que implica un gran reto para proyectos en la implementación de aplicaciones en estos dispositivos.

Actualmente, los diversos estándares de Televisión Digital, se encuentran desarrollando aplicaciones, probando las funcionalidades y beneficios de interactividad que esta tecnología ofrece, y son estos países (Japón, Brasil, Argentina) los que están realizando estudios relacionados a la identificación de simuladores de dispositivos móviles.

### **3.6. ESPECIFICACIONES DE RECEPTORES ONE-SEG**

En base a la Norma Brasileña ABNT NBR 15604, escrita por expertos en telecomunicaciones y televisión de la ABNT, la Asociación Brasileña de Normas Técnicas, que especifica un conjunto de funcionalidades y configuraciones esenciales obligatorias y opcionales requeridas de los dispositivos de recepción de televisión para SBTVD, así como los de one-seg, destinados a recibir señales en la modalidad fija, móvil y portátil.

Un dispositivo one-seg, es aquel que decodifica exclusivamente informaciones de audio, video, datos, etc., asignada en el segmento central de los trece segmentos y permite realizar la interactividad entre el receptor y un servidor remoto. En este contexto de este capítulo, se estudiara las especificaciones

relacionadas a los receptores One-Seg, las cuales se encuentran contenidas en dicha norma y se las puede encontrar y descargar gratuitamente en Inglés, español y portugués en la página web de ABNT.

Según la norma ABNT NBR 15604 entre las especificaciones de los receptores One-Seg están:<sup>[20]</sup>

**a) Receptor portátil:** La clasificación one-seg se destina a los receptores del tipo portátil, también conocidos como “*handheld*”, para pantallas de exhibición de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas.

Entre los productos clasificados como one-seg, están los receptores integrados con teléfono celular, PDA, televisores portátiles, los cuales reciben alimentación de una batería interna y, por lo tanto sin necesariamente requerir una fuente externa de energía, así como aquellos destinados a automóviles.

**b) Dispositivos portátiles de recepción parcial:** La unidad de recepción parcial debe ser capaz de por lo menos sintonizar los canales de 4 televisión limitados por la banda de UHF, comprendidos entre los canales 14 a 69.

**c) Ancho de banda del canal:** El ancho de banda del canal debe ser compatible con lo especificado en el ABNT NBR 15601:2007, como sigue:

- ✓ Dispositivos fijos o móviles de recepción (full-seg): 5.7 MHz
- ✓ Dispositivos portátiles (one-seg): 0.43 MHz

**d) Presentación de contenidos one-seg en receptores full-seg:** La presentación de los contenidos para los receptores one-seg, en dispositivos de recepción full-seg, simultáneamente o no, depende de la arquitectura del receptor. La especificación de esta funcionalidad es facultad del fabricante.

**e) Memorias:** El receptor que disponga de *middleware* instalado en su arquitectura debe poner a disposición 2MB o más de memoria volátil para contenidos de datos transmitidos por ciclo de vida definido por la aplicación. El receptor debe disponer de memoria no volátil para almacenamiento de códigos de programa.

**f) Decodificación de vídeo e interfaces de salidas:** El receptor debe ser capaz de decodificar un *stream* de vídeo H.264/AVC, según la ABNT NBR 15602-1: perfiles y niveles, decodificación de servicios primarios, y tasa de cuadros, señales e interfaces de salida de vídeo analógico y digital, salida de RF, etc.

**g) Decodificación de audio e interfaces de salidas:** El receptor debe ser capaz de decodificar stream de audio en el estándar MPEG-4 AAC, de acuerdo con la ABNT NBR 15602-2: parámetros para perfiles y niveles de audio, decodificación del stream primario, interfaces de salidas analógica o digital.

**h) Decodificador de datos primarios:** La implementación del middleware Ginga es opcional, pero, desde si es colocado en el receptor, los requisitos mínimos obligatorios a ser implementados están definidos en la siguiente tabla.

Lenguaje de Programa		Full-seg	One-seg	Descripción
<b>Ginga</b>	NCL	Obligatorio	Obligatorio	Receptor full-segGinga-J es obligatorio
	Java	Obligatorio	Opcional	
Puente de Enlace entre Lenguajes				
<b>Puente</b>	LUA	Obligatorio	Opcional	Obligatorio en one-seg, en caso de ser implementado en Java
	ECMAScript	Opcional	Opcional	
Máquina de Ejecución				
<b>Engine</b>	Máquina virtual Java	Obligatorio	Opcional	
	LUA	Obligatorio	Obligatorio	
Suite de prueba				
<b>Declaración de conformidad</b>		Obligatorio	Obligatorio	Debe pasar por el conjunto de ensayos definidos en las especificaciones

Tabla 3.6.1 Implementación del Middleware Ginga en un Receptor one-seg. [20]

**Suite de prueba:** Para garantizar la interoperabilidad entre las más diversas implementaciones e integraciones del middleware Ginga en distintas arquitecturas de hardware y software, el middleware incorporado debe pasar obligatoriamente por un conjunto de ensayos.

El resultado de las pruebas debe ser la base del documento de declaración de proveedor, el cual debe garantizar que el middleware Ginga incorporado en la plataforma cumpla totalmente los requisitos definidos por las normas:

- ✓ ABNT NBR 15606-1
- ✓ ABNT NBR 15606-3
- ✓ ABNT NBR 15606-5

Del mismo modo, las aplicaciones interactivas enviadas al receptor, por cualquier medio físico, deberán someterse a ensayo para la validación.

*i) **Accesibilidad:*** Aunque su transmisión es obligatoria, los recursos de accesibilidad son de implementación facultativa en cualquier tipo de receptor. Sin embargo, una vez puestos a disposición, integralmente o en parte, deben obligatoriamente cumplir las especificaciones de la norma.

Los recursos que componen el conjunto de accesibilidad son:

- ✓ Subtítulos y/o doblaje
- ✓ Audio descripción
- ✓ Locución

*j) **Funciones mínimas recomendadas:*** Para que el usuario pueda disfrutar de los servicios disponibles en las transmisiones digitales, es recomendable que se ofrezcan las siguientes funciones:

- ✓ Encender/apagar: conmutación para plena operación o estado de espera
- ✓ Numéricas (0 a 9): acceso directo a los canales y letras de acuerdo con la ETSI ES 202 130:2003.
- ✓ Canales superior e inferior: navega por los canales almacenados

- ✓ Control de volumen: aumentar o reducir el volumen
- ✓ Guía (EPG): acceso a la guía de programación.

**k) *Función EPG:*** La implementación del EPG es facultativa para los fabricantes de los receptores. Las transmisiones deben permitir obligatoriamente informaciones en tres diferentes tipos básicos de distribución de la EIT y el receptor que recibe informaciones de estas tablas debe mostrar obligatoriamente este contenido en área reservada para cada tipo de EPG.

- ✓ H-EIT: para full-seg
- ✓ M-EIT: para receptor móvil
- ✓ L-EIT: para receptor one-seg

**l) *Funciones de la Comunicación Interactiva:*** La implementación del canal de interactividad es facultativa al fabricante del dispositivo de recepción. Sin embargo, al ser implementado, debe obligatoriamente estar en conformidad con las especificaciones de la norma.

**m) *Comunicación interactiva (bidireccional) – canal de interactividad:*** La implementación del canal de interactividad es facultativa al fabricante del dispositivo de recepción, sin embargo, una vez implementado, debe seguir lo establecido en la norma.

**n) Receptores con mecanismos para interactividad:** Para los receptores que dispongan de mecanismos de interactividad, las teclas, o cualquier otra forma de interfaz, deben suministrar obligatoriamente las siguientes funcionalidades:

- ✓ Confirma: confirmar la operación
- ✓ Salir: abandonar la operación
- ✓ Volver: retornar a la operación anterior
- ✓ Direccionales (arriba, abajo, derecha e izquierda): navegación de colores (verde, amarilla, azul, y roja), atajos para funcionalidades contextuales.
- ✓ Info: informacionessobreprogramación
- ✓ Menú: presenta opciones de acuerdo con el contexto.

**o) Receptor one-seg:** Los receptores one-seg (un segmento) deben ser, obligatoriamente, capaces de decodificar bitstreams con todas las herramientas de codificación descritas en el perfil baseline: H.264/AVC BP @L 1.3.

Las restricciones en los parámetros de codificación de vídeo para dispositivos portátiles deben estar de conformidad con la norma ABNT NBR 15602-1:2007.

**p) Receptores one-seg:** Los receptores one-seg deben soportar obligatoriamente por lo menos la decodificación de vídeo en los formatos CIF con razón de aspecto de 4:3, QVGA y SQVGA, ambos con razón de aspecto de



4:3 y 16:9. Estos formatos de vídeo se presentan en la Tabla 3.5.2, pudiendo, a criterio del fabricante del receptor, ser agregadas otras resoluciones.

Formato de vídeo de salida	Razón de aspecto	Número de líneas a decodificar	aspect ratio info	Formato de vídeo de salida	Razón de aspecto	Número de líneas a decodificar	aspect ratio info
SQVGA	4:3	160 x 120	1	525i	4:3	720 x 480	3
SQVGA	16:9	160 x 90	1	525i	16:9	720 x 480	5
QVGA	4:3	320 x 240	1	525p	16:9	720 x 480	5
QVGA	16:9	320 x 180	1	750p	16:9	1280 x 720	1
CIF	4:3	352 x 288	2	1125i	16:9	1920 x 1080	1

Tabla 3.6.2 Resoluciones Obligatorias establecidas por la ARIB<sup>[20]</sup>

**q) Tasa de Cuadros (framerate):** Los receptores one-seg deben soportar obligatoriamente por lo menos las tasas de cuadros de 5fps, 10fps, 12fps, 15fps, 24fps y 30fps. Esas tasas de cuadros especificadas pueden ser excedidas por otras no especificadas en esta norma, a criterio del fabricante del receptor.

**r) Decodificación de datos primarios: Receptores one-seg:** Se define para los receptores one-seg el *middleware* Ginga declarativo con *Engine* LUA. Por lo tanto, cuando esté presente en el receptor one-seg debe obligatoriamente contemplar las especificaciones del Ginga-NCL *stand alone* con máquina de ejecución LUA. El puente con una máquina Java es opcional.

### 3.7. EQUIPOS MOVILES BASADOS EN EL ESTANDAR ISDB-T

De acuerdo a la Norma Legal ABNT NBR 15604, en la que se aprueban las especificaciones técnicas mínimas de los receptores del estándar ISDB-Tb, se determina las características mínimas para los equipos receptores One-Seg; características que en el Ecuador al igual que cualquier otros país que haya o esté pensando en adoptar el estándar ISDB-T está obligado a utilizar, y esas son las que presentamos en la siguiente tabla.

Parámetro	Especificación
Modulación	QPSK y 16QAM
Perfiles y niveles del vídeo	H.264/AVC BP @ L1.3
Formatos	SQVGA 160x120 (4:3) SQVGA 160x90 (16:9) QVGA 320x240 (4:3) QVGA 320x180 (16:9)
Tasa de cuadros ( <i>frame rate</i> )	5fps, 10 fps, 12 fps, 15 fps, 24 fps, 25 fps,30 fps
Perfiles y niveles del audio	LC AAC @ L2 y HE-AAC+SBR+PS v.2 @L2

Tabla 3.7 Especificaciones mínimas para equipos receptores One-Seg <sup>[20]</sup>

Dentro del espectro, el sistema ISDB-Tb usa la banda UHF con frecuencias que van desde los 470 a los 860 MHz y con un ancho de banda de 300 MHz. En este ancho de banda son divididos trece segmentos, de los cuales doce son

utilizados por estaciones de televisión para transmitir contenidos en HD para televisores fijos y un segmento para transmitir señales para equipos móviles.



Figura 3.7.1 Servicio de One-Seg en un equipo celular<sup>[18]</sup>

Para verificar que equipos móviles soportan el estándar ISDB-T, hemos visitado las páginas electrónicas de los fabricantes que venden equipos, tales como: Sharp, LG, Panasonic, Sony Ericson, Samsung, Nokia, Toshiba, etc.

A continuación presentamos algunas características de marcas y equipos que pueden recibir la señal One-Seg.

#### ✚ **Fujitsu Foma F905i**

- ✓ Tamaño de 108 x 50 x 21 mm
- ✓ Pantalla widescreen VGA TFT de 3.2 pulgadas
- ✓ Cámara de 3,2 megapíxeles con sensor CMOS
- ✓ Ancho de banda máximo 9 kilobits
- ✓ Sistema de huellas dactilares

- ✓ Sintonizador One-Seg con solo desplegar la pantalla horizontalmente
- ✓ Autonomía de 200 minutos en GSM y 505 horas en 3G.



Figura 3.7.2 Móvil Fujitsu Foma F905i

#### **Sony One-Seg Walkman**

TV Walkman NW-A910 es un dispositivo con sintonizador interno one-seg para ver transmisiones de TV digitales; cuenta con 16GB de memoria flash que permiten grabar y almacenar hasta 16 horas de programación digital gracias al sistema EPG donde los usuarios pueden configurar el equipo para grabar la programa que deseen combinando grabadores de Blu-Ray Disc. Pantalla led orgánico de 3 pulgadas, permite bajar en 2 minutos programas hasta de una hora de duración, reproduce formatos de audio y video convencionales, conexión WiFi; permite recepción One-Seg2.



Figura 3.7.3 Sony One-Seg Walkman



#### **Móvil LG KB775**

- ✓ Cámara de 3 Mega Pixels
- ✓ Pantalla 3 sensible al tacto
- ✓ MP3 Player y Radio FM
- ✓ Bluetooth Estéreo
- ✓ Soporte para Micro SD
- ✓ Java (2.0)MMS, SMS,



Figura 3.7.4 Celular móvil LG KB775.

### **Panasonic Viera P905i**

- ✓ Pantalla de 3.5 pulgadas (854x480 píxeles)
- ✓ Equipo 3G, con memoria interna de 1 GB
- ✓ Conectividad HSDPA
- ✓ Integra funcionalidades de GPS
- ✓ Cámara digital de 2 megapíxeles



Figura 3.7.5 Móvil Panasonic Viera P905i

### **Samsung Galaxy SGT-I9000B**

- ✓ Pantalla táctil multi-touch
- ✓ Memoria de 1,16 GB
- ✓ Cámara principal 5 megapíxeles con enfoque automático y secundaria VGA
- ✓ Sintonizador One-Seg (exclusivo para Brasil)
- ✓ Radio FM estéreo con RDS y Swype
- ✓ Conectividad WiFi



Figura 3.7.6 Móvil Samsung Galaxy S

### ✚ **Sony Bravia TV One-Seg Impermeable**

El XDV-W600 lanzado por la compañía electrónica japonesa Sony es un televisor portátil impermeable; cumple con las especificaciones IPX IPX 7 y 6, y con las medidas de seguridad en caso de accidentes. Su diseño parecido al de una barra de jabón lo hace resistente a la humedad, ideal para llevarlo al baño, cocina u otro sitio. Está equipado con una pantalla de 4 pulgadas, sintonizador de TV digital One-Seg, radio AM y FM, memoria interna de 2GB para grabar hasta 10 horas de programas de televisión, y tiene una duración de 23 horas a partir de sus propias baterías AA complementado por.



Figura 3.7.7 Sony Bravia TV One-Seg Impermeable

### **Sony PSP One-Seg**

El periférico exclusivo para PSP 3000 Slim comercializado sólo en el continente japonés viene con un dispositivo de nombre de One-Seg Tuner, que se conectará a través del puerto USB, y nos permitirá recibir la señal TDT. La nueva PSP se ha esperado para desafiar a Nintendo Wii, al contar con un diseño más delgado y ligero. Si instala el sintonizador one-seg, el usuario podrá ver los programas de 12 canales de televisión en la pantalla de 4,3 pulgadas. La nueva PSP acorta el tiempo de carga mediante el almacenamiento de los datos del juego de UMD (Universal Media Disc).



Figura 3.7.8 Sony PSP One-Seg



## **CAPÍTULO 4**

### **PROBLEMAS Y RETOS EN LA RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TV MÓVIL**

#### **4.1. PREDICCIÓN DEL ÁREA DE COBERTURA PARA ESTACIÓN DE TV DIGITAL EN ISDB-T**

Uno de los principales puntos al momento de diseñar una estación encargada de propagar una señal digital, es propiamente la predicción del área de cobertura debido a que tenemos que tomar en cuenta las especificaciones y guías fijadas por los entes reguladores del país, y una vez realizada la instalación con los debidos parámetros tomados en cuenta en las mediciones de campo, se espera que los datos obtenidos hayan sido útiles, caso contrario se incrementará el valor del Capex.

Comparado a la implementación de una estación de TV analógica, donde se emplea un método de predicción basado en curvas empíricas; en TV digital debemos tomar en cuenta otros parámetros con otras curvas y diseños más estrictos, aunque también nos sirven los métodos que son usados para grandes ciudades con muchas edificaciones como lo es Okumura-Hata.

Durante todo este tiempo que se ha venido trabajando con TV analógica, el espectro electromagnético se vio limitado para la cantidad de usos que se le quiso dar, por lo que se limitó el número de canales. De esta forma, con la digitalización que se está dando en la mayoría de países vamos a poder tener más canales; es por esta razón que el tema de las coberturas debe ser manejado de mejor forma, así como la asignación de frecuencias. El objetivo de este análisis es poder determinar los parámetros de transmisión para lograr un Área Primaria de Servicio (APS), que a su vez debe propagarse con seguridad y de una manera eficaz, según las normas que especifican los entes regulatorios.

Como datos iniciales, debemos tomar en cuenta los parámetros de frecuencia, categoría, topografía, datos del terreno, rugosidad y área de cobertura.

De igual forma, tenemos que especificar los parámetros de la estación de radiodifusión terrestre que son: contorno de protección, alcance y fuerza de la señal.

Es por esto que vamos a necesitar la topografía del terreno de aproximadamente un radio de 50 km, Cotas del terreno sobre el nivel de mar, plano con las Curvas de Nivel provistas por algún software con el que se las pueda calcular o que las conceda el ente regulador. Debemos identificar montañas, ríos, lagos, edificios importantes, ubicación de los televidentes en su mayoría, coordenadas, etc.

También, debemos conocer el lugar de ubicación de la emisora, que por lo general podría ser en el mismo lugar de la estación analógica, la frecuencia y categoría del Canal, tipo y altura media de antena ( $H_{ma}$ ), mínima requerida por el ente regulador y sus especificaciones.

Ya sea desde el punto de vista analógico o digital, se ha comprobado que la rugosidad del terreno juega un papel importante, por lo tanto se requiere calcular la altura media del terreno para poder hacer las estimaciones, así como un relevamiento de cotas en tres dimensiones (3D). Esto se podría realizar con un software específico resultando en un alto grado de detalle y exactitud.

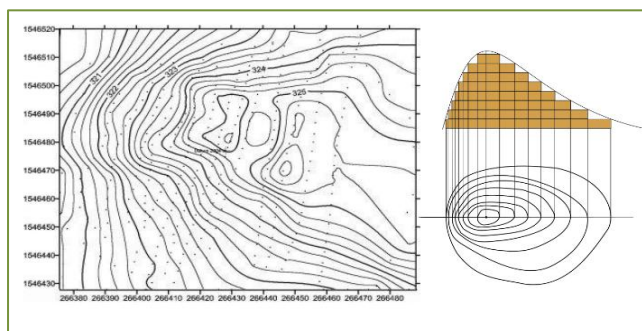


Figura 4.1 Cartas 1:100000 (1Km = 1cm) ó 1:50000 (0,5 Km = 1cm) [21]

#### 4.1.1 PARÁMETROS A REVISAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

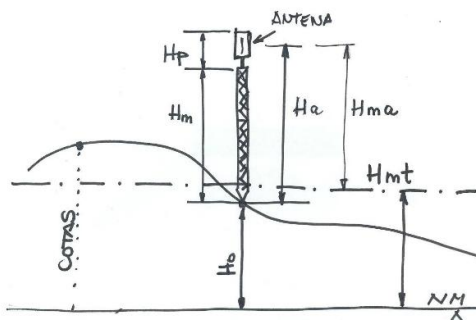


Figura 4.1.1 Punto de emisión <sup>[21]</sup>

- Hm Altura del mástil
- Hp Altura del pilón
- Ho Cota de emplazamiento
- Hmt Altura media del terreno
- Ha Altura de la Antena  $H_a = H_m + H_p/2$
- Hma Altura media de la antena = HNMT = HAAT  $H_{ma} = H_o + H_a - H_{mt}$

Vamos a definir el Área de Cobertura como el “alcance” de la emisora según las especificaciones y medido en las condiciones de funcionamiento normal, se debe poder determinar la forma en que la antena cubre con la señal alrededor de ella, y para esto debemos poder conocer la rugosidad de terreno y luego la altura media del terreno Hmt en el área de emisión (360° si es omnidireccional).

#### 4.1.1.1 FACTOR DE RUGOSIDAD

Si lo centramos en el punto de emisión, se toman 8 radiales, cada  $45^\circ$ , con  $0^\circ$  hacia el Norte y se anotan las cotas de 41 puntos por cada radial, entre círculos de 10km y 50km, tomamos 382 puntos ( $41 \times 8$ ) de medición de cotas y luego se procede a ordenarse las muestras de mayor a menor eliminando las 32 más chicas y las 32 más grandes y dejando finalmente 264 muestras.

Dh es la diferencia entre la muestra más alta y la más baja de las 264, si Dh es menor o igual a 90m se trata de baja rugosidad, si no es alta rugosidad.

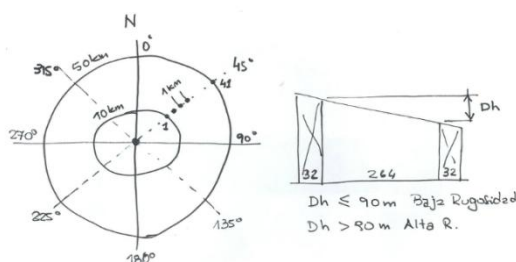


Figura 4.1.1.1 Factor de rugosidad Dh (m)<sup>[21]</sup>

#### 4.1.1.2 CÁLCULO DE LA ALTURA MEDIA DEL TERRENO (HMT) PARA TV DIGITAL

El primer paso para calcular este parámetro es verificar que el factor Dh sea de baja rugosidad, dado que si no es así, deberemos implementar un proceso de compensación que seguiría aumentando nuestro Capex, procedemos tomando en cuenta el método Longley-Rice y se toma 8 radiales cada  $45^\circ$  sobre 2

círculos de 3km y 15 km. Luego cada km se va tomando 13 puntos desde el círculo de 3km hasta el círculo de 15km por cada radial, con lo que nos dará un total de 104 muestras de las cuales se debe sacar un promedio y la media para descartar las alturas aberrantes.

#### 4.1.1.3 PARÁMETROS DE LA ANTENA

La  $H_p$  la vamos a obtener revisando la tabla de especificaciones del fabricante de la antena se obtiene de la hoja de datos de la antena, mientras que la  $H_{ma}$  suele ser especificada con un valor mínimo, dado por el ente regulador aunque existen las formulas siguientes:

- $H_{ma} = H_o + H_a - H_{mt}$
- $H_a = H_m + H_p / 2$

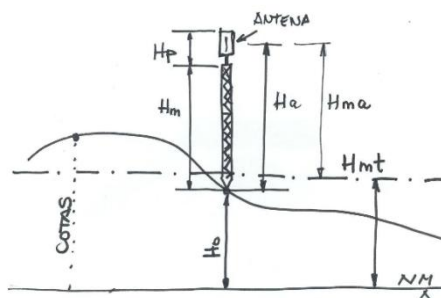


Figura 4.1.1.3 Ubicación de la antena [21]

#### 4.1.2 ÁREA DE COBERTURA EN DIGITAL

Para poder establecer una predicción de la cobertura que se va a conformar con los valores de campo eléctrico en el terreno, esta predicción se lleva a cabo

haciendo uso de las curvas F(50,90) correspondiente a la frecuencia del canal (Método Longley/Race).

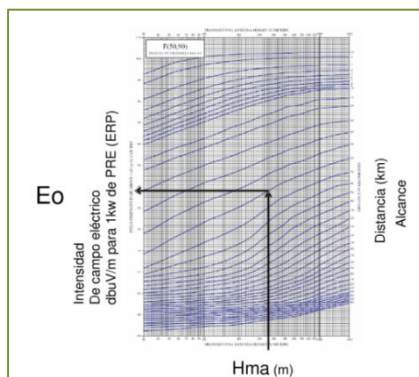


Figura 4.1.2 Altura de la antena de transmisión en metros [21]

F(50,90) implica que los valores se darán en el 50% de las localizaciones y el 90% del tiempo, para análisis de cobertura analógica, se utilizan las curvas F(50,50) que son menos exigentes. En los cálculos al determinar la Hmt se asume que la superficie de la tierra es plana, por tal razón se debería hacer un análisis más exhaustivo dependiendo de la zona donde se esté implementando, estas curvas son válidas para toda la superficie alrededor de la antena.

### 4.1.3 INTENSIDAD DE CAMPO

- Resolución 398 de Anatel (Brasil)
- Contorno protegido en ISDB-Tb en bandas de frecuencia VHF 43dBu y en UHF 51dBu.

Valores de intensidad de campo establecidos en Brasil

Clase	Canal	Máxima Potencia ERP	Altura de Referencia por encima del nivel de radio medido	Distancia máxima del contorno protegido (km)
Especial	14 a 25	70KW (18,5 dBk)	150	57
	26 a 46	80KW (19 dBk)		
	47 a 59	100KW (20 dBk)		
A	14 a 59	8KW (9 dBk)	150	42
B	14 a 59	0,8KW (-1 dBk)	150	29
C	14 a 59	0,08KW(-11 dBk)	150	18

Tabla 4.1.3 Clasificación de estaciones según función en UHF<sup>[30]</sup>

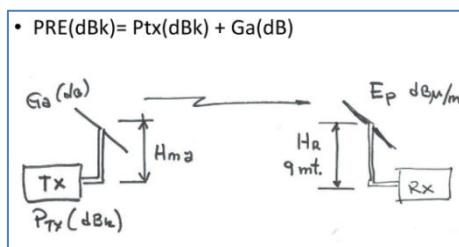
Suponemos una estación de CLASE A en UHF:

- ✓ Contorno protegido: 51 dBu/m
- ✓ ERP (PRE) Máxima: 8 Kw (9 dBk)
- ✓ Hma: 150 m

Distancia máxima al contorno protegido (área de cobertura): 42 km

Esto equivale a una Categoría B en UHF Analógico con Contorno Protegido: 60 dBu/m a 40km

#### 4.1.3.1 CÁLCULO DE POTENCIA RADIADA EFECTIVA (ERP)





$$(4.1.3.1) E_p \text{ (dBu/m)} = E_o \text{ (dBu/m)} + \text{PRE}$$

$E_p$  es la intensidad de campo eléctrico prevista a una distancia  $D$  mientras que  $E_o$  es el obtenido de la curva para una PRE de 1Kw (0 dBk), entrando con Hmt y a una distancia  $D$ .

Se espera replicar la cobertura de TV analógica actual, tomando en cuenta estudios de emisoras de baja potencia y mayor número de emisoras. Otro factor a considerar es la convivencia entre canales analógicos y digitales en aéreas de cobertura superpuestas o adyacentes en iguales o distintas frecuencias, que es la forma en que se va a implementar aquí en Ecuador, dicho por Byron Pavón, Director de radiodifusión y televisión del Ministerio de Telecomunicaciones.

#### **4.1.4 FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR LA TRANSMISIÓN**

Entre los principales factores tenemos el multi-path, ruido impulsivo, efecto doppler (en movimiento), interferencias entre servicios, etc. Edificios, cerros, ruido electromagnético, etc. Que también afectan a los canales analógicos, pero por su característica tienen capacidad de verse aún en condiciones de alto ruido. En digital no pasa esto, superado un umbral se produce un corte o pixelado (cliff), es por esto que se debe contar siempre con una buena señal.

## 4.2. INTERFERENCIAS EN CANALES ADYACENTES

La transmisión de Televisión Digital será de la misma manera que la transmisión convencional realizada para Televisión Analógica. Es por eso que para explicar la interferencia de canales adyacentes y propagación de la señal analizaremos como están distribuidos los grupos de canales por grupo por zona geográfica.

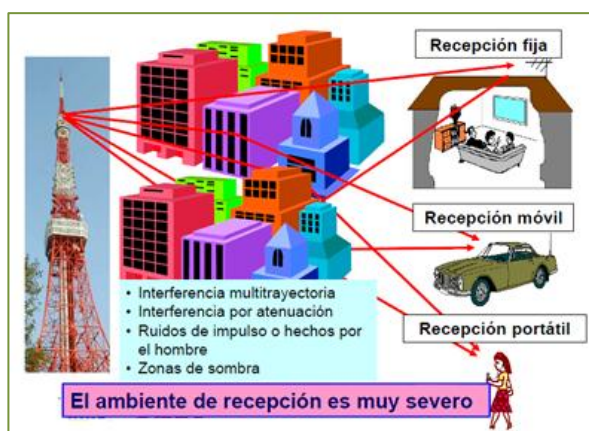


Figura 4.2 Ejemplo de interferencia de señal<sup>[18]</sup>

### 4.2.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA PARA TELEVISIÓN ABIERTA EN UHF

De acuerdo al Plan de Distribución de Canales detalladas en la Norma Técnica para Televisión, en el Ecuador se realizó la división de canales con el objetivo de prevenir, eliminar y liberar la interferencia por canal adyacente entre la transmisión de las estaciones, creando así diferentes grupo de canales y son los únicos que pueden darse en concesión.

Para asegurarnos de que no exista esta interferencia co-canal, cada estación deberá respetar la zona de cobertura asignadas a él y ofrecer los niveles de protección especificados para prever inconvenientes en el área de cobertura.

A continuación mostraremos la división y zona geográfica de los canales en Ecuador:

<b>ZONA GEOGRÁFICA Y DISTRIBUCIÓN DE CANALES</b>			
<b>Zona Geográfica</b>	<b>Provincias de Cada Zona</b>	<b>Grupo VHF</b>	<b>Grupo UHF</b>
<b>A</b>	Azuay (excepto zona norte) cantones: SigsingChordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla Oro.	A1, B2	G1, G4
<b>B</b>	Bolívar y Chimborazo, excepto cantón Echeandía y zona occidental de la Cordillera Occidental	A1, B2	G1, G4
<b>C</b>	Carchi	A1, B2	G1, G4
<b>D</b>	Orellana Y Sucumbíos	A1, B2	G1, G4
<b>E</b>	Esmeraldas excepto Rosa Zárate y Muisne	A1, B2	G1, G3
<b>G1</b>	Guayas (Sub zona 1) excepto: General Villamil, El Empalme, Palestina y Balao. Se incluye La Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.	A1, B1	G2, G4
<b>G2</b>	Guayas: General Villamil Santa Elena	A1, B2	G1, G3
<b>J</b>	Imbabura	A2, B2	G2, G3
<b>L1</b>	Loja excepto: Catamayo, Saraguro, Amaluza y zona occidental de la Cordillera Occidental	A2, B1	G2, G3
<b>L2</b>	Loja: Cantones Loja, Catamayo, y Saraguro	A1, B2	G2, G3
<b>M1</b>	Manabí (zona norte): Muisne, Ricaurte excepto El Carmen y Flavio Alfaro	A1, B2	G2, G4
<b>M2</b>	Manabí (zona sur): San Vicente al sur	A1, B2	G2, G3
<b>N</b>	Napo	A1, B2	G2, G4
<b>Ñ</b>	Cañar excepto zona de la Cordillera Occidental (Suscal, La Troncal), incluyendo zona norte de Azuay	A2, B1	G1, G3

<b>O</b>	El Oro y zona de la Cordillera Occidental de la provincia de Loja	A2, B2	G1, G3
<b>P1</b>	Pichincha excepto zona de la Cordillera Occidental (Los Bancos, P.V. Maldonado)	A1, B1	G1, G4
<b>P2</b>	Pichincha: El Carmen, Rosa Zarate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos Santo Domingo de los Tsachilas	A2, B2	G1, G3
<b>R1</b>	Los Ríos: Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental de la Cordillera Occidental. Excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia.	A1, B2	G2, G4
<b>R2</b>	Los Ríos: Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Mana, El Corazón y zona de la Cordillera Occidental de la Provincia de Cotopaxi	A2, B2	G1, G3
<b>S1</b>	Morona Santiago excepto cantón General Plaza al sur	A2, B2	G2, G4
<b>S2</b>	Morona Santiago, cantón General Plaza al sur	A1, B2	G2, G4
<b>T</b>	Tungurahua y Cotopaxi excepto zona de la Cordillera Occidental	A1, B1	G2, G3
<b>X</b>	Pastaza	A1, B2	G1, G3
<b>Y</b>	Galápagos	A1, B2	G1, G3
<b>Z</b>	Zamora Chinchipe incluyendo Amaluza	A1, B2	G1, G3

Tabla 4.2.1.1 Distribución de canales por zona geográfica<sup>[30]</sup>

A cada zona se le ha designado un grupo de canales tanto en VHF como en UHF; a continuación se presenta los grupos de canales en banda UHF que son los de nuestro interés de estudio.

<b>GRUPOS UHF</b>	<b>CANALES</b>								
<b>G1</b>	19	21	23	25	27	29	31	33	35
<b>G2</b>	20	22	24	26	28	30	32	34	36
<b>G3</b>	39	41	43	45	47	49			
<b>G4</b>	38	40	42	44	46	48			

Tabla 4.2.1.2 Canales en banda UHF<sup>[30]</sup>

#### **4.2.2 CANALES DE TELEVISIÓN CONCESIONADOS POR PROVINCIAS**

En todo el Ecuador la transmisión que es dada por las estaciones base, son albergadas en Guayaquil y Quito, de esta manera van abarcando a las zonas con mayor densidad poblacional.

En diferentes capitales de las provincias del Ecuador, se usan repetidoras para poder retransmitir la señal de cada estación base, estas repetidoras son albergadas en cada difusora de televisión. Además de eso, a nivel local existen estaciones que incrementan el número de personas que acceden al servicio, de esta manera se incrementa la cobertura del sistema.

Cada provincia posee un número de canales concesionados tanto en VHF y UHF. En la siguiente figura se muestra un cuadro estadístico donde se muestra la relación entre el número de canales presentes en cada provincia. Donde es evidente que las provincias más grandes y mayormente pobladas son aquellas con el mayor número de canales y por ende con el espectro radioeléctrico más saturado que otras provincias. Algo que se debe resaltar es que las provincias del Oriente son las que menos números de canales poseen, y en el caso de Francisco de Orellana donde no está presente el uso del espectro.

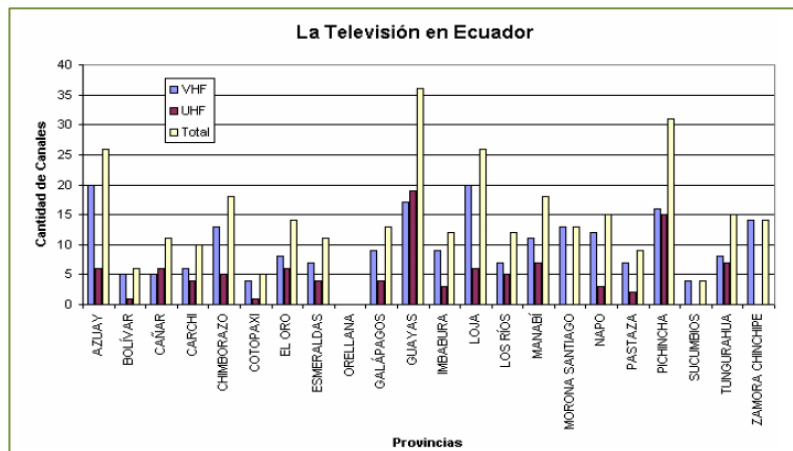


Figura 4.2.2 Canales de televisión vs Provincias [31]

### 4.2.3 USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Principalmente en las grandes ciudades, donde se hace necesaria la utilización de varios transmisores y repetidores, se han entregado nuevos canales a una misma operadora de televisión con el fin de evitar inconvenientes en las transmisiones.

A continuación se indican las concesiones realizadas para UHF y que se encuentran bajo las reglas de la Norma Técnica para Televisión ecuatoriana; es decir, solo los canales que a cada zona geográfica le corresponden sin tomar en cuenta los canales auxiliares de un mismo operador.

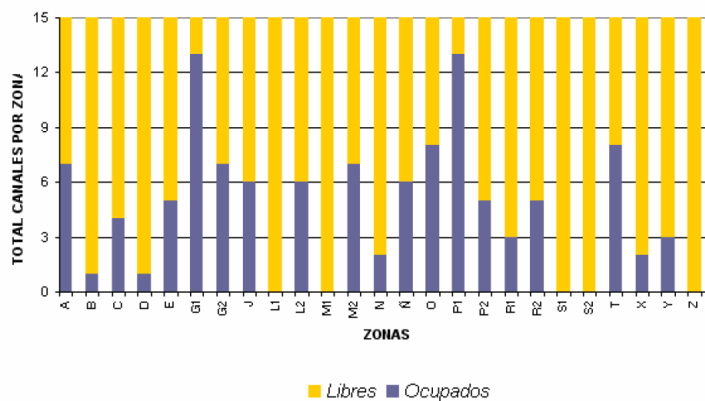


Figura 4.2.3 Frecuencias UHF libre por provincias<sup>[31]</sup>

Como se puede observar en la anterior gráfica, en UHF los canales asignados correspondientes a las ciudades de Quito y Guayaquil se encuentran notoriamente saturados. La propuesta realizada por los técnicos de la Supertel es que son estas regiones libres del espectro los que se le asignarán a cada canal para que realicen su transmisión en televisión digital terrestre.

#### 4.2.4 PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIAS

Como sabemos, nuestro medio de transmisión es en el espacio libre, por ende nos encontraremos con un sin número de interferencias (edificios, construcciones, vegetación, etc.). Es por eso que las estaciones de televisión de nuestro país que transmitirán la programación deberán hacer pruebas transmitiendo en canal adyacente para el período de simulcasting, con la

finalidad de establecer los parámetros de funcionamiento que necesitan para poder transmitir de manera óptima.

Para el caso de la transmisión de One-Seg los parámetros que las estaciones deberían considerar son: una modulación QPSK, con ancho de banda de 6MHz, intervalo de guardia 1/8, FEC (tasa de código) 2/3 y una tasa de 416Kbps.

### **4.3. EFECTO DOPPLER**

Es el cambio de frecuencia de una onda que se produce por el movimiento relativo de la fuente emisora respecto a su observador. Si hablamos del espectro visible de la radiación electromagnética, mientras dicho objeto se esté alejando, su luz se va a desplazar a longitudes de onda más largas con tendencia hacia el rojo; por otro lado, si el objeto se está acercando, la luz presenta una longitud de onda más pequeña llegando al color azul en el espectro.

La desviación que estamos describiendo hacia el rojo o el azul es algo muy leve y muy difícil de percibir al tratarse de altas velocidades y a simple vista los ojos humanos no pueden percatarse de este cambio pero si con herramientas de medición como espectrómetros. Pero si el emisor se moviera a fracciones significativas de la velocidad de la luz, si podríamos apreciar la variación de longitud de onda. Un ejemplo de este fenómeno puede ser un auto



desplazándose a 50km/h que es una velocidad mucho menor a la velocidad de la sonido, aquí podremos notar como varía el sonido de una sirena de un tono agudo a uno más grave en el momento en que está cerca a la persona que está percibiendo este cambio.

#### 4.3.4 ANÁLISIS MATEMÁTICO DEL EFECTO DOPPLER EN ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Vamos a realizar el análisis de este fenómeno respecto a las ondas electromagnéticas donde haremos uso de la transformada de Lorentz para pasar del sistema de referencia emisor al receptor asumiendo la propagación de una onda hacia la derecha.

$$(4.3.4.1) \Phi(x, t) = \Phi(\omega t - kx)$$

Transformadas de coordenadas:

$$(4.3.4.2) x = \gamma(x' - vt') \quad (4.3.4.3) t = \gamma\left(t' - \frac{vx'}{c^2}\right)$$

Sustituimos en la ecuación de onda los valores de las transformadas:

$$(4.3.4.4) \Phi(x, t) = \Phi(\omega t - kx) = \Phi\left[\gamma(\omega + kv)t' - \gamma\left(\frac{v\omega}{c^2} + k\right)x'\right] = \Phi'(\omega't' - k'x')$$

Obtenemos que:

$$(4.3.4.5) w' = \gamma(w + kv) = \gamma \frac{c + v}{c} w$$

Para nuestro caso, debemos entender el fenómeno Doppler para las ondas electromagnéticas donde la formula 4.3.4.6 en término de las frecuencias:

$$(4.3.4.6) f' = \gamma \frac{c + v}{c} f$$

$f'$ : Frecuencia del receptor

$f$ : Frecuencia del emisor

$v$ : Velocidad del emisor respecto al receptor

$c$ : Velocidad de la luz

$\gamma$ : Factor de Lorentz

$$(4.3.4.7) \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

### 4.3.5 FRECUENCIA DOPPLER CUANDO USAMOS ARREGLO DE ANTENAS ROTACIONALES

Si vamos a tener un arreglo con antenas rotacionales para sistemas de comunicación móvil de alta velocidad, la frecuencia Doppler  $f_d(t)$  de la señal

recibida de la dirección  $\theta$ , es relativo a la dirección de movimiento del vehículo dado por:

$$(4.3.5.1) f_d(t) = f_D \cos \theta_s + f_a(t)$$

$f_d(t)$ : Frecuencia Doppler máxima descrita por  $v/\lambda$ , siendo  $\lambda$  la longitud de onda de la onda emitida.

$f_a(t)$ : Es la función de tiempo del cambio de Doppler a causa de la antena rotacional circular, calculada con:

$$(4.3.5.2) x = r \cos(2\pi R t + \theta_o)$$

$$(4.3.5.3) y = r \sin(2\pi R t + \theta_o)$$

Donde  $\theta_o$  es la fase inicial de la antena.

La velocidad de la dirección tangencial de la antena en (x,y) se define como  $V_a$ :

$$(4.3.5.4) V_a = \sqrt{(V_x)^2 + (V_y)^2}$$

Donde  $V_x$  y  $V_y$  las obtenemos de derivar las ecuaciones (4.3.5.2) y (4.3.5.3).

$$(4.3.5.5) V_x = -2\pi R r \sin(2\pi R t + \theta_o)$$

$$(4.3.5.6) V_y = 2\pi R r \cos(2\pi R t + \theta_o)$$

A partir de las ecuaciones (4.3.5.5) y (4.3.5.6) determinamos:

$$f_a(t) = V_a / \lambda \cos(\theta_a - \theta_s) = V_a / \lambda (\cos \theta_a \cos \theta_s + \sin \theta_a \sin \theta_s)$$

$$f_a(t) = V_a / \lambda (\cos \theta_s V_x / V_a + \sin \theta_s V_y / V_a)$$

$$(4.3.5.7) f_a(t) = 1/\lambda.(V_x \cos \theta_s + V_y \sin \theta_s)$$

Donde  $\theta_a$  es la diferencia angular entre la dirección de rotación de la antena y la dirección de movimiento del vehículo. Sustituyendo (4.3.5.5) y (4.3.5.6) en (4.3.5.7) tenemos:

$$(4.3.5.8) f_a(t) = \frac{2\pi Rr}{\lambda} \sin[\theta_s - (2\pi Rt + \theta_o)]$$

Y finalmente al usar una antena rotacional para comunicaciones móviles El efecto Doppler en una señal transmitida será:

$$(4.3.5.9) f_d(t) = \frac{v \cos \theta_s + 2\pi Rr \sin[\theta_s - (2\pi Rt + \theta_o)]}{\lambda}$$

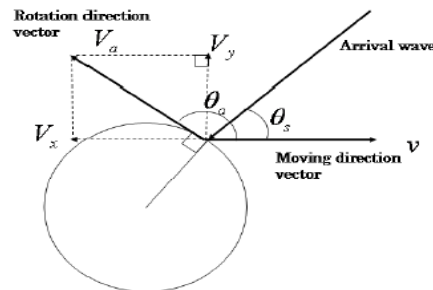


Figura 4.3.2 Modelo de recepción en un vehículo [22]

## 4.3.6 VENTAJAS EN LA TRANSMISIÓN CON ISDB-T

### 4.3.6.1 ISDB-T ANTE EL EFECTO DOPPLER

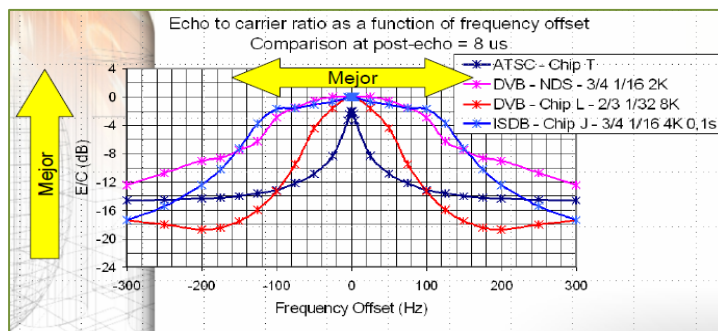


Figura 4.3.3.1 Respuesta de ISDB-T ante el efecto Doppler<sup>[16]</sup>

Podemos apreciar en esta imagen la gran ventaja que presenta ISDB-T en la parte de cobertura, ya que al implementar este estándar la señal de televisión digital es menos propensa a sufrir el efecto del offset.

### 4.3.6.2 ACCESO MÓVIL DESDE UN TREN BALA

Como ya lo hemos mencionado, entre las principales ventajas y mejoras que presenta el estándar ISDB-T, es el time interleaving. De acuerdo a las pruebas experimentales realizadas referentes al efecto Doppler, vemos que este estándar exige un C/N mayor o igual a 7db para la transmisión a móviles que se encuentran dentro de un tren bala, con la modulación 16QAM, donde con las mejoras en antenas y sus diversidades se puede obtener más de 7 db siendo modulada a 16QAM.

Es por esto que en el ámbito móvil, podemos decir que ISDB-T lleva la ventaja respecto a los otros estándares ya que gracias al time interleaving, se crea resistencia ante el ruido e interferencias producidas por las líneas de alto voltaje y los efectos electromagnéticos de los motores.

Para pruebas interiores, Dibeg obtuvo los siguientes resultados:

#### Modulación QPSK

- ✓ Forward error correction  $\frac{1}{2}$
- ✓ Modo 3 y GI=  $\frac{1}{4}$
- ✓ Velocidad máxima =494Km/h
- ✓ Velocidad constante= 275Km/h (Modo 2, FEC=1/2, GI=1/4, T.I.=0.43ms)
- ✓ Porcentaje de recepción en QPSK= 90.3%
- ✓ Porcentaje de recepción en 16QAM= 74.5%

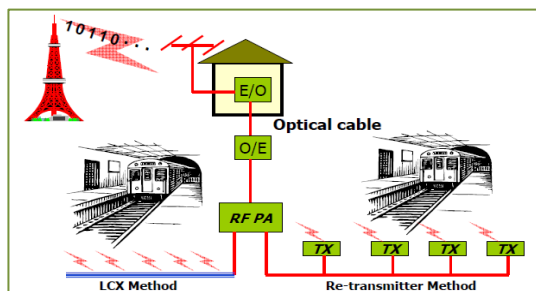


Figura 4.3.3.2 Método de retransmisión para trenes [16]

#### 4.4. AHORRO DE ENERGÍA EN RECEPTORES MÓVILES PARA ONE-SEG

Uno de los principales retos para la televisión digital móvil/portátil es el ahorro de la energía en los receptores, donde en su mayoría funcionan en base a baterías.

Para reducir el consumo de energía el servicio de One-Seg a más de la tecnología de transmisión segmentada y jerárquica, contiene varias tecnologías como la Recepción Parcial y el Sistema de Avisos de Emergencias (EWS). Con la recepción parcial One-Seg logra conseguir quizás el factor más importante para reducir el consumo de energía, que es disminuir la velocidad de procesamiento en el receptor.

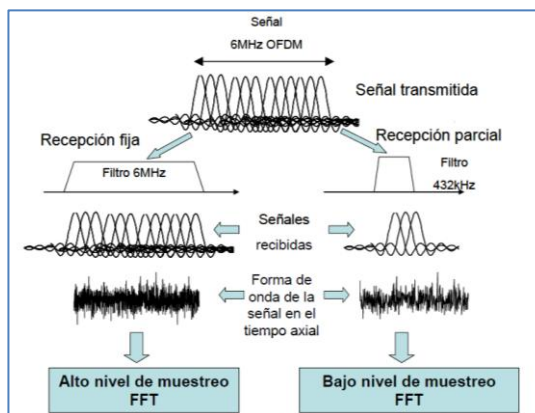


Figura 4.4.1 Procesamiento de señal en recepción banda ancha y recepción parcial. [23]

Para realizar este proceso la principal señal OFDM de 6 MHz de ancho de banda que transmite ISDB-T para receptores fijos y móviles, pasa por un filtro pasabanda estrecho de 432KHz. Luego, esta señal filtrada en banda estrecha, que tiene un mejor rechazo al canal adyacente en comparación con banda

ancha, es demodulada por un rango de muestra baja utilizando la Transformada Rápida de Fourier (FFT). Este rango equivale a  $1/8$  (un octavo) de la muestra alta FFT proveniente de la banda completa; por lo tanto, es evidente que al reducir a un octavo el rango de muestra también la velocidad del proceso de la señal se reduce a  $1/8$ . Como resultado de esta reducción es posible tener largos tiempos de recepción por la batería.

Si hacemos una comparación de la técnica para el ahorro de energía entre One-Seg y DVB-H, veremos que ambos sistemas usan los mismos circuitos de demodulación; pero, para reducir la velocidad del proceso de recepción DVB-H usa la tecnología de Time Slicing, que en un determinado tiempo recoge los datos necesarios del bloque de datos.

El Time Slicing es una técnica muy efectiva para la recuperación de datos en corto tiempo ahorrando el consumo de energía, pero con la desventaja de que la velocidad de la señal en el proceso de demodulación en el receptor es la misma que la de DVB-T como si se tratase de un receptor fijo, por lo que el ahorro de energía solo se da en el circuito de backend. El backend se refiere al amplificador y al filtro que refina y modifica la señal antes de presentarla al usuario.

Entonces, podemos concluir que One-Seg presenta superioridad frente a DVB-H en relación al ahorro de energía y por ende frente a otros estándares de TDT.



Por otra parte, para los receptores de los dispositivos móviles One-Seg, existe una gran expectativa en la oportunidad de prevención de desastres, ya que ISDB-T incorpora la mejor tecnología para el ahorro de consumo de energía en stand by. Los receptores móviles se los diseña con un sintonizador de silicón de 10 mW que sirve para detectar bits EWS de 5mW, que es activado durante el tiempo necesario, dando un rendimiento de batería de 3.7V, 800mA y una duración de 800 horas (8 días aproximadamente). Lo que representa un ahorro energético de aproximadamente el 10%.

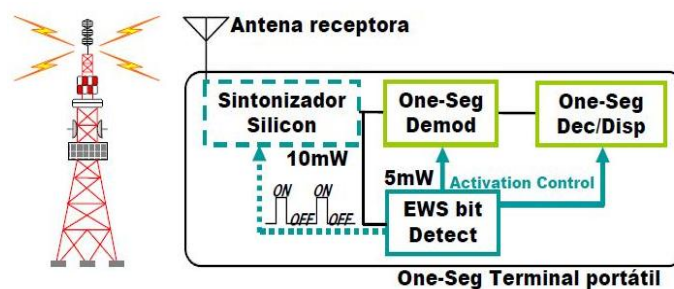


Figura 4.4.2 Sistema EWS [18]

#### 4.4.1 SELECCIÓN ADAPTATIVA EN RECEPCIÓN MÓVIL

La figura de abajo, muestra el flujo de transporte (TS) correspondiente a la transmisión y recepción para el caso de transmisión de dos grupos.

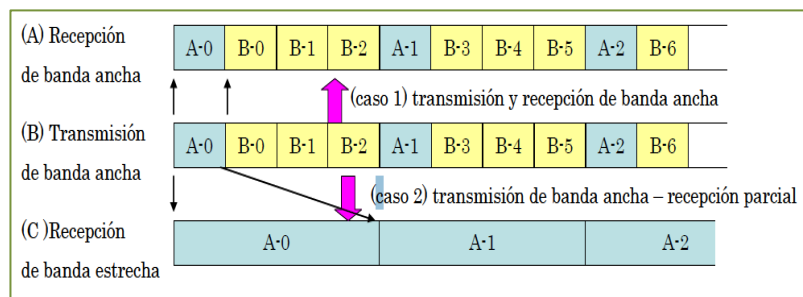


Figura 4.4.1 Flujo de transporte en transmisiones <sup>[23]</sup>

Si analizamos las situaciones de la figura tenemos que:<sup>[23]</sup>

- a) Para el primer caso la figura nos muestra la transmisión y recepción en banda ancha, donde el receptor de banda ancha es usado tanto para receptores fijos como para los receptores móviles.
- b) El segundo caso nos muestra la transmisión en banda ancha conjuntamente con la recepción parcial. Esta vez la recepción parcial es utilizada para los receptores portátiles.

Como se puede observar la transmisión del flujo de transporte (TS) incluye los dos grupos, estos son grupo A y grupo B; como resultado, los receptores de banda ancha reciben paquetes de ambos grupos.

Si los programas de los dos grupos son los mismos (simultáneos para el grupo A y el grupo B), el receptor móvil está en la capacidad de mostrar la programación de cualquiera de los dos grupos.

Para una mejor comprensión situamos casos de buena recepción parcial y otro de mala recepción. El primer caso es que si las condiciones para la recepción

móvil en HD (grupo B) no son muy buenas debido a la intensidad del campo, entonces automáticamente este se cambiara al grupo A. De otro modo, cuando las condiciones de recepción móvil en HD son buenas, entonces el receptor automáticamente desplegara las transmisiones provenientes del grupo B.

Es importante indicar que durante el proceso de selección e intercambio de cualquiera de los dos grupos, el receptor móvil continúa con el servicio; es decir, la señal no se verá interrumpida, por lo que el usuario siempre tendrá televisión y será muy difícil que este detecte que existe alguna anomalía en la recepción.

## **CAPÍTULO 5**

### **TDT MÓVIL EN ECUADOR Y PERSPECTIVAS PARA ONE SEG**

#### **5.1. TDT EN ECUADOR**

El Marzo de 2010, la Superintendencia de Telecomunicaciones presentó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, un informe para la definición e implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, señalando una síntesis de los estándares internacionales de Televisión Digital, el plan de implementación de la TDT, los actores del proceso, el estudio y pruebas técnicas; así como también el análisis del impacto socioeconómico en el país, análisis regulatorio, entre otros.

Luego de un exhaustivo análisis el CONATEL mediante la Resolución No. 084-05 del 25 de marzo de 2010, resolvió adoptar el estándar de televisión digital SBTVD o ISDB-T INTERNACIONAL para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil, siendo el sexto país de la región en adoptar el estándar. La ceremonia de oficialización contó con la participación del Canciller Ricardo Patiño, Fabián Jaramillo, Superintendente de Telecomunicaciones, y Masamitsh Naito, Representante de Asuntos Internos de Japón.

A principios del 2011 se dieron concesiones temporales de frecuencias, y en los meses de entre Julio y Agosto del mismo año se realizaron pruebas para estudiar la forma de empezar la migración a transmisión digital; inicialmente se trabajó en las frecuencias libres, para que finalmente el sistema quede funcionando en la banda UHF de 512 a 686 MHz en los canales del 21 al 49.

Dado que esta migración es una inversión de grandes escalas, las actuales estaciones de televisión analógica por medio del Comité Institucional están buscando financiamientos para los equipos requeridos para esta nueva tecnología. Son varios los factores que intervienen en esta migración; principalmente el factor económico es lo que está definiendo la rapidez con que se está dando la migración, el manejo de las asignaciones de espectro, que como ya hemos visto, se está estructurando en un mejor orden y clasificación; la adecuación para el país con equipos terminales capaces de reproducir la señal

digital del estándar ISDB-T con precios accesibles a la ciudadanía ecuatoriana. Y finalmente, el diseño escalonado de migración que se debe ir dando por sectores, ya que en determinado momento de esta transición mientras las personas vayan cambiando sus equipos terminales con aquellos que les permitan disfrutar de HDMI, conexión a internet, software modernos de gestión de programación, etc. el Ecuador contará al mismo tiempo con transmisión digital y analógica (Simulcast).

En base al acuerdo Interministerial No. 170 del 3 de agosto de 2011, se crea el Comité Interinstitucional Técnico para la Implementación de la Televisión Digital Terrestre (CITDT), conformado por: el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y la Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES).

Considerando la Resolución No CITDT-201202-015 el CITDT sería el comité técnico supervisor y regulador de la implementación de televisión digital terrestre en Ecuador. Para ello, elaboró un Plan de Desarrollo de Capacidades TDT, que estima llegar a 82 estaciones de televisión, 20 productores de contenidos, más de 52 empresas que brindan servicios y a los estudiantes y profesores vinculados a la temática TDT dentro de todas las Instituciones de Educación Superior.

El Director de Radiodifusión y Televisión del MINTEL, Byron Pabón, manifestó que el proceso denominado “apagón analógico” según las predicciones de las autoridades ecuatorianas, se estará dando entre los años 2016 y 2020 como tope máximo para dejar atrás lo analógico; en otras palabras, desde la fecha fijada para el apagón, los televisores convencionales no podrán recibir ni presentar la señal televisiva y deberán cambiar a un televisor digital de la norma o en su defecto, tener un artefacto digital o un decodificador adaptado al televisor (Set top box).

#### **5.1.1 PLAN DE DESARROLLO DE CAPACIDADES TDT**

Para muchas personas no es desconocido el tema de que el actual gobierno está desarrollando el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013 (PNBV), que enfoca sus objetivos hacia el desarrollo endógeno, sustentable, equitativo y a garantizar los derechos de la población, conforme al mandato constitucional de alcanzar el Buen Vivir de todos y todas. Es así como el Plan de Desarrollo de Capacidades en TDT enfocado a contribuir con el impulso del PNBV recoge sus orientaciones y se articula con los objetivos, políticas y estrategias.

Este plan determina los términos para la concesión de diez años de licencias y renovaciones sucesivas previo informe de operación de la SUPERTEL; establece la limitación de que una persona natural o jurídica no tenga más de un sistema de televisión a nivel nacional. Además, se espera que en los próximos

dos años el 25 por ciento de los ciudadanos de nuestro país accedan a la señal de TDT de los canales públicos y privados abiertos radiodifundidos.

El Plan de Desarrollo de Capacidades en TDT se apoya en la cooperación internacional de aquellos países que promueven la adopción del estándar ISDB-T, Brasil y Japón. Actualmente, se encuentran suscritos varios convenios que facilitan la asistencia técnica de estos países, algunos de los cuales se señalan a continuación:

- ✓ Suministro de equipos y entrenamiento de recursos humanos a las entidades ecuatorianas de parte de la Agencia Brasileña de Cooperación – ABC.
- ✓ Ambos países, Brasil y Japón, promoverán acuerdos en el área de TDT, en particular de “set-top boxes” de bajo costo, en cooperación con entidades académicas y de investigación. Japón ofreció créditos de hasta 100 millones de dólares para que las estaciones de televisión se modernizaran.
- ✓ Japón prestará apoyo mediante el envío de los expertos, celebración de seminarios, capacitación de técnicos ecuatorianos, en asociación con los sectores público y privado, la colaboración de ARIB (Asociación de Industrias y Negocios Radioeléctricos), NHK (Corporación de Radiodifusión de Japón), otros organismos relacionados, empresas privadas, etc.



## **5.2. ¿CUÁL ES EL MEJOR MODELO REGULADOR DE TDT MÓVIL PARA EL ECUADOR?**

Es evidente que para hacer más viable el avance de las telecomunicaciones móviles en el Ecuador no solamente se debe considerar el avance tecnológico, sino que este debe estar acompañado de un avance en materia de regulación del sector de las telecomunicaciones móviles.

Si nos enfocamos en la parte legal toda norma, protocolo o estándar que se desee implementar debe estar sujeto a reglamentos que regulen el sistema. Al momento de realizar esta norma reguladora se debe dejar como prioridad que la regulación de telecomunicaciones al igual que cualquier otro servicio, debe ser independiente tanto de operadores del servicio, políticas de telecomunicaciones del gobierno vigente, compañía telefónica, sector en donde se lo va a implementar y que garanticen el uso eficiente de las frecuencias.

Basándonos en nuestros análisis e investigaciones de la implementación de estándares de TDT en otros países, algunos de los aspectos que nosotros consideramos son los más relevantes y en que las entidades reguladoras encabezadas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador, según la Resolución RTV-038-02-CONATEL-2012, se deberían enfocar en el proceso de implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, son los que presentamos a continuación:

- ✓ Máximo aprovechamiento del desarrollo tecnológico.
- ✓ Eficiencia en el uso del espectro radioeléctrico.
- ✓ Equilibrar y equiparar los cambios en los precios relativos.
- ✓ Procedimientos de adjudicación de licencias públicos y transparentes
- ✓ Fomentar la competencia en el sector.

Según las investigaciones de los analistas de varias instituciones de regulación de televisión a nivel mundial, existen tres tipos de modelo regulatorio principales, de los cuales hacemos una breve descripción de en qué consiste cada modelo.

El *Modelo Extensivo* basa su configuración en la extensión de las normas sobre TDT ya existentes a los nuevos servicios de televisión móvil.

El *Modelo Mayorista Simple* atribuye el espectro a un único operador al que se le otorga un papel destacado en la gestión de la red, adquisición del espectro, la concesión de licencias y opcionalmente la agregación de contenidos y programación.

Finalmente, el *Modelo Integrado* propone la ejecución de acuerdos previos a la concesión de autorización, en la que participarán todos los agentes relevantes del mercado (creadores de programas, radiodifusores, compañías televisivas y telefónicas) con propósito de garantizar un modelo de negocio viable y rentable.

Debido a que en el Ecuador recién se está planificando hacer el apagón analógico y entrar a la era de la televisión digital terrestre, el modelo regulatorio

a implementarse todavía es incierto, más aún para dispositivos móviles y portátiles. Es por eso que, basándonos en los resultados del modelo regulador europeo implementado para DVB-H, uno de los modelos más sólidos, y en las conclusiones de algunas instituciones reguladoras, a continuación hacemos la propuesta de cuál y por qué sería el mejor modelo a seguir en el país.

Desde nuestro punto de vista, el mejor modelo regulador a implementar en el Ecuador efectivamente es el *Modelo Integrado*. Porque es en este modelo donde existe la democracia y se da la oportunidad de que todos los actores participantes de una u otra forma en el servicio de televisión digital terrestre móvil y portátil, expongan sus ideas y den a conocer sus criterios, ventajas y desventajas. En este sistema no existe una entidad mayorista que sea la única que tome las decisiones de cómo será este servicio.



Figura 5.2 Actores Vinculados [30]

Con este sistema es más factible considerar aspectos como:

- Asegurar que una parte de los recursos espectrales en la adquisición de las licencias de televisión en movilidad se reserve a los servicios públicos audiovisuales (canales de tv gratuitos).
- Se pone de manifiesto la obligatoriedad a todos los canales de televisión de atenerse a los estándares de emisión y recepción establecidos.
- Que al menos un 10% de los contenidos deberán estar adaptados a las especificidades de esta plataforma de distribución audiovisual condicionada por el tamaño reducido de las pantallas de los dispositivos.

Por otro lado, y ya desde un ámbito global para el sector audiovisual, no podemos dejar de mencionar que con este modelo se lograría dar un cambio radical a las nuevas modalidades de televisión en movilidad. Ya que se puede garantizar la pluralidad de medios reflejando la diversidad política, étnica, cultural e ideológica, la difusión de información veraz y confiable, la comunicación transparente, la existencia de medios públicos y comerciales y la diversidad de programación acorde con los intereses de la sociedad, respetando la dignidad humana, los valores constitucionales, los derechos del menor, las personas con discapacidad y el derecho de la ciudadanía a la participación en el control de los contenidos audiovisuales, algo de vital importancia que fue considerado en nuestra nueva constitución y que en la

actualidad es tema de discusión en la asamblea e instrucciones gubernamentales y privadas de nuestro país.

El lanzamiento definitivo de la TDT en movilidad requiere que el CITDT clarifique el contexto en que ha de desarrollarse esta modalidad televisiva, tomando en consideración el máximo consenso entre los agentes potencialmente implicados en el sector. Sin duda alguna, este imprescindible paso previo, debería sentar las bases necesarias para definir el modelo regulador idóneo para la TDT móvil en Ecuador, tal y como ya se ha realizado en otros países. Sólo cuando se haya clarificado este escenario se podrá proceder a la adjudicación de las licencias con ciertas garantías de éxito y solvencia del modelo económico.

### **5.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ONE-SEG**

Como lo hemos mencionado anteriormente One-Seg es un servicio de transmisión de audio y video digital para dispositivos móviles y es un servicio que forma parte del estándar japonés ISDB-T.

A continuación se presentan algunas de ventajas y desventajas del sistema One-Seg.

### 5.3.1 VENTAJAS

- ❖ Una ventaja aportada por la codificación digital es una mejora de la calidad de la imagen y el sonido en el momento de la recepción. Ambos están codificados de manera digital, es decir, de manera lógica. La codificación digital de la información aporta diversas ventajas. Entre ellas cabe destacar, en primer lugar, la posibilidad de comprimir la señal, lo que implica que ésta requiere un ancho de banda menor para su transmisión. Como resultado, se puede efectuar un uso más eficiente del espectro radioeléctrico.
  
- ❖ Tras proceder a su multiplexación, se pueden emitir más canales llamados en el sistema digital "programas digitales" en el espacio antes empleado por un canal, denominado ahora "canal múltiple digital" o "múltiplex".
  
- ❖ Servicio de información adicional: El servicio puede presentar también información adicional relacionada a la programación al aire sobre artistas, atletas o presentar trivias o cuestionarios.
  
- ❖ Broadcast Markup Language (BML): El cual es un servicio que permite a la difusora transmitir texto para una pantalla de TV en One-Seg, la cual sirve para prevenir en caso de accidentes o desastres naturales a los espectadores móviles y funciona aproximadamente entre 20 y 80kbps.

- ❖ TV shopping: Permite a los espectadores comprar lo que es mostrado en los programas de ventas en el momento en que deseen.
- ❖ Arreglo multi-programa: Esta tecnología permite al espectador móvil poder visualizar dos programas en la pantalla de su dispositivo móvil y esta tecnología es conocida como One Seg2.



Figura 5.3.1.1 Ejemplo de difusión de datos y compra interactiva [16]

- ❖ El servicio de difusión de alertas se activa automáticamente en los dispositivos móviles con receptor One-Seg del estándar ISDB-T para de esta forma prevenir al público de algún atentado o desastre natural.

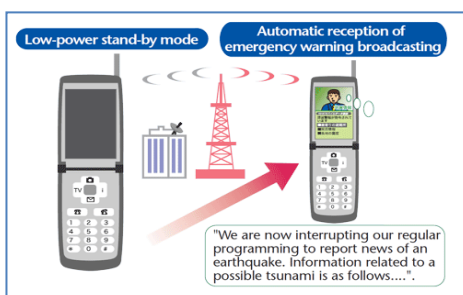


Figura 5.3.1.2 One-Seg alerta de emergencias [16]

- ❖ Codificación de Video H.264: Permite codificar la señal de video utilizando hasta 3 veces menos bits que con MPEG-2 convencional. Esto permite tener menor bit rate para una señal de video, por lo que hace que sea una solución ideal para la transmisión a equipos móviles.
  
- ❖ Comparando MPEG-2 y H.264, la diferencia está en que para lograr la imagen con MPEG-2 vamos a necesitar una velocidad de 400kbps, por otro lado, para obtener la misma imagen con el códec H.264 se necesitará 100kbps.
  
- ❖ Soporta acceso a internet como un canal de retorno que trabaja para soportar la transmisión de datos.
  
- ❖ En dispositivos móviles (trenes, vehículos) permite la recepción de HDTV a velocidad de hasta 100km/h y la transmisión de televisión en SDTV para teléfonos móviles cuando estos se movilizan hasta una velocidad de 400km/h. Lo cual no pueden hacerlo los otros estándares.
  
- ❖ La TV Digital significa la convergencia de las cinco pantallas de nuestra cultura: el cine, la televisión, la computadora, los videojuegos y el celular. Por lo cual, el sintonizador se puede meter en un celular por su tamaño y también se va a poder aplicar a un videojuego, a un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), a un despertador, etc.



- ❖ Con ISDB-T y por ende One-Seg, el usuario podrá tener acceso a nuevos servicios de información (noticias, tiempo, tráfico, servicios a la ciudadanía), entretenimiento o de comercio electrónico, servicios de radio digital, tele-educación, juegos interactivos, etc.

### **5.3.2 DEVENTAJAS**

Como una de las principales desventajas que se podría considerar del estándar es la parte económica. Puesto que al tratarse de un estándar de alta calidad en cuanto a la parte técnica, esto implicaría un costo un poco elevado en consideración con los demás estándares. Así mismo, el valor de los equipos móviles/portátiles receptores de One-Seg tendrían un muy considerable costo ya que por el momento son las empresas radicadas en Japón las que están fabricando y comercializando equipos con esta clase de receptores; y si a la idea de que de por si estos equipos ya tienen un precio elevado en su natal país debido a la calidad, nivel de tecnología y capacidad que ellos poseen, le sumamos los costos de importación, su valor se vería reflejado en el precio a pagar por el consumidor final.

#### **5.4. REDUCCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL**

En términos generales, se puede definir como brecha digital a la desigualdad existente entre la población para acceder a los recursos de información y tecnologías disponibles.

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) entre las que se encuentran el Internet, la telefonía, la televisión y los productos electrónicos de consumo, son parte del convivir diario en nuestros hogares, trabajos, escuelas, actividades recreativas y de entretenimiento. Entonces, en simples palabras, la Brecha Digital es aquel límite que separa a la población que tiene la posibilidad de hacer uso de las TIC de aquella que no puede acceder a ellas, lo que también es conocido como “Pobreza Digital”.

Estudios de varias organizaciones internacionales han demostrado que el empleo positivo de la tecnología puede contribuir a elevar la calidad de vida de las personas que la utilizan. Pero no todo es color de rosa, aunque en la actualidad somos muchas las personas que utilizamos y gozamos de los beneficios de la tecnología, existen personas que carecen de estos beneficios y en algunos casos ignoran su existencia. Desafortunadamente, a pesar del esfuerzo de organismos internacionales, gobiernos, instituciones públicas y privadas, personas naturales que luchan por implantar una igualdad social en los factores de vivienda, educación, salud, servicios básicos, tecnología; todavía este deseo está lejos de volverse una realidad. Aunque

parezca difícil de creer, en el mundo en zonas rurales todavía hay poblaciones que no cuentan ni siquiera con los servicios básicos como agua y electricidad, peor aún tienen acceso al teléfono, televisión, internet. En cuestiones de conectividad a Internet a nivel mundial, según el Sitio Web Internet World Stats la tasa de penetración de internet por regiones en 2011 es: en Asia el 25.5%, Europa 62.4%, América de Norte 78.4%, Oriente Medio 32.8%, Australia 64.3%; mientras que en las regiones donde se encuentran países subdesarrollados, por ejemplo en Latinoamérica la penetración de Internet es del 29% y en África no llega ni al 12%.

Se ha determinado que existen, tres tipos de pobreza digital que se plantean como determinantes de la población al acceso de las TIC:

- a) Los que se encuentran limitados porque los ingresos del hogar son tan bajos que no cuentan con las capacidades mínimas para utilizar las TIC y que, además no cuentan con la oferta del servicio.
- b) Los que no cuentan con la oferta del servicio porque la red que soporta los servicios no tiene cobertura sobre el área en la que residen, aun cuando sí cuentan con las capacidades mínimas para utilizar las TIC.

- c) Los que no demandan servicios, aun cuando dispongan de las capacidades mínimas para utilizar las TIC porque el nivel de educación de los miembros del hogar no es suficiente para permitirles el manejo de la tecnología.

Evidentemente existe una interrelación entre estos tres fenómenos por cuanto la población rural aislada tiende a ser más pobre y menos educada. La reducción de la brecha digital no es un fin en sí mismo sino un instrumento de un objetivo mucho mayor que se refiere a la reducción de la brecha social. Es un hecho verídico que las mejoras en los niveles educativos permiten mejorar los ingresos a nivel social y del hogar, con lo que se facilitan las inversiones en infraestructuras que reduzcan el aislamiento.

Un hecho incuestionable es que las telecomunicaciones tienen una directa relación con el desarrollo humano general; y no se puede hablar de telecomunicaciones sin citar los términos de conectividad y convergencia.

En relación a las tecnologías y sus aplicaciones, el origen de Conectividad está en la capacidad de los dispositivos para establecer comunicación con otro de forma autónoma; al igual que en el ámbito de las redes de telecomunicaciones, también se refiere a la capacidad de un nodo de establecer rutas de comunicación con otros y tiene que ver con telemedicina, educación a distancia, gobierno en línea, nuevos medios de comunicación, trabajo en red, comunidades virtuales, entretenimiento en línea, etc.

En el ámbito de las telecomunicaciones, la Convergencia no sólo tiene que ver con la tendencia a utilizar una única infraestructura para la provisión de servicios que anteriormente necesitaban de redes; sino que podemos hablar de Convergencia de terminales, donde es el equipo final de usuario el que permite el acceso a servicios y herramientas en un único dispositivo. Con la convergencia se logra reducir costos comerciales y de gestión, y producir una menor barrera económica en los tipos de servicio para los terminales que mejoran la conectividad hacia diversos contenidos y aplicaciones.

Tal como mencionamos anteriormente, uno de los objetivos que la mayoría de los países sudamericanos se propusieron lograr con la adopción del estándar ISDB-T, es la reducción de la brecha digital y ampliación del acceso universal a la información y el conocimiento.

Países como Brasil, Argentina, Chile para cumplir dicho objetivo optaron por crear organismos y/o entidades que sirvan de asesores, reguladores o tutores del sistema de Televisión Digital, cuyos intereses no sólo fuera ocuparse de implementar los aspectos técnicos del sistema, sino que también buscan armar una red de productores de contenidos alternativa a las productoras comerciales y los broadcasters, que apunte a la creación de una TV de alto impacto social.

Y es este escenario el que abre un espacio de consecuencias que años atrás eran insospechadas y jamás pensadas, porque hoy en día los organismos de televisión digital están aliándose, por así decirlo, con las universidades a través

de la creación de convenios para que en el pensum de carreras ya existen o en aquellas pensadas a ser creadas a futuro se incluyan temarios que tenga relación directa con temas de asignación de frecuencias, marcos regulatorios televisivos, reducción de la brecha digital, diseño gráfico, resoluciones y producción de contenidos de televisión para receptores fijos y móviles, entre otros; y que en los últimos niveles de su carrera los estudiantes realicen sus prácticas laborales en las instituciones y puedan aplicar lo aprendido.

Para no irnos muy lejos y comprender de mejor manera el radical cambio que está trayendo consigo la Televisión Digital tomaremos el caso de Argentina, donde el Consejo Asesor del Sistema de Televisión Digital Argentino creado en el 2008, buscó al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) y, específicamente, a la Red Nacional Audiovisual Universitaria (RENAU) para organizar nueve Congresos Audiovisuales Tecnológicos de producción, investigación y capacitación para la TV digital. Es decir, por primera vez en la historia las universidades y escuelas de educación superior tienen conexión directa con la producción de los contenidos televisivos de la TV abierta; y eso hace que un amplio grupo de personas sin experiencia específica de producción de TV comience a producir contenidos, y surjan posibilidades de creación de nuevos formatos y lenguajes que no repliquen los ya conocidos en la TV comercial.

Este nuevo concepto ya fue visualizado por el productor y comunicador brasileño Lucas Bambozzi cuando en el 2010 afirmó lo siguiente: *“la idea del*

*microcine está ligada directamente a la búsqueda de alternativas de difusión para formatos igualmente alternativos*". Entonces, la producción de contenidos específicos para el canal One-Seg presente en cada licencia de canales televisivos, por parte de productores que no provienen de la TV comercial, puede replicar la experiencia citada por Bambozzi, sobre que las tecnologías que estaban por debajo de las estandarizadas y utilizadas por el patrón televisivo fueron los mejores instrumentos para la materialización de una generación de video artistas y un nuevo concepto de resoluciones de contenidos televisivos. Y es que cualquiera pensaría que en esta era modernista y de revolución tecnológica al citar el término 'evolución' implicaría sobre todo decir que estamos en un mundo rumbo hacia la "altas resoluciones"; pero aunque parezca difícil de creer es todo lo contrario, estamos en un camino que apunta hacia la baja resolución. Es la baja resolución la que hoy en día se está estandarizando y ganando terrenos por un número cada vez mayor de personas que con el transcurso de los días la está aceptando, abriendo brechas para que se reimplanten patrones estéticos.

Seguramente, todavía faltan muchos estudios para que este nuevo concepto se materialice en su totalidad, peor aún en países como el Ecuador en que apenas se está intentando implementar esta tecnología, y es que si todavía es incierto el hecho de que va a suceder con la TDT destinada a ser recibida por receptores fijos más aun la idea de que va a suceder con los receptores fijos. Solo nos queda hacer especulaciones basadas en un profundo análisis y criterio

profesional. Se deberán hacer varios análisis de los hábitos de uso de los dispositivos portables, sumados al estudio de las producciones que realicen los nuevos productores, y un sutil aporte del mundo académico para lograr el surgimiento de nuevos contenidos, formatos, lenguajes y estéticas.

## **5.5. INCLUSIÓN SOCIAL**

Actualmente en Ecuador, se está llevando a cabo la gran tarea de migrar la televisión analógica a televisión digital, lo cual debe llevar a parte de procesos tecnológicos, cambios políticos, administrativos y sociales.

Como se mencionó anteriormente, se ha confirmado un comité institucional para llevar a cabo esta tarea donde se debe analizar muchos parámetros que se deben ir adecuando para este cambio, donde cada institución que forma parte del comité se encarga de alguna tarea asignada, es por esto que entramos al tema de cómo la televisión digital, con su segmento de televisión móvil aportan a la inclusión social que se está esperando en el Ecuador.

El objetivo de la inclusión social es fortalecer los grupos de investigación que existen en Iberoamérica alrededor del desarrollo de las aplicaciones interactivas para la Televisión Digital Terrestre, para fomentar la inclusión digital en nuestra región, identificando el desarrollo de estas aplicaciones prioritariamente en el campo de la salud y educación.



### 5.5.1 E-INCLUSIÓN

Podemos definir a la e-inclusión como el uso de tecnologías en la lucha contra la exclusión social con el fin de permitir que los grupos más desfavorecidos puedan mejorar su calidad de vida gracias a los desarrollos tecnológicos.

“El nivel educativo, el estatus socio-económico, la ubicación geográfica, el género, la edad, la pertenencia a determinados grupos étnicos, la presencia de discapacidades, son todos aspectos que explican la exclusión digital de distintos colectivos y la agudización de su situación de exclusión social (Fossatti, 2009)”.

Con la e-inclusión se quiere lograr aspectos como el de brindar al público en general nuevas formas de acceder a la comunicación, dando a conocer las facilidades y bondades que proveen los nuevos sistemas.

Parte ello, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información está implementando aulas móviles, llegando a lugares remotos donde apenas conocían lo que es una computadora. Con esto se busca promover y facilitar a los ciudadanos el acceso a la educación y capacitación constante a través de programas de e-learning, donde pueden estar más atentos a las actualizaciones del mundo. También se busca ayudar a las personas a tener más herramientas para acceder a oportunidades laborales por medio de páginas web y portales dedicados a ofrecer este servicio.

A continuación, presentamos algunos de los programas exitosos de e-inclusión implementados en varios países:

- Centri Informa Giovani59 (Italia)

Como uno de los principales objetivos de la inclusión digital es generar mejor status de vida para las personas, para garantizar la inserción laboral y mejores opciones de empleo en Italia se ofrece acceso a información sobre trabajos, emprendimientos, TIC, etc. por medio de una red creada para los jóvenes que cuenta con más de 500 centros por todo Italia.

- Stepping Stones

Empezó en Irlanda en 1996 para ayudar a los adultos con problemas de aprendizaje y/o discapacidades, dándoles la oportunidad de acceder a múltiples capacitaciones que los van a ayudar a mejores oportunidades laborales.

- Proyecto Ómnia

Formado por la Generalitat de Cataluña, España, es un proyecto que se dio a cabo en el año 1999 con el fin de prevenir, luchar y acabar con la exclusión social por medio las TIC, y ha ido creciendo bastante hasta llegar a implementar en puntos estratégicos de la ciudad puestos informáticos para promover e incrementar el uso de tecnología en personas que desconocen de tecnología.

- Proyecto Beacon (2007-2010)

Este proyecto es un consorcio brasileño-europeo que tiene como objetivo estudiar cual es la mejor metodología de aprendizaje a distancia mediante la nueva herramienta que es la televisión digital y ofrecer servicios de t-learning para promover la inclusión social en Brasil.

- Proyecto EdiTV (Colombia)

Creado por la Universidad de Cauca, la Universidad Autónoma de Occidente de Cali y la colaboración de la Universidad de Oviedo de España, busca usar una red de TDT (Televisión Digital Terrestre) con fines educativos inclusivos y convertirse en una alternativa para complementar la formación a distancia.

### **5.5.2 INCLUSIÓN DIGITAL ES INCLUSIÓN SOCIAL**

Para expresar esta frase tenemos el ejemplo claro de Argentina, donde para el proceso de migración a televisión digital se generó directa e indirectamente quinientos mil puestos de trabajo, con lo cual, en este país se estima tener más del 75% del proyecto avanzado y llegando a la población.

Cabe destacar que este gran avance se pudo dar gracias a la gran inversión que hizo el estado argentino, con aproximadamente dos mil millones de pesos en dos años para realizar esta tarea, donde la prioridad eran los intereses del país.

De tal forma que podemos manifestar que, siempre existirá una estrecha relación entre la política y la tecnología, porque lograron llegar a dos mil hogares rurales de la televisión satelital, tener acceso a la Televisión Digital Terrestre (TDT) en once mil escuelas de las provincias, y el despliegue de la red federal de fibra óptica que hoy cuenta con cinco mil kilómetros de capacidad disponible.

Como hemos podido corroborar, en todo el mundo se está llevando a cabo proyectos de valor para la inclusión social por medio de las TIC cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida humana; ya sea por medio de la búsqueda de fuentes de empleo y educación de las personas, gracias a la herramienta actualmente más usada que es el internet, así como también a la implementación de la televisión digital gracias a la gran interacción que presenta para los usuarios tanto fijos como móviles.

En resumen, hablando en términos de exclusión, se debería tomar una metodología para la resolución de problemas a base de soluciones personalizadas y puntuales, de tal forma de que se beneficie de manera global a la población.

## CONCLUSIONES

1. Son varias las razones por las que creemos que el Ecuador acertó al elegir el estándar ISDB-T con las mejoras hechas por Brasil (SBTD-T) para ser el estándar de televisión digital a implementarse en el país. Primero porque las actuales señales de televisión que se transmiten tienen un ancho de banda de 6MHz por canal, al igual que el sistema de televisión digital brasileño. Pruebas exitosas realizadas en nuestro país corroboran esta afirmación. Demostrando el correcto funcionamiento del sistema, sus mejoras técnicas en relación con los otros estándares de TDT (recepción libre, alta robustez, inmunidad al ruido impulsivo, alta confiabilidad a la recepción fija y móvil, etc.) y la flexibilidad de adaptación en el Ecuador, ya que se puede utilizar la actual distribución del espectro radioeléctrico en VHF y UHF que se tiene para la televisión analógica. Segundo porque a nivel sudamericano somos el sexto país en adoptar este

sistema (Brasil, Argentina, Chile, Perú, Venezuela, Bolivia) lo que nos permitirá afirmar relaciones con países vecinos, estableciendo convenios para capacitaciones de personal, ayuda en soporte técnico, venta económica de equipos para TDT, entre otros. Y tercero porque con la televisión digital a más de los canales televisivos ya existentes, se podrán crear más canales y esto abrirá un abanico posibilidades para nuevos servicios televisivos.

2. Con One-Seg el modo de ver televisión cambiara radicalmente, se dará paso a la televisión interactiva. El teléfono celular, PDA's y otros equipos van a pasar de ser dispositivos de comunicación unidireccionales a unos que nos permitan establecer un diálogo entre el televidente y el canal de TV (bidireccional); teniendo como beneficios la mejora en la calidad del video y audio, optimización del ancho de banda y por ende del espectro, y el ofrecimiento de nuevos servicios de interactividad.
3. En palabras simples, el receptor one-seg es un dispositivo que decodifica exclusivamente señales de audio, vídeo, datos etc., contenidas en el segmento central de los 13 segmentos de ISDB-T. La clasificación *one-seg* se destina a los receptores del tipo portátil, también conocidos como "*handheld*", especialmente recomendados para pantallas de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas como el teléfono celular, PDA, *dongley* televisores portátiles; los cuales generalmente reciben alimentación de una

batería interna y, por lo tanto no requieren de una fuente externa de energía, así como equipos destinados a automóviles.

4. Es evidente que el apagón analógico a nivel mundial es solo cuestión de tiempo. Por tal razón las diversas empresas de marcas fabricantes de móviles en el mundo están adecuando sus productos a los nuevos estándares de televisión digital. Particularmente las compañías telefónicas establecidas en países donde ya se está implementando One-Seg están ofertando traer celulares con capacidad de captar la señal digital de televisión de alta definición con el estándar ISDB-T. Las primeras marcas ofrecidas serán la LG y Samsung. De esta forma, aquellos usuarios que ya cuenten con estos equipos podrán visualizar los canales de señal abierta que ya disponen de esta tecnología y que transmiten esta señal a manera de prueba.
  
5. Las especificaciones técnicas y funcionalidades de los receptores one-seg, que aquí se encuentran estipuladas están basadas en la Norma Brasileña ABNT NBR 15604. EL middleware Ginga para TV digital ofrece soporte para el desarrollo tanto de lenguajes declarativos Ginga-NCL y procedurales Ginga-J. Un aspecto importante a considerar para la implementación de aplicaciones interactivas en equipos móviles a nivel de laboratorio e investigaciones académicas realizadas en la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro, radica en la obligatoriedad del uso del lenguaje declarativo Ginga-NCL, ya que

la mayoría de las aplicaciones desarrolladas para estos equipos que tienen sintonizador one-seg están utilizando este lenguaje, pero el Ginga-J es opcional.

6. One-seg tiene la particularidad de corregir los errores en de televisión en vehículos en movimiento. La vibración de largos periodos de tiempo causa una reducción en la señal ocasionando un error de ráfaga, pérdida de datos, deficiencia de la señal, baja calidad de la imagen. Gracias a las características de entrelazado temporal y al time slicing, factores claves para la transmisión digital móvil, se pueden solucionar estos fenómenos, porque con este sistema se logra convertir el error de ráfaga lo convierte en aleatorio que un mucho más sencillo de corregir. Además que son técnicas muy eficaces a la hora de enfrentar la degradación por ruidos de impulso.
  
7. A pesar de que actualmente son varios los estudios y aplicaciones que se están desarrollando en dispositivos móviles con one-seg, aún es arduo y extenso el camino que hay que recorrer para profundizar en un considerable porcentaje en este nuevo modelo de televisión; lo que significa un gran reto para el proyecto en la concepción e implementación de una aplicación para dispositivos móviles. Los canales de retorno que se han utilizado en los países que implementan TDT están claramente identificados y estos son todas las redes de datos inalámbricas como GPRS, WiFi y Wimax.



## RECOMENDACIONES

1. Como resultado del análisis realizado de la transmisión y recepción digital móvil, la entrevista realizada en el Ministerio de Telecomunicaciones y las referencias obtenidas de otros países donde ya han implementado TDT, recomendamos principalmente que de la misma forma que en Ecuador se están realizando pruebas y estudios para la implementación de la TDT fija, así mismo se deberían hacer investigaciones respecto a la parte de recepción móvil que permitan profundizar y afianzar conocimientos en este tema; dado que el poco conocimiento que actualmente en nuestro medio referente al sistema de televisión móvil no es suficiente y son escasas las personas que conocen el tema. Además de realizar una exhaustiva campaña que impulse y dé a conocer a la ciudadanía que es el sistema one-seg.
2. En el Ecuador el CITDT como organismo encargado de supervisar la implementación de la TDT en Ecuador deberá planificar que convenios se van a establecer con las operadoras que brindan servicios de telecomunicaciones, con la finalidad de que exista una convergencia de los diferentes servicios (telefonía, radio, televisión, internet) de tal manera que el usuario final sea el más beneficiado. Además de que se verifique que los costos de teléfonos celulares o equipos móviles con sintonizadores one-seg importados sean accesibles al público y tenga concordancia de acuerdo a los servicios brindados.

3. Sin duda alguna el lanzamiento definitivo de la TDT en movilidad requiere que se clarifique el marco regulatorio en que ha de desarrollarse esta nueva modalidad televisiva. Por tal razón recomendamos a los organismos gubernamentales sentar las bases necesarias para definir el mejor modelo regulador idóneo para la TDT móvil en Ecuador, abordando temas como la recuperación y eficiencia del espectro, inclusión social, reducción de la brecha digital, educación y otros, tomando en consideración el máximo consenso entre los agentes potencialmente implicados en el sector.
  
4. Se recomienda crear y desarrollar más investigaciones en el tema relacionados a las aplicaciones móviles y de middleware para dispositivos móviles, dado que esto influye notablemente en la acogida del público en el momento en que ya se realice la migración de los canales de televisión analógica a la digital, así como también profundizar más en la herramienta del sistema de alarma para desastres que incorpora ISDB-T móvil, aprovechando en el Ecuador su funcionalidad no sólo para anuncio de desastres sino para tráfico, noticias, etc.
  
5. El CITDT que es el organismo encargado de supervisar la implementación de la TDT en Ecuador, así como de la redistribución del espectro, debe establecer las bases para asignación de tarifas y tiempo de alquiler de frecuencias, tomando en consideración que el espectro es un recurso limitado, de tal manera que sea favorable tanto para las empresas radiodifusoras como al estado ecuatoriano.

## BIBLIOGRAFÍAS

- [1] El disco de Nipkow (2009, 7 de Diciembre). [Wordpress]. Mexico: Leonra's blog. Disponible en: <http://leonra.wordpress.com/2009/12/07/el-disco-de-nipkow/>
- [2] Que es la TDT? (2005). [Base de datos]. Madrid: Ministro de industria, energía y turismo, Gobierno de España. Disponible en: <http://www.televisiondigital.es/terrestre/que/paginas/que.aspx>
- [3] Shanid Orgad, PhD (2009). *Mobile TV.Convergence: the journal of research into new media technologies*. London School of Economics and Political Science [En línea].
- [4] Guide to the Use of the ATSC Digital Televisión Standard, Documento A/54A, 109 páginas. (2003, 4 de Diciembre). Estados Unidos: TSC Recommended Practice. [En línea] (Fecha de consulta: Enero 2012)
- [5] Jay Adrick. *ATSC M/H Station Implementation. VP Broadcast Technology* (Fecha de consulta: Enero 2012)
- [6] ATSC Digital Television Standard, Part 1 Doc. A/53. (2011, 1 de junio). [En línea]. Washington, D.C.: ATSC Television system committee.
- [7] ATSC-Mobile DTV Standard, Part 7 – AVC and SVC Video System Characteristics. [En línea]. Washington, D.C.: ATSC Television system committee.(Fecha de consulta: Enero 2012)

- [8] ATSC Mobile/Handheld Digital Television Standard, Part 1 – Mobile/Handheld Digital Television System,” Doc. A/153 Part 1.ATSC. (2009, 15 de Octubre) [En línea]. Washington, D.C.: ATSC Television system committee.
- [9] DVB organization. [En línea]. Disponible en: [www.dvb.org](http://www.dvb.org)(Fecha de consulta: Febrero 2012)
- [10] DVB World 2004 Conference Proceedings (Marzo, 2004). [En línea].Dublin. (Fecha de consulta: Febrero 2012)
- [11] Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H). [En línea]. ETSI (Fecha de consulta: Marzo 2012)
- [12] ISDB-T seminario técnico (2007). [En línea]. Argentina: DIBEG. Disponible en: [http://www.dibeg.org/news/previous\\_doc/0706\\_3Argentina\\_ISDB-T\\_seminar/Argentina\\_ISDB-T\\_seminar\\_2\\_structure\\_and\\_Features\(spanish\).pdf](http://www.dibeg.org/news/previous_doc/0706_3Argentina_ISDB-T_seminar/Argentina_ISDB-T_seminar_2_structure_and_Features(spanish).pdf)
- [13] [www.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:BST-OFDM\\_Modulation\\_for\\_SBTVD.JPG](http://www.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:BST-OFDM_Modulation_for_SBTVD.JPG)(Fecha de consulta: Abril 2012)
- [14] [www.wikipedia.org/wiki/Orthogonal\\_frequency-division\\_multiplexing](http://www.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency-division_multiplexing)(Fecha de consulta: Abril 2012)
- [15] Interleave [En línea]. Japón: Dibeg. Disponible en: [www.dibeg.org/Interleave](http://www.dibeg.org/Interleave) (Fecha de consulta: Abril 2012)

- [16] Oneseg [En línea]. Japón: Dibeg. Disponible en:  
[www.dibeg.org/Services/oneseg](http://www.dibeg.org/Services/oneseg)(Fecha de consulta: Abril 2012)
- [17] Ventajas de ISDB-T (2009, 31 de julio). [En línea]. Japón: División de Tecnología de Radiodifusión Digital Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones (MIC). Disponible en:  
[http://comunicacioneselectronicas.com/downloads/Presentaciones\\_ISDB-T\\_Bolivia/FURUKAWA.pdf](http://comunicacioneselectronicas.com/downloads/Presentaciones_ISDB-T_Bolivia/FURUKAWA.pdf).
- [18] EljiRoppongi (2009, 1 de julio). ISDB-T internacional. [En línea]. Disponible en:  
[http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/eventos/eiji\\_roppongi.pdf](http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/eventos/eiji_roppongi.pdf)
- [19] LG y Samsung los primeros celulares con sintonizador de televisión digital en Chile (2012, septiembre). [En línea]. Chile: ChileTVD. Disponible en:  
[www.chiletelevisiondigital.com/lg-kb775-y-samsung-i6220-los-primeros-celulares-con-sintonizador-de-television-digital-en-chile](http://www.chiletelevisiondigital.com/lg-kb775-y-samsung-i6220-los-primeros-celulares-con-sintonizador-de-television-digital-en-chile)
- [20] [www.abntcatalogo.com.br/norma](http://www.abntcatalogo.com.br/norma) (Fecha de consulta: Junio 2012)
- [21] ATSC-Mobile DTV Standard, Part 7 – AVC and SVC Video System Characteristics. [En línea]. Washington, D.C.: ATSC Television system committee. (Fecha de consulta: Junio 2012)
- [22] HironoriOgihara, HiroshiYasukawa(2003, Octubre). Frecuencia Doppler cuando usamos arreglo de antenas rotacionales. Graduate School of Information Science and Technology [En línea]. Japón.

- [23] Dibeg. ISDB-T reporte técnico Anexo-BB Servicio One-seg en un mismo canal. [En línea]. Disponible en: [www.dibeg.org/techp/feature/ANNEX-BB\\_spanish.pdf](http://www.dibeg.org/techp/feature/ANNEX-BB_spanish.pdf) (Fecha de consulta: Junio 2012)
- [24] ISO/IEC 14496-10 (ITU-T H.264). International Standard (2007), “Advanced video coding for generic audiovisual services” with Corrigendum 1 (Fecha de consulta: Mayo 2012)
- [25] Maxim. (2010, 26 de Agosto). Integrated circuits for ISDB-T. [En línea]. Disponible en: [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com) > [Products](#) > [Wireless and RF](#)
- [26] IPDC. (2005, Febrero). Forum Digital Terrestrial Broadcasting for Handheld Devices. [En línea]. Workshop Presentations Brussels (Fecha de consulta: Julio 2012)
- [27] DTG. Mobile TV Applications Handbook. [En línea]. Disponible en: [http://www.dtg.org.uk/publications/mobile\\_book.html](http://www.dtg.org.uk/publications/mobile_book.html) (Fecha de consulta: Julio 2012)
- [28] Diario Hoy. (2010, 16 de Septiembre). [En línea]. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/el-ecuador-se-alista-para-migrar-a-tv-digital-430320.html>
- [29] Internet World Stats. [En línea]. Disponible en: [www.internetworldstats.com](http://www.internetworldstats.com) (Fecha de consulta: Septiembre 2012)
- [30] Diseño original de los autores de esta tesina

- [31] DVB organization (2003). *DVB-H*. [En línea]. Disponible en: [www.dvb.org/technology/fact\\_sheets/DVB-H-Fact-Sheet.0409.pdf](http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-H-Fact-Sheet.0409.pdf)(Fecha de consulta: Abril 2012)
- [32] Celularis. (2011). *Samsung i6230 StarTV Personal con Televisión Digital*. [En línea]. Disponible en: [http://www.celularis.com/samsung/samsung-i6230-startv-personal-television-digital-gratis/es.wikipedia.org/wiki/Televisión\\_digital](http://www.celularis.com/samsung/samsung-i6230-startv-personal-television-digital-gratis/es.wikipedia.org/wiki/Televisión_digital)
- [33] Cntv. Ventajas ISDB-T. [En línea]. Colombia. Disponible en: [www.cntv.org.co/cntv\\_bop/tdt/documentos/ventajas.pdf](http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tdt/documentos/ventajas.pdf)(Fecha de consulta: Julio 2012)
- [34] Supertel. [En línea]. Ecuador. Disponible en: [www.supertel.gob.ec/tdt-ecuador](http://www.supertel.gob.ec/tdt-ecuador)(Fecha de consulta: Agosto 2012)
- [35] Dufourd J.C. (2008). "LASeR: The lightweight rich media representation standard", [En línea]. IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 25, Issue 6, pp: 164-168.
- [36] Dibeg. ISDB-T. Tecnologías de transmisión del ISDB-T. [En línea]. Disponible en: [www.dibeg.com](http://www.dibeg.com)(Fecha de consulta: Julio 2012)
- [37] Sociedad de la Información en España (2009). [En línea]. Disponible en: <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/IDATE>. Informe DigiWorld 2009.