



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,  
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**“ESTUDIO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL PARA COMPARACIÓN DE  
SUS ESTÁNDARES”**

---

Proyecto de Trabajo de Graduación o Titulación, Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI).

**AUTOR: RICARDO DAVID GÓMEZ PAREDES**

**TUTOR: ING. M.Sc. MARIO GARCÍA**

**AMBATO - ECUADOR**

**Julio 2010**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación o titulación: Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado por Ricardo David Gómez Paredes, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el trabajo de graduación o titulación e informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con el proceso reglamentario.

Ambato, 25 de Marzo de 2010

TUTOR

-----  
Ing. M.Sc. Mario García

## AUTORÍA

El presente trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: “Estudio de la Televisión Digital para Comparación de sus Estándares”. Es original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor, y su propiedad intelectual pertenecen al graduando de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 25 de Marzo de 2010

---

Ricardo David Gómez Paredes  
CC: 180415069-4

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION**

El Tribunal de Calificación, conformada por los señores docentes Ing. M.Sc. Marco Jurado e Ing. M.Sc. Juan Pablo Pallo, aprueban el trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: “Estudio de la Televisión Digital para Comparación de sus Estándares”, presentado por el señor Ricardo David Gómez Paredes.

---

Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes Ochoa

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. M.Sc. Marco Jurado

DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing. M.Sc. Juan Pablo Pallo

DOCENTE CALIFICADOR

### **DEDICATORIA**

Este gran triunfo lo dedico a mi madre Dolores por ser la persona más importante de mi existencia quien supo enseñarme como afrontar la vida con valor, a mi tío Gali quien me dio los consejos y recursos necesarios para lograr escalar este peldaño profesional, a mi hermana Susana quien constituye un ejemplo de superación personal, a mis tías Graciela y Cecilia por el apoyo brindado, a mi tío Montalvo por su cariño incondicional. Aunque ya no estén presentes también comparto mi alegría con mi tío Hernán y con mi bisabuelita Carmen quienes fueron un pilar fundamental en mi formación.

Ricardo David Gómez Paredes

## **AGRADECIMIENTO**

A toda mi familia pero de manera especial a mi madre Dolores, a mi tío Gali y a su esposa Cecilia por apoyarme siempre.

A mi Director de TEMI Ing. Mario García por su disposición y guía constante, a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por albergarme en sus aulas, a los maestros Ing. Julio Cuji, Ing. Marco Jurado, Ing. Franklin Silva que marcaron mi trayecto universitario con su diaria dedicación y sabias enseñanzas.

Ricardo David Gómez Paredes

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### “ESTUDIO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL PARA COMPARACIÓN DE SUS ESTÁNDARES”

#### Preliminares

I. Carátula.....	0
II. Aprobación del Director de TEMI.....	i
III. Autoría del TEMI.....	ii
IV. Aprobación del Tribunal de Grado.....	iii
V. Dedicatoria.....	iv
VI. Agradecimiento .....	v
VII. Índice de Contenidos .....	vi
VIII. Índice de Figuras .....	xv
IX. Índice de Tablas.....	xviii
X. Índice de Ecuaciones.....	xix
XI. Resumen Ejecutivo .....	xx
XII. Introducción y Antecedentes .....	xxi

#### CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico .....	2
1.2.3 Prognosis.....	3
1.3 Formulación del Problema .....	4
1.3.1 Preguntas Directrices.....	4
1.3.2 Delimitación.....	4
1.4 Justificación.....	4

1.5 Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes Investigativos .....	7
2.2 Fundamentación Legal .....	7
2.3 Categoría Fundamental .....	8
2.3.1 Principios Básicos de Televisión .....	8
2.3.1.1 Concepto de Televisión .....	8
2.3.1.2 Sistemas de Televisión Monocromática .....	8
2.3.1.3 Sistemas de Televisión a Color .....	9
2.3.2 Situación Actual de la Televisión en el Ecuador .....	9
2.3.2.1 Parámetros y Estructura de la Televisión Analógica en el Ecuador.....	9
a) Bandas de Televisión VHF.....	9
b) Bandas de Televisión UHF.....	10
2.3.2.1.1 N.T.S.C (National Television System Committee).....	10
2.3.2.1.2 Sistema Simulcast.....	11
2.3.2.1.3 Apagón Analógico .....	11
2.3.3 Sistema de Televisión Digital Terrestre (TDT) .....	11
2.3.3.1 Señal Analógica y Señal Digital.....	11
a) Señal Analógica .....	11
b) Señal Digital .....	12
2.3.3.2 Concepto de TDT .....	12
2.3.3.3 Interactividad y Canal de Retorno.....	13
2.3.3.4 Liberación del Espectro Electromagnético .....	13
2.3.3.5 Equipos necesarios para la Recepción de TDT.....	13
a) Receptor Externo o Set Top Box (STB).....	14
b) Televisor Digital Integrado .....	15
c) Antena .....	16

2.3.3.6	Sistemas de Televisión Mejorada y de Alta Definición .....	16
2.3.3.7	Difusión de las Señales de Televisión Digital .....	17
2.3.4	Estándares de la Televisión Digital Terrestre .....	18
2.3.4.1	El Estándar Advanced Television System Committee (ATSC).....	18
2.3.4.1.1	Antecedentes Generales .....	18
2.3.4.1.2	El Sistema ATSC.....	20
a)	El Subsistema de Codificación y Compresión de Fuentes .....	21
b)	El Subsistema Multiplex y Transporte de Servicios .....	22
c)	El Subsistema de Transmisión RF .....	23
2.3.4.1.3	Características de la Fuente.....	23
a)	Características de Video .....	23
b)	Características del Sistema de Audio.....	25
2.3.4.1.4	Codificación de Canal.....	26
a)	Aleatorizador.....	27
b)	Codificador Reed Solomon .....	27
c)	Entrelazador .....	28
d)	Codificador Trellis .....	28
2.3.4.1.5	Modulación .....	29
e)	Mapeo .....	29
f)	Multiplexor de Sincronismo.....	30
g)	Inserción de Piloto .....	32
h)	Filtro de Pre - Ecualización .....	32
i)	Técnica de Modulación 8 - VSB .....	32
j)	Conversión Analógica y Resto de la Cadena 8 - VSB.....	34
2.3.4.1.6	Tasa de Datos y Ancho de Banda de Transmisión.....	35
a)	Tasa de Datos.....	35
b)	Filtro de Nyquist y Ancho de Banda en ATSC .....	35
2.3.4.1.7	Características Espectrales.....	36
2.3.4.1.8	Operación con Frecuencia Única Nacional.....	36
a)	Repetidores Digitales en la misma frecuencia.....	37
b)	Transmisores Distribuidos.....	37
c)	Traductores Distribuidos .....	38

2.3.4.2 El Estándar Digital Video Broadcasting (DVB) .....	38
2.3.4.2.1 Antecedentes Generales .....	38
2.3.4.2.2 El Sistema DVB-T .....	40
a) Compresión y Codificación de Fuentes .....	41
b) Subsistema de Multiplex de Transporte .....	41
c) Modulación Jerárquica .....	42
d) El Sistema de Transmisión RF .....	43
e) El Módulo de Modulación OFDM .....	43
2.3.4.2.3 Características de la Fuente .....	43
a) Características del Video .....	43
b) Características de Audio .....	44
2.3.4.2.4 Codificación del Canal .....	44
a) Dispersión de Energía .....	45
b) Código Externo (Reed Solomon RS (204,188, t = 8)) .....	46
c) Entrelazador Externo .....	46
d) Código Interno (Convolucional) .....	47
e) Entrelazador Interno (Modulación M-QAM) .....	48
2.3.4.2.5 Modulación .....	49
f) Mapeado de los Símbolos .....	49
g) Portadoras Piloto y Estructuración en Tramas de la Señal COFDM .....	50
h) Subportadoras .....	52
h1) Modulación de Subportadoras .....	52
i) Modulador OFDM .....	53
j) Intervalo de Guarda Temporal .....	54
k) Conversión Analógico y el Resto de la Cadena COFDM .....	56
2.3.4.2.6 Ancho de Banda de Transmisión .....	57
2.3.4.2.7 Tasas de Datos .....	57
2.3.4.2.8 Características Espectrales .....	58
2.3.4.2.9 Operación con Frecuencia Única Nacional .....	59
2.3.4.3 El Estándar Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB) .....	61
2.3.4.3.1 Antecedentes Generales .....	61
2.3.4.3.2 El Sistema ISDB-T .....	64

a) Transmisión Jerárquica.....	65
b) Recepción Parcial.....	65
2.3.4.3.3 Características de la Fuente.....	65
a) Características del Video.....	65
b) Características del Audio.....	66
2.3.4.3.4 Descripción de la Codificación de Canal.....	66
a) Código Externo (Reed-Solomon RS (204,188, t = 8)).....	66
b) Demultiplexador.....	67
c) Dispersión de Energía.....	67
d) Ajuste de Retardo.....	68
e) Entrelazador Externo.....	68
f) Código Interno (Convolucional).....	68
g) Entrelazador Interno.....	68
2.3.4.3.5 Modulación.....	69
h) Modulación M-QAM (Mapeado).....	69
i) Asignación a 13 Segmentos.....	70
j) Entrelazador de Tiempo.....	70
k) Entrelazador en Frecuencia.....	70
l) Inserción de las Portadoras Piloto y Adaptación de los Frames.....	71
m) Subportadoras.....	71
n) Modulación de Subportadoras.....	72
o) OFDM Segmentado.....	72
p) Intervalo de Guarda.....	74
q) Conversión Analógica y el Resto de la Cadena OFDM.....	74
2.3.4.3.6 Ancho de Banda de Transmisión.....	75
2.3.4.3.7 EWS (Emergency Warning System).....	75
2.3.4.3.8 Tasas de Datos.....	76
2.3.4.3.9 Características Espectrales.....	77
2.3.4.3.10 Transmisión a Terminales Móviles.....	77
2.3.4.3.12 Transmisión a Terminales Portátiles.....	78
2.3.4.3.12 Operación con Frecuencia Única Nacional.....	79
2.4 Hipótesis.....	79

2.5 Variables.....	79
2.5.1 Variable Independiente.....	79
2.5.2 Variable Dependiente.....	79

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1 Enfoque .....	80
3.2 Modalidad básica de la investigación .....	80
3.2.1 Investigación de Campo .....	80
3.2.2 Investigación Documental - Bibliográfica.....	80
3.2.3 Proyecto Factible.....	81
3.3 Nivel de la Investigación.....	81
3.4 Recolección de la Información .....	81
3.4.1 Plan para la Recolección de la Información .....	81
3.5 Procesamiento y Análisis de la Información.....	82
3.5.1 Plan que se emplea para procesar la Información Recogida .....	82
3.5.2 Plan de Análisis e Interpretación de Datos.....	82

### **CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Análisis e Interpretación de Resultados .....	83
4.1.1 Situación Actual de la Televisión Analógica en el Ecuador .....	83
a) Frecuencias utilizadas y División del Espectro .....	84
b) Canalización de las Bandas .....	84
c) Grupos de Canales .....	85
d) Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales .....	85
e) Potencia .....	85
f) Análisis de la Situación de Televisión Abierta y Pagada en el Ecuador .....	86
4.1.2 Análisis de los Estándares de Televisión Digital .....	88
4.1.2.1 Estadísticas de los Estándares de Televisión Digital.....	88

4.1.2.2 Fuente de Datos.....	89
4.1.2.2.1 Subsistema de Codificación y Compresión de Fuentes.....	89
4.1.2.2.2 Video.....	90
4.1.2.2.3 Audio .....	90
4.1.2.2.4 Televisión Digital de Alta Definición y Televisión Digital Estándar ....	90
4.1.2.2.5 MPEG-2 y MPEG-4 .....	91
4.1.2.3 Subsistema de Multiplex y Transporte .....	92
4.1.2.4 Codificación del Canal .....	92
4.1.2.5 Subportadoras en ISDB y DVB .....	92
4.1.2.6 Modulación Jerárquica en DVB e ISDB .....	94
a) En DVB e ISDB.....	94
b) En ISDB .....	96
4.1.2.7 Inserción del Intervalo de Guarda .....	98
4.1.2.8 Conversión Analógica para la Transmisión de la Señal.....	99
4.1.2.9 Modulación 8-VSB frente a Modulación COFDM.....	99
4.1.2.9.1 Relación Peak to Average Power Ratio (PAPR).....	100
4.1.2.9.2 Relación Umbral C/N.....	100
4.1.2.9.3 Tasas de Datos y Área de Cobertura.....	101
a) Tasas de Datos .....	101
b) Área de Cobertura .....	103
4.1.2.9.4 Ruido de Impulso.....	104
4.1.2.9.5 Ruido de Fase .....	105
4.1.2.9.6 Interferencia de Tono.....	105
4.1.2.9.7 Cobertura de Zonas Oscuras .....	105
4.1.2.9.8 Multitrayectoria, Movilidad y Portabilidad.....	106
a) Efecto Multitrayectoria.....	106
b) Recepción en Movilidad.....	108
4.1.2.9.9 Ancho de Banda Disponible.....	111
4.1.2.9.10 Eficiencia Espectral .....	112
4.1.2.9.11 Liberación del Espectro y Dividendo Digital.....	112
4.1.2.9.12 Utilización de las Bandas de 6 MHz y 8 MHz en el Ecuador .....	113
4.1.2.9.13 Simulcast.....	114

a) Interferencia de Transmisión de Señal Analógica a Digital .....	114
b) Interferencia de Transmisión de Señal Digital a Analógica .....	114
4.1.2.9.14 Implementación de Redes SFN .....	115
a) En ATSC .....	117
b) En DVB e ISDB .....	117
4.1.2.10 Acceso Condicional .....	118
4.1.2.11 Servicios Adicionales .....	119
4.1.2.12 Estudio Económico de los Equipos de Tx y Rx de TDT .....	119
4.1.2.12.1 Para los Consumidores .....	120
a) Set Top Boxes y Televisores Integrados .....	120
4.1.2.12.2 Para las Estaciones de Televisión .....	128
4.2 Resumen de las Características y Parámetros de los Estándares de TV Digital.....	130

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES .....	132
5.2 RECOMENDACIONES .....	134

## **CAPÍTULO VI**

### **LA PROPUESTA**

6.1 Datos Informativos .....	136
6.2 Antecedentes de la Propuesta .....	136
6.3 Justificación .....	137
6.4 Objetivos .....	139
6.4.1 Objetivo General .....	139
6.4.2 Objetivos Específicos .....	140
6.5 Análisis de Factibilidad .....	140
6.6 Fundamentación Científico - Técnica .....	141
6.6.1 Estándar de Televisión Digital Japonés ISDB .....	141
6.6.1.1 Servicios y Características de ISDB .....	141

6.6.1.2 Transmisión Jerárquica en ISDB.....	142
6.6.1.3 Codificación de Canal .....	143
6.6.1.4 Modulación .....	144
6.6.1.5 Canal de Retorno .....	145
6.6.1.6 Estándar Brasileño SBTVD-T.....	145
6.7 Modelo Operativo .....	147
6.7.1 Etapas para la Transición hacia la Televisión Digital en el Ecuador.....	147
6.7.2 Cronograma de Implementación del Estándar ISDB en el Ecuador.....	149
Bibliografía.....	150
Glosario.....	153

## ANEXOS

ANEXO A: SISTEMA DE TELEVISIÓN ANALÓGICA .....	161
ANEXO A1: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	161
ANEXOS B, C Y D: ESTÁNDARES DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL.....	162
ANEXO B: ESTÁNDAR DIGITAL ATSC .....	162
ANEXO B1: CARACTERÍSTICAS DE ATSC.....	162
ANEXO B2: RECEPCIÓN EN ATSC .....	163
ANEXO C: ESTÁNDAR DIGITAL DVB .....	163
ANEXO C1: RECEPCIÓN MÓVIL Y PORTÁTIL EN DVB (DVB-H) .....	163
ANEXO C2: PORTADORAS PILOTO Y TRAMAS EN OFDM .....	166
ANEXO C3: RECEPCIÓN EN DVB.....	167
ANEXO C4: PARÁMETROS Y VALORES PARA LOS MODOS DE TRANSMISIÓN EN DVB.....	168
ANEXO C5: CAPACIDAD DEL CANAL DE TRANSMISIÓN EN DVB.....	169
ANEXO D: ESTÁNDAR DIGITAL ISDB .....	171
ANEXO D1: PORTADORAS PILOTO Y TRAMAS EN ISDB .....	171
ANEXO D2: PARÁMETROS DE LOS SEGMENTOS OFDM .....	172
ANEXO D3: PARÁMETROS DE LA SEÑAL DE TRANSMISIÓN ISDB .....	173
ANEXO D4: TASAS DE DATOS DE SEGMENTOS OFDM .....	175

ANEXO D5: SERVICIO “ONE SEG” .....	175
ANEXO E: ESTADÍSTICAS Y EQUIPOS.....	178
ANEXO E1: ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN EN EL ECUADOR.....	178
ANEXO E2: ZONAS GEOGRÁFICAS Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES .....	180
ANEXO E3: ESTACIONES DE TELEVISIÓN ABIERTA AUTORIZADAS EN EL ECUADOR.....	182
ANEXO E4: TELEVISORES INTEGRADOS ATSC .....	183
ANEXO E5: SET TOP BOXES ATSC .....	186
ANEXO E6: TELEVISORES INTEGRADOS DVB.....	190
ANEXO E7: SET TOP BOXES DVB .....	193
ANEXO E8: TELEVISORES INTEGRADOS ISDB / SBTVD .....	198
ANEXO E9: SET TOP BOXES ISDB / SBTVD.....	202
ANEXO E10: EQUIPOS DE TRANSMISIÓN ISDB .....	206

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Señal Digital .....	12
Fig. 2.2 Vista Frontal y Posterior de un Set Top Box (STB) .....	15
Fig. 2.3 Televisor Digital Integrado .....	15
Fig. 2.4 Imagen en Formato SDTV y en Formato HDTV .....	16
Fig. 2.5 División del Ancho de Banda en varios servicios en la Norma ATSC .....	19
Fig. 2.6 Estructura del Sistema ATSC .....	21
Fig. 2.7 Comparación entre Resoluciones de Video Especificadas por ATSC.....	24
Fig. 2.8 Diagrama Funcional del Sistema de Codificación de Canal y Modulación ATSC .....	27
Fig. 2.9 Mapeador de Nivel de 8 Símbolos.....	30
Fig. 2.10 Espectro de una Modulación VSB.....	31
Fig. 2.11 Espectro producido en la Modulación 8 – VSB .....	33
Fig. 2.12 Forma de Onda Ortogonal de RF en ATSC .....	34
Fig. 2.13 Transmisión RF de la Señal 8 - VSB en el Estándar ATSC.....	35

Fig. 2.14 Banda Útil y Exceso de Ancho de Banda en ATSC .....	36
Fig. 2.15 Diagrama General del Sistema DVB-T.....	40
Fig. 2.16 Sistema de Codificación de DVB-T.....	44
Fig. 2.17 Esquema Detallado del Transmisor DVB-T.....	45
Fig. 2.18 Codificador Interno y Entrelazador Interno .....	47
Fig. 2.19 Mapeado para Modulación 64 - QAM.....	50
Fig. 2.20 Espectro y Subportadoras de la Modulación COFDM .....	51
Fig. 2.21 Espectro Modulación FDM .....	51
Fig. 2.22 Diagrama de Bloques del Modulador OFDM .....	53
Fig. 2.23 Distribución de las Subportadoras antes de la Inserción del Intervalo de Guarda.....	55
Fig. 2.24 Distribución de las Subportadoras después de la Inserción del Intervalo de Guarda .....	56
Fig. 2.25 Conversión Analógica y Transmisión RF de la Señal COFDM.....	56
Fig. 2.26 Espectro Teórico Señal de Transmisión DVB para el Intervalo de Guarda 1/4 en un canal de 8 MHz .....	59
Fig. 2.27 GPS Integrado en una Red SFN .....	60
Fig. 2.28 Diagrama General del Sistema ISDB-T .....	64
Fig. 2.29 Sistema de Codificación de Canal y Jerarquización de ISDB-T .....	67
Fig. 2.30 Bloque de Modulación ISDB .....	69
Fig. 2.31 Canal ISDB-T, Segmentos y Localización de los Programas .....	73
Fig. 2.32 Modulación OFDM Segmentada .....	74
Fig. 2.33 Sistema de Alerta de Emergencias (EWS).....	76
Fig. 2.34 Transmisión a Terminales Móviles en ISDB .....	77
Fig. 4.1 Gráfica de la Canalización de Bandas de Televisión en el Ecuador.....	84
Fig. 4.2 Televisión Abierta en el Ecuador.....	87
Fig. 4.3 Resumen Televisión Pagada y Abierta en el Ecuador .....	87
Fig. 4.4 Televisión Abierta V.S. Televisión Pagada en el Ecuador .....	88
Fig. 4.5 Distribución de la TV Digital en el Mundo.....	89
Fig. 4.6 Modulación Jerárquica en DVB .....	95
Fig. 4.7 Flujo de Transporte para Transmisión y Recepción Jerárquica en ISDB .....	97
Fig. 4.8 Adición del Intervalo de Guarda.....	98

Fig. 4.9 Efecto de Multitrayectoria en Recepciones Fijas y Móviles.....	106
Fig. 4.10 Ahorro de Espectro Radioeléctrico en la TV Digital.....	113
Fig. 4.11 Cobertura de Zonas Rurales mediante SFN .....	115
Fig. 4.12 Difusión de Señales en Redes SFN, MFN y SFN-MFN .....	116
Fig. 4.13 Gráfica de Comparación de Costos STBs SDTV .....	124
Fig. 4.14 Gráfica de Comparación de Costos STBs HDTV .....	125
Fig. 4.15 Gráfica de Comparación de Costos STBs HDTV MPEG-4.....	126
Fig. 4.16 Gráfica de Comparación de Costos de TV Integrados SDTV .....	127
Fig. 4.17 Gráfica de Comparación de Costos de TV Integrados HDTV .....	128
Fig. 4.18 Costo Implementación de la TV Digital para Estaciones de Televisión.....	129
Fig. 6.1 Espectro de ISDB-T y SBTVD-T, Transmisión Jerárquica y Recepción Parcial .....	143
Fig. 6.2 Principio de Modulación en el Estándar ISDB-T .....	144
Fig. D1 Elementos del Sistema DVB-H dentro del marco de DVB-T.....	165
Fig. D2 Constelación 64-QAM uniforme con Portadoras Piloto y TPS.....	166
Fig. D3 Recepción y Demodulación en ISDB y DVB .....	167
Fig. E1 Procesamiento de la Señal en la Recepción de Banda Ancha y Recepción Parcial .....	177
Fig. F1 Transmisor Axcera Serie 6X de Alta Potencia.....	206
Fig. F2 Transmisor Axcera de Baja Potencia Serie Innovator CX.....	207
Fig. F3 Transmisores Toshiba de varias potencias.....	208
Fig. F4 Transmisores ofrecidos por NEC .....	208
Fig. F5 Transmisores Toshiba de 4 y 5 Canales.....	209
Fig. F6 Transmisores Toshiba de 1 y 3 Canales.....	210
Fig. F7 Transmisor y Receptor Toshiba de 3 Canales Redundantes .....	211
Fig. F8 Transmisor Axcera Innovator HX .....	214
Fig. F9 Antena Jampro JL-SS .....	217
Fig. F10 Antena Jampro JUHD Bandas IV y V .....	218
Fig. F11 Antena Jampro JA-SS .....	219
Fig. F12 Antenas Jampro JA/LS - JA/MS - JSL - JSM – JSH.....	220
Fig. F13 Gap Filler Axcera para ISDB .....	221

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Resoluciones de Pantalla Especificadas por ATSC para el Servicio Principal .....	24
Tabla II. Resoluciones de Pantalla para DVB.....	43
Tabla III. Resoluciones de Pantalla en el Estándar ISDB.....	66
Tabla IV. Parámetros del Estándar de Televisión Analógica NTSC.....	84
Tabla V. Grupos de Canales UHF .....	85
Tabla VI. Grupos de Canales VHF.....	85
Tabla VII. Estándares de TV Digital en el Mundo.....	89
Tabla VIII. Costos STBs en el Estándar ATSC .....	121
Tabla IX. Costos STBs del Estándar DVB .....	121
Tabla X. Costos STBs en los Estándares ISDB y SBTVD.....	122
Tabla XI. Costos de Televisores Integrados en el Estándar ATSC.....	122
Tabla XII. Costos de Televisores Integrados en el Estándar DVB .....	123
Tabla XIII. Costos de Televisores Integrados en los Estándares ISDB y SBTVD .....	123
Tabla XIV. Costo Promedio SBTs SDTV para los tres Estándares .....	124
Tabla XV. Costo Promedio STBs HDTV de los tres Estándares.....	125
Tabla XVI. Costo Promedio STBs HDTV MPEG-4 .....	125
Tabla XVII. Costos Promedio TV Integrados SDTV 19'' - 22'' .....	126
Tabla XVIII. Costo Promedio de TV Integrados HDTV.....	127
Tabla XIX. Costos Estimados de Equipos de Transmisión de los Estándares de TV Digital .....	128
Tabla XX. Resumen Características de los Estándares de TV Digital.....	130
Tabla XXI. Resumen Parámetros de los Estándares de TV Digital .....	131
Tabla XXII. Etapas de Implementación de ISDB en el Ecuador .....	148
Tabla XXIII. Espectro Electromagnético.....	161
Tabla XXIV. Características del Estándar ATSC .....	162
Tabla XXV. Características de las Subportadoras en DVB con un ancho de banda de 6 MHz.....	168
Tabla XXVI. Características Modo 8k en DVB de 6 MHz .....	169

Tabla XXVII. Características del Modo 4k en DVB de 6 MHz .....	169
Tabla XXVIII. Características Modo 2k en DVB de 6 MHz.....	169
Tabla XXIX. Tasas de Datos Disponibles para DVB en la banda de 6 MHz.....	171
Tabla XXX. Parámetros de los Segmentos OFDM.....	172
Tabla XXXI. Características de 1 Segmento de Ancho de Banda en ISDB .....	173
Tabla XXXII. Características de la Señal de Transmisión ISDB (13 Segmentos) .....	173
Tabla XXXIII. Características del Modo 1k en ISDB en 6 MHz .....	174
Tabla XXXIV. Características del Modo 2k en ISDB, 6 MHz.....	174
Tabla XXXV. Características del Modo 4k en ISDB, 6 MHz .....	174
Tabla XXXVI. Tasas de Datos en la Banda de 6 MHz para ISDB .....	175
Tabla XXXVII. Canalización de las Bandas en el Sistema de TV Analógica en el Ecuador .....	179
Tabla XXXVIII. Plan de Distribución de Canales por Zonas Geográficas en el Ecuador .....	180
Tabla XXXIX. Estaciones de TV Abierta Autorizadas en el Ecuador.....	182

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Duración de Símbolo COFDM .....	55
Ecuación 2. Valores Intervalo de Guarda .....	168
Ecuación 3. Flujo de Datos Binario Total.....	170
Ecuación 4. Flujo de Datos Binario Útil.....	170
Ecuación 5. Distancia Máxima entre Transmisores .....	175

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente estudio tiene por objeto determinar cuál es el Estándar de Televisión Digital más idóneo para el Ecuador, para ello se investigó detalladamente las características de cada sistema digital así como la situación actual de la televisión. Partiendo de este aspecto se pudo comprobar que la Televisión Analógica derrocha demasiado espectro electromagnético, tiene una imagen deficiente, no ofrece servicios interactivos, entre otras muchas desventajas.

Luego mediante las estadísticas de la SUPERTEL se pudo establecer que más de la mitad de la población en el Ecuador solo recibe televisión abierta y son pocas las personas que han contratado un servicio de televisión pagado ya sea satelital, por cable o codificado, de ahí la importancia de un cambio hacia un sistema de calidad y de difusión social.

Al analizar cada uno de los estándares disponibles se observó claramente que todos prometen cambios relevantes, sin embargo la mejor opción para el país es el Estándar Japonés ISDB, pues cubriría las perspectivas de todos los espectadores a través de un programa de alta definición o varios programas de definición estándar con variedad de contenidos en el mismo ancho de banda, acceso al servicio televisivo mientras se viaja en autobús o automóvil sin degradaciones de imagen a pesar que se circule a altas velocidades, capacidad de poder ver programas HDTV en dispositivos como celulares, laptops de forma gratuita sin ningún tipo de recargo.

Además se ahorra mucho más espectro radioeléctrico si se usa su modificación brasilera SBTVD, la señal puede ser captada en todo el territorio sin importar la compleja geografía de la Sierra porque posee las mejores técnicas contra efectos como el ruido, multitrayecto e interferencias. Se ha puesto en consideración además que sería el estándar más factible por cuanto se está implementando en casi toda Latinoamérica lo que ayudaría a establecer relaciones comerciales que reducirían costos de los equipos.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La transmisión y recepción de imágenes y sonido a distancia marcó un hito en nuestra historia ya que a partir de su lanzamiento oficial en 1945 el ser humano pudo concebir el mundo y sus acontecimientos de una forma distinta; debido a que no tenía la necesidad de salir de su casa para mantenerse informado de todo lo que sucede en el planeta, entretenerse, mirar reportajes, etc.

A pesar que la televisión llegó muchos años más tarde a Latinoamérica, ésta desplazó inmediatamente al sistema radial, consolidándose como el principal medio de comunicación. La televisión a color aparece luego con mucho más éxito permitiendo un mayor desarrollo de la Industria Televisiva tanto a nivel cinematográfico como comercial con ganancias de millones de dólares.

La transmisión televisiva se efectúa a través de ondas de radio pero simultáneamente a finales de los años 80 comenzó el desarrollo de sistemas de digitalización, con el fin de mejorar la calidad de la señal, ya que como sabemos la tecnología analógica al transmitir las señales lo hace en forma real a través de la atmósfera lo que provoca distorsiones y pérdidas incluso al llegar a nuestro aparato receptor, pero mucho más en zonas lejanas.

El satélite ayudó al acceso a zonas remotas, la Televisión por medio de cable hizo que la señal llegue en forma óptima, sin embargo esto no es suficiente puesto que el cable, las antenas parabólicas y demás elementos necesarios para la instalación son muy costosos pudiendo ser usados solamente en zonas urbanas por cuestiones de rentabilidad, por esta razón un limitado porcentaje de personas dispone de este servicio.

Por lo anteriormente mencionado, en los últimos años se ha buscado un sistema económico y accesible para todos, así nació la Televisión Digital Terrestre (TDT) que transporta la señal de forma binaria a través del espacio lo que dará origen a múltiples servicios para el usuario, mayor cantidad de canales, imagen de alta definición, y muchas otras ventajas que serán descritas posteriormente.

En el presente proyecto se estudiará los tres estándares de Televisión Digital, DVB-T, ISDB-T, ATSC (Americano), se propondrá la mejor opción para nuestro país de acuerdo a nuestras necesidades, a las características técnicas, geográficas del territorio Ecuatoriano haciendo énfasis en un análisis exhaustivo a nivel económico y de factibilidad.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema.-**

“Estudio de la Televisión Digital para Comparación de sus Estándares”

### **1.2 Planteamiento del Problema.-**

#### **1.2.1 Contextualización.-**

La Televisión ha sufrido un avance vertiginoso en las últimas décadas en algunas partes del mundo como en Japón, Estados Unidos, Europa se ha iniciado el “Apagón Analógico” (Cese de las emisiones de Televisión Analógica) desarrollándose estándares de Televisión Digital Terrestre con el fin de lograr una mejora en la transmisión y recepción del Sistema Televisivo, cada uno de ellos con particularidades que determinan varias tendencias hacia uno u otro dependiendo de los requerimientos de cada país y sus consumidores.

En ciertos países de Latinoamérica se ha escogido ya un estándar luego de un estudio previo, así por ejemplo en Brasil se optó por el estándar Japonés dándole ciertas variaciones porque no en todos los lugares el tratamiento de la señal es igual ya sea por factores climáticos, geográficos o tecnológicos. De esta manera nuestro continente no se queda relegado de la digitalización a la que debe llegar

toda la tecnología pues casi todos los países latinoamericanos se han decidido ya por un estándar.

Además en el Ecuador podríamos decir que en casi todo hogar existe un aparato receptor de Televisión. En muchos sitios lejanos fuera de la urbe la señal no es adecuada, posee mucha distorsión, por ello se realizó un análisis de los estándares de Televisión Digital mediante equipos colocados en el cerro Pichincha y varios puntos de monitoreo en la ciudad de Quito para así establecer y legalizar el estándar a utilizarse en el futuro en el país para que todos tengan acceso a una Televisión de calidad incluso en esas áreas de difícil acceso.

### **1.2.2 Análisis Crítico.-**

Aunque se haya pensado que la Televisión Analógica y su estándar NTSC<sup>1</sup> se mantendría vigente por mucho más tiempo en nuestro país ahora sabemos que no es así, la Televisión Digital debido al auge de las Comunicaciones ha surgido para que todos gocemos de mayores beneficios en este medio de comunicación.

En el Sistema de Televisión Analógico uno de los principales problemas que existe es el desperdicio de espectro electromagnético provocado por la naturaleza de las señales analógicas que ocupan mucho espacio y por el vertiginoso aumento de las Estaciones Transmisoras de Televisión lo que ocasiona una saturación del espectro y una gran reducción en el número de canales.

La Interferencia es otro grave inconveniente causado por la vulnerabilidad de la señal analógica, lo que provoca que la señal no llegue de forma óptima a todos los puntos del Área de Cobertura y en forma muy deficiente a zonas lejanas

Por estas y mucho más razones que serán analizadas posteriormente, la implementación del Sistema de Televisión Digital en nuestro país es un tema urgente a considerar pues como vemos la Televisión Analógica no cumple con los

---

<sup>1</sup> Comité del Sistema Nacional de Televisión (National Television System Committee)

parámetros tecnológicos actuales, recordando que lo que se busca es la integración de los Sistemas de Telecomunicaciones.

No hay que olvidar que se debe alcanzar la mayor satisfacción del usuario así como también ahorro económico, sabiendo que si bien los clientes desean altas prestaciones, no desean gastar tanto dinero ya que así no estaríamos cambiando nada, este sistema no se diferenciaría mucho de la Televisión Pagada, pues lo que se desea es un cambio tecnológico accesible.

Los principales beneficiarios de este cambio serán los usuarios que no solo serán consumidores sino se convertirán en productores de información, pues tendrán nuevos servicios interactivos, una variedad de canales, además de que la calidad es mucho más alta en audio y video, las Empresas Televisivas pueden incrementar los espacios publicitarios obteniendo nuevas fuentes de ingresos, así como ofrecer paquetes diferenciados que incluyan ciertos canales premium por los cuales podrían cobrar un cierto valor.

Sin embargo los más perjudicados serán las personas de escasos recursos económicos que no tendrán opción a adquirir un convertidor de señal para acceder a los servicios de la Televisión Digital por lo que se debe plantear una solución a este asunto. Además se mantendrá un sistema Simulcast, es decir la convivencia de la señal digital y analógica mientras se realiza el proceso de conversión total a la señal digital.

### **1.2.3 Prognosis.-**

Al hacer caso omiso de este Sistema Digital, continuaríamos con los problemas de una Señal de Televisión de baja calidad, interferencias, distorsiones, recepción de señal inestable, etc. Si no adoptamos esta tecnología, no nos vincularemos a los nuevos sistemas de telecomunicaciones que rigen a nivel mundial, no conseguiríamos que la Televisión se convierta en un medio eminentemente social

y al mismo tiempo no tendríamos un Sistema de Televisión de alta fidelidad y sin restricciones de ningún tipo.

### **1.3 Formulación del Problema.-**

¿Se podrá realizar un estudio de la Televisión Digital para comparar sus estándares?

#### **1.3.1 Preguntas Directrices.-**

- ¿Cuál es la situación actual de la Televisión Analógica en el Ecuador?
- ¿Qué es y cómo está constituido el Sistema de Televisión Digital Terrestre?
- ¿Cuáles son las características de los estándares de Televisión Digital Terrestre que actualmente existen a nivel mundial?
- ¿Cuál es el estándar más apto considerando condiciones económicas, tecnológicas, geográficas, sociales para ser implementado en el Ecuador?

#### **1.3.2 Delimitación.-**

Estudio de la Televisión Digital para Comparación de sus Estándares en el Ecuador que será realizado en un período de seis meses Agosto de 2009 – Febrero de 2010.

### **1.4 Justificación.-**

Al ser la Televisión uno de los medios de comunicación con mayor aceptación a nivel mundial el estudio del presente tema se torna de mucha importancia y actualidad pudiendo ser desarrollado y analizado sin ninguna dificultad pues se

cuenta con todas las herramientas tecnológicas e intelectuales para que sea una realidad.

A pesar que la Televisión Digital ocupa el mismo ancho de banda (6 Mhz) que la Televisión Analógica, el Sistema Digital puede contener un número mayor de canales frente a un único Canal Analógico debido a las Técnicas de Compresión Digital, como Dolby Digital AC-3, MPEG<sup>2</sup>.

La Señal Digital al igual que la Señal Analógica se ve afectada por interferencias, efectos climáticos, etc, pero la información dentro de ella permanece inalterable al contrario de lo que ocurre en las señales analógicas por lo que se receipta una señal nítida que depende de los parámetros externos y no de la señal en sí, del mismo modo aplicando ciertas técnicas la señal no se ve modifica al chocar contra obstáculos ni al llegar a zonas remotas.

La Televisión Digital ofrece Servicios Interactivos como Guías Electrónicas de Programación, Internet, Subtítulos, Selección de Idioma, Formato Panorámico y muchas otras ventajas tecnológicas. Mejora la recepción móvil y portátil es decir en celulares o automóviles en movimiento sin pérdidas ni distorsiones. Así también la señal digital nos ayuda a un ahorro del espectro electromagnético, pero se deberá establecer el uso que se dará al espectro liberado luego de la implementación del Sistema de Televisión Digital.

Este Sistema Digital utiliza Redes SFN (Redes de Frecuencia Única) que evitan el uso indiscriminado de frecuencias cubriendo todo el territorio nacional a través de una sola frecuencia para un mismo Canal de Televisión sin preocuparnos de que exista interferencia al enviar la misma información en dicha frecuencia. Es factible porque la emisión de señales de televisión en formato digital es ya una realidad en el mundo, se han definido tres estándares oficiales, adoptados por diversos países y soportados por organizaciones internacionales.

---

<sup>2</sup> Moving Picture Experts Group

Al escoger el mejor de los tres estándares, se establecerá un máximo beneficio siempre y cuando se establezca un marco legal de dicho estándar, se efectuará un estudio completo de condiciones económicas, sociales, tecnológicas, geográficas para la adaptación del estándar en el país.

## **1.5 Objetivos de la Investigación.-**

### **1.5.1 Objetivo General.-**

- Estudiar la Televisión Digital para comparar sus estándares.

### **1.5.2 Objetivos Específicos.-**

- Definir la situación actual de la Televisión Analógica en el Ecuador.
- Describir qué es y cómo está constituido el Sistema de Televisión Digital Terrestre.
- Determinar las características de los estándares de Televisión Digital Terrestre que actualmente existen a nivel mundial.
- Demostrar cuál es el estándar más apto considerando condiciones económicas, tecnológicas, geográficas, sociales para ser implementado en el Ecuador.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos.-**

Al realizar una investigación exhaustiva en ciertas universidades y en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato no se encontraron trabajos similares.

#### **2.2 Fundamentación Legal.-**

“El Señor Economista Rafael Correa, Presidente Constitucional de la República, mediante Decreto Ejecutivo N° 681 del 18 de Octubre del 2007, publicado en el Suplemento del Registro Oficial N° 200 del 29 de Octubre del 2007, reformó el Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, en su artículo 10, delegando a la Superintendencia de Telecomunicaciones, el análisis, las pruebas, recomendaciones para la inclusión de nuevas tecnologías en el país incluyendo dentro de estas el estándar de Televisión Digital Terrestre (TDT). Sobre esta base se coordinó con el Gobierno de Japón y la Comunidad Europea, para el préstamo temporal de los equipos de transmisión de Televisión Digital con los estándares ISDB-T<sup>3</sup> y DVB-T<sup>4</sup>, respectivamente”.

---

<sup>3</sup> Radiodifusión Digital de Servicios Integrados Terrestre (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial)

<sup>4</sup> Radiodifusión Digital de Video Terrestre (Digital Video Broadcasting - Terrestrial)

*Tomado de: SUPERTEL (2009) Revista Institucional de la Superintendencia de Telecomunicaciones N° 4. Quito, Ecuador. Extracto del Decreto Ejecutivo de Reforma al Reglamento de la Ley de Radiodifusión y Televisión.*

## **2.3 Categoría Fundamental.-**

### **2.3.1 Principios Básicos de Televisión.-**

#### **2.3.1.1 Concepto de Televisión.-**

La palabra Televisión proviene de la palabra griega tele (que significa distante) y la palabra en latín visión (que significa vista). Por lo tanto, televisión significa ver desde distancia. En su forma más sencilla la televisión es el proceso de convertir imágenes (estacionarias o en movimiento) a señales eléctricas y después transformar esas señales en un receptor lejano, donde se convierten de nuevo a imágenes que se pueden percibir a simple vista.

#### **2.3.1.2 Sistemas de Televisión Monocromática.-**

La Televisión Monocromática involucra la transmisión de dos señales separadas: una aural (sonido) y una señal de video (imagen). Cada transmisor de televisión emite estas dos señales totalmente separadas. La transmisión aural utiliza la modulación de frecuencia (FM) y la transmisión de video la modulación de amplitud (AM).

La señal de video transmitida por las estaciones existentes, solo incluía la información de brillo de la imagen, la cual era representada en la pantalla del receptor como una sucesión de puntos con mayor o menor intensidad (tonos de grises).

### **2.3.1.3 Sistemas de Televisión a Color.-**

Si bien hoy en día, ver imágenes en blanco y negro puede no resultar atractivo, esta modalidad de transmisión logra cumplir con un objetivo muy necesario: dotar a la imagen reproducida de definición suficiente para que el espectador pueda discriminar dentro de la imagen, las formas, y tamaños relativos de los componentes de la escena.

Cuando la tecnología pudo agregarle color a la imagen, hubo que analizar la forma de incluir dentro del canal de televisión, la información de color (crominancia), sin detrimento de la información de brillo (luminancia), ya existente.

### **2.3.2 Situación Actual de la Televisión en el Ecuador.-**

#### **2.3.2.1 Parámetros y Estructura de la Televisión Analógica en el Ecuador.-**

A continuación se explicarán ciertas características y parámetros del Sistema de Televisión Analógica en el Ecuador, así como de las Emisoras de Televisión. Las bandas de VHF (Very High Frequency) y UHF (Ultra High Frequency)<sup>5</sup>son utilizadas para la teledifusión en todo el mundo, tanto para la televisión abierta como para sistemas de TV codificada (estos generalmente en UHF).

Existen grandes diferencias entre la distribución de canales y frecuencias entre cada país, también hay que considerar los diferentes sistemas estándares que se utilizan para la emisión televisiva PAL (Phase Alternating Line), NTSC (National Television System Committee), SECAM (Color secuencial con memoria).

#### **a) Bandas de Televisión VHF.-**

Banda I: de 54 a 72 MHz y de 76 a 88 MHz

---

<sup>5</sup> Véase ANEXO A1

Banda III: de 174 a 216 MHz

**b) Bandas de Televisión UHF.-**

Banda IV: de 500 a 608 MHz y de 614 a 644 MHz

Banda V: de 644 a 686 MHz

**2.3.2.1.1 N.T.S.C. (National Television System Committee).-**

El Estándar de Televisión Analógica utilizado actualmente en el Ecuador es el NTSC. Este es un sistema de codificación y transmisión de Televisión a Color Analógica responsable de la configuración de la televisión y estándares de video en EE.UU. y países que lo acogieron.

- Compatible con el sistema monocromático.
- Posee una velocidad de actualización de 30 cuadros de vídeo por segundo, 60 campos de alternación de líneas con un total de 525 líneas de resolución.
- Envía señal de luminancia y de crominancia.
- El ancho de banda para la imagen esta limitado a 4.5 MHz y el ancho de banda total a 6 MHz.

Para garantizar la compatibilidad con el sistema NTSC en blanco y negro, el sistema NTSC de color mantiene la señal monocromática en blanco y negro como componente de luminancia de la imagen en color, mientras que para la señal de color se han creado dos componentes de crominancia los cuales se modulan con QAM sobre una subportadora de 3,579545 MHz. La demodulación de las componentes de crominancia es necesariamente síncrona, por lo tanto se envía al inicio de cada línea una señal sinusoidal de referencia de fase conocida como "salva de color", "burst" o "colorburst".

Esta señal tiene una fase de 180° y es utilizada por el demodulador de la crominancia para realizar correctamente la demodulación. A veces, el nivel del

"burst" es utilizado como referencia para corregir variaciones de amplitud de la crominancia de la misma manera que el nivel de sincronismo se utiliza para la corrección de la ganancia de toda la señal de vídeo.

#### **2.3.2.1.2 Sistema Simulcast.-**

Al instalarse el Sistema de Televisión Digital en el Ecuador, primeramente debemos pasar por un período de Transición en el cual en cada receptor de Televisión recibiremos tanto la señal Analógica como Digital hasta que se migre totalmente al Sistema Digital, por ello a esto se conoce como Sistema Simulcast.

#### **2.3.2.1.3 Apagón Analógico.-**

El Apagón Analógico es el nombre con el que se conoce al próximo cese de las emisiones analógicas de los operadores de televisión. Una vez completado el apagón analógico, será indispensable disponer de un televisor con un sintonizador digital que procese la señal digital y la envíe al televisor o en su defecto utilizar un televisor integrado. El Apagón Analógico en el Ecuador se estima completarlo en el 2019.

### **2.3.3 Sistema de Televisión Digital Terrestre (TDT).-**

#### **2.3.3.1 Señal Analógica y Señal Digital.-**

##### **a) Señal Analógica.-**

Tiene la característica de que puede variar gradualmente dentro de un intervalo continuo de valores, como son la amplitud y la longitud, dependiendo de las características de la información que se transmite; por lo tanto, una señal analógica es una señal de variación continua.

### b) Señal Digital.-

Es aquella que está conformada por valores discretos tales como los dígitos binarios (0 y 1), por lo tanto, se puede decir que una señal digital es una señal discreta en amplitud. Véase Fig. 2.1.

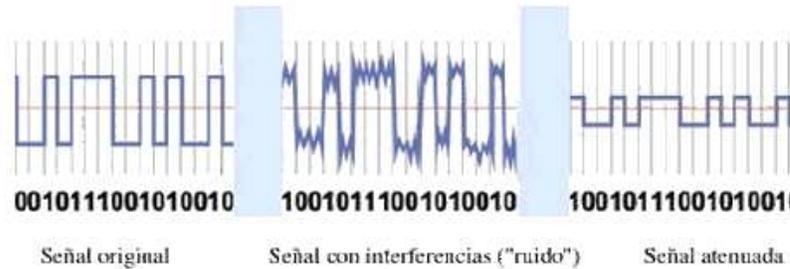


Fig 2.1 Señal Digital

### 2.3.3.2 Concepto de TDT.-

Se refiere al envío y a la recepción de imágenes en movimiento y sonido mediante señales discretas (digitales). Se llama terrestre a la señal que llega a través de repetidores que envían las ondas, minimizando así la distorsión de la señal. La televisión terrestre se opone a la del satélite, donde los emisores están situados en el espacio (más lejos de nosotros, con más problemas debido a la lejana distancia) y al cable.

Técnicamente, el sistema de TDT es similar al actual con emisiones a través de ondas hertzianas que, en lugar de transportar señales analógicas, transportan información digital ('ceros' y 'unos'). Las señales, por tanto, son emitidas desde las mismas antenas que desde las que se emiten las ondas de la TV convencional actual.

### **2.3.3.3 Interactividad y Canal de Retorno.-**

De momento, las posibilidades de interactividad directa sobre la infraestructura de red sólo son posibles para los usuarios de televisión en sistemas de cable que pueden ofrecer canales de retorno específicos a través de su red. El resto de los sistemas emplean actualmente redes complementarias para proporcionar el canal de retorno. Los canales de retorno considerados en televisión digital terrestre contemplan: retorno telefónico (módem analógico o RDSI), el ADSL, vía redes sin hilos (GSM, GPRS, DECT o UMTS) y retorno en la banda de difusión de televisión.

Empiezan a disminuir las diferencias entre los diferentes medios tecnológicos (televisión, ordenador, radio y teléfono) y ha de aumentar la convergencia entre las industrias informática y del entretenimiento, lo que nos lleva a pensar que la convergencia no se limita al ámbito tecnológico, sino que también esta se da en el campo de los contenidos; característica de la era digital gracias a la aparición de medios. La Interactividad ofrece teletexto, acceso a Internet, interacción con concursos de TV, estadísticas, servicio climatológico, etc.

### **2.3.3.4 Liberación del Espectro Electromagnético.-**

El principal problema de la Televisión Analógica es el derroche de espectro electromagnético. El Apagón Analógico liberará una gran cantidad de Espectro Electromagnético muy valioso. La Televisión Digital puede reproducir seis veces más detalle y diez veces más información de color con el mismo ancho de banda. Dentro del ancho de banda de la Televisión Analógica de 6 Mhz los que se utilizan son aproximadamente 4 Mhz para transmitir la señal de video y cerca de 2 Mhz para transmitir la señal de audio correspondiente.

Significa que la señal analógica es ineficiente espectralmente porque a través de un canal o del ancho de banda asignado a un canal, sólo puede transmitirse y sólo puede recibirse una señal audiovisual y nada más. La transmisión en formato

digital de canales analógicos requiere un ancho de banda considerablemente menor que el que se emplea actualmente. El Espectro que se libera al producirse el Apagón Analógico, es al que se le ha llamado “Dividendo Digital”

### **2.3.3.5 Equipos necesarios para la Recepción de TDT.-**

Para acceder a la señal de TDT se necesita un receptor adecuado. Éste puede ser de dos tipos:

#### **a) Receptor externo o Set Top Box (STB).-**

Una caja convertidora STB es un aparato electrónico que se conecta a la televisión análoga y antena convirtiendo la señal digital en análoga y de esa manera hacer la imagen visible en la televisión. Con esta simple y barata modificación la señal de televisión digital llegará a los terminales de todas las viviendas. El STB es el elemento clave de la Televisión Digital ya que nos permite observar dicha señal en el Televisor Analógico. Ver Fig. 2.2.

Un STB principalmente se encarga de recibir una señal digital, en alguno de los standards (cable, satélite, terrestre, IPTV), y de comprobar que se tenga permiso para ver esta señal. Posteriormente lo demodula y lo envía al televisor. También permite disfrutar de todo el conjunto de ventajas que ofrece la nueva televisión digital, como pueden ser: Acceso condicional<sup>6</sup>, televisión interactiva o la televisión en alta definición.

Debido a que la mayoría de televisores en el mundo son analógicos se sobreentiende la importancia de este dispositivo, el cual será básico hasta que se disponga de televisores digitales a un precio accesible en el mercado. Mientras tanto los consumidores que deseen acceder a los servicios de la televisión digital, necesitarán un set top box para su recepción.

---

<sup>6</sup> Sistema que permite controlar el acceso a contenidos especialmente pagados.



Fig 2.2 Vista Frontal y Posterior de un Set Top Box (STB)

Actualmente un STB puede ofrecer muchos servicios, desde utilizarlo como grabador (PVR) en los STB que incorporen disco duro, como utilizarlos para hacer consultas meteorológicas, hacer la reserva de una visita médica, o hacer compras en los que disponen de interactividad. También muchos de ellos nos dan la opción de conectarles dispositivos externos como podrían ser videocámaras, impresoras, etc.

#### **b) Televisor Digital Integrado.-**

Incorpora el receptor digital dentro del chasis del televisor y permite, por tanto, recibir la TDT además de la TV analógica convencional. Hay receptores, ya sean STB o TV Digitales Integrados, que soportan servicios interactivos, y otros que no lo hacen. Los Televisores Digitales Integrados son normalmente de formato panorámico y soportan reproducción de sonido de alta calidad.



Fig 2.3 Televisor Digital Integrado

Algunos modelos pueden también conectarse a un equipo de Home Cinema y disfrutar así de sonido multicanal Dolby Digital. También se puede conectar a un

Televisor Digital Integrado el decodificador de satélite o cable si se está abonado a alguno de estos servicios. Véase Fig. 2.3.

### c) Antena.-

Para recibir las señales de la TV digital de todas las estaciones, es importante que la antena pueda recibir tanto los canales VHF (canales 2 al 13) como los de UHF (canales 14 al 51). Algunas antenas proporcionan sólo una recepción buena de los canales VHF o UHF, pero no ambos. Las antenas a utilizarse en Televisión Digital varían un poco respecto a las convencionales.

#### 2.3.3.6 Sistemas de Televisión Mejorada y de Alta Definición.-

Los formatos de resolución digital establecen el número de líneas verticales y el número de píxeles<sup>7</sup> en cada línea; los cuales varían entre sistemas de televisión digital (Véase Fig. 2.4). A continuación se indica los formatos de resolución digital:

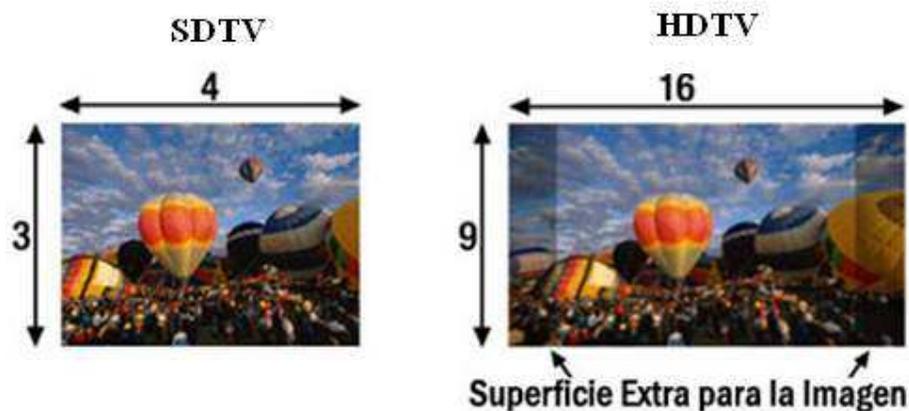


Fig 2.4 Imagen en Formato SDTV y en Formato HDTV

- LDTV (Low Definition TV). Televisión con la mitad de la definición de los sistemas convencionales (sistemas analógicos).

<sup>7</sup> Es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital

- SDTV (Standard Definition TV). Televisión con calidad similar a los sistemas analógicos.
- EDTV (Extended Definition TV). Televisión con calidad un poco superior a SDTV.
- IDTV (Improved Definition Television). Televisión de calidad expandida
- HDTV (High Definition TV). Televisión con una definición de aproximadamente el doble respecto a SDTV.

### **2.3.3.7 Difusión de las Señales de Televisión Digital.-**

La Red de Frecuencia Única (SFN o Single Frequency Network) es un tipo de radiodifusión donde distintos transmisores emiten la misma señal en el mismo canal de frecuencia. La Televisión Digital Terrestre usa este concepto con el propósito de conseguir un mejor provecho del espectro en las bandas de televisión en comparación con las que se usan en televisión analógica, Red de Frecuencia Múltiple (MFN o Multiple Frequency Network).

Para cubrir un área geográfica, un operador de televisión digital terrestre puede utilizar un solo transmisor de alta potencia y gran alcance, o múltiples transmisores de potencias menores. El concepto de los transmisores múltiples es similar al de las celdas en la telefonía móvil, pero en este último caso, los transmisores pueden ser configurados para transmitir a frecuencias distintas, o bien a la misma frecuencia.

En redes de frecuencia única para distribución de TV Digital, puede haber sectores entre transmisores adyacentes, en los cuales las transmisiones de éstos se traslapan. En estos sectores, los receptores perciben las múltiples transmisiones como una propagación de multitrayectoria, puesto que las transmisiones portan el mismo contenido pero están desfasadas en el tiempo y tienen magnitudes relativas que dependen de la ubicación del receptor respecto de los transmisores. El receptor debe procesar estas múltiples transmisiones para obtener una sola señal que permita demodular el flujo de transporte con la menor cantidad de errores.

En este sentido, si un estándar tiene mejor robustez frente a propagación de multitrayectoria, la tendrá también en términos de la operación en red con frecuencia única. El principal desafío que enfrenta la operación de un sistema de TV digital mediante Redes de Frecuencia Única (SFN) es lograr y mantener el mejor sincronismo posible entre las estaciones transmisoras, de modo que las señales provenientes de dos o más estaciones puedan ser interpretadas, en la práctica, como ecos de una sola transmisión.

### **2.3.4 Estándares de la Televisión Digital Terrestre.-**

Los principales estándares involucrados en esta contienda por el mercado mundial de televisión digital son:

- El estándar norteamericano (ATSC)
- El estándar europeo (DVB)
- El estándar japonés (ISDB)

Además existen otros competidores de menor envergadura, como el estándar chino o el indio.

#### **2.3.4.1 El Estándar Advanced Television System Committee (ATSC).-**

Advanced Television System Committee (ATSC) creado en 1982, es un grupo que se encarga del desarrollo de los estándares de la televisión digital en los Estados Unidos, y en base a estos estándares Canadá, México, Corea del Sur, Islas Vírgenes, Honduras y Puerto Rico adoptaron esta normativa. ATSC intenta reemplazar en los Estados Unidos a la NTSC.

##### **2.3.4.1.1 Antecedentes Generales.-**

*- Especificaciones técnicas del Estándar Norteamericano.-*

Transmitir una señal digital ya sea en el formato estándar SDTV o en el estándar de alta definición HDTV, resultaba imposible en el espectro que ocupaba una señal de televisión analógica de 6 a 8 MHz de ancho de banda, dado que una señal digital estándar ocuparía más de 70 MHz de ancho de banda (una de HDTV digital ocuparía más de 420 Mhz).

Para ello se necesitarían resolver dos problemas: el primero poder comprimir la señal para poder transportarla en un ancho de banda de 6 a 8 MHz y segundo había que diseñar un sistema de modulación adecuado para ese flujo de datos comprimidos. Véase Fig. 2.5.

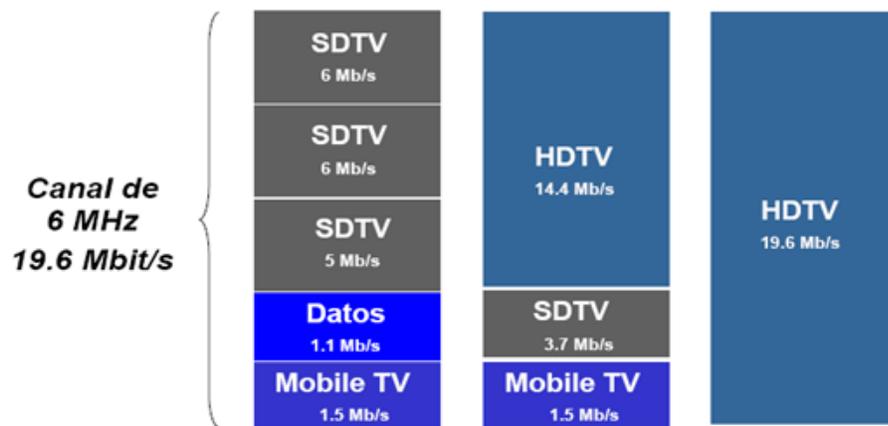


Fig 2.5 División del Ancho de Banda en varios servicios en la Norma ATSC

Estos problemas se solucionaron mediante técnicas de compresión como la compresión MPEG-2 que es una norma técnica internacional de compresión de imagen y sonido, el MPEG-2 especifica los formatos en que deben representarse los datos en el decodificador así como el conjunto de normas para la transmisión de imágenes en video digital. En la codificación se comparan los fotogramas actuales con los anteriores y los futuros para almacenar sólo las partes que cambian de unos a otros.

La señal incluye sonido en calidad de CD<sup>8</sup>. Gracias a este sistema de compresión ahora en el ancho de banda existente para la televisión analógica se pueden transmitir varias señales en estándar SDTV o una señal de alta definición digital HDTV. La TV digital parte en 5 el ancho de banda actual. Es decir, en el espacio que hoy cabe una sola estación de TV, en el futuro cabrían 5 (Fig. 2.5).

La norma norteamericana propone usar esos 5 canales enviando una señal de alta definición, y la norma europea propone básicamente que una estación de TV utilice dichos cinco canales en diferentes cosas, como menús, audio, incluso que uno de los canales se utilice de vuelta para que los propios usuarios puedan enviar información desde sus casas a las estaciones. En cuánto a capacidad de transportar información dispone de 19 Mbps.

El estándar norteamericano fue exclusivamente creado para la televisión digital terrestre. El sistema ATSC privilegia la alta definición (HDTV), por sobre el multicasting (varios canales) y el datacasting (servicios interactivos), con una resolución que duplica la de la TV analógica. Sin embargo prevé incorporar las otras ventajas mencionadas a medida que el proceso de digitalización vaya creciendo.

El sistema norteamericano no está diseñado para la recepción de señales en condiciones de movilidad. La interfaz de aire es menos robusta que la del estándar europeo. Los formatos bajo la norma ATSC también posee audio con “calidad de teatro”, porque utiliza el formato Dolby Digital AC-3 que brinda un canal 5.1 de sonido envolvente.

ATSC está fundado en una modulación 8-VSB. Es un sistema de Banda Lateral Vestigial (al igual que los sistemas analógicos) basado en una modulación 8-PAM<sup>9</sup>. Otra cosa a considerar es el gasto de energía eléctrica, ya que nos encontramos en un momento donde el ahorro de energía es primordial y por ejemplo hay datos que aseguran que con el estándar ATSC se ahorra un 50%.

---

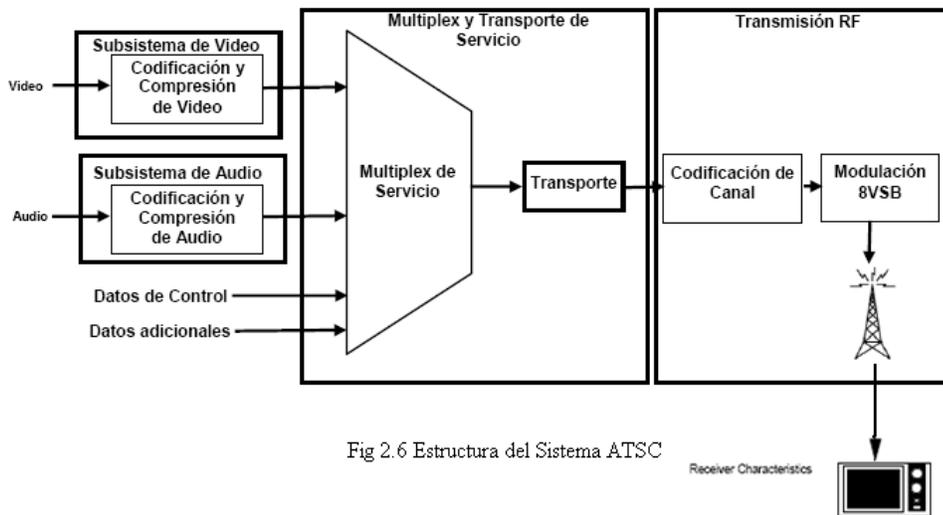
<sup>8</sup> Compact Disc

<sup>9</sup> Modulación por Amplitud de Pulso de 8 Niveles

### 2.3.4.1.2 El Sistema ATSC.-

El diagrama de bloques del sistema se muestra en la Figura 2.6, en la que se aprecia que el sistema ATSC consiste de tres subsistemas:

- Codificación y compresión de fuentes (video, audio, datos).
- Múltiplex y transporte de los servicios.
- Transmisión de radiofrecuencia (RF<sup>10</sup>).



#### a) El Subsistema de Codificación y Compresión de Fuentes.-

Comprime los flujos de audio, video y flujo de datos digitales adicionales con el propósito de minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la información correspondiente. Para la compresión y codificación de los flujos de video el sistema ATSC utiliza la sintaxis MPEG-2, mientras que para la compresión de audio digital se utiliza la norma de compresión digital de audio AC-3.

<sup>10</sup> Radio Frecuencia

***b) El Subsistema Múltiplex y Transporte de Servicios.-***

Divide el flujo continuo de información en unidades más pequeñas llamadas paquetes de datos, inserta marcas de identificación únicas a cada paquete, multiplexa los flujos de paquetes de video, audio y datos anexos codificados y comprimidos de acuerdo al estándar MPEG-2 en paquetes de transporte de 188 bytes, cuyo primer byte es insertado para sincronismo para componer un único flujo de transporte (Véase Fig. 2.6). Los datos anexos incluyen datos para el control de la transmisión, control de acceso, e información sobre la configuración de los servicios de audio y video, tales como subtítulo.

El sistema de transporte de ATSC utiliza el sistema de multiplex y transporte definido por el estándar MPEG-2, el cual es compatible con el formato de transporte de otros medios digitales, tales como la radiodifusión terrestre de audio digital, sistemas de televisión digital por cable y satelital, medios de almacenamiento como discos de video digital y DVD (Digital Versatile Disc), e interfaces computacionales.

El estándar MPEG-2 fue desarrollado para aplicaciones donde el ancho de banda de canal es limitado y el requerimiento para un mecanismo de transporte eficiente es dominante, además facilita la interoperabilidad con el mecanismo de transporte ATM (Asynchronous Transfer Mode).

El receptor es responsable de recuperar esos flujos elementales para entregárselos a los decodificadores correspondientes junto con la señalización de errores. El subsistema de transporte también incorpora la función que permite la sincronización del receptor. El codificador MPEG-2 toma el video digital de banda base<sup>11</sup>, realiza la compresión para reducir su tasa de bits, utilizando las técnicas de “transformada discreta de coseno”, y “predicción de movimiento bidireccional”.

---

<sup>11</sup> Video sin modular

### ***c) El Subsistema de 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 reconstruir los datos, detectar y corregir errores causados por el canal inalámbrico e interferencias.

La modulación (o capa física) usa la información del flujo de datos digitales para modular la señal transmitida. 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.

El sistema de codificación de canal y modulación de ATSC (bloque “Transmisión de RF” en la Figura 2.6) constituye la característica más propia de éste estándar. Los dos bloques fundamentales son la Codificación de Canal y la Modulación 8-VSB, descritos a continuación.

### **2.3.4.1.3 Características de la Fuente.-**

#### **a) Características de Video.-**

Existen tres tipos básicos de resolución de pantalla que pueden utilizarse con el estándar ATSC. El nivel más sencillo incluye los formatos básicos y extendidos de las normas de TV analógicas NTSC y PAL con 480 y 576 líneas visibles, respectivamente (Figura 2.7), y hasta 720 píxeles por línea. (En NTSC, existen 525 líneas horizontales pero sólo 480 son visibles, en PAL, existen 625 líneas horizontales pero sólo 576 son visibles).

Luego, el nivel medio incluye imágenes de resolución media con 720 líneas de resolución y 960 píxeles por línea (razón de aspecto 4:3 tradicional) y 1280 píxeles por línea (razón de aspecto<sup>12</sup> 16:9 en pantalla extendida). El nivel de

---

<sup>12</sup> Relación ancho – alto, de cada imagen proyectada.

mayor resolución tiene 1080 líneas, 1440 y 1920 pixeles por línea para razones de aspecto 4:3 y 16:9, respectivamente. La Figura 2.4 y 2.7 muestra las relaciones de tamaño comparativas.

El modo con 1080 líneas se codifica en campos de 1920×1088 pixeles, pero las últimas 8 líneas se descartan antes del despliegue, debido a una restricción del formato de video MPEG-2, el cual requiere que el número de pixeles sea divisible por 16.

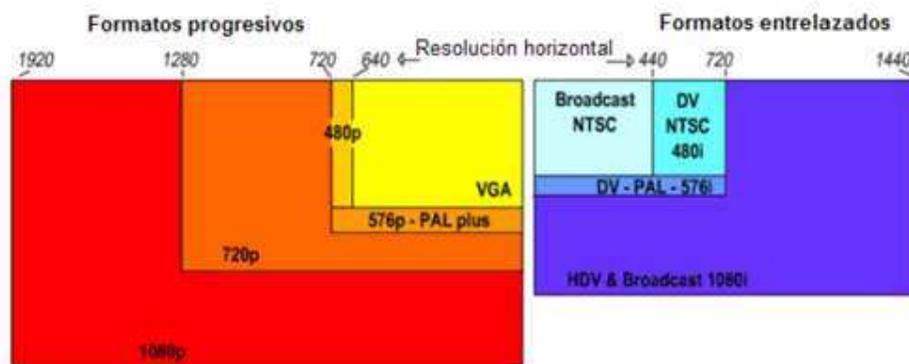


Fig 2.7 Comparación entre Resoluciones de Video Especificadas por ATSC

Las imágenes correspondientes a una pantalla completa pueden formarse mediante barrido entrelazado o progresivo. Los formatos posibles según tipo de barrido están resumidos en la Tabla I, donde P indica barrido progresivo e I indica barrido entrelazado. Una trama es un campo de imagen constituido por un cierto número de líneas de barrido.

Tabla I. Resoluciones de Pantalla Especificadas por ATSC para el Servicio Principal

Líneas Verticales	Pixeles por Línea	Razón de Aspecto	Frecuencia de Tramas
1080	1920,1440	16:9, 4:3	60I, 30P, 24P
720	1280, 960	16:9, 4:3	60P, 30P, 24P
576	720	16:9, 4:3	25I, 25P (no en USA)
480	720	16:9, 4:3	60P, 60I, 30P, 24P
480	640	4:3	60P, 60I, 30P, 24P

En los sistemas de barrido entrelazado (I), se necesitan dos tramas (una con las líneas pares, la otra con las impares) para definir un cuadro o imagen completa. En los sistemas de barrido progresivo (P), la trama contiene toda la información de un cuadro. La televisión analógica utiliza barrido entrelazado.

El Servicio Principal es el modo de funcionamiento normal del estándar. Existe también un Servicio Extendido, que permite reservar parte del ancho de banda para la transmisión de información que permite enfrentar de mejor manera problemas de transmisión del canal. Es importante destacar que el estándar ATSC fue diseñado desde el principio con las opciones necesarias para ser implementado tanto dentro de los Estados Unidos como fuera de ellos (incluyendo países que migran desde formatos distintos a NTSC, como PAL, por ejemplo). Por ello, ATSC es capaz de trabajar correctamente en situaciones en que la frecuencia de barrido sea tanto 25 cuadros por segundo (PAL) como 30 cuadros por segundo (NTSC).

#### **b) Características del Sistema de Audio.-**

La compresión y codificación de audio en ATSC se basa en el estándar de compresión digital de audio AC-3. AC-3 utiliza para su sistema Surround Sound, compatible con muchas aplicaciones de audio/video (DVD, DTS<sup>13</sup>, etc.). El sistema de audio está diseñado para transportar hasta seis señales de audio de alta calidad para su utilización en sistemas de tipo Home Theater (también denominadas señales “5.1”).

Los seis canales de audio son: Izquierdo (L), Central (C), Derecho (R), Surround Izquierdo (LS), Surround Derecho (RS) y énfasis de Baja Frecuencia (LFE). El audio de cada canal está limitado a un ancho de banda de 20 kHz, con excepción del canal LFE, el que está limitado a 120 Hz. También es posible enviar otras combinaciones de señales de audio, siempre que no se exceda la tasa máxima total

---

<sup>13</sup> (Digital Theater System / Sound / Surround) es un sistema digital de codificación de sonido que permite la existencia de 6 canales independientes de audio en una sola señal comprimida.

de 448 Kbps. La compresión AC-3 de una o varias fuentes de audio digital o flujos elementales (desde 2 en un programa con sonido estéreo hasta 6 en un programa con sonido 5.1), representa un servicio de audio.

Múltiples servicios pueden ser multiplexados en un flujo de transporte MPEG-2, siendo clasificados en principal (audio completo asociado a una señal de video, incluyendo diálogo, música, efectos especiales, etc.) y asociados (servicios especiales como para gente con discapacidades visuales o auditivas, señales de emergencia, etc.). El servicio principal de audio, o un servicio asociado completo, debe ser codificado a una tasa de datos no superior a 448 Kbps, y la tasa final de una combinación de un servicio principal y uno asociado no debe exceder los 576 Kbps.

El AC-3 es uno de los formatos denominados de compresión perceptual. Lo que hace básicamente es eliminar todas las partes del sonido original, codificado analógicamente, que no pueda ser percibido por el oído humano. De ésta forma, se logra que la misma información sea de menor tamaño y por lo tanto ocupe mucho menos espacio físico.

#### **2.3.4.1.4 Codificación de Canal.-**

El codificador MPEG-2 luego mezcla la información de video comprimida con el audio Dolby AC-3 precodificado y cualesquier datos auxiliares a ser transmitidos. El resultado es un flujo altamente comprimido de paquetes MPEG-2 con una frecuencia de datos de solo 19.39 Mbit/seg.

Esta es de ninguna manera una tarea trivial, ya que el video digital de alta resolución (o programas múltiples de vídeo de resolución estándar) fácilmente puede tener una tasa de datos de 1 Gbit/seg o más. Este flujo de datos de 19.39 Mbit/seg a la salida del codificador MPEG-2 es conocido como el Nivel de Transporte DTV (Digital Television). Esta señal se transmite en forma serial desde el codificador al excitador 8-VSB vía un cable coaxial de 75-ohm.

La Figura 2.8 muestra el diagrama del proceso de codificación y modulación. El sistema es alimentado con el flujo de transporte paquetizado según se ha descrito anteriormente. Los datos son primero aleatorizados (dispersión de energía) y luego procesados para brindar capacidad de corrección de errores mediante un código de bloques Reed-Solomon (RS), seguido por un entrelazador y un codificador Trellis (TCM).

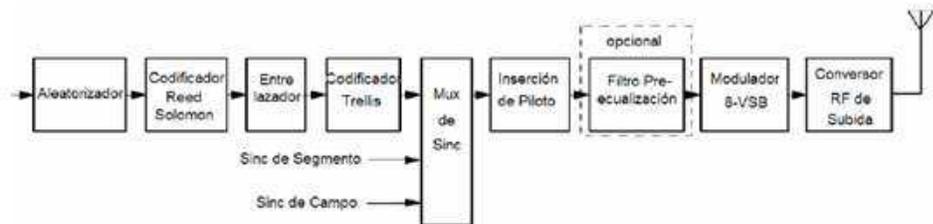


Fig 2.8 Diagrama Funcional del Sistema de Codificación de Canal y Modulación ATSC

Las características de cada bloque se describen a continuación:

#### a) Aleatorizador.-

La Aleatorización uniformiza la distribución de energía de la señal MPEG-2 y contribuye a que el espectro de la transmisión tenga las propiedades adecuadas (se comporte como una señal de Ruido Blanco). La Aleatorización de los bits que componen un flujo de transporte se logra mediante multiplicación por una secuencia binaria seudo aleatoria de orden 16, PRBS<sup>14</sup>-16 (A excepción del bit de sincronismo). Esto es porque la respuesta de frecuencia de la señal transmitida necesita tener un espectro plano tal como ruido para utilizar el canal RF limitado con la máxima eficiencia.

#### b) Codificador Reed Solomon (RS).-

La codificación Reed-Solomon es una técnica de la corrección progresiva de errores (FEC) aplicada al flujo de datos entrante. Los bits aleatorizados son procesados para brindar una capacidad de corrección de errores mediante un

<sup>14</sup> Secuencia Binaria Pseudoaleatoria

Código de Bloques Reed-Solomon (RS (207, 187,  $t = 10$ )). Este codificador opera sobre los 187 bytes de datos (sin considerar el bit de sincronismo) para producir bloques de datos de 207 bytes (datos más FEC), estos 20 bytes FEC permiten corregir hasta 10 bytes por paquete. Si hay demasiados errores, el paquete MPEG-2 se desecha.

### **c) Entrelazador.-**

Luego de la codificación Reed-Solomon, los datos son agrupados en segmentos, campos y estructuras. Un campo de datos consiste en 312 segmentos de datos incluyendo un segmento de sincronización, para un total de 313 segmentos. Una estructura de datos está compuesta de dos campos de datos o 626 segmentos. Los parámetros principales de ATSC pueden observarse en el ANEXO B1.

El objetivo de este dispositivo es dar protección a la señal cuando hay errores de ráfaga<sup>15</sup>(burst). El entrelazador de bytes empleado es convolucional de longitud 52 bloques RS y sólo se entrelazan los bytes de datos (incluyendo los bytes de redundancia insertados por RS). Reorganiza y esparce los bits en el tiempo de forma diferente para mejorar la corrección de errores del Codificador Reed Solomon.

### **d) Codificador Trellis.-**

La Codificación Trellis (o de celosía) es otra forma más de la corrección progresiva de errores. A diferencia de la codificación Reed-Solomon, que procesa simultáneamente el paquete completo MPEG-2 como un bloque, la Codificación Trellis rastrea el flujo de bits a medida que transcurre el tiempo. Consecuentemente, la codificación Reed-Solomon es conocida como un código bloque, mientras que la Codificación Trellis es una forma de código convolucional (con memoria).

---

<sup>15</sup> Un error de ráfaga afecta a una serie de bits consecutivos, mientras que los errores aleatorios afectan a bits individuales en posiciones de la secuencia del mensaje.

El objetivo de este codificador es brindar una segunda capa de protección de errores. Para la Codificación Trellis, cada byte de ocho bits se divide para formar un flujo de cuatro palabras de dos bits cada una. En el Codificador Trellis, cada palabra de 2-bits a la entrada es comparada con la historia de las palabras de 2-bits anteriores. Se genera matemáticamente un código binario de tres bits para describir la transición de la última palabra de 2-bits a la actual (bit de redundancia).

Estos códigos de 3-bits reemplazan las palabras de 2-bits originales y son transmitidos como los símbolos de ocho niveles del 8-VSB ( $3 \text{ bits} = 2^3 = 8$  combinaciones o niveles) que se utilizaran luego en el modulador. Por cada dos bits que entran al codificador Trellis, salen tres. Por esta razón, se dice que el Codificador Trellis del sistema 8-VSB es un codificador de relación 2/3. El propósito de este código es mejorar la relación señal a ruido ( $S/N^{16}$ ).

#### **2.3.4.1.5 Modulación.-**

##### **e) Mapeo.-**

A los símbolos obtenidos en el Codificador Trellis se les asignan valores numéricos, ocho en total, igualmente probables y espaciados  $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 7$ . La señal banda base digital es un flujo serial de bits que tienen la forma de un tren de pulsos sucesivos en el tiempo. Cuando este tren de pulsos es sumado con una portadora cosenoidal análoga de amplitud, frecuencia y fase constantes, se suman sus amplitudes y frecuencias.

La suma de frecuencias da origen a las bandas laterales que son parcialmente filtradas por filtros pasa banda. Cada uno de estos segmentos de 3 bits corresponde al codeword de salida del codificador, a cada una de estas palabras se le asigna un valor de amplitud definido, que al sumarse con la portadora generan

---

<sup>16</sup> Relación entre la potencia de la señal y la potencia de ruido presente en la misma, además es la medida del ruido electrónico en la señal

en ésta 8 estados o valores discretos de amplitud. Se asignan 4 valores positivos: +7, +5, +3, +1 y 4 negativos: -1, -3, -5 y -7.

Los valores (-7 a +7) asignados al codeword de salida del codificador convolucional 2/3 en el formato 8-VSB, tienen como objetivo forzar desplazamientos discretos (shift) en la amplitud de la portadora, de modo que el receptor al reconocer un estado, pueda reconstruir el segmento con el trío de bits que originó ese estado.

Los valores (-7 a +7) no alteran la información y son simplemente símbolos que el receptor debe interpretar. El formato 8-VSB es un esquema de modulación en amplitud, de modo que los símbolos son representaciones de estados de amplitud de la portadora, y por lo tanto cada cambio de amplitud corresponde a un nuevo símbolo. Véase Fig. 2.9.

MAP			
Z <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>0</sub>	R
0	0	0	-7
0	0	1	-5
0	1	0	-3
0	1	1	-1
1	0	0	+1
1	0	1	+3
1	1	0	+5
1	1	1	+7

Fig 2.9 Mapeador de Nivel de 8 Símbolos

#### f) Multiplexor de Sincronismo.-

Se insertan símbolos piloto necesarios en el receptor para recuperar y mantener el sincronismo de los datos. Estas son la piloto ATSC, las sincronías de segmento y de campo. La sincronía de segmento se describe a continuación: el segmento de datos está conformado por 207 bytes, luego del proceso de Codificación de Trellis tenemos un total de 832 símbolos, los 4 primeros se usan para sincronización, por

lo que el resto, 828 símbolos en 8 niveles son símbolos que llevan datos, pero debido que son símbolos de 3 bits, tenemos un total de 2484 bits.

El segmento de sincronismo es un pulso de cuatro símbolos que se le agrega al inicio de cada segmento de datos, reemplazando el primer byte de sincronismo del paquete original. Éste es usado en el receptor para regenerar el reloj del sistema y efectuar un muestreo de la señal recibida. La sincronía de campo se explica a continuación: 313 segmentos de datos consecutivos forman un campo de datos. La sincronía de campo ATSC es un segmento entero que se repite una vez por campo (24.2 mseg). Los bloques restantes están descritos en la siguiente sección.

**-Modulación 8-VSB.-**

Sistema de Modulación de Televisión Digital de portadora única. La modulación utilizada en ATSC es esencialmente una Modulación de Amplitud de Pulsos de 8 niveles (8-PAM<sup>17</sup>) en banda base trasladada a radiofrecuencia mediante un modulador analógico de Banda Lateral Doble Portadora Suprimida, seguido por un filtro que elimina la banda lateral inferior y un circuito que inserta una portadora. Este método de modulación es conocido como Vestigial Sideband Modulation (VSB) y es, de hecho, similar a la técnica de modulación que ha sido utilizada para transmisión de televisión analógica desde sus comienzos.

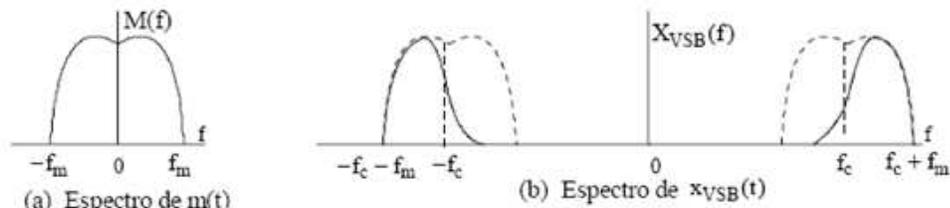


Fig 2.10 Espectro de una Modulación VSB

VSB es en gran medida una modulación de Banda Lateral Única (BLU), pero difiere de ésta por la forma en que es generada. En BLU una de las Bandas

<sup>17</sup> Modulación por Amplitud de Pulso de 8 niveles

Laterales es cancelada completamente mediante circuitos o filtros muy escarpados, mientras que en VSB la Banda Lateral Inferior (BLI) es filtrada mediante filtros de fácil realización. Debido a que todo filtro realizable tiene una transición no instantánea entre la Banda Lateral Superior (BLS) y la Banda Lateral Inferior (BLI), la señal filtrada inevitablemente contiene vestigios de la BLI, de ahí el nombre VSB (Figura 2.10). El proceso de modulación se describe a continuación y completa la descripción de la Figura 2.8.

#### **g) Inserción de Piloto.-**

El tono piloto (portadora) se inserta en banda base agregando a la modulación 8-PAM un offset (pequeña desviación de voltaje) previo al traslado a radiofrecuencia realizado con el modulador de Banda Lateral Doble Portadora Suprimida tradicional, lo que causa que su valor medio no sea cero, simplificando las tareas de sincronización y demodulación en el lado receptor. La potencia del piloto es pequeña y está 11,3 dB por debajo de la potencia promedio de la señal. Véase Fig 2.11.

#### **h) Filtro de Pre - Ecuación.-**

Es opcional y dependiente de la implementación específica de cada receptor. Para ello se requiere de una función de ecualización en el receptor. Para tal fin, cada segmento de sincronismo de campo de datos transmitido contiene una secuencia de entrenamiento, la cual puede ser utilizada por el Ecuador del receptor. Compensa las variaciones en el tiempo de la respuesta al impulso del canal en su equivalente de banda base.

#### **i) Técnica de Modulación 8 - VSB.-**

El ancho de banda de la señal a la salida del Codificador Trellis es demasiado grande para que se pueda transmitir dentro del canal de RF asignado de 6 MHz. Una breve inspección de la Figura 2.11 revela el alto grado de redundancia en el

espectro de FI (Frecuencia Intermedia) de doble banda lateral. Los diversos lóbulos laterales son simplemente unas copias a escala del espectro central, y la banda lateral inferior es una copia invertida de la banda lateral superior. Este hecho hace posible la casi completa eliminación de la banda lateral inferior y todos los lóbulos laterales de la banda lateral superior, sin que se pierda información.

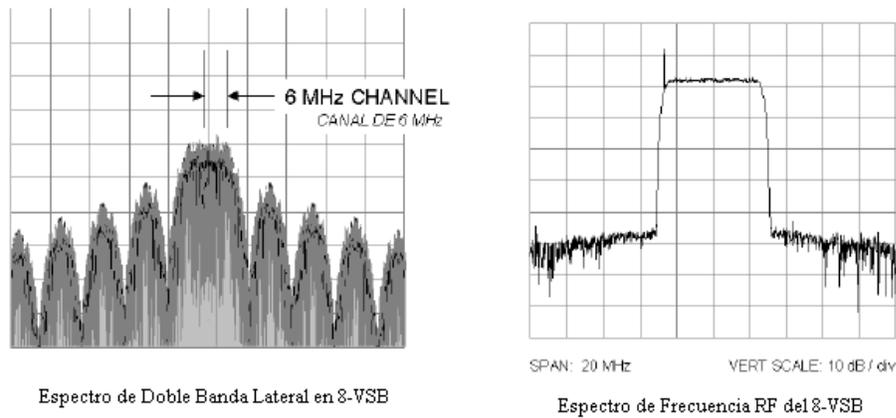


Fig. 2.11 Espectro producido en la Modulación 8 - VSB

La parte restante de la señal (la mitad superior del espectro central) puede ser dividida en dos, gracias al teorema de Nyquist, que dice que para transmitir una señal digital con una cierta tasa en bits/segundo, es preciso tener solo la mitad de ese valor en ancho de banda en Hertz. La tarea de cortar el espectro de FI de doble banda lateral a un tamaño reducido cae en la próxima etapa de procesamiento, el filtro Nyquist.

La señal 8-PAM con offset es primero trasladada a una frecuencia intermedia (FI) mediante modulación de Banda Lateral Doble Portadora Suprimida (DSB) y luego filtrada con un filtro de Nyquist. Este filtro elimina la banda inferior, dejando un vestigio de ella. El filtro especificado tiene factor de roll-off 11,5%, lo cual divide la banda de 6 MHz en una porción activa de 5,38 MHz y dos bandas de guarda de 310 kHz (una en cada extremo de la banda).

### j) Conversión Analógica y el Resto de la Cadena 8 - VSB.-

Si se hace el filtraje de banda estrecha correctamente, según el teorema de Nyquist, el tren resultante de pulsos de símbolo será ortogonal. Esto significa que a cada instante preciso de muestreo, únicamente un pulso de símbolo contribuirá a la forma de onda de RF final; todos los pulsos de símbolo anteriores y subsecuentes experimentarán un cruce de cero en sus amplitudes en aquel punto de tiempo. Esto se muestra en la Figura 2.12. De esta forma, cada vez que el reloj del receptor muestrea la forma de onda de RF, el voltaje recuperado representará únicamente la amplitud del símbolo actual (uno de los ocho niveles posibles).

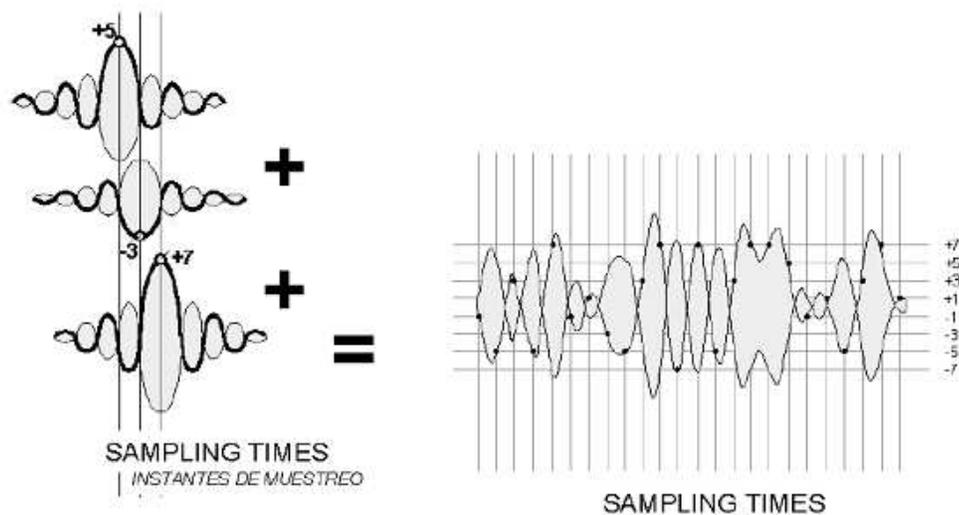


Fig 2.12 Forma de Onda Ortogonal de RF en ATSC

Después del filtro Nyquist, la señal 8-VSB en frecuencia intermedia (FI) se la somete a un conversor digital-análogo que transforma mediante circuitos tradicionales de oscilador<sup>18</sup>-mezclador-filtro a la frecuencia del canal asignado en la banda UHF o VHF. La salida de RF del excitador 8-VSB se entrega luego al Transmisor TDT. El transmisor es esencialmente un amplificador RF tradicional, sea de estado sólido o de tubo de vacío.

<sup>18</sup> Convierte Potencia DC a RF

La señal a la salida del transmisor es filtrada por un sistema RF de alta potencia para suprimir cualquier señal espuria fuera de la banda causada por las no-linealidades del transmisor. El último eslabón en la cadena de transmisión es la antena que transmite la señal RF 8-VSB de alta potencia (Figura 2.13).

Como se sabe, a todo instante entre los tiempos de muestreo, la forma de onda total de la envolvente de RF es la suma de la oscilación de docenas de símbolos anteriores y futuros (ya que todos los símbolos tienen una amplitud no-cero entre los instantes de muestreo). La Recepción en este Estándar se indica en el ANEXO B2.

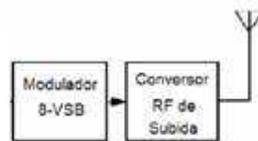


Fig 2.13 Transmisión RF de la señal 8-VSB en el Estándar ATSC

#### 2.3.4.1.6 Tasa de Datos y Ancho de Banda de Transmisión.-

##### a) Tasa de Datos.-

Puesto que la modulación utilizada es 8-PAM, la tasa de bits observada en el canal es 32,28 Mbps. Considerando la pérdida de tasa causada por los codificadores RS y TCM (factores 188/208 y 2/3 respectivamente) y los campos de sincronismo 312/313, se obtiene la tasa de datos neta de ATSC correspondiente a 19,39 Mbps.

##### b) Filtro de Nyquist y Ancho de Banda en ATSC.-

Tres bits son transmitidos en cada símbolo de ocho niveles, la tasa de símbolos resultante es de  $32.28 \text{ Mbps} / 3 = 10.76 \text{ Mbaudios}^{19}/\text{seg}$ . Gracias al teorema Nyquist, se pueden transmitir 10.76 Millón símbolos/seg en una señal de banda

---

<sup>19</sup> Es una medida de la velocidad de modulación, correspondiente al número de cambios en una señal por segundo, representa el número de símbolos transmitidos por segundo.

lateral única (VSB) con un ancho de banda mínimo de  $\frac{1}{2} * 10.76 \text{ MHz} = 5.38 \text{ MHz}$ . En vista de que el canal otorgado tiene un ancho de banda de 6 MHz, es posible reducir la brusquedad de la pendiente del filtro VSB y todavía caer dentro del canal de 6 MHz. El exceso de ancho de banda permitido (representado por  $\alpha$ , la letra griega alpha) es de 11.5% para el sistema 8-VSB ATSC. Esto es,  $5.38 \text{ MHz}$  (ancho de banda mínimo por Nyquist) +  $620 \text{ kHz}$  (11.5% exceso de ancho de banda) =  $6.00 \text{ MHz}$  (ancho de banda usado por el canal).

### 2.3.4.1.7 Características Espectrales.-

El filtro de Nyquist usado para eliminar la banda lateral inferior en la modulación VSB define a la vez implícitamente la máscara espectral de ATSC, la que en teoría no contiene radiación fuera de banda. La Figura 2.14 presenta un esquema de las características espectrales de la modulación. Destacan la portadora y las bandas de transición del filtro de Nyquist.

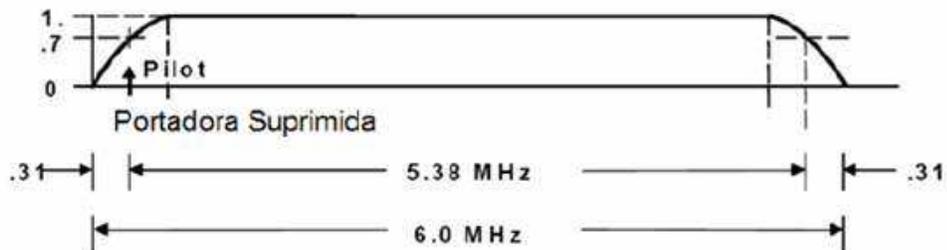


Fig 2.14 Banda Útil y Exceso de Ancho de Banda en ATSC

### 2.3.4.1.8 Operación con Frecuencia Única Nacional.-

En redes ATSC, el sincronismo entre estaciones debe ser logrado en tres aspectos:

- Frecuencias idénticas de las portadoras de radiofrecuencia, con una precisión de  $\pm \frac{1}{2} \text{ Hz}$ .
- Sincronismo entre los flujos de transporte, que deben ser idénticos.
- Idénticos procesos de codificación del flujo de transporte (codificación, entrelazado, aleatorización, etc.) entre transmisores de la red.

La operación en frecuencia única no estaba contemplada en el estándar ATSC y ATSC no tenía la capacidad de operar en este modo. En el año 2004, el estándar fue modificado y los nuevos equipos tienen la capacidad de operar en redes SFN, pero hasta la fecha las experiencias prácticas de operación SFN son escasas. De acuerdo a los documentos mencionados del estándar ATSC, tres modos de operación son posibles para redes con múltiples transmisores (ya sea conformando redes de frecuencia única o de frecuencias múltiples):

**a) Repetidores Digitales en la misma frecuencia.-**

Corresponden a equipos que reciben la misma señal que los receptores domésticos, y la retransmiten en la misma frecuencia con o sin procesamiento dependiendo del tipo de repetidor. El documento de prácticas recomendadas considera el uso de estos dispositivos, principalmente para ampliar la zona de cobertura, iluminar zonas oscuras y cubrir áreas pequeñas. Se trata de un sistema de bajo costo, pero que no permite la operación SFN.

**b) Transmisores Distribuidos.-**

Los transmisores distribuidos reciben la señal a través de una red de bajo retardo (fibra óptica o bien cable) y la retransmiten al aire, todos en la misma frecuencia. En el caso de redes de frecuencia única, estos transmisores operan de manera sincronizada, de modo tal que emiten señales idénticas simultáneamente. Ello conlleva la necesidad de sincronizar los transmisores (empleando receptores GPS<sup>20</sup> localizados en cada sitio), incluyendo el uso de retardos para ajustar el tiempo de la transmisión. La información de sincronización temporal se incluye en el flujo de transporte, lo que reduce en forma poco significativa la tasa de datos de 19,39 Mbps y degrada el comportamiento de la transmisión frente al ruido blanco Gaussiano en algunos decibeles.

---

<sup>20</sup> Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global

### **c) Traductores distribuidos.-**

Estos equipos operan en forma similar a los repetidores, pero retransmitiendo en una frecuencia distinta. Permiten la formación de redes multifrecuencia, y requieren al menos de dos frecuencias disponibles. Para sincronizar los flujos de datos y todos los procesos incluidos en la codificación, el estándar ATSC considera la inserción en el flujo de transporte de una palabra de cadencia cada cierto tiempo, así como la inserción de paquetes de transmisión distribuida, estos últimos a una tasa de no más de un paquete cada 312 paquetes (segmentos) del flujo de transporte. Esta información, en conjunto con las referencias de tiempo locales (provenientes, por ejemplo, de GPS) es utilizada por cada uno de los transmisores de la red para temporizar sus transmisiones adecuadamente.

En el lado de la recepción, para operar en redes de frecuencia única con estándar ATSC, los receptores requieren de ecualizadores capaces de procesar las señales provenientes de distintos transmisores en las zonas de traslapo de transmisiones (que aparentan ser ecos), y de combinar estas múltiples señales en una sola. Actualmente, si bien ha habido avances en esta materia, los ecualizadores todavía muestran debilidades en casos de múltiples trayectorias con niveles de potencia cercanos entre sí.

### **2.3.4.2 El Estándar Digital Video Broadcasting (DVB).-**

#### **2.3.4.2.1 Antecedentes Generales.-**

El estándar de televisión digital europeo, Digital Video Broadcasting (DVB), fue establecido por el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) durante los años 1990 y consiste de un conjunto de aproximadamente 30 especificaciones y documentos técnicos que cubren la vasta gama de tópicos relacionados con la distribución digital de video. DVB fue diseñado para transmitir información de audio y video codificada de acuerdo a una versión especializada del estándar de codificación de audio y video MPEG-2.

Permite acceso condicional a contenidos pagados, protección de copia mediante sistemas de encriptamiento de la señal (Multicript, Simulcript) avanzados con las últimas innovaciones contra actos de piratería, y métodos de configuración automática de los receptores, con señales de control enviadas desde la emisora. Con el sistema DVB y su especificación DVB-H se hace posible la visualización de señales de televisión en equipos móviles. De hecho, se han superado pruebas de recepción de televisión digital sobre vehículos, y ya existen en el mercado receptores de televisión móvil.

DVB-T permite a los proveedores de servicio igualar, e incluso mejorar, la cobertura analógica con una fracción de la potencia. Junto con el empleo de técnicas avanzadas de modulación, como COFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Codificada) que optimizan las pérdidas de información en la recepción cuando se encarga a un gran número de subportadoras modular con bajas tasas de bit (Kbps) parte de la información de entrada al modulador.

DVB contiene especificaciones para distribución de video digital por diversos medios, incluyendo satélite (DVB-S), cable (DVB-C), terrestre (DVB-T) y microondas (DVB-MS y DVB-MC).

#### ***- Recepción Portátil.-***

Recientemente también fue incorporada la especificación para distribución terrestre de contenido a terminales portátiles (DVB-H<sup>21</sup>). Es un estándar abierto desarrollado por DVB. La tecnología DVB-H constituye una plataforma de difusión IP orientada a distribución de televisión digital terrestre a terminales portátiles alimentados con baterías. Es decir, DVB-H es una adaptación del estándar DVB-T adaptado a las exigencias de los terminales móviles. Además, las especificaciones DVB establecen normas sobre aspectos como:

---

<sup>21</sup> Especificaciones de DVB-H ANEXO C1

- Provisión de servicios interactivos mediante canales de retorno sobre varios medios (DECT, GSM, PSTN/ISDN<sup>22</sup>, satelital, etc.) y protocolos (IP, NPI).
- Formato e interfaz para transferir señales DVB hacia las localidades de distribución mediante redes de datos tradicionales.
- Transmisión de señales DVB-T mediante red de frecuencia única.
- Utilización de DVB para distribución de datos genéricos, no limitado a audio y video, y posibilitando formatos como MPEG-4.
- Varios programas SDTV y servicios multimedia en un único canal radioeléctrico o un único programa con calidad HDTV.
- Robustez frente al ruido, interferencias y distorsión multirrayecto (mayor calidad).

#### 2.3.4.2.2 El Sistema DVB-T.-

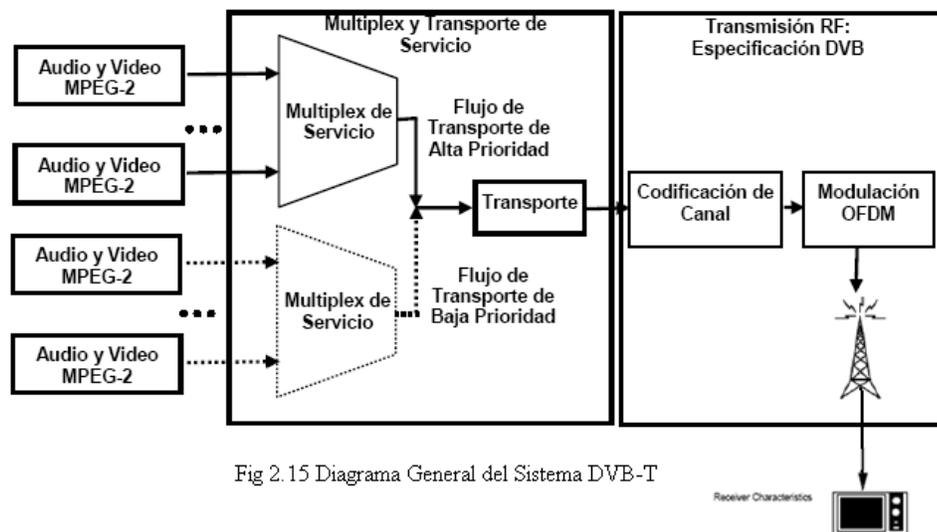


Fig 2.15 Diagrama General del Sistema DVB-T

La norma DVB-T especifica las propiedades de la capa física para la transmisión terrestre de video y audio digital, y está descrita en el estándar. El sistema se

<sup>22</sup> Red Pública Digital Conmutada/Red Digital de Servicios Integrados

conforma muy similarmente al ATSC, como se describe a continuación (ver Figura 2.15).

#### **a) Compresión y Codificación de Fuentes.-**

En primer lugar, las señales de video y audio son comprimidas y codificadas según la norma MPEG-2, con una sintaxis especializada por ETSI para DVB. Dicha especialización asegura que el sistema DVB sea compatible con medios de almacenamiento de contenido existentes y futuros, como DVD, DVC (Codificación Distribuida de Video), D-VHS, etc. Ello requiere que los flujos de datos de DVB satisfagan ciertas condiciones, por ejemplo, tasas de datos máximas para señales de audio y video.

#### **b) Subsistema de Múltiplex de Transporte.-**

Varios programas (video audio y datos) codificados y comprimidos con MPEG-2 pueden ser multiplexados en un único flujo de transporte MPEG-2, permitiendo así compartir el canal para distribuir programación múltiple simultáneamente. Debe notarse que este proceso es prácticamente equivalente al que se realiza en los subsistemas de “Codificación y compresión de fuentes” y “Múltiplex y transporte de los servicios” del estándar ATSC, excepto por el estándar utilizado para la codificación de fuente de audio.

En la norma ATSC, la codificación de audio sigue la sintaxis AC-3, mientras que la transmisión de audio del estándar DVB sigue las recomendaciones del formato MPEG-2 para estéreo y sonido envolvente (es decir, la codificación de audio es MPEG-2 en vez de AC-3). En todo caso, el estándar DVB también permite la operación con formatos AC-3 o DTS para sonido envolvente.

### **c) Modulación Jerárquica.-**

El sistema DVB-T permite combinar jerárquicamente hasta dos flujos de transporte en una sola transmisión digital, uno de alta prioridad (AP o HP) y otro de baja prioridad (BP o LP), este último mostrado con línea punteada en la Figura 2.15. El flujo AP requiere menor razón señal a ruido (S/N) para ser decodificado que el BP. Así, por ejemplo, el flujo AP podría portar señales de video en resolución normal con una codificación de canal de alta redundancia, haciendo posible su decodificación a distancias lejanas a la antena de transmisión (donde la S/N es baja).

El flujo BP, en cambio, podría portar la misma programación en alta resolución utilizando una codificación de alta tasa (poca redundancia), el que sería decodificado satisfactoriamente por receptores ubicados a distancias menores (S/N alta). Cabe destacar, no obstante, que el receptor puede escoger libremente entre los flujos AP y BP y que ambos flujos de transporte podrían perfectamente ser utilizados para transmitir programación completamente distinta.

El flujo de alta prioridad es de muy baja velocidad de transmisión por lo que obtenemos una menor calidad en la salida pero que se modulara en QPSK. Esta variante es muy robusta frente al ruido. Más que la variante que se haya elegido. Sin embargo como se busca mayor calidad se complementa con el flujo BP, donde tendremos como resultado una imagen recuperada de alta calidad, siempre que el parámetro S/N sea muy bueno, si no lo es, siempre nos quedara la imagen recuperada que nos proporcione el flujo AP.

En tanto que el esquema de modulación para la señal de baja prioridad puede ser, por ejemplo, 64-QAM, 16-QAM. Evidentemente, el flujo de baja prioridad es menos robusto que el otro.

#### d) El sistema de Transmisión RF.-

Es el que caracteriza al sistema DVB (Figura 2.15). En el bloque de Codificación de Canal, se aplica a la señal un conjunto de procesos cuyo objetivo es proteger los flujos de transporte de los efectos de las diversas fuentes de ruido e interferencias que degradan las transmisiones. Las normas DVB-S, DVB-C y DVB-T utilizan el mismo sistema de codificación, lo que permite aprovechar economías de escala en el desarrollo de equipos para así llegar al consumidor con productos de costos más convenientes.

#### e) El Módulo de Modulación OFDM.-

Genera las señales de radiofrecuencia que son transmitidas por radio a partir de los datos digitales entregados por el codificador de canal. En DVB-T y DVB-H se utiliza modulación OFDM con modulación QAM<sup>23</sup> o QPSK de las sub-portadoras.

### 2.3.4.2.3 Características de la Fuente.-

#### a) Características del Video.-

Tabla II. Resoluciones de Pantalla para DVB

Líneas Verticales	Píxeles por Línea	Razón de Aspecto	Frecuencia de Tramas
1080	1920	16:9	50P (HDTV)
1080	1920,1440	16:9, 4:3	25I, 25P (HDTV)
720	1280	16:9, 4:3	25P, 50P (HDTV)
1080	1920,1440	16:9, 4:3	60I, 30P, 24P (SDTV)
720	1280, 960	16:9, 4:3	60P, 30P, 24P (SDTV)
576	720, 704, 544, 480, 352	16:9, 4:3	25I, 25P (SDTV)
480	720, 640, 544, 480, 352	16:9, 4:3	60P, 60I, 30P, 24P (SDTV)
288	352	16:9, 4:3	25P (SDTV)
240	352	16:9, 4:3	24P, 30P (SDTV)

<sup>23</sup> Modulación de Amplitud en Cuadratura, produce 4 fases de salida para una sola portadora, la amplitud no se mantiene constante.

Al igual que el sistema ATSC, el sistema DVB soporta diferentes resoluciones de pantalla y tasas de trama. Los formatos se indican en la Tabla II según resolución, forma de barrido progresivo (P) o entrelazado (I) y tasa de cuadros por segundo. Cabe mencionar que las resoluciones indicadas operan con anchos de banda de transmisión de 6, 7 y 8 MHz. Nuevamente, al igual que en el caso de ATSC, los formatos de video corresponden a los definidos en el estándar MPEG.

### b) Características de Audio.-

Como se ha mencionado, el sistema de audio usa el estándar MPEG-2. Sin embargo, es posible utilizar formatos AC-3 o DTS. El sistema permite transportar hasta seis señales de audio, es decir, sonido envolvente (surround sound), a tasas de hasta 384 Kbps.

#### 2.3.4.2.4 Codificación del Canal.-

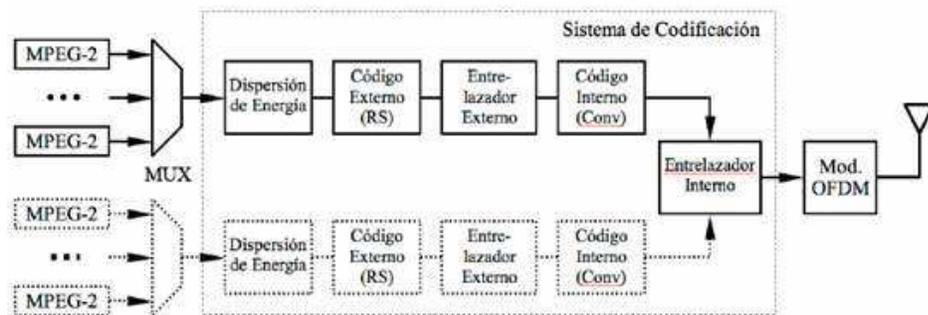


Fig 2.16 Sistema de Codificación de Canal de DVB-T

El sistema de codificación de DVB-T fue diseñado en gran medida para manejar la Interferencia Dentro del Canal (IDC) e Interferencia de Canal Adyacente (ICA) producidas por transmisiones tanto analógicas como digitales. El alto grado de protección necesario se logra mediante una concatenación de códigos Reed-Solomon (RS), Convolutacional y entrelazadores según se describe más adelante (Figura 2.16). Pero además podemos observar un diagrama más completo del Sistema de Codificación del Canal, en la Figura 2.17.

Los “Paquetes de Transporte” del múltiplex de entrada “Transport Stream” (TS) en formato MPEG-2, tienen una longitud de 188 bytes, siendo el primer byte el de sincronización. Los datos de entrada de cada uno de los flujos de transporte (alta y baja prioridad) son procesados del mismo modo.

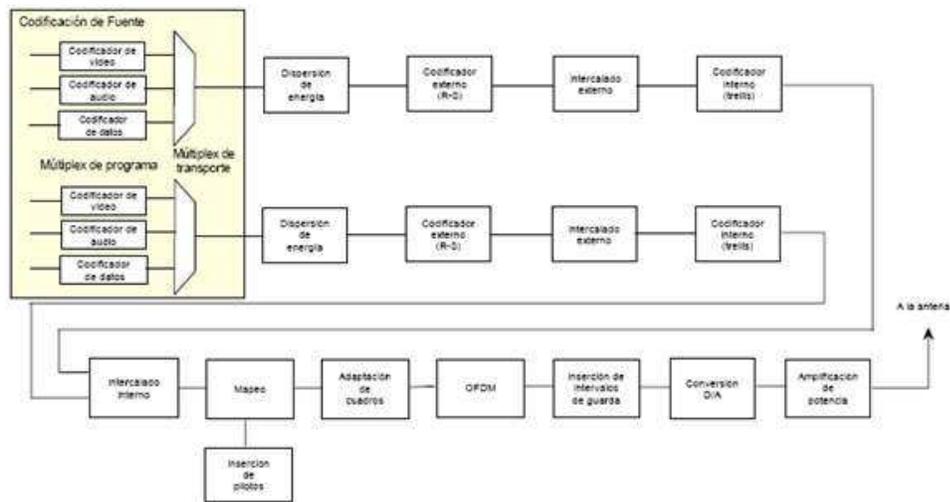


Fig. 2.17 Esquema Detallado del Transmisor DVB-T

### a) Dispersión de Energía.-

Los datos son aleatorizados mediante multiplicación por una secuencia binaria pseudoaleatoria de orden 15 (PRBS-15). El propósito de esta operación es eliminar todo sesgo estadístico que la secuencia de datos de la fuente pueda tener. Por ejemplo, varios cuadros sucesivos de una imagen negra podrían, según como haya sido hecha la codificación MPEG-2, generar un flujo de transporte en el que una gran mayoría de bits consecutivos sean ceros o unos. Puesto que el resto de la cadena de codificación y modulación es determinística, ello finalmente se traduciría en una transmisión con características espectrales desbalanceadas, aumentando la interferencia de canal adyacente.

Los bytes de sincronización no se ven afectados por la “aleatorización”. Para proporcionar una señal de inicialización en el decodificador del receptor que

permita identificar cada conjunto de 8 paquetes de transporte afectados por la aleatorización, el byte de sincronización del primer paquete de cada conjunto de 8 está invertido. Este proceso es el que se conoce por “adaptación del flujo de transporte”. Los paquetes restantes (1503 bytes) son aquellos que son aleatorizados mediante PRBS, lo que permitirá un reparto de energía en el canal de emisión.

**b) Código Externo (Reed-Solomon RS (204,188, t=8)).-**

Para permitir la corrección de errores (FEC) en la recepción, se introduce una cierta redundancia en la estructura de los paquetes de transporte, procedimiento que se conoce como “codificación”. La codificación llamada “externa” se emplea en todos los estándares DVB y se complementa con otra llamada “interna” en el caso de los estándares de transmisión vía satélite y terrestre.

Esta corrección de errores se agrega mediante un código Reed-Solomon acordado RS (204, 188,  $t = 8$ ). El código se aplica por bloques a grupos de 188 bytes (ya aleatorizados), compuestos por 1 byte de sincronización MPEG-2 y 187 bytes de cada paquete MPEG-2, se agregan 16 bytes con el fin de detectar y corregir errores, resultando palabras codificadas de 204 bytes. Este código es capaz de corregir hasta 8 bytes erróneos ocurridos en cada grupo de 204. Ayuda a evitar errores por Ruido Térmico.

**c) Entrelazador Externo.-**

En seguida se aplica un proceso de entrelazado convolucional por bloques (se entrelaza internamente el contenido de cada grupo de 204 bytes), modificando su orden en el transmisor. Esto favorece la corrección de errores de tipo “ráfaga” introducidos por el canal de transmisión. El resultado del proceso de entrelazado es que cada byte de los paquetes de transporte se encuentra desplazado en el tiempo. El entrelazador de bytes empleado es convolucional de longitud 12

bloques RS y sólo se entrelazan los bytes de datos (incluyendo los bytes de redundancia insertados por RS). Reduce los errores tipo burst y el Ruido Térmico.

**d) Código Interno (Convolutacional).-**

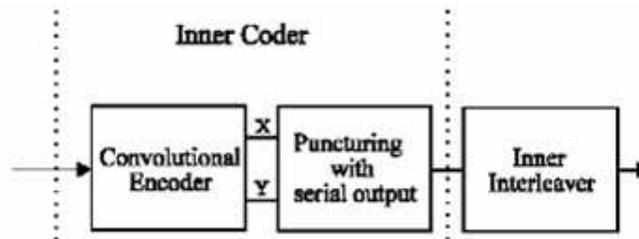


Fig 2.18 Codificador Interno y Entrelazador Interno

A continuación se utiliza un segundo código de corrección de errores, el que emplea un código convolutacional punzado (Los bits se van codificando tal y como van llegando al codificador, la codificación de uno de los bits está enormemente influenciada por la de sus predecesores). El código es de restricción  $K=6$  (64 estados) y puede operar a tasas  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{6}$  y  $\frac{7}{8}$ , otorgando así flexibilidad entre tasa de datos y el nivel de protección que se desea. La tasa de codificación es determinada por el operador según la cobertura y tasa de datos que desee, y puede modificarla libremente en el tiempo.

Además el sistema permite seleccionar para la transmisión sólo algunos de los datos obtenidos en las salidas X e Y, para no limitar la capacidad del canal, los cuales son convertidos posteriormente secuencia en serie para ingresar al entrelazador interno (proceso llamado perforado), esto puede verse en la Figura 2.18. En el caso de transmisiones vía satélite (estándar DVB-S), en que el esquema de modulación usado es QPSK, se aplica la “codificación interna” (“inner coder”), pero no se usa el “entrelazado interno” (“inner interleaver”), y además se mantienen en paralelo las dos salidas del codificador interno, las cuales van directamente al modulador QPSK, en lugar de pasarlas a formato serie.

En cambio, en las transmisiones vía cable (estándar DVB-C), en que el esquema de modulación usado es 64-QAM, no existe codificación ni entrelazado interno, y los datos de salida del codificador y entrelazado externo (“outer coder” + “outer interleaver”), previa conversión del tren de bits en serie a 2 señales I y Q en paralelo (proceso de “mapeado”), van directamente al modulador.

#### **e) Entrelazador Interno (Modulación M-QAM).-**

Se compone de un proceso de entrelazado de bits (aleatoriza errores de burst), seguido de un entrelazado de símbolos (aleatoriza errores de símbolo), dependiendo del modo jerárquico y un entrelazado de frecuencia (aleatoriza el burst de error en el dominio de la frecuencia el cual es causado por el efecto multi-path y por la interferencia de portadoras). En transmisiones no jerárquicas, solamente existe el flujo de transporte superior (Figura 2.16, bloques con líneas sólidas).

En tal caso, los bits del flujo de transporte son agrupados en símbolos de 2, 4 o 6 bits/símbolo (según el tamaño de la constelación QAM usada en la modulación OFDM, 4-QAM, 16-QAM o 64-QAM). El entrelazado es realizado entre bits correlativos de 126 símbolos consecutivos. Luego los símbolos resultantes son entrelazados entre ellos para dispersar su ubicación en las sub-portadoras del modulador OFDM (organizados en bloques según el modo). El entrelazado de frecuencia aleatoriza las subportadoras.

En transmisiones jerárquicas, el entrelazado opera en forma similar, excepto que los símbolos son formados por grupos de 2 bits del flujo AP y 2 bits del flujo BP (caso 16-QAM-jerárquico), o bien 2 bits del flujo de AP y 4 bits del flujo BP (caso 64-QAM jerárquico). Es decir se forman las constelaciones de modulación. Puesto que el receptor puede escoger libremente entre los flujos AP y BP, basta que éste cuente con un solo juego de decodificadores interno/externo y entrelazadores interno/externo para decodificar la señal deseada (a diferencia del

transmisor, que requiere de ambos flujos para combinar las señales jerárquicamente).

La desventaja de contar con esta economía de componentes en el receptor es que al cambiar de un flujo al otro requiere congelar la señal de video por aproximadamente 0,5 segundos, y la de audio por aproximadamente 0,2 segundos, mientras se re-inicializa la cadena de codificación.

#### **2.3.4.2.5 Modulación.-**

Este apartado explica la Modulación COFDM tanto para los Estándares DVB e ISDB.

#### **f) Mapeado de los Símbolos.-**

Como ya se dijo, la señal de entrada al modulador OFDM es un flujo binario continuo presente a la salida del Entrelazador. Este flujo se segmenta en símbolos, de acuerdo a la constelación a utilizar, esta puede ser: QPSK (D-QPSK en el caso de ISDB), 16-QAM y 64-QAM, dependiendo de la constelación utilizada, cada subportadora transportará 2, 4 u 8 bits de información así se obtiene un mapa de los símbolos, representados ahora por números complejos, es decir dos señales I y Q que corresponden a la representación de la señal en el dominio de frecuencia. Cada punto de la constelación se representa por un número complejo.

Cada constelación tiene una robustez propia con respecto a la relación C/N mínima que puede tolerar para una demodulación correcta. En términos aproximados, QPSK es de cuatro a cinco más robusta que 64-QAM. Estos números complejos corresponden a una representación en el dominio de la frecuencia y para trasladarlos al dominio del tiempo es necesario aplicar la transformada inversa de Fourier.

Estos dos procesos, el mapeo del flujo binario de entrada en símbolos complejos de la constelación y su transformación inversa bajo Fourier, constituyen la primera parte del proceso de modulación OFDM.

Por ejemplo vemos en la figura 2.19 ilustra una situación similar que convierte bytes (compuestos por 8 bits), pasando por símbolos de  $v = 6$  bits<sup>24</sup>, en las 2 señales I y Q necesarias para obtener una constelación de 64-QAM. Nótese que la duración inicial de cada bit se duplica en las salidas I y Q. Además las portadoras piloto se insertan en este proceso.

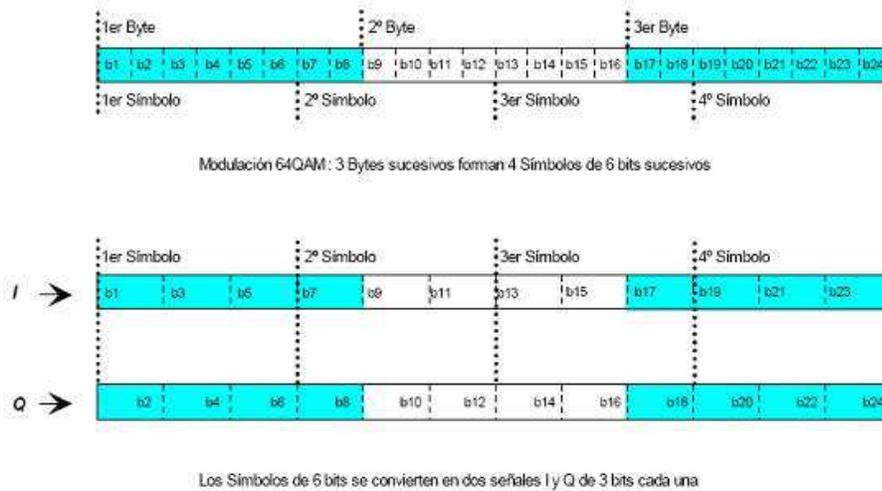


Fig 2.19 Mapeado para Modulación 64-QAM

### g) Portadoras Piloto y Estructuración en Tramas de la Señal COFDM (Adaptación de Cuadros).-

Además de las subportadoras que existen las portadoras piloto son utilizadas para transmitir parámetros de codificación, modulación y tonos pilotos necesarios para sincronización y estimación del canal.<sup>25</sup> La incorporación de estas portadoras piloto en número y distribución adecuados exige organizar la señal transmitida en “Tramas”. Cada trama tiene una duración de TF, y consiste de 68 símbolos

<sup>24</sup>  $v$ = Número de bits/portadora

<sup>25</sup> Véase ANEXO C2, otros tipos de portadoras en DVB

OFDM (Ts) y 204 símbolos para el caso de ISDB. Cada símbolo está constituido por un conjunto de subportadoras cuyo número depende de los modos de transmisión de DVB e ISDB.

**- Modulación COFDM.-**

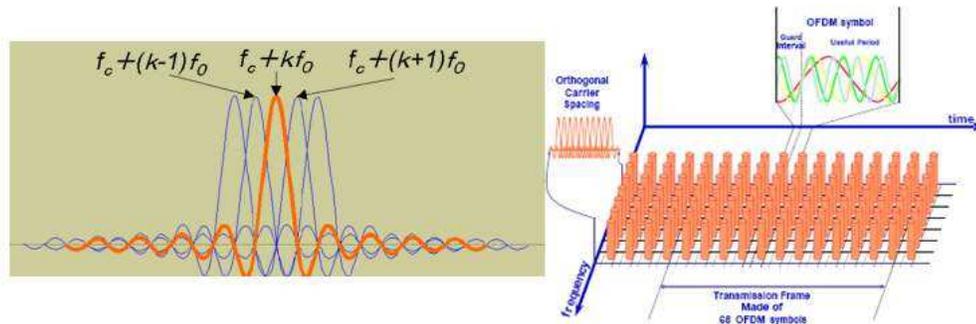


Fig 2.20 Espectro y Subportadoras de la Modulación COFDM.

La Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales Codificadas, en inglés Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM) utiliza un número considerable de portadoras (ortogonales entre ellas y moduladas ya sea en M-QAM o M-PSK) y en que cada portadora transporta una parte pequeña del total de la información a transmitir a diferentes frecuencias (Véase Fig. 2.20), luego de haber pasado por una codificación de canal. La señal COFDM consiste en la suma de todas las señales de las subportadoras, que se encuentran a distintas frecuencias. Se puede referir indistintamente a Modulación OFDM y COFDM.

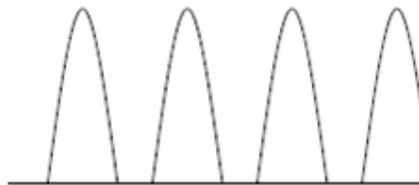


Fig 2.21 Espectro Modulación FDM

OFDM es un caso especial de la técnica de FDM (Frequency Division Multiplexing). La única diferencia es la mayor eficiencia espectral de OFDM

(Véase Fig. 2.21) respecto a FDM<sup>26</sup>, puesto que en ésta primera las subportadoras son ortogonales entre ellas y se pueden solapar sin pérdida de información ocupando el mismo ancho de banda.

Debido al problema técnico que supone la generación y la detección en tiempo continuo de los cientos, o incluso miles, de portadoras equiespaciadas que forman una modulación OFDM, los procesos de modulación y demodulación se realizan en tiempo discreto mediante la IDFT<sup>27</sup> y la DFT respectivamente. En la FDM convencional la separación entre subportadoras adyacentes es de  $2/T$ , mientras que en OFDM la separación es de  $1/T$ , que es el mínimo para que las subportadoras adyacentes sean ortogonales.

#### **h) Subportadoras.-**

Un “Símbolo OFDM” está compuesto por conjuntos de “K” elementos o “celdas”, correspondiendo cada uno de ellos a una portadora (Véase Figura 2.20). Se consideran tres modos de operación según el número de subportadoras en las cuales se subdivide la banda de transmisión. Concretamente, se tiene el modo “2k” con 2048 sub-portadoras, el modo “4k” con 4096 sub-portadoras, y el modo “8k” (Refiérase al ANEXO C4, Parámetros y Valores para los Modos de Transmisión en DVB) con 8192 sub-portadoras.

El modo 4k fue añadido recién en 2004 para otorgar mayor flexibilidad de transmisiones a terminales móviles (ver DVB-H, ANEXO C1) pero puede ser utilizado para transmisiones DVB-T también. En la práctica sólo se modulan 1705 sub-portadoras en el modo 2k, 3409 en el modo 4k, y 6817 en el modo 8k (incluye sub-portadoras con tonos piloto y parámetros de transmisión), debido a limitaciones de los circuitos de radiofrecuencia. Entre las subportadoras moduladas, la cantidad de subportadoras destinadas a portar datos de video propiamente tales son 1512, 3024 y 6048 respectivamente (Portadoras Activas).

---

<sup>26</sup> Multiplexación por División de Frecuencia

<sup>27</sup> Transformada de Fourier Discreta Inversa

### h1) Modulación de Subportadoras.-

Las subportadoras pueden ser moduladas con constelaciones 4-QAM, QPSK, 16-QAM o 64-QAM. Estas constelaciones son uniformes (símbolos equidistantes) en el caso de transmisión de un flujo de transporte único, mientras que se utiliza un formato no-uniforme (símbolos equidistantes dentro de cada cuadrante, pero con separación mayor entre cuadrantes) al combinar flujos jerarquizados AP y BP.

### i) Modulador OFDM.-

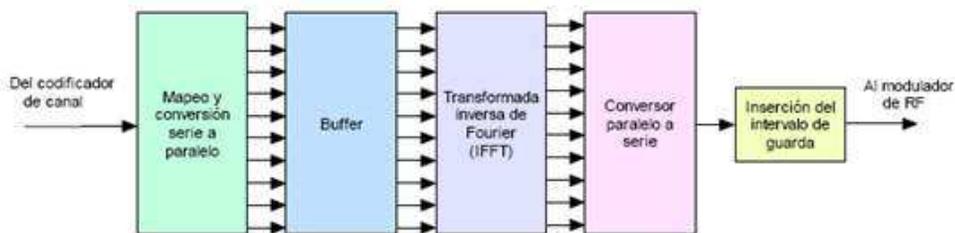


Fig 2.22 Diagrama de Bloques del Modulador OFDM

Después que el mapeo se lleva a cabo, los símbolos se reordenan y luego los números complejos que representan los símbolos a ser transmitidos se modulan. Si se van a modular  $N$  subportadoras simultáneamente (incluyen portadoras piloto), la primera operación debe ser la conversión del flujo binario de entrada, en serie, en un flujo de coeficientes complejos en paralelo para colocarlos en cada subportadora. En realidad, los números complejos serán almacenados en dos buffers, uno de ellos contienen valores reales y el otro buffer contiene los valores imaginarios.

El siguiente paso es realizar la transformada inversa de Fourier (IDFT) sobre esos  $N$  coeficientes para obtener una señal en el dominio del tiempo, la DFT (Transformada Discreta de Fourier) calcula el espectro de frecuencia discreta a partir de un conjunto de muestras discretas de tiempo de la señal. Mientras, que la DFT inversa calcula las muestras discretas de tiempo a partir de un espectro de frecuencia discreto. Esto significa que el espectro de frecuencia de la señal

transmitida está dado por los valores de los símbolos complejos de las subportadoras.

Teniendo separados los símbolos de datos se necesitará modular dichos símbolos de acuerdo al número de portadoras, esto es posible gracias a la IFFT que permite sumar los distintos símbolos modulados por cada una de las frecuencias portadoras. El Bloque IFFT se encarga de mantener la Ortogonalidad en cada subportadora y de formar el símbolo OFDM, dichas subportadoras tendrán la mínima separación en frecuencia  $1/T$  que permita mantener la Ortogonalidad de las mismas en el dominio del tiempo.

Como la señal de entrada al transmisor debe ser un flujo binario en serie, es necesario convertir nuevamente la señal, ahora transformada y en paralelo, a una señal en serie. Esta es la señal a transmitir pero antes deberá ser tratada antes de enviarla al aire como se verá más adelante y el proceso se ilustra en el diagrama de bloques de la figura 2.22.

En la figura 2.22, puesto que la señal de entrada procede del codificador de canal, el conjunto constituye un modulador. A la salida del conversor paralelo a serie, se inserta el intervalo de guarda, designado también como prefijo cíclico, en que se copian los datos del final del bloque y se pegan al principio, lo que hace que las señales retrasadas a causa de los efectos multicamino caigan en el intervalo de guarda y sean ignoradas por el receptor.

El demodulador cumple la función inversa del modulador.<sup>28</sup>

#### **j) Intervalo de Guarda Temporal.-**

Luego de la modulación OFDM, se inserta el intervalo de guarda para evitar efectos multitrayectoria, facilitar su separación y demodulación en el receptor (Véase Fig. 2.22, Fig. 2.23 y Fig. 2.24). Es una extensión cíclica del símbolo. El propósito de los intervalos de guarda es proveer inmunidad a la dispersión de

---

<sup>28</sup> Véase ANEXO C3.

canal, mantener la ortogonalidad, evitar Interferencias, evitar el efecto Multitrayecto.

La técnica consiste en separar símbolos OFDM consecutivos y rellenar la brecha resultante (intervalo de guarda) con datos redundantes. La modulación emplea esta técnica para habilitar un cierto intervalo temporal ( $\Delta$ ) que se añade al intervalo de tiempo necesario (TU) para la transmisión de un supersímbolo (TS, Símbolo COFDM).

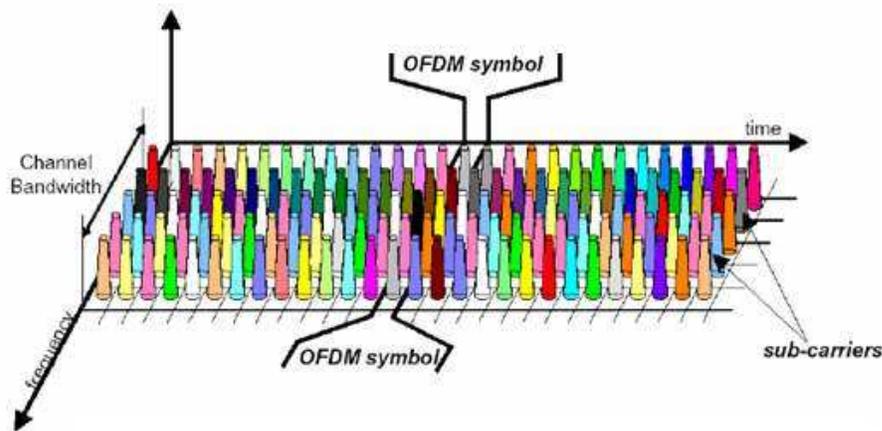


Fig 2.23 Distribución de las Subportadoras antes de la Inserción del Intervalo de Guarda

$$TS = \Delta + TU$$

Ecuación 1. Duración de Símbolo COFDM

Con esto se evita que unos símbolos se vean afectados por otros (interferencia intersímbolo), aunque un símbolo siempre puede ser afectado por una versión retardada de sí mismo (Interferencia Intrasímbolo). COFDM provee tolerancia contra la Interferencia Intersimbólica.

Se especifican cuatro posibles valores para el intervalo de guarda entre símbolos OFDM, de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  y  $\frac{1}{32}$  de la duración del símbolo OFDM. Su elección depende principalmente de la geografía del entorno de transmisión, lo que determina la dispersión del canal correspondiente. Las figuras 2.23 y 2.24 ilustran

la disposición de las portadoras en tiempo y frecuencia antes y después de la inserción del intervalo de guarda.

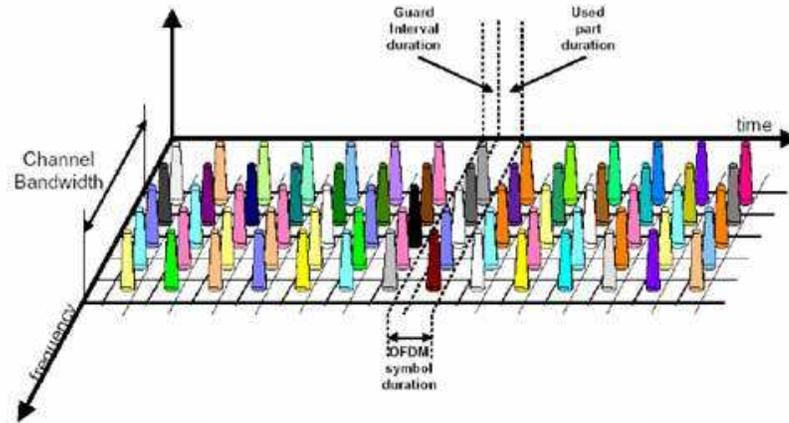


Fig 2.24 Distribución de las Subportadoras después de la Inserción del Intervalo de Guarda

### k) Conversión Analógica y el Resto de la Cadena COFDM.-

Después del bloque de modulación COFDM y de la inserción del intervalo de guarda, las señales que se encuentran en una frecuencia intermedia a la salida del modulador (FI) pasan por un convertor digital-análogo y filtros pasabajo para cada uno de los flujos reales e imaginarios. Los flujos reales son modulados en amplitud sobre una portadora coseno de RF, y los flujos imaginarios son modulados en amplitud sobre una portadora seno de RF.

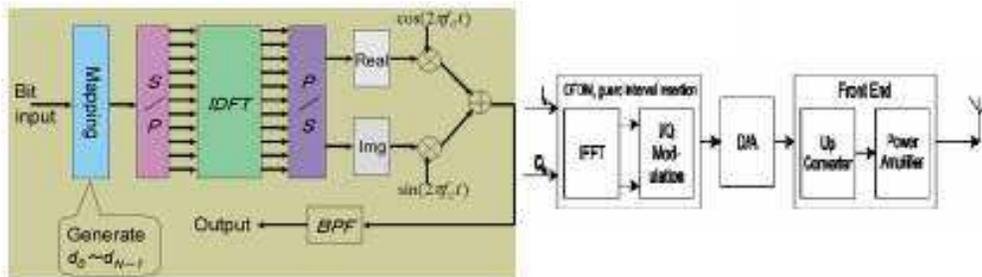


Fig 2.25 Conversión Analógica y Transmisión RF de la Señal COFDM

Las portadoras seno y coseno son sumadas juntas, enviadas a un filtro pasabanda (Fig. 2.25), limitando la señal al ancho de banda asignado (6 u 8 MHz) para luego pasar a la antena transmisora (Frecuencia UHF o VHF según el canal asignado). Se debe considerar que la señal a la salida del transmisor es filtrada por un sistema RF de alta potencia para suprimir cualquier señal espuria fuera de la banda causada por las no-linealidades del transmisor.

#### **2.3.4.2.6 Ancho de Banda de Transmisión.-**

El ancho de banda de transmisión depende esencialmente del ajuste de frecuencia del reloj (clock) de los circuitos que se implementan en la cadena de codificación de canal y modulación COFDM en transmisores y receptores DVB-T. No obstante, el estándar especifica explícitamente transmisiones en bandas de 5, 6, 7 y 8 MHz, a fin de definir claramente aspectos como tasas de datos y máscaras de radiación fuera de banda. Así, para canales de 8 MHz el período de clock especificado es  $7/64 \mu\text{s}$ , y de  $7/48 \mu\text{s}$  para canales de 6 MHz.

Con cualquiera de los modos 2k, 4k y 8k la separación entre las subportadoras extremas es el mismo tanto para 6 MHz como para 8 MHz, y se obtiene dividiendo el número de portadoras moduladas menos uno entre la duración del símbolo útil tanto para DVB e ISDB, véase ANEXOS C4 y D3. Ello se traduce en una separación de 7,61 MHz entre las subportadoras extremas para bandas de 8 MHz y una banda de guarda de 390 KHz, y 5,71 MHz para bandas de 6 MHz con una banda de guarda de 290 KHz.

#### **2.3.4.2.7 Tasas de Datos.-**

Las tasas de datos posibles en DVB-T dependen de los siguientes parámetros de codificación y modulación:

- Tasa de codificación del Código Interno (convolucional)
- Ancho de banda de la Transmisión

- Tamaño de la modulación QAM
- Tamaño del Intervalo de Guarda.

La tasa de datos en cambio no depende de los siguientes parámetros:

- Número de sub-portadoras (2k, 4k u 8k)
- Transmisión jerarquizada o no

Todo esto es transportado por las portadoras TPS<sup>29</sup>.

Cabe indicar que el valor de la Codificación Reed- Solomon es la misma para todas las tasas de datos. En el ANEXO C5 podemos observar como calcular y obtener todas las tasas de datos para DVB-T, considerando las variaciones ya conocidas como son: Relación de Codificación Interna, Relación de Codificación Reed-Solomon (188/204), duración del símbolo dependiendo del Intervalo de Guarda, de esta manera podemos observar las diversas tasas de datos posibles en dicho anexo.

Dado un ancho de banda de la transmisión y transmisión no jerarquizada (flujo de transporte único), todas las combinaciones de los demás parámetros permiten lograr en total 60 tasas de datos distintas. Estas tasas varían desde la menor tasa de 4.98 Mbps en la banda de 8Mhz o 3.74Mhz en la banda de 6Mhz, obtenida con Modulación QPSK, codificación interna  $\frac{1}{2}$  e intervalo de guarda  $\frac{1}{4}$ . Y también se puede ver una tasa máxima de datos de 31.67 Mbps (banda de 8Mhz o su equivalente en la banda de 6Mhz, que es 23.75 Mbps) obtenida con Modulación 64-QAM, codificación interna  $\frac{7}{8}$  e intervalo de guarda de  $\frac{1}{32}$  (ANEXO C5).

#### **2.3.4.2.8 Características Espectrales.-**

Las características espectrales de una transmisión OFDM dependen principalmente del número de subportadoras y de la duración del intervalo de guarda. La radiación fuera de banda de OFDM disminuye con el cuadrado de la

---

<sup>29</sup> Transmission Parameter Signalling

frecuencia, y puede ser reducida más aún utilizando filtros apropiados. La norma DVB-T especifica las Máscaras Espectrales de dichos filtros para evitar interferir con transmisiones de televisión analógica de varias normas (PAL, SECAM, etc.) realizadas desde el mismo sitio y en canales adyacentes (Figura 2.26).

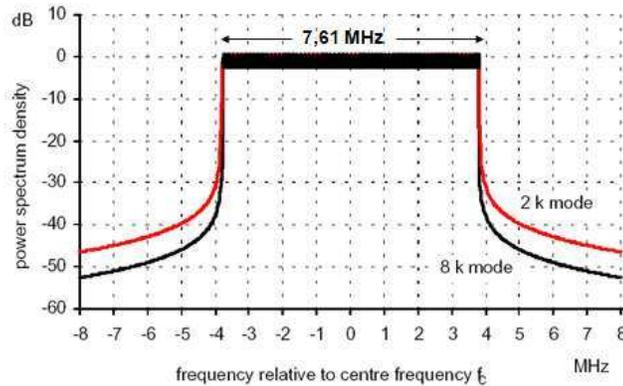


Fig 2.26 Espectro Teórico de la Señal de Transmisión DVB para el Intervalo de Guarda 1/4 en un canal de 8 MHz

En la forma del espectro interviene el hecho de que, debido a la inserción del Intervalo de Guarda (figura 2.23), la duración TS del símbolo es mayor que el inverso de la separación entre portadoras TU, por lo que el lóbulo principal del espectro de cada portadora es más estrecho que el doble de la separación entre ellas, dando lugar a una densidad espectral no constante dentro de la anchura de banda nominal asignada a la transmisión, que es de 7,61MHz o 5.71 MHz aproximadamente.

#### 2.3.4.2.9 Operación con Frecuencia Única Nacional.-

En redes de frecuencia única (SFN) con el estándar DVB-T, el principio es el mismo que en el caso del estándar ATSC, en el sentido que las múltiples señales recibidas en las zonas de traslape de los transmisores deben parecerse lo más posible a un eco. El sincronismo entre estaciones debe ser logrado en tres aspectos:

- Frecuencias idénticas de las portadoras de radiofrecuencia

- Frecuencias idénticas de muestreo entre los moduladores OFDM
- Flujos de transporte idénticos y sincronizados entre estaciones

La operación de un sistema DVB-T mediante SFN está especificada a continuación:

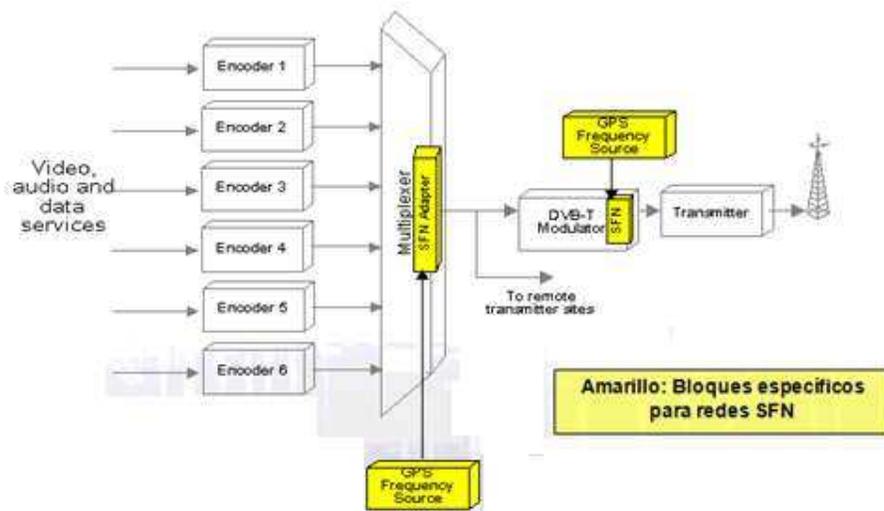


Fig. 2.27 GPS Integrado en una Red SFN

1. El flujo de transporte multiplexado es compuesto en los estudios de un canal de televisión.
2. Periódicamente (al menos una vez cada segundo) se inserta en el flujo de transporte un paquete de referencia, el que porta una identificación única y marca horaria de alta precisión. La señal horaria del sistema de posicionamiento global (GPS), véase Fig.2.27, es una alternativa viable y cumple con la condición adicional de estar disponible en todas las celdas de transmisión de la SFN.
3. El flujo de transporte adaptado en el punto anterior es distribuido geográficamente hacia los lugares de transmisión (celdas de transmisión, antenas) mediante una red de datos.

4. Cada celda remueve el paquete de referencia horaria del flujo de transporte y compara su marca horaria con la referencia local. Ello permite determinar la compensación necesaria en cada celda al retardo de propagación de la red de distribución para lograr sincronización de la SFN.

5. Cada celda codifica y modula el flujo de transporte en formato DVB-T utilizando los mismos parámetros, y efectúa la transmisión en sincronización con las demás celdas. Es fundamental señalar que el mecanismo de sincronización puede compensar retardos de propagación en la red de distribución de a lo más un segundo. Por lo tanto, el tamaño de una SFN de DVB-T está limitado a áreas geográficas dentro de las cuales la red de distribución de datos tiene retardos menores a un segundo. En todo caso, las localidades ubicadas en zonas extremas son normalmente aisladas, de modo que las transmisiones efectuadas allí muy probablemente no se traslapan con otras transmisiones.

Ello hace que su sincronización no sea crítica. También cabe destacar que el estándar no especifica la precisión requerida de los osciladores de portadora y banda base para asegurar la sincronización correspondiente entre estaciones. No obstante, el estándar sí considera la funcionalidad para ajustar las portadoras en pasos de 1 Hz. La sincronización de los relojes de banda base no es descrita. Finalmente, no obstante lo anterior, se destaca que en la actualidad existen SFN operativas en transmisiones DVB T.

### **2.3.4.3 El Estándar Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB).-**

#### **2.3.4.3.1 Antecedentes Generales.-**

El estándar de Televisión Digital Japonés, Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB), fue establecido por la Association of Radio Industries and Businesses de Japón (ARIB) y es promovido en el mundo por el Digital Broadcasting Experts Group (DiBEG). La investigación y desarrollo para ISDB comenzó en los años 1980 y el estándar propiamente fue forjado en los años 1990.

El estándar ISDB comprende media docena de documentos, los que especifican la distribución de video digital por satélite (ISDB-S), cable (ISDB-C) y terrestre (ISDB-T), este último incluyendo terminales móviles. ISDB fue diseñado en torno al estándar de codificación de audio y video MPEG-2, y contiene especificaciones para transmisión de televisión de resolución estándar, en modo multiplexado, y de alta definición (HDTV).

Similarmente a la norma Europea (DVB), los documentos ISDB también especifican aspectos como:

- Acceso condicional y protección de copia. ISDB soporta una tecnología llamada "Administración de Derechos y Protección" (Rights Management and Protection), ya que debido a que el sistema es completamente digital, un DVD o grabador de alta definición podría copiar fácilmente el contenido.
- Los accesos condicionales y control de copiado no existen en la transmisión 1seg, sin embargo cada fabricante de receptores puede limitar la función de grabado. Por ej., el receptor W33SA solo permite registrar la transmisión 1seg a la memoria interna, y bloquea la copia o traslado a tarjetas externas miniSD
- Transmisión de señales mediante Red de Frecuencia Única
- Distribución de datos genéricos, no restringidos a audio y video, aunque posibilitando por ejemplo flujos de video alternativos como MPEG-4.
- Interfaces interactivas como la transmisión de datos y guías electrónicas de programas. Para la interactividad el ISDB define conexiones de datos con Internet como canal de retorno sobre distintos medios (10Base-T/ 100 Base T, módem, teléfono celular, LAN Inalámbrico (IEEE 802.11) y con diferentes protocolos. Esto se usa, por ejemplo para guía electrónica de programas (EPG) y transmisión de datos.

- ISDB-T puede transmitir un canal HDTV y un canal de teléfono móvil dentro de un ancho de banda de 6 MHz reservado usualmente para transmisiones de TV.
- ISDB-T permite seleccionar entre dos y tres canales SDTV en lugar de uno solo en HDTV (multiplexando canales SDTV). La combinación de estos servicios puede ser cambiada en cualquier momento. Sin embargo se permite incluir hasta ocho programas de SDTV en los 6 Mhz de ancho de banda del canal a una tasa de 2 Mbps, que permite una calidad dinámica aceptable y comparables a las actuales analógicas.
- ISDB-T proporciona robustez a la interferencia multiruta (que produce los denominados "fantasmas" de la televisión analógica) y a la interferencia de canal adyacente de la televisión análoga.
- ISDB-T proporciona robustez frente a señales transitorias que provienen de motores de vehículos y líneas de energía eléctrica en ambientes urbanos.
- ISDB-T permite recepción de HDTV en vehículos móviles por sobre los 100 km/h, la norma DVB-T solo puede recibir SDTV en vehículos móviles, y se afirma que las señales ATSC no pueden ser recibidas en vehículos móviles en absoluto (sin embargo, a principios de 2007 hubo reportes de recepción exitosa de ATSC en laptops usando receptores USB en vehículos móviles).
- 1seg (One-segment) es un servicio de transmisión móvil terrestre de audio/video digital en Japón y Brasil. "1seg" fue diseñado para tener una recepción estable en los trenes de alta velocidad en Japón. Al contrario de DVB-H, tener un estándar de TV "1seg" no cuesta nada al usuario.

El énfasis de esta sección son las especificaciones ISDB relacionadas con la norma ISDB-T. ISDB se ha creado para permitir a las estaciones de radio y televisión la conversión a digital.

### 2.3.4.3.2 El Sistema ISDB-T.-

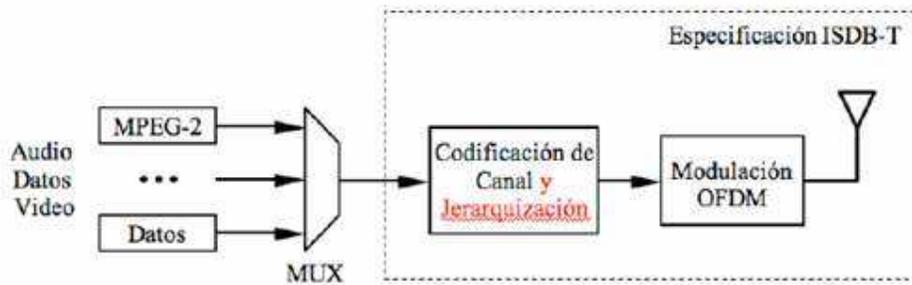


Fig 2.28 Diagrama General del Sistema ISDB-T

La norma ISDB-T especifica las propiedades de la capa física para la transmisión terrestre de video y audio digital. ISDB-T es muy similar a DVB-T en términos de señales y modulación, y ambos estándares coinciden en los siguientes aspectos (ver Figura 2.28):

- Ambas normas están basadas en codificación MPEG-2 de audio y video
- Ambas normas soportan transmisión de otros formatos de datos (MPEG-4 u otros)
- Ambas normas utilizan códigos de canal Reed-Solomon y Convolucionales idénticos, así como el mismo aleatorizador
- Ambas normas utilizan modulación OFDM con modos 2k, 4k y 8k, y modulación QAM de las sub-portadoras.

Sin embargo, ISDB-T presenta diferencias importantes con respecto a DVB-T en cuanto al orden y la forma en que los datos son codificados y luego localizados en frecuencia en la modulación OFDM. El esquema se conoce técnicamente como Band Segmented Transmission-OFDM (BST-OFDM), y la idea consiste en dividir la banda de transmisión en segmentos para ser asignados a servicios distintos. Ello tiene dos ventajas importantes frente a OFDM tradicional:

### **a) Transmisión Jerárquica.-**

La segmentación permite asignar varios segmentos a un servicio determinado, y ajustar los parámetros de transmisión (como la tasa de codificación, la profundidad de entrelazado, etc.) individualmente de acuerdo a las necesidades y objetivos del servicio. En ISDB-T esto se conoce como transmisión jerárquica<sup>30</sup>.

Así, por ejemplo, un segmento puede bastar para transmitir una señal de audio, mientras que tres son necesarios para video en definición normal, y seis para una señal de video de alta resolución (Fig. 2.28). La segmentación también permite asignar segmentos y optimizar los parámetros de un servicio según su objetivo, como recepción móvil o estática, o según el radio de cobertura deseado, etc.

### **b) Recepción Parcial.-**

Se trata de un caso especial de la Transmisión Jerárquica, en que la codificación de canal y entrelazado en frecuencia de una señal es completamente autocontenida dentro del segmento central de la banda de transmisión (Segmento 0). Este segmento puede ser recibido y decodificado independientemente de los demás, proporcionando así una solución eficiente para la transmisión a terminales portátiles. El receptor correspondiente es conocido como receptor de un segmento, de costo menor que la versión general del receptor de 13 segmentos.

### **2.3.4.3.3 Características de la Fuente.-**

#### **a) Características del Video.-**

Al igual que en los sistemas ATSC y DVB-T, el sistema ISDB-T soporta diferentes resoluciones de pantalla y tasas de trama. Los formatos se indican en la Tabla III, en resolución, forma de barrido (progresivo (P) o entrelazado (I)) y

---

<sup>30</sup> El concepto es similar al de flujos priorizados de DVB-T, pero implementado en forma muy distinta.

tasa de tramas<sup>31</sup> por segundo, y se conforman a la sintaxis del Nivel Principal, definido en la sección de video del estándar MPEG-2.

Tabla III. Resoluciones de Pantalla en el Estándar ISDB

Líneas Verticales	Píxeles por Línea	Razón de Aspecto	Frecuencia de Tramas
1080	1920,1440,1080	16:9, 4:3	60I
720	1280	16:9, 4:3	30P
480	720,540	16:9, 4:3	30P
480	720, 544, 540, 480	16:9, 4:3	60I

#### b) Características del Audio.-

Como ya se ha mencionado en el caso de DVB-T y ATSC, también el sistema de audio de ISDB-T usa el estándar MPEG-2. La especialización, en este caso, está definida en el estándar MPEG-2 – AAC audio, la que permite el transporte de canales de audio 5.1 con una tasa de bits de hasta 320 Kbps.

#### 2.3.4.3.4 Descripción de la Codificación de Canal.-

El sistema de codificación de canal de ISDB-T está ilustrado en el diagrama de bloques de la Figura 2.29. Cada bloque es descrito a continuación.

#### a) Código Externo (Reed-Solomon RS (204,188, t = 8)).-

El código se aplica por bloques a grupos de 188 bytes, resultando palabras codificadas de 204 bytes (16 bytes de redundancia). Este código es capaz de corregir hasta 8 bytes erróneos ocurridos en cada grupo de 204. Se trata exactamente del mismo código Reed-Solomon utilizado como código externo en DVB.

---

<sup>31</sup> Para un barrido I, la tasa de cuadros/segundo es la mitad de la tasa de tramas/segundo. Para un barrido P, las tasas de tramas/segundo y de cuadros/segundo son iguales.

## b) Demultiplexador.-

La codificación RS es realizada en forma tal que cada bloque original de 188 bytes contiene datos de sólo uno de los tres servicios posibles (una sola fuente MPEG-2 en la Figura 2.29). Ello permite demultiplexar los servicios en la salida del codificador RS tomando bloques de 204 bytes, y realizar el resto de la codificación por separado para cada servicio o capa jerárquica (la transmisión no necesariamente debe consistir de tres capas, pueden ser dos o una sola). Además aquí se agregan paquetes TS nulos con el fin de sincronizar el transmisor con el receptor.

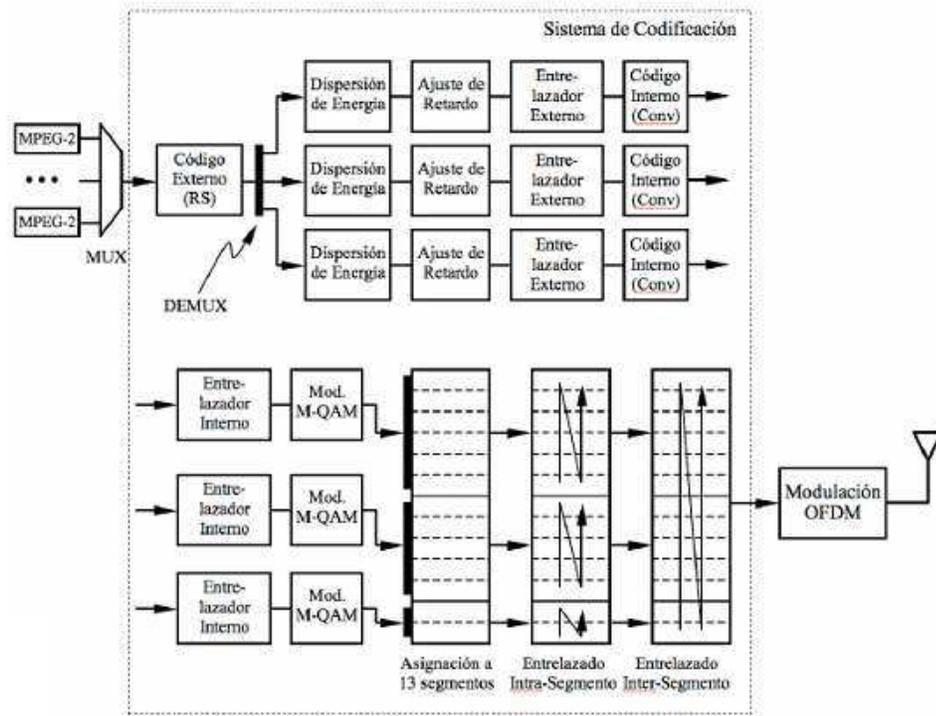


Fig 2.29 Sistema de Codificación de Canal y Jerarquización de ISDB-T

## c) Dispersión de Energía.-

Aleatoriza los bits que componen un flujo de transporte mediante multiplicación por una secuencia binaria seudo aleatoria de orden 15 (PRBS-15). Se trata exactamente del mismo aleatorizador utilizado en DVB.

#### **d) Ajuste de Retardo.-**

La desventaja principal de la Transmisión Jerárquica basada en segmentos es que las diferencias entre parámetros de codificación de las tres capas jerárquicas causan desalineamientos entre los flujos de transporte de las tres capas. Ello obliga a resincronizar los flujos con ligeros ajustes de retardo en cada capa en la entrada del entrelazador externo. El retardo es equivalente a un símbolo OFDM. (Véase Fig. 2.29)

#### **e) Entrelazador Externo.-**

Se usa un entrelazador convolucional de bytes de largo 12, el que entrelaza internamente cada byte de cada grupo de 204 bytes. Se trata exactamente del mismo entrelazador externo utilizado en DVB.

#### **f) Código Interno (Convolucional).-**

El código es convolucional punzado de restricción  $K=6$  y puede operar a tasas  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{6}$  y  $\frac{7}{8}$ , otorgando así flexibilidad entre tasa de datos y el nivel de protección que se desea. Se trata exactamente del mismo código convolucional usado como código interno en DVB.

#### **g) Entrelazador Interno.-**

La secuencia de bits del flujo de transporte de cada capa jerárquica es multiplexada en 2, 4 o 6 líneas paralelas según el tamaño de la constelación QAM usada para modular las sub-portadoras OFDM de aquella capa (4-QAM, 16-QAM o 64-QAM, ver bloque Modulación M-QAM a continuación). El entrelazado consiste en retardar cada una de las 2, 4 o 6 líneas en forma individual entre 0 y 120 tiempos de bit. (Figura 2.29).

Un ajuste de retardo es además necesario en cada capa según el número M-ario (4, 16 o 64) tal que las salidas de todas las líneas sean alimentadas sincronizadamente al modulador M-QAM que corresponda. Además el entrelazado de bits y el entrelazado de símbolos se realizan de forma idéntica que en el estándar DVB.

### 2.3.4.3.5 Modulación.-

En la Figura 2.30 se observa de una mejor manera el bloque de modulación ISDB:

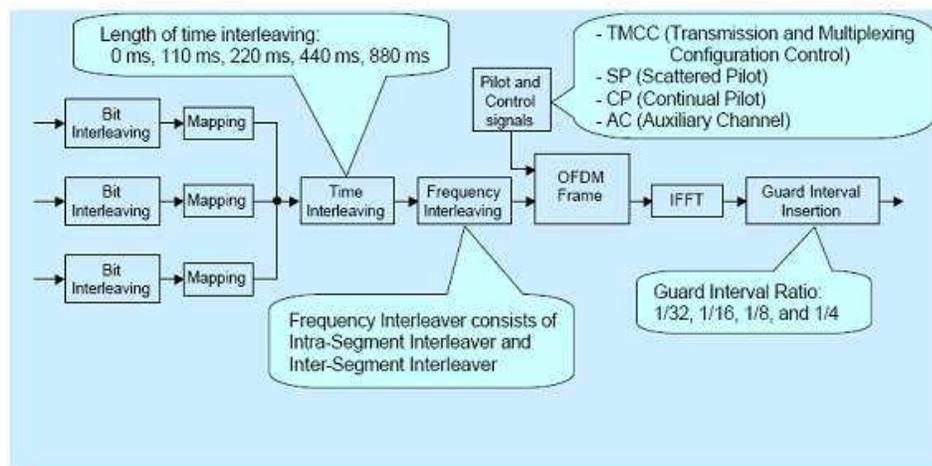


Fig 2.30 Bloque de Modulación ISDB

### h) Modulación M-QAM (Mapeado).-

Produce símbolos M-QAM que modularán las sub-portadoras OFDM. El número M-ario (4, 16 o 64) puede ser diferente para cada capa jerárquica. A diferencia de DVB-T, ISDB-T además permite utilizar modulación QPSK diferencial (4-QAM diferencial), lo que facilita decodificar la modulación en condiciones de canal muy adversas, como casos de alta movilidad, a cambio de una pérdida de eficiencia energética (3dB), o bien radio de cobertura (factor 2x).

### **i) Asignación a 13 Segmentos.-**

Las tres capas jerárquicas (datos) son combinadas en proporción a los segmentos asignados.

### **j) Entrelazado de Tiempo.-**

Las señales de las diferentes capas jerárquicas provenientes del mapeado se combinan en segmentos de datos. Luego se distribuye los símbolos en el dominio del tiempo, logrando así aleatorizar los errores de burst causados por ruido de impulso, mejorando la recepción portátil, es decir aleatoriza las variaciones de la señal debido al ruido impulsivo o ruido urbano, los valores pueden ser: 0 ms, 110 ms, 220 ms, 440 ms, 880 ms, mientras mayor es este valor es mejor para la recepción móvil. (Refiérase a la Fig. 2.30).

### **k) Entrelazado en Frecuencia.-**

El Entrelazado en Frecuencia consiste en el entrelazado intra segmento e inter segmento (aleatorizando el burst de error en el dominio de la frecuencia). Esto ayuda a mejorar las condiciones de la señal frente al multitrayecto.

#### ***Entrelazado Intra-Segmento.-***

Cada capa es entrelazada internamente sobre el rango de segmentos asignados a la capa (Figura 2.29).

#### ***Entrelazado Inter-Segmento.-***

Las capas son entrelazadas conjuntamente sobre el rango completo de frecuencia de la transmisión (Figura 2.29). En caso que la transmisión utilice Recepción Parcial, el segmento correspondiente es excluido del entrelazado, y entrelazado individualmente.

De hecho, los bloques que conforman el sistema de codificación de DVB-T constituyen un subconjunto de los bloques necesarios en la codificación ISDB-T. Además, ISDB-T incurre en complejidad adicional al considerar hasta tres capas jerárquicas, mientras que DVB limita la complejidad a sólo dos capas.

### **l) Inserción de las Portadoras Piloto y Adaptación de los Frames.-**

Además de las subportadoras existentes, las portadoras piloto son utilizadas para transmitir parámetros de codificación, modulación y tonos pilotos necesarios para sincronización y estimación del canal<sup>32</sup> al igual que en DVB. (Fig. 2.30). La incorporación de estas portadoras piloto en número y distribución adecuados exige organizar la señal transmitida en “Tramas”. En el modo 1k, un frame está compuesto de 408 símbolos OFDM, en el modo 2k, un frame está constituido de 204 símbolos OFDM y en el modo 4k, un frame está formado por 102 símbolos OFDM.

### **- Modulador OFDM.-**

La modulación OFDM utilizada por ISDB-T es esencialmente idéntica a la de DVB-T, por lo que el análisis hecho sobre el uso de OFDM en DVB-T es directamente aplicable al caso ISDB-T. Para la Modulación se consideran 13 segmentos OFDM para ISDB-T de banda ancha y de 1 a 3 segmentos OFDM para ISDB-T de banda angosta.

### **m) Subportadoras.-**

Al igual que DVB-T, se consideran los modos de operación con 2k, 4k y 8k subportadoras. El número total de subportadoras en cada modo es “2k” con 2048 subportadoras, el modo “4k” con 4096 subportadoras, y el modo “8k<sup>33</sup>” con 8192 al igual que DVB sin embargo las sub-portadoras moduladas en cada modo son 1405, 2809 y 5617, de las cuales 1248, 2496 y 4992 portan datos respectivamente,

---

<sup>32</sup> Véase ANEXO E1, portadoras piloto y tramas en ISDB

<sup>33</sup> ANEXO E2 y E3, Parámetros y Valores para los Modos de Transmisión en ISDB

y las demás son utilizadas para pilotaje y para transmisión de parámetros de modulación y codificación.

Sin embargo para este Estándar se considera también otra forma de clasificar los modos de operación que es a través de la separación entre las frecuencias de las portadoras, entonces el Modo 1 es aquel que tiene una separación de 4Khz (en la otra forma de clasificación corresponde al Modo 2k) entre portadoras, el Modo 2, tiene una separación de 2Khz (Modo 4k) y el Modo 3 una separación de 1Khz (Modo 8k).

#### **n) Modulación de Subportadoras.-**

Según descrito en el bloque “Modulación M-QAM” en la sección anterior, a diferencia con DVB-T, ISDB-T considera la modulación QPSK diferencial (DKPSK) además de las modulaciones 4-QAM, 16-QAM y 64-QAM. Otra diferencia es que en ISDB-T sólo se consideran los modos uniformes de 16-QAM y 64-QAM, puesto que la jerarquización de la transmisión es realizada en forma distinta (banda segmentada en vez de modulación no uniforme).

Al igual que DVB-T, todos los parámetros relevantes de codificación y modulación (tasa de codificación, valores M-arios, asignación de segmentos, y configuración jerárquica y recepción parcial, etc.) son embebidos en subportadoras predeterminadas, lo que permite que cada receptor los detecte y se ajuste automáticamente a ellos. Esto permite que cada operador configure su sistema libremente en cada momento según el tipo de contenido y servicios que transmite. Entre los parámetros transmitidos destaca un indicador de transmisión de emergencia explicado posteriormente.

#### **o) OFDM Segmentado.-**

OFDM Segmentado permite la coexistencia de servicios con esquemas de modulación independientes en el mismo ancho de banda y usando un solo

transmisor. Es decir las portadoras están agrupadas en segmentos, 13 en total, dando lugar al OFDM Segmentado. El agrupamiento de los segmentos permite transportar distintos formatos como HDTV, SDTV y LDTV. La modulación OFDM segmentada se da en la Codificación del Canal.

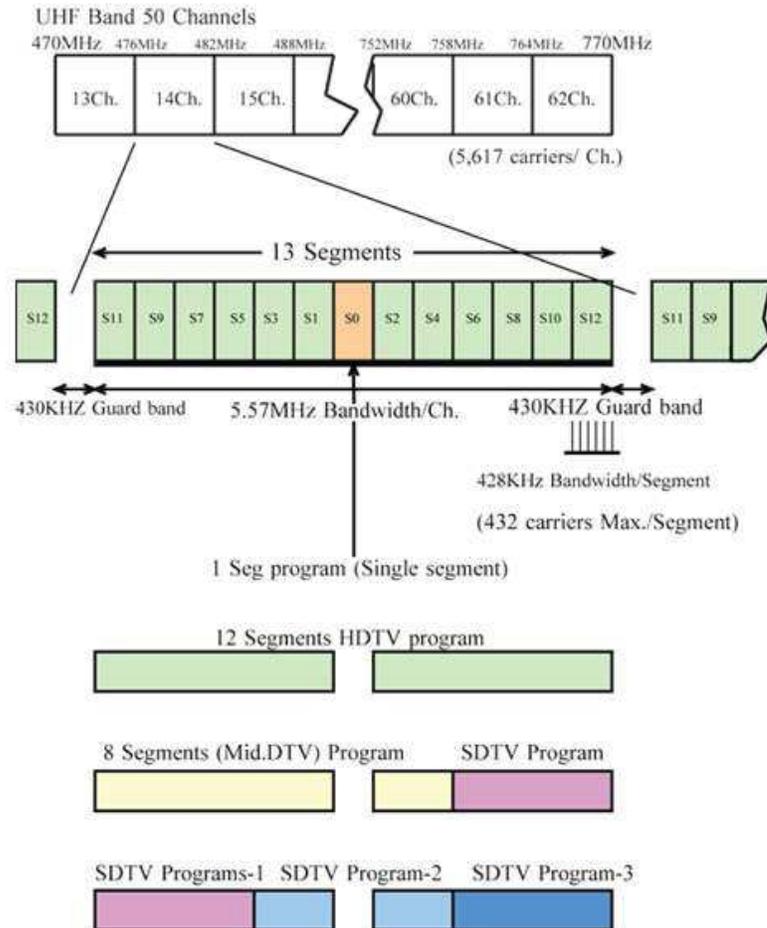


Fig 2.31 Canal ISDB-T, Segmentos y Localización de los Programas

En el caso de ISDB-T, la banda de transmisión (6 MHz) es dividida en 14 segmentos<sup>34</sup> (numerados del 0 al 12 y un segmento para banda de guarda, el segmento 13), cada uno de aproximadamente 430 kHz de ancho de banda, los que pueden ser asignados libremente a un máximo de 3 servicios o capas jerárquicas.

<sup>34</sup> En estricto rigor la banda es dividida en 14 segmentos, de los cuales uno es sacrificado y dividido en dos para ser utilizado como banda de guarda en ambos extremos de la banda de transmisión. (Fig. 2.31)

Esta jerarquización de la transmisión es realizada en el sistema de codificación de canal (ver Figura 2.32). Por ejemplo, se puede asignar a las capas jerárquicas servicios como: televisión satelital, por cable, terrestre, etc.

En el arreglo OFDM el segmento numero cero debe ser ubicado, en el centro del ancho de banda, luego sucesivamente los demás segmentos numerados se ubican antes y después del segmento central. En la Transmisión Jerárquica, los segmentos modulados diferencialmente deben ser asignados antes y después del segmento central en orden ascendente del número de segmentos, con segmentos de modulación sincrónica. Véase Fig. 2.31.

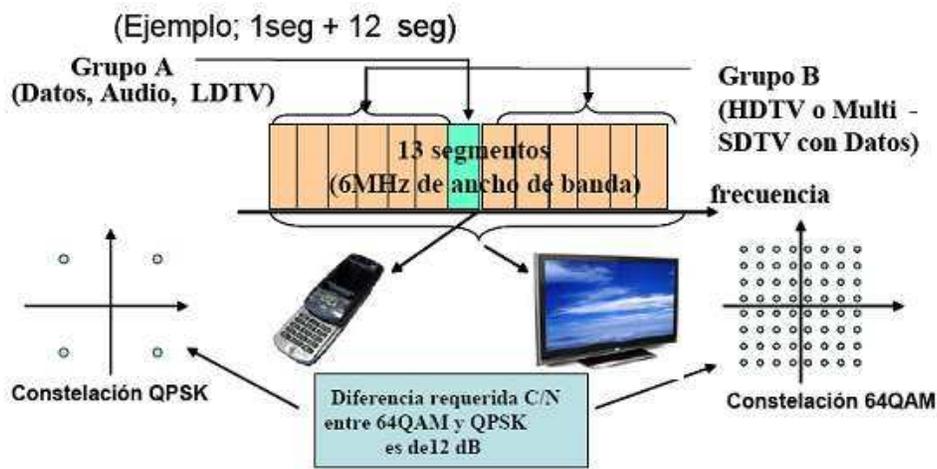


Fig 2.32 Modulación OFDM Segmentada

#### p) Intervalo de Guarda.-

Al igual que en DVB-T, se especifican intervalos de guarda posibles de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  y  $\frac{1}{32}$  de la duración del símbolo OFDM.

#### q) Conversión Analógica y el Resto de la Cadena OFDM.-

Este bloque es exactamente igual al explicado en el estándar DVB.

#### **2.3.4.3.6 Ancho de Banda de Transmisión.-**

El estándar ISDB-T especifica todos los parámetros para transmisión en bandas de 6 MHz. Si bien todos estos parámetros, así como el ancho de banda de transmisión, dependen exclusivamente del ajuste de frecuencia del reloj (clock) de los circuitos de banda base (es decir, los circuitos que implementan la cadena de codificación de canal y modulación OFDM en transmisores y receptores), ISDB-T no fue concebido con la visión de operar en bandas que no sean de 6 MHz y no está especificado para aquellos casos.

Ello se debe a que los circuitos integrados diseñados para un ancho de banda de 6 MHz no necesariamente son funcionales con frecuencias de 8 MHz (pero sí viceversa), se considera impráctico optar por ISDB-T en bandas de ancho distinto a 6 MHz. La frecuencia especificada para el clock del sistema es  $512/63=8,13$  MHz, es decir el período del clock es de  $63/512 \mu s$ . Ello se traduce en una separación de 5,57 MHz entre las dos subportadoras más extremas como se obtiene de la misma manera que en DVB y se puede ver en el ANEXO D2 y D3.

El ancho de banda que contiene el 99% de la energía de estas dos subportadoras es 5,7 MHz. Es decir se obtiene un ancho de banda de 5.57 Mhz con una banda de guarda de guarda de 430 Khz (equivalente a un segmento OFDM), Con cualquiera de los modos 1k, 2k y 4k la separación entre las subportadoras extremas es la misma (ancho de banda).

#### **2.3.4.3.7 EWS (Emergency Warning System - Sistema de Alerta de Emergencias).-**

El estándar hace posible implementar un mecanismo para encender automáticamente todos los receptores fijos y portátiles en modo Stand-By para que se proyecten en sus pantallas avisos de emergencia en caso de desastres naturales o cuando se requiera difundir anuncios de alta connotación pública. En este momento se están desarrollando receptores portátiles para EWS (Fig. 2.33).



Fig 2.33 Sistema de Alerta de Emergencias (EWS)

#### 2.3.4.3.8 Tasas de Datos.-

Al igual que en DVB-T, la tasa de datos de la transmisión en ISDB-T resulta de la combinación entre los parámetros de codificación, modulación M-QAM, y el tamaño del intervalo de guarda. A diferencia con DVB-T, sin embargo, la posibilidad de asignar cualquier combinación de los 13 segmentos a uno, dos o tres servicios diferentes (capas jerárquicas), definir para cada caso una tasa de codificación convolucional, nivel de modulación M-QAM independiente, la variedad de tasas alcanzables con ISDB-T es virtualmente infinita.

Las tasas de datos netas totales de ISDB-T están el rango entre 3,65 Mbits/s (vs. 3,74 Mbits/s de DVB-T) obtenida mediante Modulación QPSK o DQPSK, Codificación Interna de 1/2 e Intervalo de Guarda 1/4 y 23,23 Mbits/s (vs. 23,75 Mbits/s de DVB-T) obtenida mediante Modulación 64-QAM, Codificación Interna 7/8 e Intervalo de Guarda 1/32. Las tasas de datos netas por segmento son 1/13 de los valores netos totales. Se estima que lograr transmisiones casi libre de errores (CLE) en recepción estática de ISDB-T a una tasa de datos determinada requiere de condiciones de razón señal a ruido (S/N) muy similares a las requeridas por transmisiones DVB-T de tasa equivalente.

Las diversas tasas de datos comparables con el Estándar DVB, se calculan de la forma que se indica en el ANEXO D4 considerando aspectos como:

- Codificación Interna
- Intervalo de Guarda
- Modulación
- Ancho de Banda o Segmentos Modulados

Al igual que en DVB, no depende de que si la Modulación es Jerárquica o no y del número de subportadoras. Adicionalmente para el Estándar ISDB, las tasas de datos a diferencia de DVB vienen definidas por segmento y por ancho de banda total.

#### 2.3.4.3.9 Características Espectrales.-

En términos estrictos, el ancho de banda de transmisión establecido por la norma ISDB-T es 5,7 MHz. Este ancho de banda contiene el 99% de la energía radiada. La norma también especifica una máscara espectral única requerida para radiaciones fuera de banda, la que a diferencia con la norma DVB-T no considera la naturaleza de las transmisiones en bandas adyacentes, ya sea fueran digitales o analógicas. La máscara espectral de ISDB-T es menos restrictiva que la de DVB-T.

#### 2.3.4.3.10 Transmisión a Terminales Móviles.-

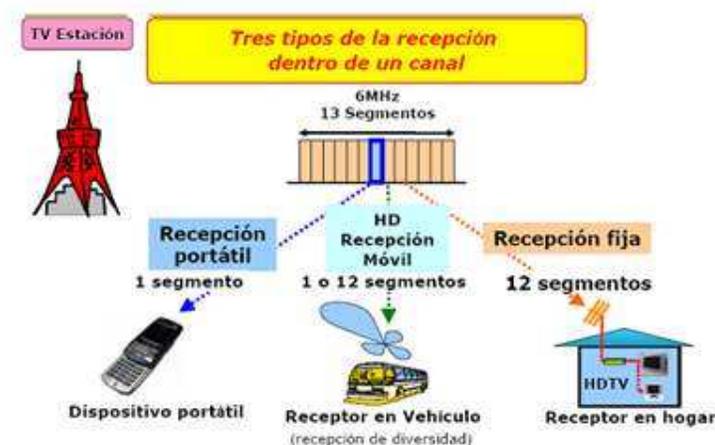


Fig 2.34 Transmisión a Terminales Móviles en ISDB

La recepción a terminales móviles como vehículos, automóviles, trenes, etc se da a través de Recepción por Diversidad. En un vehículo en movimiento se puede observar sin dificultad HDTV con una señal muy estable, se han hecho pruebas a 100 km/h en este estándar. La modulación del segmento es generalmente 16-QAM, el código convolucional opera con tasa  $\frac{1}{2}$ . Y se puede recibir uno o los 12 segmentos OFDM.

#### **2.3.4.3.11 Transmisión a Terminales Portátiles.-**

La transmisión a terminales portátiles fue considerada desde un comienzo en el estándar ISDB-T mediante el concepto de recepción parcial de un segmento (“1seg”, Véase ANEXO D5). La solución para transmisión a terminales portátiles basada en recepción parcial de un segmento es altamente eficiente, puesto que puede ser realizada con un receptor de un solo segmento, el cual es significativamente más sencillo (menor costo) que un receptor ISDB-T completo de 13 segmentos.

Además de esta ventaja económica, un receptor 1seg también es muy eficiente en consumo de energía, puesto que no requiere decodificar los demás 12 segmentos para recuperar el segmento 13 (Fig. 2.34). El sistema “1seg” utiliza codificación de video H.264<sup>35</sup> y audio AAC encapsulado en un flujo de transporte MPEG-2. La modulación del segmento es DQPSK, el código convolucional opera con tasa  $\frac{1}{2}$  y el intervalo de guarda para la modulación OFDM es  $\frac{1}{8}$  (los demás parámetros OFDM son impuestos por la transmisión completa de 13 segmentos).

La resolución de video máxima es 320 x 240 pixeles, y la tasa de bits máxima del video es 128 Kbps. La tasa máxima admisible para el audio AAC es 64 Kbps. Los restantes 60 Kbps están reservados para transmisión de datos y servicios interactivos (mediante BML<sup>36</sup>). Este segmento puede contener servicios HDTV, LDTV, audio y datos. Finalmente, 1seg no implementa funciones de acceso condicional ni protección de copia del contenido.

---

<sup>35</sup> H.264 es una de las formas de codificación incluidas en el estándar MPEG-4.

<sup>36</sup> Broadcast Mark-up Language

#### **2.3.4.3.12 Operación con Frecuencia Única Nacional.-**

La operación de un sistema ISDB-T mediante SFN requiere operación sincronizada. En particular, se especifica que:

- Los osciladores de portadora de las estaciones de la SFN deben presentar variaciones de 1 Hz o menos con respecto a la frecuencia central de la banda.
- La frecuencia de muestreo de los moduladores OFDM de banda base deben tener una precisión de +/- 0,3 partes por millón.
- Los flujos de transporte deben ser idénticos.

El anexo de la norma ilustra algunas topologías de red y estrategias de tipo maestro/esclavo para distribuir señales de sincronización. En todo caso, las características teóricas de este estándar en cuanto a la operación en redes de frecuencia única son prácticamente iguales a las del estándar DBV-T.

#### **2.4 Hipótesis.-**

El Estudio de la Televisión Digital permitirá comparar los Estándares existentes con el fin de escoger el más apto para el Ecuador considerando características geográficas, técnicas, económicas y sociales.

#### **2.5 Variables.-**

##### **2.5.1 Variable Independiente.-**

Estudio de la Televisión Digital.

##### **2.5.2 Variable Dependiente.-**

Comparación de sus Estándares.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Enfoque.-**

Este estudio tiene un enfoque cuali-cuantitativo. Cualitativa porque se efectuó una investigación desde los actores, la información proporcionada sirvió de referencia para interpretarla con el sustento científico y profesional, con lo que se solucionó el problema. Cuantitativa debido a que se buscó las causas y la explicación de los hechos que se estudiaron.

#### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación.-**

##### **3.2.1 Investigación de Campo.-**

Se realizó una investigación de campo ya que se estudió los hechos en el lugar que ocurren, en este caso nuestro país donde se tomó contacto directo con la realidad del problema.

##### **3.2.2 Investigación Documental - Bibliográfica.-**

La investigación fue documental y bibliográfica con el fin de fundamentarla científicamente, se utilizó para ello medios bibliográficos como revistas, Internet,

folletos, libros etc., para sustentar el marco teórico que constituyó la base para el desarrollo del presente proyecto.

### **3.2.3 Proyecto Factible.-**

El proyecto fue factible pues se encontró los instrumentos necesarios para su planteamiento teórico y análisis tanto a nivel intelectual como tecnológico, sabiendo que en ciertos países de nuestro continente ya se ha designado un estándar para Televisión Digital y Ecuador no puede quedar relegado.

### **3.3 Nivel de la Investigación.-**

Este proyecto constituyó una Investigación Exploratoria puesto que permitió conocer la Situación Actual de la Televisión en el Ecuador llegando a determinar sus particularidades. Fue una Investigación Descriptiva pues comparamos entre varias estructuras en este caso los estándares existentes de Televisión Digital Terrestre para así a establecer causas y efectos del problema.

### **3.4 Recolección de la Información.-**

#### **3.4.1 Plan para la Recolección de la Información.-**

La información fue recolectada a través de consultas en la página oficial de la SUPERTEL Ecuador, además a través de revistas, libros, Internet, folletos técnicos que conocen el tema así como también de las experiencias que han tenido otros países con respecto a la Implementación de los diversos Estándares del Sistema de Televisión Digital Terrestre.

### **3.5 Procesamiento y Análisis de la Información.-**

#### **3.5.1 Plan que se emplea para procesar la Información Recogida.-**

Una vez recolectada la información, se procedió a la tabulación de ciertos datos en el aspecto económico y en cuanto a la Situación Actual de la Televisión Analógica en el Ecuador utilizando el método estadístico mediante el programa Excel. Los demás aspectos de los Estándares de Televisión Digital fueron también comparados para el respectivo análisis.

#### **3.5.2 Plan de Análisis e Interpretación de Datos.-**

El análisis de los resultados se realizó desde el punto de vista descriptivo, proceso que permitió interpretar adecuadamente la información basada en el marco teórico relacionado a los Estándares de TDT. Contando con ello se procedió a establecer conclusiones y recomendaciones y se planteó una solución al problema.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis e Interpretación de Resultados.-**

A continuación se realiza un Análisis de la Situación Actual de la Televisión Analógica en el Ecuador, así como también de ciertas Estadísticas de Televisión Abierta, Satelital y Televisión por Cable. Además de un Análisis mucho más exhaustivo de cada uno de los Estándares de Televisión Digital actuales, considerando aspectos técnicos, económicos, geográficos, etc.

##### **4.1.1 Situación Actual de la Televisión Analógica en el Ecuador.-**

El Sistema de Televisión en el Ecuador es Analógica, utiliza el Estándar Americano de Televisión Analógica a color NTSC que se encarga de la configuración del Sistema Televisivo y los estándares de Video con 525 líneas de resolución, este Estándar es uno de los tres existentes actualmente. Los parámetros principales del Estándar NTSC se pueden observar en la Tabla IV.

Este estándar es compatible con el Sistema Monocromático, el ancho de banda para la imagen está limitado a 4.5 MHz y el ancho de banda total a 6 MHz, que contiene la señal de vídeo, la señal de audio y bandas de resguardo. Este punto es de vital importancia a la hora de escoger el Estándar de Televisión Digital.

Tabla IV. Parámetros del Estándar de Televisión Analógica NTSC

<b>NTSC</b> National Television System Committee	
Lines/Field	525/60
Horizontal Frequency	15.734 kHz
Vertical Frequency	60 Hz
Color Subcarrier Frequency	3.579545 MHz
Video Bandwidth	4.2 MHz
Sound Carrier	4.5 MHz

**a) Frecuencias utilizadas y División del Espectro.-**

Para la difusión de los canales de Televisión Abierta y Codificada en el Ecuador se utilizan frecuencias VHF y UHF (Véase ANEXO A1, Espectro Electromagnético).

**b) Canalización de las Bandas.-**

Las bandas de frecuencias se dividen en 42 canales de 6 MHz de ancho de banda cada uno, divididos de la siguiente manera (Para mayor explicación Véase ANEXO E1 y Fig 4.1).

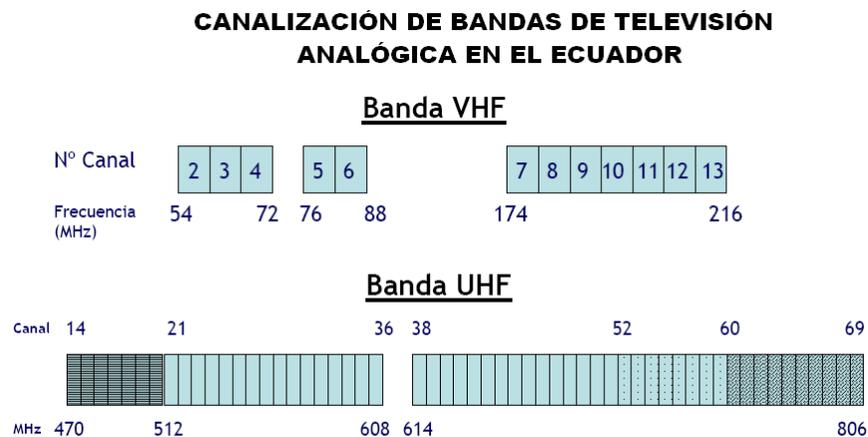


Fig 4.1 Gráfica de la Canalización de Bandas de Televisión en el Ecuador

**c) Grupos de Canales.-**

Tabla V Grupos de Canales UHF

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

Tabla VI. Grupos de Canales VHF

VHF	
GRUPO	CANALES
A1	2
	4
	5
A2	3
	6
B1	8
	10
	12
B2	7
	9
	11
	13

Los canales han sido clasificados en grupos con el fin de facilitar su distribución, tanto en VHF y UHF. Véase Tabla V.

**d) Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales.-**

Para efectos de la asignación de canales, se establecen en el territorio ecuatoriano ciertas zonas geográficas basándose en los Grupos de Canales. Véase ANEXO E2. Los canales 19 y 20 se reservan para el Estado. Cuando fuere necesario se utilizarán estas frecuencias para facilitar el proceso de migración a la Televisión Digital.

**e) Potencia.-**

En el Ecuador la Distribución de Potencia de las estaciones está dada de la siguiente manera:

De acuerdo a la potencia y a la frecuencia, las estaciones de Onda Media se clasifican en nacionales, regionales y locales. Las nacionales deben tener potencia mínima superior a 10 kilovatios; las regionales un mínimo superior a 3 kilovatios

y un máximo de 10 kilovatios; y las locales, 3 kilovatios como máximo. El mínimo de potencia de las Estaciones de Onda Media locales de capitales de provincia y de otras ciudades cuya población pase de cincuenta mil habitantes, será de un kilovatio. El mínimo de potencia de las estaciones de ciudades cuya población no llegue a dicha cantidad, será de quinientos vatios.

Las Estaciones de Onda Corta para la zona tropical, cualquiera que sea el lugar en que se ubiquen, tendrán una potencia mínima de un kilovatio y una máxima de diez kilovatios. Cualquier incremento sobre este máximo, quedará sujeto a los reglamentos o convenios internacionales vigentes. Las estaciones de onda corta internacional u ondas cortas decamétricas tendrán una potencia mínima de diez kilovatios. La potencia de las estaciones repetidoras estará de acuerdo al área a cubrirse y a la banda en la que se asignen los canales.

#### **f) Análisis Estadístico de la Situación de la Televisión Abierta y Pagada en el Ecuador.-**

Este análisis se realiza basándonos en las Tablas de la SUPERTEL, específicamente “Estaciones de Televisión Abierta Autorizadas en el Ámbito Nacional (Actualizado al 29 de Octubre de 2009)”. Los siguientes datos considerados para el análisis son tomados del ANEXO E3.

Cabe indicar que en cuanto a Televisión Codificada Satelital existe solamente una Estación, DIRECTV cuya matriz se encuentra en Pichincha. En base a la tabla mencionada podemos establecer muchas comparaciones, así por ejemplo:

En los últimos años las Estaciones de UHF han aumentado en gran número puesto que la banda VHF está ya saturada. En VHF están presentes 187 Estaciones que corresponden al 47% del total de Estaciones de Televisión Abierta, y en UHF hay 215 Estaciones que corresponde al 53%. Véase Fig 4.2.

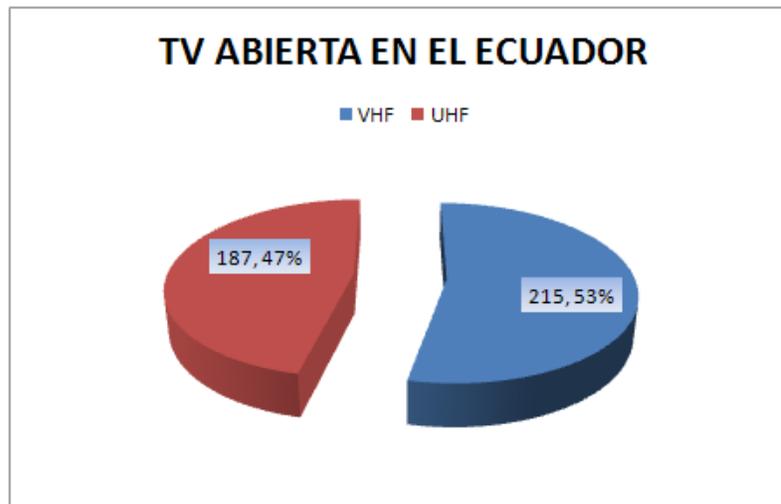


Fig 4.2 Televisión Abierta en el Ecuador

A continuación se analizarán ciertas estadísticas más con el fin de comprender la Situación del Actual Sistema Televisivo.



Fig 4.3 Resumen Televisión Pagada y Abierta en el Ecuador

También podemos establecer otra comparación, ahora entre la Televisión Abierta que tiene un 62 %, la Televisión por Cable con un 34 %, la Televisión Codificada Terrestre con 4% y la Televisión Satelital, ésta última ocupa solo un 0.14 %, Véase Fig 4.3.

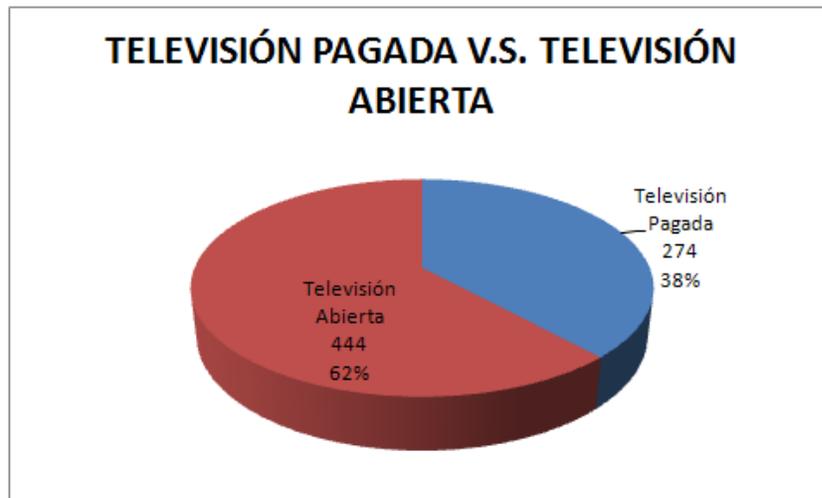


Fig 4.4 Televisión Abierta V.S. Televisión Pagada en el Ecuador

Finalmente establecemos una comparación entre las Estaciones de Televisión Pagada y Televisión Abierta. En la Fig 4.4 vemos claramente que las Estaciones de Televisión Pagada tienen un 38% y la Televisión Abierta un 62%, lo ideal sería por lo menos si es que existiese un equilibrio entre estos dos servicios pero la situación todavía es alarmante para nuestro país y requerimos de un cambio ya, la falta de dinero no debe ser una barrera para no tener una Televisión acorde a la necesidad y a la Convergencia Tecnológica que estamos viviendo.

#### 4.1.2 Análisis de los Estándares de Televisión Digital.-

##### 4.1.2.1 Estadísticas de los Estándares de Televisión Digital.-

En primer lugar se analiza ciertas Estadísticas de los Estándares de Televisión Digital en el mundo.

En la Fig. 4.5, vemos que el 38% de la población ha adoptado el Estándar Europeo DVB-T, el 3% para el Estándar Japonés ISDB-T, EL 1% el Estándar Chino DMBT, el 3% el Estándar Americano ATSC, y el 54% de la población aún no adopta un Estándar, es decir más de la mitad de los países existentes en el

mundo se encuentra analizando la mejor opción. En base a la Tabla VII podemos establecer la gráfica de la Fig. 4.5 ya mencionada.

Tabla VII. Estándares de TV Digital en el Mundo

INDICADORES	ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL				
	ATSC	DVB-T	ISDB-T/SBTVD-T	DMBT	Países que no adoptan un Estándar aún
PAÍSES	8	80	6	2	114

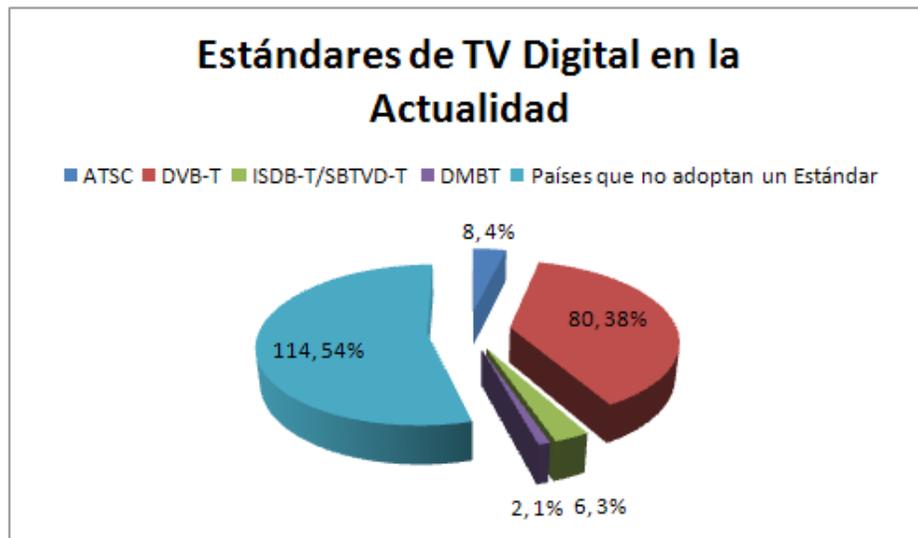


Fig 4.5 Distribución de la TV Digital en el Mundo

Ahora se analizará las Características Técnicas de los Estándares de Televisión Digital.

#### 4.1.2.2 Fuente de Datos.-

##### 4.1.2.2.1 Subsistema de Codificación y Compresión de Fuentes.-

El conjunto de datos de video, control y datos adicionales utiliza la sintaxis MPEG-2 en todos los Estándares para su compresión y codificación, la diferencia

radica en el tratamiento de la señal de audio como se indicará más adelante. Además es importante destacar que la compresión y codificación de datos en el Estándar Brasileño SBTVD-T<sup>37</sup> no se da mediante MPEG-2 sino mediante la sintaxis MPEG-4. El Estándar Brasileño no es más que una modificación del Estándar Japonés ISDB.

#### **4.1.2.2.2 Video.-**

Las resoluciones de pantalla, el tipo de barrido Progresivo o Entrelazado, y las tasas de trama son muy similares entre los tres Estándares de Televisión Digital, ya que se ha considerado la resolución de los diversos Sistemas Analógicos para su conversión hacia el Sistema Digital sin ningún problema.

#### **4.1.2.2.3 Audio.-**

La compresión y codificación de Audio en el Estándar DVB está dada por el sistema MPEG-2, en el Estándar ISDB se usa MPEG-2 AAC (parte de MPEG-2), y en el Estándar ATSC se utiliza el Sistema Dolby Digital AC-3. Cabe indicar que el Estándar ISDB y DVB también son compatibles con AC-3. El estándar Japonés ISDB codifica audio a una tasa un poco menor (320 Kbps) con respecto a los otros dos estándares (448 Kbps para ATSC y 384 Kbps para DVB), lo que le hace más eficiente, pero no hay gran diferencia en la calidad del sonido.

#### **4.1.2.2.4 Televisión Digital de Alta Definición (HDTV) y Televisión Digital Estándar (SDTV).-**

Los tres Estándares de Televisión Digital soportan los formatos HDTV y SDTV, consiguiendo transmitir hasta cuatro programas SDTV al mismo tiempo. En el Estándar DVB de 8 Mhz se puede transmitir hasta cinco programas SDTV o a su vez un programa HDTV y un programa SDTV. El Estándar ATSC fue diseñado para transmitir preferentemente HDTV en una banda de 6 Mhz. En el Estándar

---

<sup>37</sup> Sistema Brasileiro de Televisión Digital - Terrestre

ISDB se utiliza 12 de los 13 segmentos de la banda de 6 Mhz para el formato HDTV y el segmento sobrante para recepción portátil, los segmentos también pueden repartirse para señales HDTV y SDTV.

Para transmitir HDTV el Estándar más apto para ello es ATSC, pero con ciertos cambios en los parámetros de codificación ISDB y DVB pueden hacerlo también. Además tenemos el formato LDTV utilizado en ISDB para transmisión portátil debido a su reducido tamaño.

#### **4.1.2.2.5 MPEG-2 y MPEG-4.-**

MPEG-2 proporciona soporte para video entrelazado (el formato utilizado por las televisiones.). MPEG-2 introduce y define Flujos de Transporte, los cuales son diseñados para transportar video y audio digital a través de medios impredecibles e inestables, y son utilizados en transmisiones televisivas. Con algunas mejoras, MPEG-2 es también el estándar actual de las transmisiones en HDTV.

El Sistema MPEG-2 permite la codificación de contenidos de audio y video, el formato HDTV es codificado a velocidades de 18 a 20 Mbps mientras que el formato SDTV es codificado a velocidades de 3 a 6 Mbps, de ahí que se puedan transmitir de 4 a 5 programas SDTV en un flujo de transporte MPEG-2.

De la misma manera MPEG-4 ofrece una representación codificada eficiente de datos de audio y video, permitiendo la codificación de datos multimedia en forma de objetos digitales para lograr una mejor interactividad, lo que lo hace especialmente adecuado para la web y para los dispositivos periféricos móviles. A pesar que en la actualidad la mayor parte de los sistemas de distribución de contenidos audiovisuales se fundamentan en el sistema MPEG-2.

El Sistema MPEG-4 es la opción a futuro tanto para la compresión del flujo de datos, video y audio. MPEG-4 contiene la misma calidad de video de MPEG-2 en un tamaño mucho menor pues MPEG-4 puede codificar datos desde 40 Kbps

mientras MPEG-2 lo hace a partir de 3 Mbps (MPEG-2 codifica de 3 a 100 Mbps y MPEG-4 lo hace de 40 Kbps hasta 15 o 20 Mbps).

En el Estándar Brasileño SBTVD-T se introdujo el sistema MPEG-4 versión 10, conocido como MPEG-4 AVC (Advance Video Coding) o H.264, ofreciendo mayor cantidad de canales, transmisión HDTV de alta calidad en receptores portátiles, además se podría transmitir dos programas HDTV en la banda de 6 MHz.

#### **4.1.2.3 Subsistema de Multiplex y Transporte.-**

MPEG-2 no solo comprime y codifica los datos (video, audio, control y datos adicionales) sino que además los paquetiza, multiplexa y transporta en una sola señal MPEG-2 dividida en paquetes de 188 bytes. En el Estándar Brasileño SBTVD-T a pesar que la compresión y codificación del flujo de datos se lo hace con MPEG-4, el transporte y la multiplexación de datos se realiza también con la sintaxis MPEG-2.

#### **4.1.2.4 Codificación del Canal.-**

La Codificación de Canal en los Estándares ISDB y DVB es muy similar, aunque tienen ciertas diferencias. La principal diferencia entre los dos sistemas de codificación son los procesos de entrelazado, y no los de redundancia (códigos R-S y Convolutiva), el entrelazado más complejo de ISDB-T provee inmunidad adicional principalmente frente a variaciones temporales del canal (movilidad, ruido impulsivo, etc.). ATSC consta de un proceso de Codificación distinto.

#### **4.1.2.5 Subportadoras en ISDB y DVB.-**

Un símbolo OFDM está constituido de “K” celdas, y cada una de ellas corresponde a una portadora. En DVB e ISDB para repartir la información entre subportadoras existe tres modos de operación, el modo “2k” con 2048 sub-

portadoras, el modo “4k” con 4096 sub-portadoras, y el modo “8k” con 8192 sub-portadoras (número total de portadoras). El número de subportadoras moduladas en DVB son 6817 en modo “8k”, 3409 en modo “4k” y 1705 en modo “2k”. El modo “4k” en DVB se utiliza para transmisiones móviles, las portadoras se modulan con 4-QAM, QPSK, 16-QAM o 64-QAM.

En ISDB las subportadoras son muy similares a las usadas en DVB y se tiene tres modos de operación 4k, 2k y 1k sub-portadoras (el modo 1k es el mismo que 8k solo para el caso de ISDB). A diferencia con DVB-T, ISDB-T incluyó el modo 4k (2k) desde su concepción. El número total de sub-portadoras moduladas en cada modo es 1405, 2809 y 5617 respectivamente. Una diferencia a destacar es que en ISDB se agrega la modulación QPSK diferencial (DQPSK) además de las modulaciones 4-QAM, 16-QAM y 64-QAM.

Las portadoras activas (que solo contienen datos) en DVB son 6048 en modo “8k”, 3024 en modo “4k” y 1512 en modo “2k”, mientras que en ISDB tenemos 4992 portadoras activas en modo “8k”, 2496 en modo “4k” y 1248 en modo “2k”. Esto además permite que cada operador configure su transmisión libremente en cada momento según contenido (noticias, alta definición, flujos priorizados), plan de negocios, etc., y que cada receptor se ajuste automáticamente a ella.

El modo de sub-portadoras utilizado no tiene incidencia sobre la tasa de datos. Adicionalmente, dado el ancho de banda de la transmisión (por ejemplo, 6 MHz u 8 MHz), la duración de los símbolos OFDM en el modo 8k es el doble que los símbolos en el modo 4k, los que a su vez duran el doble que en el modo 2k. Así, cuatro símbolos OFDM en el modo 2k requieren del mismo tiempo de transmisión y portan igual cantidad de información que un símbolo 8k o que dos símbolos 4k.

El modo 2k es más adecuado para recepción en terminales móviles, puesto que la duración menor de cada símbolo OFDM permite velocidades del móvil mayores (variaciones del canal más rápidas), precisamente hasta 4 veces superiores que en el modo 8k. En cambio, la desventaja de usar el modo 2k es que está limitado a

canales 4 veces menos dispersivos que el modo 8k, lo que se traduce en celdas cuyo radio de cobertura es 4 veces menor que para el caso 8k, y por ende, cuya área de cobertura es 16 veces menor.

Esto encarece significativamente el costo de implementación. Los valores en portadoras elegidas para 8k presentan mayor robustez frente a terrenos más accidentados. El modo 4k fue introducido como un compromiso intermedio entre costo y movilidad por lo que en la actualidad se le utiliza para recepción portátil en lugar de 2k.

#### **4.1.2.6 Modulación Jerárquica en DVB e ISDB.-**

La Modulación Jerárquica no existe en el Estándar ATSC pues como se sabe este fue diseñado para un solo flujo de datos, sin embargo DVB e ISDB toman en cuenta este tipo de Modulación con el fin de ofrecer mayor cantidad de programas y servicios.

##### **a) En DVB.-**

Como ya se sabe se puede combinar hasta dos flujos de transporte en un solo canal de transmisión, uno de Alta Prioridad (HP o AP) y uno de Baja Prioridad (LP o BP). El flujo AP puede decodificar señales donde la relación S/N es baja, es decir a distancias grandes mientras que el flujo BP codifica señales donde la relación S/N es alta, es decir a distancias pequeñas. En términos simples, la recepción de mayor calidad se tiene cuando se puede decodificar bien el flujo de baja prioridad, en tanto que en áreas lejanas, de recepción más pobre, o en el caso de receptores móviles o portátiles, el receptor sólo puede resolver los datos de mayor prioridad.

Esto se ilustra en la figura 4.6. En 64-QAM, se puede codificar 6 bits por símbolo. En modulación jerárquica, los dos bits más significantes (MSB), serán usados para el servicio móvil, mientras que los 4 bits restantes contendrán, por ejemplo,

un servicio de HDTV. Además los dos primeros bits MSB corresponden al servicio QPSK contenido en el 64-QAM.

**11 0100** (bits "11" corresponden al flujo HP)

En la figura 4.6 se tienen dos constelaciones, una de baja prioridad y mayor resolución, 64-QAM y, embutida en ésta, una constelación de alta prioridad, QPSK o 4-QAM. Cuando las condiciones de recepción son buenas, ambos flujos están presentes en el receptor y éste trabaja con el de menor prioridad, pero mayor resolución. Si la relación señal a ruido disminuye, las condiciones de recepción se deterioran y la tasa de errores en la constelación 64-QAM aumenta imposibilitando la recepción satisfactoria. En esa situación, el receptor se queda con la constelación QAM, más robusta, pero manteniendo la recepción en condiciones aceptables.

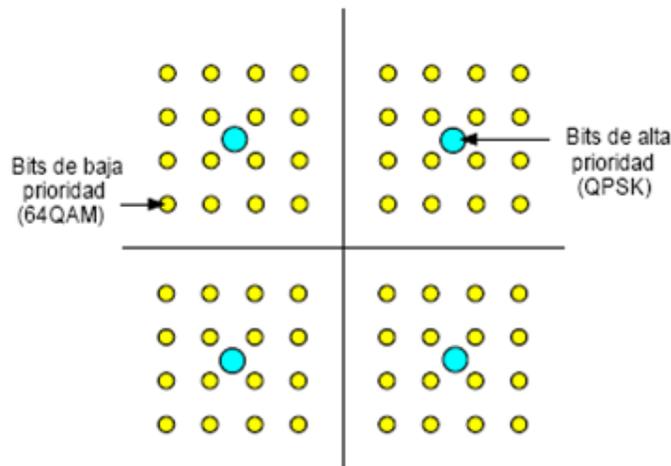


Fig 4.6 Modulación Jerárquic en DVB

Se puede mejorar la decodificación del flujo LP separando mas los cuadrantes entre sí, es decir alejándolos de los ejes (aunque esto conlleva un aumento de potencia transmitida). Así, se utiliza un parámetro alfa que indica la distancia que existe entre dos puntos adyacentes de distintos cuadrantes. Por ejemplo:  $\alpha=1$

indica el modo normal, si  $\alpha=2$  quiere decir que están separados el doble de la distancia del caso normal.

**b) En ISDB.-**

En este Estándar se puede combinar hasta tres flujos de transporte en un solo Canal de Transmisión, a diferencia de DVB, en ISDB la información se divide en segmentos de los cuales uno de ellos se asigna a Recepción Parcial (“One Seg”) y los otros Segmentos a Recepción Móvil y Fija (HDTV, SDTV). Estos segmentos se numeran del 0 al 12, cada uno de 430 Khz, todo esto se realiza en el Canal de Codificación. La Modulación OFDM Segmentada no es otra cosa que la Transmisión Jerárquica.

Al momento de la Segmentación de las portadoras no es necesario que las portadoras en un conjunto OFDM sean contiguas. Es posible omitir algunas portadoras en una disposición continua con el objeto de reducir al mínimo la interferencia a una señal analógica de cocanal distante o procedente de la misma. Para la transmisión de “One Seg”, las condiciones de recepción, tales como bajo nivel de la altura de la antena, ganancia baja de la antena, fluctuación del nivel de la señal, son necesarios parámetros de transmisión más fuertes, y para esto se usa QPSK.

Por otro lado, para los 12 grupos que se usan para recepción fija, si se considera una gran y alta ganancia de la antena, es deseable una más alta velocidad de transferencia en la transmisión, por lo que se usa 64-QAM. Como se mencionó anteriormente, en el modo de transmisión jerárquico, es posible seleccionar el adecuado parámetro de transmisión, de acuerdo al estilo de recepción en el mismo canal. El sistema ISDB-T es el único que ha adoptado este tipo de transmisión de los 3 sistemas de TDT. El servicio de “One-seg” que únicamente lo tiene el sistema ISDB-T, puede ser habilitado usando la tecnología de “transmisión jerárquica”.

Para la recepción móvil, portátil y fija en ISDB se utiliza Selección Adaptativa. La Fig. 4.7 muestra el flujo de transporte (TS) correspondiente a la transmisión y a recepción, en el caso de transmisión de dos grupos.

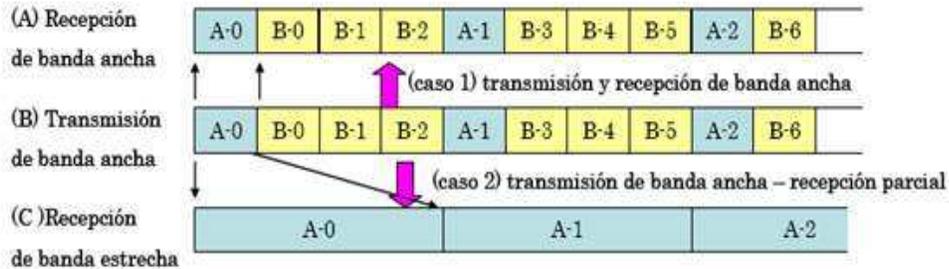


Fig 4.7 Flujo de Transporte para Transmisión y Recepción Jerárquica en ISDB

La Figura 4.7 nos muestra la transmisión y recepción en banda ancha. El receptor de banda ancha se usa para los receptores fijos, los receptores móviles y se indica la transmisión en banda ancha y la recepción parcial (banda estrecha). La recepción parcial es utilizada para los receptores portables. La transmisión del flujo de transporte dos grupos, grupo A y el grupo B, como resultado, los receptores de banda ancha reciben ambos paquetes del grupo A y del grupo B. Si los programas del grupo A y del grupo B son los mismos (simultáneos para el grupo A y el grupo B), el receptor móvil puede mostrar cualquier programa del grupo A o B.

Si las condiciones de recepción para la recepción móvil en HDTV del grupo B no son buenas debido al bajo nivel de intensidad de campo entonces se cambiara inmediatamente al grupo A. De otro modo, cuando las condiciones de recepción son buenas, entonces se desplegara el grupo B que esta transmitiendo HDTV. Durante el proceso de intercambio de selección de datos del grupo A o del grupo B, el receptor móvil continúa con el servicio, permitiendo de esta manera disfrutar siempre del servicio de Televisión.

#### 4.1.2.7 Inserción del Intervalo de Guarda.-

Este proceso se da solamente en los Estándares de Televisión Digital DVB e ISDB, inmediatamente después del proceso de Modulación OFDM con el fin de reducir efectos multitrayectoria. El intervalo de guarda consiste en añadir un intervalo de tiempo al tiempo necesario del símbolo, cubriendo este tiempo con datos redundantes para facilitar la recepción (Fig. 4.8). Con este proceso se evita Interferencia ICI, ISI e Intrasímbolo.

Mientras el retardo de las señales de eco sea menor que el intervalo de guarda, existirá un beneficio constructivo en la recepción. Durante el período del intervalo de guarda, el receptor ignora la señal recibida. La desventaja de la introducción del intervalo de guarda consiste en una reducción de la eficiencia espectral, ya que hay que transmitir muestras duplicadas que no aportan nueva información. Existen varios valores para el intervalo de guarda de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  y  $\frac{1}{32}$  de la duración total del símbolo OFDM.

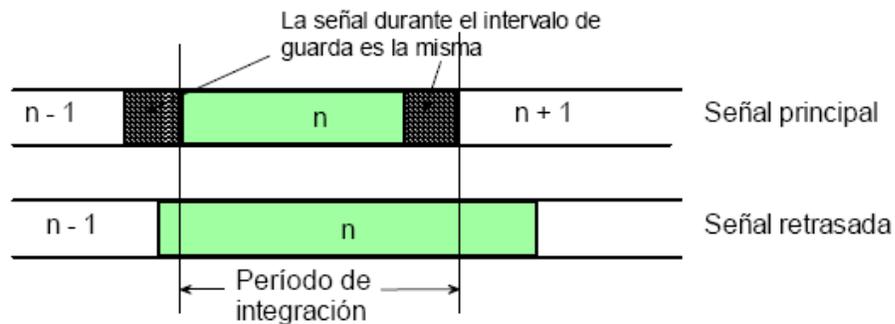


Fig 4.8 Adición del Intervalo de Guarda

Cuanto mayor sea el intervalo de guarda menor será la interferencia causada por los efectos multicamino. Su elección depende principalmente de la geografía del terreno. En regiones con montañas se debe optar por valores mayores ( $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{8}$ ) que en las llanuras. Si el intervalo de guarda es mayor, esto resulta en una disminución de la tasa disponible con lo que los servicios se verían afectados. El proceso de inserción y los respectivos valores del intervalo de guarda son los mismos tanto para DVB e ISDB.

#### **4.1.2.8 Conversión Analógica para la Transmisión de la Señal.-**

El proceso de Conversión Analógica y la Cadena de Transmisión en los tres Estándares es muy similar con la única diferencia que en ATSC se tiene un solo flujo de información, mientras que en DVB e ISDB tenemos dos flujos de información, uno real y uno imaginario, aunque luego son transformadas a un solo flujo como ya se sabe.

#### **4.1.2.9 Modulación 8-VSB frente a Modulación COFDM.-**

A continuación se realiza un análisis comparativo de las Modulaciones utilizadas en los Estándares de Televisión Digital, como se verá cada una de ellas ofrece fortalezas y debilidades que serán consideradas a la hora de la elección del mejor Estándar para el Ecuador. Algo muy importante que indicar es que tanto para el Estándar ISDB y DVB se considerará el Análisis de la Modulación COFDM, a pesar de que en ISDB se le llama Modulación OFDM Segmentada, esta solamente difiere en que se agrega el proceso de Segmentación y el Entrelazado de Tiempo como se vio anteriormente.

La Modulación 8-VSB es mucho mejor que COFDM en cuanto a Ruido Gaussiano se refiere, además con esta Modulación se obtiene una mayor eficiencia del Espectro, ofrece robustez frente al Ruido Impulsivo y Ruido de Fase, también tiene características similares a COFDM en niveles bajo de fantasma e interferencia de cocanal con Señal Analógica. 8-VSB puede tener ventajas para implementación de redes de multifrecuencia (MFN múltiple frequency network) para proveer HDTV dentro de la canalización de 6 MHz.

COFDM tiene ventajas con respecto a los fantasmas de alto nivel, distorsión de multipaso dinámico y ventajas para servicios que requiere red de frecuencia única (single frequency network SFN) en modo 8k y para recepción móvil en modo 4k. Para analizar de mejor manera la modulación se tienen los siguientes aspectos:

#### **4.1.2.9.1 Relación Peak to Average Power Ratio (PAPR).-**

Uno de los problemas principales en Modulación Multiportadora consiste en el Factor de Cresta muy alto de la señal a transmitir. Los valores muy altos de ese pico de la señal ocurren incluso con una energía moderada de la transmisión. Este concepto hace referencia a la señal en el dominio temporal después del bloque IDFT, cuando la suma de las  $N$  sinusoides es constructiva en algún instante de tiempo. Hay que notar que a pesar de que las muestras en el dominio temporal deberían tener valores cercanos a cero, ya que siguen una distribución Gaussiana con media cero, existe un pequeño tanto por ciento de las muestras con un nivel elevado debido a dicha combinación constructiva.

Por otra parte, los conversores A/D o D/A también se ven afectados, ya que al tener que cuantificar estos picos desperdician muchos niveles. Éstos podrían ser aprovechados en los márgenes de potencia donde realmente se encuentra la mayoría de la información. Sin embargo provocará que se requiera mayor Potencia en el orden de 2.5 dB más o 1.8 veces más a la hora de la transmisión de la señal. El Estándar ATSC privilegia en el sentido de no tener este tipo de problemas.

#### **4.1.2.9.2 Relación Umbral C/N.-**

Teniendo en cuenta que las modulaciones OFDM, 8-VSB y QAM deben tener el mismo umbral C/N sobre el Additive White Gaussian Channel (AWGN). Sin embargo existe un beneficio a favor de ATSC con respecto al Codificador Reed-Solomon en el cual DVB e ISDB puede corregir 8 bytes de error de transmisión contra 10 bytes de ATSC, esto da una ventaja de 3,5 dB a ATSC.

También existe una ventaja de 2 dB de ATSC con respecto a DVB e ISDB resultante del BER (Bit Error Rate). Desde el punto de vista de transmisión DVB debe tener una valor adicional de potencia de 6 dB (3,5 dB por C/N y 2,5 dB mas

por el PAPR), es decir 4 veces mas potencia, para mantener la misma área de cobertura.

#### **4.1.2.9.3 Tasas de Datos y Área de Cobertura.-**

No existe Recepción sin errores, en sistemas inalámbricos, la tasa de error<sup>38</sup> tiene íntima relación con la potencia con la cual la señal llega al receptor, con interferencias y el ruido del canal de transmisión. Se puede acortar la tasa de error aumentando la potencia transmitida, pero aunque esto es posible también aparecen ciertos problemas como el aumento de interferencia en transmisiones que usan la misma frecuencia en zonas geográficas aledañas, así como la interferencia en canales de frecuencias adyacentes en la propia zona geográfica. Dicha interferencia afecta a otras estaciones, haciendo que aumenten también su potencia, y este fenómeno se convierte en un gran problema. Además la razón señal a ruido se relaciona con el área de cobertura.

##### **a) Tasas de Datos.-**

En cuanto a Tasas de Datos si existen variadas diferencias entre los Estándares, así tenemos que en ATSC se opera a una única tasa de datos de 19.39 Mbps, esto es debido a que se utilizan parámetros fijos de codificación, lo que da lugar a un umbral de visibilidad, que no es otra cosa que el valor mínimo de la relación señal a ruido bajo el cual la señal MPEG-2 no puede ser codificada idealmente y la imagen recibida en el receptor sufre degradaciones e interrupciones por encontrarse fuera del área de cobertura, esto se mejora aumentando la potencia de transmisión.

El valor de este umbral ha sido determinado teóricamente en 14,9 dB (S/N) para el canal de ruido Gaussiano blanco aditivo. Contrariamente el efecto del umbral de visibilidad se reduce con la modulación jerárquica y como DVB-T e ISDB-T ofrecen una alta variedad de tasas de datos en función de los parámetros de

---

<sup>38</sup> Define un factor que nos informa de la exactitud de una constelación digital.

modulación y codificación, permiten ajustar la tasa de datos en función de la cobertura deseada (relación señal a ruido requerida en el receptor).

Para DVB la tasa máxima de datos de 23.75 Mbps (banda de 6 Mhz o su equivalente en la banda de 8 Mhz, que es 31.67 Mbps), para ISDB la mayor tasa de datos (23.23 Mbps, banda de 6 Mhz o 30.97 Mbps para 8 Mhz) estas tasas son las menos seguras, brindan menor cobertura, la menor protección por el valor de la Codificación Interna pues no llevan mucha redundancia y requiere un alto valor de relación S/N para su decodificación.

La menor tasa de 3.73 Mbps (en la banda de 6 Mhz o 4.97 Mbps en la banda de 8 Mhz) en DVB y 3.65 Mbps (en la banda de 6 Mhz o 4.87 Mbps para 8 Mhz ) en ISDB tienen una tasa de datos muy baja pero es muy segura, ofrece mayor cobertura, la mayor protección por el valor de codificación interna pues lleva el 50% de datos redundantes y el 50% de datos útiles y requiere un valor bajo de relación S/N para su posterior decodificación.

DVB-T brinda dos tasas cercanas a los 19,39 Mbps de ATSC en operación con canales de 6 MHz. La primera es 19,6 Mbps, equivalente a 26,13 Mbps en canal de 8 MHz, y es lograda con modulación 64-QAM, codificación 7/8 e intervalo de guarda  $\frac{1}{4}$ . La segunda es 19,76 Mbps, obtenida con modulación 64-QAM, codificación 3/4 e intervalo de guarda 1/16. Este último parámetro debe ser escogido en función de la geografía.

En ISDB estas tasas cercanas a ATSC en la banda de 6 Mhz son tres, 19.168 obtenida con Modulación 64-QAM, Codificación Interna 7/8 e Intervalo de Guarda  $\frac{1}{4}$ . La segunda tasa que provee este Estándar es 19.329 Mbps, dada por Modulación 64-QAM, Codificación Interna 3/4 e Intervalo de Guarda 1/16. Y la última tasa es 19.915 Mbps dada por Modulación 64-QAM, Codificación Interna 3/4 e Intervalo de Guarda 1/32 (este último no muy recomendable).

Los casos de ISDB-T comparables con las 60 tasas posibles en DVBT a 6 MHz y transmisión DVB-T no jerarquizada, son aquellos en que los 13 segmentos de ISDB-T utilizan la misma tasa de codificación convolucional y modulación QAM. Las tasas correspondientes son ligeramente diferentes a las de DVB-T debido a que hay diferencias entre la cantidad de sub-portadoras efectivamente moduladas con datos.

#### **b) Área de Cobertura.-**

Lograr transmisiones casi libre de errores <sup>39</sup>(CLE) a una tasa de datos determinada requiere una razón señal a ruido (S/N) mínima en los receptores. Esta S/N mínima es mayor cuanto mayor sea la tasa de datos deseada; depende de las condiciones de propagación y no del ancho de banda (ni del prefijo cíclico). En general, la S/N es menor cuanto más alejado esté un receptor del transmisor, por lo que tasas de datos mayores (mayor S/N mínima requerida) encogen el área de cobertura en la que se obtiene transmisión CLE.

Para alcanzar esta CLE se requiere de un BER de  $10^{-11}$ . Según mediciones realizadas la menor tasa de datos posible para DVB e ISDB, requiere entre 3 dB y 6 dB de S/N, y la mayor tasa posible requiere entre 20 dB y 29 dB según las condiciones del canal. Esto implica que si en un ambiente urbano la mayor tasa es lograda a distancias no mayores que k kilómetros, con la misma potencia de transmisión se podría lograr la menor tasa a una distancia en el orden de 5k a 6k.

Así, el área que se puede cubrir transmitiendo a la menor tasa es aproximadamente 30 veces mayor que con la mayor tasa. Desde luego, la tasa de datos está estrechamente ligada con la resolución de video de la transmisión, y al número de señales MPEG-2 que se multiplexan en cada flujo de transporte. En

---

<sup>39</sup> QEF: Quasi Error-Free transmission: significa menos de un error por hora en la entrada del demultiplexador MPEG-2 del receptor (salida del decodificador externo Reed- Solomon).

estos Estándares no se especifica el formato de los contenidos, dejando estos aspectos en manos de los operadores.

Finalmente aunque como se puede ver que ATSC ofrece transmisiones con menor cantidad de potencia, la cobertura es un poco menor a los Estándares DVB e ISDB. ATSC además presenta condiciones de propagación muy buenas en cuanto a AWGN.

#### **4.1.2.9.4 Ruido de Impulso.-**

El Ruido de Impulso aparece en artefactos que producen radiaciones electromagnéticas como son: motores eléctricos, electrodomésticos y alumbrado (en especial, las lámparas fluorescentes); también, las líneas de transmisión eléctrica, los sistemas de encendido automotriz, las uniones soldadas de mala calidad y los rayos. Este tipo de ruido tiende a tener alta energía que aumenta bruscamente durante un impulso pero corta duración, y normalmente abarca la banda VHF y la parte baja de la banda UHF.

Para evitar el Ruido Impulsivo se usa entrelazadores. El entrelazador de 52 segmentos usado en el sistema ATSC provee mayor protección al ruido de impulso que el sistema de entrelazado de dos capas Externo e Interno de DVB-T. ISDB-T, en cambio, además de tener dos capas de entrelazado muy similares a DVB-T, especifica un entrelazado de tiempo (exclusivo de ISDB), logrando con ello una muy alta robustez a ruido de impulso.

Al aleatorizar las variaciones de señal en el entrelazador de tiempo se alcanzan una mejora de 7dB de inmunidad. Los sistemas ATSC y DVB-T no tienen esta función. El Entrelazado de Tiempo es verdaderamente efectivo para mejorar la robustez en contra del ruido de impulso y funciona mejor para recepciones móvil/portable. El ruido de impulso es dominante en el factor de degradación en un área urbana.

#### **4.1.2.9.5 Ruido de Fase.-**

El Ruido de Fase se presenta en Modulación OFDM, es causado por todos los osciladores locales que hay desde la salida de la IFFT del transmisor hasta la entrada de la FFT en el receptor que trae como consecuencia la rotación de la constelación del esquema de la modulación de las portadoras, que da lugar a veces a la interferencia interportadora (ICI). El desplazamiento de frecuencia causa interferencia interportadora (ICI) y una reducción en la potencia en las portadoras.

Puede ser expresado en dos componentes, una componente de rotación común que ocasiona rotación de fase de las portadoras OFDM, y la otra una componente dispersa (componente de interferencia interportadora) que da lugar a un tipo de ruido que afecta los puntos de constelación de las portadoras, esta componente es muy difícil de compensar, las señales piloto ayudan a mejorar este aspecto además de sintonizadores con mejor desempeño.

#### **4.1.2.9.6 Interferencia de Tono.-**

En la Modulación OFDM la intromisión de un simple tono o interferencia, afectaría a algunas portadoras, sin embargo los datos se recuperan gracias a los Códigos de Corrección de Errores y Entrelazadores, mientras que en 8-VSB un tono podría degradar la modulación, el ecualizador puede reducir este efecto pero no de forma tan eficiente como con OFDM.

#### **4.1.2.9.7 Cobertura de Zonas Oscuras.-**

Las redes SFN ayudan mucho a cubrir zonas oscuras, que no son otra cosa que lugares donde la señal es muy débil, ISDB y DVB son más robustos en este aspecto en relación a ATSC, pues el uso del intervalo de guarda y la modulación OFDM ayudan mucho a cubrir dichas zonas, a través de la suma constructiva de señales, es decir las señales provenientes del repetidor y del transmisor principal.

Cabe indicar que todos los Estándares especifican el uso de SFN. Los repetidores reciben la señal transmitida por la antena principal, la amplifican y re-transmiten en la misma frecuencia, orientando la transmisión hacia la zona oscura mediante antenas direccionales. Adicionalmente, se puede usar un sistema de transmisores distribuidos o de traductores (aún en prueba), como los descritos en ATSC o los llamados Gap Fillers en el Estándar DVB e ISDB que son muy útiles.

#### 4.1.2.9.8 Multitrayectoria, Movilidad y Portabilidad.-

La Recepción Móvil y la Multitrayectoria están relacionadas con las características del canal de transmisión. La Recepción Móvil está dada por las propiedades del canal de transmisión en el dominio del tiempo, mientras que la Multitrayectoria está determinada por las propiedades del canal de transmisión en el dominio de la frecuencia (desvanecimiento de frecuencia<sup>40</sup>). A continuación se analizará los Estándares considerando los dos aspectos mencionados.

##### a) Efecto Multitrayectoria.-

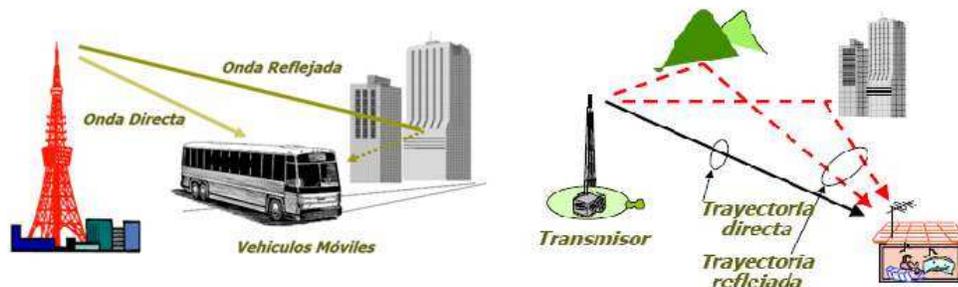


Fig 4.9 Efecto de Multitrayectoria en Recepciones Fijas y Móviles

La Modulación OFDM es mucho más robusta que 8-VSB en cuanto a propagación multitrayectoria debido a que es una característica muy propia de dicha modulación. Además con un número mayor de subportadoras, se logra mayor inmunidad pero un bajo desempeño en movilidad. Como ya se sabe los Estándares DVB e ISDB y su Modulación OFDM ofrecen una gran flexibilidad

<sup>40</sup> Unas componentes de frecuencia del espectro se atenúan más que otras.

para configurar varios parámetros de acuerdo a las necesidades y a la geografía de la zona de cobertura. Los operadores tienen la libertad de escoger dichos parámetros.

La Modulación OFDM Segmentada de ISDB en cada capa jerárquica tiene menor inmunidad al efecto Multitrayectoria porque los segmentos de cada capa son adyacentes en frecuencia, lo que les hace más sensibles a desvanecimiento selectivo en frecuencia, por ello se diseñó el Entrelazado de Tiempo y Frecuencia que evita este problema como ya se analizó previamente. El Estándar ATSC con su Modulación 8-VSB es muy débil frente al efecto Multitrayectoria, para compensar esto requiere de un Ecuador en los receptores con el fin de mitigar la distorsión Multitrayectoria.

En transmisiones de 6 MHz de ancho de banda, la dispersión de ecos de la propagación por multitrayectoria es severa a partir de pocas decenas de metros de propagación, haciendo del ecualizador un dispositivo indispensable para decodificar transmisiones ATSC. La complejidad del dispositivo crece con el radio de cobertura de una antena, llegando a una complejidad muy alta cuando las transmisiones comprenden un sector urbano de varias decenas de kilómetros.

El Ecuador debe ser diseñado de acuerdo a la zona de cobertura, por lo que lo ideal es conseguir un dispositivo con alta inmunidad a la dispersión por multitrayectoria y esto hace que los costos de los receptores suban y si se desea buena calidad de recepción se debe invertir en un buen equipo y esto es algo muy difícil de lograr en el Ecuador por la situación económica actual. En ATSC el efecto multitrayecto no depende de los Operadores sino del equipo de recepción.

El Intervalo de Guarda en DVB e ISDB ayuda mucho a evitar la distorsión multitrayectoria, pues al agregar información redundante, el receptor reconoce todas las señales directa y reflejadas dentro del mismo símbolo sin problemas, de esta manera no hay peligro de pérdida de información pues se evita interferencia entre símbolos adyacentes si uno de ellos se retrasa o viene de una trayectoria

diferente (Fig. 4.9). El Entrelazado de Frecuencia también ayuda a reducir dicho efecto ya que se aleatoriza los errores en el dominio de la frecuencia.

La geografía ecuatoriana es muy complicada a diferencia de Estados Unidos donde en su gran mayoría se encuentran planicies. En la Costa y el Oriente Ecuatoriano no habría mucho problema con la implantación del Estándar ATSC sin embargo en la Sierra al existir una cadena montañosa tan grande como es la zona Andina, y sabiendo que el efecto multitrayectoria es mucho menor en las planicies que en regiones montañosas y en ATSC no se ha considerado la fabricación de Ecuallizadores complicados para una geografía irregular como la Sierra Ecuatoriana porque se están realizando todavía pruebas en este aspecto, su implementación no sería muy factible.

En ambientes exteriores la recepción es equivalente en los tres Estándares pero en cuanto a ambientes interiores o sin línea de vista, las reflexiones de la señal en paredes y estructuras generan desvanecimiento, y ATSC tiene ciertas fallas debido a los Ecuallizadores como ya se dijo a diferencia de DVB e ISDB que son muy buenos en este punto.

#### **b) Recepción en Movilidad.-**

Cuando se trata de Movilidad, esta puede ser de dos tipos:

##### ***- Recepción Móvil.-***

Es la recepción de señales ATSC, DVB-T o ISDB-T con receptores tradicionales (televisores o set-top-boxes) que están en movimiento a bordo de un automóvil, bus, tren, etc. DVB transmite señales a alta velocidad pero solo SDTV mientras que ISDB lo hace con HDTV, ATSC no privilegia mucho en este sentido. En DVB la transmisión móvil en trenes, automóviles, etc se produce de la misma forma que la transmisión portátil. En ISDB la recepción móvil en estos medios de

transporte utiliza Recepción por Diversidad y puede recibir un segmento de recepción parcial o los 12 segmentos de recepción fija.

En recepciones móviles o portátiles a gran velocidad se debe tener en cuenta que la velocidad del móvil afecta a la amplitud de la señal haciéndola variar en el tiempo y provocando variaciones en la frecuencia que la componen, degradándola y generando multitrayecto (dispersión Doppler). Una transmisión en un canal en la banda VHF, o en un canal bajo en la banda UHF, puede ser decodificable sin problemas por un dispositivo a 120 km/h, mientras que puede no ser decodificable si la transmisión es hecha en un canal alto de la banda UHF.

Esto afecta a transmisiones de todos los estándares, por lo que es algo que se debe analizar a la hora de concesionar frecuencias. Sin embargo el Entrelazador de Tiempo en ISDB ayuda mucho a la Recepción Móvil pues aleatoriza los errores producidos y provoca un retraso permitiendo corregir errores rápidamente, dando inmunidad frente al efecto doppler y al ruido de impulso.

#### ***-Recepción Portátil.-***

Esta corresponde a recepción de señales de video de resolución limitada en terminales portátiles como teléfonos celulares, agendas electrónicas (PDA), etc. Estos dispositivos típicamente utilizan baterías, lo que limita el consumo de energía disponible para decodificar y mostrar la señal de video digital. El Estándar ATSC no fue diseñado para transmisión móvil o portátil, este aspecto también se encuentra en investigación.

En DVB no se consideró desde su concepción la movilidad a pesar que el Modo 8k soporta altas velocidades en condiciones complicadas pero no es tan eficiente en transmisiones móviles. El Modo 2k soporta altas velocidades en trenes, buses o automóviles. El Entrelazado de DVB no ayuda a mejorar las condiciones en movilidad, pues no es muy robusto frente a Ruido de Impulso.

Una forma de mejorar la transmisión móvil es aumentando la potencia pero esto se convierte en una desventaja por el consumo de energía en aparatos portátiles. Por ello se creo DVB-H que es un subestándar de DVB exclusivo para Transmisiones Móviles, ayudando a mejorar las condiciones del ahorro de energía, y el entrelazado de DVB se perfecciona con una capa adicional de Codificación pero todo esto debe utilizarse con el Modo 4k que ayuda mucho y es casi exclusivo para Movilidad y también el sistema time-slicing.

La capa adicional de Codificación MPE-FEC (Multiprotocol Encapsulation-Forward Error Correction) trabaja con tramas IP y mejora mucho la recepción móvil por su entrelazado. En DVB-H las señales de la fuente de datos no son MPEG-2 sino tienen formato IP pero se multiplexan en el mismo Sistema de Transporte que DVB-T. El Sistema Time-Slicing es muy útil a la hora de ahorrar energía por lo que la carga de los dispositivos portátiles dura mucho más.

Este ahorro se produce cuando la señal DVB-H ingresa al Sistema de Transporte durante las ráfagas (cuando no se está transmitiendo señal DVB-T) y cuando se vuelve a transmitir DVB-T se realiza el handover.<sup>41</sup> En un principio la Recepción Portátil en DVB solo soportaba el formato SDTV y no HDTV, sin embargo con la introducción de un nuevo sistema DVB-T2 esto ya es posible pues este nuevo estándar agrega nuevos métodos de corrección de errores, sin dejar de lado ahorro de energía, y este estándar es parecido a ISDB pues tiene incluido recepción fija y móvil sin usar codificación adicional (DVB-H) por lo que en el futuro reemplazará a DVB-T mientras tanto se usará los dos estándares simultáneamente.

ISDB fue diseñado desde su concepción para recepción portátil, el entrelazado y la recepción parcial de un solo segmento (Segmento “0”, de 429 KHz) llamado “One - Seg” lo convierten en uno de los más aptos por su calidad y bajo costo en cuanto a equipos de recepción puesto que estos reciben un solo segmento en lugar de 13, por lo que el decodificador es mucho menos complejo. Es muy eficiente

---

<sup>41</sup> Sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente.

frente a ruido y multitrayectoria, se transmite en el mismo espectro que transmisión fija y móvil gracias a OFDM Segmentado, algo muy beneficioso es que la recepción de la señal es gratuita en terminales portátiles y no se necesita estar suscrito a ningún servicio, viene incorporado en el dispositivo y es independiente de otros servicios (telefónico, internet, etc).

En “One - Seg” al igual que en DVB-H se reduce consumo de energía en el receptor pero a través de la reducción de velocidad de procesamiento de datos en el receptor, en DVB esto se hace a través de Time-Slicing. La diferencia radica en la demodulación puesto que en DVB-H la velocidad de demodulación es igual que en DVB-T mientras que en ISDB la velocidad de demodulación de “One - Seg” es la octava parte respecto a la demodulación de los 12 segmentos sobrantes.

Un problema adicional con DVB-H es que aumenta el costo de los equipos portátiles y móviles por usar un Sistema de Codificación y Modulación adicional a DVB-T. Con DVB-T2 se ahorra un poco en estos rubros sin embargo algo que si se debe considerar es que no todos los equipos incorporan los diferentes tipos de DVB (DVB-T, DVB-C, DVB-S) y no hay equipos de conversión entre un tipo y otro. Por ejemplo equipos DVB-C (por cable) no pueden ser utilizado en un sistema de televisión terrestre (DVB-T) a menos que se cuente con un set top box DVB-C.

#### **4.1.2.9.9 Ancho de Banda Disponible.-**

Todos los estándares trabajan con bandas de 6 MHz. ATSC e ISDB lo hacen solo con ese ancho de banda de preferencia, y DVB puede operar con bandas de 5 (con limitaciones), 6, 7 y 8 MHz. El Estándar ATSC posee un ancho de banda activo de 5.38 Mhz con bandas de guarda de 310 Khz cada una, DVB tiene un ancho de banda útil de 5.71 Mhz y una banda de guarda 290 KHz (total) para 6 Mhz y para 8 MHz una banda útil de 7.61 MHz con una banda de guarda de 390 Khz, y finalmente ISDB con una banda activa de 5.57 MHz y una banda de guarda de 430 KHz (un segmento OFDM).

En DVB se puede trabajar con diversas bandas debido a que Circuitos integrados diseñados para realizar el procesamiento de banda base (codificación de canal y modulación OFDM) para un ancho de banda de 8 MHz, no tienen inconveniente para operar en bandas de 6 MHz (no viceversa).

#### **4.1.2.9.10 Eficiencia Espectral.-**

En todos estos estándares la transmisión produce energía fuera de los rangos mencionados anteriormente pero es considerada casi despreciable. Estos valores son solo referencia pues lo destacable es cuanta información útil se puede transmitir en el ancho de banda que se asigne. ATSC posee mucha mayor eficiencia espectral por cuanto al no poseer intervalo de guarda, utiliza todo el ancho disponible con una tasa fija de datos mientras que en DVB e ISDB al utilizar un intervalo de guarda la tasa de datos se ve disminuida y por ende la eficiencia espectral, si el valor del intervalo de guarda es mayor la tasa de datos es mucho menor a pesar de ser más segura como ya se conoce.

Si se calcula la eficiencia espectral en cada estándar para tasas de datos similares, se puede ver que la diferencia entre los diversos estándares no difiere mucho pero se debe recordar que se debe tomar en cuenta otros factores especialmente para DVB e ISDB como son intervalo de guarda, la banda en la que se trabaja, codificación interna, etc.

#### **4.1.2.9.11 Liberación del Espectro y Dividendo Digital.-**

Al implementarse la Televisión Digital en el Ecuador se liberará una gran cantidad de Espectro Electromagnético (Fig. 4.10), recurso escaso y muy útil, a esto se lo llama Dividendo Digital, y esto podrá utilizarse en otros servicios donde se lo necesita de manera urgente en sectores como Telecomunicaciones, Radiodifusión, Transporte Aéreo, Terrestre, Marítimo, Seguridad, Salud, Investigación Espacial, Comunicaciones Privadas, Climatología, etc. Esto es para cualquier estándar que se escoja.

El espacio de las bandas de guarda y los canales UHF superiores serán liberados y utilizados en Comunicaciones de Banda Ancha por ejemplo para proveer de internet a más personas en el país y con mayor facilidad. Los usos y la cantidad de espectro liberado dependerán de estudios técnicos, decisiones políticas y sociales.

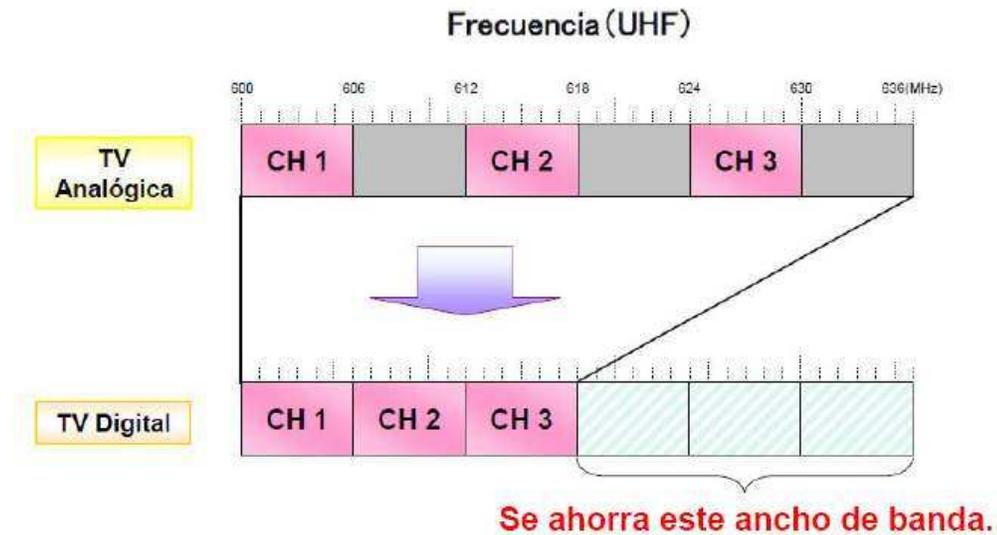


Fig 4.10 Ahorro de Espectro Radioeléctrico en la TV Digital

#### 4.1.2.9.12 Utilización de las Bandas de 6 MHz y 8 MHz en el Ecuador.-

En el Ecuador como ya es conocido se utiliza el Estándar de Televisión Analógica NTSC, que tiene una banda de 6 MHz, sería recomendable adoptar un Estándar de Televisión Digital con el mismo ancho de banda para facilitar la redistribución de frecuencias y el Simulcast aunque si se puede utilizar 8 MHz de ancho de banda, así se obtendría tasas de datos mayores que con 6 MHz. El radio de celda máximo que un determinado modo de sub-portadora (2k, 4k u 8k) puede soportar es 33% mayor (factor 8/6) en transmisiones de 6 MHz de ancho de banda que en 8MHz. Las áreas de cobertura correspondientes difieren en 77%.

La ventaja en el caso de 6 MHz resulta de la menor separación entre las sub-portadoras, lo que permite operar en canales con mayor selectividad en frecuencia. La desventaja de lograr mayor cobertura de esta forma es una reducción de 33%

en la tasa de datos, esto tanto para DVB como para ISDB. La banda de 8 MHz ayuda también por sus altas tasas de datos para la transición analógica a digital ya que así se transmite señales HDTV y SDTV hasta completar el Apagón Analógico.

#### **4.1.2.9.13 Simulcast.-**

Por Simulcast entendemos la transmisión simultánea de la señal de Televisión Analógica y Digital hasta el momento que se de el Apagón Analógico en 2019. Para analizar el Simulcast se debe tomar en cuenta la interferencia de la señal analógica sobre la digital en un canal adyacente y viceversa. Inicialmente los transmisores de Televisión Digital utilizarán la infraestructura de la Televisión Analógica, además si se usa la misma antena se debe considerar que las señales digitales y las analógicas serán combinadas en alta potencia (hasta que se de el Apagón Analógico) en una amplificador multicanal por lo que se puede tener problemas en el filtrado. Se puede indicar también que se puede usar las transmisiones en SDTV y HDTV simultáneamente hasta lograr el Apagón.

#### **a) Interferencia de Transmisión de Señal Analógica a Digital.-**

Esta interferencia no afecta la calidad de la imagen digital sino más bien disminuye el radio de cobertura (área de operación casi libre de errores o umbral de visibilidad). Una señal de interferencia al pasar por los entrelazadores de los distintos estándares toma la apariencia de ruido blanco, reduciendo la relación señal a ruido para el receptor.

#### **b) Interferencia de Transmisión de Señal Digital a Analógica.-**

El Simulcast está definido y solucionado en todos los estándares por lo que la señal digital y la analógica pueden ser transmitidas simultáneamente sin problemas. DVB e ISDB con la modulación OFDM tiene radiación fuera de banda, en la banda de 6 MHz, esta energía es menor al 1% de la energía total

transmitida, y la potencia se reduce con el cuadrado de la frecuencia, para mitigar esta radiación se usan filtros.

Así ISDB especifica una Máscara Espectral para mejorar este punto, pero principalmente compatibles con NTSC, mientras que DVB considera máscaras compatibles con PAL, NTSC y SECAM y la máscara espectral es mucho más restrictiva respecto a la de ISDB. ATSC emplea un filtro Nyquist en su modulación, por lo que teóricamente la radiación fuera de banda debe ser nula pero esto no siempre es así.

Estos problemas se evitan con una distribución eficiente del espectro hasta que llegue el Apagón Analógico, una opción puede ser manteniendo la banda VHF para transmisión Analógica y la banda UHF para Televisión Digital.

#### 4.1.2.9.14 Implementación de Redes SFN.-

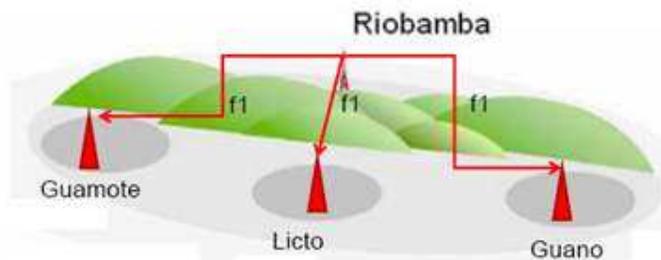


Fig. 4.11 Cobertura de Zonas Rurales mediante SFN

El uso de Redes SFN tiene muchos aspectos positivos así como ciertas desventajas, permite el uso de una sola frecuencia de transmisión, mejorando la recepción interior. Con varios transmisores de baja potencia se puede cubrir extensas áreas con un nivel de señal parejo y un menor número de canales, facilita el relleno de zonas oscuras con los reemisores y los intervalos de guarda.

La transmisión con este tipo de red necesita de una menor cantidad de potencia, por lo que existe un alto ahorro de energía, por ende una menor altura de las

antenas, y también reducción de interferencia hacia otros servicios. Con ello la señal puede llegar a zonas rurales con gran facilidad. Ver Fig. 4.11.

En una red SFN todos los transmisores están sincronizados en términos de bit, frecuencia y tiempo, es decir todos emiten lo mismo y en la misma frecuencia. Un único programa analógico utiliza 9 frecuencias, mientras con DVB o ISDB se podrían emitir 9 tramas, una por canal, conteniendo cada trama un número de programas según el modo seleccionado. DVB e ISDB fueron diseñados para redes SFN, con los últimos avances ATSC y su estándar A/110A, mejora su desempeño en este tipo de redes pero con ciertas limitaciones (uso de ecualizadores).

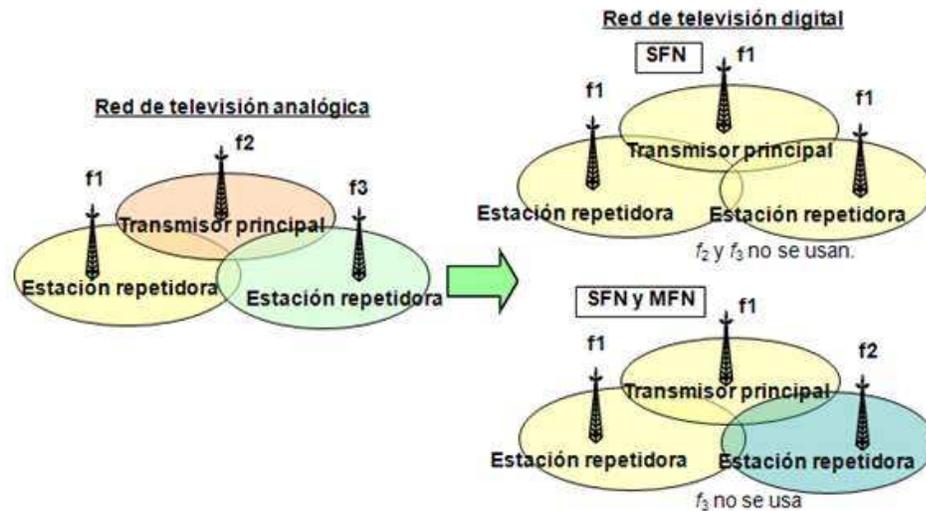


Fig. 4.12 Difusión de Señales en Redes SFN, MFN y SFN-MFN

Al transmitir diferentes programas en Redes SFN (si se transmite el mismo programa no hay ningún inconveniente) en una región dada, en las zonas de solape se pueden interferir, por lo que se debe distribuir los programas en un solo flujo de transporte en un estudio central, esto requiere que los contenidos se pasen de una red auxiliar a dicho estudio, los programas pueden o no pertenecer a la región.

En Redes MFN se utilizan varias frecuencias y en SFN una sola frecuencia, como se ve en la Figura 4.12 evitándose así interferencias y uso indiscriminado del

espectro. También en ciertos casos se puede combinar Redes MFN y SFN. Una de las desventajas claras en redes SFN es el uso de mayor cantidad de transmisores y la sincronización entre estaciones.

**a) En ATSC.-**

Para alcanzar esta sincronización en ATSC se necesita que las portadoras de RF sean iguales, los flujos de transporte deben ser idénticos, tener el mismo proceso de Codificación del flujo de transporte en los transmisores. Las diferencias en las frecuencias de portadoras producen que en el receptor las señales sufran de efecto Doppler, cambios en los flujos de transporte o en la Codificación hacen que exista Interferencia Co-canal, empeorando la calidad de imagen o afectando la eficiencia espectral.

ATSC no es tan eficiente en redes SFN porque carece de intervalos de guarda. De los tres modos de operación para SFN que indica este estándar, los repetidores digitales cubren zonas oscuras, los transmisores distribuidos son reemisores de una sola frecuencia pero con ciertas pérdidas y los traductores distribuidos son repetidores de Redes MFN.

**b) En DVB e ISDB.-**

Al igual que en ATSC el sincronismo entre estaciones debe darse basándose en frecuencias de las portadoras RF iguales, frecuencias de muestreo idénticas entre moduladores OFDM, flujos de transporte iguales y sincronizados entre estaciones. Diferencias entre las frecuencias de portadora o de muestreo causan una degradación en la señal recibida similar a una pérdida de S/N o a una Interferencia Co-Canal.

Si el sincronismo del flujo de transporte no es logrado, con suficiente precisión, las transmisiones de celdas adyacentes tendrán un efecto equivalente al de una propagación de multitraectoria mucho más dispersiva que la real existente entre

el transmisor local y el receptor. Si en cambio, dicho sincronismo no existe, transmisiones idénticas pero desfasadas de celdas adyacentes causarán Interferencia de Co-Canal (ICC) en la celda deseada. En ambos casos la consecuencia es ya sea una pérdida de eficiencia espectral (menor tasa de datos), o degradación de la calidad de la imagen y audio recibidos.

La operación de una red SFN es igual para estos dos estándares. La posibilidad de crear una red SFN constituye una de las grandes ventajas de un sistema basado en OFDM. Dado que la señal puede llegar a un receptor desde varios transmisores, dentro del intervalo del símbolo, se puede producir una suma de todas las señales de la red. Así, este efecto, produce una ganancia dentro de la red. Este concepto de ganancia de red tiene un factor aditivo. El factor aditivo se basa simplemente en el hecho que hay más de una señal útil y todas las señales se suman de manera constructiva.

Así mismo un mayor tiempo de guarda redundante en la mejora de la ganancia de nuestra red SFN dando así una alta probabilidad de cobertura. Para difundir emisiones locales o regionales este tiempo de guarda podemos considerarlo más pequeño; mientras para grandes redes SFN se hace necesario un intervalo mayor. El intervalo de guarda dependerá de la distancia entre repetidores, pues a mayor intervalo de guarda mayor distancia y viceversa. La forma de calcular esta distancia y los valores en los Estándares ISDB y DVB se indican en el ANEXO E3.

Además se puede notar que en la banda de 8 MHz se tiene menor cobertura con respecto a 6 MHz y también DVB posee mayor cobertura que ISDB sin embargo la diferencia no es tan relevante. Véase valores ANEXO E3 y D4.

#### **4.1.2.10 Acceso Condicional.-**

Los tres estándares ofrecen muchos servicios interactivos gratis como teletexto, información de programas, etc. sin embargo se ofrecen también servicios pagados

como internet, películas de estreno, etc. Estos servicios lo manejan los operadores de acuerdo a su criterio. DVB no estandarizó este aspecto por lo que los operadores pueden disponer como mejor les convenga, mientras en ATSC e ISDB si se lo hizo pero en ISDB el acceso condicional es obligatorio para todos los operadores, la decodificación en los STB se realiza solamente con el uso de una tarjeta B-CAS, por lo que la Televisión en este estándar es “Pay per View” sin costo alguno.

Cada estándar utiliza plataformas distintas, así ATSC para sus servicios interactivos se basa en ACAP<sup>42</sup>, DVB maneja MHP, ISDB opera con BML, y SBTVD-T lo hace con una plataforma creada por los brasileños llamada GINGA. La plataforma GINGA es la más actual y es una tecnología de código abierto.

#### **4.1.2.11 Servicios Adicionales.-**

En este punto podemos destacar el Servicio de Aviso de Emergencia EWS del Estándar Japonés ISDB, el cual posee un gran valor social debido al hecho de que si ocurre un potencial desastre natural o se requiere comunicar a la comunidad acerca de algo urgente, en los receptores fijos, móviles y portátiles se visualizará el aviso de alerta, para ello el servicio estará en modo de espera dentro del segmento parcial las 24 horas del día, pero se está investigando como reducir el consumo de energía sobre todo para receptores portátiles. En los otros estándares no se tiene este servicio por lo que es algo exclusivo de ISDB.

#### **4.1.2.12 Estudio Económico de los Equipos de Transmisión y Recepción de TDT.-**

A continuación se realiza un Análisis de los costos de Equipos para los consumidores y ciertos valores para las Estaciones de Televisión en la medida de lo posible pues se debe considerar que esta información se proporciona solo a nivel empresarial.

---

<sup>42</sup> Advanced Common Application Platform.

#### **4.1.2.12.1 Para los Consumidores.-**

El aspecto económico es uno de los más importantes a la hora de seleccionar el Estándar, especialmente en lo que se refiere a costos de los Set Top Boxes y Televisores Integrados, para analizarlos se toman en cuenta tres aspectos: el demodulador, el decodificador de canal, y el decodificador de transporte y de MPEG-2, todos ellos incluidos en el Set Top Box. Los demoduladores de los tres estándares son igual de complejos y el costo depende más de la demanda, el receptor de ATSC requiere un adicional que es el Ecuilizador, que es complejo dependiendo de la geografía de cobertura.

DVB presenta ventaja debido a que posee el mayor mercado en el mundo aunque ISDB y ATSC están aumentando su expansión en varios países, ATSC en Centroamérica e ISDB en Latinoamérica. El Sistema de Transporte es muy similar en los tres estándares por tanto los costos no presentarán mucha diferencia. Sin embargo para la decodificación y descompresión de información si se decide por el Estándar Brasileño, el valor total podría aumentar un poco por cuanto utiliza el sistema MPEG-4.

Los decodificadores ATSC son los más económicos de todos ya que utilizan una sola tasa de Codificación Interna siendo mucho menos compleja su arquitectura. DVB presenta un costo bajo ya que es el estándar más popular a pesar de incluir varias tasas de datos del Codificador Interno, ISDB tiene decodificadores un poco más costosos por su alta complejidad, aunque el decodificador es similar a DVB en su estructura, ISDB adiciona entrelazadores adicionales, y dispositivos de ajuste de retardo.

#### **a) Set Top Boxes y Televisores Integrados.-**

##### ***-Set Top Boxes.-***

En los ANEXO E3 a E9 podemos observar los diversos Televisores y STBs de los tres Estándares con sus respectivos costos transformados a dólares

estadounidenses. Basándonos en ello podemos establecer comparaciones y un resumen de los equipos consultados en las siguientes tablas:

Tabla VIII. Costos STBs en el Estándar ATSC

EQUIPO	ATSC
SET TOP BOXES	
HD ATSC TUNER HDTV, SDTV	\$ 104
TIVAX STB-T9 SDTV	\$ 45
Zinwell HDTV y SDTV	\$ 139
Echo Star SDTV TR-40	\$ 40
Samsung DTB-H260F HDTV	\$ 260
Coby DTV-140 HDTV	\$ 74,95
ATSC SW-7892 HDTV	\$ 139,95

Si en el Ecuador se adopta el estándar ATSC se podrían conseguir decodificadores SDTV en el orden de 40 a 45 dólares y decodificadores HDTV de 70 a 140 dólares aunque existen en el mercado hasta de 250 o 300 dólares (con muchos servicios adicionales). Véase Tabla VIII.

Si se opta por DVB se puede conseguir STBs SDTV que varían de 28 a 55 dólares, STBs HDTV de 40 a 100 dólares, y también decodificadores HDTV y SDTV que soportan MPEG-4 cuyo costo fluctúa entre 40 y 60 dólares. Ver Tabla IX.

Tabla IX. Costos STBs del Estándar DVB

EQUIPO	DVB
SET TOP BOXES	
Metronic SDTV 441802	\$ 41,09
Tiesseci SDTV	\$ 28
HD T210A HDTV	\$ 43
Shenzen Forever F888 SDTV MPEG-4	\$ 48,60
HD T220A HDTV MPEG-4	\$ 65,40
Labgear FV300 SDTV	\$ 37,00
Philips DTR220 SDTV	\$ 54,87
Corelink HD2602 MPEG-4/MPEG-2 HDTV	\$ 59,00
TVWALKER DTR-H800 HDTV/SDTV	\$ 70,50

Con ISDB se tienen decodificadores HDTV que van de 80 a 240 dólares, no se encontraron aquellos que posean el Sistema SDTV aunque si existen y su costo no presenta mucha diferencia. Con el estándar ISDB brasileño (SBTVD), existen en el mercado STBs entre HDTV 110 y 270 dólares, algunos de ellos soportan tanto HDTV como SDTV por lo que son muy flexibles. Véase Tabla X.

Tabla X. Costos STBs en los Estándares ISDB y SBTVD

EQUIPO	ISDB /SBTVD
SET TOP BOXES	
ISDB	
DX ANTENNA HDTV	\$ 82
LX-8005 HDTV	\$ 98
M.E. HDMI HDTV	\$ 116
Sony Quick Navy HDTV	\$ 238
SBTVD	
Zinwell Zbt-620c HDTV	\$ 172,45
PROVIEW xps-1000i HDTV	\$ 249,50
ISDB I-300 HDTV/SDTV	\$ 116
Philips DTR1007b	\$ 265

***-Televisores Integrados.-***

Tabla XI. Costos de Televisores Integrados en el Estándar ATSC

EQUIPO	ATSC
TELEVISORES INTEGRADOS	
Dynex SDTV DX-R20TV 20"	\$ 110
Philips SDTV 20PT9007D/17 27"	\$ 170
Naxa NX-556 HDTV 19"	\$ 274,98
Element Electronics HDTV 22"	\$ 342,10
Samsung SDTV LN22A330 22"	\$ 398,95
Philips HDTV 47PFL7403D/F7 47"	\$ 1.467,39

Para el Análisis se debe tener en cuenta los Televisores Integrados ya que algunas personas prefieren adquirir un televisor de alta definición o SDTV con el Set Top

Box incluido, por ello se hace referencia a los productos disponibles en los tres estándares.

Tabla XII. Costos de Televisores Integrados en el Estándar DVB

EQUIPO	DVB
<b>TELEVISORES INTEGRADOS</b>	
Toshiba HDTV 19AV615DB 19"	\$ 252,85
Samsung HDTV LE19B450C4 19"	\$ 233,23
Strato SDTV 19"	\$ 161,00
Samsung HDTV LE19B541C4 19"	\$ 246,95
Philips HDTV 22PFL3404D 22"	\$ 390,40
Panasonic HDTV TH-46PZ81E 46"	\$ 2.036,00
Toshiba Regza HDTV 32AV615DB 32"	\$ 411,59

Tabla XIII. Costos de Televisores Integrados en los Estándares ISDB y SBTVD

EQUIPO	ISDB/SBTVD
<b>TELEVISORES INTEGRADOS</b>	
<b>ISDB</b>	
Mitsubishi Real LCD-H46MZW75 46" HDTV	\$ 2.847
SONY BRAVIAKDL-46X1B HDTV	\$ 2.137
Orion LDA-190 19" HDTV	\$ 320
DX LVW-192 19" HDTV	\$ 372
<b>SBTVD</b>	
Toshiba 46XV500 46" HDTV	\$ 2.356
Toshiba HDMI 52XV500DA 52" HDTV	\$ 3.590
Philips LCD 42PFL7932D 42" HDTV	\$ 2.751

Los Televisores más vendidos van de 19 a 22 pulgadas, por lo que serán los que servirán para nuestro análisis, en ATSC encontramos Televisores Integrados de 19 pulgadas HDTV a 275 dólares aproximadamente (Tabla XI), en DVB tenemos Televisores de 19 pulgadas HDTV y SDTV que van de 160 a 250 dólares. (Ver Tabla XII) Con ISDB existen Televisores HDTV de este tipo entre 320 a 370 dólares. Y finalmente en SBTVD estos televisores todavía no son muy difundidos por lo que se puede comprar televisores más grandes como se ve en la Tabla XIII.

Los Televisores de otro tamaño, 27'', 42'', 46'' etc tienen costos variados en todos los estándares.

#### b) Gráficas de Costos de STBs.-

Las Tablas Comparativas de precios de Televisores y STBs se presenta para su respectivo análisis, cabe indicar que los costos de cada producto son costos promedio obtenidos en la página oficial de difusión de TDT en Perú. Las tablas se elaboraron en el programa Excel.

Tabla XIV. Costo Promedio SBTs SDTV para los tres Estándares

ESTÁNDAR	EQUIPO	COSTO
ATSC	SBT SDTV	\$ 40,00
DVB		\$ 38,00
ISDB		\$ 75

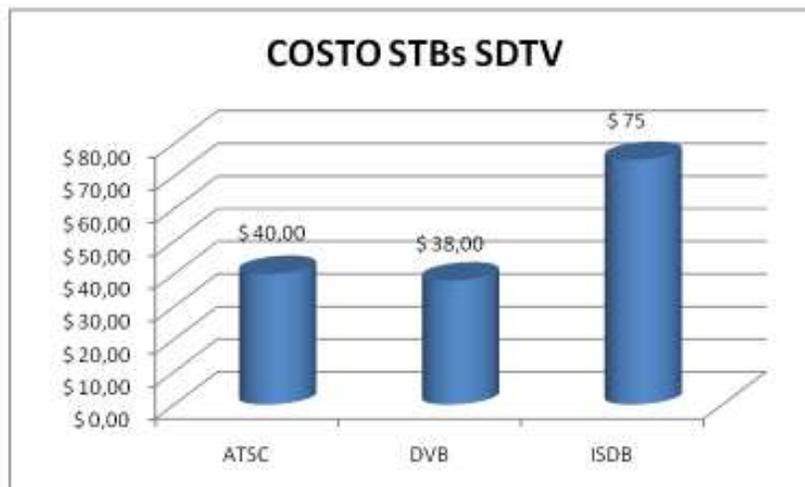


Fig. 4.13 Gráfica de Comparación de Costos STBs SDTV

Tabla XV. Costo Promedio STBs HDTV de los tres Estándares

ESTÁNDAR	EQUIPO	COSTO
ATSC	SBT HDTV	\$ 85,00
DVB		\$ 65,00
ISDB		\$ 105
SBTVD		\$ 115,00



Fig. 4.14 Gráfica de Comparación de Costos STBs HDTV

Tabla XVI. Costo Promedio STBs HDTV MPEG-4

ESTÁNDAR	EQUIPO	COSTO
DVB	STB HDTV MPEG-4	\$ 55,00
ISDB		\$ 210
SBTVD		\$ 250

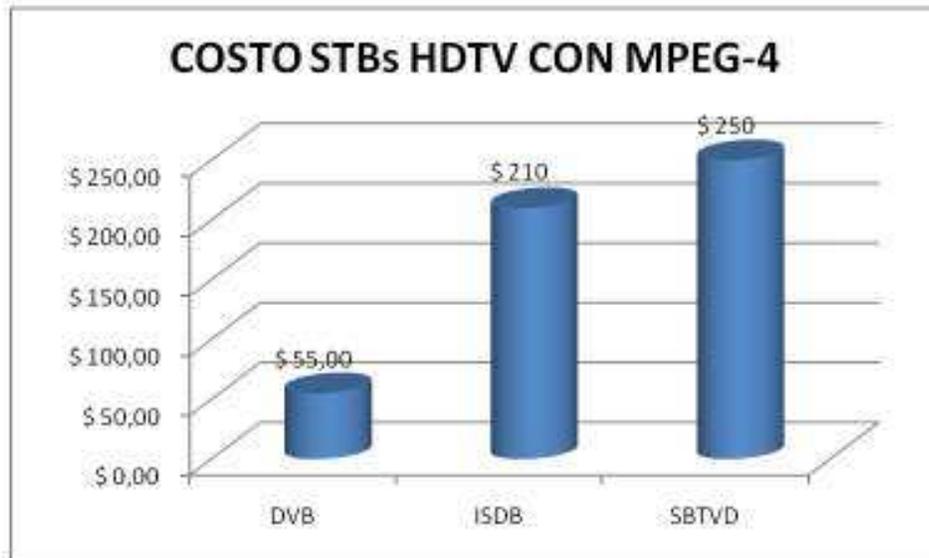


Fig. 4.15 Gráfica de Comparación de Costos STBs HDTV MPEG-4

Podemos ver que el Estándar más económico es el DVB pues tiene una gama en cuanto a precios de decodificadores, con un costo promedio de \$38 para decodificadores SDTV, \$65 decodificadores HDTV, \$55 decodificadores HDTV con MPEG-4. Los Set Top Boxes ISDB tienen un costo elevado, los decodificadores SDTV y HDTV en este sistema cuestan casi el doble que DVB. ATSC presenta costos económicos pero solamente en cuanto a STBs SDTV, similar a DVB, los STBs HDTV tienen un costo promedio pero se debe considerar que por las características del estándar se debe comprar prioritariamente HDTV. Véase Figuras 4.13 4.14 y 4.15 y las Tablas XIV, XV y XVI.

**c) Gráficas de Costos de Televisores Integrados.-**

Tabla XVII. Costos Promedio TV Integrados SDTV 19'' - 22''

ESTÁNDAR	EQUIPO	COSTO
ATSC	TELEVISOR INTEGRADO	\$ 140
DVB	SDTV 19'' - 22''	\$ 155

Realizamos una comparación entre los costos de televisores integrados en los tres estándares existentes, pero haciendo énfasis en los equipos más comunes a la hora de comprar, es decir televisores de 19 a 22 pulgadas.

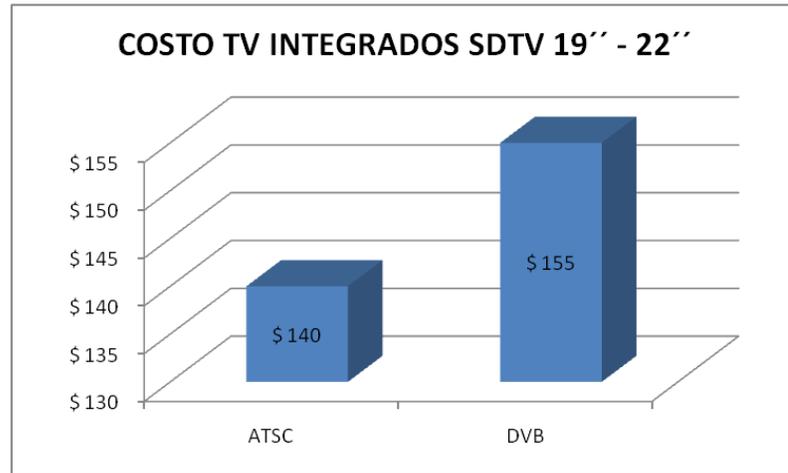


Fig. 4.16 Gráfica de Comparación de Costos de TV Integrados SDTV

Tabla XVIII. Costo Promedio de TV Integrados HDTV

ESTÁNDAR	EQUIPO	COSTO
ATSC	TELEVISOR INTEGRADO HDTV 19'' - 22''	\$ 330,00
DVB		\$ 245,00
ISDB		\$ 340

Nuevamente podemos ver que DVB es el estándar más económico en cuanto a Televisores Integrados, podemos encontrar televisores SDTV de \$155 y HDTV DE \$245, ATSC ofrece Televisores de costo moderado, los SDTV tiene un costo un poco menor a DVB, \$140, sin embargo los televisores HDTV son más costosos, \$330. ISDB no presenta mucha variación en costos de TV HDTV porque en este estándar se prefiere producir productos aptos para HDTV mayoritariamente, véase las Tablas XVII y XVIII, además de la Figuras 4.16 y 4.17.



Fig. 4.17 Gráfica de Comparación de Costos de TV Integrados HDTV

#### 4.1.2.12.2 Para las Estaciones de Televisión.-

En este apartado se examinará el costo que cada Estación de Televisión deberá afrontar, cabe destacar que no se encontró costos de los equipos de Transmisión como en el apartado anterior sino que se hará un análisis estimado de costos ya que estos no son proporcionados directamente a personas sino solo a empresas.

Para cualquiera de los tres estándares los equipos necesarios para generar la señal de Transmisión de Televisión Digital se requiere de: codificadores, multiplexores, moduladores, excitadores y amplificadores de potencia. Para el estudio se va a tomar equipos de potencia de 300 Watts para ATSC y de 600 Watts para DVB e ISDB que cubren un área similar.

Tabla XIX. Costos Estimados de Equipos de Transmisión de los Estándares de TV Digital

ESTÁNDAR	EQUIPO					TOTAL
	Codificador	Multiplexor	Modulador	Excitador	Amp. De Potencia	
300w ATSC	\$ 32.000	\$ 9.000	\$ 43.000	\$ 9.000	\$ 30.000	\$ 123.000
600w DVB	\$ 35.000	\$ 9.500	\$ 45.000	\$ 10.000	\$ 37.000	\$ 136.500
600w ISDB	\$ 37.000	\$ 10.500	\$ 50.000	\$ 10.000	\$ 37.000	\$ 144.500



Fig. 4.18 Costo Implementación de la TV Digital para Estaciones de Televisión

Como se puede observar en la Tabla XIX y la Fig. 4.18 el Estándar más económico para las Estaciones Televisivas es el ATSC, entre ISDB y DVB no existe mucha diferencia en cuanto al costo, hay una diferencia de \$ 8000 entre DVB e ISDB, una diferencia de \$21500 entre ISDB y ATSC, y una diferencia de \$13500 entre ATSC y DVB.

## 4.2 Resumen de las Características y Parámetros de los Estándares de TV Digital.-

Tabla XX. Resumen Características de los Estándares de TV Digital

ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL				
ESTÁNDARES	ATSC	DVB	ISDB	SBTVD-T
Origen	USA	Europa	Japón	Japón/Brasil
Acceso Condicional	ACAP	MHP	BML	GINGA
CODIFICACIÓN DE FUENTE DE DATOS				
VIDEO	MPEG-2			MPEG-4 AVC
AUDIO	Dolby AC-3	MPEG-2	MPEG-2 AAC	MPEG-4 AVC
MULTIPLEX Y TRANSPORTE	MPEG-2 Flujo de Transporte en Paquetes TS			
SISTEMA DE TRANSMISIÓN				
CODIFICACIÓN DEL CANAL				
Aleatorizador	Secuencia PRBS-16	Secuencia PRBS-15		
Codificador Externo/R-S	R-S(207,187 t=10)	R-S (204,188 t=8)		
Entrelazador Externo	Entrelazado de 52 bloques RS	Entrelazado de 12 bloques RS		
Codificación Interna	Codificación Trellis 2/3	Código Convolutacional 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8		
Entrelazador Interno	Entrelazado de Bits y de Símbolos	Entrelazado de Bits, Símbolos y Frecuencia	Entrelazado de Bits, Símbolos, Frecuencia y Tiempo (0 - 0,5 s)	
Modulación	8 - VSB	COFDM	BST-OFDM (13 segmentos)	
Intervalo de Guarda, Exceso de Ancho de Banda	11,5% Filtro Nyquist	Intervalos de Guarda: 1/4, 1/8, 1/16 y 1/32		
Modulación Jerárquica	No Disponible	QPSK,16-QAM,64-QAM	QPSK, DQPSK, 16-QAM y 64-QAM	
Modos de Transmisión	No Disponible	Modos 2k,4k y 8k	Modos 1k,2k y 4k	
Tasas de Datos (6 MHz)	19,39 Mbps	3,73 a 23,75 Mbps	Tasas Variables, con condiciones similares a DVB tenemos 3,65 a	

Tabla XXI. Resumen Parámetros de los Estándares de TV Digital

Parámetro	ATSC	DVB	ISDB	SBTV-D-T
FUENTE DE DATOS				
Video	Alto	Medio	Medio	Alto
Audio	Alto	Alto	Alto	Alto
HDTV	Alto	Medio	Alto	Alto
SDTV	Bajo	Alto	Alto	Alto
LDTV	Bajo	Bajo	Alto	Alto
MPEG-2	Alto	Alto	Alto	No presente
MPEG-4	Bajo	Medio	Medio	Alto
Multiplexión y Transporte	Medio	Alto	Alto	Alto
MODULACIÓN Y ASPECTOS ADICIONALES				
Nivel de PAPR	Bajo	Alto	Alto	Alto
Umbral C/N	Bajo	Alto	Alto	Alto
Tasas de Datos	Bajo	Alto	Alto	Alto
Área de Cobertura	Medio	Muy Alto	Alto	Alto
Inmunidad frente a Ruido de Impulso	Alto	Medio	Muy Alto	Muy Alto
Inmunidad frente a Ruido de Fase	No presente	Medio	Medio	Medio
Inmunidad frente a Interferencia de Tono	Bajo	Alto	Alto	Alto
Cobertura de Zonas Oscuras	Bajo	Medio	Medio	Medio
Inmunidad frente a Multitrayectoria	Bajo	Alto	Alto	Alto
Recepción Móvil	Bajo	Alto	Alto	Alto
Recepción Portátil	Bajo	Alto	Muy Alto	Muy Alto
Ancho de Banda Disponible 6,7 y 8MHz	Medio	Alto	Medio	Medio
Eficiencia Espectral	Alto	Medio	Medio	Medio
Liberación del Espectro y Dividendo Digital	Alto	Alto	Alto	Alto
Simulcast	Alto	Alto	Alto	Alto
Interferencia Señal Digital a Analógica	Alto	Alto	Alto	Alto
Interferencia Señal Analógica a Digital	Alto	Alto	Alto	Alto
Redes SFN	Medio	Alto	Alto	Alto
Acceso Condicionales	Medio	Medio	Medio	Alto
Servicios Adicionales	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Costo para Consumidores	Medio	Bajo	Alto	Alto
Costo para Estaciones Televisivas	Medio	Bajo	Alto	Alto

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES.-**

1.- En el Estándar ISDB a través de BST - OFDM y las técnicas de compresión MPEG-2 es posible dividir el ancho de banda en 13 segmentos, permitiendo así ahorrar espectro radioeléctrico combinando hasta tres flujos de información como pueden ser transmisión fija en formato HDTV o SDTV, portátil y móvil en el mismo ancho de banda. En el caso de DVB se logra transmitir canales fijos al igual que en ISDB mediante Modulación Jerárquica, en ATSC se privilegia un solo canal HDTV, aunque se puede transmitir SDTV pero no es de muy buena calidad. La transmisión portátil y móvil en estos dos estándares se da a través de un canal distinto.

2.- En transmisión televisiva un gran problema es el multitrayecto, en ISDB como en DVB esto se evita utilizando el intervalo de guarda que logra que las señales que chocan contra obstáculos con duración menor a dicho intervalo contribuyan a la señal resultante y no la degraden, obteniendo una imagen de muy buena calidad, lo que ayuda a transmisiones móviles, portátiles, difusión en ambientes urbanos, interiores, geografías accidentadas. En ATSC para evitar este multitrayecto se utiliza Ecuilibradores para compensar los efectos de canal pero la complejidad de estos equipos aumenta si la geografía del terreno es complicada, lo cual no conviene a nuestro país por sus características topográficas.

3.- La Modulación OFDM utilizada en ISDB y DVB presenta un alto nivel de PAPR y baja inmunidad sobre el canal AWGN, requiriendo una mayor relación umbral C/N para evitar errores lo que provoca una elevación en la Potencia de Transmisión mientras que en la Modulación 8-VSB estos niveles son más bajos y por ende en ATSC la Potencia necesaria se reduce. ISDB y DVB son más robustos frente a interferencia co-canal por tener gran cantidad de portadoras pues si se pierde la información de una de ellas esto no afecta a la señal en general, en cambio en ATSC que es un sistema monoportadora esto puede ser incierto.

4.- ISDB al igual que DVB es inmune al multitrayecto, sin embargo es más robusto frente al ruido de impulso y a ciertas interferencias, por lo que asegura la portabilidad y movilidad de forma eficiente, la recepción parcial o portátil se da en formato HDTV en un dispositivo como un celular, un PDA, una laptop, etc a través de uno de los 13 segmentos (“One Seg”) de la banda asignada lo que reduce el tamaño de las antenas y los receptores, facilita su demodulación, consume menor energía en los terminales, utiliza menor cantidad de frecuencias por que se transmite en un mismo canal y el servicio se ofrece de forma gratuita lo que no ocurre en los otros estándares.

5.- En cuanto a Recepción Móvil, ISDB es mucho mejor que los otros estándares pues reduce el Efecto Doppler mediante el Entrelazador de Tiempo y la Diversidad en Espacio en medios de transporte a gran velocidad. Además un dispositivo móvil puede recibir canales fijos o portátiles. En DVB en cambio la recepción móvil se da a través del mismo canal de recepción portátil y como no posee el entrelazador de tiempo no soporta velocidades muy altas, en ATSC este tipo de recepción aún se está implementando.

6.- DVB e ISDB son menos eficaces espectralmente que ATSC porque estos poseen intervalo de guarda, el cual merma la tasa de datos, aunque estas tasas son similares a ATSC no poseen tan buenas condiciones de propagación como dicho estándar. Las redes SFN compensan esta pérdida pues en ATSC por sus características no es muy difundida su implementación, mientras en DVB e ISDB

con el intervalo de guarda se logra una mayor cobertura pues existe una alta ganancia interna de la red lo que produce ahorro de espectro y potencia, permitiendo llegar a zonas rurales a través de varios repetidores mediante la conocida reutilización de frecuencias.

7.- A nivel económico el estándar más accesible para los consumidores es DVB, los costos son muy reducidos debido a que se encuentra implementado en muchos países, ATSC presenta un costo moderado e ISDB es el más costoso de todos por sus características intrínsecas y por no estar muy difundido. En cambio para las Estaciones de Televisión ATSC es la mejor opción dado el costo de los transmisores.

## **5.2 RECOMENDACIONES.-**

1.- El Ecuador debería considerar la posibilidad de adoptar el Estándar de Televisión Digital ISDB porque es el que mejores condiciones ofrecería al país tanto a nivel de servicios, imagen, interactividad y recepción gratuita en automóviles, buses, celulares, cámaras, etc lo que es de mucha importancia para los ecuatorianos por su uso y difusión para reducir la brecha tecnológica.

2.- En el caso de que se optara por el Estándar Japonés se podría además tener en cuenta en el estudio su variante, el Estándar Brasileño SBTVD pues a pesar que posee casi las mismas características que ISDB, la compresión y codificación en MPEG-4 en lugar de MPEG-2 es muy compacta pues ahorra un 50% más de espectro que ISDB, proporcionando una imagen de altísima calidad y definición asimismo es la opción que se tendrá a futuro en los STBs y transmisores. El Middleware también es distinto ya que los brasileños desarrollaron GINGA en lugar de BML, un interfaz libre que permitirá infinidad de aplicaciones interactivas, como teleeducación, telemedicina, etc.

3.- A pesar de que ISDB es el estándar más costoso, en los últimos meses se ha expandido en Latinoamérica pues la mayoría de estos países lo han adoptado,

entre ellos Brasil, Perú, Chile, Venezuela, Argentina, por lo que se lograría establecer políticas internacionales de mercado que bajarían mucho los costos de equipos de transmisión y recepción. Con un estándar común también se empezaría a manufacturar los equipos en nuestro continente ofreciendo así fuentes de trabajo, financiamiento para la adquisición de nuevos módulos para los canales de Televisión y plantear una alianza en cuanto a Teledifusión.

4.- Un aspecto común para todos los Estándares a la hora de su implementación es que se obtendría un ahorro de espectro porque no hay necesidad de dejar canales libres para evitar interferencia por lo que se recomienda que la distribución y el uso futuro del dividendo digital que se obtenga debe ser regulado y concesionado tanto para radiodifusión como otros servicios inalámbricos como internet, telefonía móvil, radiocomunicaciones privadas, etc a través del Estado y el CONARTEL de una forma eficiente, que beneficie a todos los ecuatorianos.

5.- Utilizar la banda de VHF para la migración hacia la Televisión Digital, manteniendo en esta banda la Televisión Analógica y en la banda UHF comenzar de a poco a transmitir TDT. Por otro lado con el tiempo se deberá utilizar la banda VHF para servicio móvil y portátil por sus mejores condiciones de propagación y porque la pérdida de potencia por distancia es menor que en UHF.

6.- Establecer un límite de tiempo para que se produzca el Apagón Analógico, con el objetivo de que los consumidores adquieran su decodificador o televisor integrado para disfrutar de la Televisión Digital, tiempo que servirá a las Estaciones para implementar el Sistema y planificar los contenidos a través de un cronograma apropiado proporcionado por el Estado.

7.- En el caso de que Ecuador se decidiera por el Estándar DVB, hay que recordar que para recibir los distintos formatos del mismo como por ejemplo DVB-S (Satélite), DVB-C (Cable) necesita de STBs adicionales lo que incurre en mayores costos, no así en ISDB que recibe todos los formatos como son ISDB-T, ISDB-C, ISDB-S, ISDB-Tsb con un solo STB.

## **CAPÍTULO VI**

### **LA PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Informativos.-**

El presente Trabajo titulado “ESTUDIO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL PARA COMPARACIÓN DE SUS ESTÁNDARES” beneficiará a todos los habitantes de la República del Ecuador por su impacto e importancia tecnológica y social. El Estudio se inició el 26 de Agosto de 2009 y se lo terminó el 26 de Febrero de 2010 a cargo del Estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones RICARDO DAVID GÓMEZ PAREDES con la asesoría del Ing. Mario García.

El Costo Estimado en el Estándar ISDB para la ejecución del proyecto consta de dos escenarios, el primero de ellos es el Costo para las Estaciones de Televisión que ascendería a \$144500 para cada una de ellas, y el otro escenario es el de los Consumidores que si se realizan convenios internacionales podrían conseguir STBs de \$30 a \$40.

#### **6.2 Antecedentes de la Propuesta.-**

Existen tres estándares predominantes a nivel mundial, el Americano ATSC, el Europeo DVB y el Japonés ISDB (se debe tener en cuenta además el Brasileño SBTVD). ATSC es el mejor estándar para la transmisión de HDTV, ISDB y DVB

ofrecen múltiples programas HDTV y SDTV dentro del mismo canal permitiendo así un buen uso del espectro. ISDB y DVB son más inmunes al multitrayecto, lo que ayuda a transmisiones móviles, portátiles, geografías complicadas y entornos urbanos, ATSC para evitar este efecto utiliza Ecuilibradores pero su complejidad aumenta si la geografía de cobertura es complicada como en el Ecuador.

La Modulación OFDM presenta un alto nivel de PAPR y requiere mayor C/N para evitar errores, 8-VSB no presenta estos problemas por lo que ISDB y DVB requieren mayor Potencia de Transmisión que ATSC. El Estándar más económico es el europeo tanto para Consumidores como para las Estaciones de Televisión, ATSC tiene un costo moderado e ISDB es el más costoso.

La Recepción Portátil es muy buena en ISDB por su inmunidad al multitrayecto, ruido impulsivo e interferencias, es receptada gratuitamente en uno de los 13 segmentos en lo que se divide al ancho de banda, lo que reduce el tamaño de los receptores y antenas, consume menor cantidad de energía. La Recepción Móvil en ISDB reduce el efecto Doppler por lo que puede ser captada a grandes velocidades.

ATSC tiene mayor eficiencia espectral que DVB e ISDB porque no utiliza el intervalo de guarda. Las Redes SFN contribuyen a cubrir zonas alejadas con una sola frecuencia con menor cantidad de potencia, pero estas se comportan de mejor manera en DVB e ISDB por el uso de dicho intervalo que aprovecha el multitrayecto como ganancia de la red. La SUPERTEL en ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca realizó pruebas tanto del estándar DVB como ISDB con el fin de emitir un informe acerca de cual es el más apto para el país sin embargo esto se encuentra todavía en proceso.

### **6.3 Justificación.-**

Luego de realizar el presente estudio, el Estándar con mejores servicios, características de transmisión, calidad de imagen, entre otras ventajas es ISDB. En

este Estándar mediante la modulación OFDM Segmentada se puede asignar varios segmentos a un servicio determinado, y ajustar los parámetros de transmisión (como la tasa de codificación, la profundidad de entrelazado, etc.) individualmente de acuerdo a las necesidades y objetivos de los servicios.

Por ejemplo transmitir en 12 de los 13 segmentos del ancho de banda un canal HDTV para poder observar películas de estreno, eventos deportivos o varios canales SDTV con programación múltiple dependiendo de la zona a cubrir, estos canales pueden ser captados en receptores fijos como son los STBs y Televisores Integrados, consiguiendo un ahorro de espectro muy necesario para el país porque en la actualidad se encuentra saturado ante el aumento vertiginoso de estaciones de difusión.

Las condiciones geográficas del Ecuador especialmente en la Sierra hacen que la transmisión sea muy complicada, ISDB por ser inmune a multitrayecto, interferencias, ruido impulsivo brinda una recepción con una imagen sin degradaciones, con calidad DVD.

La transmisión móvil y portátil en ISDB se da en el mismo ancho de banda asignado para transmisión fija, lo que contribuye aún más a economizar frecuencias. En el Ecuador casi todos sus habitantes tienen celulares, por lo que mucha gente con este estándar podría disfrutar de TDT en un solo segmento del ancho de banda en estos equipos así como también en laptops, cámaras, PDAs, etc, de forma gratuita, en formato HDTV, con un consumo de energía mucho menor.

Adicionalmente diariamente hay miles de personas que viajan en automóviles, buses y al único medio de comunicación que pueden acceder sin problemas es la Radio, pues la recepción de Televisión se degrada a medida que la señal se desplaza, con ISDB esto se soluciona ya que se recibe una señal íntegra que soporta altas velocidades.

ISDB al igual que DVB posee mejor desempeño en redes de distribución SFN, ahorrando espectro adicional, consumiendo menor cantidad de potencia respecto a la Televisión Analógica debido a la ganancia provocada por el intervalo de guarda, pero esta reducción de potencia radica en un aumento de transmisores para cubrir una zona equivalente, sin embargo aunque es más costoso esto permite llegar a zonas alejadas que actualmente están restringidas de este servicio.

Este Estándar es el único que agrega el sistema de advertencia EWS, que prevendrá a los habitantes de posibles desastres naturales o eventos de mucha importancia a través de un broadcast a receptores fijos, portátiles y móviles con un bajo consumo de energía. La Interactividad de este sistema creará un nuevo acceso a servicios como Internet, teletexto, tele concursos, tele educación, etc.

En el Ecuador también existen personas que han contratado servicios pagados de Televisión por Cable, por Aire y por Satélite, los creadores de ISDB pensando en ello crearon formatos para estos modos de recepción, pudiendo disfrutar de Televisión Digital Terrestre y el servicio que hayan adquirido previamente en un mismo STB.

Finalmente Ecuador podrá gozar de más beneficios al adoptar SBTVD que tiene las mismas características que ISDB pero tiene mayor cantidad de canales y ahorro espectral debido a que se basa en la técnica MPEG-4, además casi toda la región de países Latinoamericanos lo han acogido con lo que a pesar de ser el estándar más costoso, se han firmado muchos acuerdos que reducirán los precios porque existen mayor cantidad de consumidores.

## **6.4 Objetivos.-**

### **6.4.1 Objetivo General.-**

Explicar las razones porque el Estándar Japonés ISDB es el sistema ideal para el Ecuador.

#### **6.4.2 Objetivos Específicos.-**

- Determinar las características principales de ISDB así como la factibilidad de su adaptación en diversos aspectos en el territorio.
- Exponer las etapas y actividades que se deben realizar para el Estudio Técnico e Implementación del Sistema ISDB.

#### **6.5 Análisis de Factibilidad.-**

En la actualidad contamos con un Sistema de Televisión Analógico cuyo Estándar es NTSC con un ancho de banda de 6 MHz, con capacidad para transmitir un solo canal SDTV a color a través de Redes MFN. La Portabilidad y Movilidad aunque es posible, la imagen sufre muchas pérdidas y degradaciones.

A nivel político y legal el Presidente de la República ha modificado el Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión con el fin de que por medio de la SUPERTEL se realicen pruebas en varias ciudades y un análisis técnico y económico con el fin de determinar cual es el estándar que el Ecuador debe acoger.

El Medio de Comunicación más difundido y más importante en la actualidad es la Televisión, por tanto constituye un ente eminentemente social, el sistema analógico actual hace que el espectador sea un sujeto pasivo pues solo puede mirar sin tener una participación activa sobre los contenidos de los programas.

Con la Televisión Digital, en este caso del Estándar ISDB, el consumidor podrá interactuar con el televisor, accediendo a internet, haciendo compras, participando en encuestas, programas educativos, escogiendo los programas que desea observar, promoviendo la inclusión social y generalizando el acceso a las comunicaciones de la población menos favorecida.

La Introducción de la Televisión Digital con el estándar ISDB tendrá un costo alto para los Consumidores y Estaciones de Televisión, en razón de ello Brasil ha anunciado una iniciativa diplomática para que los países de América del Sur se decidan por al sistema japonés de TV digital, así se podría crear un sistema regional para producir STBs a escala continental con costo mucho menor, además se podrían crear planes de financiamiento para consumidores y Estaciones de TV.

La Implementación del Sistema de Televisión Digital en el país es factible por cuanto si se toma como referencia la experiencia de ISDB en otros países latinoamericanos que tienen una topografía similar a Ecuador como Chile, Argentina, podemos ver que se ha acondicionado sin dificultades.

Los consumidores al adquirir solamente un televisor integrado o un decodificador conectados a la misma antena interior o exterior pueden receptor TDT. Las Estaciones de Televisión deben cambiar sus transmisores e infraestructura de red actual, pudiendo mantener algunas de las antenas transmisoras actuales.

## **6.6 Fundamentación Científica – Técnica.-**

### **6.6.1 Estándar de Televisión Digital Japonés ISDB.-**

El Estándar ISDB cuyas siglas significan Servicios Digitales de Radiodifusión Integrados, desarrollado en Japón por la el grupo DIBEG (Grupo de Expertos de Radiodifusión Digital), que tomaron como base para su desarrollo a DVB.

#### **6.6.1.1 Servicios y Características de ISDB.-**

- ISDB transmite sobre canales de 7, 8 MHz pero preferentemente en 6 MHz, y está diseñado para transmitir información digital con tasas de datos de 3.65 a 23.23 Mbps. Puede transmitir un canal HDTV o varios canales SDTV.
- Transmisión de un programa HDTV o múltiples programas SDTV.

- Multimedia e Interactividad.
- Recepción Portable y Móvil con alta calidad de audio, video y datos.
- Redes de Frecuencia Única (SFN).
- Operación en Modo Jerárquico, lo cual permite transportar en el mismo ancho de banda, un flujo de datos para recepción fija, un flujo de datos para recepción móvil y portátil.

#### **6.6.1.2 Transmisión Jerárquica en ISDB.-**

Para la codificación, compresión y multiplexión de datos utiliza MPEG-2. Al igual que en DVB se utiliza Modulación COFDM con tres modos distintos 1k, 2k, 4k, cada uno de ellos con diferente número de portadoras. A diferencia de DVB, en este estándar la Transmisión Jerárquica divide la banda de 6 MHz en 13 subbandas (segmentos) (Fig. 6.1). Un segmento de este canal tiene un ancho de aproximadamente 429 kHz, lo que significa un ancho de banda útil de aproximadamente 5,57 MHz y la señal se presta entonces para la transmisión en un canal de 6 MHz.

Estos 13 segmentos del espectro OFDM pueden combinarse en grupos, entonces se habla de diferentes capas. Estas capas posibilitan la transmisión jerárquica del ISDB. En un canal se pueden transmitir hasta tres capas (A, B, C) al mismo tiempo, cada una puede tener contenidos diferentes. Para cada capa, las tasas de código del codificador interno, la longitud del entrelazado en el tiempo, el tipo de modulación y el número de segmentos por capa, pueden ser escogidas.

Para la transmisión de alta calidad se agrupan los 13 segmentos en una sola capa. Para un receptor de ancho de banda estrecho, por ejemplo para un terminal móvil, que sólo puede recibir programas de menor calidad, está prevista una capa con un sólo segmento. Este segmento está siempre ubicado en el centro del canal de 6 MHz (Fig. 6.1) y puede ser recibido fácilmente gracias a su ubicación y ancho de aproximadamente 429 kHz. Sin embargo, es una señal de recepción completa.

El estándar permite configuraciones para toda necesidad. Un posible escenario para un canal de 6 MHz con tres capas (A, B y C) podría ser: Un receptor de TV estacionario que recibe un programa HDTV (capa C, siete segmentos), receptores de TV móviles en un autobús que reciben la imagen de TV en una resolución inferior (capa B, cinco segmentos) y receptores portátiles, en el formatos de teléfonos móviles que reciben el mismo programa de TV en una resolución inferior (capa A, recepción parcial, un segmento). Además, se pueden transmitir informaciones adicionales en el programa en curso que el telespectador puede descargar según sus necesidades.

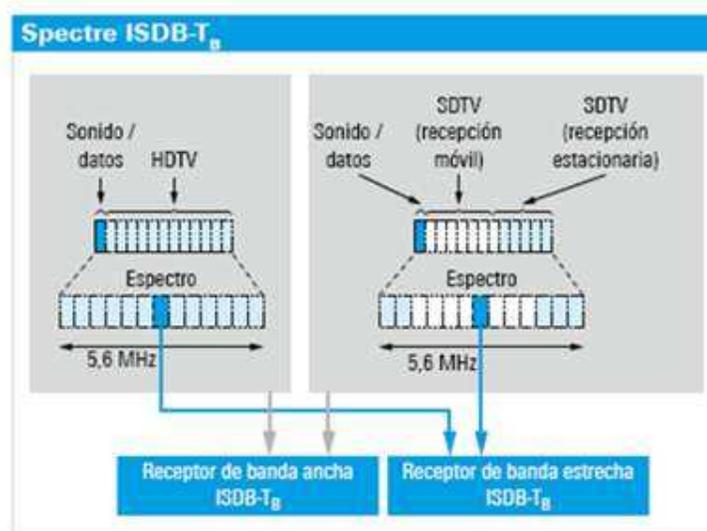


Fig 6.1 Espectro de ISDB-T y SBTVD-T, Transmisión Jerárquica y Recepción Parcial.

### 6.6.1.3 Codificación de Canal.-

Básicamente cada codificación de canal cuenta con tres ramas idénticas. Primero, el TS (Transport Stream) que recorre el Codificador Externo y se convierte en una trama de datos protegida contra errores. En la salida hay un splitter que a partir de información de control, distribuye cada uno de los paquetes de TS a las capas de hasta tres jerarquías. Entonces, los bloques siguientes, es decir, dispersión de energía, ajuste de retardos, entrelazado a nivel de byte y codificación convolu-

cional están disponibles para las tres ramas respectivamente. A la codificación del canal le sigue la modulación. Véase Fig. 6.2.

#### 6.6.1.4 Modulación.-

Consta de un entrelazado por bits (Fig. 6.2) con compensación del retardo y el mapeo en el diagrama de constelación de la modulación. La constelación en ISDB puede ser DQPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM. Después de la modulación, los complejos datos mapeados de cada una de las tres ramas se reúnen, siguiendo una lógica determinada, en una trama de datos en serie. Luego, a través de intercalar tiempo y frecuencia se forma la trama OFDM. A la trama OFDM, igual que en DVB-T, se añaden en posiciones distintas del símbolo, la portadora piloto, la portadora TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) y la portadora AC (Auxiliary Channel).

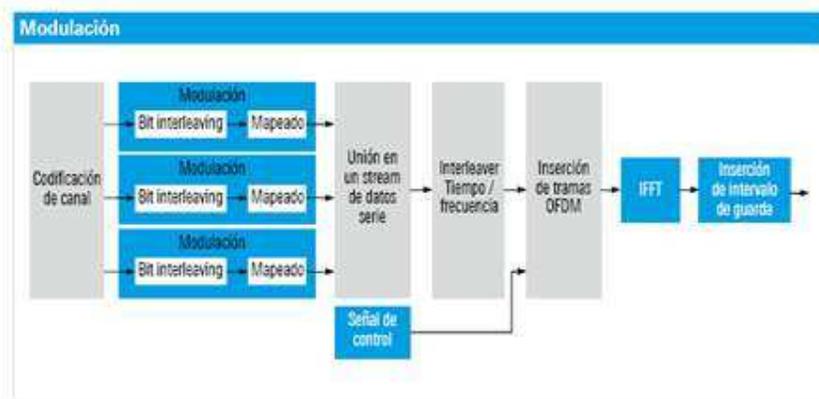


Fig 6.2 Principio de Modulación en el Estándar ISDB-T

La IFFT (transformada rápida inversa de Fourier) típica de OFDM se lleva a cabo después de la formación de las tramas. Las longitudes de la IFFT de 2k, 4k y 8k dependen del modo elegido en el ISDB. Para terminar, los símbolos OFDM se alargan con uno de los cuatro diferentes intervalos de guarda (1/4, 1/8, 1/16 o 1/32).

#### **6.6.1.5 Canal de Retorno.-**

En principio, esta interactividad necesitaba la red telefónica para el enlace usuario-emisora, pero se normalizó el canal de retorno, por lo que los receptores de televisión digital terrestre se encargan de enviar, vía radio, los datos desde el terminal del usuario hasta la emisora.

El sistema funciona de modo similar a la red de telefonía móvil. De hecho, utiliza una red celular para que los receptores de usuario puedan transferir los datos hacia la emisora, con un nivel muy bajo de potencia. De esta forma, el sistema de comunicación consta de dos canales, uno descendente, que transmitirá los servicios de televisión y datos desde la emisora, y otro ascendente, por el cual el espectador podrá enviar la información que desee, desde una simple votación hasta solicitar una página de Internet.

El canal de retorno utiliza un ancho de banda de 1 MHz y modulación COFDM, igual que el canal principal. Sus portadoras pueden estar separadas 1, 2 o 4 kHz, según el tamaño de la célula de transmisión y, por lo tanto, de la robustez necesaria para garantizar una transmisión libre de errores. La potencia máxima del canal de retorno es de 500 mW.

#### **6.6.1.6 Estándar Brasileño SBTVD-T.-**

Brasil utiliza actualmente un sistema analógico de TV (PAL-M) que es levemente diferente del de cualquier otro país, ha elegido el estándar ISDB-T para su formato de TDT, llamándolo SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital-Terrestre) o ISDB-Tb (Built-in/construido).

Este es un estándar de transmisión para la radiodifusión digital terrestre. En el lado del transmisor, los cambios en comparación con el estándar de TV digital japonés, se encuentran en su mayor parte en los patrones de transmisión y canales de emisión, los cuales se han ajustado a los requerimientos de Brasil.

ISDB-T utiliza esquemas de compresión de video y audio MPEG-2 y fue diseñado específicamente para esta compresión. En el acuerdo con Brasil se estableció que el sistema de compresión sería H.264 (MPEG-4 AVC) y no MPEG-2 esta modificación y otras derivadas de algunas diferencias menores en las normativas de ambos países, dio origen a un ISDB-T modificado que en Brasil le denominan SBTVD-T (Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre) pero en verdad la diferencia esta en que la compresión cambia y es la del MPEG-4 en tanto que la estructura del transporte sigue siendo del MPEG-2.

Otra diferencia es el middleware o software de soporte de aplicaciones distribuidas o intermediario, que permite que las aplicaciones interactivas para TV Digital sean independientes de las plataformas de hardware de distintos fabricantes. Este es un desarrollo propio de Brasil y se conoce como GINGA. En cuanto al costo adicional derivado de la necesidad de decodificar el MPEG-4 siendo que todos los receptores decodifican MPEG-2, representa menos del 10% del valor del receptor y se espera que con las compras masivas esa diferencia se vea significativamente reducida.

La Red O'Globo transmite desde mayo de este año con un transmisor de 15KW en simulcasting sumado su canal analógico sobre una misma antena. El acuerdo con Japón implica la cooperación tecnológica por medio de transferencia de tecnología, la ayuda y cooperación en la definición de políticas industriales en la fabricación de semiconductores y su financiación, el asesoramiento en el desarrollo de nuevos negocios basados en la TV Digital y la capacitación de recursos humanos.

Los patrones de codificación de audio y vídeo utilizada en las transmisiones móviles no se corresponden con los utilizados en el sistema japonés: Existen las siguientes diferencias en la recepción móvil (1SEG):

- Japón: Video H264 a 15fps; Audio HE-AAC v.1 baja complejidad.
- Brasil: Video H264 a 30fps; Audio HE-AAC v.2 baja complejidad.

Por lo tanto, los dispositivos móviles importados de Japón no trabajarán adecuadamente con el estándar ISEG brasileña. Los dispositivos mostrarán las imágenes en "cámara lenta" y no tendrán audio o el audio sería bajo.

### **6.7 Modelo Operativo.-**

A continuación se presenta el Plan de Acción para la Implementación del Sistema de Televisión Digital ISDB:

- Ejecución de Pruebas en diversas áreas del país de los Estándares disponibles actualmente.
- Estudio económico, social, técnico y geográfico con el fin de determinar el Estándar que más se adecua a las necesidades del Ecuador.
- Legalización del Estándar adoptado, así como el cronograma para la implementación del sistema y el Apagón Analógico.
- Elaboración del plan de asignación de frecuencias para las Estaciones de Televisión y otros servicios.
- Implementación del Sistema de acuerdo al cronograma establecido por la SUPERTEL.
- Establecimiento de políticas de regulación de contenidos de los programas de televisión digital, además de acuerdos económicos y de colaboración internacional.

Más adelante se presenta un posible cronograma de implementación de TDT con los puntos principales. Los equipos necesarios para implementar ISDB, así como una variedad de receptores y televisores se presentan en el ANEXO F10.

#### **6.7.1 Etapas para la Transición hacia la Televisión Digital en el Ecuador.-**

Existen muchas formas de empezar a implementar TDT, sin embargo una forma práctica de su Implementación es hacerlo teniendo en cuenta el tamaño del Área de Cobertura, es decir desde las ciudades más grandes hasta las más pequeñas.

Tabla XXII. Etapas de Implementación de ISDB en el Ecuador

ETAPA	ÁREA DE COBERTURA
1ra	Ciudades más grandes: Quito y Guayaquil
2da	Región Sierra y Costa: Capitales de Provincia
3ra	Cantones y Zonas Rurales
4ta	Región Amazónica
5ta	Galápagos



## **Bibliografía.-**

### **Textos y Revistas.-**

- MÁRQUEZ.J (2004), Principios de las Comunicaciones. Tercera Edición. Publicaciones de la Facultad de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Mérida.
- SUPERTEL (2009) Revista Institucional de la Superintendencia de Telecomunicaciones N° 4. Quito, Ecuador.
- TOMASSI WAYNE (2003), Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Cuarta Edición. Prentice Hall. México.
- COUCH II LEON W (2003), Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos. Quinta Edición. Prentice Hall. México.
- SIERRA PÉREZ.M., SIERRA CASTAÑO.M, GALOCHA IRAGUEN.B, FERNÁNDEZ JAMBRINA.J.L (2003). Electrónica de Comunicaciones. Primera Edición. Prentice Hall. Ribera del Loira, Madrid.
- CRESPO CADENA.C. (2008), Radiocomunicación. Primera Edición. Prentice Hall. Ribera del Loira. Madrid.

### **Páginas de Internet.-**

- <http://www.monografias.com/trabajos5/siste/siste.shtml> (*Sistemas de Televisión a Color*)
- <http://arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/vhf.html> (*Estándar Analógico de Televisión NTSC*)
- <http://www.conartel.gov.ec> (*Definición Sistema Simulcast*)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/> (*Definiciones Señal Digital, TDT, Set Top Box, Características del Sistema de Audio AC-3, Antecedentes Generales y Recepción Portátil en DVB*)
- <http://www.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/dtvantennas.html> (*Antenas para Televisión Digital*)
- <http://www.canaltopdigital.com/hdtv/> (*Sistemas de Televisión Mejorada y de Alta Definición*)

- <http://www.asenmac.com/tvdigital2/estilo.css> (*Difusión de las Señales de Televisión Digital, Conversión Analógica en ATSC, Codificación en ATSC*)
- <http://www.dictuc.cl/> (*El Sistema ATSC y sus Subsistemas, El Sistema DVB-T y sus Subsistemas, Codificación en el Estándar ISDB-T, Subportadoras en ISDB, DVB-H*)
- <http://www.atsc.org/history.html> (*Especificaciones Técnicas del Estándar ATSC*)
- [www.zenith.com/digitalbroadcast/downloads/ATSC%20Field%20Test%20Results.pdf](http://www.zenith.com/digitalbroadcast/downloads/ATSC%20Field%20Test%20Results.pdf) (*Modulación 8-VSB*)
- <http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/forotv/ponencias/ATSC%20Robert%20Graves.pdf> (*Redes de Frecuencia Única en ATSC*)
- <http://www.dvb.org/> (*Codificación de Canal en DVB, Conversión Analógica en el Estándar Digital DVB, Portadoras Piloto y Tramas OFDM, Capacidad de Canal y Modos de Transmisión en DVB*)
- <http://ftp.bbc.co.uk/rd/pubs/papers> (*Entrelazador Interno del Estándar DVB*)
- <http://www.tdt-aguilas.com/Guia%20instalador%20COFDM.pdf> (*Técnica de Modulación OFDM*)
- <http://www.enter.es/enter/mybox/cms/10826.pdf> (*Recepción en ATSC*)
- <http://www.grp.tsc.uvigo.es/~mirentxu/PR9.pdf> (*Operación de Redes SFN con el Estándar DVB, Recepción en DVB*)
- [http://www.rthk.org.hk/mediadigest/md9809/sep\\_05.html](http://www.rthk.org.hk/mediadigest/md9809/sep_05.html) (*Características Generales del Estándar ISDB*)
- <http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43> (*Portadoras Piloto y Tramas en ISDB, Parámetros de la Señal de Transmisión en DVB*)
- <http://www.dibeg.org/> (*Transmisión Jerárquica en ISDB, Entrelazado y Portadoras en ISDB-T, Servicio “One Seg”*)
- [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/sb\\_ej.html](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/sb_ej.html) (*Tasas de Datos, Características Espectrales, Transmisión en Terminales Móviles y Portátiles, Red SFN en ISDB*)

- <http://www.supertel.gov.ec> (*Estaciones de Radiodifusión y Televisión en el Ecuador*)
- <http://www.ce.org> (*Televisores Integrados ATSC*)
- <http://www.ebay.com> (*Televisores Integrados ATSC*)
- <http://www.amazon.com> (*Televisores Integrados ATSC, Set Top Boxes ATSC*)
- <http://www.bhphotovideo.com> (*Televisores Integrados ATSC*)
- <http://www.atscforum.com> (*Set Top Boxes ATSC*)
- <http://www.robertdyas.co.uk/> (*Set Top Boxes DVB*)
- <http://www.johnlewis.com/> (*Set Top Boxes DVB*)
- <http://www.bauruvideo.com.br> (*Televisores Integrados SBTVD*)
- <http://www.sonystyle.co.jp> (*Televisores Integrados ISBD*)
- <http://www.adoos.cl> (*Set Top Boxes SBTVD*)
- <http://www.mercadolivre.com.br> (*Set Top Boxes SBTVD*)
- <http://www.fs24.com.ar/> (*Equipos de Transmisión ISDB*)
- <http://www.impulsatdt.com/> (*Costo Promedio Equipos*)
- <http://www.amazon.com.uk> (*Televisores Integrados DVB, Set Top Boxes DVB*)
- <http://www.ebay.com.uk> (*Televisores Integrados DVB, Set Top Boxes DVB*)
- <http://www.amazon.com.jp> (*Televisores Integrados ISDB, Set Top Boxes ISDB*)

## GLOSARIO

**ADSL.-** Línea de Abonado Digital Asimétrica.

**ATM.-** Multiplexa muchas celdas de circuitos virtuales en una ruta virtual, colocándolas en particiones (slots), similar a TDM (Time Division Multiplexing).

**Banda Pasante y Bit-rate.-** Nos podemos preguntar por qué o cuándo conviene pasar de modulaciones simples a otras más complejas. Es cuestión de oportunidad; el hecho es que la banda ocupada por la señal depende de la velocidad de símbolo (symbol/rate) y no de la velocidad de bit (Bit/rate), por lo que transmitiendo los mismos bits, el 64 QAM ocupa una banda sin duda más pequeña o con la misma banda, con el 64 QAM, se transmiten más bits. La parte contraria es la reducción de la distancia entre símbolos y por tanto una menor capacidad de distinguirlos que se traduce en la necesidad de una relación Señal+Ruido que crece poco a poco. Las modulaciones nPSK ( $n = 2, 4, 8, \dots$ ) además se caracterizan por estar en “envolución constante” (Todos los símbolos tienen la misma amplitud), y por tanto requieren menos linealidad de amplitud de los transmisores permitiendo un uso más eficaz.

**BLU (SSB).-** Modulación de Banda Lateral Única. La eliminación de una de las bandas laterales antes de la transmisión constituye el “Sistema de Modulación de Amplitud en Banda Lateral Única (SSB)”, en el cual el ancho de banda a la salida del modulador se reduce de  $2f_m$  a  $f_m$  pero a costas de un considerable aumento en la complejidad de los circuitos. Las señales SSB son por definición señales moduladas con portadora suprimida y su rendimiento de transmisión es, por lo tanto, del 100%. Conceptualmente, la forma más directa de generar señales SSB es mediante filtración de una banda lateral a partir de una señal DSB. Pero en la práctica esta operación no es tan fácil de efectuar pues se requiere un filtro con una característica de corte abrupto imposible de realizar.

**C/N.-** Similar a la relación S/N pero antes de la demodulación, está dada por la relación entre la portadora de banda ancha, con sus bandas laterales, y la potencia de ruido de banda ancha.

**Código Convolutivo.-** Los bits se van codificando tal y como van llegando al codificador. Cabe destacar que la codificación de uno de los bits está enormemente influenciada por la de sus predecesores. Cada símbolo de  $m$  bits de información se transforma, al ser codificado, en un símbolo de  $n$  bits, donde  $m/n$  es la tasa del código ( $n \geq m$ )

**Corrección de Errores.-** Incluir suficiente información redundante en cada bloque de datos para que se puedan detectar y corregir los bits erróneos

**Crominancia (C).**- Se representa por la letra C. Componente de la señal de vídeo que contiene las informaciones del color. El color está definido por dos magnitudes, la saturación: cantidad de color y el tinte: qué color es.

**dBd.**- En el caso de los dBd se usa como patrón una antena clásica y sencilla, un dipolo de media onda.

**DECT.**- Digital Enhanced Cordless Telecommunications.

**Distorsión.**- Se entiende por distorsión la diferencia entre señal que entra a un equipo o sistema y la señal de salida del mismo. Por tanto, puede definirse como la "deformación" que sufre una señal tras su paso por un sistema. La distorsión puede ser lineal o no lineal.

**DSB.**- Modulación de Doble Banda Lateral. Con el fin de ahorrar energía durante la transmisión y no interferir con otras señales, se puede eliminar la señal portadora durante el proceso de modulación de amplitud. En este caso se transmitirán únicamente las dos bandas laterales. Este sistema se aplica a las señales diferencia de color *R-Y* (Relación entre el color rojo y la Luminancia) y *B-Y* (Relación entre el color azul y la Luminancia) en los sistemas PAL y NTSC.

**DVC.**- Codificación Distribuida de Video.

**DVB-C:** Su campo de aplicación es la televisión por cable, por lo que sustituye el sistema de modulación por el QAM. Asimismo, presenta un nivel de protección de los datos menor, como consecuencia de las menores pérdidas del sistema de transmisión por cable. Puede contener programas de pago y a la carta, siendo su bitrate similar a la versión por satélite. DVB-MS especifica el sistema de distribución de DVB por microondas para frecuencias superiores a 10 GHz. Puesto que está fuertemente basado en el estándar para distribución satelital (DVB-S), ha recibido el acrónimo DVB-MS. Similarmente, DVB-MC es la especificación para distribución de DVB por microondas en frecuencias inferiores a 10 GHz, y está basado en la norma de distribución por cable, DVB-C.

**DVB-S:** Diseñado para transmitir por satélite en canales de 36 MHz de ancho de banda, con modulación digital QPSK y un amplio número de códigos de corrección de errores y sistemas de entrelazado de los paquetes de información, para compensar las perturbaciones que sufre la señal durante la transmisión. En su versión más común utiliza un flujo de datos de 39 Mbps.

**DVB-T2.**- Hace ostensibles mejoras en aspectos como la cantidad de contenidos simultáneos por un mismo canal, ampliando las posibilidades de varias transmisiones simultáneas en 'HD' alta definición, mayor posibilidad de interactuar por la mayor capacidad y cantidad de sub-canales,

menos susceptible a pérdida o deterioro de la señal en condiciones difíciles, etc. DVB-T2 especifica un método de diversidad de transmisión que mejora la cobertura en redes SFN. Finalmente posee compatibilidad para el futuro cuando se usen más cantidad de datos.

**D-QPSK.-** Modulación QPSK Diferencial, la información binaria de entrada está contenida en la diferencia entre las fases de dos elementos sucesivos de señalización y no en la fase absoluta.

**D-VHS.-** Versión Digital del VHS. En este soporte se graba video digital en formato MPEG-2. Tiene una capacidad de 45GB, puede grabar hasta 2 horas de emisión de HDTV.

**Ecuualizador.-** Se encarga de la Igualación en el dominio de la frecuencia para compensar los efectos del canal, ya que la portadora presenta atenuación debido a los efectos de propagación. El ecualizador debe controlarse de forma adaptativa para seguir las variaciones de las características de transmisión a medida que varían las condiciones de propagación con el fin de contrarrestar los efectos de algún tipo ruido, distorsión o efecto dañino que haya podido afectar a la información que queremos transmitir por un canal.

**EDTV.-** Extended Definition Television. Formato de televisión que apareció para solventar las carencias de la televisión estándar o SDTV, visibles sobre todo en las televisiones modernas de gran tamaño.

**Entrelazador.-** Técnica consistente en organizar la información digital de forma no contigua para mejorar las prestaciones de un sistema.

**ERP.-** Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a un dipolo de media onda en una dirección dada.

**FEC.-** La corrección progresiva de errores permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original.

**Filtro de Coseno Cuadrado.-** Los pulsos digitales son filtrados antes de entrar al modulador para reducir el ancho de banda de la señal modulada, esto hace que dejen de ser rectángulos. Un pulso rectangular de anchura  $\tau$  tiene distribución espectral de potencia  $\text{sinc}(f)$  que se extiende de  $-\infty$  a  $+\infty$ . Para mantener la forma cuadrada en el dominio del tiempo harían falta al menos 12 armónicos de la frecuencia fundamental. Esto es imposible de transmitir, interferiría con los canales adyacentes. Este filtro da un buen compromiso: forma de pulso - ancho de banda. Limita al máximo la distribución espectral, buscando la anchura de banda mínima que permite detectar la presencia del pulso con la tasa de error requerida. Un filtro de coseno alzado es un tipo de filtro electrónico, utilizado frecuentemente en sistemas de telecomunicaciones debido a que es capaz de reducir al mínimo la interferencia entre símbolos (ISI). Se llama así porque la parte no nula del

espectro frecuencial es un coseno que, en su forma más simple se encuentra 'alzado' para situarse por encima del eje f (horizontal).

**GINGA.-** Es el nombre del Middleware Abierto del Sistema Brasileño de TV Digital (SBTVD). Ginga está formado por un conjunto de tecnologías estandarizadas e innovaciones brasileñas que lo convierten en la especificación de middleware más avanzada y la mejor solución para los requisitos del país. El middleware abierto Ginga se subdivide en dos subsistemas principales interrelacionados, que permiten el desarrollo de aplicaciones siguiendo dos paradigmas de programación diferentes. Dependiendo de las funcionalidades requeridas en cada proyecto de aplicación, un paradigma será más adecuado que otro. Estos dos subsistemas se llaman Ginga-J (para aplicaciones procedurales Java) y Ginga-NCL (para aplicaciones declarativas NCL). En los enlaces anteriores se encuentra información específica sobre ambos sistemas.

**GPRS.-** General Packet Radio Service.

**GSM.-** Global System for Mobile Communication.

**HDTV.-** High Definition Television. Se caracteriza por emitir las señales televisivas en una calidad digital superior a los demás sistemas. La pantalla HDTV utiliza una proporción del aspecto 16:9. La alta resolución de las imágenes (1920 píxeles × 1080 líneas o 1280 píxeles × 720 líneas) permite mostrar mucho más detalle comparado con la televisión analógica. El códec utilizado para la compresión puede ser MPEG-2, H.264 o wmvhd (Windows Media Video High Definition), aunque el MPEG-2 se está quedando desfasado actualmente por su baja eficiencia de compresión comparado con los otros códecs. Las imágenes HDTV son hasta 5 veces más definidas que las de la televisión de definición normal. La resolución 1920x1080 suele estar en modo entrelazado, para reducir las demandas del ancho de banda. Las líneas son rastreadas alternativamente 60 veces por segundo, de forma similar entrelazado a 60 Hz en NTSC. Este formato se denomina 1080i, o 1080i60.

**ICA.-** La Interferencia de Canal Adyacente (ICA) es aquella producida por otras estaciones transmitiendo en canales de frecuencia adyacentes en la misma ubicación geográfica.

**IDC.-** La Interferencia Dentro del Canal (IDC) es aquella producida por otras estaciones transmitiendo en la misma frecuencia (o canal) en otra ubicación geográfica.

**IDTV.-** Improved Definition Television. Televisión de calidad expandida que transmite y recibe señales de Televisión, mejora los requerimientos de desempeño del estándar NTSC, manteniéndose dentro de los parámetros generales de este estándar.

**Interferencia.-** Proceso que altera, modifica o destruye una señal durante su trayecto en el canal existente entre el emisor y el receptor. Es también una forma de ruido externo, que perturba o estorba, se produce cuando las señales de información de una fuente producen frecuencias que caen fuera de su ancho de banda asignado, e interfieren con otras señales de otra fuente. La mayor parte de la interferencia se produce cuando las armónicas o las frecuencias de producto cruzado (Resultado del Mezclado No Lineal) de una fuente llegan a la banda de paso de un canal vecino. Se presenta en gran medida en el espectro de radiofrecuencia.

**Interferencia Cocanal.-** Se debe a imperfecciones en el aislamiento entre haces geográficamente separados (sistema multihaz), que para aprovechar mejor el ancho de banda, usan la misma banda de frecuencias.

**Interferencias de Canal Adyacente.-** Parte de la potencia de una portadora es capturada por un canal sintonizado a la frecuencia de una portadora adyacente. La causa de esta interferencia radica en un mal filtrado entre canales.

**Interferencia Intersimbólica (ISI).-** Luego de convertir una señal analógica en digital a través del proceso de muestreo, cuantificación y codificación. Ahora nos disponemos a transmitirla por un canal que usualmente tiene ancho de banda finito y por lo tanto producirá dispersión de los pulsos transmitidos que interferirán con los pulsos vecinos (interferencia intersimbólica o ISI por sus siglas en inglés); en el canal también se agrega ruido que generalmente puede ser modelado como blanco, Gaussiano. Al final al receptor llegará una señal con ISI y ruido.

**IPTV.-** Internet Protocol Television, Televisión por Internet.

**ISDB-C (ISDB-Cable).-** Es la norma digital para la televisión por cable. Las únicas diferencia con el resto del sistema ISDB son el uso 64QAM en un solo portador y las especificaciones para la codificación de la transmisión al cable y el receptor.

**ISDB-S (ISDB-Satellite).-** Es la norma digital para la televisión por satélite. Las únicas diferencia con el resto del sistema ISDB son el uso de 8-PSK/PSK en un solo portador y las especificaciones para la codificación de la transmisión satelital y el receptor. Las transmisiones bajo esta norma empezaron el 1 de diciembre de 2000.

**ISDB-Tsb (terrestrial sound broadcasting).-** Es la norma para la radio digital terrestre. La especificación técnica es la misma que ISDB-T. ISDB-Tsb soporta el codec MPEG2, transmitida por BST-OFDM usando 1 o 3 segmentos, siendo compatible con el servicio 1Seg de ISDB-T. Su implementación está planificada para julio del 2011, después del apagón de la televisión analógica y usaría dichas frecuencias liberadas (90-108 MHz). La radiodifusión analógica en FM de Japón

(que se ubica entre 76 y 90 MHz) no sería reemplazada. El ISDB-Tsb sería un servicio radial complementario al FM analógico. En este caso se están usando las frecuencias correspondientes al canal 7 en VHF (188-192 MHz).

**Luminancia (Y).**- Se representa por la letra Y. Componente que codifica la información de luminosidad de la imagen, similar a la versión en blanco y negro de la imagen original.

**Mascara Espectral.**- Conjunto de líneas matemáticamente definidas aplicadas a nivel de transmisión de radio. Generalmente se utiliza para reducir la interferencia, reduciendo la radiación excesiva en frecuencias más allá del ancho de banda necesaria.

**MHP (Multimedia Home Platform).**- Sistema intermediario (middleware en inglés) abierto, diseñado por el proyecto DVB y estandarizado por la ETSI. MHP define una plataforma común para las aplicaciones interactivas de la televisión digital, independiente tanto del proveedor de servicios interactivos como del receptor de televisión utilizado. De este modo, MHP favorece la creación de un mercado horizontal donde aplicaciones, red de transmisión y terminales MHP pueden ser suministrados por proveedores o fabricantes independientes.

**Modulación ortogonal.**- El principio de ortogonalidad expresa que mientras el espectro de una señal tiene una amplitud máxima, el espectro de las señales vecinas es cero, y no existe “interferencia intraportadora. La propiedad de ortogonalidad para la comunicación de señales significa que las “señales ortogonales” pueden ser transmitidas juntas y no interfieren entre ellas. Como todas las subportadoras son ortogonales, estas pueden ser transmitidas en paralelo, y los espectros individuales pueden solaparse sin tampoco interferirse.

**Multitrayecto.**- Son los diferentes caminos que una señal toma antes de llegar a una antena desde el transmisor, por ejemplo, un camino podría ser un camino directo desde el transmisor a la antena mientras que otra alternativa podría ser que la señal choque contra una montaña o un edificio y luego se dirija (reflecte) a la antena, de esta manera la señal que llega directamente a la antena llega primera y luego de unos instantes la señal que rebota en la montaña o el edificio. El efecto de estos multitrayectos en la señal recibida es que su amplitud fluctúa. Esta fluctuación se debe al ángulo de fase relativa entre los diversos trayectos. La amplitud de la señal disminuye a medida que se aleja del transmisor.

**Predicción de Movimiento Bidireccional.**- Elimina la redundancia temporal existente entre las imágenes que componen una secuencia, con el fin de aumentar la compresión.

**QPSK .-** Manipulación por Desplazamiento Cuaternario de Fase, mantiene la amplitud constante, produce 4 fases de salida para una sola frecuencia de portadora.

**Razón de Aspecto.-** Relación ancho – alto, de cada imagen proyectada.

**RDSI.-** Red Digital de Servicios Integrados.

**Recepción por Diversidad.-** Radio recepción mediante dos o más antenas que generalmente se colocan en una misma torre, en ambos extremos del trayecto, con una separación equivalente a varias longitudes de onda. La información se envía en una sola frecuencia pero se recibe por dos o más trayectos distintos. Las señales recibidas se alimentan a receptores individuales, los cuales suministran una señal combinada de salida esencialmente constante a pesar del desvanecimiento que pueda ocurrir durante la propagación.

**Ruido.-** Ruido eléctrico es la energía eléctrica indeseable que queda entre la banda de paso de la señal. El principal tipo de Ruido presente en el Sistema de Televisión Digital es el Ruido Impulsivo, que se encuentra dentro del Ruido Correlacionado (Relacionado mutuamente con la señal, si no hay señal no hay ruido).

**Ruido Blanco.-** Ruido no correlacionado (está presente incluso si no existe señal), se produce en todas las frecuencias, se da por el movimiento aleatorio de electrones libres en un conductor por agitación térmica.

**SDTV. -** Standard Definition Television. Señales analógicas de 480 líneas (NTSC) o 575 (PAL y SECAM) y que han sido los estándares mayoritarios en los últimos 50 años. Su relación de aspecto siempre es de 4:3, mientras que la exploración es entrelazada.

**Servicio Principal.-** El Servicio Principal es el modo de funcionamiento normal del estándar. Existe también un Servicio Extendido, que permite reservar parte del ancho de banda para la transmisión de información que permite enfrentar de mejor manera problemas de transmisión del canal.

**Sistemas de Barrido.-** Una *trama* es un campo de imagen constituido por un cierto número de líneas de barrido. En los sistemas de barrido entrelazado (I), se necesitan dos tramas (una con las líneas pares, la otra con las impares) para definir un cuadro o imagen completa. En los sistemas de barrido progresivo (P), la trama contiene toda la información de un cuadro. La televisión analógica utiliza barrido entrelazado.

**TDM y FDM.-** El multiplexado, tanto en frecuencia como en tiempo, es una técnica que hace posible la transmisión de varias señales por un mismo canal de comunicación. En el FDM, cada señal utiliza una porción del ancho de banda total. En el multiplexado por división de tiempo

(TDM), cada señal utiliza todo el ancho de banda del canal, pero sólo en intervalos de tiempo definidos.

**Transformada Discreta de Coseno.-** Se basa en la Transformada de Fourier discreta, pero utilizando únicamente números reales.

**Transmisión Inalámbrica de Banda Ancha y Banda Angosta.-** El efecto del desvanecimiento por multitrayectoria en el dominio de la frecuencia es que las señales de banda ancha sufren de “desvanecimiento selectivo de frecuencia” en la que las ciertas partes del espectro se desvanecen más que otras. Por otro lado, las señales de banda angosta sufren de “desvanecimiento plano” en el que todo el espectro se desvanece, el hecho de que un sistema sea de banda ancha o angosta depende de la duración de los símbolos transmitidos en el canal móvil. En los sistemas de comunicación digitales inalámbricos los errores de bit ocurren con mayor frecuencia cuando la señal se desvanece, por ello se busca mitigar los efectos negativos que causa el multitrayecto.

**UMTS.-** Universal Mobile Telecommunications System.

**16 - QAM .-** Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 Niveles, la información digital está contenida en la amplitud y en la fase de la portadora transmitida, se producen 16 fases de salida.

# **ANEXOS**

## ANEXO A: SISTEMA DE TELEVISIÓN ANALÓGICA

### ANEXO A1: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Tabla XXIII. Espectro Electromagnético

Frecuencia	Longitud de Onda	Designación	Medio de Transmisión	Aplicaciones
3 Hz-30 kHz	$10^8 - 10^4$ m	Frecuencia muy Baja <b>VLF</b>	Conductores Metálicos, Radio	Audio, Telefonía, Transmisión de Datos, Radionavegación
3 kHz-300 kHz	$10^4 - 10^3$ m	Frecuencia Baja <b>LF</b>	Conductores Metálicos, Radio	Radioayudas, Radiofaros, Transmisión por Portadora (PLC)
300 kHz-3 MHz	$10^3 - 10^2$ m	Frecuencia Media <b>MF</b>	Cable Coaxial, Radio de Onda Corta	Radiodifusión Comercial, Defensa Civil, Radioaficionados
3 MHz-30 MHz	$10^2 - 10$ m	Frecuencia Alta <b>HF</b>	Cable Coaxial, Radio de Onda Corta	Radioaficionados, Radiotelefonía Móvil, Comunicaciones Militares
30 MHz-300 MHz	0 - 1 m	Frecuencia Muy Alta <b>VHF</b>	Cable Coaxial, Radio de Onda Corta	Televisión VHF, Radio FM, Control de Tránsito Aéreo, Radiotaxis, Policía, Radioayudas
300 MHz-3 GHz	100 - 1 cm	Frecuencia Ultra Alta <b>UHF</b>	Radio de Onda Corta, Guías, Microondas	Televisión UHF, Telemetría Espacial, Comunicaciones Militares, Banda Ciudadana
3 GHz-30 GHz	10 - 1 cm	Frecuencia Super Alta <b>SHF</b>	Guías de Onda, Microondas	Radar, Comunicación por Satélite, Radioenlaces de Microondas
30 GHz-300 GHz	< 1 cm	Frecuencia Extra Alta <b>EHF</b>	Guías de Onda, Microondas, Fibras Ópticas	Radioastronomía, Servicio de Ferrocarriles, Sistemas Experimentales, Comunicaciones Ópticas (Laser e Infrarrojo)

## ANEXOS B, C Y D: ESTÁNDARES DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL

### ANEXO B: ESTÁNDAR DIGITAL ATSC

#### ANEXO B1: CARACTERÍSTICAS DE ATSC

Tabla XXIV. Características del Estándar ATSC

ESTÁNDAR ATSC		
Parámetro	8T-VSB	16-VSB
Ancho de Banda de Canal	6 MHz	6 MHz
Exceso de Ancho de Banda	11,50%	11,50%
Tasa de Símbolos	10,762 Mbps	10,762 Mbps
Tasa de Código Trellis	2/3	2/3
Código Reed-Solomon (FEC)	R-S (207,187 t=10)	R-S (207,187 t=10)
Tasa de Datos	19,39 Mbps	38,78 Mbps
1 Segmento de Datos =	207 bytes, 828 símbolos, 2484 bits	207 bytes, 828 símbolos, 2484 bits
1 Segmento de Datos + Sincron. =	832 símbolos	832 símbolos
1 Campo de Datos + Seg. Sincroniz. =	313 segmentos	313 segmentos
1 Frame de Datos =	626 segmentos, 2 campos de datos	626 segmentos, 2 campos de datos
Duración de un Segmento	77,3 us	77,3 us
Duración de un Campo de Datos	24 us	24 us

## **ANEXO B2: RECEPCIÓN EN ATSC**

En el receptor, se demodula la señal transmitida, aplicándose el orden inverso de los conceptos ya explicados. La señal RF es recibida, se convierte a banda base, se filtra y detecta. Se recuperan las sincronías de segmento y de campo. La sincronía de segmento facilita la recuperación del reloj por el receptor y se utiliza la sincronía de campo para ajustar el ecualizador anti-fanstasma adaptivo. Una vez recuperado el flujo correcto de datos, se le aplican técnicas de decodificación: Decodificación Trellis, de-entrelazador, decodificación Reed-Solomon, y de-aleatorizador; dando como resultado la restauración de los paquetes originales de datos MPEG-2. Los circuitos de decodificación MPEG-2 reconstruyen la imagen de video para su proyección en la pantalla del receptor. El consumidor recibe su TDT y la cadena es completa.

## **ANEXO C: ESTÁNDAR DIGITAL DVB**

### **ANEXO C1: RECEPCIÓN MÓVIL Y PORTÁTIL EN DVB (DVB-H)**

#### **DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld).-**

Estándar abierto desarrollado por DVB. La tecnología DVB-H constituye una plataforma de difusión IP orientada a terminales portátiles y móviles que combina la compresión de video y el sistema de transmisión de DVB-T, estándar utilizado por la TDT. DVB-H hace compatible la recepción de la TV terrestre en receptores portátiles alimentados con baterías. Es decir, DVB-H es una adaptación del estándar DVB-T adaptado a las exigencias de los terminales móviles.

Ha sido impulsado por Nokia y Motorola, como un estándar para la Unión Europea, por lo que los países que son miembros de esta, deberán dar soporte y potenciar el uso de dicho formato en los servicios de TV Móvil. La movilidad es un requisito adicional, lo que significa que el acceso a los servicios será posible no sólo en casi todos los lugares interiores y exteriores, sino también mientras se mueve en un vehículo en velocidad.

Las tasas de datos alcanzadas por este estándar son de unos 10 Mbps por canal. Los canales de transmisión en su mayoría estarán en la banda UHF. Alternativamente se puede utilizar el VHF Banda III (situada entre 170-230 MHz). Los elementos principales que incorpora DVB-H a DVB-T son descritos a continuación (ver Figura D1):

**Fuente IP.-**

Las señales fuente DVB-H son datagramas IP, no MPEG-2. No obstante, tal como lo muestra la Figura D1, las señales para terminales portátiles son multiplexadas dentro de los mismos flujos de transporte MPEG-2 que portan las señales televisivas regulares.

**Codificación de Canal Adicional.-**

La señal DVB-H es protegida con una capa de codificación adicional para hacer frente a la mayor degradación que presentan señales recibidas en movilidad. Esta capa se basa en MPE-FEC (Multiprotocol Encapsulation - Forward Error Correction) que es el protocolo de corrección de errores usado por el estándar DVB-H, puesto que las interfaces de entrada y salida son IP. La combinación del protocolo de corrección de errores junto con su capacidad de entrelazado, proporciona un robusto mecanismo para mejorar notablemente la relación portadora a ruido (C/N) y el Efecto Doppler.

Mediante la utilización de MPE-FEC cada datagrama IP, procedente de la ráfaga generada por el time-slicing, es protegido aplicando el código Reed-Solomon RS (255,191). Este tipo de código se encuentra dentro de la categoría FEC (Forward Error Correction), es decir permite la corrección de errores en recepción sin necesidad de retransmisiones. Con esta técnica se mejora la recepción, considerando también que las dimensiones de las antenas de los terminales portátiles son de dimensiones reducidas, el nuevo estándar propone como solución el Protocolo MPE-FEC.

**Time-Slicing.-**

Todos los dispositivos portátiles tienen un número de características en común: las pequeñas dimensiones, peso ligero, y el funcionamiento con batería. Estas propiedades son una condición previa para el uso del móvil, pero también implica varias restricciones severas en el sistema de transmisión. Los dispositivos terminales no tienen una fuente de alimentación externa en la mayoría de los casos y deben operar con una limitación de consumo de energía, optimizando los recursos en los tiempos de espera.

Para el usuario es importante el hecho de no tener que recargar constantemente la batería del terminal portátil y es por ello que había que buscar una nueva solución que la tecnología DVB-T no daba. Esta solución recibe el nombre de time-slicing. Con este mecanismo se ahorra un 90% de consumo respecto al funcionamiento propuesto por DVB-T.

La inserción de la señal DVB-H al flujo de transporte es mediante ráfagas periódicas. Durante cada ráfaga, las señales MPEG-2 regulares ceden el ancho de banda a la señal DVB-H, lo que permite a los terminales móviles DVB-H operar con la más alta eficiencia energética al no tener

que recibir y decodificar la demás programación que no es de interés. Durante los períodos entre ráfagas, las señales MPEG-2 regulares recuperan el ancho de banda perdido durante la ráfaga, y los terminales móviles DVB-H pueden desactivar sus circuitos de recepción y decodificación, o bien destinarlos a descubrir nuevas celdas DVB-H en la medida que el móvil se aleja de la actual.

### Consideraciones en Handover.-

DVB-H soporta el comportamiento producido por los Handover de manera muy eficiente. Este hecho se debe en gran medida a los periodos de silencio generados gracias al time-slicing. En estos periodos de silencio el receptor puede escanear otras frecuencias para encontrar aquella que le suministre una mayor potencia y llegado el caso, ejecutar el Handover. Cabe destacar que la posibilidad de hacer la evaluación de frecuencias alternativas en estos periodos de silencio sin perturbar la recepción del servicio en curso, es una característica muy importante del estándar DVB-H.

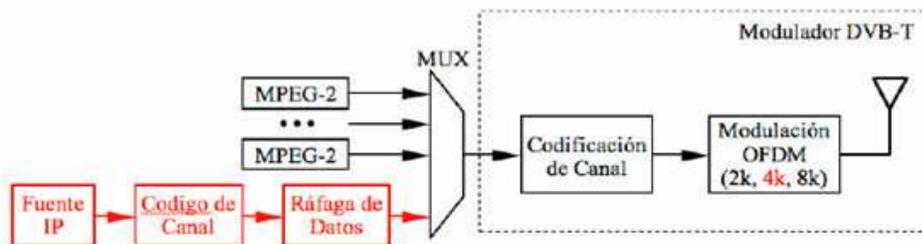


Fig D1 Elementos del Sistema DVB-H (en rojo) dentro del marco DVB-T

### Modo 4k.-

El modo 4k, que proporciona un total de 4096 portadoras, presenta un compromiso entre calidad de recepción en movimiento y tamaño de la red. Por tanto, dicho estándar introduce un modo adicional a los ya prestados por DVB-T. Dado que DVB-H está basado en DVB-T es compatible introducir servicios DVB-H en la banda de frecuencia donde se encuentra DVB-T. DVB-SH es una evolución de DVB-H, cuyo estándar definitivo se ha aprobado en Febrero de 2007, que utiliza la Banda-S en lugar de UHF. DVB-SH posibilita el uso de cobertura por satélite, además de terrestre.

## ANEXO C2: PORTADORAS PILOTO Y TRAMAS EN OFDM

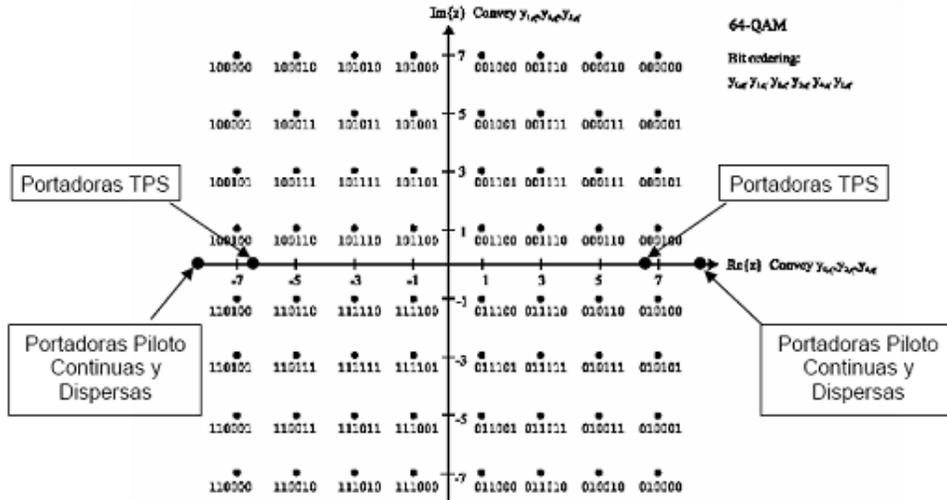


Fig D2 Constelación 64-QAM uniforme con Portadoras Piloto y TPS

Además de las portadoras para datos, la señal transmitida incluye otras portadoras o “celdas” cuya utilidad es la siguiente:

- Portadoras Piloto Continuas “Continual Pilots”, para sincronización del receptor en frecuencia y fase.
- Portadoras Piloto Dispersas “Scattered Pilots”, para regeneración del canal en amplitud y fase en el receptor.
- Portadoras TPS “Transmission Parameter Signalling” con información del modo transmitido. Es decir, para informar de todo lo relativo a la Codificación de Canal y a la Modulación usadas en la transmisión.

La incorporación de estas portadoras piloto en número y distribución adecuados exige organizar la señal transmitida en “Tramas”.

- Cada trama, con duración “TF”, consiste en 68 símbolos OFDM, que se numeran de 0 a 67. En consecuencia:  $TF = 68 \text{ TS}$ .
- Una “Super-Trama” está formada por 4 Tramas tanto en modos 2k como 8k.
- En cambio, una “Mega-Trama” está formada por:
  - 32 Tramas en el estándar 2k
  - 16 Tramas en el estándar 4k

➤ 8 Tramas en el estándar 8k

Las portadoras “Piloto Continuas” y “Piloto Dispersas”, y las portadoras “TPS” se modulan en BPSK<sup>43</sup>. En la figura D2 se muestran las posiciones ocupadas por las Portadoras Piloto Continuas, Dispersas y TPS en una constelación tipo 64QAM uniforme ( $\alpha=1$ ). Todas las portadoras TPS de un mismo símbolo OFDM transportan el mismo bit de información, y se agrupan en bloques de 68 símbolos (estos símbolos contienen a las portadoras, dependiendo del modo de transmisión) consecutivos coincidentes con una trama. Así pues, cada bloque de portadoras TPS contiene 68 bits, los cuales se distribuyen de la forma siguiente:

- 1 bit de inicialización.
- 16 bits de sincronización.
- 37 bits de información.
- 14 bits redundantes para protección contra errores.

De los 37 bits de información, por el momento sólo se usan 23; los restantes 14 bits están reservados para usos futuros y deben estar puestos a cero.

### ANEXO C3: RECEPCIÓN EN DVB

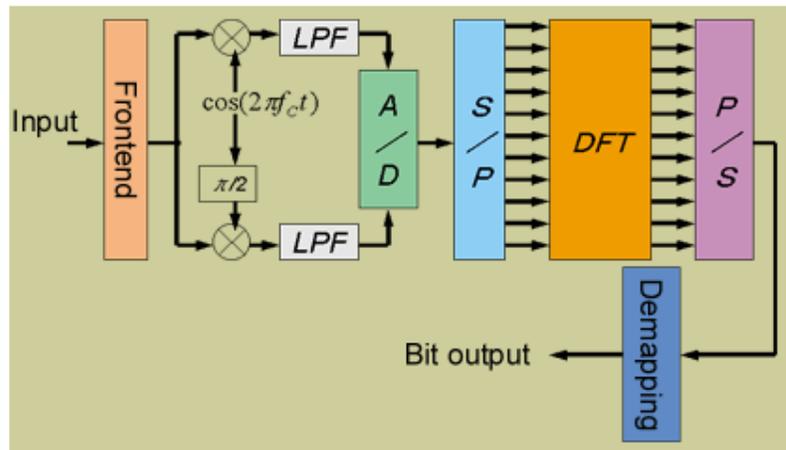


Fig D3 Recepción y Demodulación para ISDB y DVB

<sup>43</sup> Manipulación por Desplazamiento Binario de Fase, posee dos posibles fases de salida (0,1) para una sola frecuencia portadora.

Las señales son recibidas en la antena, transformadas de señales RF a señales I/Q con el fin de generar los flujos real (I) e imaginarios (Q), pasan por un filtro pasabajo (LPF) y digitalizadas en convertidores análogo-digital independientes para cada flujo. Luego el intervalo de guarda es quitado y los valores muestreados restantes son convertidos de un flujo serial a un flujo paralelo, se calcula la DFT de las N portadoras, resultando un espectro de frecuencia que será convertido a flujo serial y transformado nuevamente en datos listos para ser procesados en el decodificador de canal. (Demapping).

## ANEXO C4: PARÁMETROS Y VALORES PARA LOS MODOS DE TRANSMISIÓN EN DVB

El tiempo  $\Delta$  del intervalo de guarda se mide en fracciones de la duración útil  $TU$  del símbolo, disponiéndose de 4 posibles valores:

$$\Delta / TU = 1/4 \quad 1/8 \quad 1/16 \quad 1/32$$

Ecuación 2. Valores Intervalo de Guarda

Las tablas siguientes muestran los parámetros descritos para los tres modos DVB: 8k, 4k y 2k en la banda de 6 MHz.

### Banda de 6 MHz:

Tabla XXV. Características de las Subportadoras en DVB con un ancho de banda de 6 MHz

ESTÁNDAR DVB BANDA DE 6 MHz			
Parámetro	Modo 8K	Modo 4K	Modo 2K
Número Total de Portadoras	8192	4096	2048
Número de Portadoras Moduladas K	6817	3409	1705
Número de Portadoras K <sub>mín</sub>	0	0	0
Número de Portadoras K <sub>máx</sub>	6816	3408	1704
Número de Portadoras Activas	6048	3024	1512
Duración $T_u$ ( $\mu$ s)	1194,67	597,33	298,67
Espacio entre Portadoras $1/T_u$ (Hz)	837	1674	3348
Espacio entre Portadoras K <sub>máx</sub> y K <sub>mín</sub> $(K-1)/T_u$ (MHz)	5,71	5,71	5,71
Duración Intervalos de Guarda ( $\mu$ s)	37,33 - 74,66 - 149,33 - 298,66	18,66 - 37,33 - 74,66 - 149,33	9,33 - 18,66 - 37,33 - 74,66
Máxima Distancia de Transmisores (Km)	89,568	44,799	22,398

Tabla XXVI. Características Modo 8k en DVB de 6 MHz

ESTÁNDAR DVB BANDA DE 6 MHz MODO 8k				
Intervalo de Guarda $\Delta/T_u$	1/4	1/8	1/16	1/32
Duración de Parte del Símbolo $T_u$	8192 x T = 1194,67 $\mu$ s			
Duración del Intervalo de Guarda $\Delta$	2048 x T	1024 x T	512 x T	256 x T
	298,66 $\mu$ s	149,33 $\mu$ s	74,66 $\mu$ s	37,33 $\mu$ s
Duración del Símbolo $T_s = T_u + \Delta$	10240 x T	9216 x T	8704 x T	8448 x T
	1493,33 $\mu$ s	1344 $\mu$ s	1269,33 $\mu$ s	1232 $\mu$ s

Tabla XXVII. Características del Modo 4k en DVB de 6 MHz

ESTÁNDAR DVB BANDA DE 6 MHz MODO 4k				
Intervalo de Guarda $\Delta/T_u$	1/4	1/8	1/16	1/32
Duración de Parte del Símbolo $T_u$	4096 x T = 597,33 $\mu$ s			
Duración del Intervalo de Guarda $\Delta$	1024 x T	512 x T	256 x T	128 x T
	149,33 $\mu$ s	74,66 $\mu$ s	37,33 $\mu$ s	18,66 $\mu$ s
Duración del Símbolo $T_s = T_u + \Delta$	5120 x T	4608 x T	4352 x T	4224 x T
	746,66 $\mu$ s	672 $\mu$ s	634,66 $\mu$ s	616 $\mu$ s

Tabla XXVIII. Características Modo 2k en DVB de 6 MHz

ESTÁNDAR DVB BANDA DE 6 MHz MODO 2k				
Intervalo de Guarda $\Delta/T_u$	1/4	1/8	1/16	1/32
Duración de Parte del Símbolo $T_u$	2048 x T = 298,67 $\mu$ s			
Duración del Intervalo de Guarda $\Delta$	512 x T	256 x T	128 x T	64 x T
	74,66 $\mu$ s	37,33 $\mu$ s	18,66 $\mu$ s	9,33 $\mu$ s
Duración del Símbolo $T_s = T_u + \Delta$	2560 x T	2304 x T	2176 x T	2112 x T
	373,33 $\mu$ s	336 $\mu$ s	317,33 $\mu$ s	308 $\mu$ s

En las tablas anteriores, T es el “Periodos de tiempo elemental”:  $T = 7/48 \mu$ s para 6 MHz.

## ANEXO C5: CAPACIDAD DEL CANAL DE TRANSMISIÓN EN DVB

No todas las portadoras están moduladas por los datos procedentes de la “Codificación de Canal”. Como se ha indicado al describir el “mapeado” de los símbolos, sólo 1512 portadoras en modo 2k, 6048 portadoras en modo 8k y 3024 portadoras en modo 4k son útiles para datos. Llamando “FT” al flujo binario total transportado por las portadoras útiles para datos, éste vendrá dado por:

$$F_T = f_s \cdot v \cdot L (\text{bits} / \text{s})$$

Ecuación 3. Flujo de Datos Binario Total

Siendo:

$F_T$  : Flujo Binario Total o Neto transportado por las portadoras activas

$f_s$  : Frecuencia de los Símbolos (símbolos/s)  $f_s = 1/T_s$

$T_s$  : Duración del Símbolo

$v$  : Número de bits / Portadora (depende de la Modulación utilizada)

$L$  : Número de Portadoras Activas para Datos

La capacidad del canal o flujo binario útil “FU” resultará de descontar del flujo binario total las redundancias incluidas en la codificación interna y en la codificación Reed-Solomon; es decir:

$$F_U = F_T \cdot r \cdot 188 / 204 (\text{bits} / \text{s})$$

Ecuación 4. Flujo de Datos Binario Útil

Donde:

$F_U$  : Flujo de Datos Útil

$r$  : Relación de Codificación Interna (depende del modo utilizado).

Todas las fórmulas anteriores se aplican indistintamente tanto para ISDB y DVB, pero no para ATSC porque en este estándar no se basa en modulación OFDM y tiene una sola tasa de datos. Además los valores del Codificador Reed-Solomon son los mismos para ISDB y DVB. Todos los valores de la Tabla XXIX se obtienen empleando las fórmulas dadas.

En la tabla XXIX se muestra la capacidad del canal para sistemas no jerárquicos en todos los casos de constelación, intervalo de guarda y relación de codificación interna, para transmisiones en canales radioeléctricos de 6 MHz. Para obtener las tasas de datos en la banda de 8 Mhz, solamente se debe multiplicar la tasa de 6 Mhz por 8/6. La tabla es común para los modos 2k, 4k y 8k, lo que significa que la capacidad del canal es idéntica para los tres modos, a pesar de emplear diferente número de portadoras.

Tabla XXIX. Tasas de Datos Disponibles para DVB en la banda de 6 MHz

TASAS DE DATOS EN LA BANDA DE 6 MHZ EN DVB					
Modulación	Codificación Interna	Intervalo de Guarda			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,73 Mbps	4,15 Mbps	4,39 Mbps	4,52 Mbps
	2/3	4,98 Mbps	5,53 Mbps	5,86 Mbps	6,03 Mbps
	3/4	5,60 Mbps	6,22 Mbps	6,59 Mbps	6,79 Mbps
	5/6	6,22 Mbps	6,91 Mbps	7,32 Mbps	7,54 Mbps
	7/8	6,53 Mbps	7,26 Mbps	7,68 Mbps	7,92 Mbps
16-QAM	1/2	7,46 Mbps	8,29 Mbps	8,78 Mbps	9,05 Mbps
	2/3	9,95Mbps	11,06 Mbps	11,71Mbps	12,07 Mbps
	3/4	11,20 Mbps	12,44 Mbps	13,17 Mbps	13,57 Mbps
	5/6	12,44Mbps	13,82 Mbps	14,64Mbps	15,08 Mbps
	7/8	13,06 Mbps	14,51 Mbps	15,37 Mbps	15,84 Mbps
64-QAM	1/2	11,20 Mbps	12,44 Mbps	13,17 Mbps	13,57 Mbps
	2/3	14,93 Mbps	16,59 Mbps	17,56 Mbps	18,10 Mbps
	3/4	16,80 Mbps	18,66 Mbps	19,76 Mbps	20,36 Mbps
	5/6	18,66 Mbps	20,74 Mbps	21,96 Mbps	22,62 Mbps
	7/8	19,60 Mbps	21,77 Mbps	23,05 Mbps	23,75 Mbps

## ANEXO D: ESTÁNDAR DIGITAL ISDB

### ANEXO D1: PORTADORAS PILOTO Y TRAMAS EN ISDB

#### Configuración de los frames OFDM.-

En el modo 1k, un frame está compuesto de 408 símbolos OFDM, en el modo 2k, un frame está constituido de 204 símbolos OFDM y en el modo 4k, un frame está formado por 102 símbolos OFDM. (Esto incluye también la configuración de tramas, siendo la misma para las portadoras TMCC). Un super frame está formado por 8 frames consecutivos.

#### Localización de las Portadoras.-

Un frame OFDM está compuesto de 6 tipos de portadoras:

- CP (Continual Pilot) y SP (Scattered Pilot) modulado en BPSK. Para sincronización del receptor en frecuencia y fase.

- TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) modulado en DBPSK. Ayuda a la decodificación y demodulación en el receptor mediante el control de la multiplexión y la transmisión
- AC (Auxiliary Channel) que se modula generalmente en BPSK, DBPSK<sup>44</sup>, QPSK, DQPSK y 16QAM. Proporciona información adicional del control de la señal modulada, su uso es opcional pero si no se la usa, se debe usar la portadora nula.
- Null (Null Carrier). La portadora central de la señal de transmisión puede ser usada como la portadora nula. Esta portadora no se usa para transmisión de datos.
- Data (Data Carrier) que se inserta una sola vez cada ocho portadoras en la dirección de la portadora.

Además un paquete TSP (Paquete de Flujo de Transporte) está formado por 204 bytes que es el resultado de la suma de 188 bytes MPEG y 16 bytes de redundancia o paridad.

## ANEXO D2: PARÁMETROS DE LOS SEGMENTOS OFDM

Tabla XXX. Parámetros de los Segmentos OFDM

Mode	Mode 1		Mode 2		Mode 3		
Bandwidth	3000/7 = 428.57... kHz						
Spacing between carrier frequencies	250/63 = 3.968... kHz		125/63 = 1.9841... kHz		125/126 = 0.99206... kHz		
Number of carriers	Total count	108	108	216	216	432	432
	Data	96	96	192	192	384	384
	SP <sup>1</sup>	9	0	18	0	36	0
	CP <sup>1</sup>	0	1	0	1	0	1
	TMCC <sup>2</sup>	1	5	2	10	4	20
	AC1 <sup>3</sup>	2	2	4	4	8	8
	AC2 <sup>3</sup>	0	4	0	9	0	19
Carrier modulation scheme	QPSK 16QAM 64QAM	DQPSK	QPSK 16QAM 64QAM	DQPSK	QPSK 16QAM 64QAM	DQPSK	
Symbols per frame	204						
Effective symbol length	252 μs		504 μs		1008 μs		
Guard interval	63 μs (1/4), 31.5 μs (1/8), 15.75 μs (1/16), 7.875 μs (1/32)		126 μs (1/4), 63 μs (1/8), 31.5 μs (1/16), 15.75 μs (1/32)		252 μs (1/4), 126 μs (1/8), 63 μs (1/16), 31.5 μs (1/32)		
	64.26 ms (1/4), 57.834 ms (1/8), 54.621 ms (1/16), 53.0145 ms (1/32)		128.52 ms (1/4), 115.668 ms (1/8), 109.242 ms (1/16), 106.029 ms (1/32)		257.04 ms (1/4), 231.336 ms (1/8), 218.484 ms (1/16), 212.058 ms (1/32)		
	IFFT sampling frequency						
	512/63 = 8.12698... MHz						
Inner code	Convolutional code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)						
Outer code	RS (204,188)						

La tabla siguiente establece los parámetros en los diversos modos de transmisión del estándar ISDB, considerando a diferencia del estándar DVB en donde el número de portadoras, duración de los símbolos, intervalo de guarda, etc se hace en función del ancho de banda total en cambio en

<sup>44</sup> Se comporta de forma similar que DQPSK

ISDB se divide el ancho de banda en 13 segmentos como ya se ha dicho, analizamos las características de un solo segmento y de todo el ancho de banda.

### ANEXO D3: PARÁMETROS DE LA SEÑAL DE TRANSMISIÓN ISDB

Parámetros del Número de Portadoras en la banda de 6 MHz para 13 y 1 Segmento:

Tabla XXXI. Características de 1 Segmento de Ancho de Banda en ISDB

ESTÁNDAR ISDB BANDA DE 6 MHz, 1 SEGMENTO			
Parámetro	Modo 1k (8K)	Modo 2K (4K)	Modo 4k (2K)
Número de Portadoras Moduladas K	433	214	109
Número de Portadoras K <sub>mín</sub>	0	0	0
Número de Portadoras K <sub>máx</sub>	432	213	108
Número de Portadoras Activas	384	192	96
Duración Tu	1008 $\mu$ s	504 $\mu$ s	252 $\mu$ s
Espacio entre Portadoras 1/Tu	992,06 Hz	1984,13 Hz	3968,25 Hz
Espacio entre Portadoras K <sub>máx</sub> y K <sub>mín</sub> (K-1)/Tu	5,57 Mhz	5,57 Mhz	5,57 Mhz

Tabla XXXII. Características de la Señal de Transmisión ISDB (13 Segmentos)

ESTÁNDAR ISDB BANDA DE 6 MHz, 13 SEGMENTOS			
Parámetro	Modo 1k (8K)	Modo 2K (4K)	Modo 4k (2K)
Número Total de Portadoras	8192	4096	2048
Número de Portadoras Moduladas K	5617	2809	1405
Número de Portadoras K <sub>mín</sub>	0	0	0
Número de Portadoras K <sub>máx</sub>	5616	2808	1404
Número de Portadoras Activas	4992	2496	1248
Duración Tu ( $\mu$ s)	1008	504	252
Espacio entre Portadoras 1/Tu (Hz)	992,06	1984,13	3968,25
Espacio entre Portadoras K <sub>máx</sub> y K <sub>mín</sub> (K-1)/Tu (MHz)	5,57	5,57	5,57
Duración Intervalos de Guarda ( $\mu$ s)	31,5 - 63 - 126 - 252	15,75 - 31,5 - 63 - 126	7,875 - 15,75 - 31,5 - 63
Máxima Distancia de Transmisores (Km)	75,6	37,8	18,9

Tabla XXXIII. Características del Modo 1k en ISDB en 6 MHz

ESTÁNDAR ISDB BANDA DE 6 MHz MODO 1k				
Intervalo de Guarda $\Delta/T_u$	1/4	1/8	1/16	1/32
Duración de Parte del Símbolo $T_u$	8192 x T = 1008 $\mu$ s			
Duración del Intervalo de Guarda $\Delta$	2048 x T	1024 x T	512 x T	256 x T
	252 $\mu$ s	126 $\mu$ s	63 $\mu$ s	31,5 $\mu$ s
Duración del Símbolo $T_s = T_u + \Delta$	10240 x T	9216 x T	8704 x T	8448 x T
	1260 $\mu$ s	1134 $\mu$ s	1071 $\mu$ s	1039,5 $\mu$ s
Duración de Frame $T_s \times 204$ símb	257,04 ms	231,34 ms	218,48 ms	212,06 ms

Tabla XXXIV. Características del Modo 2k en ISDB, 6 MHz

ESTÁNDAR ISDB BANDA DE 6 MHz MODO 2k				
Intervalo de Guarda $\Delta/T_u$	1/4	1/8	1/16	1/32
Duración de Parte del Símbolo $T_u$	4096 x T = 504 $\mu$ s			
Duración del Intervalo de Guarda $\Delta$	1024 x T	512 x T	256 x T	128 x T
	126 $\mu$ s	63 $\mu$ s	31,5 $\mu$ s	15,75 $\mu$ s
Duración del Símbolo $T_s = T_u + \Delta$	5120 x T	4608 x T	4352 x T	4224 x T
	630 $\mu$ s	567 $\mu$ s	535,5 $\mu$ s	519,75 $\mu$ s
Duración de Frame $T_s \times 204$ símb	128,52 ms	115,67 ms	109,24 ms	106,03 ms

Tabla XXXV. Características del Modo 4k en ISDB, 6 MHz

ESTÁNDAR ISDB BANDA DE 6 MHz MODO 4k				
Intervalo de Guarda $\Delta/T_u$	1/4	1/8	1/16	1/32
Duración de Parte del Símbolo $T_u$	2048 x T = 252 $\mu$ s			
Duración del Intervalo de Guarda $\Delta$	512 x T	256 x T	128 x T	64 x T
	63 $\mu$ s	31,5 $\mu$ s	15,75 $\mu$ s	7,875 $\mu$ s
Duración del Símbolo $T_s = T_u + \Delta$	2560 x T	2304 x T	2176 x T	2112 x T
	315 $\mu$ s	283,5 $\mu$ s	267,75 $\mu$ s	259,875 $\mu$ s
Duración de Frame $T_s \times 204$ símb	64,26 ms	57,83 ms	54,62 ms	53,01 ms

**Cálculo de la Distancia entre Transmisores para DVB como para ISDB.-**

Para obtener esta distancia utilizamos la ecuación de la longitud de onda, que corresponderá a dicha distancia, así:

$$\lambda = d = \frac{c}{f}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\lambda = d = cT$$

Ecuación 5. Distancia Máxima entre Transmisores

Esto se aplica tanto para DVB como para ISDB.

### ANEXO D4: TASAS DE DATOS DE SEGMENTOS OFDM

Tabla XXXVI. Tasas de Datos en la Banda de 6 MHz para ISDB

TASAS DE DATOS EN LA BANDA DE 6 MHZ EN ISDB					
Modulación	Codificación Interna	Intervalo de Guarda			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,65 Mbps	4,06 Mbps	4,30 Mbps	4,43 Mbps
	2/3	4,87 Mbps	5,41 Mbps	5,73 Mbps	5,90 Mbps
	3/4	5,48 Mbps	6,09 Mbps	6,44 Mbps	6,64 Mbps
	5/6	6,09 Mbps	6,76 Mbps	7,16 Mbps	7,38 Mbps
	7/8	6,39 Mbps	7,10 Mbps	7,52 Mbps	7,74 Mbps
16-QAM	1/2	7,30 Mbps	8,11 Mbps	8,59 Mbps	8,85 Mbps
	2/3	9,74 Mbps	10,82 Mbps	11,45 Mbps	11,80 Mbps
	3/4	10,95 Mbps	12,17 Mbps	12,89 Mbps	13,28 Mbps
	5/6	12,17 Mbps	13,52 Mbps	14,32 Mbps	14,75 Mbps
	7/8	12,78 Mbps	14,20 Mbps	15,03 Mbps	15,49 Mbps
64-QAM	1/2	10,95 Mbps	12,17 Mbps	12,89 Mbps	13,28 Mbps
	2/3	14,60 Mbps	16,23 Mbps	17,18 Mbps	17,70 Mbps
	3/4	16,43 Mbps	18,26 Mbps	19,33 Mbps	19,92 Mbps
	5/6	18,26 Mbps	20,28 Mbps	21,48 Mbps	22,13 Mbps
	7/8	19,17 Mbps	21,30 Mbps	22,55 Mbps	23,23 Mbps

### ANEXO D5: SERVICIO “ONE SEG”

Servicio One-Seg.-

- One-Seg es la abreviatura de “one segment”.
- El servicio One-Seg transmite imágenes móviles a los celulares, TV para los carros, PC Portátiles, Palms, Reproductores DVD Portátiles, etc.

- Recepción Estable en un ambiente móvil.
- Video y Audio de alta calidad en un ambiente móvil.
- Robustez contra ruido y multitrayectos.
- Video (H.264) aprox. 180-256 Kbps
- Audio (AAC-SBR) aprox. 32-64 Kbps
- Data-cast (BML) aprox. 20-80 Kbps
- Sin cobro de suscripción
- Obtiene poderosos contenidos de TV terrestre
- Recepción Móvil HDTV: HDTV puede ser observada aún en un vehículo en movimiento usando tecnología con diversidad.
- Se podrá ver TV, además de recibir y emitir llamadas simultáneamente.

### **Gratuidad Móvil.-**

Una de las características únicas y beneficiosas de ISDB-T es la recepción libre y gratuita en dispositivos portátiles, principalmente teléfonos celulares. Se llama “One-Seg”, en referencia al pequeño segmento asignado exclusivamente para la portabilidad. Mientras que TV móvil de otros estándares supone la prestación con cargo, “One-Seg” consolida la función social de la televisión abierta brindando a cualquier ciudadano, sin costo alguno, un nuevo modo de ver la televisión para informarse o entretenerse donde quiera y cuando quiera.

La diferencia está en la estructura segmentada del estándar. La misma permite a cada estación de televisión transmitir varios tipos de señales en distintas modulaciones, a modo jerárquico, dentro de un mismo ancho de banda de 6 MHz. Al contrario de otros estándares, ISDB-T es el único sistema que lo hace posible establemente sin que se varíe la cobertura, es libre y gratuito porque está separado del funcionamiento telefónico al igual que la cámara digital, MP3 o la radio, ya incorporados a la mayoría de nuestros celulares.

### **Reducción de Consumo de Energía en el Receptor Portable.-**

El servicio One-seg se basa en la tecnología de “Transmisión segmentada OFDM”. Adicionalmente a lo anterior, en el servicio One-seg se adopta una tecnología única, llamada recepción parcial, para reducir el consumo de energía del receptor. El factor más importante para reducir el consumo de energía, es disminuir la velocidad de procesamiento en el receptor.

Como se muestra en la Figura E1, en el caso de recepción parcial (figura derecha), el segmento central de la señal OFDM de 6MHz, se filtra por un filtro pasabanda estrecho, cuyo paso de banda es de 432 KHz. La señal filtrada en banda estrecha, se demodula por un rango de muestra baja FFT (Fast Fourier Transform) Transformada Rápida de Fourier. El rango de la muestra es de 1/8 del

rango de la muestra alta del FFT, que es el que se usa para la demodulación de la banda completa. Como resultado, la velocidad del proceso de la señal del bloque a demodular se reduce a 1/8.

Por otro lado, el DVB-H, que es el nuevo estándar del DVB-T para la recepción portable, usa los mismos circuitos de demodulación, y para reducir la velocidad del proceso de la señal, recoge los datos necesarios del bloque de datos. A esta tecnología se le llama “Time slicing”. Pero, como se menciona arriba, la velocidad de la señal de demodulación de la porción del DVB-H del receptor, es igual a la del receptor del DVB-T, por lo que, el ahorro de consumo de energía solo se da en el circuito backend. Por lo que en relación al consumo de energía, la recepción parcial One-seg es mejor que la DVB-H.

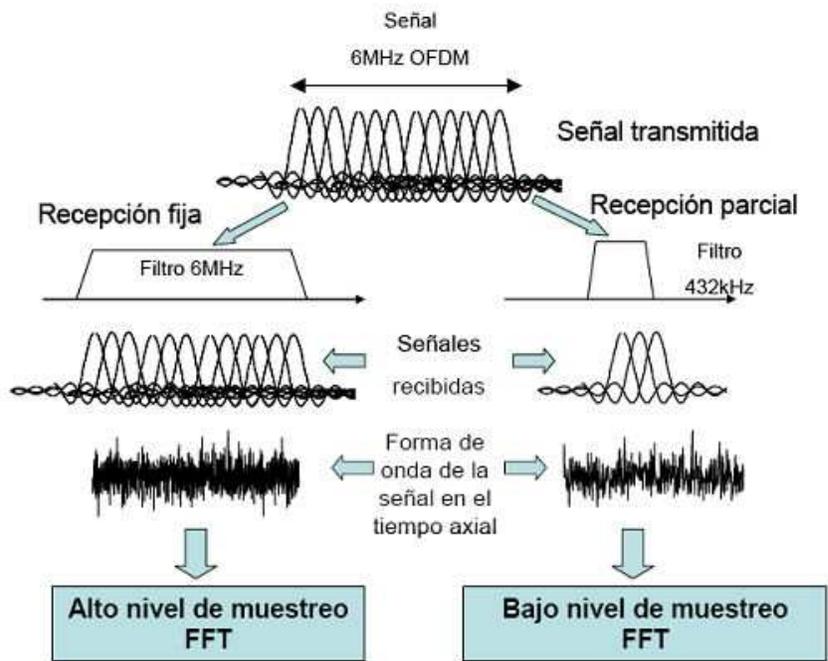


Fig. E1 Procesamiento de la Señal en la Recepción de Banda Ancha y Recepción Parcial

## ANEXO E: ESTADÍSTICAS Y EQUIPOS

### ANEXO E1: ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN EN EL ECUADOR

**SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES**  
**RESUMEN ESTADÍSTICO DEL N° DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN, TELEVISIÓN Y TV POR SUSCRIPCIÓN**  
**AUTORIZADAS EN EL ÁMBITO NACIONAL, POR PROVINCIAS**

SITUACIÓN AL 29 DE OCTUBRE DE 2009

Provincias	Onda Corta O.C	Amplitud Modulada A.M.	Frecuencia Modulada F.M		Total Radiodifusión Sonora	Televisión Abierta		Total Televisión abierta	Total Televisión por cable	Televisión Codificada Terrestre	Total Estaciones R & TV, TV-suscripción
			Mátriz	Repetidora		VHF	UHF				
Azuay	0	19	38	38	90	17	11	28	18	1	137
Bolivar	0	6	17	3	26	6	3	9	7	0	42
Cañar	0	8	18	12	38	5	11	16	8	1	61
Carchi	0	2	19	14	35	6	11	17	5	0	57
Chimborazo	1	15	24	25	75	11	10	21	8	2	106
Cotopaxi	1	13	12	1	27	5	5	10	7	0	44
El Oro	0	18	35	21	75	9	11	20	21	0	116
Esmeraldas	0	7	22	18	45	7	12	19	14	0	78
Francisco de Orellana	0	0	10	5	15	0	2	2	4	0	21
Galápagos	0	1	10	5	18	13	16	29	1	2	48
Guayas	0	50	64	10	114	10	18	28	21	6	167
Imbabura	1	15	24	9	49	8	8	16	10	0	75
Loja	4	9	38	31	81	20	9	29	19	1	130
Los Rios	0	6	22	17	45	7	13	20	16	0	81
Manabi	0	17	60	28	95	10	15	25	19	3	142
Morona Santiago	4	1	14	18	35	13	9	22	10	0	67
Napo	3	2	10	12	24	11	8	19	6	0	49
Pastaza	0	1	11	5	17	7	4	11	3	0	31
Pichincha	3	50	46	8	109	10	16	26	20	7	162
Santa Elena	0	3	20	31	54	7	11	18	2	0	74
Santo Domingo	1	4	20	21	46	6	9	15	3	3	67
Sucumbios	0	2	20	11	33	4	4	8	11	0	52
Tungurahua	0	19	18	22	59	9	10	19	5	1	84
Zamora Chinchipe	0	0	8	12	20	15	4	19	8	0	47
<b>TOTAL:</b>	<b>18</b>	<b>268</b>	<b>566</b>	<b>373</b>	<b>1221</b>	<b>216</b>	<b>228</b>	<b>444</b>	<b>246</b>	<b>27</b>	<b>1938</b>

Fuente: [www.supertel.gov.ec](http://www.supertel.gov.ec)

TablaXXXVII. Canalización de las Bandas en el Sistema de TV Analógica en el Ecuador

RANGO DE FRECUENCIAS(MHz)	BANDA	CANAL		PORTADORAS(MHz)	
		Nº	MHz	VIDEO	SONIDO
VHF 54 - 72	I	2	54 - 60	55,25	59,75
		3	60 - 66	61,25	65,75
		4	66 - 72	67,25	71,75
VHF 76 - 88	II	5	76 - 82	77,25	81,75
		6	82 - 88	83,25	87,75
VHF 174 - 216	III	7	174 - 180	175,25	197,75
		8	180 - 186	181,25	185,75
		9	186 - 192	187,25	191,75
		10	192 - 198	193,25	197,75
		11	198 - 204	199,25	203,75
		12	204 - 210	205,25	209,75
UHF 500 - 608	IV	13	210 - 216	211,25	215,75
		19	500 - 506	501,25	505,75
		20	506 - 512	507,25	511,75
		21	512 - 518	513,25	517,75
		22	518 - 524	519,25	523,75
		23	524 - 530	525,25	529,75
		24	530 - 536	531,25	535,75
		25	536 - 542	537,25	541,75
		26	542 - 548	543,25	547,75
		27	548 - 554	549,25	553,75
		28	554 - 560	555,25	559,75
		29	560 - 566	561,25	565,75
		30	566 - 572	567,25	571,75
		31	572 - 578	573,25	577,75
UHF 614 - 644	V	32	578 - 584	579,25	583,75
		33	584 - 590	585,25	589,75
		34	590 - 596	591,25	595,75
		35	596 - 602	597,25	601,75
		36	602 - 608	603,25	607,75
		38	614 - 620	615,25	619,75
UHF 644 - 686	VI	39	620 - 626	621,25	625,75
		40	626 - 632	627,25	631,75
		41	632 - 638	633,25	637,75
		42	638 - 644	639,25	643,75
		43	644 - 650	645,25	649,75
UHF 644 - 686	VI	44	650 - 656	651,25	655,75
		45	656 - 662	657,25	661,75
		46	662 - 668	663,25	667,75
		47	668 - 674	669,25	673,75
		48	674 - 680	675,25	679,75
		49	680 - 686	681,25	685,75

*Nota:* Esta Tabla se obtuvo del cuadro anterior, con el fin de destacar los aspectos más importantes para realizar el análisis visto en el Capítulo IV. La banda 608-614 MHz (canal 37) está atribuida a título primario al servicio de Radioastronomía.

## ANEXO E2: ZONAS GEOGRÁFICAS Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Tabla XXXVIII. Plan de Distribución de Canales por Zonas Geográficas en el Ecuador

<b>ZONAS GEOGRÁFICAS Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES</b>			
ANEXO 1			
ZONA GEOGRÁFICA	Definición de la ZONA	Grupos VHF	Grupos UHF
A	Provincia de Azuay excepto zona norte (cantones de Sigsig Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro,	A1, B2	G1, G4
B	Provincias de Bolívar y Chimborazo, excepto cantón Echeandía y zona occidental de la Cordillera Occidental	A1, B2	G1, G4
C	Provincia del Carchi	A1, B1	G1, G4
D	Provincia de Orellana y Sucumbios	A1, B2	G1, G4
E	Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zárate y Muisne	A1, B2	G1, G3
G1	Provincia del Guayas, subzona 1: excepto Península de Santa Elena, Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao,	A1, B1	G2, G4

	se incluye La Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay		
G2	Provincia del Guayas, subzona 2: Península de Santa Elena y Gral. Villamil	A1, B2	G1, G3
J	Provincia de Imbabura	A2, B2	G2, G3
L1	Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y zona occidental de la Cordillera Occidental	A2, B1	G2, G3
L2	Provincia de Loja: cantones Loja, Catamayo y Saraguro	A1, B2	G2, G3
M1	Provincia de Manabí, zona norte (desde Ricaurte al norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro; se incluye Muisne	A2, B1	G2, G4
M1	Provincia de Manabí, zona sur, desde Sn. Vicente al sur, excepto Pichincha	A1, B2	G2, G3
N	Provincia de Napo	A1, B2	G2, G4
N	Provincia del Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La Troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay	A2, B1	G1, G3
O	Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Loja	A2, B2	G1, G3
P1	Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera occidental (Sto. Domingo y Los Bancos, P.V. Maldonado)	A1, B1	G1, G4
P2	Provincia de Pichincha, zona de Sto. Domingo, incluye El Carmen, Rosa Zárate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos	A2, B2	G1, G3
R1	Provincia de Los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental	A1, B2	G2, G4
R2	Provincia de Los Ríos, Quevedo Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El Corazón y zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Cotopaxi	A2, B2	G1, G3
S1	Provincia de Morona Santiago, excepto cantón Gral. Plaza al sur	A2, B2	G2, G4

S2	Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza al sur.	A1, B2	G2, G4
T	Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental	A1, B1	G2, G3
X	Provincia de Pastaza	A1, B2	G1, G3
Y	Provincia de Galápagos	A1, B2	G1, G3
Z	Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza	A1, B2	G1, G3

**ANEXO E3: ESTACIONES DE TELEVISIÓN ABIERTA AUTORIZADAS  
EN EL ECUADOR**

Tabla XXXIX. Estaciones de TV Abierta Autorizadas en el Ecuador

H°	PROVINCIA	Televisión Abierta		Televisión por Cable	Total TV Abierta	TV Codificada Terrestre	TOTAL
		VHF	UHF				
1	Azuay	17	11	18	28	1	47
2	Bolívar	6	3	7	9	0	16
3	Cañar	5	11	8	16	1	25
4	Carchi	6	11	5	17	0	22
5	Chimborazo	11	10	8	21	2	31
6	Cotopaxi	5	5	7	10	0	17
7	El Oro	9	11	21	20	0	41
8	Esmeraldas	7	12	14	19	0	33
9	Fco.de Orellana	0	2	4	2	0	6
10	Galápagos	13	16	1	29	2	32
11	Guayas	10	16	21	26	6	53
12	Imbabura	8	8	10	16	0	26
13	Loja	20	9	19	29	1	49
14	Los Ríos	7	13	16	20	0	36
15	Manabí	10	15	19	25	3	47
16	Morona Santiago	13	9	10	22	0	32
17	Napo	11	8	6	19	0	25
18	Pastaza	7	4	3	11	0	14
19	Pichincha	10	16	20	26	7	53
20	Santa Elena	7	11	2	18	0	20
21	Sto. Domingo de los Tsáchilas	6	9	3	15	3	21
22	Sucumbíos	4	4	11	8	0	19
23	Tungurahua	9	10	5	19	1	25
24	Zamora Chinchipe	15	4	8	19	0	27
	<b>TOTAL</b>	216	228	246	444	27	717

*Fuente: SUPERTEL (2009) Revista Institucional de la Superintendencia de Telecomunicaciones N° 4. Quito, Ecuador.*

## ANEXO E4: TELEVISORES INTEGRADOS ATSC

**Prices Available Today\***  
\*Internet prices 26 Nov. 2007 from a major retailer



**Dynex® - 20" 480i Standard-Definition Digital TV**  
Model: DX-R20TV | SKU: 8206087  
**\$109.99**

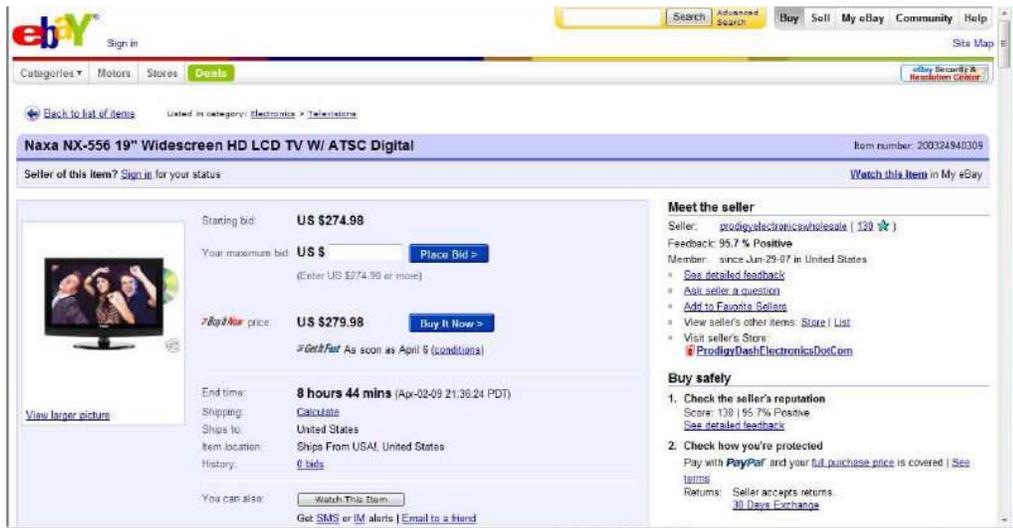


**Philips - 20" 480i Flat-Tube Standard-Definition Digital TV**  
Model: 20PT9007D/17 SKU: 8225921  
**\$169.99**


www.CE.org
Producer of 

Copyright © 2007 Consumer Electronics Association

Fuente: [www.CE.org](http://www.CE.org)



**Naxa NX-556 19" Widescreen HD LCD TV W/ ATSC Digital** Item number: 200324940309

Seller of this item? [Sign in](#) for your status [Watch this item in My eBay](#)

Starting bid: **US \$274.98**

Your maximum bid: **US \$**  [Place Bid >](#)  
(Enter US \$274.99 or more)

**Buy It Now price: US \$279.98** [Buy It Now >](#)  
Get It Fast As soon as April 6 (conditions)

End time: **8 hours 44 mins** (Apr-02-09 21:38:24 PDT)

Shipping: [Calculate](#)

Ships to: United States

Item location: Ships From USA!, United States

History: [0 bids](#)

You can also: [Watch This Item](#)  
[Get SMS or IM alerts](#) | [Email to a friend](#)

**Meet the seller**

Seller: [prodgyelectronicswholesale](#) (130 )

Feedback: 95.7% Positive

Member: since Jun-29-07 in United States

- » [See detailed feedback](#)
- » [Ask seller a question](#)
- » [Add to Favorite Sellers](#)
- » View seller's other items: [Store | List](#)
- » Visit seller's Store: [ProdgyDashElectronicsDotCom](#)

**Buy safely**

1. **Check the seller's reputation**  
Score: 130 | 95.7% Positive  
[See detailed feedback](#)
2. **Check how you're protected**  
Pay with **PayPal** and your full purchase price is covered | [See terms](#)

Returns: Seller accepts returns  
[30 Days Exchange](#)

ATSC – U.S.A.  
us\$274.98

Fuente: [www.ebay.com](http://www.ebay.com)

amazon.com Hello, Sign in to get personalized recommendations. New customer? Start here. FREE 2-Day S

Your Amazon.com Today's Deals Gifts & Wish Lists Gift Cards

op All Departments Search Electronics

Electronics Browse Brands Bestsellers Camera & Photo Computers & Accessories Audio, TV & Home Theater Cell Phones & Services Office Electronics Car

See buying choices for this item to see if it's one of the millions that are eligible for Amazon Prime.



**Element Electronics 22" LCD HDTV with Built-in ATSC Tuner and PC Connectivity**  
Other products by [Element Electronics](#)  
No customer reviews yet. [Be the first.](#) | [More about this product](#)

Available from these sellers.

2 used from \$342.10

[Share your own customer images](#)

**Special Offers and Product Promotions**

- **The Best Way to Watch Movies at Home. Ever.** With superior video resolution and audio playback, Blu-ray Discs are six-times better than DVDs. No Live enabled? Or of what [BD-Live](#) even is? Visit our newly redesigned [High-Def Headquarters](#) to find out more and get in the know.

**Technical Details**

- Specifications - Aspect ratio: 16:10; Resolution: 1680 x 1050; Brightness: 400 cd/m2; Contrast ratio: 700:1; Response time: 5 ms; Viewing angle: 160
- Inputs/Outputs - HDMI input; VGA (D-sub) input; Component video input (YPbPr); S-video input; Composite video input; RF antenna input; 2 audio input; Composite audio output; Headphone jack

ATSC – U.S.A. Fuente: www.amazon.com  
us\$342.10

**B&H** The Professional's Source  
800.606.6969 / 212.444.6615

Cart: 101 items - \$0.00 Login/Register  
Wish List | Track Order

Search All Products search GO Shop by Brand | Gift Cards | Rebates

Audio Professional | A/V Presentation | Binoculars & Scopes | Camcorders | Cameras & Photo Gear | Computers | Darkroom | Digital Photography | Film, Tapes, Media | Lighting & Studio | Portable Entertainment | Surveillance | TVs & Entertainment | Underwater Equipment | Video Professional | Used Store

**Passover Closing**  
Our NY SuperStore and offices will be closed from Wednesday, April 8th thru Thursday, April 16th.

Home » [Home Entertainment](#) » [TVs, VCR's & DVD's](#) » [Televisions & Accessories](#) » [Televisions](#) » [LCD & OLED Televisions](#)



[enlarge](#)  
[more info from Samsung](#)  
[write a review](#)

[enlarge](#) [print](#)

**SAMSUNG** [View List](#)  
14 of 153

**Samsung LN22A330 22" 720p LCD TV (BLACK)**  
• HDMI Input • PC Input • ATSC/QAM Tuner

Mfr# LN22A33011DXZA \* B&H# SALN22A330

**Price:** **\$ 398.95**

**Free Shipping**

**Availability:** **Back-ordered**

**Important Notice!**  
This item is temporarily not available. We have no estimated arrival date at this time.

ATSC – U.S.A. Fuente: www.bhphotovideo.com  
us\$398.95

**Philips 47PFL7403D/F7 47-Inch 1920 x 1080p LCD HDTV (Black)**  
 Other products by Philips  
 ★★★★★ (4 customer reviews) | [More about this product](#)



List Price: ~~\$1,649.99~~  
 Price: **\$1,467.39**  
 You Save: \$182.60 (11%)

**In Stock.**  
 Ships from and sold by **Electronica Direct**. Gift-wrap available.

[S new](#) from \$1,437.50 | [I used](#) from \$1,334.86 | [I refurbished](#) from \$1,400.00

**Ships Separately in Original Packaging:** If sending as a gift, note that contents cannot be concealed.

[See larger image](#)  
[Share your own customer images](#)

**What Do Customers Ultimately Buy After Viewing This Item?**

- 36%** buy [Samsung LN46A650 46-Inch 1080p 120Hz LCD HDTV with RED Touch of Color](#) ★★★★★ (837) [Click to see price](#)
- 21%** buy

ATSC – U.S.A. Fuente: www.amazon.com  
 us\$1,467,39

## ANEXO E5: SET TOP BOXES ATSC



HD ATSC TUNER CONVERTER BOX W/  
HDMI OUTPUT HIGH DEFINITION HDTV  
1080P

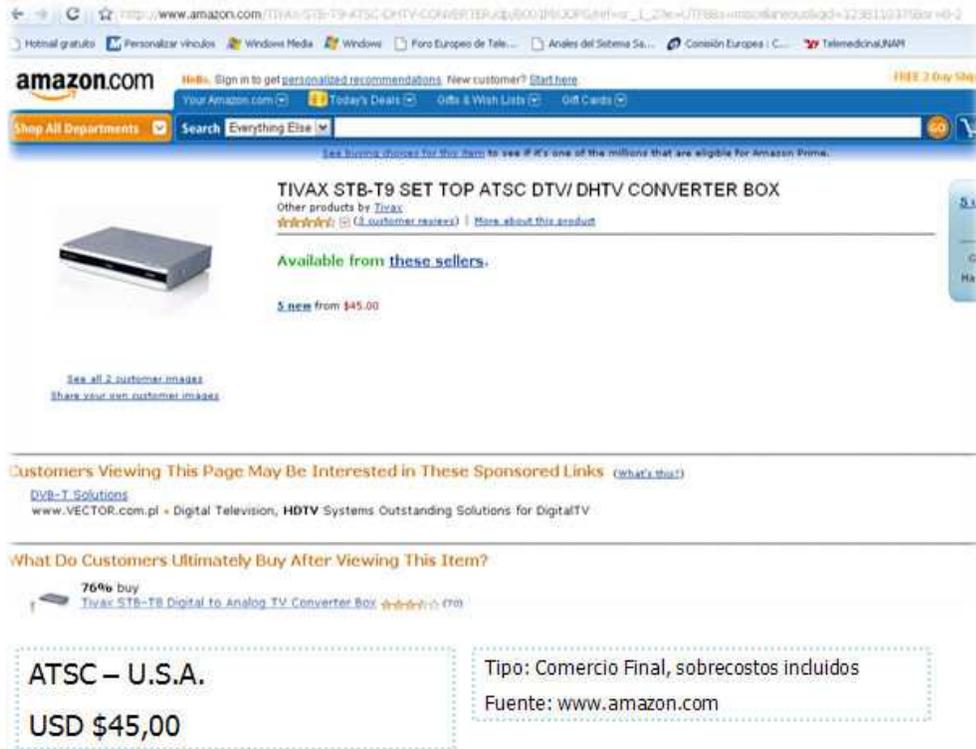
by [EYESAT](#)

(4 customer reviews) | [More about this product](#)

Available from [these sellers](#).

1 new from \$103.99

Tomado de: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)



The screenshot shows an Amazon.com product page for the Tivax STB-T9 Set Top ATSC DTV/DHTV Converter Box. The product is priced at \$45.00. The page includes a search bar, navigation links, and a section for sponsored links. Below the product listing, there is a section titled 'Customers Viewing This Page May Be Interested in These Sponsored Links' and another section titled 'What Do Customers Ultimately Buy After Viewing This Item?' which shows a related product, the Tivax STB-T8 Digital to Analog TV Converter Box, with a 76% buy rate.

amazon.com [Sign in](#) to get personalized recommendations. New customer? [Start here](#) **FREE 2 Day Ship**

Shop All Departments Search **Everything Else**

**TIVAX STB-T9 SET TOP ATSC DTV/ DHTV CONVERTER BOX**  
Other products by [Tivax](#)  
[View all](#) (4 customer reviews) | [More about this product](#)

Available from [these sellers](#).

1 new from \$45.00

[See all 2 customer images](#)  
[Share your own customer image](#)

Customers Viewing This Page May Be Interested in These Sponsored Links [\(what's this?\)](#)

[DVB-T Solutions](#)  
www.VECTOR.com.pl - Digital Television, **HDTV** Systems Outstanding Solutions for DigitalTV

What Do Customers Ultimately Buy After Viewing This Item?

76% buy  
[Tivax STB-T8 Digital to Analog TV Converter Box](#) [View all](#) (7)

ATSC – U.S.A.  
USD \$45,00

Tipo: Comercio Final, sobrecostos incluidos  
Fuente: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)



•LG DR787T DVD Recorder Rango de precio \$195.00 - \$230.00  
**\$ 177,00.-**



•Samsung DTB-H260F Sintonizador HDTV ATSC & QAM (MPN: DTBH260F)  
 Rango de precios: US\$169.95 - US\$179.99 en 3 Tiendas  
**\$ 158,99.-**



•Digital ATSC Tuner for HDTV or SDTV - Zinwell Our Price :: \$139.00  
<http://www.mydtv45.com/>



•Digital ATSC Tuner for HDTV & SDTV . CHO4006- Our Price:: \$175.00



• ATSC Grand Air Vision HD: FOB Taiwan us\$92.00/pc base 50 pcs  
[www.grand.com.tw](http://www.grand.com.tw)

The screenshot shows the Amazon.com product page for the Coby DTV-140 ATSC High Definition Set Top Box. The product is listed with a list price of \$93.00 and a current price of \$74.95, representing a 17% discount. It is currently in stock and ships from and is sold by Ace Photo Digital. Below the product information, there is a section titled "What Do Customers Ultimately Buy After Viewing This Item?" which lists several related products with their respective prices and customer ratings. The products listed include the Coby DTV-140 ATSC High Definition Set Top Box, Channel Master CM-7100 Digital to Analog TV Converter Box, Treva STB-TE Digital to Analog TV Converter Box, and Toshiba DT260 1880s Upscaling HD DVR Recorder with built-in Tuner.

ATSC – U.S.A.  
 us\$74,95

Fuente: www.amazon.com

The screenshot shows the Sewell Direct website. The main product is an ATSC Digital Terrestrial HDTV Set-Top Box, model SW-7892 (Mfg Part # ZAT-600HD). The price is \$139.95 with free shipping. The page includes a search bar, navigation menu, and a volume discount table.

Quantity	Price
1+	\$139.95
3+	\$138.95
10+	\$137.95
30+	\$136.95
100+	\$135.95

ATSC – U.S.A.  
us\$139.95

Fuente: www.amazon.com



**Artec T3A DTV Converter Box**

**COSHIP N9900T DTV Converter Box**

**EchoStar TR-40 DTV Converter Box**

\$39.99

**GE 22729 DTV Converter Box**

**Insignia® - Digital-to-Analog Converter NS-DXA1**

Insignia NS-DXA1 Best Buy \$59.99

**Magnavox TB100MW9 DTV Converter Box**

Magnavox TB100MW9 Walmart \$49.87

**MaxMedia MMDTVB03 DTV Converter Box**

Info: [www.ntiadtv.org](http://www.ntiadtv.org) [www.ezdigitaltv.com](http://www.ezdigitaltv.com)

## Samsung DTBH260F HDTV Terrestrial Receiver

Other products by [Samsung](#)

([188 customer reviews](#)) | [More about this product](#)

---



**Available from [these sellers.](#)**

[1 new](#) from \$299.00 [2 used](#) from \$259.99

*Fuente: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)*

## ANEXO E6: TELEVISORES INTEGRADOS DVB



Toshiba 19AV615DB 19-inch Widescreen  
HD Ready LCD TV with Freeview - Black  
by [Toshiba](#)

(24 customer reviews) [More about this product](#)

Was: £189.99

Price: **£184.29** & this item **Delivered FREE** in  
the UK with Super Saver Delivery. [See  
details and conditions](#)

You Save: £5.70 (3%)

**\$ 252.85**

**In stock.**

Dispatched from and sold by **Amazon.co.uk**. Gift-wrap  
available.

Fuente: [www.amazon.com.uk](http://www.amazon.com.uk)

The screenshot shows the eBay.co.uk interface for a product listing. The main heading is 'Strato 19" DVBT LCD Black TV' with item number 250395888880. The price is listed as £109.99 with a 'Buy It Now' button. The seller is 'stockcloseoutuk' with a 99.6% positive feedback score. The listing includes details about the end time (24-Apr-09 17:07:53 BST), postage (FREE P&P), and location (United Kingdom). There are also sections for 'Meet the seller', 'Ask seller a question', and 'Buy safely'.

DVB - Inglaterra

109.99 Libras = us\$161

Fuente: [www.ebay.co.uk](http://www.ebay.co.uk)

En los TVD no es necesaria la salida en NTSC, pues el TV  
Proyecta en formato Digital



### Samsung LE19B450C4 19 inch Widescreen HD Ready LCD TV with Freeview

by [Samsung](#)

[\(81 customer reviews\)](#) [More about this product](#)

Was: ~~£177.00~~

Price: **£169.99** & this item **Delivered FREE in the UK** with Super Saver Delivery. [See details and conditions](#)

You Save: **£7.01 (4%)**

**\$ 233.23**

**In stock.**

Dispatched from and sold by **Amazon.co.uk**. Gift-wrap available.

Fuente: [www.amazon.com.uk](http://www.amazon.com.uk)



### Samsung LE19B541C4 19-inch Widescreen HD Ready LCD TV with Freeview

by [Samsung](#)

[\(34 customer reviews\)](#) [More about this product](#)

Was: ~~£230.62~~

Price: **£179.99** & this item **Delivered FREE in the UK** with Super Saver Delivery. [See details and conditions](#)

You Save: **£50.63 (22%)**

**\$ 246.95**

**In stock.**

Dispatched from and sold by **Amazon.co.uk**. Gift-wrap available.

Fuente: [www.amazon.com.uk](http://www.amazon.com.uk)



### Philips 22PFL3404D 22-inch Widescreen LCD TV with Freeview

by [Philips](#)

[\(1 customer review\)](#) [More about this product](#)

Price: **£284.55** & this item **Delivered FREE in the UK** with Super Saver Delivery. [See details and conditions](#)

**In stock but may require up to 2 additional days to deliver.**

Dispatched from and sold by **Amazon.co.uk**. Gift-wrap available.

**\$ 390.40**

Fuente: [www.amazon.com.uk](http://www.amazon.com.uk)



## Toshiba Regza 32AV615DB 32-inch Widescreen HD Ready LCD TV with Freeview

by [Toshiba](#)

([219 customer reviews](#)) [More about this product](#)

Price: **£299.99** & this item **Delivered FREE** in the UK with Super Saver Delivery. [See details and conditions](#)

**\$ 411.59**

**In stock.**

Dispatched from and sold by **Amazon.co.uk**. Gift-wrap available.

Fuente: [www.amazon.com.uk](http://www.amazon.com.uk)

**Televisores de pantalla plana**

(Características anunciadas) Nuestro estudio | Precios

Parasonic TH-46P261E

**Responde aquí**  
Pulse aquí

Volver

Insertar una nueva búsqueda

**Asesoría**  
servicios exclusivos  
jurídica de consumo y fiscal

**GUÍAS DE COMPRA**  
Televisores de pantalla plana: LCD y plasma

Características generales	
Tamaño de la pantalla	46"
Tecnología de la pantalla	Plasma
Sintonizador de sintonización digital terrestre	DVB-T (HDEG4)
Resolución pantalla	1920 x 1080
HD-ready	SI
Formato de la pantalla	16:9
Dimensiones y peso	
Dimensiones	116 x 75 x 10
Peso	35.06 kg
Conexiones	
Número de auriculares	2
Número de HDMI	3
Número de componentes	5

Lista

Internet | Modo protegido: activado

100%

DVB  
1.529 Euros = us\$2.036

Fuente: [www.ocu.org](http://www.ocu.org)

## ANEXO E7: SET TOP BOXES DVB



### Labgear FV300 Twin Scart Digital Freeview Set Top Box

by [Labgear](#)

(1 customer review) [More about this product](#)

Price: ~~£27.00~~ \$ 37.04

**In stock.**

Dispatched from and sold by [247electrical](#).

*Fuente: [www.amazon.com.uk](http://www.amazon.com.uk)*



### Philips Digital Set-Top Box with Twin Scart DTR220

Model number: DTR220/05  
Product Code: 142595

**£39.99**

**\$ 54.87**

Quantity:

**ADD TO BASKET**

Stock Level: 8

*Fuente: [www.robertdyas.co.uk/](http://www.robertdyas.co.uk/)*

Homepage > Electricals > Blu-ray, DVD & Home Cinema > Freeview & Freesat Boxes

See all Freeview & Freesat Boxes

## Metronic 441802 Freeview Digital Set-Top Box

What's new in Technology

Become an expert on the digital switchover

Remember to return

Product code - 85801125  
 more than 10 in stock  
 • Free 1 year guarantee

£29.95



\$ 41.09

Tomado de: <http://www.johnlewis.com/>



**DVB - SET TOP BOX RECEIVER - TIESSECI**

Buyer or seller of this item? [Sign in](#) for your status.

**£19.99** [Buy It Now](#)

Postage: **£3.99**  
Other Courier Service to United Kingdom  
United Kingdom  
Post to: UK, United Kingdom  
Quantity: **More than 10 available**  
History: [Purchases](#)

You can also: [Watch This Item](#)

Get alerts via [Text message](#) or [Instant Messaging](#)  
[Email to a friend](#)

[Listing and payment details: Show](#)

**DVB** Digital Terrestrial Systems **STB-RX**

**DVB-T Set Top Box Receiver**



The Tiesseci STB-RX Digital Terrestrial Receiver (DVB-T Set-Top-Box) is a Free-To-Air digital terrestrial receiver, can make you enjoy free digital terrestrial TV channels.

SPDIF Digital Audio output gives the more theater superior sound effect.

It has English, French, German, Spanish, Italian, Greek, Arabic up to 10 different languages for menu.

User-Friendly OSD to prevent excellent performance and reliable quality.

Automatic network search for newly added frequencies conveniently to find newly added terrestrial TV programs.

The STB RX is a state-of-the-art Free-To-Air Set-Top-Box, can provide you with rich and abundant digital terrestrial TV programs.

The STB RX Digital Terrestrial Receiver also has flexible output to choose as customer's demand, as S-Video output, AV output, RS-232 port for software download, SCART input/output and so on.

- FEATURES
- Fully comply with DVB-S and MPEG-2 standards
- Supports Free-To-Air programs (No CA) common interface slots in the unit.
- SPDIF Digital Audio Output for an external Dolby Digital Receiver or Digital Amplifier or DAC
- Software upgrades through RS-232 port and Receiver to Receiver
- User programmable channel information
- Automatic network search for newly added channels/programs
- 256 Colors On-screen display, support for English, French, German, Spanish, Italian, Greek, Arabic up to 10 different languages
- OSD color configurable (English, White, Green, Green)
- OSD Teletext (DVB compliant) and subtitle function support
- USB Teletext support
- SPDIF function, support PIG (Picture in Graphics) display
- Automatic PAL to NTSC conversion and vice-versa
- LED real time clock display

- PIG function, support PIG (Picture in Graphics) display
- Automatic PAL to NTSC conversion and vice-versa
- LED real time clock display

Constellation	QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Tuner Bandwidth	6 MHz or 7 MHz or 8 MHz
FFT mode	2/3/4/8
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, off
FEC Code Rate	1/2, 2/3, 3/4, 5/6 and 7/8

DVB - Inlaterra

19,99 Libras = us\$27,99

**tiesseci**

Tiesseci Broadcast, a G.E. Incorporation Company - 12 XXV April square, Milan, Italy 20100  
 Tel +39 - (0)332 - 289 164 Fax +39 - (0)332 - 831281 [info@tiesseci.com](mailto:info@tiesseci.com) [www.tiesseci.com](http://www.tiesseci.com)

Fuente: [www.ebay.co.uk](http://www.ebay.co.uk)

194



**HD DIGITAL**  
海濠數碼

**DVB-T HD/MPEG-4 (H.264)**



**HDT220A**  
Size: 350(M) x 200(D) x 43 (H)mm

**Remote Control Unit & Rear Panel**



**MAIN FEATURES:**

- DVB-T Free to air reception
- High Definition Resolution Support
- MPEG2 & MPEG4 H.264 Decoding
- OSD Language: English - French - Spanish
- Video Format Support: 1080i, 720p, 576i, 576p
- Variable Aspect ratio (4:3 - 16:9)
- Support EPG
- Support teletext/subtitle/audio language selection
- Parental Control
- USB Recording Function

**Turner & Demodulation:**

- Memory 8mb Flash ROM x 2DDP
- Receiving Frequency: VHF-High: 174MHz to 230MHz UHF: 474 MHz - 658MHz
- Bandwidth: 6/7/8 MHz Support
- Video Output: NTSC/PALM/SECAM

**Video Decode:**

- MPEG MPEG4/H.264
- MPEG4 AVC H.264 HD/LS/VELL

**Accessories:**

- Remote Control
- User Manual
- Battery 2xK
- AV Cable

HDT220A	DVB-T HD/MPEG4(H.264)	Solution: CSM1200HD	<b>10K above: us\$48.5 FOB PRICE</b>
---------	-----------------------	---------------------	--------------------------------------

**HD DIGITAL TECHNOLOGY (HONG KONG) LIMITED**  
Address: Room 807D, 8/F, Block 2, Cyber Harbour Plaza, 662, Seon Road, A-Tech Industrial District, Shekhar, Guangzhou, China  
Contact: Mr. Charles Chan (Sales & Marketing Manager)  
Tel: +86 20 2671 8888 Ext. 818  
+86 20 2671 8888 (Direct)  
Fax: +86 755 2671 4788  
Mobile: +86 138 2332 7638  
E-mail: cschan@haidatech.com; sheng@haidatech.com.cn  
http://www.haidatech.com

**Main Features:**

- DVB-T Free to air reception
- High Definition Resolution Support
- MPEG2 & MPEG4 H.264 Decoding
- OSD Language: English - French - Spanish
- Video Format Support: 1080i, 720p, 576i, 576p
- Variable Aspect ratio (4:3 - 16:9)
- Support EPG
- Support teletext/subtitle/audio language selection.
- Parental Control
- USB Recording Function

**Turner & Demodulation:**

- Memory 8mb Flash ROM x 2DDP
- Receiving Frequency: VHF-High: 174MHz to 230MHz UHF: 474 MHz - 658MHz
- Bandwidth: 6/7/8 MHz Support
- Video Output: NTSC/PALM/SECAM

**10K above: us\$48.5 FOB PRICE**

**Fuente: www.haidaotech.com**



**HD2602**

**TYPE:** HD DVB-TMPEG-2 & MPEG-4(H.264)Compatible  
**DESCRIPTION:** HD DVB-TMPEG-2 & MPEG-4(H.264)Compatible

Print Close Back

- DVB-TMPEG-2 & MPEG-4(H.264)Compatible
- OSD mode Teletext, compliant with ETSI/EN300472
- High Reception sensitivity & Resolution
- NTSC/PAL compatible
- Max 999 Favorite Channels Program
- Channel Backup after Power off
- Electronic Program Guideline
- Support MPEG-1 Layer II Audio (ISO11172-3/Musicam), L/R audio, Stereo audio
- Input range: 174-230MHz; 470-862MHz
- Resolution: HDMI Max 1080i
- Sleep function & Indicator
- QPSK: 16QAM, 64QAM Demodulation
- Manual /Auto scan modes
- Wide screen 16:9 and normal 4:3 Aspect Ratio
- Support AV out (RCA)
- To support by active antenna
- Software upgradeable by USB 2.0

**US\$59**

**Fuente: http://www.corelinkcn.com/show\_file/en/product/read.asp?id=380**

# TVWALKER<sup>®</sup> HD DVB-T STB (DTR-H800)

DTR-H800 is HD terrestrial receiver for both SD and HD digital TV signals. It adopts compatible 220V power supply mode and demodulation chips on-board way, by which it decreases the total cost greatly.



Use REC EMMA3S/HD chips;  
 CPU main frequency 470MPS@327Mhz;  
 Support MPEG-2/MPEG-4/H.264 HD decoder standard;  
 Support DD2 EMS memory;  
 Support CVBS, Y/Pb/Pr, S-Video, HDMI port;  
 Support SPDIF digital audio output;  
 Support 480i/576i/480p/576p/1080i/720p Video output format;  
 Support various CAS systems;  
 Support 7-day EPG;  
 Support multi-language menu display;  
 Perfect program management function;  
 32-byte true-color OSD;  
 Support VBI/GO SD Teletext;  
 Support DVB Subtitle;  
 Support OTA upgrade and receiver-to-receiver upgrade;  
 Chips integrate HDMI, USB2.0 (optional) and 10/100 Ethernet ports (optional), functions extension according to requirement.

Support 4:3/16:9 conversion;  
 PAL/NTSC/SECAM switch forcibly or automatically;  
 Support OSD & VBI figure function;  
 Automatically install, install by hand;  
 Search all UHF and VHF frequency;  
 4000 editing programs;

Kindly let you know competitive cost of our HD DVB-T STB:  
 DTR-H800 (HDMI, MPEG-4, H.264, DVB-T, FTA, NEC main chip)  
 US\$70.5 FOB Wuhan/unit

Fuente: TVWalker



Amazon.co.jp MITSUBISHI REAL 46V型地上・BS-

amazon.co.jp

Electronics & Cameras

MITSUBISHI REAL 46V型地上・BS- 110度CSデジタルフルハイビジョン液晶テレビ LCD-H46MZW75

by三菱電機

Price: ¥ 285,872 (Tax included)

Usually ships within 4 to 5 days. Click here for details of availability.

Ships from and sold by サイバーステーション

Ships in Original Packaging: This item ships separately and in the original manufacturer's packaging. There will be shipping labels attached to the outside of the package. You may mark this item as a gift if you do not wish to reveal the contents. See Product details for more information.

2 used & new from ¥ 285,872

See item images

Note: Amazon Points do not apply to this product.

Note: Please look at [here](#) for shipping information on marketplace items (only Japanese available). We don't offer COD or Convenience Store/ATM/Net Banking/Edy payment method for the items sold by Marketplace sellers.

Seller's Comment: 新品商品です。×土・日・祝は出荷・お問合せ用には休業させていただきます。お大事です。

Price: ¥ 285,872 + ¥ 8,120 shipping. Usually ships in 4 to 5 days. Ships from and sold by サイバーステーション.

Quantity: 1

Add to Shopping Cart

More Buying Choices

Amazon.com

¥ 403,744 + this item ships for FREE shipping more than 1000 per in Stock

Add to Cart

2 used & new from ¥ 285,872

Get it for less Order it used

Have one to sell? Sell yours here

Add to Wish List

(Queda 1 elemento) Esperando a http://vfi.adjust-net.jp/frame/24/11098.html...

ISDB – Japón  
285.872 YEN = us\$2.847

Fuente: www.amazon.com.jp

Amazon.co.jp SONY BRAVIA 46V型地上・BS- 110度デジタルフルハイビジョン液晶テレビ KDL-46X1B ブラック

amazon.co.jp

Electronics & Cameras

SONY BRAVIA 46V型地上・BS- 110度デジタルフルハイビジョン液晶テレビ KDL-46X1B ブラック

byソニー

No customer reviews yet. Be the first. [Click here to see reviews.](#)

Price: ¥ 266,800 (Tax included)

Usually ships within 2 to 3 days. Click here for details of availability.

Ships from and sold by PCあきんど

8 used & new available from ¥ 266,800

See this product info on your mobile phone

See item images

Note: Amazon Points do not apply to this product.

Note: Please look at [here](#) for shipping information on marketplace items (only Japanese available). We don't offer COD or Convenience Store/ATM/Net Banking/Edy payment method for the items sold by Marketplace sellers.

Seller's Comment: ●PCあきんどで販売しております商品。送料・サービス費等の完全無料となります。●はじめてご購入【全商品全国送料無料】でお買取りしております。ご購入後のアフターに際しましては、全国の各メーカーサービスセンターと連携して対応しておりますので大型商品でも安心です。その他特約にて当該商品が送料無料でお届けできる商品もございます。お買取りの際は必ずお電話にてお問い合わせください。お買取り後の返品は、ご注文日より、商品によっては取り寄せの必要がありますので、納品までに1週間以上かかる場合がございます。誠に勝手ではございますがご了承ください。

Price: ¥ 266,800 + FREE SHIPPING. Usually ships in 2 to 3 days. Ships from and sold by PCあきんど.

Quantity: 1

Add to Shopping Cart

More Buying Choices

Joelin web

¥ 376,980 + FREE SHIPPING. Usually ships in 6 to 10 days.

Add to Cart

アイランドエレクトロニクス

¥ 284,900 + FREE SHIPPING. Usually ships in 4 to 5 days.

Add to Cart

ソニーショップ サウインドレゾナンス

¥ 281,080 + ¥ 500 shipping. Usually ships in 2 to 3 days.

Add to Cart

Descargando imagen http://cda.adjust-net.jp/imagenes/unicom?i=0&u=39b09c1ab9f6e0affc084e5c671b68...

ISDB – Japón  
266.800 YEN = us\$2.718

Fuente: www.amazon.com.jp

Archivo Edição Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Preço TVs - TV LCD 46 polegadas Full HD (1920x1080...

PÁGINA INICIAL

PRODUTO: [ ] EMA: Todo o site [ ] [ ]

Home | Celular e saúde | Brinquedos | Cama, mesa e banho | Cigar e fumo | Eletrônicos | Eletrodomésticos | Informática | Músicas | Telefonia | Utilidades domésticas

Informática | esporte e lazer | games | informática | música | telefonia | utilidades domésticas

A TV dos seus sonhos está aqui!

Preço > Acima de R\$ 5.000,00

**TV LCD 46 polegadas Full HD (1920x1080) - 2 HDMI Contraste 10.000:1 Semp Toshiba 46XV600**

TV LCD 46" vem com 2 entradas HDMI, resolução Full HD e sintonizador digital SBTVD integrado (nove experiência visual)

veja mais detalhes > | indique este produto > | veja produtos similares >

**SEMP TOSHIBA**

VEJA TOSHIBA 2 ANOS

Preço do produto de R\$ 5.198,00

**por R\$ 5.198,00 à vista**

**12X R\$ 433,17**

sem juros no cartão de crédito

Opções: Bvati

**COMPRAR**

COMPRE TAMBÉM TELEFONIAS (11) 3608-9900

Full HD 1080p | HDMI | 2 Conexões | 10.000:1 Contraste | SBTVD

(Quests 4 elementos) Esperando a http://www.magazineluiza.com.br/especial/tvs/produutos/index-Produto.aspx

SBTVD – BRASIL

Fuente:

Reales: 5,198 - Us\$2,356

http://www.magazineluiza.com.br

Archivo Edição Ver Favoritos Herramientas Ayuda

BAURUVIDEO - 52XV600DA TV 52 polegadas LC...

13 de April de 2018 - Segunda-feira

TELEFONIAS: (14) 3227-7447 | 2ª e 9ª feira das 9h às 17h

BAURUVIDEO.com.br ELETROELETRÔNICOS

13 de April de 2018 - Segunda-feira

TELEFONIAS: (14) 3227-7447 | 2ª e 9ª feira das 9h às 17h

Buscar produto: [ ] [ ]

Está em: Faça o Login para ter sua página personalizada.

HOME | Meu cadastro | Login | Meus pedidos | Cesta Vazia

**ELETRÔNICOS** Você está em: Eletrônico > TV LCD > 52 polegadas

TV CONVENCIONAL

TV PLASMA

TV LCD

19" polegadas

19" polegadas

20" polegadas

27" polegadas

27" polegadas

32" polegadas

32" polegadas

37" polegadas

42" polegadas

42" polegadas

46" polegadas

47" polegadas

52" polegadas

57" polegadas

62" polegadas

SORTES TVs LCD e PLASMA

DVD PLAYER

GRAVADOR DE DVD

CONVERSOR DIGITAL

BLU-RAY PLAYER

BLU-RAY PLAYER

HOME THEATER

HOME THEATER

SOM PORTÁTIL

SOM PORTÁTIL

Full HD 1080

**TV 52" polegadas LCD Full HD ci Converter Digital HDMI 52XV600DA - Semp Toshiba**

Código do produto: 52XV600DA

Código do Site: 489

Fabricante: Semp Toshiba

TV 52" LCD, Full HD, com Converter Digital, HDMI - Semp Toshiba

**R\$ 7.899,90**

COMPRAR

10% de desconto no boleto R\$ 7.109,91

COMPRE AGORA e pague depois

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS >

Confira nossos outros produtos mais ligados:

HOME THEATER | GRAVADOR DE DVD | TV PLASMA | SOM PORTÁTIL | BLU-RAY PLAYER

Veja também:

TV 52" polegadas LCD Full HD HDMI 52XV600DA - Semp Toshiba

Fabricante: Semp Toshiba

R\$ 6.999,90

Internet | Modo protegido: activado

SBTVD – BRASIL

Fuente:

Reales: 7,899 - Us\$3,590

http://www.bauruvideo.com.br

Arquivo Edição Ver Favoritos Ferramentas Ajuda

TV 42 Polegadas LCD PHILIPS FULL HD 42PFL7932D/78M, Conversor Integrado, Entrada HDMI, Entrada PC

**FOTOS**

Marca: Philips  
Modelo: 42PFL7932D/78M  
Disponibilidade de Estoque: 10 dias úteis

Por: **R\$ 5.962,50**

Apenas R\$ 5.485,50 à vista com desconto ou 10X sem juros de R\$ 596,25

+ Ver todas as formas de pagamentos

Simulador de Frete

CEP:

Quantidade:

INDIQUE A BEM AMIGO  
TIRE SUAS DÚVIDAS  
CONTINUAR COMPRANDO

DESCRIÇÃO GERAL

[Queda 9 elementos] Descargando imagen http://loja.tray.com.br/loja/arquivos/101479/imagens/beico\_fornas.g

Internet | Modo protegido: activado

SBTVD – BRASIL

Reales: 5,962 - Us\$2,751

Fuente:

<http://loja.tray.com.br/loja/produto.php?loja=101479&IdDep=&IdProd=2395>

## ANEXO E9: SET TOP BOXES ISDB / SBTVD

amazon.co.jp

DX ANTENNA 地上デジタルハイビジョンチューナー

価格: ¥ 7,790

在庫状況 (詳しくはこちら): 通常2-3日以内に出荷します。この商品は、家電量販店のお取扱いが販売、発送します。

7点の新品/中古商品を見る: ¥ 7,790

お知らせ: 右上のボックスの「ショッピングカートに入れる」ボタンをクリックすると、Amazonマーケットプレイスの出品者の商品がカートに入ります(詳しくはこちら)。マーケットプレイスの商品には、**特定の配送料**がかかります。なお、代金引換およびコンビニ・ATM・ネットバンク・Edymailではご注文いただけません。(詳しくはこちら) マーケットプレイスからの新品/中古ご購入は簡単&安全! Amazonポイントは、Amazon.co.jp が販売する商品にのみご利用、獲得できます。

出品者のコメント: 送料区分:A( ¥500-)

製品概要・仕様

- メーカー型番: DIR510
- サイズ: 高さ59×幅234×奥行164mm(端子部除く)
- 重量: 750g
- 電源: AC100V
- 消費電力: 11W(待機時: 6W)

ISDB - Japón

7790 Yens = us\$82

Fuente: www.amazon.com.jp

amazon.co.jp

ゼントレードM.E.ハイビジョン対応、地上・BS・CSデジタルチューナー

価格: ¥ 11,190

在庫状況 (詳しくはこちら): 在庫あり。この商品は、上野エレクトロニクスが販売、発送します。

7点の新品/中古商品を見る: ¥ 11,190

お知らせ: 右上のボックスの「ショッピングカートに入れる」ボタンをクリックすると、Amazonマーケットプレイスの出品者の商品がカートに入ります(詳しくはこちら)。マーケットプレイスの商品には、**特定の配送料**がかかります。なお、代金引換およびコンビニ・ATM・ネットバンク・Edymailではご注文いただけません。(詳しくはこちら) マーケットプレイスからのご購入は簡単&安全! Amazonポイントは、Amazon.co.jp が販売する商品にのみご利用、獲得できます。

おわせて買いたい

この商品と日本製カーナビゲーション (BS20000) 日本製を合わせて買う

ISDB - Japón

11.190 Yen = us\$116

Fuente: www.amazon.com.jp

sony style

Quick NAVI

テレビ・AV製品 > デジタルハイビジョンチューナー内蔵HDDレコーダー

デジタルハイビジョンチューナー内蔵HDDレコーダー 販売価格: ¥ 22,900 (送料別)

【ブリア】と組み合わせて、レコーダー—録画テレビのようにかんたんに操作。ハイビジョンで約70時間\*の録画ができる「HDDレコーダー」  
\*DNRモードで録画した場合の日数



主な仕様  
【大きさ】幅248×高さ149×奥行149mm(突起含む)  
【重量】約1.5kg  
【消費電力】18.50W(待機時2.1W)

付属品  
テレビ用取付ブラケット、両端ケーブル(長さ約1.5m)など

デジタルハイビジョンチューナー内蔵HDDレコーダー 価格: ¥22,900

●【ブリア】本行の付録の必要ないリモコンのダイレクトボタンにより、HDDレコーダーかんたんに操作可能。  
●録画—録画した番組を予約し、行方になった番組をお知らせする「おすまじ番組表」  
●HDDレコーダー—HDDの4TB/4の録画容量で番組をバックアップ  
●レコーダーを【ブリア】の前面に取り付けると、録画が可能  
\*当社は製品と交換

ISDB - Japon  
22.900 Yen = us\$238

Fuente: www.sonystyle.co.jp

## Decodificadores Isdb-t - \$49.000

Avisos Google

[¿Qué es Hierro Figurado?](#)  
Video gratis sobre esta tecnología y sus beneficios en la construcción  
[www.arupounifer.com](http://www.arupounifer.com)

[TV Broadcast Logger](#)  
24 x 7 Video Logger for TV Stations replace old video tapes!  
[www.tvlog.net](http://www.tvlog.net)

[panta](#)  
retropro  
escapar  
[Actualizado: Miércoles, 30 Diciembre Referencia Adoos: 10528616](http://www.t...</a></p>
</div>
<div data-bbox=)



\$ 98

**LX - 8005  
HDTV/SDTV**

[Ampliar las 2 fotos del anuncio](#)

Precio: **\$49.000**

Localización: Providencia, Santiago, [RM - Región Metropolitana](#)

Fuente: www.Adoos.cl



CONVERSOR TV DIGITAL  
ZINWELL P. ENTREGA

### Conversor Tv Digital Hdtv Zinwell Zbt-620c Incluso Cabo Hdtv

Preço: **R\$ 344<sup>00</sup>** (Produto Novo)

Pagamento: **12 de R\$ 35<sup>00</sup>**

[Ver todos os meios de pagamento](#)

**\$ 172.45**

Localização: Paraná (Londrina)

Vendidos: 24 [Veja os comentários dos compradores](#)

Finaliza em: 2d 4h 2d 4h (21/02/2010 23:33)

**Comprar**

Fuente: [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)



Contato com Rafael Ribeiro

### Receptor Digital-set Top Box?xps-1000i

Preço: **R\$ 499<sup>00</sup>** (Produto Novo)

Pagamento: **12 de R\$ 50<sup>73</sup>**

[Ver todos os meios de pagamento](#)

**\$ 249.50**

Localização: Minas Gerais (Belo Horizonte)

Vendidos: 0

**Comprar**

Fuente: [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)



### Set-top Box Isdb-t Norma Digital Y Hd, Chilena-brazil

Precio: **\$ 58.000** (Articulo nuevo)

Cuotas: **6 de \$ 9.667**

[Ver todos los medios de pago](#)

**\$ 116**

Ubicación: Metropolitana (Santiago)

Vendidos: 1

ISDB I - 300

**Comprar**

Fuente: [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)

Tem alguém que dá crédito e apoio  
para tudo o que você precisa.  
nessa o sorriso.

[Início](#)

[Cadastre-se](#)

[Vender](#)

[Meu Mercado Livre](#)

[Contato](#)



Buscar

[Voltar para a lista](#)

[Gerenciar](#) [Comprar e Vender](#) [TV e Cabo e Via Satélite](#) [Receptores](#) [TV Digital](#)



### Conversor P/ Tv Digital Philips C/ Cabo Hdmi Grátis Dtr1007b

Preço: **R\$ 598,90**

Parcelamento: **12 de R\$ 63,04**

[Selecionar outra forma de pagamento](#)

Localização: Minas Gerais (Contagem)

Comprar

A compra deste produto está protegida. [Saiba mais](#)

Vendedor: **GIFTCENTER**

Reputação do Vendedor: 7804 pontos (90% 12%)  
Vendas deste produto: 52. Veja os comentários dos compradores  
[Fazer uma pergunta ao vendedor](#)

Anúncio # 80733378 | [Denunciar este anúncio](#)

Descrição



SBTVD – Brasil  
598.90 Reales = us\$265

Fuente: [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)

## ANEXO E10: EQUIPOS DE TRANSMISIÓN ISDB

### Transmisores Axcera

**Modelo:** 6X Series

**Marca:** Axcera

**Descripción:**

Diseñado para proveer a los radiodifusores con un equipo que satisfaga necesidades como ningún otro equipo del mercado, la serie 6X utiliza el excitador de frecuencia ágil y los últimos dispositivos LDMOS<sup>45</sup> para la operación de banda ancha, en toda la banda UHF. Este transmisor esta disponible para niveles de potencia de hasta 30 Kw DVB-T en un diseño compacto. Equipo apto para nueva tecnología ISDB-T de TV Digital.



Fig F1 Transmisor Axcera Serie 6X de Alta Potencia

---

<sup>45</sup> Laterally Diffused Metal Oxide Semiconductor, estos dispositivos han sido creados especialmente para transmisores de potencia.

**Modelo:** Innovator CX Series

**Marca:** Axcera

**Descripción:**

Diseñado específicamente para operadores translatos DTV y radiodifusores comunitarios el Innovator CX esta disponible en un compacto formato, para potencias de hasta 50 W, y con un modulo amplificador externo se puede obtener hasta 350 W. Este equipo puede ser configurado como un transmisor ISDB-T, como un regenerative translator, o como un heterodyne translator.



Fig F2 Transmisor Axcera de Baja Potencia Serie Innovator CX

### Transmisores Toshiba

**Potencia de Salida:**

- 10 Kw Tipo 2/3
- 3 Kw Tipo Dual
- 1 Kw Tipo Dual para coberturas de área media

**Características:**

- Tipo de Enfriamiento: Líquido o Aire
- Equipado con Sistema de Compensación no lineal de alto desempeño



**Transmisor Digital 10 kW  
(Tipo 2/3)**



**Transmisor Digital 3 kW**



**Transmisor Digital 1kW**

Fig F3 Transmisores Toshiba de varias potencias

### Examples of Digital Transmitter (NEC)

#### Features

- 1) Both liquid cooling / air cooling available
- 2) Compact size / Minimized footprint
- 3) Adaptive Digital Corrector to maintain optimal signal quality
- 4) Color LCD to monitor detailed parameters



3kW Air Cooled  
UHF Digital TV Transmitter  
(in operation at Osaka & Nagoya stations)



10kW Water Cooled  
UHF Digital TV Transmitter  
(in operation at Tokyo station)

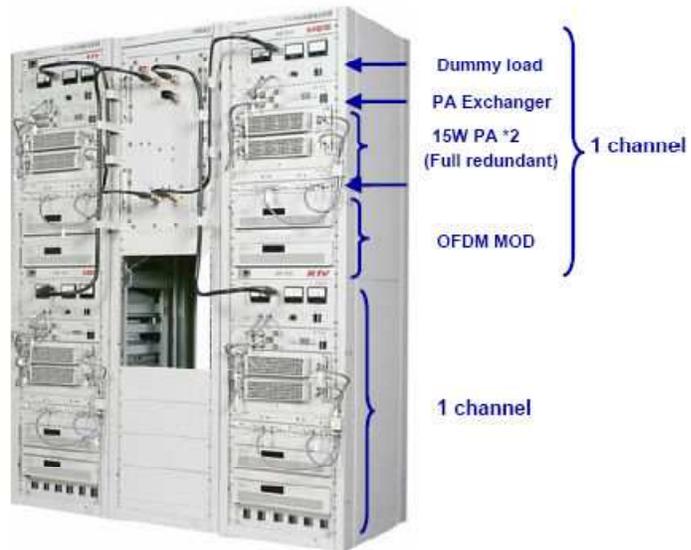
Fig F4 Transmisores ofrecidos por NEC

**TOSHIBA**  
Leading Innovation >>>



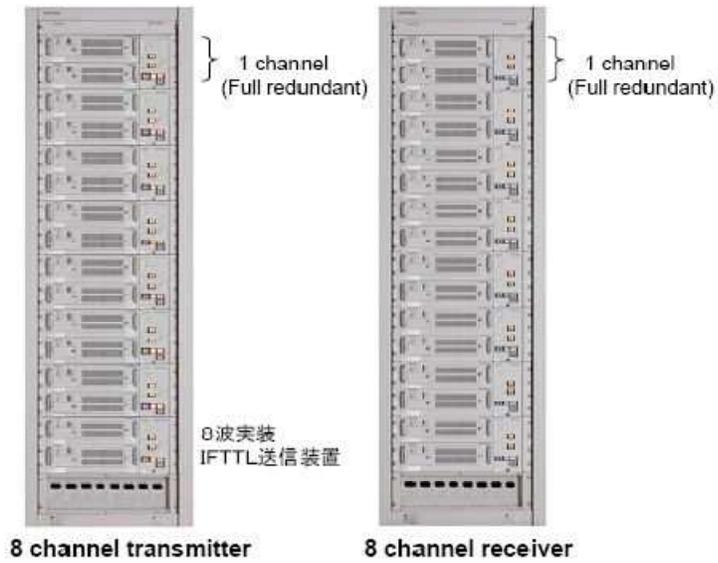
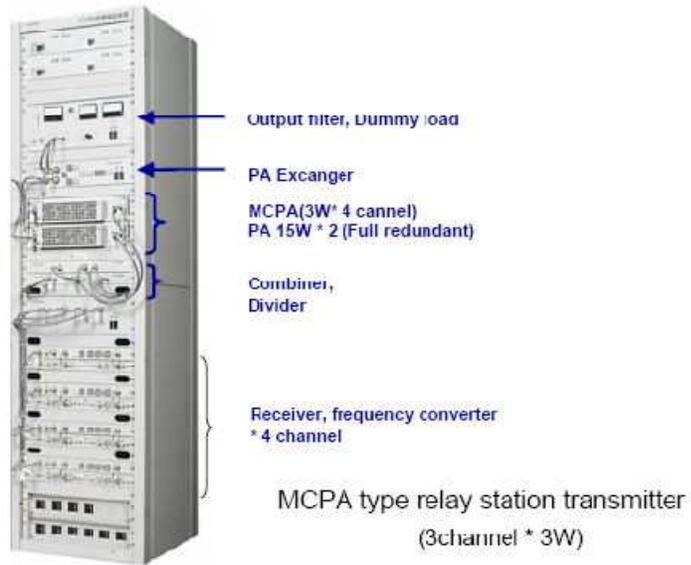
100 W \* 5 channel relay station transmitter (TS -TTL type)

**TOSHIBA**  
Leading Innovation >>>



10 W \* 4 channel relay station transmitter (TS -TTL type)

Fig F5 Transmisores Toshiba de 4 y 5 Canales



Compact size IF TTL Transmitter/Receiver

Fig F6 Transmisores Toshiba de 1 y 3 Canales

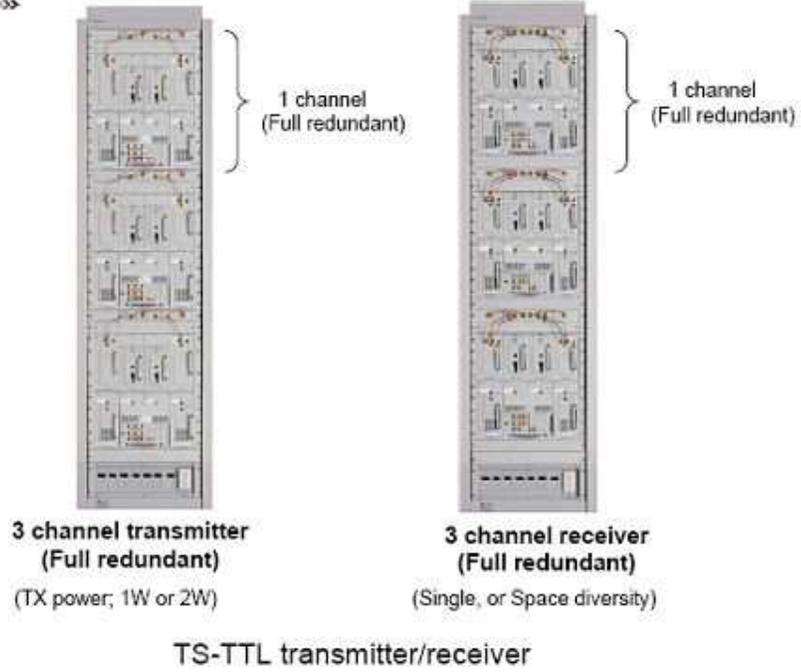


Fig F7 Transmisor y Receptor Toshiba de 3 Canales Redundantes

## Atlas™ ISDB-Tb

Liquid-Cooled UHF Transmitter for Brazilian Digital Standard



### One Transmitter, Many Standards

Atlas™ Digital Series solid-state UHF digital TV transmitters share many of the unique features and field-proven benefits that have made Harris transmitters the industry standard. Atlas™ Digital transmitters employ ultra-reliable, liquid-cooled LDMOS TET power amplifier modules and the industry-leading Apex™ digital exciter.

Using a broadband, frequency-agile, system design, Atlas™ Digital transmitters provide the perfect solution for digital and mobile TV transmission. A redundant control system, combined with a robust serial bus architecture, assures the highest levels of reliability and on-air availability.

Leading broadcasters in Brazil are on the air now with the Atlas™ ISDB-Tb solution.

### One Company, All Your Needs

Harris is the industry's safest buy. With a solid commitment to delivering proven technology and unmatched support, Harris has been doing it longer than any other transmitter supplier.

You can depend on Harris for field-proven systems and any level of support you require — from standard 24/7 telephone technical assistance and parts, to installations, training, full system design and field maintenance contracts.

### Features and Benefits

- Up to 3.4 kW average from a single, compact cabinet
- Fully broadband architecture — 470 to 806 MHz
- On-air servicing of PA modules and power supplies
- Liquid-cooled amplifiers and power supplies for optimum power density and cooling performance
- Industry-leading Apex™ exciter with Real-Time Adaptive Correction (RTAC™)
- Straightforward diagnostics using a color touch-screen
- Web-based and parallel remote control interfaces



**Tipo:** Transmisor ISDB-T

**Modelo:** Innovator HX

**Marca:** Axcera

**Descripción:**

La serie Innovator HX ofrece un moderno diseño con amplia versatilidad, que le permite al usuario elegir la configuración que mejor se adapte a sus necesidades. Disponible en UHF, VHF, 8VSB, COFDM y en análogo, todos sus módulos amplificadores tanto análogos como digitales son intercambiables. Utiliza un sistema de control diseñado por Axcera. Por su diseño y performance es perfecto para operar sin supervisión y también es un equipo preparado para usar a largo plazo.



Fig F8 Transmisor Axcera Innovator HX



ISCHIO

IS7600 es el transmisor para señales de TV Digital ISDB-Tb, totalmente en estado sólido LDMOS, ofreciendo excelente linealidad en la banda de UHF.

Este transmisor fue proyectado con las más modernas tecnologías, para atender tanto la gran variedad de requisitos y especificaciones del radiodifusor brasileño, como también las innovaciones de la TV Digital. Posee la siempre aprobada solución de enfriamiento al aire.

Un modemo de up-converter frequency-agile con pasos tan óptimos como 1Hz, es la base para la alta performance del transmisor, garantizando un ruido extremadamente bajo de fase en el oscilador local.

Para mayor estabilidad, la base de tiempo del transmisor y del modulador puede ser única, interna o externa. Para el sincronismo se puede usar la base de tiempo del GPS o rubidio.

Una moderna solución de linealidad permite alcanzar los máscaras necesarias, de manera optimizada.

El Excitador, en conjunto con el software opcional, posibilita la realización de precorrección no lineal automática, así como medidas y análisis de la señal transmitida.

Todas las medidas del transmisor son presentadas en su display frontal, en la computadora que será conectado al mismo, o de manera remota.

El software de telemetría completa el equipo, para control remoto o alarma en caso de eventual falla, a través del protocolo GPRS del teléfono celular o Ethernet.

Para ser digital tiene que ser Linear.

ISCHIO

# ISCHIO

Transmisor UHF 600W  
para ISDB-Tb

IS7600

## DESTAQUES:

- ✓ Gavetas amplificadoras de salida con LDMOS
- ✓ Una fuente de alimentación por gaveta
- ✓ Fuentes de alimentación con Corrección de Factor de Potencia (FP  $\geq 0,98$ )
- ✓ Circuito I-rush, para control de corriente de partida
- ✓ Combinador aislado, possibilitando hot swap
- ✓ Medidas y alarmas a través de display y teclado frontales
- ✓ Montaje en tecnología SMD
- ✓ Gerencia por microcontroladores
- ✓ Protección de VSWR por reducción de la potencia directa
- ✓ Base de tiempo por GPS
- ✓ Precorrección digital de FI para ISDB-Tb

## INCLUYE:

- ✓ Software de control
- ✓ Filtros de canal y pasa-baja internos
- ✓ Manual en español

## OPCIONALES:

- ✓ Telesupervisión via Ethernet y GPRS
- ✓ Software de medidas ISDB (MER, CCDF, etc)

## ENTRADAS:

- BTS o TS

Formato	DVB-ASI
Conector	BNC hembra
Impedancia	75 $\Omega$

## SALIDA:

Potencia	600Wrms
Impedancia / conector	50 $\Omega$ / Flange EIA 7/8" VSWR $\leq 1,15$
Canales	de 14 hasta 60
Estándar de TV	ISDB-Tb Brasil
Intermodulación (*)	-36dB @ $\pm 3,15$ MHz -43dB @ $\pm 3,15$ MHz -50dB @ $\pm 3,15$ MHz
Armónicas / espurias	mejor que -62dBc
Ripple en el canal	$\leq 0,5$ dB, excluyendo filtro

## GENERAL:

Interfaz de comunicación	
Serial	USB / Ethernet
Oscilador	sintetizado por PLL
Estabilidad de frecuencia	$\pm 1$ Hz
Alimentación (50 / 60Hz)	monofásico 220Vca o bifásico 220Vca
Consumo	4,6kVA
Factor de potencia	$\geq 0,98$
Disipación en el ambiente	14.000 BTU (recircular)
Rango de temperatura ambiente	de +5°C hasta +40°C
Rango de humedad ambiente	de 0 hasta 80%
Altitud de operación	hasta 2.000m
Dimensiones (mm)	1.262(A) x 703(A) x 1.160(P)

\* Máscara de emisión de acuerdo con el proyecto del cliente.

## LINEAR EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS S.A

Praça Linear, 100 - CEP 37540-000 - Santa Rita do Sapucaí - MG - Brasil  
☎ (5535) 3473 3473 - 📠 (5535) 3473 3474 - linear@linear.com.br - www.linear.com.br

## Antenas Jampro

**Tipo:** Antenas

**Modelo:** JL-SS

**Marca:** Jampro

### **Descripción:**

Esta serie esta compuesta por antenas de polarización horizontal de UHF desarrolladas para manejar hasta 0.70 Kw de TV Digital ISDB-T o 1.0 Kw de TV Analógica mientras provee niveles de ERP de hasta 7.04 Kw máximo. Esta familia de productos ha sido diseñada para tener un bajo peso y baja carga al viento, esto permite que se utilice en las estaciones analógicas ya existentes con pocos o ningún cambio en la torre. El montaje puede ser lateral o superior. Tiene un excelente ancho de banda. Y las estaciones pueden comenzar a utilizar la antena ni bien la reciben ya que su instalación es muy simple. Esta antena ofrece una ganancia de 8.91 dBd.

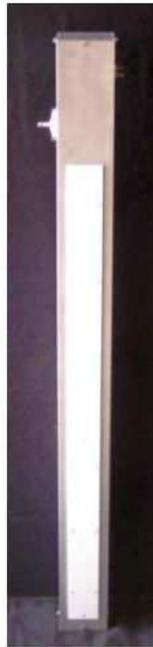


Fig F9 Antena Jampro JL-SS

Tipo: Antenas

Modelo: JUHD Bandas IV y V

Marca: Jampro

**Descripción:**

La antena de panel JUHD de banda ancha, fue diseñada tanto para montaje lateral o montaje superior. Esta basada en un diseño modular puede ser configurada para proveer varios azimuth y patterns de elevación. Mediante el uso de los opcionales, beam tilt y null fill, el pattern de elevación se puede calcular y moldear a fin de obtener la máxima cobertura con la antena. El diseño de esta antena de polarización horizontal puede ser configurado para incluir niveles de variación de polarización vertical. A través del excelente diseño de su sistema de alimentación, la antena tiene una excelente performance sin importar el canal y la variación de pattern para la banda es minimizada.



Fig. F10 Antena Jampro JUHD Bandas IV y V

**Tipo:** Antenas

**Modelo:** JA-SS

**Marca:** Jampro

**Descripción:**

Esta serie esta compuesta por antenas de polarización horizontal de UHF desarrolladas para manejar hasta 2 Kw de TV digital ISDB-T o 3 Kw de TV Analógica, mientras provee niveles de ERP de hasta 211.5 Kw máximo. Esta familia de productos ha sido diseñada para tener un bajo peso y baja carga al viento, esto permite que se utilice en las estaciones analógicas ya existentes con pocos o ningún cambio en la torre. El montaje puede ser lateral o superior. Tiene un excelente ancho de banda. Y las estaciones pueden comenzar a utilizar la antena ni bien la reciben ya que su instalación es muy simple. Hay 5 azimuth patterns disponibles según sus necesidades de cobertura, configuraciones de 8,12, y 16 dipolos ofrecen ganancias desde 14.06 (omnioid) hasta 70.5 veces (Lóbulo angosto).



Fig F11 Antena Jampro JA-SS

**Tipo:** Antenas

**Modelo:** JA/LS - JA/MS - JSL - JSM - JSH

**Marca:** Jampro



Fig F12 Antenas Jampro JA/LS - JA/MS - JSL - JSM - JSH

**Descripción:**

Todas compatibles con ISDB-T, DTV, NTSC, y PAL.

**JA-LS: 1kW de Potencia:** Antena de UHF de baja potencia, de construcción en aluminio con reducida carga al viento y el peso en la torre. Su diseño puede ser configurado para proveer niveles de variación de señal de polarización vertical.

**JA-MS: 1 a 30 kW:** Es una opción excelente para los broadcasters de baja a mediana potencia, que además están localizadas en áreas de mucha contaminación o contenido salitre en el aire.

**La serie JSL de hasta 20 Kw,** Construida en bronce, cobre, y teflón, es la mejor antena en su clase. Es de alta calidad y performance.

**JSM-SERIES: hasta 30 Kw:** Antena de mediana potencia y gran performance. Las líneas de alimentación están presurizadas para mayor protección. Están construidas con bronce, cobre y teflón.

**JSH-SERIES: 30 a 70 Kw:** Esta antena Slot de alta potencia esta bien protegida para operar en cualquier ambiente. A través de su sistema de alimentación se duplica el power rating de la antena. Construida con los mejores materiales para asegurar una larga duración.

## GAP FILLERS

**Modelo:** Shelter para Repetidoras - Gap Fillers

**Marca:** Axcera



Fig F13 Gap Filler Axcera para ISDB

### Descripción:

Shelter para ser instalados en exteriores o terrazas, con control de ambiente, que permite la operación en una amplia gama de temperaturas. Cada unidad puede ser equipada con protectores de línea, rayos, preparados para resistencia al fuego, sobrecalentamiento solar, gabinete anti vandalismo, y pueden solicitarse con o sin equipo de aire acondicionado incorporado.