

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN ISDB-T (INTEGRATED
SERVICES DIGITAL BROADCASTING - TERRESTRIAL) EN EL
ECUADOR**

HERNÁN SANTIAGO GUERRA MÁRQUEZ

SANGOLQUI – ECUADOR

2006

CERTIFICACION

Certificamos que el Proyecto de Grado titulado: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN ISDB-T (INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING – TERRESTRIAL) EN EL ECUADOR”, fue realizado en su totalidad por el señor Hernán Santiago Guerra Márquez.

Ing. Rodrigo Silva
Director del Proyecto

Ing. Freddy Acosta
Codirector del Proyecto

RESUMEN DEL PROYECTO DE GRADO.

En el presente proyecto de grado se realiza el Estudio de Factibilidad para la Implementación del Servicio de Televisión Digital *Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial* (ISDB-T) en el Ecuador, donde se analiza la factibilidad para su implementación en el país a través de aspectos técnicos, legales, económicos y sociales.

En este estudio se analiza la situación actual de la televisión abierta en el Ecuador, los parámetros de operación y el funcionamiento del estándar ISDB-T, los aspectos regulatorios que entran para esta nueva tecnología en especial en los nuevos servicios que tendrán que ser regulados por el CONARTEL, la propuesta de norma técnica que regiría en el Ecuador si fuera el sistema escogido por el CONARTEL y finalmente un estudio económico de la inversión para los canales de televisión como para los televidentes.

El estándar ISDB-T nos ofrece significativas ventajas como: mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico ofreciendo la transmisión de mayor número de programas por el canal de 6MHz utilizado actualmente, mejor calidad de imagen y sonido, posibilidad de prestar servicios interactivos y recepción portátil y móvil. La principal desventaja es la inversión de los operadores y de los televidentes por su nuevo receptor, sabiendo que todas las ventajas no estarán disponibles inicialmente.

DEDICATORIA

A las personas que considero muy importantes en mi vida y han demostrado su interés en todo lo que yo hago: Wilson, Susana, Pacho y Paula.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y desarrollarme como persona y profesionalmente.

A mi padre, por sus enseñanzas desde mi niñez que han logrado inculcarme valores éticos y morales muy importantes para mi desarrollo, siempre a sido mi ejemplo a seguir y con esta meta que he logrado espero llenarlo de satisfacción y devolver en cierta forma el apoyo incondicional de él en cada una de las etapas de mi vida.

A mi madre, realmente no tengo palabras para expresar todo lo que ha hecho por mi, y siempre recuerdo que me ha apoyado con su amor y cariño, y sin el esmero de ella no hubiera logrado esta meta, muchas gracias de corazón.

A mi familia que han formado la base de todo mi desarrollo y han estado presentes en momentos cruciales de mi vida.

PRÓLOGO.

La televisión es el medio de comunicación y entretenimiento mas popular que tenemos a disposición de los hogares de todas las clases sociales; Con su mas de medio siglo al aire a logrado satisfacer desde niños hasta informar de la realidad nacional e internacional a adultos; sin embargo en este periodo a sufrido un cambio considerable relacionado al cambio de las transmisiones de imágenes en blanco y negro a las imágenes de color que tenemos actualmente, pero en el aspecto de la interactividad no hemos logrado mayor desarrollo únicamente un pobre teletexto, es por este motivo que es necesario dar un paso grande en el desarrollo de la televisión y de esta forma aceptar las transmisiones digitales de televisión.

En el Ecuador la televisión abierta o terrestre esta posicionada firmemente, y es así que en la mayoría de los hogares tienen un receptor de televisión, en nuestro país utilizamos actualmente el sistema NTSC de origen americano, con un canal de transmisión de 6 MHz, en el territorio nacional tenemos dividido el espectro radioeléctrico en canales y estos son distribuidos de acuerdo a las zonas geográficas establecidas; adicionalmente tenemos dos formas de televisión por pago mensual: televisión por cable y televisión satelital.

El sistema ISDB-T es para las transmisiones digitales a través de ondas terrestres, y tienen significativas ventajas frente a sus antecesores de televisión analógica y digital; para nuestro caso es muy importante destacar que trabaja en un canal de 6 MHz; y nos permite una mejor calidad de imagen y sonido, es importante destacar que también nos permite ahorrar el escaso espectro radioeléctrico con la utilización de redes de frecuencia única (SFN) y la transmisión de hasta 5 canales dependiendo de la calidad por el mismo ancho de banda utilizado actualmente 6 MHz, todo esto posibilita llegar a una convergencia de voz, video y datos en el futuro en un solo terminal PC, Celular o Televisión, la diferencia frente a las transmisiones por cable o satelitales es que la terrestre permite realizar la recepción portátil y móvil.

Para llegar a una transición adecuada y en un tiempo prudencial para poder tener la mayor parte de televidentes dentro de esta nueva era de la televisión no se deben descuidar los

aspectos técnicos, legales, económicos y sociales; que son los que deben ser manejados de una manera adecuada para en un tiempo comprendido en aproximadamente 15 años logremos una transición total en nuestro país.

El ente regulador debe estar pendiente de esta nueva tecnología, y regular las nuevas prestaciones que nos ofrece como la distribución del espectro radioeléctrico y el número de canales por cada múltiple digital; poner fechas para el apagón analógico, es importante ver lo que ocurre a nuestro alrededor y por este motivo también debe analizar como han optado países vecinos por una u otra norma.

No debemos descuidar una norma técnica sobre la cual se debe basar el nuevo estándar ISDB-T y se mencionen los parámetros en los cuales debe manejarse este estándar; finalmente tenemos que realizar un análisis económico del costo de montar esta nueva infraestructura para poder brindar todas las ventajas que la televisión digital nos brinda.

Esperando que todo este estudio sirva para encaminar la decisión que tome el ente regulador para las futuras transmisiones digitales en nuestro país, es importante mencionar que debemos dar este paso para no quedar rezagados de los avances tecnológicos que lo único que buscan es beneficiarnos a todos, tanto al Estado a través de un ahorro del espectro radioeléctrico, a los televidentes por la mejor calidad de la imagen y sonido; por esto el ente regulador debe regir esta tecnología de una forma intermedia para que permita la inclusión de las operadoras analógica en la nueva tecnología digital y como resultado de esto sea beneficiada la sociedad ecuatoriana.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I	<i>I</i>
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN EN EL ECUADOR	<i>I</i>
1.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL SISTEMA DE TELEVISION EN EL ECUADOR	1
1.1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.1.2 RESEÑA HISTÓRICA MUNDIAL	2
1.1.3 RESEÑA HISTORICA EN EL ECUADOR	4
1.2 TECNOLOGÍAS PARA LA TRANSMISION DE TELEVISION ANALOGICA	6
1.2.1 PAL	6
Detalles técnicos	6
Formatos del sistema PAL	7
1.2.2 NTSC	8
Sensibilidad espectral	9
Capacidad de resolución del ojo	9
Sensibilidad contrastal	9
Persistencia de visión	10
Visibilidad óptima	10
Exploración de imagen	12
Número de líneas de exploración	13
Cuadros por segundo	14
Frecuencias de campo y de cuadro	14
Exploración entrelazada	15
Transmisión con banda vestigial	16
Cálculo del ancho de banda del sistema NTSC	17
Borde superior del ancho de banda	17
Borde inferior del ancho de banda	18
Frecuencias de exploraciones vertical y horizontal	18

Tiempo de línea horizontal_____	19
Tiempo de retorno_____	20
Sincronizaciones horizontal y vertical_____	20
Inconvenientes_____	22
1.3 COBERTURA DE SERVICIO_____	22
1.3.1 TV ABIERTA_____	22
Introducción_____	22
Distribución de frecuencias_____	23
El área de cobertura_____	23
Zonas Geográficas para televisión abierta VHF y UHF_____	24
Grupos y Canales VHF y UHF_____	27
Estaciones de Televisión Abierta en el Ecuador_____	28
1.3.2 TV CODIFICADA TERRESTRE_____	28
1.3.3 TV CODIFICADA SATELITAL_____	29
1.3.4 TV POR CABLE_____	30
1.4 PROGRAMACIÓN DE LA TELEVISION_____	34

CAPITULO II_____ 38

SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL ISDB-T (INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING - TERRESTRIAL)_____ 38

2.1 GENERALIDADES_____	38
2.2 ARQUITECTURA DEL ESTÁNDAR ISDB-T_____	39
2.3 PARÁMETROS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ISDB-T_____	44
2.4 REDES DE TELEVISION DIGITAL SFN Y MFN_____	50
2.4.1 REDES DE FRECUENCIA ÚNICA SFN_____	50
Introducción_____	50
Ventajas_____	50
Desventajas_____	51
Redes de Transmisores_____	51
Parámetros de las SFN_____	52
2.4.2 REDES DE MULTI FRECUENCIA MFN_____	52
Introducción_____	52
Ventaja_____	52

	Desventaja_____	53
2.5	RECEPCIÓN DE SEÑALES ISDB-T_____	53
2.5.1	RECEPCIÓN PORTÁTIL Y MÓVIL_____	56
	Importancia de entrelazar los datos_____	56
2.6	CANAL DE RETORNO_____	59
2.7	FLUJO DE TRANSPORTE MPEG-2 (MPEG-2 TS)_____	59
2.7.1	INTRODUCCIÓN VIDEO DIGITAL_____	59
2.7.2	MPEG_____	60
	Versiones y capas_____	60
	Tipos de imágenes_____	61
	Descomposición en capas de una secuencia de vídeo MPEG_____	62
2.7.3	MPEG-2_____	63
	Niveles y perfiles MPEG-2_____	65
	Jerarquía MPEG-2_____	66
	Multiplexación de programas_____	69
	MPEG-2 AAC_____	71
2.8	CODIFICACIÓN DEL CANAL_____	72
2.8.1	CONFIGURACIÓN BÁSICA_____	72
2.8.2	TS RE MULTIPLEXACIÓN_____	74
2.8.3	MODELO DEL RECEPTOR PARA FORMAR LA TRAMA MULTIPLEX_____	75
	Señales en la entrada del divisor jerárquico_____	75
	Operación del receptor desde el divisor jerárquico hasta la entrada del decodificador de Viterbi_____	76
2.8.4	CODIFICACIÓN EXTERNA_____	77
2.8.5	DIVISIÓN DE LOS TS EN NIVELES JERÁRQUICOS_____	78
2.8.6	DISPERSIÓN DE ENERGÍA_____	78
2.8.7	AJUSTE DE LOS RETARDOS_____	79
2.8.8	ENTRELAZADO DE BYTES_____	80
2.8.9	CODIFICACIÓN INTERNA_____	81
2.9	MODULACIÓN_____	82
2.9.1	MODULACIÓN DE LA PORTADORA_____	83
	Ajuste de retardo_____	83
	Entrelazado de bits y mapeo_____	84
	DQPSK_____	84

QPSK_____	85
16QAM_____	85
64QAM_____	86
Factor de normalización_____	87
2.9.2 COMBINACIÓN DE LOS NIVELES JERÁRQUICOS_____	88
2.9.3 ENTRELAZADO TEMPORAL (“ <i>time interleaving</i> ”)_____	89
2.9.4 ENTRELAZADO DE FRECUENCIA_____	91
a.-) Entrelazado de frecuencia entre segmentos_____	92
b.-) Entrelazado de frecuencias dentro de un mismo segmento_____	93
2.9.5 ESTRUCTURA DE TRAMA OFDM_____	95
Estructura de la trama para modulación diferencial_____	95
Estructura de la trama para modulación sincronía_____	96
Espectro de transmisión_____	96
Formato de la señal RF (Radio-Frecuencia)_____	97
Introducción del intervalo de guarda_____	98
2.9.6 TMCC (TRANSMISSION AND MULTIPLEXING CONFIGURATION CONTROL)_____	98
Formato de transmisión TMCC_____	98
Sincronización de TMCC_____	98
Identificación del tipo de segmento_____	99
Información de TMCC_____	99
2.9.7 CANAL AUXILIAR (AC)_____	102
2.10 MEDIOS DE TRANSMISIÓN_____	103
2.11 RESUMEN COMPARATIVO ENTRE LOS SERVICIOS DE TELEVISIÓN DIGITAL: ISDB, ATSC Y DVB_____	104
 CAPITULO III_____	 108
ASPECTOS PARA LA TRANSICIÓN HACIA TDT (TELEVISION DIGITAL TERRESTRIAL)_____	108
3.1 INTRODUCCION A LA TELEVISION DIGITAL TERRESTRE_____	108
3.1.1 GENERALIDADES_____	108
3.1.2 VENTAJAS DE LA INTRODUCCION DE LA TDT_____	110
Mejor aprovechamiento del espectro y aumento de canales_____	111
Una mejor calidad de imagen y sonido_____	111

	Menores costos de distribución_____	112
	Posibilidad de prestar servicios interactivos_____	113
	Recepción portátil y móvil_____	114
3.1.3	TELEVISION DIGITAL TERRESTRE ACCESIBLE PARA TODOS_____	114
3.2	ASPECTOS BASICOS PARA LA INTRODUCCION DE TDT_____	115
3.2.1	INTRODUCCION_____	115
3.2.2	ASPECTOS LEGALES_____	116
	Naturaleza del servicio y título habilitante_____	116
	Reserva de frecuencias a favor de los actuales operadores_____	116
	Normas anticoncentración_____	116
	Normas sobre contenidos_____	117
3.2.3	ASPECTOS TECNICOS_____	117
	Gestión del espectro radioeléctrico_____	118
	Multiplexación de la señal_____	118
	La recepción_____	119
	Canal de retorno_____	119
3.2.4	ASPECTOS ECONOMICOS_____	120
	Empresas privadas que van a participar en este proceso_____	120
	Industria de contenidos_____	120
	Canales de televisión privados_____	121
	Fabricantes y desarrolladores de aplicaciones_____	121
	Gestor de múltiplex_____	122
	Gestor de interactividad_____	122
	El transportista o portador y difusor de la señal de televisión_	122
	Principales fuentes de financiación_____	122
	Ingresos por publicidad_____	122
	Ingresos por abonados_____	123
	Ingresos por programas pagados_____	123
	Fuentes de financiación que nacen con la TDT_____	123
	Comercio electrónico_____	123
	Prestación de servicios_____	124
	Costos frente a este cambio tecnológico_____	124
	Costo de red_____	124
	Costos de los contenidos_____	124

Costos de los equipos de recepción_____	124
Por el modelo adoptado por el ente regulador_____	125
Por las condiciones de competencia en el mercado_____	125
3.2.5 ASPECTOS SOCIALES_____	125
Liberación del espectro radioeléctrico_____	125
Cobertura de la TDT_____	126
Aumento de la oferta audiovisual_____	126
Introducción de nuevos servicios_____	126
Interoperabilidad_____	127
3.2.6 SOCIEDAD DE LA INFORMACION_____	127

CAPITULO IV_____ 128

ASPECTOS DE REGULACIÓN DE SERVICIOS PARA EL SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL ISDB-T_____ 128

4.1 CONSIDERACIONES PARA UNA TRANSICIÓN ADECUADA_____	128
4.2 ASPECTOS QUE SE DEBEN REGULAR EN UNA TRANSICION HACIA LA TDT EN EL ECUADOR_____	131
4.2.1 INTRODUCCIÓN_____	131
4.2.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO_____	132
4.2.3 CREACIÓN DEL PLAN TÉCNICO NACIONAL DE LA TELEVISIÓN DIGITAL_____	134
4.2.4 CREACIÓN DE CALENDARIO DE TRANSICIÓN_____	135
Migración Voluntaria_____	136
Transmisiones simultaneas de las dos tecnologías (“ <i>simulcats</i> ”)_____	137
Apagón analógico (“ <i>switch-off</i> ”)_____	137
4.2.5 ESCENARIO DE TRANSICION DE LA TECNOLOGIA ANALOGICA A LA TECNOLOGIA DIGITAL_____	138
4.2.6 ESCENARIO TRAS EL CESE DE LAS EMISIONES DE TELEVISION TERRESTRE CON TECNOLOGIA ANALOGICA__	139
4.2.7 ASIGNACION CONCRETA DE LOS CANALES DIGITALES Y DE LOS MULTIPLES DIGITALES_____	140
4.2.8 NUMERO DE CANALES EN CADA MULTIPLE_____	140
4.2.9 GESTION DEL MULTIPLE DIGITAL_____	141

4.2.10	CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS TERMINALES DE TDT	141
4.2.11	PARAMETROS DE INFORMACION DE LOS SERVICIOS DE TDT	141
	Servicios de TV Digital	142
	Televisión Interactiva	142
	Resumen de Servicios de TV Digital	143
4.2.12	APROBACION DE LOS PROYECTOS TECNICOS	145
4.2.13	INSPECCION TECNICA A LAS INSTALACIONES	145
4.2.14	TITULOS HABILITANTES	146
4.3	TELEVISION DIGITAL EN EL ECUADOR	146
4.4	SITUACION Y TENDENCIAS DE LA TELEVISION DIGITAL A NIVEL MUNDIAL	150
4.4.1	INTRODUCCIÓN	150
4.4.2	TENDENCIA DE LA TELEVISION DIGITAL	153
4.5	SITUACION EN AMERICA LATINA	155
4.5.1	ARGENTINA	156
	Enfoque	156
	Desarrollo Actual	157
4.5.2	BRASIL	158
	Enfoque	158
	Acciones, directrices y organización del gobierno de Brasil para definir e instalar el Sistema de TDT	158
	Desarrollo Actual	160
4.5.3	MÉXICO	161
	Enfoque	161
	Desarrollo Actual	161
4.5.4	CONCLUSIÓN AMÉRICA LATINA	162
CAPITULO V		163
PROPUESTA DE LA NORMA TÉCNICA PARA EL SISTEMA ISDB-T		163
5.1	OBJETO	163
5.2	REFERENCIAS NORMATIVAS	163
5.3	TERMINOS Y DEFINICIONES	165
	Televisión	165

	Televisión Digital Terrestre_____	165
	Estación de Televisión_____	166
	Redes de Frecuencia Única (SFN)_____	166
	Zona de Sombra (“Gap-Fillers”)_____	166
	Redes de Multi Frecuencia (MFN)_____	166
	Receptores STB_____	166
	Recepción móvil_____	166
	Formatos de programa en televisión digital_____	166
	Programación de televisión_____	167
	Nuevos Servicios_____	167
	Otros Términos_____	167
5.4	PLANIFICACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO_____	167
5.4.1	BANDAS DE FRECUENCIA_____	167
5.4.2	CANALIZACIÓN DE BANDAS_____	168
5.4.3	GRUPOS DE CANALES_____	169
5.5	AREA DE SERVICIO_____	170
5.5.1	ÁREA DE COBERTURA_____	172
	Área de cobertura primaria_____	172
	Área de cobertura secundaria_____	172
	Área de protección_____	172
5.6	CANALES DIGITALES_____	172
5.6.1	ASIGNACIÓN CANALES DIGITALES_____	172
5.6.2	CANALES ADYACENTES_____	174
5.6.3	RESERVA DE CANALES_____	174
5.7	SISTEMA DE TRANSMISION_____	175
5.7.1	CONFIGURACIÓN GENERAL_____	175
5.7.2	COMPRESION DE AUDIO Y VIDEO_____	176
5.8	PROTECCION DE LAS TRANSMISIONES_____	176
5.8.1	INTENSIDAD DE CAMPO MÍNIMA A PROTEGER_____	176
5.8.2	RELACIONES DE PROTECCIÓN SEÑAL DESEADA/SEÑAL NO DESEADA_____	178
5.8.3	PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIAS_____	179
5.9	CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES TRANSMISORAS_____	179
5.9.1	POTENCIA RADIADA MAXIMA_____	179
5.9.2	DISTANCIA MINIMA ENTRE ESTACIONES_____	179

5.9.3	GAP FILLERS_____	179
5.10	FRECUENCIAS AUXILIARES_____	180
5.11	ESTUDIOS Y PROGRAMACION_____	180
5.11.1	TIPO DE ESTUDIOS Y PERMISOS_____	180
	Estudios principales_____	180
	Estudios secundarios_____	180
	Estudios móviles_____	180
5.11.2	PROGRAMACION_____	181
5.12	DISPOSICIONES GENERALES_____	181
5.13	DISPOSICIONES TRANSITORIAS_____	182
5.14	PREVALECENCIA_____	182
5.15	VIGENCIA_____	182
CAPITULO VI_____		183
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MIGRACIÓN AL SISTEMA ISDB-T__		183
6.1	GENERALIDADES_____	183
6.2	SITUACION PARA EL ORGANISMO REGULADOR_____	185
6.3	ACTORES ECONOMICOS QUE INTERVIENEN EN LA TDT_____	186
6.3.1	EMPRESAS PRIVADAS_____	186
6.3.2	PRINCIPALES FUENTES DE FINANCIACIÓN_____	187
6.3.3	PRINCIPALES FUENTES DE FINANCIACIÓN NUEVAS CON LA TDT_____	187
6.3.4	COSTOS DE ESTE CAMBIO TECNOLÓGICO_____	187
6.4	SITUACION PARA LOS RADIODIFUSORES_____	188
	Costo para los estudios_____	188
	Costo de la red_____	189
	Ingresos por publicidad_____	190
6.5	SITUACION PARA LOS TELEVIDENTES_____	191
	Televisor_____	192
	Decodificadores_____	193
	Tarjetas_____	194
	Antenas_____	195
6.6	ANALISIS COSTO BENEFICIFIO DEL ESTANDAR ISDB-T_____	197
6.7	RESUMEN ECONOMICO_____	199

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	205
CONCLUSIONES	205
RECOMENDACIONES	208
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	210
ANEXOS	212

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla. 1.1. Zonas geográficas _____	24
Tabla. 1.2. Grupos de canales VHF _____	27
Tabla. 1.3. Grupos de canales UHF _____	27
Tabla. 1.4. Estaciones de televisión abierta _____	28
Tabla. 1.5. Estaciones de televisión codificada terrestre _____	29
Tabla. 1.6. Televisión codificada satelital _____	30
Tabla. 1.7. Televisión por cable _____	31
Tabla. 1.8. Tipos de Programación _____	37
Tabla. 2.1. Parámetros para cada segmento de ISDB-T en un canal de 6MHz _____	45
Tabla. 2.2. Duración del intervalo de guarda _____	46
Tabla. 2.3. Valores de la longitud de trama _____	47
Tabla. 2.4. Valores de las tasas de transmisión por segmentos (kbps) _____	48
Tabla. 2.5. Valores de las tasas de transmisión totales (Mbps) _____	49
Tabla. 2.6. Parámetros utilizados en el sistema ISDB-T _____	50
Tabla. 2.7. Resumen de las combinaciones de niveles y perfiles _____	65
Tabla. 2.8. Número de TSP en cada trama _____	75
Tabla. 2.9. Valores de la constante S_x dependiendo la modulación _____	77
Tabla. 2.10. Ajuste de retardo en TSPs _____	79
Tabla. 2.11. Patrón de perforado y secuencia de la señal transmitida _____	82
Tabla. 2.12. Valor de ajuste de retardo en número de bits _____	84
Tabla. 2.13. Factor de normalización según la modulación de la portadora _____	88
Tabla. 2.14. Parámetro I, # de símbolos para el retardo, y numero de tramas OFDM retardadas _____	91
Tabla. 2.15. Asignación de los 204 bits de cada portadora _____	98
Tabla. 2.16. Información de TMCC _____	99
Tabla. 2.17. Parámetros de transmisión _____	100
Tabla. 2.18. Identificación del sistema _____	100
Tabla. 2.19. Índice cambio parámetro de transmisión _____	100

Tabla. 2.20. Bandera para alerta de difusión_____	101
Tabla. 2.21. Bandera para la recepción parcial_____	101
Tabla. 2.22. Esquema de modulación de la portadora OFDM_____	101
Tabla. 2.23. Tasa de código_____	101
Tabla. 2.24. Entrelazado temporal_____	102
Tabla. 2.25. Número de segmentos_____	102
Tabla. 2.26. Tasa de transmisión para AC1_____	103
Tabla. 2.27. Tasa de transmisión para AC2_____	103
Tabla. 2.28. Comparación Parámetros ATSC, DVB-T, ISDB-T_____	105
Tabla. 2.29. Características de los sistemas en las pruebas realizadas en Brasil__	105
Tabla. 2.30. Resultados de Recepción Interna_____	106
Tabla. 2.31. Resultado de la cobertura con y sin Gap Filler_____	107
Tabla. 2.32. Resultado de la recepción móvil_____	107
Tabla. 2.33. Resumen de cada sistema, en las diferentes pruebas realizadas_____	107
Tabla. 4.1. Normas adoptadas por algunos países_____	154
Tabla. 5.1. Rango de Frecuencia VHF_____	168
Tabla. 5.2. Rango de Frecuencia UHF_____	168
Tabla. 5.3. Canales de Televisión y sus frecuencias_____	168
Tabla. 5.4. Distribución del área de servicio por zonas geográficas_____	171
Tabla. 5.5. Parámetros de operación del sistema ISDB-T_____	175
Tabla. 5.6. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura primaria con FEC 2/3_____	177
Tabla. 5.7. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura primaria con FEC 3/4_____	177
Tabla. 5.8. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura secundaria con FEC 2/3_____	178
Tabla. 5.9. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura secundaria con FEC 3/4_____	178
Tabla. 5.10. Relación protección señal deseada/señal no deseada_____	178
Tabla. 6.1. Equipos para un estudio de televisión_____	188
Tabla. 6.2. Costo de tener estudios a nivel local y nacional_____	189
Tabla. 6.3. Costo del Codificador MPEG-2_____	189

Tabla. 6.4. Costo del Modulador ISDB-T_____	190
Tabla. 6.5. Costo del Transmisor en las bandas VHF y UHF_____	190
Tabla. 6.6. Costo de las cuñas televisivas_____	191
Tabla. 6.7. Lista de televisores digitales_____	192
Tabla. 6.8. Lista de STB o cajas decodificadoras_____	193
Tabla. 6.9. Análisis Económico_____	199
Tabla. 6.10. Resumen de costos de las cuñas publicitarias_____	200
Tabla. 6.11. Calculo del Tiempo de Recuperación_____	202
Tabla. 6.12. Calculo del TIR_____	202
Tabla. 6.13. Calculo del VAN_____	203
Tabla. 6.14. Calculo del IR_____	203
Tabla. 6.15. Resumen Económico_____	203

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura. 1.1. Visibilidad optima_____	11
Figura. 1.2. Exploración de imagen_____	12
Figura. 1.3. Exploración entrelazada_____	15
Figura. 1.4. Estructura de un canal de TV estándar_____	17
Figura. 1.5. Tiempo horizontal_____	19
Figura. 1.6. Área de Cobertura_____	24
Figura. 1.7. Zonas geográficas para televisión abierta_____	27
Figura. 2.1. Trayecto de un programa de televisión digital_____	39
Figura. 2.2. Formación de la señal que va a ser transmitida, de forma general____	40
Figura. 2.3. Diagrama de bloques_____	40
Figura. 2.4. Combinaciones de programa dentro de un canal_____	42
Figura. 2.5. Esquema ISDB-T_____	44
Figura. 2.6. Configuración de emisión concentrada y emisión distribuida_____	51
Figura. 2.7. Receptor portátil para difusión digital terrestre_____	55
Figura. 2.8. Desglose de los tipos de recepción que ofrece ISDB-T_____	55
Figura. 2.9. Variación de la intensidad de la señal con el movimiento del Receptor_____	57
Figura. 2.10. Conversión de un error en ráfaga a un error aleatorio_____	57
Figura. 2.11. Señal con entrelazado temporal y sin entrelazado temporal_____	58
Figura. 2.12. Capas definidas para la construcción de una secuencia de video MPEG_____	62
Figura. 2.13. Creación del flujo de programa y del flujo de transporte_____	66
Figura. 2.14. Diagrama de un codificador-decodificador MPEG-2 con Demultiplexado_____	69
Figura. 2.15. Diagrama de bloques para el codificador de MPEG-2 AAC_____	72
Figura. 2.16. Conversión de las señales a una OFDM_____	74
Figura. 2.17. Ejemplo de re-múltiplexación de flujo de transporte para modo 1 y un GI 1/8_____	74

Figura. 2.18. Diseño del receptor para formar una trama múltiplex_____	75
Figura. 2.19. Ejemplo de dos niveles jerárquicos disponibles, con GI 1/8 y modo 1_____	76
Figura. 2.20. TSP y TSP protegido contra errores por RS (204, 188, t=8)_____	77
Figura. 2.21. Proceso de división de los TS_____	78
Figura. 2.22. Diagrama del funcionamiento del entrelazado externo_____	80
Figura. 2.23. Diagrama de la codificación interna_____	81
Figura. 2.24. Configuración del bloque de modulación_____	83
Figura. 2.25. Diagrama del sistema, calculo de la fase y diagrama de constelación de DQPSK_____	84
Figura. 2.26. Diagrama del sistema QPSK_____	85
Figura. 2.27. Diagrama de la constelación QPSK_____	85
Figura. 2.28. Diagrama del sistema 16QAM_____	86
Figura. 2.29. Diagrama de la constelación 16QAM_____	86
Figura. 2.30. Diagrama del sistema 64QAM_____	87
Figura. 2.31. Diagrama de la constelación 64QAM_____	87
Figura. 2.32. Combinador jerárquico_____	89
Figura. 2.34. Entrelazado Temporal_____	90
Figura. 2.35. Configuración de un segmento de datos_____	90
Figura. 2.36. Configuración del entrelazado de frecuencia_____	92
Figura. 2.37. Entrelazado entre segmentos modo 1_____	92
Figura. 2.38. Entrelazado entre segmentos modo 2_____	93
Figura. 2.39. Entrelazado entre segmentos modo 3_____	93
Figura. 2.40. Rotación de portadoras dentro de un mismo segmento_____	94
Figura. 2.41. Colocación aleatoria de portadoras para modo 1_____	94
Figura. 2.42. Estructura de la trama para DQPSK_____	95
Figura. 2.43. Estructura de la trama para QPSK, 16QAM, 64QAM_____	96
Figura. 2.44. Numeración de los segmentos de nuestro espectro de transmisión_	97
Figura. 2.45. Introducción del intervalo de guarda_____	98
Figura. 2.44. Tendencia mundial de los estándares: DVB-T, ISDB-T, ATSC; fuente Proyecto DVB_____	104
Figura. 3.1. Comparación de la transmisión analógica vs. digital_____	111
Figura. 3.2. Comparación en el formato de imagen_____	112
Figura. 3.3. Servicios interactivos_____	113

Figura. 4.1. Distribución de las frecuencias de canales de televisión en el Japón_	133
Figura. 4.2. Servicios de TV Digital_____	143
Figura. 6.1. Televisor digital_____	192
Figura. 6.2. Modelo de una caja decodificadora_____	193
Figura. 6.3. Receptor de televisión digital USB_____	195
Figura. 6.4. Tarjeta PCI televisión digital_____	195
Figura. 6.5. Antena UHF 43 elementos_____	195
Figura. 6.6. Antena UHF recepción difícil 90 elementos_____	196
Figura. 6.7. Antena interior para TV Digital Terrestre_____	196
Figura. 6.8. Antena de televisión extra plana_____	197

GLOSARIO.

ATSC

Advanced Television System Comitee, Estándar americano de la televisión digital. Tiene como uso principal la TV de alta definición (HDTV).

ACCESO CONDICIONAL

Sistema que controla el acceso a los servicios de forma que sólo quien está suscrito pueda verlos. Se asocia con la tecnología necesaria para ofrecer suscripción a servicios pagados lo cual involucro la encriptación de señales y el servicio de manejo de usuarios.

ADSL

Asymetric Digital Subscriber Line, Línea de suscriptor digital asimétrica. Permite transportar datos y voz empleando la línea telefónica convencional.

API

Applications Programming Interface, Aplicación de programación necesaria para el desarrollo de servicios interactivos asociados a la televisión.

BANDA DE FRECUENCIAS

Porción del espectro radioeléctrico que contiene un conjunto de frecuencias determinadas.

BROADCAST

Calidad televisiva de video, susceptible de ser emitida. Estándar mínimo de calidad aceptado por las emisoras de televisión de todo el mundo y por sus organismos reguladores.

BROADCASTER

Empresas públicas o privadas que emiten señales de televisión de libre recepción o pagada, creado por ellos mismos o comprados a terceros. En el fondo, es lo que se entiende por canales de televisión terrestre que utilizan un bien público como el espectro radioeléctrico.

CANAL

Medio físico por el que se transmite una señal específica. El ancho de banda de un canal de televisión es, por ejemplo, de 6 MHz en Ecuador y en los Estados Unidos y de 8 MHz, en Europa.

COMPRESIÓN

Proceso por el cual la señal deja de poseer información redundante y por lo tanto incluye sólo la información mínima necesaria para la transmisión.

CONVERGENCIA

Capacidad de diferentes plataformas de red de transportar tipos de servicios similares o aproximación de dispositivos de consumo tales como el teléfono, televisión y ordenador personal. La convergencia se manifiesta en diversos niveles: el de las redes de telecomunicaciones o canales de distribución, el de terminales (ordenador, televisor, Internet y videojuegos), el de contenidos (sonido, video y datos), el de servicios, y el de las empresas.

DTV

Digital Television.

DEMODULADOR

Circuito o dispositivo cuya acción sobre una onda portadora, permite recuperar o recomponer la onda moduladora original.

DECODIFICADOR

Equipo que, en conjunción con una tarjeta inteligente, permite al usuario el acceso al servicio. En el caso de la recepción digital, el decodificador se encuentra integrado en el receptor (IRD).

DESMULTIPLEXADOR

Tiene como objeto separar los diferentes servicios a los que el abonado está suscrito.

DVB

Digital Video Broadcasting, Estándar europeo de la TV digital. Fue desarrollado después de ATSC americano, con la intención de ampliar la competitividad. Su uso principal es la transmisión de programas múltiples en un canal solo.

EPG

Electronic Program Guide, Guía Electrónico de Programación. Un servicio básico de la oferta de TV. Mediante la EPG, también llamada "navegador", el usuario puede consultar la programación diaria del operador de TV digital observando en la pantalla, mediante un mando a distancia, la programación por temas, horario y canales.

FRECUENCIA

El número de veces por segundo que fluctúa una señal. Número de oscilaciones producidas por unidad de tiempo. La frecuencia evalúa el número de veces que este fenómeno se produce en un intervalo dado.

GAP FILLER

Estaciones de refuerzo de señales, son utilizadas para cubrir zonas de sombra donde por algún motivo no llega directamente la señal del transmisor, cabe indicar que trabajan en la misma frecuencia del transmisor. Son particulares de las redes de frecuencia única.

GESTOR DEL MÚLTIPLEX

Agente responsable de la gestión del ancho de banda del canal múltiple para TDT.

GESTOR DE LA INTERACTIVIDAD

Agente responsable de la prestación de los servicios interactivos que posibilita la TDT.

HDTV

High Definition Television, Televisión de alta definición. Formato que se caracteriza por una nueva pantalla con relación de aspecto 16:9 y capaz de reproducir con hasta 5 o 6 veces más detalle que los sistemas broadcast existentes. Proyecto de televisión de alta definición que ha sido abandonado al irrumpir la televisión digital.

INTEROPERABILIDAD: Conjunto de las características de un sistema digital de televisión que permiten una operación sobre una variedad de medios y entre equipos de diferentes fabricantes.

ISDB

Integrated Services Digital Broadcasting, Es el estándar japonés de la televisión digital. Fue desarrollado ya que tenía como objetivo la convergencia con otros dispositivos como 3G celular y las computadoras de la mano.

ISDB-C

Transmisión de contenidos ISDB (video y aplicaciones) mediante redes de cable.

ISDB-S

Transmisión de contenidos DVB mediante redes de satélite.

ISDB-T

Transmisión de contenidos ISDB mediante redes terrestres.

MFN

Multiple Frecuencias Network, Redes Multifrecuencia conjunto de radiofrecuencias individualizadas que permiten realizar desconexiones de la programación.

MPEG

Motion Picture Expert Group, Es el padrón de compresión que deberá ser utilizado por las emisoras para envío de datos.

MPEG-2

Norma técnica internacional de compresión de imagen y sonido. El MPEG-2 especifica los formatos en que deben de representarse los datos en el decodificador y un conjunto de normas para interpretar estos datos.

MULTICAST

Distribución de información de televisión, punto multipunto, a varios usuarios.

MÚLTIPLEX

Canal de frecuencia radioeléctrica que permite albergar varios programas digitales de televisión (de 4 a 6) y otros servicios digitales (datos, internet, etc.) gracias a técnicas de compresión.

PLATAFORMA DE TELEVISIÓN

Operador de televisión que, a través de una marca comercial que lo identifica ante los usuarios, ofrece a éstos un conjunto de canales de televisión y/o de servicios interactivos.

PORTADORA

Onda principal; la señal, transportada por esta onda desde el satélite, es recibida por el receptor, vía antena parabólica.

PPV

Pay Per View, Sistema por el cual el usuario elige acceder, mediante pago, a la emisión de un acontecimiento de especial relevancia -deportivo, cultural, conciertos, etc., en directo o en diferido o a una película de estreno.

RED DE RADIODIFUSIÓN

Conjunto de un número determinado de estaciones de radiodifusión sonora o televisiva conectadas entre sí por cable coaxial, ondas, o línea de alambre, de forma que todas las estaciones puedan emitir el mismo programa, simultáneamente.

REEMISOR

Conjunto de aparatos que reciben y remiten el programa difundido por otro emisor de radiodifusión

RELACIÓN DE ASPECTO DE IMÁGENES

Relación entre la altura y la longitud de las imágenes. Casi todas las pantallas de TV son 4:3, pero hay una tendencia creciente hacia la pantalla ancha cuya relación de aspecto es 16:9 (16 unidades de largo por 9 de alto).

SDTV

Standard Definition Television, Televisión de definición estándar. Un sistema completo, con una resolución de pantalla menor que la de HDTV.

STB

Set Top Boxes, Dispositivos que pueden recibir las señales digitales y decodificarlas para la televisión analógica. Equipos que se conectan al televisor y la línea telefónica, el satélite o el cable para navegar, utilizar el correo electrónico etc.

SERVICIOS DIGITALES ADICIONALES

Son aquellos que junto al servicio de televisión por ondas, permiten a los operadores prestar servicios como vídeo bajo demanda, correo electrónico, Internet, juegos interactivos, etc.

SERVICIOS INTERACTIVOS

Suponen la provisión de servicios, asociados o no a la programación tradicional, que requieren un canal de retorno para la comunicación con el proveedor de servicios.

SFN

Single Frequency Network, Soportan la radiación con la misma frecuencia y modulación de la señal teniendo que estar sintonizados todos los transmisores. No permiten realizar desconexiones.

SIMULCAST

Transmisión de la misma señal por dos formas: analógico y digital

SWITCH OFF

Final de las operaciones de la televisión analógica. Desconexión, "apagón analógico".

T-COMERCIO

Comercio televisivo. Con la televisión digital, será posible comprar productos a través de la televisión.

TV DIGITAL

Es la nueva generación de la televisión que, en los años próximos, substituirá la televisión analógica actual en el mundo entero.

TDT

Televisión Digital Terrenal, Plataforma de televisión digital cuya transmisión se realiza por sistemas de radiodifusión terrenos, es decir, con antenas situadas en la superficie de la tierra.

TV MÓVIL

Es la posibilidad para coger las señales de la televisión en dispositivos en el movimiento: bus, trenes y subterráneo, coches y barcos.

TV PORTÁTIL

Es la recepción en el equipo portátil, ése puede o no estar en el movimiento. Un ejemplo es televisiones, teléfonos portátiles o computadoras de mano equipadas con un receptor de televisión.

UHF

Ultra High Frequencies, Utilizada para designar la banda de frecuencias comprendidas entre 300 y 3000 MHz.

VHF

Very High Frequencies, Utilizada para designar la banda de frecuencias comprendidas entre 30 y 300 MHz.

VOD

Video on Demand, Una cantidad de títulos equivalente al de una video locadora disponibles para compra a través de la televisión digital es posible comprar y asistir las películas.

WEB TV

Sistema que permite la navegación por Internet a través del televisor convencional.

CAPITULO I

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN EN EL ECUADOR

1.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL SISTEMA DE TELEVISION EN EL ECUADOR

1.1.1 INTRODUCCIÓN

La televisión es un medio de comunicación muy importante que llega a todos los hogares de las distintas clases sociales de Ecuador por lo cual tiene gran influencia en el comportamiento de los individuos y más aún en los niños.

El fenómeno televisivo, típico de nuestros tiempos, presenta múltiples facetas de interés general para los individuos, la característica de la televisión es la de ser un medio de comunicación de masa debido a lo cual se concentran en torno a ellos variados intereses como es la programación que transmite. Es el medio de comunicación que mayor influencia tiene dentro de los hogares, al colocarse como una organización social, como una cultura socializadora que lleva inmerso un estudio de vida, unida a necesidades, aspiraciones y formas de pensar y actuar con el propósito de crear una masa de usuarios que responde a los intereses de los grupos económicos dominantes.

Este es un medio de comunicación que distorsiona la realidad ya que está sustentado sobre la base de acciones que no se permiten en nuestros códigos sociales, pero sin embargo son permitidos en la televisión como son los crímenes y la violencia en general.

Por otra parte, demanda atención y presenta una realidad fragmentada y breve, un ejemplo de ello son los comerciales, produciendo en poco tiempo una serie de estímulos.

El tiempo ocupado en ver televisión representa la secuencia en los horarios en los diferentes días y distintos canales, un ejemplo de esto son las telenovelas, las comiquitas y

las películas y otras cosas en general, que aparecen como un espacio de confrontación cotidiana entre el sentido de lo nacional, la sensibilidad, los personajes propios, modelos y formatos televisivos capaces de trascender la frontera nacional.

Es un medio de comunicación que ha sido considerado por investigadores, así como la gente común como un interruptor de comunicación en la familia y en la comunidad, donde comparte características con otros entes de la industria audiovisual es un fenómeno particular que posee identidad por sí misma y que ha logrado cumplir más eficientemente el contenido logrando acercarse cada día más al público.

1.1.2 RESEÑA HISTÓRICA MUNDIAL

Desde los años 50, la televisión se ha convertido en el medio de comunicación por excelencia. Evidentemente, su historia se remonta varias décadas atrás, pero la auténtica revolución, en sus días, no es comparable, con ningún otro.

La prehistoria de la televisión arranca, en sentido estricto, de los descubrimientos técnicos más elementales que hicieron posible la transmisión a distancia de la imagen en movimiento. Globalmente, como sucedería con la radio, debe distinguirse entre los procedimientos técnicos que permitieron enviar las primeras imágenes o sonidos de una emisora a un receptor y el momento en que esa misma señal llegó a ser captada por un número elevado de receptores y convirtió el simple medio de comunicación en fenómeno social. Los comienzos remotos de la era de la televisión parten del descubrimiento del selenio, un metaloide imprescindible en la composición del nuevo invento. Pero cuando Berzelius lo descubrió, en 1817, nadie pensaba en semejante utilidad. Igual sucedería veintidós años más tarde, en 1839, con la demostración a cargo de Becquerel de los efectos electromagnéticos de la luz.

En el terreno de la transmisión de imágenes a distancia, los precedentes científicos más lejanos en el tiempo fueron la transmisión telegráfica de imágenes, llevada a cabo por Bain en Inglaterra, en 1843, y por Giovanni Caselli en Francia, en 1863, quien con el pantelegrafo de su invención consiguió enviar mensajes autógrafos y dibujos de París a Marsella. A partir de aquel momento las "innovaciones" televisas proliferaron. Entre las más curiosas podría citarse el proyecto del estadounidense Carey, en 1875, tratando de transmitir imágenes desde un emisor formado por 2.500 células de selenio hasta una

pantalla formada por otras tantas bombillas, unidas una a una a su célula respectiva por medio de los correspondientes 2.500 cables.

Los avances en la investigación de tres ámbitos científicos diferentes hicieron posible convertir la televisión en una realidad independiente: el primero, la fotoelectricidad, o capacidad de algunos cuerpos para transformar la energía luminosa; el segundo, los procesos de análisis capaces de descomponer una fotografía en líneas y puntos claro y oscuros, y restituirla después a su forma original; el tercero, los adelantos en la manipulación de los haces de electrones, que harían posible repetir este proceso de descomposición y restitución de imágenes veinticinco veces por segundo.

El británico John Logie Baird optó por la primera vía. En 1926 consiguió los primeros resultados experimentales de cierta entidad, al transmitir 12,5 imágenes por segundo con una definición de 30 líneas. Su sistema fue perfeccionándose, y en 1928 Baird hizo realidad el primer envío de imágenes de televisión a través del Atlántico, de Londres a Nueva York.

John Baird tuvo el honor de poner en marcha la primera emisión regular de televisión, el 10 de septiembre de 1929, en los estudios de la BBC de Londres, cuatro años mas tarde, Berlín y Londres ofrecerían de cuatro a seis espacios por semana.

La televisión no nació como respuesta a ninguna necesidad inmediata e ineludible. Incluso podría decirse que, en este caso particular, invento y necesidad vieron la luz simultáneamente. Cuando el hombre se propuso transmitir imágenes a distancia, por cable o sin hilos, no pensaba en una recepción masiva e indiscriminada, sino en un servicio publico que permitiera solo la comprobación de documentos, el envío de planos o imágenes necesarias para trabajos técnicos o para la simplificación de tramites burocráticos.

Pero, una vez creado el soporte técnico necesario para la transmisión de imágenes en movimiento, algunos científicos "inspirados" comprendieron que la televisión podía repetir el éxito de la radio años antes. A mediados de la década sobre la base del precedente inmediato de la radio, el nuevo medio lograría evitar algunos posibles errores de partida. Si la televisión hubiera nacido antes de la I Guerra Mundial, en plena etapa liberal, su estatus jurídico hubiera sido seguramente similar al de la prensa, con la libertad de creación de emisoras y formatos. Pero la gran crisis económica de 1929 y el nacimiento de los

regímenes totalitarios que amenazaban con ahogar los sistemas liberales hicieron que los gobiernos de la mayor parte de los países en los que dio sus "primeros pasos" el nuevo medio de comunicación decidieran reservárselo para su uso exclusivo. La televisión renacería durante los años 1950-1960, convirtiéndose en el mayor medio de presión y de propaganda que ha conocido el mundo hasta el momento.

Desde los años 50, la televisión se ha convertido en el medio de comunicación por excelencia y su importancia no ha dejado de crecer en todo el mundo. Evidentemente, su historia se remonta varias décadas atrás, pero la auténtica revolución que supuso en sus días no es comparable, de momento, con ningún otro sistema de comunicación. Su influencia en los más variados aspectos de la vida es algo que, se ha convertido en una realidad más que evidente.

El nacimiento de la televisión está considerado como uno de los grandes hitos del siglo XX. El "poder" de la pequeña pantalla es tan grande que incluso ha llegado a cambiar las costumbres familiares de la mayor parte de las sociedades del mundo, y objetivamente, quizás no haya para menos: con su progresiva implantación, hemos podido vivir en directo algunos de los acontecimientos más importantes de los últimos años.

De alguna forma se puede comparar el nacimiento de la televisión, con todo lo que supuso, con el de Internet, que quizás sea el único competidor con ciertas garantías de llegar a alcanzar o incluso superar al complejo mundo de la televisión.

1.1.3 RESEÑA HISTORICA EN EL ECUADOR

En 1954, el Ing. Hartwell encuentra un equipo viejo abandonado en las bodegas de la General Electric, en Siracuse, New York. Lo lleva al garaje de su casa. Lo repara pacientemente hasta el 11 de julio de 1959, cuando los equipos llegan a Quito para "convertir a los nativos", asombrados ante esta nueva tecnología.

En agosto de 1959 se celebraba el sesquicentenario de la Independencia. Se organizó una gran feria en los jardines del Colegio Americano y fue allí a donde se llevaron los equipos de la HCJB, para que los quiteños pudieran ver televisión en blanco y negro. En 1960, el Canal 4 obtuvo permiso para operar. Así, la televisión nació en el Ecuador llena de bendiciones, que la volvieron, por entonces, milagrosamente aburrida. La primera empresa comercial fue la Compañía Ecuatoriana de Televisión, formada por

Jaime Nebot Velasco, José Rosenbaum y la Publicidad "Palacios". Era la Feria de Octubre en Guayaquil, y así llegó la televisión al puerto. Un convenio con la Casa de la Cultura, y allí se instaló la antena. La prensa de la época celebra este advenimiento con el mismo fervor que la llegada del primer avión.

La televisión nacía bajo el modelo norteamericano. Televisión privada. Sin embargo, desde entonces hasta hoy, el Estado dueño de las frecuencias se reservaba el derecho de concederlas y la televisión ofrecería espacios, para programas estatales de educación y salud.

En 1960, un enorme número 6 sobre el tejado de una vieja casa de hacienda en el Itchimbía, brillaba sobre Quito, y un número 2 sobre el cerro de El Carmen, en Guayaquil. Atrás de este esfuerzo estaba Presley Norton.

La década de los sesentas marca el desarrollo de la televisión en el Ecuador: Canal 2 en Guayaquil, Canal 8 en Quito, Telecentro, Canal 4; y tras nombres, hombres: Alvarado Roca, Ismael Pérez, Jorge Mantilla Ortega, Luís Hanna, Leonardo Ponce, Marcel Rivas, Antonio Granda Centeno, Gerardo y Patricio Berborich.

Es curioso revisar la programación de la época. No ha variado su estructura profunda. Poca producción nacional, como hoy, bastante ingenua y casta. Sin duda, mayor autocensura.

Y así entra la televisión a formar parte de la impresionante red de comunicación de un país pequeño como el nuestro; junto con la prensa y la radio comienza a cubrir prácticamente todo el territorio nacional.

La televisión actual es analógica, eso implica que las señales de video y audio, tal como son generadas en la estación de origen se propagan por el aire, mediante ondas de radio, para que sean recibidas por los usuarios.

La televisión en el Ecuador avanzará indudablemente, y no debemos cerrarnos al nuevo desarrollo que existe en las transmisiones de televisión y sus significativas ventajas; por este motivo el ente regulador debe estar preparado para los nuevos cambios.

1.2 TECNOLOGÍAS PARA LA TRANSMISION DE TELEVISION ANALOGICA

Actualmente tenemos dos sistemas que se utilizan para la transmisión analógica de la televisión, uno de ellos es el NTSC (por sus siglas en ingles *National Television System Comitee*) que se origino en Estados Unidos alrededor de 1940 y el otro es el PAL (por sus siglas en ingles *Phase Alternating Line*) de origen Alemán es una derivación del sistema NTSC con ciertas mejoras en algunos parámetros.

1.2.1 PAL

Detalles técnicos.

El nombre "Phase Alternating Line" (línea alternada en fase) describe el modo en que la información de crominancia (color) de la señal de vídeo es invertida en fase en cada línea, permitiendo la corrección automática de los posibles errores en fase al cancelarse entre sí. En la transmisión de datos por radiofrecuencia, los errores en fase son comunes, y se deben a retardos de la señal en su llegada o procesado.

Aprovechando que habitualmente el contenido de color de una línea y la siguiente es similar, en el receptor se compensan automáticamente los errores de tono de color tomando para la muestra en pantalla el valor medio de una línea y la anterior, dado que el posible error de fase existente será contrario entre una línea y la siguiente. De esta forma dicho error, en lugar de un corrimiento del tono como ocurriría en NTSC, queda convertido en un ligero defecto de saturación de color que es mucho menos perceptible al ojo humano. Esta es la gran ventaja del sistema PAL frente al sistema NTSC.

Las líneas en que la fase está invertida respecto a cómo se transmitirían en NTSC se llaman a menudo líneas PAL, y las que coincidirían se denominan líneas NTSC.

El funcionamiento del sistema PAL implica que es constructivamente más complicado de realizar que el sistema NTSC. Esto es debido a que, si bien los primeros receptores PAL aprovechaban las imperfecciones del ojo humano para cancelar los errores de fase, sin la corrección electrónica explicada arriba (toma del valor medio), esto daba lugar a un efecto muy visible de "peine" si el error excedía los 5°. La solución fue introducir una línea de retardo en el procesado de la señal de luminancia de

aproximadamente 64 μ s que sirve para almacenar la información de crominancia de cada línea recibida; la media de crominancia de una línea y la anterior es lo que se muestra por pantalla. Los dispositivos que eran capaces de producir este retardo eran relativamente caros en la época en la que se introdujo el sistema PAL, pero en la actualidad se fabrican receptores a muy bajo coste.

Esta solución reduce la resolución vertical de color en comparación con NTSC, pero como la retina humana es mucho menos sensible a la información de color que a la de luminancia o brillo, este efecto no es muy visible. Los televisores NTSC incorporan un corrector de matiz de color para realizar esta corrección manualmente.

Finalmente, en el sistema PAL es más probable que el aparato receptor mal interprete una señal de color como señal de luminancia, o viceversa, que en el sistema NTSC. En consecuencia, el sistema NTSC es técnicamente superior en aquellos casos en los que la señal es transmitida sin variaciones de fase, por ejemplo en la televisión por cable, por satélite, en videojuegos, en reproductores de vídeo, entre otros.

Formatos del sistema PAL.

El sistema de color PAL se usa habitualmente con un formato de vídeo de 625 líneas por cuadro (un cuadro es una imagen completa, compuesta de dos campos entrelazados) y una tasa de refresco de pantalla de 25 cuadros por segundo, entrelazadas, como ocurre por ejemplo en las variantes PAL-B, G, H, I y N. Algunos países del Este de Europa que abandonaron el sistema SECAM ahora emplean PAL D o K, adaptaciones para mantener algunos aspectos técnicos de SECAM en PAL.

En Brasil, se emplea una versión de PAL de 525 líneas y 29,97 cuadros por segundo, PAL M, muy próximo a NTSC en la frecuencia de subportadora de color. El organismo regulador de las telecomunicaciones de Brasil, Anatel, tomó a comienzos de los años 70 la decisión de usar una norma propia para evitar la importación de aparatos receptores de color y permitir la compatibilidad con los receptores monocromáticos. Casi todos los demás países que emplean el sistema M de color usan NTSC para la luminancia. En Argentina, Paraguay y Uruguay, se usa PAL con el sistema estándar de 625 líneas, aunque de nuevo con la frecuencia subportadora de color de NTSC. Estas variantes se llaman PAL-N y PAL-CN. Cuando se inició la televisión en Argentina, los equipos receptores y transmisores, de procedencia estadounidense, debieron ser ajustados en sus parámetros de

barrido vertical para adaptarse a la frecuencia de 50Hz del servicio de electricidad (625 líneas por imagen y 25 imágenes por segundo), pero manteniendo los demás parámetros de radiofrecuencia: esquema de canales, ancho de banda, separación de portadora de imagen y sonido, etc. Así nacieron las normas N por derivación de las normas M. Cuando se inició la televisión en color en ese país (1978), para mantener estos mismos parámetros y permitir la recepción en televisores monocromáticos, se decidió el uso del sistema PAL con la norma N.

Comúnmente en algunos países de Latinoamérica, fabricantes de equipos de video presentan receptores tri-norma que pueden ser usados en cualquier país del continente americano, donde NTSC-M, PAL-M y PAL-N son las normas usadas. En Europa, los receptores de televisión PAL más recientes pueden mostrar señales de todos estos sistemas, salvo en algunos casos PAL-M y PAL-N. La mayoría también puede recibir señales SECAM del Este de Europa y de Oriente Medio, excepto, normalmente, de Francia, salvo en equipos de fabricantes franceses. Muchos pueden incluso mostrar señales en norma NTSC-M en banda base introducidas solamente por sus entradas de video para señales procedentes de un reproductor de video o consola de videojuegos.

Cuando el vídeo se transmite en banda base, la mayor parte de las diferencias entre las variantes de PAL no son ya significativas, salvo por la resolución vertical y la tasa de refresco de cuadro. En este contexto, el referirse al sistema PAL implica hacerlo a sistemas de 625 líneas horizontales a 25 cuadros por segundo, entrelazados, con el color codificado según cada una de las variantes existentes

1.2.2 NTSC

El formato NTSC es el utilizado en nuestro país y consiste en la transmisión de 29.97 cuadros de vídeo en modo entrelazado con un total de 525 líneas de resolución y una velocidad de actualización de 30 cuadros de vídeo por segundo y 60 campos de alternación de líneas.

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 las dos componentes de crominancia se

modulan con una modulación de amplitud en cuadratura sobre una subportadora de 3,579545 MHz.

Sensibilidad espectral.

La banda que corresponde a la luz visible se encuentra comprendida entre longitudes de onda de 400 nm a 700 nm, la cual como podemos observar es una estrecha banda dentro de todo el espectro de ondas electromagnéticas. De acuerdo a la frecuencia se producen diferentes sensaciones que se les conoce como “color” y que van desde el violeta (400 nm) hasta el rojo (700 nm). La sensibilidad del ojo a los diferentes colores del espectro de luz visible no es la misma, por ejemplo con una igual potencia de emisión de luz en todo el espectro, el ojo es más sensible al color verde amarillento (550 nm) que a los demás, mientras que en los extremos la sensibilidad visual disminuye considerablemente, hasta llegar a cero en los límites del espectro visible.

Capacidad de resolución del ojo.

Es la característica del ojo humano para ver juntos a dos puntos cuando se los observa bajo un ángulo de visión de 1' (un minuto).

El ángulo de la visión es directamente proporcional a la distancia de separación entre dos puntos.

Esta característica es utilizada para descomponer una imagen en una serie de puntos a los cuales se les conoce como elementos de imagen (PIXELS)

Se ha comprobado que la capacidad resolutive del ojo es menor en el sentido horizontal que en el sentido vertical.

Un número mayor de puntos implica tener una mejor resolución en la imagen. Para transmitir la señal de video es necesario descomponer la imagen en puntos.

Sensibilidad contrastal.

El rango de luminosidad de un objeto se caracteriza por su contraste (k), el cual se define como la relación entre la luminosidad máxima y mínima.

$$k = B_{\text{máx}} / B_{\text{mín}}$$

La sensibilidad contrastal se evalúa mediante el coeficiente K_0 que se define como la mínima magnitud de incremento relativo de luminosidad que distingue el ojo,

$$K_0 = B_1 - B_2 / B_1 = \Delta B / B_1$$

$$K_0 = 0.02 \text{ o } 0.05$$

Persistencia de visión.

Es la capacidad del ojo humano de conservar la sensación visual de un objeto (forma, color, tamaño) una fracción de segundo después de su desaparición (1/10 seg).

Matemáticamente el incremento de la sensación luminosa se describe de acuerdo a la siguiente expresión:

$$B_1 = B_{\text{máx}} (1 - e^{-t/T_1})$$

Donde T_1 es el tiempo en el cual el estímulo luminoso se incrementa desde $0.6326B_{\text{máx}}$ hasta $B_{\text{máx}}$.

Cuando cesa el pulso luminoso la sensación decrece exponencialmente de acuerdo a la siguiente expresión.

$$B_1 = B_{\text{máx}} (e^{t_1-t/T_2})$$

Donde: t_1 es el tiempo de duración del pulso luminoso.

T_2 es el tiempo en el cual el estímulo luminoso decrece hasta $0.3686 B_{\text{máx}}$.

Visibilidad óptima.

Se comprueba que los objetos vistos dentro de un ángulo vertical de unos 30° son los que se perciben más claramente, más allá de este campo visual las imágenes se hacen imprecisas. Respecto a la visibilidad del ángulo horizontal se comprueba prácticamente, que los objetos situados dentro de una abertura de 40° son lo mejor que percibimos, viéndolas más claramente, la Fig. 1.1, nos muestra estas relaciones:

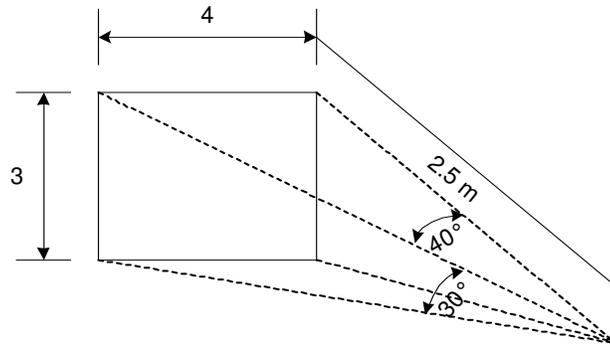


Figura. 1.1. Visibilidad óptima.

Es decir tenemos 2 valores angulares que limitan las mejores condiciones de visibilidad, debiendo procurar que una escena esté situada dentro de este campo visual si deseamos verlo en las mejores condiciones.

En las primeras filas de los cines son desagradables, ya que se ven desde ellas la pantalla con un ángulo vertical superior a 50° y mayores aún, lo cual es excesivo dada la estructura de nuestro dispositivo óptico; igualmente desde las últimas filas se ve la altura de la pantalla con un ángulo de unos 10° solamente, lo cual resulta desagradable por estar comprendidos los detalles en ángulos inferiores a $2'$ de arco, es en las filas medias donde se contempla la proyección de las imágenes en forma confortable para la visión, ya que se ve desde un ángulo vertical de unos 30° y se percibe claramente los detalles de la película.

Estas son las razones por las cuales se ha adoptado internacionalmente para las pantallas de cine y televisión, ver una escena encuadrada en un rectángulo cuyas longitudes, horizontal y vertical tengan la relación de 4 y 3, respectivamente.

Finalmente queda por establecer el tamaño más conveniente de la imagen, como sabemos los receptores de TV generalmente son instalados en habitaciones de a lo sumo 5m de largo, por lo que el pensar en pantallas grandes no es adecuado, sino mucho más reducidas.

La respuesta de saber cual es el formato ideal es dada por la regla de oro de los pintores la cual dice “un cuadro debe observarse desde una distancia comprendida entre 3 y 4 veces la longitud de su diagonal.

Gracias a esto nuestro problema está resuelto, por ejemplo si nos colocamos a 2,5m de la pantalla receptora, que es la distancia óptima para ver un programa televisado, la imagen en la pantalla debe tener 60cm y 45cm de anchura y altura respectivamente (con 3.33 veces la longitud de la diagonal).

Exploración de imagen.

La imagen de televisión es explorada sucesivamente en una serie de líneas horizontales, una bajo la otra. Esta exploración hace posible que una señal de video incluya todos los elementos necesarios para completar la imagen. Para obtener una señal de video que transmita todas las variaciones de luz y sombra, se exploran todos los detalles de imagen sucesivamente en un orden secuencial de tiempo.

La exploración hace que la reproducción de una imagen de televisión sea diferente de una impresión fotográfica. En una foto toda la imagen es reproducida a la vez, mientras que en televisión, la imagen es reensamblada una línea tras otra y un cuadro tras otro, observe la Fig. 1.2:

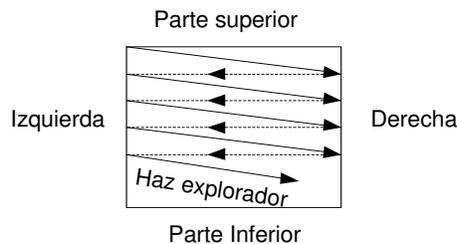


Figura. 1.2. Exploración de imagen.

Este factor de tiempo es lo que hace que la imagen de televisión pueda aparecer como estructura de líneas desgarrada en segmentos diagonales y con cuadros que se desplazan subiendo o bajando.

La exploración se efectúa de la misma manera que la lectura para leer todas las palabras de una línea y todas las líneas de la página. Empezando por la parte superior izquierda, todos los elementos de imagen son explorados sucesivamente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, línea por línea.

Este método se llama exploración lineal horizontal y se usa tanto en el tubo de cámara del transmisor para dividir la imagen en elementos como en el tubo de imagen del receptor para reensamblar la imagen producida.

La secuencia para explorar todos los elementos de imagen es la siguiente:

El haz electrónico barre transversalmente una línea horizontal, cubriendo todos los elementos de imagen por línea.

Al final de cada línea, el haz vuelve muy rápidamente al lado izquierdo para comenzar la exploración de la línea horizontal siguiente. El tiempo de retorno se lo conoce como retraza o retorno. Durante el retorno no es explorada ninguna información de imagen a causa de que el tubo de cámara y el tubo de imagen están inhibidos durante este período. Por consiguiente los retornos deben ser rápidos, ya que son tiempos desperdiciados lo que afecta a la información de la imagen.

Cuando el haz ha retornado al lado izquierdo, se sitúa en una posición vertical más baja a fin de que explore la línea inmediatamente inferior y no se repita la exploración de la misma línea. Esto se consigue por el movimiento de exploración vertical del haz, el cual está provisto además de la exploración horizontal.

Como resultado de la exploración vertical, todas las líneas horizontales son ligeramente inclinadas hacia abajo.

Número de líneas de exploración.

La solución es gracias a las consideraciones tomadas anteriormente de la visibilidad óptima, si el detalle más pequeño que puede distinguir el ojo requiere de un ángulo de 2' de arco y siendo el ángulo máximo de visibilidad vertical de 30°, en 30° hay 1800 minutos, resulta inútil explorar una imagen con más líneas de las que caben en 1800' angulares puesto que cada línea debe cubrir un ángulo de 2' tenemos:

$$\text{Número de líneas máximo} = 1800' / 2' = 900 \text{ líneas}$$

Universalmente se ha adoptado para las transmisiones de máxima definición 1000 líneas por cuadro, nada se gana al aumentar el número de líneas por cuadro porque el ojo humano no puede percibir un detalle más pequeño.

Sin embargo la televisión comercial se ha conformado con transmitir sus programas a unas 500, 525 líneas por cuadro, por ejemplo en Italia: 625 líneas, Francia: 819 líneas, Estados Unidos: 525 líneas de exploración para una imagen completa.

Cuadros por segundo.

El haz se mueve lentamente hacia abajo al mismo tiempo que efectúa horizontalmente la exploración. Este movimiento vertical en la exploración es necesario para que no sean exploradas las líneas unas sobre otras. La exploración horizontal produce las líneas de izquierda a derecha, mientras que la exploración vertical esparce las líneas a fin de llenar el cuadro entre las partes superior e inferior.

En el sistema americano NTSC el tiempo correspondiente a un cuadro completo con 525 líneas es $1/30$ segundos. Entonces la frecuencia de repetición de imagen es igual a 30 cuadros por segundo. Mientras que para el sistema europeo PAL con 625 líneas es $1/25$ segundos. La frecuencia de repetición es 25 cuadros por segundo.

El motivo de que se disminuye el número de líneas es que a mayor número de líneas por cuadro, se requiere mayor ancho de banda y se incrementa la dificultad del sistema.

Frecuencias de campo y de cuadro.

En televisión se utiliza un proceso análogo al de la cinematografía para reproducir el movimiento de la escena.

No solo queda descompuesta cada imagen en sus elementos individuales, sino que la escena es explorada con la rapidez necesaria para proveer un número suficiente de imágenes completas o cuadros por segundo y producir la ilusión de movimiento. En lugar de los 24 cuadros por segundo de la práctica comercial en cinematografía, en el sistema de televisión la velocidad de repetición de los cuadros es de 30 por segundo. Esta velocidad de repetición produce la continuidad necesaria del movimiento.

La velocidad de repetición de imágenes es 30 por segundo, todavía no es lo suficientemente rápido para resolver el problema del parpadeo con los altos niveles de iluminación que se producen en la pantalla del tubo de imagen. La solución es análoga a la de la práctica cinematográfica. Cada cuadro se divide en dos partes, de modo que se presentan 60 vistas de la escena durante cada segundo. La diferencia entre la televisión y

la cinematografía es que no se puede solucionar dicho problema utilizando el obturador, es por eso que en televisión se obtiene el mismo efecto entrelazando las líneas de exploración horizontal en dos grupos, uno el de las líneas impares y el otro de las líneas pares a cada grupo de líneas pares o impares se lo llama un campo.

Exploración entrelazada

En lugar de que tanto en el tubo de cámara como en el tubo de imagen se exploren las líneas en forma consecutiva, se hace que el haz electrónico explore primero todas las líneas impares en su respectivo orden, a continuación explora todas las líneas pares. De allí retrocede al principio de la línea 1 y se repite el proceso, como se observa en la Fig. 1.3.:

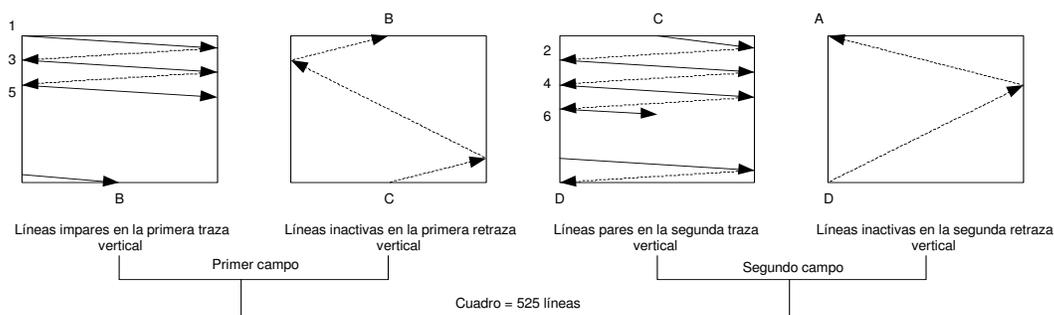


Figura. 1.3. Exploración entrelazada.

Esto significa que deberán hacerse 2 barridos verticales para producir una imagen completa sobre la pantalla. La primera media imagen es producida por la exploración de las líneas impares únicamente, la segunda mitad de la imagen se produce por la exploración de las líneas pares únicamente. Esta segunda imagen se sobrepone a la primera para formar la imagen completa sobre la pantalla. Cada presentación de media imagen se llama campo y cada presentación de imagen completa se llama cuadro.

La velocidad de repetición es de 60 campos por segundo, ya que durante un periodo de $1/30$ s son explorados 2 campos. De esta manera aparecen 60 vistas de la imagen durante un segundo. Esta velocidad de repetición es suficientemente rápida para eliminar el parpadeo.

En Estados Unidos se elige para la televisión la velocidad de repetición de 30 campos por segundo, en lugar de la de la cinematografía de 24, a causa de que la frecuencia de las líneas de distribución de corriente alterna, es normalmente 60 Hz. Con una velocidad de cuadro de 30 por segundo, la velocidad de campo es exactamente igual a la frecuencia de línea de 60 Hz. En los países en que la frecuencia de línea de energía es de 50 Hz, la velocidad cuadro es de 25 Hz y por consiguiente la frecuencia de campo es de 50 Hz.

Transmisión con banda vestigial.

Si bien la exploración entrelazada reduce considerablemente el ancho de banda de la señal de video, esta disminución no es suficiente si se toma en cuenta que para cada canal de TV se asignarán apenas 6 MHz para la transmisión AM de video y en FM de audio.

Siendo transmitida la señal de video en AM se utiliza el método de transmisión con banda vestigial con el objeto de reducir aún más el ancho de banda de la señal de TV.

Este método consiste en eliminar parte de la banda lateral inferior, mediante un filtro y transmitir la banda superior completa y el vestigio de la banda lateral inferior que no es posible eliminarla completamente.

La estructura de un canal de TV estándar se ilustra en la Fig. 1.4, el ancho del canal es de 6 MHz incluyendo las portadoras de video y de audio, y las bandas laterales que se transmiten.

La portadora de video está separada de la de audio por 4.5 MHz. La banda lateral superior de video tiene un ancho de 4 MHz aproximadamente y el vestigio de la banda lateral inferior tiene 1.25 MHz. El ancho de banda de la señal de audio modulada en FM es de 50 KHz. La portadora de sonido está separada del límite superior del canal en 0.25 MHz.

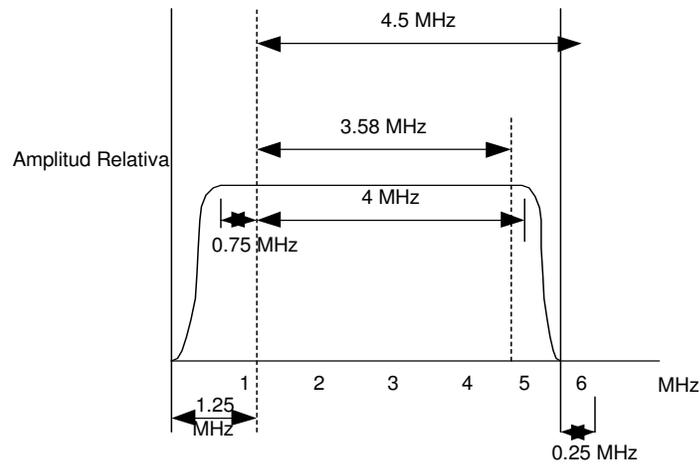


Figura. 1.4. Estructura de un canal de TV estándar.

Cálculo del ancho de banda del sistema NTSC.

En éste sistema el número de líneas por imagen es de 525, de donde las líneas activas son solamente 485, las que nos entregan la señal de video.

Por lo que:

$$\# \text{elementos/línea activa} = 485 * 4 / 3 = 646 \text{ elementos imagen / línea activa}$$

$$\# \text{ciclos/línea} = 646 / 2 = 323$$

$$\# \text{ciclos/imagen} = 323 \text{ ciclos/imagen} * 525 \text{ líneas/imagen}$$

$$\# \text{ciclos/imagen} = 169575 \text{ ciclos/imagen}$$

$$\# \text{ciclos/segundo} = 169575 \text{ ciclos/imagen} * 30 \text{ imágenes/segundo}$$

$$\# \text{ciclos/segundo} = 5.08 \text{ MHz límite superior.}$$

Borde superior del ancho de banda.

La banda superior del ancho de banda sería de un máximo valor de 5.08 MHz, es decir sería la máxima cantidad de información que puede enviarse en lo que se refiere a video, para el sistema NTSC este valor se encuentra normalizado e igual a 4.25 MHz.

Borde inferior del ancho de banda.

No se puede decir que la transmisión de video se realiza desde 0 MHz ya que realizamos un barrido, por lo que debemos partir del número de campos por segundo o lo que es lo mismo el número de imágenes por segundo, lo que implica que el borde inferior estaría en 30 Hz.

Ancho de banda de video ≈ 4.25 MHz

Ancho de banda de canal de TV = 6 MHz, transmisión AM de video y FM de audio.

Frecuencias de exploraciones vertical y horizontal.

La velocidad de campo de 60 Hz es la frecuencia de exploración vertical. Este es el ritmo con el que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento vertical, desde la parte superior hasta la parte inferior de la pantalla para luego volver nuevamente a la parte superior. Por consiguiente los circuitos de desviación vertical para el tubo de cámara y el tubo de imagen funcionan a 60 Hz. El tiempo de cada ciclo de exploración vertical de un campo es de $1/60$ s.

El número de líneas de exploración horizontal de un campo es la mitad del total de 525 líneas de un cuadro completo, ya que en un campo contiene la mitad de líneas. Esto da por resultado 262.5 líneas horizontales para cada campo.

Como el tiempo que corresponde a un campo es $1/60$ s y cada campo contiene 262.5 líneas, el número de líneas por segundo es:

$$262.5 * 60 = 15750$$

Considerando que hay 525 líneas en dos campos sucesivos, que constituyen un cuadro, que es 30, y esto nos da 15750 líneas exploradas en un segundo.

Esta frecuencia de 15750 Hz es la velocidad con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento horizontal de izquierda a derecha y vuelve a la izquierda nuevamente. Por tanto los circuitos de desviación o deflexión horizontal del tubo de cámara y del tubo de imagen funcionan a 15750 Hz.

Tiempo de línea horizontal.

Es el tiempo durante el cual se realiza la exploración de una línea horizontal.

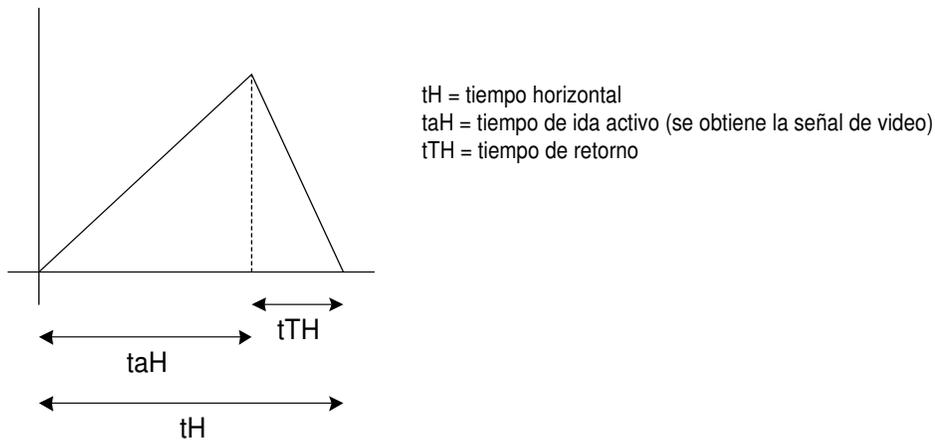


Figura. 1.5. Tiempo horizontal.

Condiciones

525 líneas/imagen

30 imágenes/segundo

$f_H = 525 * 30 = 15750$ líneas/segundo

$t_H = 1/f_H = 63.5 \mu s$.

$t_{TH} = 10 \mu s$ (normalizado)

$t_{aH} = 53.5 \mu s$, tiempo en el cual se obtiene el video en una línea horizontal

Este tiempo indica que la señal de video que corresponde a los elementos de imagen contenidos en una línea horizontal puede tener altas frecuencias, en el orden de los MHz, a mayor número de líneas el tiempo de exploración sería más corto y las frecuencias de video serían más altas.

En el sistema NTSC la más alta frecuencia está limitada a 4 MHz a causa de la restricción de 6 MHz para los canales de difusión comercial de televisión.

Tiempo de retorno.

Durante este intervalo la emisión del haz de electrones se suspende a través de un pulso de borrado. Un nivel de super-negro garantiza que el haz de electrones se suspende totalmente.

El receptor y el transmisor deben estar sincronizados, caso contrario habría distorsión en la imagen. En este tiempo se envía también información de sincronismo ya que si lo hacemos durante el tiempo activo podríamos causar interferencias con la señal de video.

El tiempo necesario para el borrado horizontal (H) es aproximadamente 16% de cada línea horizontal. El tiempo total para esta línea es de $63.5 \mu\text{s}$, incluyendo la traza y la retraza. El tiempo de borrado de cada línea es $63.5 \mu\text{s} * 0.16 = 10.2 \mu\text{s}$. Este tiempo de borrado H significa que la retraza de derecha a izquierda debe ser completada en $10.2 \mu\text{s}$ antes de que comience la información de imagen visible durante la exploración de izquierda a derecha.

El tiempo de borrado vertical (V) es aproximadamente el 8% de cada campo vertical. El tiempo total de borrado vertical es de $1/60$ s, incluyendo la traza descendente y la retraza ascendente. El tiempo de borrado para cada campo es $1/60 * 0.08 = 0.0013$ s. Este tiempo de borrado vertical significa que en 0.0013 s la retraza vertical debe ser completada desde la parte inferior hasta la parte superior de la imagen.

Las retrazas ocurren durante el tiempo de borrado a causa de la sincronización de la exploración. Los impulsos de sincronización determinan la iniciación de las retrazas. Cada impulso de sincronización horizontal es insertado en la señal de video dentro del tiempo del impulso de borrado vertical.

Sincronizaciones horizontal y vertical.

El tiempo de exploración corresponde a la distancia en la imagen. Cuando el haz electrónico del tubo de cámara explora la imagen, el haz cubre los diferentes elementos de la imagen y provee la correspondiente información. Por consiguiente, cuando el haz electrónico explora la pantalla del tubo de imagen en el receptor, la exploración debe estar exactamente sincronizada para que ensamble la información de imagen en la posición correcta. De otra manera el haz electrónico puede estar explorando en el tubo de imagen la

parte de la pantalla en que debe estar situada la boca de una persona mientras que en ese tiempo se está recibiendo la información de imagen correspondiente a su nariz. Para que se correspondan exactamente la exploración del transmisor y la del receptor, deben ser transmitidas con la información de imagen señales de sincronización especiales. Estas señales temporizadoras son impulsos rectangulares que se utilizan para controlar la exploración en la cámara y en el receptor respectivamente.

Los impulsos sincronizadores son transmitidos como parte de la señal de imagen completa para el receptor, pero ocurren durante el tiempo de borrado cuando no se transmite información de imagen. Esta queda borrada durante este periodo mientras retrocede el haz electrónico.

Al final de cada línea un impulso de sincronización horizontal determina el inicio de la retraza horizontal. La sincronización tiene lugar al principio de la retraza o al final de la traza y no al principio de la traza. La retraza horizontal del haz electrónico comienza en el lado de la derecha de la imagen.

La sincronización vertical al final de cada campo determina el comienzo de la retraza vertical. En ese instante el haz electrónico está en la parte inferior de la imagen.

Sin la sincronización vertical del campo, la imagen reproducida en el receptor no estaría inmóvil o fija sino que se desplazaría subiendo y bajando en la pantalla del tubo de imagen. Si las líneas de exploración no estuviesen sincronizadas, la imagen no estaría tampoco fija sino que se deslizaría horizontalmente a izquierda y derecha y entonces se desgarraría en segmentos diagonalmente.

La frecuencia de la exploración de líneas horizontales es de 15750 Hz y la frecuencia de impulsos sincronizadores horizontales es también 15750 Hz. La velocidad de repetición de cuadro es de 30 por segundo, pero la frecuencia de exploración vertical de campo es de 60 Hz y la frecuencia de los impulsos sincronizadores verticales es también 60 Hz.

Para Televisión monocromática las frecuencias de exploración son exactas 15750 y 60 Hz, mientras que para TV a color son solamente aproximadas. La frecuencia de exploración horizontal es exactamente 15734.26 Hz y la del campo vertical es de 59.94 Hz. Estas son utilizadas para minimizar la interferencia entre la subportadora de color de 3.579545 MHz y la señal de luminancia.

Inconvenientes.

Los problemas de transmisión e interferencia tienden a degradar la calidad de la imagen en el sistema NTSC, alterando la fase de la señal del color, por lo que en algunas ocasiones el cuadro pierde a su equilibrio del color en el momento de ser recibido, esto hace necesario incluir un control de tinte, que no es necesario en los sistemas PAL o SECAM. Por eso en broma se le denomina "NTSC: Never The Same Color" ("NTSC: Nunca el mismo color"). Otra de sus desventajas es su limitada resolución, de solo 525 líneas de resolución vertical, la más baja entre todos los sistemas de televisión, lo que da lugar a una imagen de calidad inferior a la que es posible enviar en el mismo ancho de banda con otros sistemas. Además, la conversión de los formatos cinematográficos a NTSC requiere un proceso adicional conocido como "pulldown de 3:2".

1.3 COBERTURA DE SERVICIO

En el Ecuador actualmente tenemos 4 tipos de servicios de televisión, y estos son los siguientes:

- TV Abierta.
- TV Codificada Terrestre.
- TV Codificada Satelital.
- TV por Cable.

1.3.1 TV ABIERTA**Introducción.**

La televisión abierta, es la que podemos observar desde nuestros hogares sin la necesidad de cancelar ningún valor, y esta formada por la estación de televisión es un transmisor con su antena e instalaciones, necesarias para asegurar un servicio de televisión en un área de operación autorizada.

Un sistema de televisión es el conjunto de una estación matriz y repetidoras destinadas a emitir la misma y simultanea programación.

El Estudio principal es el área física cubierta y equipada (cámaras, micrófonos, grabadoras y reproductoras, consolas de edición y operación, equipos de enlace y accesorios) desde el cual se origina la programación de televisión.

Distribución de frecuencias.

El Plan Nacional de Frecuencias establece las siguientes bandas VHF y UHF para los servicios de radiodifusión de televisión abierta:

Banda VHF:

Banda I (54 a 72 MHz; Canales 2 al 4 y de 76 a 88 MHz; Canales 5 a 6)

Banda III (174 a 216 MHz, Canales 7 al 13).

Banda UHF:

Banda IV (500 a 608 MHz, Canales 19 al 36 y de 614 a 644 MHz, Canales 38 al 42)

Banda V (644 a 686 MHz, Canales 43 al 49)

El área de cobertura.

Es el área de operación autorizada, comprende el área de cobertura principal, la que corresponde a las ciudades a servir y tendrá una intensidad de campo igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en el área urbana, y el área de cobertura secundaria, la que corresponde a los alrededores de las ciudades a servir y que tendrá una intensidad de campo entre los valores definidos a los bordes del área de cobertura y sin rebasar los límites de la zona geográfica.

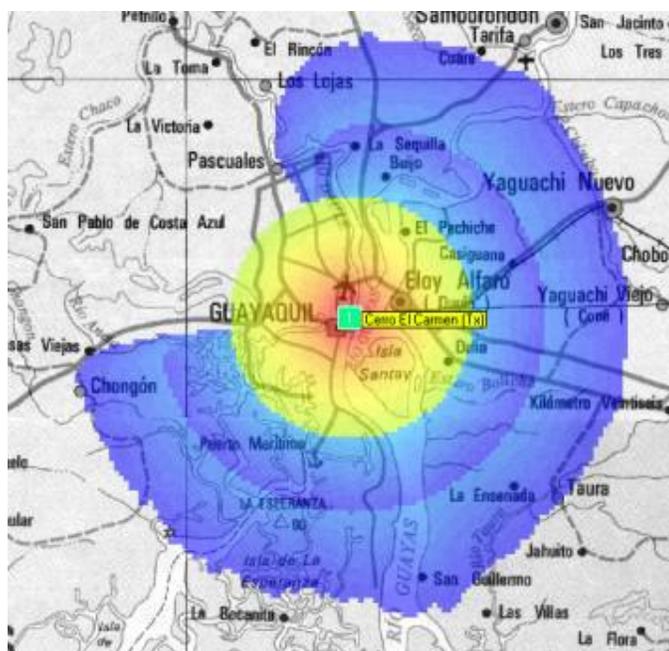


Figura. 1.6. Área de Cobertura.

Zonas Geográficas para televisión abierta VHF y UHF.

Para efectos de la asignación de canales de televisión abierta, se establecen en el territorio ecuatoriano zonas geográficas, tanto para las bandas VHF y UHF, las que se muestran en la tabla. 1.1., y están actualizadas al año 2005:

Tabla. 1.1. Zonas geográficas.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA GEOGRÁFICA (Norma Técnica) (i)	GRUPOS VHF	GRUPOS UHF
ZONA A: Provincia de Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro).	A1,B2	G1,G4
ZONA B: Provincias de Bolívar y Chimborazo, excepto cantón Echeandía y zona occidental de la Cordillera Occidental.	A1,B2	G1,G4
ZONA C: Provincia del Carchi.	A1,B1	G1,G4

ZONA D: Provincias de Orellana y Sucumbíos	A1,B2	G1,G4
ZONA E: Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zárate y Muisne	A1,B2	G1,G3
ZONA G1: Provincia del Guayas, subzona 1: excepto Península de Santa Elena, Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye La Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.	A1,B1	G2,G4
ZONA G2: Provincia de Guayas, subzona 2: Península de Santa Elena y Gral. Villamil.	A1,B2	G1,G3
ZONA J: Provincia de Imbabura.	A2,B2	G2,G3
ZONA L1: Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y zona occidental de la Cordillera Occidental.	A2,B1	G2,G3
ZONA L2: Provincia de Loja: cantones Loja, Catamayo y Saraguro.	A1,B2	G2,G3
ZONA M1: Provincia de Manabí, zona norte (desde Ricaurte al norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro; se incluye Muisne.	A2,B1	G2,G4
ZONA M2: Provincia de Manabí, zona sur, desde San Vicente al sur, excepto Pichincha	A1,B2	G2,G3
ZONA N: Provincia de Napo	A1,B2	G2,G4
ZONA Ñ: Provincia de Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La Troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay.	A2,B1	G2,G3

ZONA O: Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Loja.	A2,B2	G1,G3
ZONA P1: Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental (Santo Domingo y Los Bancos, P.V. Maldonado.	A1,B1	G2,G4
ZONA P2: Provincia de Pichincha, zona de Santo Domingo, incluye El Carmen, Rosa Zárate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos.	A2,B2	G1,G3
ZONA 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
ZONA 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
ZONA S1: Provincia de Morona Santiago, excepto cantón Gral. Plaza al sur.	A2,B2	G2,G4
ZONA S2: Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza al sur.	A1,B2	G2,G4
ZONA T: Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental.	A1,B1	G2,G3
ZONA X: Provincia de Pastaza.	A1,B2	G1,G3
ZONA Y: Provincia de Galápagos.	A1,B2	G1,G3
ZONA Z: Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.	A1,B2	G1,G3

Grupos y Canales VHF y UHF.

Tabla. 1.2. Grupos de canales VHF.

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

Tabla. 1.3. Grupos de canales UHF.

GRUPOS UHF	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			

En la siguiente figura se aprecia el mapa del Ecuador, con las respectivas zonas geográficas que se han definido para la televisión abierta.



Figura. 1.7. Zonas geográficas para televisión abierta.

La Norma Técnica de Televisión vigente en el Ecuador, reserva los canales 19 y 20 para facilitar el proceso de migración a la televisión digital, y mediante Resolución No. 1838-CONARTEL-01 del 21 de junio del 2001, se reserva para el Estado Ecuatoriano los canales de televisión 48 y 49 UHF, de acuerdo con la zona geográfica, en todo el territorio nacional.

Estaciones de Televisión Abierta en el Ecuador.

Tabla. 1.4. Estaciones de televisión abierta.

Provincias	Televisión Abierta		Total Televisión abierta
	VHF	UHF	
Azuay	20	6	26
Bolívar	5	1	6
Cañar	5	6	11
Carchi	6	4	10
Chimborazo	13	6	19
Cotopaxi	4	1	5
El Oro	9	6	15
Esmeraldas	7	4	11
Francisco de Orellana	0	0	0
Galápagos	9	4	13
Guayas	17	19	36
Imbabura	9	4	13
Loja	20	6	26
Los Ríos	7	5	12
Manabí	11	7	18
Morona Santiago	13	0	13
Napo	12	3	15
Pastaza	7	2	9
Pichincha	16	15	31
Sucumbios	4	0	4
Tungurahua	8	7	15
Zamora Chinchipe	14	1	15
TOTAL:	216	107	323

1.3.2 TV CODIFICADA TERRESTRE

La televisión por suscripción ha ido creciendo con el pasar del tiempo y a llegado a formar parte importante de un gran numero de hogares en nuestro país, para proveer de este servicio se utiliza una codificación en la transmisión de la señal hasta llegar a nuestro

hogar donde debemos contar con un decodificador que es el instrumento proporcionado por el proveedor del servicio.

A continuación se muestra la tabla. 1.5. de las estaciones de este tipo de televisión, se puede apreciar que este servicio esta orientado hacia áreas por provincias:

Tabla. 1.5. Estaciones de televisión codificada terrestre.

N°	ESTACIÓN	CONCESIONARIO	PROVINCIA	N° Suscriptores	N° Canales	N° Ant. Fijas
1	AEROTV	COMPANÍA AEROTV CIA.LTDA.	CHIMBORAZO	300	15	3
2	AEROZAR	VELASTEGUI RAMIREZ HOLGER KENNEDY	PICHINCHA	ND	15	3
3	AMERICAN CABLE	SANCHEZ LOPEZ JULIO CESAR	TUNGURAHU A	ND	20	2
4	CABLE CANAL	PALACIOS MOYOTA LUIS FERNANDO	PICHINCHA	ND	20	5
5	CABLEVISION S.A.	CABLEVISION S.A.	GUAYAS	14282	7	0
6	CABLEVISION S.A.	CABLEVISION S.A.	PICHINCHA	8617	7	0
7	COSMOVISION S.A.	COSMOVISION S.A.	GUAYAS	219	4	0
8	CV+	TELEFONICA LINK DEL ECUADOR	AZUAY	931	30	4
9	CV+	TELEFONICA LINK DEL ECUADOR	CAÑAR	7	30	ND
10	GLOBAL TV	CALVA MARTIN FRANCISCO RAFAEL	LOJA	ND	20	3
11	HURFENT	HURTADO ERREYES FABIAN	PICHINCHA	ND	15	3
12	INTERCABLE	OLIVETO S.A.	MANABI	ND	31	3
13	PRISMAVISION	PONCE MERA EDGA MARLENE	MANABI	ND	13	4
14	RIOCABLE	COLCHA AREVALO LIZARDO ENRIQUE	CHIMBORAZO	600	16	3
15	SATELCOM	SATELCOM S.A.	GUAYAS	219	4	0
16	TELESAT S.A.	TELESAT S.A.	GUAYAS	5039	7	0
17	TELESAT S.A.	TELESAT S.A.	PICHINCHA	8617	7	0
18	TV MAX	CIA. T.V.MAX S.A. TIVIMAXSA	GUAYAS	3984	6	0
19	TV MAX	CIA. T.V.MAX S.A. TIVIMAXSA	PICHINCHA	6291	6	0
20	TV SATELITE SUCUA	GOMEZ GALARZA ITALO MARCEL	MORONA SANTIAGO	163	14	2
21	UNIVISA	UNIVISA S.A.	GUAYAS	5693	23	0
22	UNIVISA	UNIVISA S.A.	MANABI	388	23	0
23	UNIVISA	UNIVISA S.A.	PICHINCHA	ND	30	ND
24	UNIVISA	UNIVISA S.A.	PICHINCHA	ND	30	ND
25	UNIVISA	UNIVISA S.A.	PICHINCHA	ND	30	ND
26	UNIVISA	UNIVISA S.A.	PICHINCHA	5596	30	2
TOTAL SUSCRIPTORES				52.329		

1.3.3 TV CODIFICADA SATELITAL

Los primeros métodos para codificar las señales de televisión requerían conexiones internas en el televisor, para tomas de tensión, audio, video y sincronismos, lo cual era un

factor limitante para su comercialización y popularización, además de que eran complejos y muy costosos.

Los decodificadores actuales constan de un sólo aparato que se conecta a la antena del televisor y a la toma de corriente del suministro público. La codificación de todos ellos se basa en el mismo esquema: a) Cambiar el audio a otra frecuencia subportadora, b) Agregar otra señal de audio distorsionante entrelazada con el video, c) Suprimir o enmascarar los pulsos de sincronismo. Lo que se pretende es que el receptor corriente no pueda detectar normalmente las señales de video y de audio.

En el Ecuador actualmente tenemos la siguiente empresa que es la que presta el servicio de TV Codificada Satelital.

Tabla. 1.6. Televisión codificada satelital.

Nº	ESTACIÓN	CONCESIONARIO	AREA DE SERVICIO	PROVINCIA	Nº Suscriptores	Nº Canales	Nº Ant. Fijas
1	GALAXYECUADOR	GALAXYECUADOR S.A.	NIVEL NACIONAL	NIVEL NACIONAL	18693	125	ND
TOTAL SUSCRIPTORES					18.693		

1.3.4 TV POR CABLE

El sistema de cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de TV manifestada por aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de una antena comunitaria, que ubicada a gran altura proveía de la señal que era distribuida a toda la comunidad por un cable coaxial como vínculo.

Las redes fueron creciendo y la cantidad de canales a transmitir fue cada vez mayor. Se agregaron programas en vivo, desde VCR o desde generadores de caracteres. Finalmente fue agregada la recepción de señales vía satélite.

El sistema de televisión por cable consta básicamente de un equipamiento central que recibe el nombre genérico de cabecera (“*head end*”) y una planta externa que suele llamarse red.

En la cabecera se centraliza la recepción y/o generación y luego una combinación de las señales que serán distribuidas a través del sistema.

Los canales abiertos son retransmitidos por cable, generalmente sin ser demodulados a la banda base.

Las señales vía satélite recibidas en un receptor satelital, son procesadas en la cabecera según sea necesario su cambio de norma y/o su decodificación.

Las señales originadas en un video reproductor deben ser tratadas en video y audio antes de distribuir. El procesamiento mas difundido es mediante la utilización de correctores de base tiempo (CBT) para reducir las inestabilidades propias de las maquinas VCR.

Una vez obtenidas todas las señales, se mezclan en un “combiner” (combinador, mezclador o sumador, puede ser activo o pasivo) y de allí sale a la red.

Tabla. 1.7. Televisión por cable.

Nº	ESTACIÓN	CONCESIONARIO	PROVINCIA	Nº Suscriptores	Nº Canales	Nº Ant. Fijas
1	AMERICAN CABLE	SANCHEZ LOPEZ JULIO CESAR	PASTAZA	492	40	5
2	AMERICAN CABLE	SANCHEZ LOPEZ JULIO CESAR	TUNGURAHUA	450	22	6
3	ARCHIDONA TV	LLORI OTERO ARMANDO BEECQUER	NAPO	ND	11	3
4	ARENA TV	SOLANO AVILA GINA MARIBEL	EL ORO	ND	18	4
5	ASPI TV	FLORES MATUTE CARLOS ANTONIO	ORELLANA	386	20	6
6	ASTRO TELECABLE VALENCIA	MARTINEZ PEÑAHERRERA CARLOS LUIS	LOS RIOS	162	18	6
7	ASTRO TVRED	ERAZO SANCHEZ JUAN JOSE	TUNGURAHUA	175	7	1
8	ATV CABLE LTGA	AGAMA JACOME RODRIGO GERMANICO	COTOPAXI	ND	15	3
9	AUDIOVISION CABLE SYSTEM SIGSI	TORAL BRITO WILSON LAUTARO	AZUAY	ND	14	4
10	AZOCABLE	COMPAÑÍA SERPORMUL S.A.	CAÑAR	183	30	7
11	BARRO TV	BARRERA RODRIGUEZ MAURO FERNANDO	PASTAZA	162	15	5
12	BF VISION	BAJAÑA CHAVEZ FERNANDO CRISTOBAL	LOS RIOS	450	30	5
13	BORJA VISION	VELASCO FERNANDEZ SYLVIA PATRICIA	NAPO	100	6	2
14	BOSCO CABLE	ESTRELLA MALDONADO CARMEN ELOISA	M. SANTIAGO	43	9	1
15	CABLE CENTRO SM	BOLAÑOS BOLAÑOS ARTURO MARCELO	CARCHI	30	12	2
16	CABLE PREMIER	SALAZAR GUEVARA HUGO MARCELO	PASTAZA	400	39	8
17	CABLE PREMIER	SALAZAR GUEVARA HUGO MARCELO	TUNGURAHUA	480	38	8
18	CABLE QUI-TV	SANTOS BUSTAMANTE ESTRELLA RITA	ESMERALDAS	100	18	4

19	CABLE TELEVISION-QUITO CATEL	CABLE Y TELEVISION CATEL S.A.	PICHINCHA	ND	57	8
20	CABLE TV SAN LORENZO	PROAÑO ESTACIO RAFAEL MARIANO	ESMERALDAS	ND	10	1
21	CABLE VISION PAUTE	PACHECO SAGUAY LUIS EDUARDO	AZUAY	420	20	4
22	CABLE VISION YANTZAZA	FERNANDEZ QUEZADA GEORGE SALVADOR	Z. CHINCHIPE	320	20	5
23	CABLEMAX	BARRIGA ARELLANO JOSE LUIS	CHIMBORAZO	ND	18	5
24	CABLEUNION	CABLEUNION S.A.	PICHINCHA	460	58	4
25	CABLEVISION DON DIEGO	FERNANDEZ QUEZADA FLOR MARIA	LOJA	238	20	4
26	CABLEVISION ZAMORA	CANTUÑA ZARUMA JORGE ALFONSO	Z. CHINCHIPE	450	20	4
27	CABLEZAR	VELASTEGUI RAMIREZ HOLGER KENNEDY	PICHINCHA	ND	24	5
28	CAREI CABLE	REINOSO AZUERO CARLOS ALCIBIADES	CAÑAR	141	21	6
29	CAREI CABLE	REINOSO AZUERO CARLOS ALCIBIADES	GUAYAS	173	21	5
30	CAROL TV	OCHOA & LEON C.LTDA.	AZUAY	161	30	4
31	CATV	ALARCON CHACON PATRICIO BENJAMIN	LOS RIOS	119	47	6
32	CAYAMBE VISION	LEMA CACHIPUENDO MARIO PATRICIO	PICHINCHA	312	14	3
33	CINE CABLE TV	SOCIEDAD CIVIL CINE CABLE TV	CARCHI	681	48	6
34	CINE CABLE TV	SOCIEDAD CIVIL CINE CABLE TV	GUAYAS	152	44	6
35	CINE CABLE TV	SOCIEDAD CIVIL CINE CABLE TV	LOS RIOS	321	21	4
36	CINE CABLE TV IBARRA	SOCIEDAD CIVIL CINE CABLE TV	IMBABURA	38	48	6
37	CITY CABLE TV	SOCIEDAD CIVIL CITY CABLE TELEVISION	CARCHI	ND	16	3
38	CONDORVISION	LOPEZ CABRERA CARLOS EFRAIN	EL ORO	357	29	5
39	CONDORVISION	LOPEZ CABRERA CARLOS EFRAIN	M. SANTIAGO	63	15	2
40	CONDORVISION	LOPEZ CABRERA CARLOS EFRAIN	M. SANTIAGO	230	29	5
41	CONTINENTV	CONTINENTV CABLE	IMBABURA	ND	39	6
42	COTOPAXI TV	SALGUERO LARA LUIS BENEDICTO	COTOPAXI	290	12	4
43	CHAVELO TV	MOSQUERA AVILA LUIS FELIPE	AZUAY	220	24	5
44	EGEL 3	COMPAÑIA EN NOMBRE COLECTIVO EGEL 3	LOJA	200	24	4
45	EL CARMEN M&S TELEVISION	SOCIEDAD CIVIL M&S TELEVISION Y SERVICIO	MANABI	240	30	6
46	ETASAT	CIA.ECUAT.TELECOMUNICAC.Y ANTENAS ETASAT	MANABI	500	28	5
47	FULL CHANNEL	ENRIQUEZ TOVAR CRISTIAN FERNANDO	COTOPAXI	ND	20	4
48	GEOVISION	RETRANSMISORA DE TV SATELITE GEOVISION	EL ORO	ND	23	5
49	GEOVISION	RETRANSMISORA DE TV SATELITE GEOVISION	EL ORO	ND	43	10
50	GIKENDA VISION	APOLO GALLARDO ELITA MIREIRA	EL ORO	ND	19	4
51	GIRON TV	MOSQUERA AVILA LUIS FELIPE	AZUAY	150	24	5
52	GREEN TV ESMERALDAS	BODNIZA VELASCO GREGORIO BALDOMERO	ESMERALDAS	ND	51	7
53	GUABO VISION	SANCHEZ PAREDES WALTER HORACIO	EL ORO	150	12	3
54	IMBACABLE	CISNEROS PAZ EDISON RUBEN	IMBABURA	ND	24	4
55	INTERCABLE	OLIVETO S.A. (CABLE)	MANABI	ND	19	3
56	IVONLERIK-ZAPOTILLO	COBOS TANDAZO IVE ROSALY	LOJA	80	20	1
57	LAGO SISTEMA TV	ZAMBRANO MANTUANO CARMEN BEATRIZ	SUCUMBIOS	ND	25	6

58	MASTERCABLE	LOYOLA RENAN	VASQUEZ ALEXIS	GUAYAS	170	10	2
59	MAXICABLE	PACHECO EDUARDO	ORDOÑEZ BYRON	AZUAY	476	39	8
60	MAXICABLE	PACHECO EDUARDO	ORDOÑEZ BYRON	CAÑAR	420	19	6
61	MAXICABLE	PACHECO EDUARDO	ORDOÑEZ BYRON	CHIMBORAZO	300	13	5
62	MEGAVISION CABLE	BARCIA MOLINA CARLOS SIMON	TORRES PARRA MARCO	ESMERALDAS	385	29	7
63	MELENZVISION	TORRES PARRA MARCO	LEONCIO	M. SANTIAGO	134	10	3
64	MULTICABLE	ALBERICUSCABLE C.LTDA.		CAÑAR	ND	49	6
65	MULTICABLE	GUZMAN ALONSO	ESPINOSA DIEGO	IMBABURA	ND	40	6
66	MULTICABLE ATUNTAQUI	GUZMAN ALONSO	ESPINOSA DIEGO	IMBABURA	ND	30	6
67	MULTIVISION SANTA ROSA	PACHECO EDUARDO	SAGUAY LUIS	EL ORO	ND	35	6
68	MUNDOVISION	GARCIA ESTERFILA	RIERA MARCYA	SUCUMBIOS	468	20	5
69	NAPO VISION	HEREDIA ALEXANDRA	HIDALGO JUANA	NAPO	ND	17	7
70	PALLATANGA TV	MORENO FABRICIO	YEPEZ EDUARDO	CHIMBORAZO	247	8	2
71	PARABOLICA DEL NORTE	DEFAZ ADRIANO	ANDRANGO RICARDO	IMBABURA	110	13	4
72	PASAJE TV	LARA VINICIO	ANDRADE MARCOS	EL ORO	550	12	3
73	PEDERNALES M&S TELEVISION	SOCIEDAD CIVIL TELEVISION Y SERVICIO	M&S	MANABI	350	26	6
74	PIMAMPIRO TV	CAICEDO OSWALDO	CARVAJAL JAIME	IMBABURA	ND	14	4
75	PIÑAS VISION	CRESPO JARAMILLO LUIS FELIPE		EL ORO	400	12	3
76	QUEVEDO CABLE TV QV CABLE	QUEVEDO CABLE TELEVISION QV CABLE S.A.		LOS RIOS	485	25	4
77	SAN FERNANDO CABLE	PEÑA CALLE PATRICIO		AZUAY	ND	14	3
78	SATEL TV	HEREDIA ALFREDO	SIMBAÑA SEGUNDO	ORELLANA	ND	20	7
79	SATPRO CABLE	AUZ SALAZAR ESTEFANO RENE		PICHINCHA	ND	20	5
80	SISTEMA "TV CABLE"	TEVECABLE S.A. (CABLE)		CARCHI	597	42	5
81	SISTEMA "TV CABLE"	TEVECABLE S.A. (CABLE)		CHIMBORAZO	1490	42	5
82	SISTEMA "TV CABLE"	TEVECABLE S.A. (CABLE)		IMBABURA	2522	43	5
83	SISTEMA "TV CABLE"	TEVECABLE S.A. (CABLE)		PICHINCHA	28606	77	10
84	SISTEMA "TV CABLE"	TEVECABLE S.A. (CABLE)		TUNGURAHUA	4915	43	5
85	SUPER CABLE	TORRES MARLENE	MORENO LUPE	LOJA	ND	15	3
86	SUPER CABLE	LINKTEL S.A.		MANABI	1434	30	8
87	SUPERCABLE CATACOCHA	VALAREZO JORGE LUIS	CAMPOVERDE	LOJA	200	19	5
88	SUPERCABLEFILS	SUPERCABLEFILS CIA.LTDA.		LOJA	340	29	6
89	TECNOCABLE	VELASCO RODRIGO VINICIO	ECHVERRIA	COTOPAXI	ND	18	3
90	TELE CABLE GUARANDA	TV CABLE IBARRA & MONTERO C.LTDA.		BOLIVAR	312	12	1
91	TELE POR CABLE RC-97	COBOS YEPEZ ANGEL RUBEN		BOLIVAR	275	15	1
92	TELECABLE	ORDOÑEZ PESANTEZ JEAN PAUL	ACHACHI SAILEMA JOSE	CAÑAR	147	20	7
93	TENA VISION	SALVADOR		NAPO	430	26	6
94	TROPICABLE	GUTHEMBERG EDISON	ANGULO JORGE	ESMERALDAS	ND	35	4
95	TROPICABLE	GUTHEMBERG EDISON	ANGULO JORGE	ESMERALDAS	150	30	5

96	TROPICABLE DURAN	CIA.SERVICIOS CABLE COMUNICAC.CABLEDURAN	GUAYAS	ND	55	7
97	TV AMELIA	ORTIZ GUTIERREZ FRANKLIN GENARO	SUCUMBIOS	ND	20	1
98	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	AZUAY	4644	62	6
99	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	EL ORO	2509	51	7
100	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	GUAYAS	2759	50	7
101	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	GUAYAS	27988	77	11
102	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	LOJA	3454	44	6
103	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	MANABI	2665	44	7
104	TV CABLE	SATELCOM S.A. (CABLE)	MANABI	1971	44	7
105	TV CABLE LIMON	INIGUEZ MARIN NARDO AQUILES	M. SANTIAGO	ND	9	2
106	TV CABLE PEDERNALES S.T.P.	ARROYO RAMIREZ MARIO ROBERTO	MANABI	207	14	2
107	TV CAFA	NIEVES MACHUCA HILDA MARLENE	LOS RIOS	ND	14	2
108	TV CAFA	NIEVES MACHUCA HILDA MARLENE	LOS RIOS	ND	14	2
109	TV CHACO	ACARO QUIGUIRI HECTOR OSWALDO	NAPO	ND	12	3
110	TV DIGITAL	HOYOS JARAMILLO ANGEL VETOVEN	LOS RIOS	270	31	7
111	TV MONTUFAR	MARTINEZ REVELO JORGE ISAAC	CARCHI	450	30	7
112	TV ORO	BLACIO ESPINOZA JOSE BALTAZAR	EL ORO	250	12	3
113	TV ORO PORTOVELO	BLACIO ESPINOZA JOSE BALTAZAR	EL ORO	ND	13	4
114	TVSAT BALZAR	ANDRADE FLORES MIRIAM YOLANDA	GUAYAS	ND	19	4
115	TVSATVENTANAS	ANDRADE FLORES MIRIAM YOLANDA	LOS RIOS	440	41	5
116	TVTEL	CIA. DE TV Y TELECOMUNICACIONES TVTEL	IMBABURA	ND	18	3
117	UNIVISA	UNIVISA S.A. (CABLE)	GUAYAS	ND	40	2
118	VANTV	ABAD AGUIRRE HUGO MARIO	ESMERALDAS	362	30	6
119	VICOS TV	VILLEGAS COSIOS JORGE FERNANDO	LOJA	ND	12	1
120	VIDEO CABLE LA MANA	HUERTAS MEDINA WILO RAMIRO	COTOPAXI	300	26	7
121	VISION SATELITAL	SANDOVAL ABRIL FAUSTO MEDARDO	TUNGURAHUA	162	21	4
122	VISION SATELITAL EL EMPALME	SANDOVAL ABRIL FAUSTO MEDARDO	GUAYAS	ND	25	5
TOTAL SUSCRIPTORES					104.423	

1.4 PROGRAMACIÓN DE LA TELEVISION

Las estaciones de radiodifusión y televisión que tengan el carácter de medios de comunicación social, podrán libremente determinar su horario de funcionamiento y elaborar y ejecutar su programación, se garantiza especialmente a estos medios de comunicación social la libertad de información y de expresión del pensamiento a través de sus propios programas o de espacios contratados por terceras personas, sujetos a la Constitución Política de la República, a la Ley de Radiodifusión y Televisión, demás Leyes de la República y a los respectivos Códigos de Ética.

Las estaciones de radiodifusión y televisión elaborarán y emitirán su programación sujetos a las siguientes normas:

a) Pondrán énfasis, con espíritu objetivo, en el conocimiento y divulgación de la realidad nacional e internacional, en la información científica y técnica, en la promoción de la cultura nacional y derechos humanos y en la educación y formación moral de la niñez y juventud, y en general de la población.

b) Defenderán, promoverán y exaltarán los aspectos positivos de las tradiciones, usos sociales, costumbres, creencias religiosas y demás valores propios de la cultura nacional.

c) Se empeñarán en conservar y fortalecer la unidad nacional, sin perjuicio de las legítimas manifestaciones locales y regionales, que deberán expresarse sin afectar la sensibilidad de las poblaciones de distinta idiosincrasia.

d) Procurarán constantemente la educación política y cívica del pueblo ecuatoriano, mediante el conocimiento de la Constitución y leyes de la República, de sus derechos y obligaciones y de las instituciones que los garantizan y hacen efectivos;

e) La programación, incluida los avances de los programas y la publicidad, será apta para todo público, desde las 06h00 hasta las 21h00. En consecuencia, en este período de tiempo se evitarán escenas o imágenes de violencia, crueldad, actos sexuales explícitos o de promiscuidad. El objetivo será de la prevención y regeneración de los vicios u otras desviaciones de la conducta individual o social, y el lenguaje utilizado debe ser el de uso moralmente admisible para todo público. Por tanto, en la programación se evitará la improvisación y el empleo de frases y términos vulgares, sin incurrir en la proscripción de aquellos elementos de la lengua popular que la hacen más rica y característica.

f) Los concesionarios de estaciones, para la transmisión de sus programas, tomarán en cuenta que los mismos, no hagan apología del delito, no atenten contra la moral y buenas costumbres, contra la idiosincrasia nacional, usos de vida, aspectos religiosos, con el propósito de no quebrantar valores nacionales y de no fomentar valores foráneos o experiencias negativas de otros países distintos al nuestro.

Las radiodifusoras y estaciones de televisión en cumplimiento de sus respectivos Códigos de Ética están prohibidos de transmitir por ningún concepto programas dirigidos

por mentalistas, parasicólogos, adivinos, también comprende esta prohibición a los programas que induzcan a errores médicos o culturales, que afecten a la salud física o mental de la población. Se exceptúan los programas dirigidos por profesionales en las áreas de la medicina, psicología y psiquiatría.

Los concesionarios para transmitir comerciales de cigarrillos y bebidas alcohólicas a través de su estación, deben verificar que:

- a) La publicidad no esté dirigida directa o indirectamente hacia menores de edad;
- b) No se utilicen imágenes, voces de niños o adolescentes o que simulen ser tales.

La publicidad comercial de estos productos por las estaciones de televisión solo será permitida a partir de las 21h00 y las 06h00 del día siguiente. Se exceptúa la publicidad de transmisiones vía satélite y en vivo y en directo de actos, programas o eventos extranjeros, cuyo horario sea diferente al de Ecuador.

Con el objeto de fomentar el civismo, la solidaridad, las obligaciones de los ciudadanos frente a su país y al mundo, los concesionarios están obligados a transmitir en cadena dispuesta por la SENACOM, programas alusivos a la celebración de una fiesta cívica, aniversarios de gestas heroicas, hechos históricos, natalicios y fallecimientos de hombres eminentes que hayan servido al país. Estos programas serán proporcionados por las diferentes instituciones del sector público.

El CONARTEL, a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, dispondrá al concesionario de una estación, que presente las grabaciones de audio y/o video del programa o acto cuestionados, a fin de determinar la responsabilidad a que hubiere lugar. Las grabaciones que contengan los programas que transmita la estación deberán ser conservados hasta por quince días, contados a partir de la fecha de transmisión, de existir infracción, el CONARTEL a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, dispondrá que el concesionario efectúe la correspondiente rectificación; caso contrario, la Superintendencia de Telecomunicaciones, impondrá la sanción a que haya lugar de conformidad con la Ley de Radiodifusión y Televisión y este Reglamento.

Las estaciones que se asocien para formar sistemas que transmitan una misma o variable programación, deberán comunicar de este particular a la Superintendencia de

Telecomunicaciones y deberán identificar en los programas la estación que hace matriz de dicha programación.

Toda estación deberá identificarse con su nombre y distintivo de llamada, por lo menos una vez cada media hora durante la programación diaria.

Se ha realizado un resumen del tipo de programas que tenemos en nuestras estaciones televisivas, tomando en cuenta dos horarios de transmisión el primero 24 horas y el segundo que transmiten de 6h00 hasta las 24h00, presentamos el resumen de la programación a continuación:

Tabla. 1.8. Tipos de Programación.

Tipo de Programa
Noticieros
Novelas
Farándula
Programa deportivo
Largometraje
Enlatados
Series
Dibujos Animados
Cocina
Servicio Social

La programación en nuestro país es muy diversa, y como se pudo observar tenemos programas de todo tipo, lo principal son los noticieros que nos mantienen informados del acontecer nacional e internacional, la mayoría de canales han optado por transmitir los noticieros tres veces al día; las telenovelas es una parte de la programación que en algunos canales ocupa un factor importante ya que en algunos canales se transmiten hasta 6 telenovelas al día pero existen otros orientados a series y dibujos animados queriendo atraer a otro tipo de audiencia, tenemos también los programas concurso, es valioso ver que existen programas que se han mantenido en la televisión por mucho tiempo siendo verdaderos clásicos como: el chavo, tres chiflados, etc.; debe ser por sus guiones cómicos muy originales, en comedia nacional la mayoría se han enfocado a las imitaciones y han tenido su época de gran audiencia y han contado con mucha audiencia; no podemos dejar de lado la farándula que ocupa un espacio importante y casi todos los canales tienen un programa dedicado a este tema, por todo esto podemos concluir que la programación que tenemos es completa y podemos encontrar programas para todos los gustos.

CAPITULO II

SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL ISDB-T (INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING - TERRESTRIAL)

2.1 GENERALIDADES

En los últimos años se está viviendo un cambio en el aspecto televisivo, y tiene como objetivo el mejoramiento en las transmisiones de televisión y todos los parámetros que esto conlleva, y tiene por propósito final llegar a una transmisión digital total, el mismo que tardara algunos años para estar implementado totalmente, pero tiene ventajas significativas frente a la transmisión analógica actual; para lo cual tenemos tres estándares que nos permiten este tipo de transmisiones y son: Difusión de Video Digital Terrestre DVB-T (*“Digital Video Broadcasting – Terrestrial”*) desarrollado por organizaciones en Europa, Comité de Sistemas Avanzados de Televisión ATSC (*“Advanced Television Systems Committee”*) desarrollado por organizaciones en Estados Unidos y finalmente Difusión Digital de Servicios Integrados Terrestre ISDB-T (*“Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial”*) creado en el Japón y es el estándar al que dedicaremos nuestro estudio.

El estándar ISDB de acuerdo al tipo de transmisión se subdivide en 3 estándares secundarios: ISDB-S para la televisión digital vía el satélite, ISDB-C para la televisión digital por medio de cable y finalmente el ISDB-T para las difusiones terrestres el mismo sigue siendo muy joven y se ha introducido solamente comercialmente en 2003. El sistema ISDB-T utiliza MPEG-2 (*“Moving Picture Experts Group”*) para la compresión de video y para el audio utiliza MPEG-2 AAC (*“Advanced Audio Coding”*); también se utiliza el Flujo de Transporte MPEG-2 TS (*“MPEG-2 Transport Stream”*) que nos permite la multiplexación de los programas.

A continuación veremos de manera mas especifica el funcionamiento del ISDB-T y todos sus parámetros de funcionamiento, que nos brindaran ventajas como ahorro del espectro radioeléctrico, transmisión simultanea de varios programas por el mismo canal, recepción móvil, transmisores de menor potencia, y la interactividad.

2.2 ARQUITECTURA DEL ESTÁNDAR ISDB-T

Un estándar se basa básicamente en tres aspectos; el primero es el estándar tecnológico de codificación y transmisión de la señal, el segundo se refiere a la arquitectura y plataforma tecnológica del origen de los servicios (“*SW middleware*”), y el tercero es relacionado al modelo de explotación de los servicios (específicamente la concesión y el uso, ya sea comercial o social).

En la siguiente Figura. 2.1 se observa la trayectoria de un programa de televisión digital cabe indicar que este programa puede estar compuesto por audio, video y datos; su trayectoria se origina en el estudio de producción luego pasa hacia el transmisor (más adelante ampliamos la formación de está señal), del transmisor salen varias ondas las misma que luego convergen en la antena del receptor o decodificador del televidente, notándose que en las transmisiones digitales no tenemos problemas por el multitrayecto siendo una de las múltiples ventajas que nos ofrece este tipo de transmisión.

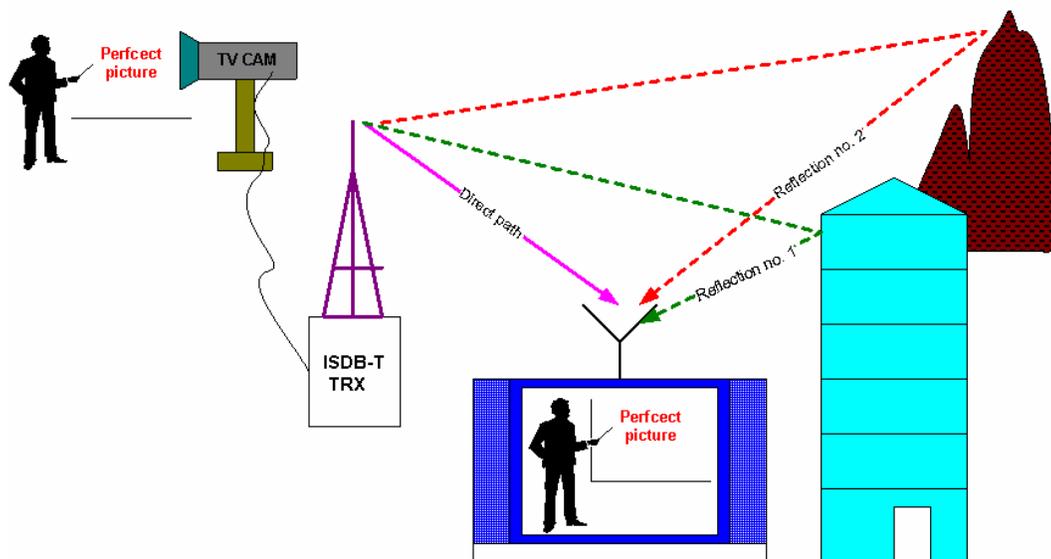


Figura. 2.1. Trayecto de un programa de televisión digital.

Presentamos a continuación en la Figura. 2.2 como se forma una señal para su transmisión, y esta puede estar compuesta de video, audio y datos.

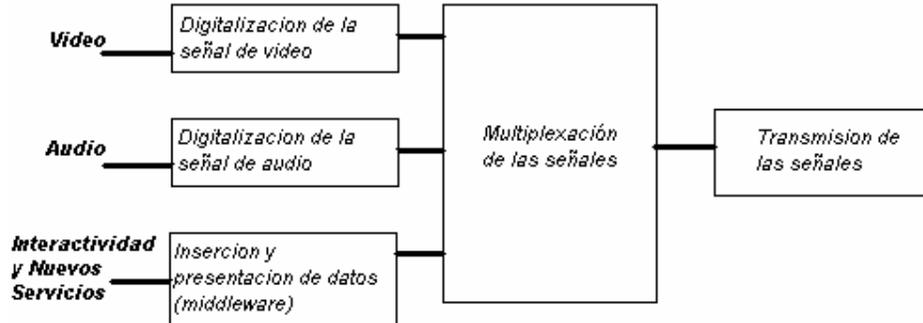


Figura. 2.2. Formación de la señal que va a ser transmitida, de forma general.

Ahora vamos a ver en la Figura. 2.3 un diagrama de bloques de las etapas y equipos por las que pasan los programas desde el estudios hasta el transmisor, con sus respectivas características y una breve definición de lo que hace cada elemento.

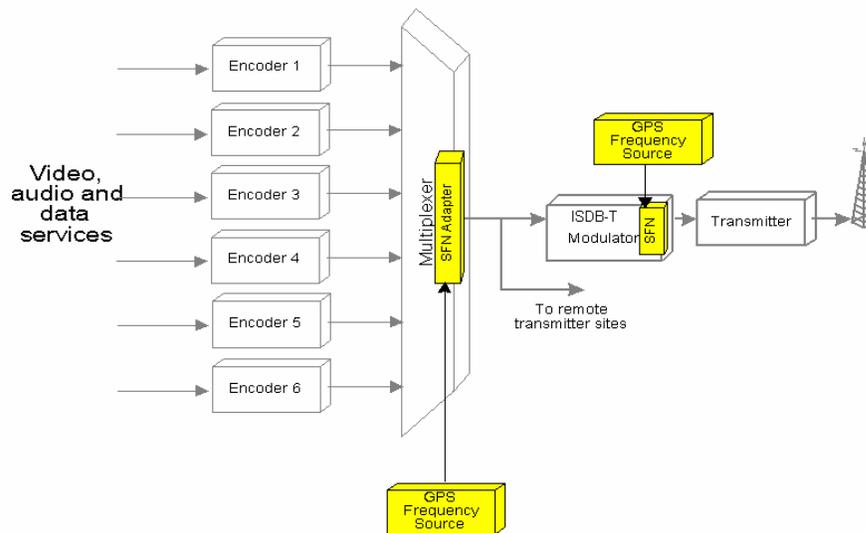


Figura. 2.3. Diagrama de bloques.

En el diagrama se muestra 6 programas, los mismos que entran a un multiplexor donde se forma un solo flujo de transporte (MPEG-2 TS), desde la salida del multiplexor hasta los moduladores se conoce como distribución primaria (Fibra óptica, PDH, SDH, Satelital); luego del modulador la señal ingresa al transmisor y finalmente va a la antena desde donde será difundida según la cobertura de esa antena, y se podrán considerar dos tipos de redes para la transmisión que son las siguientes:

- Redes de frecuencia única SFN (“*Single Frequency Network*”).
- Redes de multi frecuencia MFN (“*Multiple Frequency Network*”).

Para las redes de frecuencia única es necesario utilizar adaptadores SFN y GPS, en el diagrama de bloques son los elementos que están de color amarillo.

Programa.

Son conocidos también como canales simples, son los generados por un concesionario de televisión, la información o contenido que contienen estará compuesto por voz, video y datos, dependiendo del formato del programa.

Multiplexor.

El multiplexor MPEG-2 fusiona todos los contenidos de televisión y la información de servicios correspondiente a los programas transportados en un único flujo de transporte al que se lo denomina MPEG-2 TS.

La digitalización de la señal de video se realiza a través de MPEG-2 para video, mientras que para el audio se utiliza MPEG-2 AAC, el flujo de transporte se basa en MPEG-2 TS que nos permite llevar hasta cinco programas en formato SDTV (“*Standard Definition Televisión*”) o un programa en alta definición HDTV (“*High Definition Televisión*”) por un canal digital que utiliza el mismo ancho de banda que un canal analógico, también tenemos dos formatos más para la calidad del canal y son: LDTV (“*Limited Definition Televisión*”) y EDTV (“*Enhanced Definition Televisión*”); se puede combinar los programas dependiendo del nivel de calidad de la imagen que deseamos como se aprecia en la Figura. 2.4, lo mismo ocurre con el audio; se puede ofrecer el mismo programa en algunos idiomas, adicionalmente tenemos la posibilidad de transmitir datos.

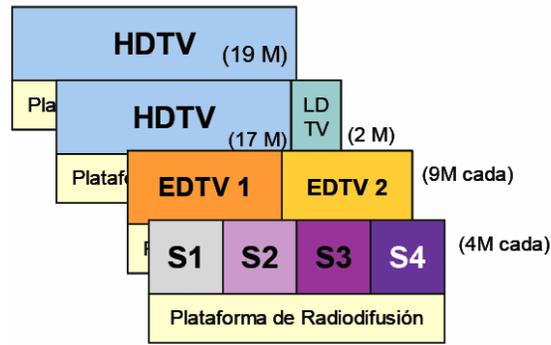


Figura. 2.4. Combinaciones de programa dentro de un canal.

Adaptador SFN.

El adaptador SFN es un equipo que permite la sincronización de los transmisores ISDB-T organizados en una red SFN. El adaptador SFN inserta marcas de tiempo en el flujo MPEG-2 TS, los cuales serán utilizados por los transmisores para sincronizar la red. El tiempo de referencia común usado por el adaptador y por cada transmisor de la red es sincronizado por una señal de 1PPS proporcionada por un reloj GPS.

GPS.

El GPS es una de las muchas posibles referencias de tiempo absoluto. Su ventaja se encuentra en que es la única de la que se dispone globalmente. Los receptores GPS están adecuados para proveer una referencia de 10 MHz y un pulso por segundo (1 PPS). El reloj del sistema de 10 MHz es tomado para estar disponible en todos los nodos de la red.

Modulador ISDB-T.

El modulador COFDM es un modulador que soporta generalmente los modos de operación 2K, 4K y 8K. Este equipo desempeña la codificación del canal y la modulación del flujo de transporte MPEG-2 TS para diferentes tasas de transmisión como se mostrará mas adelante.

El esquema de modulación empleado es el COFDM (“*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*”). El COFDM es un esquema de modulación especialmente apropiado para las necesidades de los canales de difusión terrestres, principalmente por los siguientes motivos:

- Puede soportar altos valores de multi trayecto (encontrados principalmente en grandes centros urbanos, mercado potencial de la televisión digital terrenal), con alta dispersión de retardos entre las señales recibidas. Esto además desemboca en las redes de frecuencia única o isofrecuenciales (SFN: Single Frequency Networks), en las que podemos hablar de "multi trayecto artificial".

- COFDM además soporta interferencia co-canal de banda estrecha, como la que producirían otros servicios analógicos terrestres. Es además importante el prever que se tendrá un tiempo de transición en los que convivan varios servicios de difusión de televisión, incluidos los analógicos, hasta una total implantación de los sistemas digitales, tanto terrenales, por satélite y también de los servicios mediante cable. Por consiguiente, los organismos legales que regulan la televisión en el país, en lo referente a planificación de frecuencias y compatibilidad electromagnética debe tomar en consideración este hecho.

No obstante, cabe pensar que aunque el periodo de símbolo se ha hecho mucho mayor que el mayor de los retardos por multi trayecto, aún sigue habiendo interferencia entre símbolos (ISI), para evitar esta pequeña fracción de tiempo en la que hay interferencia entre símbolos, lo que se hace es insertar un *tiempo de guarda o intervalo de guarda*.

Transmisor.

Es el equipo que permite la difusión del servicio sobre un canal de frecuencia, y esta señal puede llegar a los receptores de los televidentes, repetidor o a gap fillers.

Se aprovecha notablemente el espectro radioeléctrico por el motivo que se pueden utilizar canales adyacentes asegurando que no habrá interferencia entre canales digitales; y las redes de frecuencia única nos ayudan a optimizar por el uso de una "frecuencia única" es decir todos los transmisores de un país pueden estar transmitiendo un canal por la misma frecuencia.

Es importante destacar que el ISDB-T nos da la oportunidad de tener recepción móvil de un programa en formato HDTV, sobre este tema en Japón ya se han realizado pruebas, y de lo comprobado se logra este tipo de recepción hasta velocidades de 100 km/h que es el límite de velocidad de los autos en ese país.

2.3 PARÁMETROS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ISDB-T

Con ISDB-T uno o mas flujos de transporte TS, que pueden estar formados por video, audio y datos; se los puede unir en un “*TS único*” mediante una multiplexación, luego entran al proceso de codificación del canal, pasan por la transformada inversa rápida de Fourier (IFFT), y tenemos la señal OFDM para la radiodifusión el diagrama de bloques de este proceso se muestra en la Figura. 2.5.

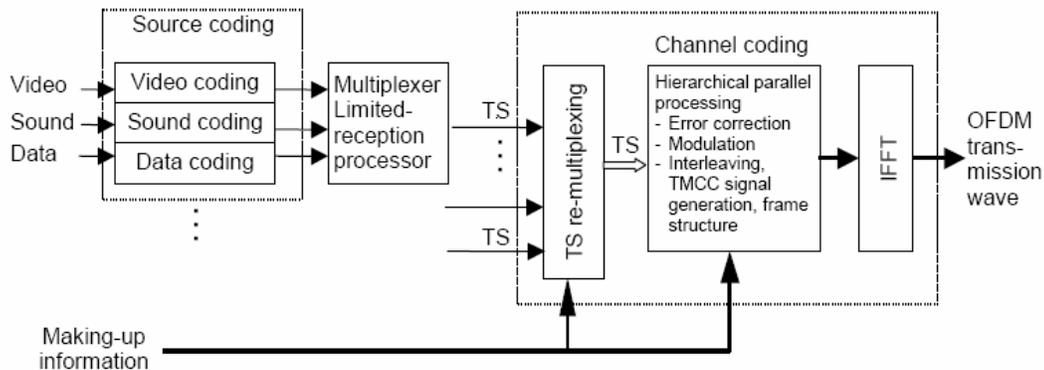


Figura. 2.5. Esquema ISDB-T.

La transmisión se la realiza mediante 13 segmentos o bloques OFDM, cada ancho de banda, de estos es igual a 1/14 del ancho de banda del canal utilizado para la difusión de la televisión, cabe indicar que la codificación de canal se aplica a cada uno de los segmentos.

ISDB-T, consiste en un grupo de datos (conocido más adelante como “segmento de datos”) que incluyen múltiples flujo de transporte de paquetes TSPs (“*Transport Stream Packet*”) definido en los sistemas MPEG-2.

Estos segmentos de datos se sujetan a la codificación del canal. Un total de 13 segmentos OFDM se convierten para la transmisión de señales OFDM colectivamente mediante IFFT.

Esta codificación de código de ISDB-T permite transmisión jerárquica en que las capas jerárquicas múltiples pueden transmitirse simultáneamente con diferentes parámetros de transmisión. Cada capa jerárquica consiste en uno o más segmentos de OFDM. Los parámetros como el esquema de modulación de la portadora, tasa de código (en la

codificación interna), y tiempo que entrelaza la longitud pueden especificarse para cada capa jerárquica.

En el sistema ISDB-T observando sus distintos comportamientos ya sea por la distancia entre las estaciones de la SFN, y la robustez para evitar interferencias en la recepción móvil, nos ofrece distintos espaciamientos entre las frecuencias de portadoras 4khz, 2khz, y 1khz, conocidos como modo 1, 2, 3 respectivamente.

En la tabla 2.1. siguiente se resumen algunos parámetros que debemos tener en cuenta en el sistema ISDB-T se puede apreciar que los parámetros dependen directamente del modo (1, 2, 3) y la modulación que se desee utilizar, el número de portadoras es para cada uno de los 13 segmentos que se utilizan en el sistema ISDB-T:

Tabla. 2.1. Parámetros para cada segmento de ISDB-T en un canal de 6MHz.

Modos		Modo 1		Modo 2		Modo 3	
Ancho de banda		6000/14=428,57...Khz.					
Separación de portadoras		6000 / (14 * 108) =3,968...Khz.		6000 / (14 * 216) =1,9841...Khz.		6000 / (14 * 432) =0,99206...Khz.	
Numero de portadoras	Total	108	108	216	216	432	432
	Datos	96	96	192	192	384	384
	SP	9	0	18	0	36	0
	CP	0	1	0	1	0	1
	TMCC	1	5	2	10	4	20
	AC1	2	2	4	4	8	8
	AC2	0	4	0	9	0	19
Modulación		QPSK 16QAM 64QAM	DQPSK	QPSK 16QAM 64QAM	DQPSK	QPSK 16QAM 64QAM	DQPSK
SP (Scattered Pilot) y CP (Continual Pilot): Demodulación y Sincronización. TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control): Información de Control. AC (Auxiliary Channel): Información Adicional.							

En el sistema ISDB-T se debe considerar el *intervalo de guarda* que ha sido insertado entre cada símbolo OFDM durante la codificación del canal y es el retardo máximo que puede traer las señales provenientes de transmisores adyacentes que operen a la misma frecuencia, si no queremos que haya interferencia. Para obtener el correcto funcionamiento del sistema debemos considerar un valor equilibrado entre el intervalo de

guarda y la duración efectiva del símbolo ya que su inclusión en cada símbolo OFDM provoca el decrecimiento en la capacidad del canal y por lo tanto reduce la tasa de transmisión de bits. Se han definido distintas longitudes de guarda dependiendo de las condiciones de implantación. Así por ejemplo, para difundir emisiones locales o regionales este intervalo de guarda podemos considerarlo más pequeño; mientras para grandes redes SFN se hace necesario un intervalo de guarda mayor.

La tabla 2.2 nos muestra los valores para el intervalo de guarda para cada uno de los modos de operación del sistema ISDB-T, y la longitud efectiva del símbolo, establecida en el documento ARIB STD-B31.

Tabla. 2.2. Duración del intervalo de guarda.

DURACION DEL INTERVALO DE GUARDA				
		Modo 1 (us)	Modo 2 (us)	Modo 3 (us)
Longitud Efectiva del Símbolo		252	504	1008
Proporción de la Longitud Efectiva del símbolo.	1/4	63	126	252
	1/8	31,5	63	126
	1/16	15,75	31,5	63
	1/32	7,875	15,75	31,5

El siguiente parámetro es la *longitud de la trama* y se obtiene con la siguiente fórmula:

(Duración efectiva del símbolo (μ s) + duración del intervalo de guarda (μ s)) x el número de símbolos por trama.

Realicemos el cálculo de la longitud de trama para el modo 1 y con $\frac{1}{4}$ de la proporción de la longitud efectiva del símbolo.

$$(252\mu\text{s} + 63\mu\text{s}) * 204 = 64260\mu\text{s} = 64.260\text{ms}$$

La tabla 2.3 nos muestra los valores para la longitud de trama, establecida en el documento ARIB STD-B31.

Tabla. 2.3. Valores de la longitud de trama.

Longitud Efectiva del símbolo		Modo 1	Modo 2	Modo 3
		252us	504us	1008us
Intervalo de Guarda	1/4	63us	126us	252us
	1/8	31,5us	63us	126us
	1/16	15,75us	31,5us	63us
	1/32	7,875us	15,75us	31,5us
Longitud de Trama	1/4	64,26ms	128,52ms	257,04ms
	1/8	57,834ms	115,668ms	231,336ms
	1/16	54,621ms	109,242ms	218,484ms
	1/32	53,0145ms	106,029ms	212,058ms

El *número de portadoras* que utiliza el sistema puede variar de acuerdo al modo de operación del sistema, que ya mencionamos anteriormente y dijimos que existen 3 modos dependiendo de la separación de la frecuencia, así tenemos para el modo 1 un número total de portadoras de 1405 de las cuales 1248 son utilizadas para datos, en el modo 2 el total de las portadoras son 2809 de las cuales 2496 son de datos, y finalmente en el modo 3 el total de portadoras es 5617 de las cuales 4992 son de datos, cabe indicar que las portadoras que no son de datos son utilizadas para demodulación, sincronización, información de control, e información adicional.

La *tasa de código* es un parámetro que pertenece a la codificación interna de nuestro sistema ISDB-T, y nos ayuda para conseguir una robustez en la transmisión de la señal OFDM a través de la redundancia de bits, esta tasa de código viene en distintas relaciones que son las siguientes:

$$1/2 \quad 2/3 \quad 3/4 \quad 5/6 \quad 7/8$$

Estas relaciones fueron tomadas del documento ARIB STD-B31 y se conoce que el valor de 1/2 nos ofrece mayor redundancia en consecuencia el más seguro y el de 7/8 nos ofrece una menor redundancia.

A continuación mencionaremos los *esquemas de modulación* para los que está diseñado nuestro sistema y estos son DQPSK (2bits), QPSK (2 bits), 16QAM (4 bits), 64QAM (6 bits).

Finalmente el parámetro que revisaremos en esta sección es la *tasa de transmisión*, y depende de algunos parámetros vistos anteriormente como son tasa de código, el intervalo de guarda y el tipo de modulación que estemos empleando. En la tabla 2.4 se muestra la tasa de transmisión para un segmento y para un canal con ancho de banda de 6Mhz.

Tabla. 2.4. Valores de las tasas de transmisión por segmentos (kbps).

Modulación de la portadora	Tasa de código	Numero de TSPs transmitidos (modos 1/2/3)	Tasa de transmisión (kbps)			
			Intervalo de guarda			
			¼	1/8	1/16	1/32
DQPSK	1/2	12/24/48	280,85	312,06	330,42	340,43
	2/3	16/32/64	374,47	416,08	440,56	453,91
	3/4	18/36/72	421,28	468,09	495,63	510,65
QPSK	5/6	20/40/80	468,09	520,10	550,70	567,39
	7/8	21/42/84	491,50	546,11	578,23	595,76
16QAM	1/2	24/48/96	561,71	624,13	660,84	680,87
	2/3	32/64/128	748,95	832,17	881,12	907,82
	3/4	36/72/144	842,57	936,19	991,26	1021,30
	5/6	40/80/160	936,19	1040,21	1101,40	1134,78
	7/8	42/84/168	983,00	1092,22	1156,47	1191,52
64QAM	½	36/72/144	842,57	936,19	991,26	1021,30
	2/3	48/96/192	1123,43	1248,26	1321,68	1361,74
	¾	54/108/216	1263,86	1404,29	1486,90	1531,95
	5/6	60/120/240	1404,29	1560,32	1652,11	1702,17
	7/8	63/126/252	1474,50	1638,34	1734,71	1787,28

Cabe indicar que el número de la tasa de transmisión sale de la multiplicación de TSPs transmitidos x 188 (bytes/TSP) x 8 (bits/byte) x 1 longitud de trama, teniendo el resultado luego de simplificar las unidades dado en bits.

Ahora presentamos la tasa de transmisión en su totalidad es decir los valores para un conjunto de 13 segmentos, observar estos valores en la tabla 2.5:

Tabla. 2.5. Valores de las tasas de transmisión totales (Mbps).

Modulación de la portadora	Tasa de código	Numero de TSPs transmitidos (modos 1/2/3)	Tasa de transmisión (Mbps)			
			Intervalo de guarda			
			¼	1/8	1/16	1/32
DQPSK	½	156/312//624	3,651	4,057	4,295	4,426
	2/3	208/416/832	4,868	5,409	5,727	5,901
	¾	234/468/936	5,477	6,085	6,443	6,638
QPSK	5/6	260/520/1040	6,085	6,761	7,159	7,376
	7/8	273/546/1092	6,390	7,099	7,517	7,745
16QAM	½	312/624/1248	7,302	8,114	8,591	8,851
	2/3	416/832/1664	9,736	10,818	11,455	11,802
	¾	468/936/1872	10,953	12,170	12,886	13,277
	5/6	520/1040/2080	12,170	13,523	14,318	14,752
	7/8	546/1092/2184	12,779	14,199	15,034	15,490
64QAM	½	468/936/1872	10,953	12,170	12,886	13,277
	2/3	624/1248/2496	14,605	16,227	17,182	17,703
	¾	702/1404/2808	16,430	18,256	19,330	19,915
	5/6	780/1560/3120	18,256	20,284	21,477	22,128
	7/8	819/1638/3276	19,169	21,298	22,551	23,235

Como podemos ver el valor de la tasa de transmisión es mínimo con el valor de 3,651 Mbps, pero es el mas seguro por la tasa de código empleada (1/2) y el intervalo de guarda (1/4) y podemos ver que el valor máximo de la tasa de transmisión es 23,235, pero es el menos seguro por la tasa de código empleada (7/8) y el intervalo de guarda empleado (1/32).

Finalmente mostramos la tabla 2.6. con un resumen de los parámetros utilizados y los diferentes valores que pueden tomar dependiendo de la utilización que deseemos dar a nuestras transmisiones, de esta forma se va a obtener un correcto funcionamiento de nuestro sistema ISDB-T:

Tabla. 2.6. Parámetros utilizados en el sistema ISDB-T

Modulación	DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Espaciamiento entre portadoras	modo 1 (4Khz), modo 2 (2Khz), modo 3 (1Khz)
Numero de portadoras	modo 1: 2K – 1405 modo 2: 4K – 2809 modo 3: 8K – 5617
Ancho de banda	6Mhz, 7Mhz, 8Mhz
Proporción intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Tasa de código interno	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

2.4 REDES DE TELEVISION DIGITAL SFN Y MFN

2.4.1 REDES DE FRECUENCIA ÚNICA SFN

Introducción.

En la transmisión digital terrestre, nosotros podemos aprovechar un nuevo concepto conocido como “*Redes de frecuencia única SFN* (por sus siglas en ingles *Single Frequency Network*)” consiste básicamente en crear una red con varios repetidores VHF y UHF los que reciben y transmiten en la misma frecuencia la señal.

Para poder trabajar de forma adecuada una SFN, lo que hay que garantizar es que todos los transmisores de la red estén transmitiendo el mismo bit en el mismo instante.

Ventajas.

- La primera ventaja se obtiene en el ahorro del espectro radioeléctrico, ya que todos
- los transmisores están en la misma frecuencia para todo un país.
- Las redes de frecuencia única, con la adicción de señales provenientes de dos transmisores cercanos pertenecientes a la misma red, producen una ganancia que se denomina “*ganancia de red*”, esta ganancia trae consigo múltiples ventajas: la infraestructura para la radiodifusión es más barata, ya que se necesita menos potencia en los transmisores; hacen un mejor uso de la potencia transmitida y logra una mejor cobertura.

• Para mejorar la cobertura nos ayuda la emisión distribuida y no emisión concentrada que es la utilizada en los sistemas tradicionales, como se aprecia en la Figura. 2.6.

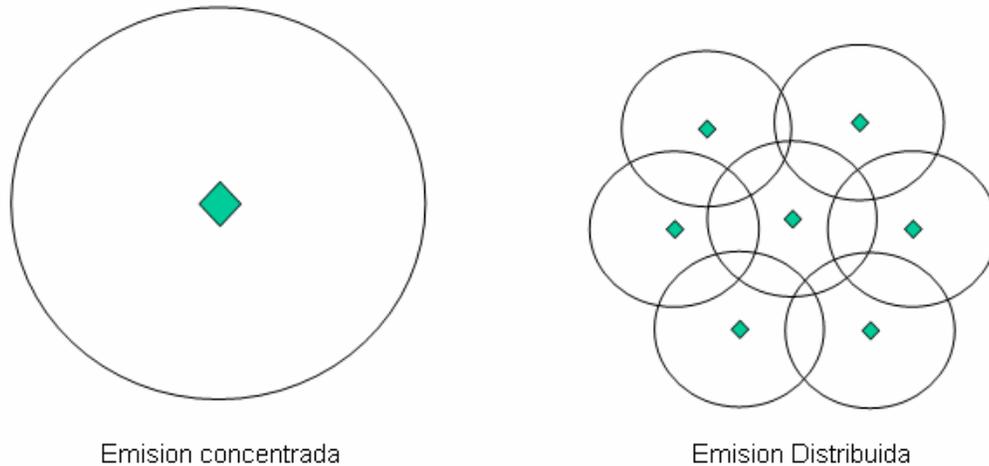


Figura. 2.6. Configuración de emisión concentrada y emisión distribuida.

• Posibilidad de rellenar zonas de sombra (“*gap-fillers*”), mediante estaciones de poca potencia utilizando la misma frecuencia. Los repetidores pueden utilizar la misma frecuencia. Estos pueden ser activos con ganancia o pasivos, con lo que la posibilidad de que quede una zona de sombra es muy baja.

Desventajas.

• La principal desventaja que nos presentan estas redes, es la imposibilidad de dividir la red es decir no se pueden tener programación distinta por zonas en el mismo canal, en caso de querer radiodifusión regional sería necesaria la creación de una red por ámbito de radiodifusión.

Redes de Transmisores.

La estructura de las redes de transmisores puede ser de tres tipos:

- Transmisor único.

- Redes de frecuencia única con antenas no directivas, también llamadas redes abiertas.

- Redes de frecuencia única con antenas directivas, también llamadas redes cerradas.

Parámetros de las SFN.

En las redes de frecuencia única (SFN) se definen cuatro distancias fundamentales:

- Radio de cobertura, es la distancia entre el centro del área cubierta y el perímetro de la misma.

- Distancia de reutilización es la distancia entre los límites de dos zonas donde se usa el mismo bloque de frecuencia llevando información distinta.

- Distancia entre transmisores es la distancia entre los diferentes centros de emisión de una red de frecuencia única.

- Distancia entre los límites de dos áreas cubiertas servidas por dos servicios diferentes.

2.4.2 REDES DE MULTI FRECUENCIA MFN

Introducción.

Estas redes de multi frecuencia son las que hemos venido utilizando a lo largo de las transmisiones analógicas, consiste básicamente en la colocación de varios repetidores los mismos que trabajan en distintas frecuencias de transmisión es decir trabajan en distintos canales según la zona.

Ventaja.

- Es la posibilidad de regionalizar su programación, esto es muy utilizado en nuestro país de manera concreta en el ámbito deportivo ej. Transmisión de un partido a todo el país excepto la ciudad sede.

Desventaja.

- Este tipo de transmisión nos ocasiona la desventaja mas difícil de compensar, puesto que al transmitir en distintos canales según zonas, tenemos que gastar más espectro radioeléctrico que actualmente es escaso.

2.5 RECEPCIÓN DE SEÑALES ISDB-T

Para la recepción de la señal y su posterior visualización en nuestros monitores es necesario demodular, demultiplexar y decodificar la señal que ha viajado por nuestro medio de transmisión que en la difusión terrestre es el aire, para realizar este procedimiento existen dos formas en la actualidad ya que necesitamos un equipo tome nuestra señal RF y luego nos muestre el programa en la televisión, a este equipo se le conoce como STB “Set Top Box”, estos los podemos encontrar de forma externa es decir como complemento para los televisores analógicos que poseemos o adquirir incorporados en los televisores digitales.

A través de los equipos de recepción de televisión digital, los usuarios además de recibir la programación convencional tienen la posibilidad de acceder a nuevos servicios digitales asociados. Entre los sistemas físicos y lógicos que forman parte de los decodificadores y son necesarios para recibir esos nuevos servicios interactivos tenemos los siguientes:

- *El sistema de acceso condicional CA.-* Mecanismo para la distribución de programa y contenido de forma exclusiva a aquellos que se hayan abonado a este servicio.
- *Las interfaces de programación de aplicaciones APIs.-* Aplicaciones de software necesarias para la realización de servicios interactivos asociados a la televisión, se las podría considerar como el sistema operativo de los decodificadores.
- *Las herramientas de navegación.-* Aquí se incluyen el navegador integrado y las *guías electrónicas de programación EPGs*. Las EPGs son aplicaciones de software, que funcionan usando una API como sistema operativo, y que permiten a los usuarios conocer la oferta televisiva o de servicios interactivos de una determinada plataforma digital. Cabe comparar las EPGs a los navegadores que utilizan los PCs para acceder a los servicios de Internet.

La calidad y la complejidad de los servicios interactivos que se presten a través de redes de TDT (Televisión Digital Terrestre) depende de múltiples factores: capacidad de la API; capacidad de la aplicación concreta necesaria para la prestación de un servicio interactivo; *hardware* utilizado (un descodificador con disco duro, teclado inalámbrico, etc.); ancho de banda disponible, etc. Serán determinantes, a estos efectos, tanto la política que sigan en esta materia las autoridades como, dentro del margen establecido por éstas, las decisiones que adopten los operadores de televisión.

En lo que respecta a los sistemas de acceso condicional, es deseable que los abonados puedan acceder a las distintas plataformas que emitan programación de pago de TDT con un cambio de tarjeta de abonado, y utilizando el mismo equipo. Para ello, fabricantes y cadenas de televisión deben llegar a acuerdos en soluciones lo suficientemente abiertas para que los cambios de voluntad de los abonados no les supongan a éstos incurrir necesariamente en un desembolso económico adicional al realizado por los servicios que contrata.

Un concepto importante en lo relacionado a este tema, son las recepciones comunitarias que consisten en antenas colectivas, para usuarios de un mismo edificio o de alguna urbanización, se debe tener mucho cuidado en el transporte de la señal hasta las terminales individuales (ubicados en cada hogar, oficina dependiendo del caso), actualmente se trata de utilizar decodificadores en las cabeceras es decir a continuación de la antena y de ahí hacer la distribución en forma normal, sin la necesidad de decodificadores en cada terminal individual, esto beneficiaría de manera notable a los usuarios ya que el costo sería reducido y se podría obtener una penetración más fuerte de la televisión digital terrestre.

Los principales tipos de recepción que se manejan son: fija es la que tenemos en nuestros hogares, móvil es la que podemos apreciar cuando viajamos en un auto a una velocidad considerable, y la portátil que se puede realizar a través de un PDA o un celular de última generación, a continuación apreciamos en la Figura. 2.7. un receptor portátil, y en la Figura. 2.8. el desglose de las recepciones que podemos tener.



Figura. 2.7. Receptor portátil para difusión digital terrestre.

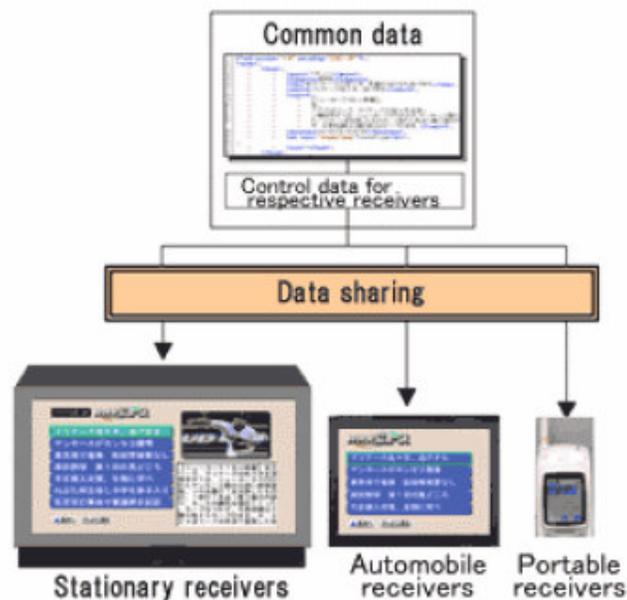


Figura. 2.8. Desglose de los tipos de recepción que ofrece ISDB-T.

En el sistema ISDB-T existe un tipo de transmisión parcial, como se dijo anteriormente nuestra señal OFDM se compone de 13 segmentos, de los cuales se puede enviar un segmento mas robusto precisamente el segmento central, es el que se utiliza para esta transmisión, y la robustez se da en cuanto a interferencias, es decir va a llegar de

manera mas segura a cada uno de nuestro receptores, este principio se utiliza para recepción portátil en celulares o PDA, o en la recepción móvil en los autos, trenes, etc.

2.5.1 RECEPCIÓN PORTÁTIL Y MÓVIL

La difusión mediante el servicio ISDB-T, a diferencia de la difusión por cable o satélite nos brinda la oportunidad de la recepción portátil y móvil. La recepción portátil implica que la señal puede ser recibida directamente por un aparato de televisión con una simple antena telescópica, siempre que esté situado dentro de la zona de cobertura de servicio. La recepción móvil supone que la televisión no sólo puede ser recibida en cualquier lugar, sino incluso en movimiento (como, por ejemplo, en un autobús o en un tren).

En el futuro, casi todos los programas de la televisión de calidad superior se proporcionarán probablemente vía fibra óptica a la casa o a través del satélite. Hay un requisito fuerte para la radiodifusión terrestre apoyar los servicios móviles.

Desde el punto de vista técnico, en la mayoría de los códigos de corrección de errores que se han inventado por aumentar la fiabilidad en la transmisión de datos es eficaz cuando los errores se causan de forma aleatoria. Hay canales que tienen las características de error en ráfagas en la recepción móvil sin embargo un método eficaz para tratar con los canales de error en ráfagas es entrelazar los datos.

Importancia de entrelazar los datos.

La intensidad de la señal recibida en la recepción móvil puede variar con el movimiento del transporte ya sea un vehiculo o cualquier otro tipo de transporte. A una velocidad lenta por la vibración causada por periodos largos de tiempo causa una reducción en la calidad de la señal ocasionando un error incorregible conocido como error de ráfaga. Este error de ráfaga es incorregible con FEC (“*Correlation Error Forward*”) como se muestra en la parte de color rojo de la Figura. 2.9., en la que nos presenta la variación de nuestra señal con el movimiento del móvil:

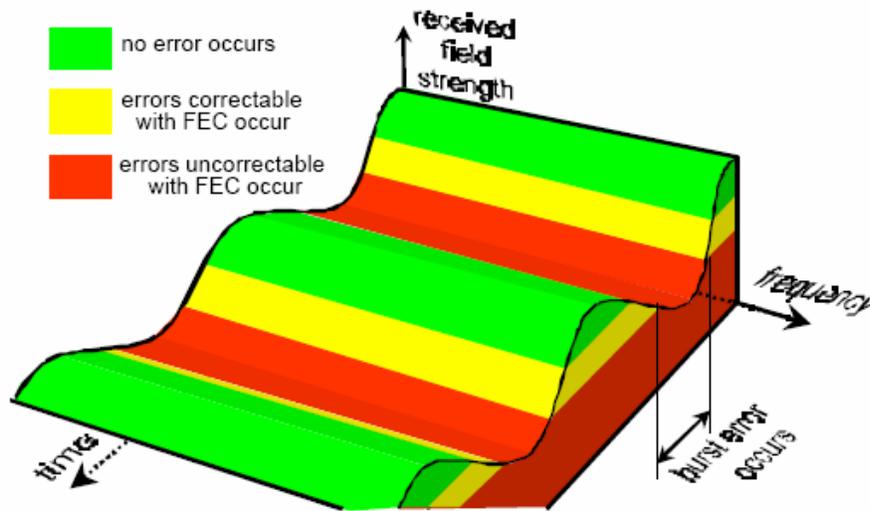


Figura. 2.9. Variación de la intensidad de la señal con el movimiento del receptor.

Antes de la transmisión se colocan los datos adyacentes con una separación máxima de 0,5 segundos antes del entrelazado temporal (“*time interleaving*”), por este motivo en el receptor un error de ráfaga se convierte en un error aleatorio luego de pasar por el entrelazado temporal, y se convierte en un error corregible mediante el sistema de control de error presentado en la Figura. 2.10. que consiste básicamente en convertir el error de ráfaga a un error aleatorio.

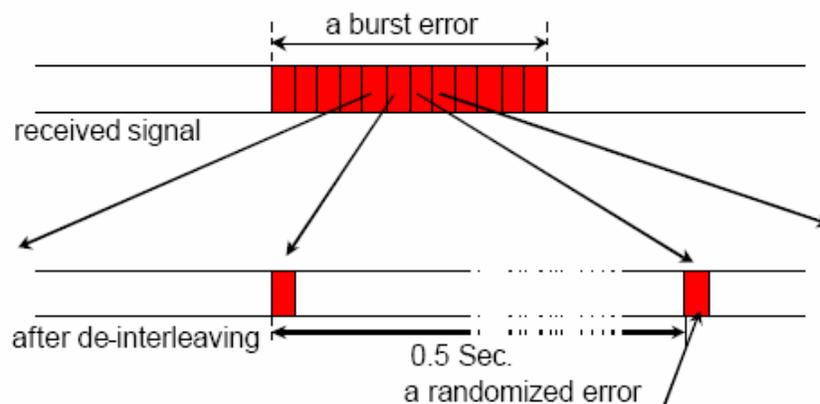


Figura. 2.10. Conversión de un error en ráfaga a un error aleatorio.

La Figura. 2.11. nos muestra el porcentaje de tiempo para lograr una recepción correcta. Nos muestra que la intensidad de la señal requerida para obtener el 99% de la señal transmitida es decir tener una recepción correcta es aproximadamente con 50 dBuV/m cuando utilizamos el entrelazado caso contrario puede necesitar 65 dBuV/m. La Figura. 2.10. compara las proporciones de la recepción correctas para la transmisión con y sin el entrelazado temporal. Si no adopta el entrelazado temporal, el valor de 99% en la recepción apenas se logra.

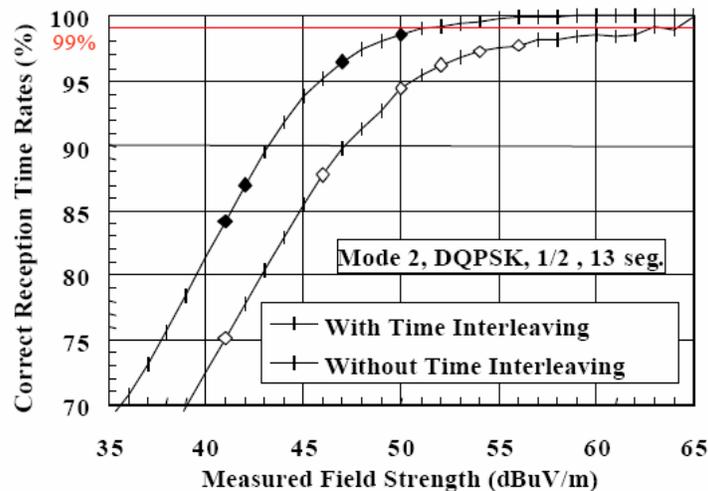


Figura. 2.11. Señal con entrelazado temporal y sin entrelazado temporal.

El entrelazado temporal demuestra ser muy importante en la transmisión móvil y para superar el error del ruido impulsivo, y nos ocasiona un tiempo de retardo de 0 a 1 segundo, pero frente a esta desventaja se debe tomar el aspecto positivo de la calidad en la recepción móvil.

El entrelazado temporal pone un paso adelante al sistema ISDB-T frente a los otros dos sistemas que tenemos para la televisión digital, en lo que se refiere a recepción móvil, y esto se ve en varias pruebas realizadas que mostraremos mas adelante en este mismo capítulo (sección 2.11).

Además el sistema ISDB-T ofrece la posibilidad de servicios móviles expandidos que facilitaran muchos de los negocios en el futuro, ya que este servicio estará disponible en celulares y PDA. También observemos que combinando la difusión y redes de

telecomunicación nos brindaran la posibilidad de combinar varios servicios como son video, voz y datos, llevándonos a una convergencia inclusive con el Internet.

2.6 CANAL DE RETORNO

A diferencia de lo que ocurre con el cable, la estructura de distribución de la TDT no incorpora directamente un canal de retorno como medio de transmisión que garantiza la interactividad completa entre el usuario y el proveedor del servicio.

Mientras que para los operadores de cable el canal de retorno constituye un importante elemento diferenciador de su oferta, a través del cual ofrecen un acceso de banda ancha al usuario, para los operadores de TDT o vía satélite supone un elemento ajeno.

Normalmente, para el canal de retorno se puede emplear cualquier tecnología disponible de acceso a redes de datos. El número de soluciones de acceso al bucle de abonado es cada vez mayor debido al desarrollo tecnológico. Tecnologías de banda ancha como ADSL, LDMS o el propio aprovechamiento de la red eléctrica, proporcionarían un canal de retorno a unas velocidades adecuadas. Incluso se podría pensar en utilizar en el futuro un terminal móvil de última generación como canal de retorno.

2.7 FLUJO DE TRANSPORTE MPEG-2 (MPEG-2 TS)

2.7.1 INTRODUCCIÓN VIDEO DIGITAL

La transmisión digital y la distribución de información audiovisual permiten la comunicación multimedia sobre las redes que soportan la comunicación de datos, brindando la posibilidad de enviar imágenes en movimiento a lugares remotos. Pero no es todo tan bonito a la hora de transmitirlo por red, debido a que nos encontramos con sucesos como lentitud entre la reproducción de imágenes, errores de transmisión, o pérdidas de datos.

Existen dos formas de transmisión de datos, analógica y digital. Una de las características del vídeo es que está compuesto por señales analógicas, con lo que se pueden utilizar las dos formas de transmisión. En los últimos años la transmisión de datos se ha volcado hacia el mundo digital ya que supone una serie de ventajas frente a la

transmisión analógica. Al verse la información reducida a un flujo de bits, se consigue una mayor protección contra posibles errores ya que se pueden introducir mecanismos de detección de errores, se elimina el problema de las interferencias, podemos disminuir el efecto del ruido en los canales de comunicación, conseguir codificaciones más óptimas, mezclar con otros tipos de información a través de un mismo canal, y poder manipular los datos con ordenadores para comprimirlos.

La información a digitalizar será la de las imágenes. Cada cuadro de la imagen es muestreado en unidades de píxeles, con lo que los datos a almacenar serán los correspondientes al color de cada píxel. Tres componentes son necesarias y suficientes para representar el color y para ser interpretado por el ojo humano.

La compresión del vídeo generalmente implica una pérdida de información y una consecuente disminución de calidad. Pero esto es aceptable porque los algoritmos de codificación están diseñados para descartar la información redundante o que no es perceptible por el ojo humano. Aunque sabemos que la calidad del vídeo es inversamente proporcional al factor de compresión. La compresión es un arma de doble filo, ya que el vídeo comprimido es más sensible a los errores. Un error en vídeo comprimido puede hacer ilegible la imagen, con lo que se añade redundancia para recuperar esa información.

2.7.2 MPEG

Las siglas MPEG significan “*Moving Picture Experts Group*” y es el grupo de trabajo del subcomité del ISO/IEC (International Organization for Standardization / Internacional Electrotechnical Commission) encargado del desarrollo de las normas internacionales para la compresión, descompresión, procesado y codificación de imágenes animadas, audio o la combinación de ambas.

Versiones y capas.

El MPEG trabaja por fases. Las fases se identifican con números (MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7). Estas fases no describen diversas versiones de una única norma, sino que son normas completamente distintas que se encargan de aspectos diferentes de la comunicación multimedia. Así, las últimas fases NO reemplazan a las anteriores sino que las complementan.

También se hace necesario explicar el concepto de capa. Tanto en MPEG-1 como en MPEG-2 se han definido tres capas diferentes. A veces son llamadas incorrectamente "niveles". Cada capa representa un conjunto de algoritmos de codificación. Las capas se suelen identificar con números romanos. Por ejemplo: Capa I, Capa II y Capa III (ésta última es el origen del popular MP3).

El concepto de versión sólo se usa en MPEG-4. La Versión 1 de MPEG-4 proporciona una serie de herramientas para la codificación del audio. Con la Versión 2, se añaden nuevas herramientas que incrementan la utilidad pero que no reemplazan a las herramientas de la versión 1. La versión 2 es por lo tanto completamente compatible con la versión 1.

El algoritmo de compresión de vídeo de MPEG utiliza dos técnicas fundamentales: Compensación del movimiento basada en bloques para la reducción de la redundancia temporal, y Codificación (DCT–Discrete Cousine Transform) para la reducción de la redundancia espacial.

Tipos de imágenes.

- Las imágenes I (intra)

Son imágenes que no requieren información adicional para su decodificación, es decir son codificadas sin ninguna referencia a otras imágenes y son, por ello, es el punto de entrada obligatorio para el acceso a una secuencia.

- Las imágenes P (previstas)

Se codifican con respecto a las imágenes de tipo I o P anteriores, su tasa de compresión es claramente mayor que la de las imágenes I. Las imágenes P requieren aproximadamente la mitad de los datos de las imágenes I.

- Las imágenes B (bidireccionales)

Se codifican por interpolación entre dos imágenes de tipo I o P precedentes, este tipo de imágenes es el que ofrece el factor de compresión más alto, que generalmente es de una cuarta parte de los datos de las imágenes I.

Descomposición en capas de una secuencia de vídeo MPEG.

Una secuencia de vídeo MPEG es básicamente la salida del material en bruto de un codificador y solo contiene lo necesario para que un decodificador restablezca la imagen original. La sintaxis de la señal comprimida es definida de manera rigurosa por MPEG.

La Figura. 2.12. muestra la construcción de una secuencia de vídeo MPEG constituida por capas bien definidas.

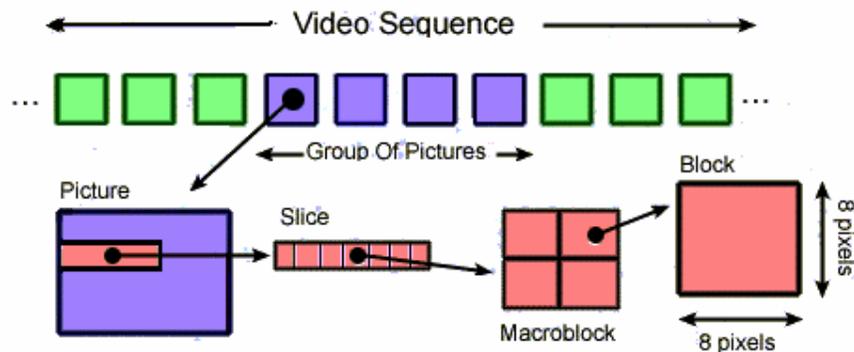


Figura. 2.12. Capas definidas para la construcción de una secuencia de vídeo MPEG.

- Secuencia

Es la combinación de con un código de inicio, seguido por un encabezamiento, y terminando con un código final. La secuencia de soporte especifica el tamaño horizontal y vertical de la imagen, norma de barrido, la tasa de imágenes, si se usa un barrido progresivo o entrelazado, el perfil, nivel, velocidad de transferencia de bits, y cuales matrices de cuantificación se usan para codificar imágenes espaciales y temporales, sin la secuencia de soporte de datos, un decodificador no puede comprender el flujo de bits y por lo tanto no puede comenzar la operación de decodificación correcta.

- Grupo de imágenes (GOP)

Son grupos de imágenes que comienza con una imagen I. En el estándar MPEG, el uso de GOP es opcional, pero esta en la práctica es necesaria. Entre imágenes I se colocan un número variable de imágenes P y/o B. Un GOP puede ser abierto o cerrado. En un GOP

cerrado, las últimas imágenes B requieren de una imagen I para el siguiente GOP por decodificar y la secuencia de bits puede ser cortada al final del GOP.

- Imagen de tipo I, P o B

Cuando un número de rebanas se combinan, construyen una imagen, la cual es la parte activa de un campo o un cuadro.

La imagen de soporte inicial define qué imágenes I, P o B codifica e incluye una referencia temporal para que la imagen pueda ser representada en el momento adecuado.

- Rebanada (Slice)

Los macrobloques son reunidos en rebanadas que siempre deben representar una fila horizontal que está ordenada de izquierda a derecha.

Las rebanadas son la unidad fundamental de sincronización para la codificación de la longitud variable y diferencial.

- Macrobloque (Macroblock)

Es la unidad fundamental de la imagen que además está compensada en movimiento.

Los bloques son transformados inversamente para producir una imagen de rectificación que es adicionada a la imagen prevista que ha sido producida a la salida del decodificador.

En un formato de codificación 4:2:0, cada macrobloque tendrá 4 bloques Y, y dos bloques de color diferente. Cada macrobloque tiene un tamaño de 16x16 píxeles.

- Bloque (Block)

Es la unidad fundamental de la información de la imagen y esta representada por un bloque de coeficientes DCT, que tienen un tamaño de 8x8 píxeles, los cuales representan datos Y, Cr o Cb.

2.7.3 MPEG-2

La segunda fase de MPEG, llamada MPEG-2 se acabó convirtiendo en el estándar de facto en el mundo de la televisión digital ya que arregla muchos de los problemas inherentes a MPEG-1, tales como la resolución, escalabilidad y manejo de vídeo entrelazado. MPEG-2 permite imágenes de mucha más calidad (hasta niveles de HDTV) y permite que muchos canales de diferentes tasas de bit se multiplexan dentro de un mismo flujo de datos.

MPEG-2 también consta de tres estándares: ISO/IEC 13818-1 Sistemas MPEG-2 (ITU-T Rec. H.222.0), ISO/IEC 13818-2 Vídeo MPEG-2 (ITU-T Rec.H.262) y ISO/IEC 13818-3 Audio MPEG-2, aprobadas finalmente como estándar la ISO/IEC en Noviembre de 1994.

MPEG-2 normalmente define dos sistemas de capas, el flujo de programa y el flujo de transporte. Se usa uno u otro pero no los dos a la vez. El flujo de programa funcionalmente es similar al sistema MPEG-1 la técnica de encapsulamiento y multiplexación de la capa de compresión produce paquetes grandes y de varios tamaños. Los paquetes grandes producen errores aislados e incrementan los requerimientos de buffering en el receptor/decodificador para demultiplexar los flujos de bits. En contraposición el flujo de transporte consiste en paquetes fijos de 188 bytes lo que decrementa el nivel de errores ocultos y los requerimientos del buffering receptor.

Entre las varias mejoras o extensiones introducidas en los codificadores MPEG-2, tenemos:

- Nuevos modos de predicción de campos y tramas para escaneo entrelazado.
- Cuantización mejorada.
- Nuevos códigos intra-trama de longitud variable (VLC).
- Extensión escalada de resoluciones para compatibilidad, servicios jerárquicos y robustos, y dos nuevas capas de sistema para multiplexar y transportar que provee celdas/paquetes de vídeo de alta o baja prioridad, cuando son llevados a través de una red conmutada.
- Incrementos soportados por accesos aleatorios.

- Soporte resistente para incremento de errores.
- Múltiples programas con un multiplexor (MPEG-1 no puede hacer esto, y esto fue un driver principal para el MPEG-2).

Niveles y perfiles MPEG-2.

El MPEG-2 ofreció una gama más amplia de opciones de parámetros que producen millones de posibles combinaciones. El concepto de los “perfiles” y “niveles” fue introducido luego para restringir la opción de parámetros con propósitos prácticos.

Las opciones ofrecidas permiten definición estándar (720x576 o 720x480) así como formato HDTV norteamericano (1280x720P o 1920x1080I) o europeo (1920x1152I o 1440x1152I). En la tabla 2.7. se muestra un resumen de las combinaciones de niveles y perfiles definidas:

Tabla. 2.7. Resumen de las combinaciones de niveles y perfiles.

		PERFILES					
		Simple	Principal	4:2:2	SNR	Espacial	Alto
NIVELES	Alto		4:2:0 1920 x 1152 80Mb/s				4:2:0 o 4:2:2 1920 x 1152 100Mb/s
	Alto 1440		4:2:0 1440 x 1152 60Mb/s			4:2:0 1440 x 1152 60Mb/s	4:2:0 o 4:2:2 1440 x 1152 80Mb/s
	Principal	4:2:0 720 x 576 15Mb/s Sin B	4:2:0 720 x 576 15Mb/s	4:2:2 720 x 608 50Mb/s	4:2:0 720 x 576 15Mb/s		4:2:0 o 4:2:2 720 x 576 20 Mb/s
	Bajo		4:2:0 352 x 288 4Mb/s		4:2:0 352 x 288 4Mb/s		

Un perfil es básicamente el grado de complejidad esperada en la codificación, mientras que un nivel describe el tamaño de la imagen, la resolución de esta o la velocidad de transferencia de bit usada en ese perfil. En principio, hay 24 combinaciones posibles, pero no todas están definidas. Un codificador MPEG cuando entrega un perfil y un nivel determinado, debe además ser capaz de decodificarlo a perfiles y niveles inferiores.

Jerarquía MPEG-2.

El empaquetado es el mecanismo elemental usado en MPEG-2 para transportar datos de vídeo y audio comprimido así como otros datos para los decodificadores MPEG. El método usado es multiplexación por división de tiempo de paquetes de datos. Una señal de vídeo o audio comprimido resulta en un flujo (“*Stream*”) de bits llamado flujo elemental ES (“*Elementary Stream*”), a cada flujo elemental se le llama servicio y el múltiplex de uno o más servicios se denomina programa. Para crear la señal de múltiplex primero se divide cada corriente elemental en paquetes llamados PES (“*Packetized Elementary Stream*”) con información adicional de cabecera, con los paquetes PES se crean dos tipos flujos: el flujo de programa PS (“*Program Stream*”) y el flujo de transporte TS (“*Transport Stream*”), tal como muestra la Fig. 2.13:

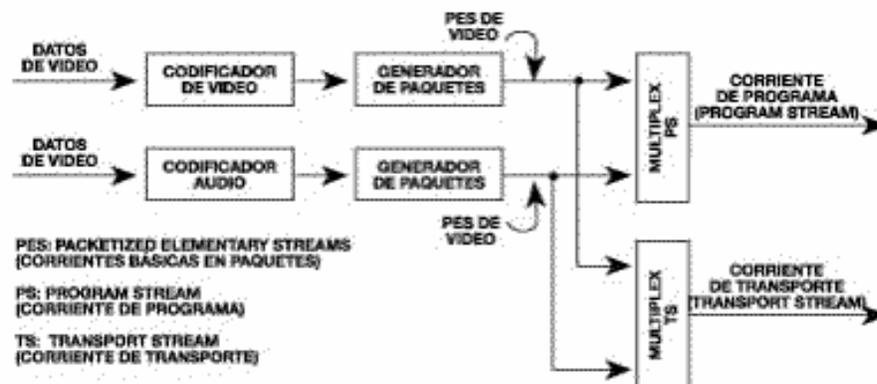


Figura. 2.13. Creación del flujo de programa y del flujo de transporte.

Por último, el sistema MPEG-2 también contiene información específica de programa PSI (“*Program Specific Information*”) que informa al receptor de qué servicio se trata y de cómo debe ser decodificarlo. El PSI es muy útil para servicios bajo demanda de la televisión digital.

- Empaquetado de flujo elemental (PES).

El PES (“*Packetized Elementary Stream*”) es el nivel básico del sistema de capas de MPEG-2. Estos transportan datos para una aplicación, como un flujo de vídeo o varios flujos de audio.

Además de los datos, llevan un encabezamiento que identifica los datos. Cada PES empieza con un prefijo de código de comienzo (“*Start Code Prefix*”) de 24 bits seguido por una cadena de ID (“*Stream Identificador*”) que identifica el contenido del paquete.

Una de las partes más importantes de la estructura es el momento en el que debe hacerse la decodificación DTS (“*Decode Time Stamp*”) y el momento que se debe hacer la presentación PTS (“*Presentation Time Stamp*”). En codificación bidireccional, una imagen tendría que ser decodificada un tiempo antes de que se muestre para permitirle actuar como referencia para una imagen B. El DTS indica el momento que una imagen debe ser decodificada y el PTS indica cuando tiene que ser presentada a la salida del decodificador. El PTS y el DTS se agregan a la cabecera del PES.

El reloj de referencia programa PCR (“*Program Clock Referente*”) está contenido en flujo de transporte. Normalmente se multiplexan los PES con otros PES en una cadena de datos más compleja como un flujo de programa “*Program Stream (PS)*” o un flujo de transporte “*Transport Stream (TS)*”.

- Flujo de Programa (PS).

El flujo de programa MPEG-2 combina uno o más PES, de longitud variable y relativamente grande, en un único flujo. Los distintos PES que conforman el flujo de programa se codifican usando un reloj de referencia master de control STC (“*System Time Clock*”). Este flujo podría ser un flujo de vídeo y su flujo de audio asociado o una multiplexación de varios flujos de audio.

El PS MPEG-2 puede contener hasta 32 flujos de audio, 16 flujos de vídeo, 16 flujos de datos y varios flujos con información variada para manejo interno.

Cada uno de los flujos tiene su propio encabezamiento. La tasa variable del PS entra en conflicto con el esquema de corrección de errores que requiere tasa constante (paquetes PES de longitud constante). Esto es conveniente principalmente para la distribución en un ambiente libre de error y libre de ruido como en un estudio.

- Flujo de Transporte (TS).

El flujo de transporte TS puede llevar uno o varios programas usando diferentes esquemas de compresión no correlacionados entre sí (ej. diferentes relaciones de

compresión) y con tasas de bits variables. La tasa global se mantiene constante por un proceso llamado Multiplexación Estadística (STAT .MUX) que reparte la tasa entre los programas con tasas de datos variables con el objetivo de hacer mejor uso del ancho de banda disponible para transmisión.

Se asignan menos Mbps. para imágenes con poco movimiento tales como las de un locutor leyendo noticias, que tienen resolución temporal relativamente baja y correspondientemente, se asignan más Mbps. a las escenas con mucho movimiento como programas de deporte. Los paquetes de TS tienen 188 bytes y se subdividen en 4 bytes de encabezamiento y 184 bytes de carga útil

Entre las informaciones contenidas en el encabezamiento están:

- El *byte de sincronización*: Fija el comienzo del TS y permite la sincronización de la transmisión.

- El *indicador de error de transporte*: Indica que el paquete puede contener errores.

- La *identificación del paquete (PID)*: El PID de 13 bits es usado para identificar el canal, contiene la información requerida para encontrar, identificar y reconstruir programas.

- El *contador de continuidad*: Se usa para determinar si se pierde algún paquete, si se repite o está fuera de secuencia.

- El *campo de adaptación*: Es opcional y de longitud variable. Cuando se usa, proporciona información adicional sobre los datos transportados y causa una reducción de estos datos para mantener una tasa constante.

- El *indicador de discontinuidad*: El indicador de discontinuidad le dice al decodificador que las rupturas del flujo son intencionales por consecuencia de conmutar un PES al realizar un empalme y no el resultado de errores del canal.

- El *reloj de referencia de programa PCR*: Son muestras del reloj de 27 MHz. usadas por los codificadores de vídeo y audio. Estas muestras mantienen un contexto para interpretar los valores de PTS y DTS en el encabezamiento del PES. El MPEG requiere que el PCR sea enviado diez veces por segundo por lo menos.

- El *contador descendente para empalmes* (“*Splice Countdown*”): El Contador Descendente para Empalmes es un contador de ocho bits que se decrementa que se acerca el punto de empalme potencial. Ayuda a localizar el paquete preciso en el cual debe tener lugar la conmutación.

Multiplexación de programas.

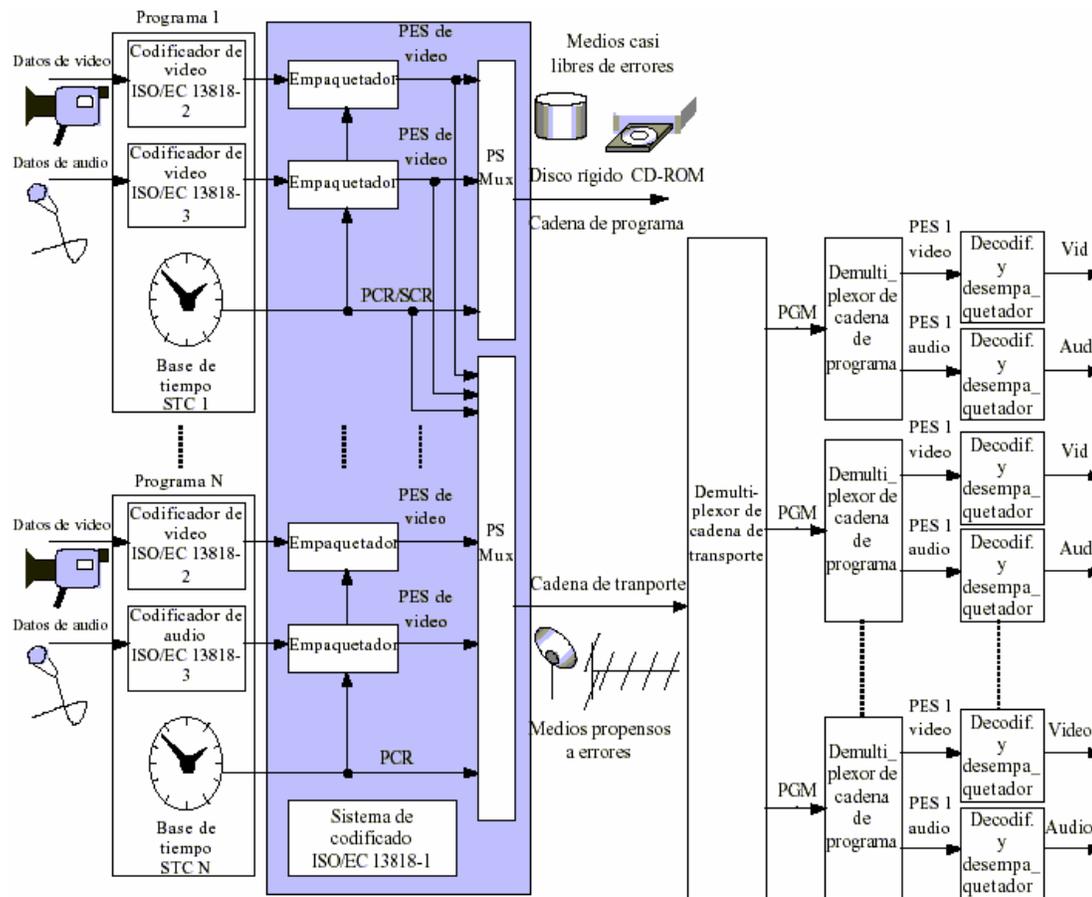


Figura. 2.14. Diagrama de un codificador-decodificador MPEG-2 con demultiplexado.

El TS tiene la capacidad de multiplexar varios programas por canal en una cadena de datos más grande (y más rápida). La Figura. 2.14. muestra un diagrama de bloques simplificado de la codificación y decodificación de un multiplexado de programas que constituyen un TS.

El PID que hay en la cabecera de cada paquete de TS indica al receptor que hace con el paquete. Dado que el TS puede transportar muchos canales, el receptor tiene que decidir cuales son parte del canal que se está visionando en ese momento y que por tanto deben ser pasados al descodificador para ser procesados. Los paquetes que no forman parte del canal actual son descartados.

Hay cuatro tipos de identificación del paquete PID, VPID (video), APID (audio), identificación del paquete de reloj de referencia de programa PCR_PID (“*Program Clock Referente*”), que se usa ocasionalmente para sincronizar paquetes de audio y vídeo (aunque esta información suele ir incluida en el flujo de vídeo) y un cuarto PID usado para informaciones como la guía de programación y otras informaciones referentes a la información de sistema que usan un PID entre 0000 y 0014 (hex.).

La *tabla de asociación de programa* PAT (“*Program Assciaton Table*”) que se transmite siempre en el PID 0000 contiene una lista de los PIDs que llevan las PMT (“*Program Map Tables*”), que son parte del flujo. Por ejemplo:

PAT (PID 0000) = 0100, 0200, 0300, 0400

PMT 1 (PID 0100) = Video PID 0101, Audio PID 0102, Audio PID 0103, PCR 01FF

PMT 2 (PID 0200) = Video PID 0201, Audio PID 0202, PCR 01FF

PMT 3 (PID 0300) = Video PID 0301, Audio PID 0302, PCR 02FF

PMT 4 (PID 0400) = Video PID 0401, Audio PID 0302, PCR 0401

A partir de esta información el receptor sabe que el transporte ISDB contiene cuatro programas o canales. El primer canal contiene dos servicios de audio (seguramente para diferentes idiomas) y que todos ellos excepto el cuarto contienen información de temporización separada. El cuarto lleva el PCR dentro del flujo de vídeo.

La razón por la cuál transmitir un PCR de forma separada del flujo de vídeo, es que para el caso de canales multiplexados codificados con una referencia de reloj común. En el ejemplo anterior se podría asumir que los tres canales primeros fueron codificados en un mismo codificador mientras que el cuarto fue multiplexado después.

Encontrar los PMT permite al demultiplexor encontrar el PID de cada flujo elemental ES y así decodificar el programa del canal escogido.

También se requiere acceder a una *tabla de acceso condicional* CAT (“*Conditional Access Table*”), si el programa está encriptado.

MPEG-2 AAC.

AAC está desarrollado por el grupo MPEG (“*Motion Pictures Expert Group*”), es una especificación más moderna que forma parte del estándar MPEG-2 y cuyas siglas significan Codificación Avanzada de Audio (“*Advanced Audio Coding*”).

AAC es un algoritmo más eficaz que MPEG-1 “*layer 3*” (MP3), consiguiendo niveles de compresión mayores y además mejorando la calidad. De esta forma, el AAC es aproximadamente un 30% más eficiente que el MP3. Un archivo AAC a 96 kbps. AAC puede dar la misma o mejor percepción que un MP3 a 128 kbps. Sin embargo no es compatible con los formatos anteriores, MPEG-1, y para evitar los problemas que esto puede suponer, también se ha definido MPEG-2 Multicanal o MPEG-2 BC (“*Backward Compatible*”).

Ya se ha aplicado en un servicio de descarga de música de ATT (utilizando ficheros encriptados para preservar los derechos del autor) y es utilizada por Apple (en sus ipod).

Como AAC es el sucesor de MP3 se ha dado en llamar MP4, lo que da lugar a confusiones y a hablar erróneamente de MPEG-4.

MPEG-2 AAC es un estándar de codificación de audio de muy alta calidad con el que se pueden codificar hasta 48 canales con tasas de muestreo desde 8 hasta 96 kbps., con capacidades de multicanal, multilinguaje y multiprograma. Trabaja a una tasa de bits desde 8 kbps para señal monofónica de voz hasta más de 160 kbps por canal para codificación de muy alta calidad. En cuanto a la tasa de bits utilizado para una transmisión multicanal se obtiene máxima calidad entre 320 y 384 kbps para 5 canales. El diagrama de bloques de este codificador se muestra en la Figura. 2.15.

Las principales ventajas de MPEG2 AAC son una mejor reproducción en frecuencias por encima de 16 KHz., mejor codificación en señales estacionarias y transitorias y, como

ya hemos dicho, una calidad similar a MP3 con una tasa de bits menor y la posibilidad de transmitir señales multicanal.

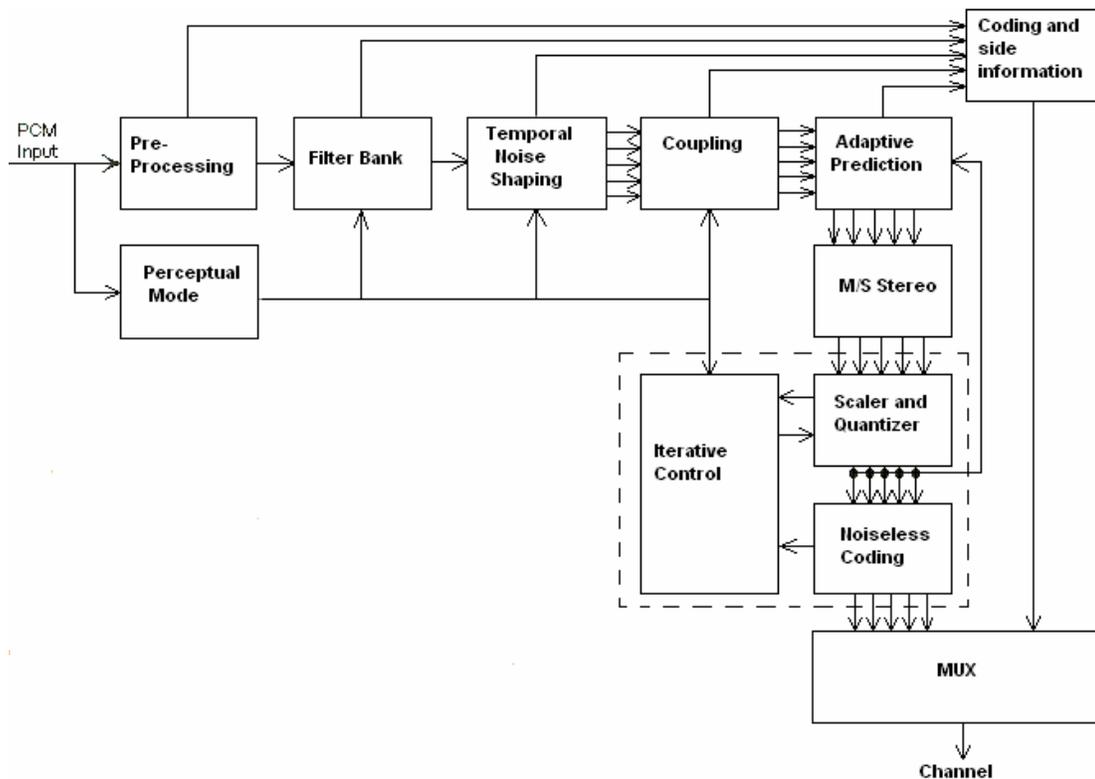


Figura. 2.15. Diagrama de bloques para el codificador de MPEG-2 AAC.

2.8 CODIFICACIÓN DEL CANAL

Cuando ya hemos creado nuestro flujo de transporte (MPEG-2 TS), en el cual tenemos nuestros contenidos ya sean estos de audio, video o datos, y los tenemos en la salida del Múltiplex de Transporte ahora debemos adaptar esa señal al medio de transmisión en nuestro caso es el aire, para conseguir esto tenemos que tomar en cuenta algunos parámetros en el tratamiento de nuestra señal.

2.8.1 CONFIGURACIÓN BÁSICA

Tenemos varias TSs (*“Transport Stream”*) a la salida del multiplexor de MPEG-2 estas son realimentadas del remultiplexor de TS cada TS esta formada por varias TSPs (*“Transport Stream Packects”*). Mediante la utilización de código exterior y aplicado a la señal, de estos TSs se convierten en un solo TS.

Cuando la transmisión jerárquica se ha realizado, el TS es dividido en las capas jerárquicas múltiples de acuerdo con la información de la jerarquía. Estas capas las tenemos en un máximo de tres bloques procesadores.

El proceso de datos digitales incluye el código de corrección de error, entrelazando, y la modulación de la portadora principalmente. La corrección del error, entrelazando la longitud, y el esquema de modulación de la portadora se especifican independientemente para una capa jerárquica.

Siguiendo el proceso, se combinan las señales de las capas jerárquicas y luego se entrelazan en tiempo y frecuencia para asegurar una mejor corrección del error, contra dos aspectos principalmente la variación de la intensidad de la señal y la interferencia del multi trayecto en la recepción móvil.

El entrelazando convolucional se usa con el esquema de entrelazando temporal para reducir tiempos de retraso en la transmisión y recepción, y minimizar el tamaño de memoria de receptor. En cuanto a la frecuencia entrelazada, se emplea para asegurar la estructura del segmento apropiada y el entrelazando apropiado.

Para asegurar que el receptor realice la demodulación y decodificación correcta puesto que se usan múltiples combinaciones de parámetros de transmisión, una señal TMCC (*“Transmisión and Multiplexing Configuration Control”*) también se transmite utilizando las portadoras especificadas. La señal TMCC, la señal del programa y las señales pilotos se las unen con propósitos de realizar la sincronización y la reproducción.

Una vez que la formación de la trama esta completa, todas las señales se convierten a la señal de transmisión OFDM mediante el proceso de IFFT, como se aprecia en la Figura. 2.16.:

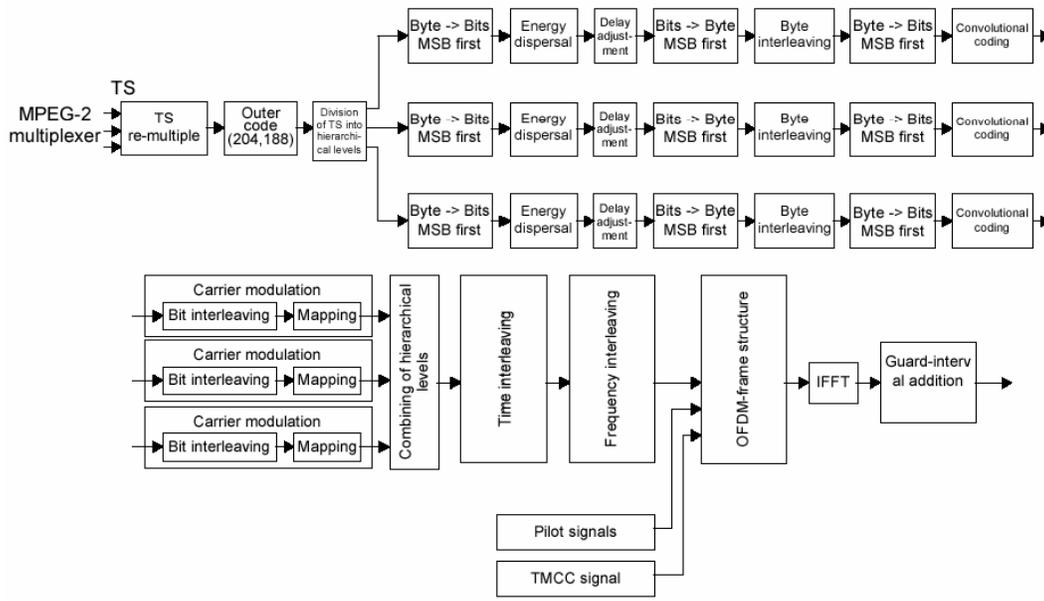


Figura. 2.16. Conversión de las señales a una OFDM.

2.8.2 TS RE MULTIPLEXACIÓN

Una re Multiplexación del flujo de transporte TS (“*Transport Stream*”), esta formado por tramas, cada una consiste en un numero n de paquetes de flujo de transporte TSP (“*Transport Stream Packets*”), en la tabla 2.8 se muestra el número de TSP usados en los diferentes modos de transmisión e intervalos de guarda.

Cada TSP esta formado por 204 bytes de longitud, de los cuales 188 bytes son de información útil mientras que los 16 restantes son nulos para los datos.

Como se muestra en la Figura. 2.17. cada una de las transmisiones de TSP dentro de una trama son transmitidos en base al nivel jerárquica X de una señal OFDM (el nivel jerárquico X selecciona de los tres niveles que pueden ser A, B o C) o pertenecen a un paquete nulo (TSP null) que no son transmitidos como una señal OFDM.

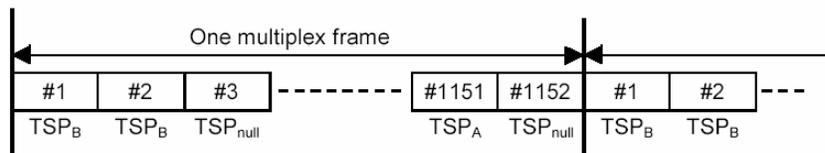


Figura. 2.17. Ejemplo de re-multiplexación de flujo de transporte para modo 1 y un GI 1/8.

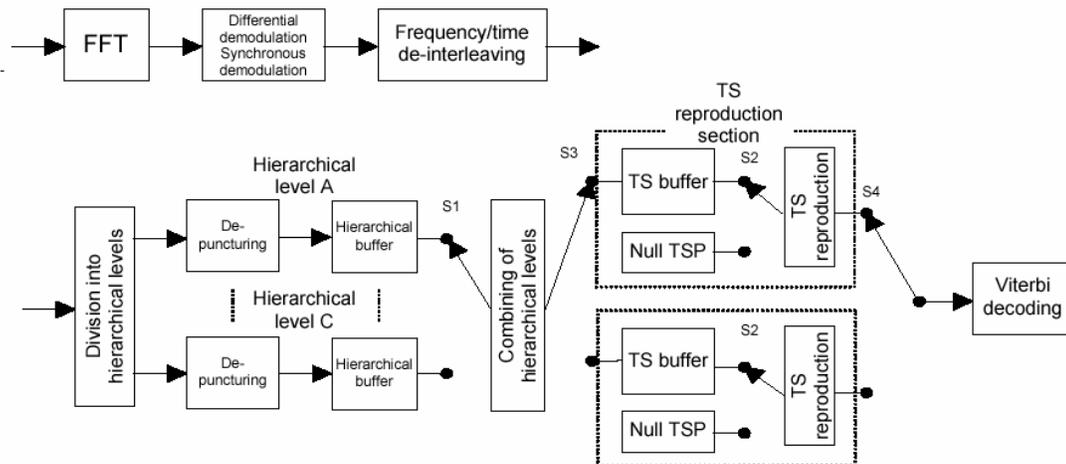
Tabla. 2.8. Número de TSP en cada trama.

Modo	Numero de TSP incluidos en cada trama multiplex			
	Intervalo de Guarda			
	1/4	1/8	1/16	1/32
Modo 1	1280	1152	1088	1056
Modo 2	2560	2304	2176	2112
Modo 3	5120	4608	4352	4224

La longitud de la trama múltiplex es igual a la longitud de la trama OFDM, el receptor puede reproducir los TS utilizando la sincronización de la señal OFDM.

2.8.3 MODELO DEL RECEPTOR PARA FORMAR LA TRAMA MULTIPLEX

Los TSPs son colocados en una trama múltiplex, de acuerdo con la configuración de TS se reproducirá con el modelo del receptor mostrado en la Fig. 2.18:

**Figura. 2.18. Diseño del receptor para formar una trama múltiplex.**

Señales en la entrada del divisor jerárquico.

En la realización del proceso para la demodulación y desentrelazado de la portadora, las señales en la entrada del divisor jerárquico son ordenadas en forma ascendente de acuerdo al número de segmento y también en forma ascendente de acuerdo a la frecuencia de portadora del símbolo de información dentro de un segmento. En la Figura. 2.19. se

muestra un ejemplo de dos niveles jerárquicos disponibles (una capa modulada en DQPSK $\frac{1}{2}$ con 5 segmentos y la otra modulada en 64 QAM $\frac{7}{8}$ con 8 segmentos), y un intervalo de guarda de $\frac{1}{8}$ y en modo 1 de operación.

Durante el periodo de un símbolo OFDM, en la entrada para el nivel jerárquico A tenemos 480 portadoras (96 portadoras para modo 1 x 5 segmentos), luego tenemos 768 portadoras (96 x 8) para el nivel jerárquico B y una señal nula con 1056 portadoras.

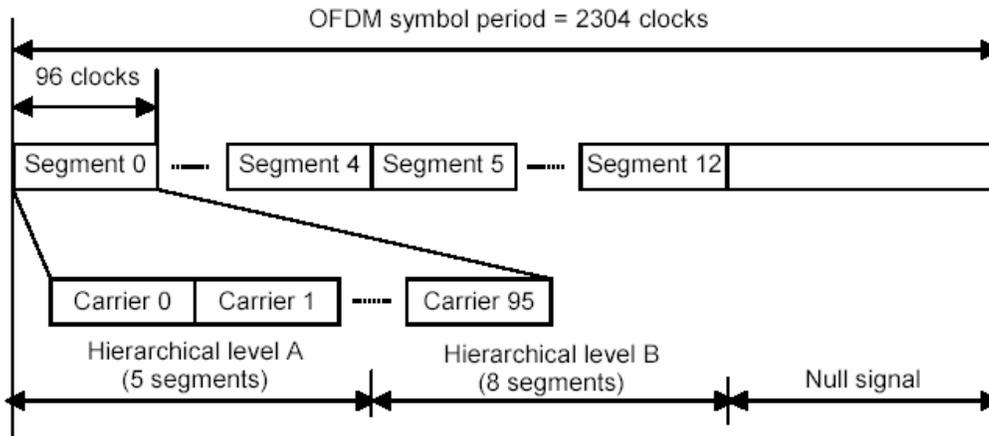


Figura. 2.19. Ejemplo de dos niveles jerárquicos disponibles, con GI $\frac{1}{8}$ y modo 1

Operación del receptor desde el divisor jerárquico hasta la entrada del decodificador de Viterbi.

La señal la tenemos dividida en algunos niveles jerárquicos, luego del de-perforado se almacena los datos en un buffer, el número de bits almacenado en el nivel jerárquico X (A, B, C) esta dado por la siguiente formula:

$$B_{X,k} = 2 \times ([k \times S_X \times R_X] - [(k-1) \times S_X \times R_X])$$

Donde:

$B_{X,k}$ Es el número de bits

S_X Constante dependiendo de la modulación como se detalla en la tabla posterior.

R_x Tasa de código.

Tabla. 2.9. Valores de la constante S_x dependiendo la modulación.

Esquema de modulación	S_x
DQPSK/QPSK	2
16QAM	4
64QAM	6

2.8.4 CODIFICACIÓN EXTERNA

El código Reed Solomon (RS) recortado RS (204,188, t=8) es el encargado de brindar la “codificación externa”, y se lo utiliza en todos los TSP como código externo. El código Reed Solomon recortado es generado adhiriendo 51 bytes 00HEX al principio de la entrada de datos al código RS (255, 239, t=8) y luego quitando estos 51 bytes.

Con este proceso se esta generando una protección contra errores.

Cabe indicar que el código RS (204, 188) es igual para el código exterior usado en la transmisión satelital de la televisión digital, y puede corregir hasta 8 bytes de los 204 bytes utilizados, por eso se lo denomina así: RS (204, 188, t=8) el 204 es el total de los bytes de nuestro TSP 188 bytes + 16 bytes de redundancia, 188 bytes del TSP normal exactamente 1 byte de sincronismo y 187 bytes de datos, y finalmente t=8 el numero de errores que corregirá, a continuación se presenta la Figura. 2.20. con los 188 bytes de un TSP y con los 204 bytes de un TSP protegido contra errores mediante RS.

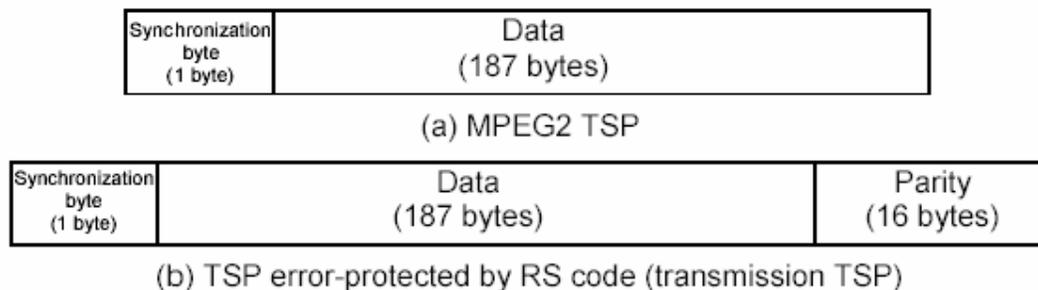


Figura. 2.20. TSP y TSP protegido contra errores por RS (204, 188, t=8)

2.8.5 DIVISIÓN DE LOS TS EN NIVELES JERÁRQUICOS

El divisor jerárquico divide los TS re-multiplexados en varias porciones (conocidas como TSP, que como se dijo anteriormente están formadas por 204 bytes de longitud), y asigna cada porción al nivel jerárquico especificado. Al mismo tiempo el divisor quita los paquetes nulos. El nivel jerárquico a que cada TSP pertenece esta especificado por información jerárquica basada en la organización de la información.

En este proceso cada TSP es dividido al final del bit de sincronización y el sincronismo de la trama OFDM es retardado por un bit como se aprecia en la Figura. 2.21.

El número máximo de niveles jerárquicos son tres A, B y C.

La trama OFDM se sincroniza mediante la utilización de 1 byte, que siempre es el que va primero dentro de los 204 bytes que forman un TSP, luego van 187 bytes de datos y 16 bytes de paridad.

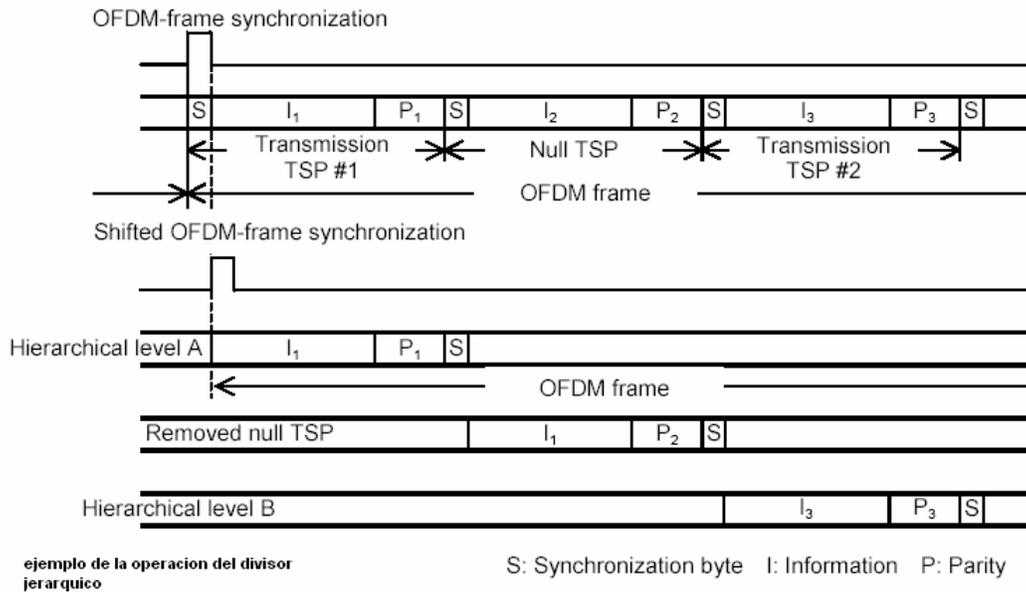


Figura. 2.21. Proceso de división de los TS.

2.8.6 DISPERSIÓN DE ENERGÍA

Una secuencia continua de unos (1) o ceros (0), introduciría una componente DC en la señal transmitida, por este motivo aparece el concepto de dispersión de energía, y se

utiliza para colocar a los datos del TSP (1 byte sincronismo y 188 bytes de datos q serán modificados su orden) en forma aleatoria.

Esta aleatoriedad de los datos, se genera al combinar los datos con una Secuencia Binaria Pseudoaleatoria PRBS (“*Pseudos Random Bit Sequence*”).

El valor inicial del circuito generador PRBS debe ser “100101010000000” y este valor debe ser inicializado en cada trama OFDM.

El polinomio generador es el siguiente:

$$g(x) = X^{15} + X^{14} + 1$$

2.8.7 AJUSTE DE LOS RETARDOS

El ajuste de retardo asociado con el entrelazado de los bytes, intenta mantener los mismos tiempos de retardo tanto para la transmisión Tx y la recepción Rx para todos los niveles jerárquicos, con este parámetro se busca compensar el retardo que se produce al entrelazar los datos, cabe indicar que el retardo depende directamente de las características del nivel jerárquico..

Un valor de ajuste apropiado debe ser seleccionado y especificado para cada nivel jerárquico escogiendo de aquellos (numero de TSP transmitidos) que se presentan en la tabla 2.10. En cada capa el retardo total incluye 11 TSP de entrelazar y de-entrelazar los bytes.

Tabla. 2.10. Ajuste de retardo en TSPs.

Modulación de la portadora	Tasa código	Ajuste de retardo (en TSPs)		
		Modo 1	Modo 2	Modo 3
DQPSK	1/2	12 x N-11	24 x N-11	48 x N-11
	2/3	16 x N-11	32 x N-11	64 x N-11
	3/4	18 x N-11	36 x N-11	72 x N-11
QPSK	5/6	20 x N-11	40 x N-11	80 x N-11
	7/8	21 x N-11	42 x N-11	84 x N-11
16QAM	1/2	24 x N-11	48 x N-11	96 x N-11
	2/3	32 x N-11	64 x N-11	128 x N-11
	3/4	36 x N-11	72 x N-11	144 x N-11
	5/6	40 x N-11	80 x N-11	160 x N-11
	7/8	42 x N-11	84 x N-11	168 x N-11

64QAM	1/2	36 x N-11	72 x N-11	144 x N-11
	2/3	48 x N-11	96 x N-11	192 x N-11
	3/4	54 x N-11	108 x N-11	216 x N-11
	5/6	60 x N-11	120 x N-11	240 x N-11
	7/8	63 x N-11	126 x N-11	252 x N-11

N representa el numero de segmentos utilizado por el nivel jerárquico

2.8.8 ENTRELAZADO DE BYTES

En la Figura. 2.22., se describe el diagrama del funcionamiento del entrelazado externo, para esto tenemos un conmutador que esta formado por una profundidad $I = 12$, en el cual entran nuestros 204 bytes que fueron protegidos y aleatorizados anteriormente mediante el proceso RS.

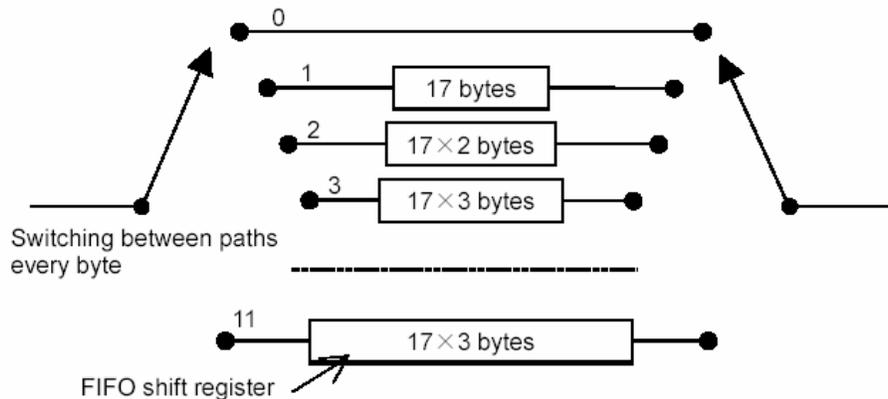


Figura. 2.22. Diagrama del funcionamiento del entrelazado externo.

Nuestro entrelazador esta compuesto de una profundidad $I=12$ ramas conectadas cíclicamente a un conmutador en la entrada, cada rama j debe tener un registro FIFO (*“First-in First-out”*), con una longitud $j \times 17$ bytes. Las celdas FIFO deben contener 1 byte, y la entrada y la salida deben estar sincronizadas.

$$17=N/I \quad \text{siendo } N \text{ el numero de bytes } 204.$$

Los bits de sincronismo para propósitos de su identificación posterior se envían a través de la rama $j=0$, tenemos que darnos cuenta que en esta rama el retardo es 0.

El retardo total causado por el entrelazado y de-entrelazado es $17 \times 11 \times 12$ bytes (que corresponde a 11 TSP).

Este tipo de entrelazado se utiliza para evitar errores de ráfagas (varios bits consecutivos) que suelen afectar a nuestros datos.

2.8.9 CODIFICACIÓN INTERNA

Luego de que nuestros datos han atravesado el entrelazado externo, entran en una fase de codificación interna, y se complementa con un proceso conocido como perforado, en realidad tendremos distintos modos de transmisión dependiendo del tipo de perforado seleccionado.

Los polinomios generadores:

$G_1 = 171$ Octal en la salida X.

$G_2 = 133$ Octal en la salida Y

Como se aprecia en la Figura. 2.23.

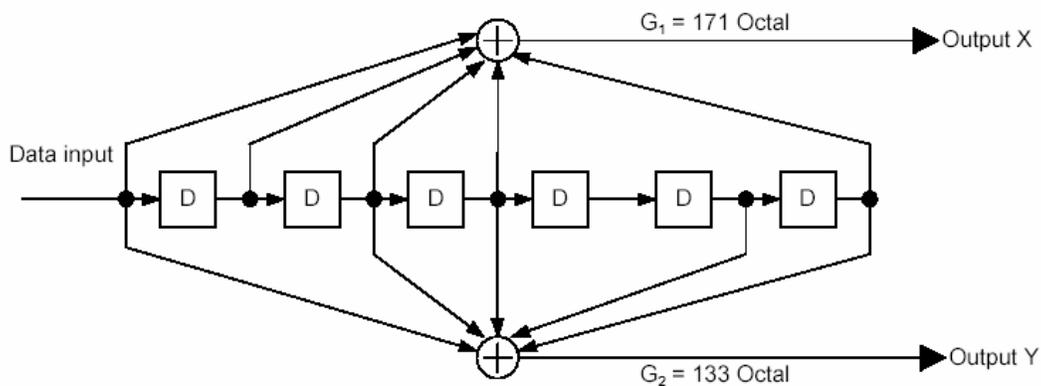


Figura. 2.23. Diagrama de la codificación interna.

La tasa de código esta dada en distintas relaciones teniendo como la mas robusta la de $\frac{1}{2}$ es decir es la mas segura frente a errores pero se pierde en cuanto a la capacidad del

canal esta se puede utilizar en lugares donde tenemos un numero alto de interferencias, mientras que en el otro extremo tenemos la tasa de $7/8$ que es la tasa de código menos segura pero conserva casi la capacidad del canal, esta se la utiliza en lugares donde tenemos interferencias mínimas.

El perforado consiste en seleccionar solo algunos datos obtenidos en las salidas X e Y, que luego se los convierte a una secuencia en serie.

Tabla. 2.11. Patrón de perforado y secuencia de la señal transmitida.

Tasa de código	Patrón de perforado	Secuencia de la señal transmitida
$1/2$	X : 1 Y : 1	X1, Y1
$2/3$	X : 1 0 Y : 1 1	X1, Y1, Y2
$3/4$	X : 1 0 1 Y : 1 1 0	X1, Y1, Y2, X3
$5/6$	X : 1 0 1 0 1 Y : 1 1 0 1 0	X1, Y1, Y2, X3, Y4, X5
$7/8$	X : 1 0 0 0 1 0 1 Y : 1 1 1 1 0 1 0	X1, Y1, Y2, Y3, Y4, X5, Y6, X7

Dependiendo del medio en el que se transmita, y principalmente jugando con dos parámetros capacidad del canal y la protección contra errores, tenemos 5 relaciones de la tasa de código siendo la de $1/2$ la más utilizada, las tasas de código son las siguientes:

$$1/2 \quad 2/3 \quad 3/4 \quad 5/6 \quad 7/8.$$

2.9 MODULACIÓN

El esquema de modulación empleado es el COFDM (“*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*”). El COFDM es un esquema de modulación especialmente apropiado para las necesidades de los canales de difusión terrestres

En COFDM se modulan los datos en un gran número de portadoras, a baja velocidad, empleando técnicas de FDM. El motivo de emplear múltiples portadoras viene precisamente del hecho de que haya niveles altos de multi-trayecto, es una ventaja significativa frente a las imágenes fantasmas que nacían con el multi-trayecto en la televisión analógica.

Como se ha comentado, las ciudades y centros urbanos podrían ser, en una primera aproximación, el principal mercado para estas redes. La razón es que es en estas grandes aglomeraciones de edificios y estructuras donde los sistemas vía radio podrían cobrar ventaja respecto de los sistemas por cable, que a primera vista aparecerían como sus principales competidores, debido a la gran dificultad, especialmente económica y logística que supone cablear una ciudad.

2.9.1 MODULACIÓN DE LA PORTADORA

En el proceso de modulación de la portadora, a la señal de entrada se le entrelaza los bits y se mapean de acuerdo a los esquemas especificados según el nivel jerárquico. La Figura. 2.24. se muestra la configuración de la modulación de la portadora.

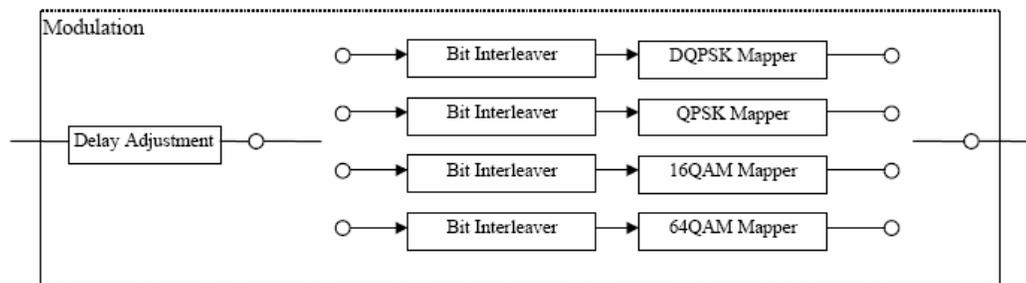


Figura. 2.24. Configuración del bloque de modulación.

Ajuste de retardo.

Los retardos en la transmisión y recepción equivalen a 120 símbolos de portadora, que ocurren como resultado del entrelazado de los bits. El tiempo de retardo varía dependiendo del esquema de modulación de la portadora.

Esta diferencia en tiempo de retardo se corrige el momento que se entrelaza los bits del lado de la entrada mediante la suma del valor de ajuste de retardo mostrado en tabla 2.12 tal que la transmisión total y los retardos de la recepción son iguales a 2 símbolos de OFDM.

Tabla. 2.12. Valor de ajuste de retardo en numero de bits.

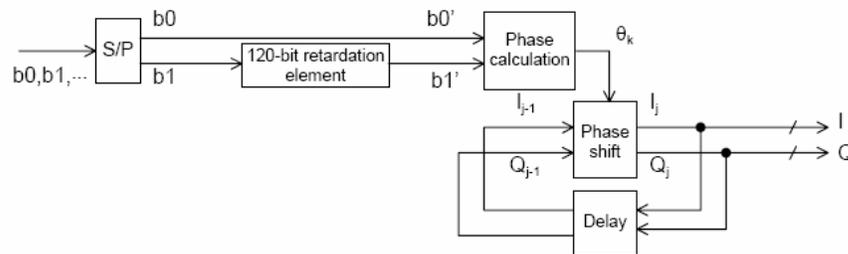
Modulación de la portadora	Valor de ajuste de retardo (numero de bits)		
	Modo 1	Modo 2	Modo 3
DQPSK	384 x N-240	768 x N-240	1536 x N-240
QPSK			
16QAM	768 x N-480	1536 x N-480	3072 x N-480
64QAM	1152 x N-720	2304 x N-720	4608 x N-720

N es el numero de segmentos usado por ese nivel jerárquico

Entrelazado de bits y mapeo.

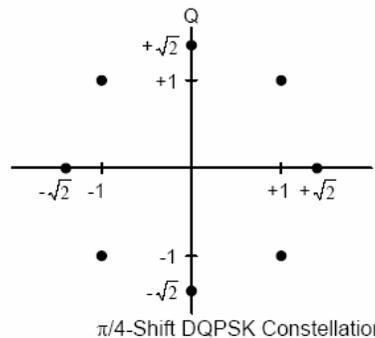
• **DQPSK.**

La entrada son 2 bits por símbolo y $\frac{\pi}{4}$ de cambio en el mapeo DQPSK. El elemento de retardo son 120 bits como se muestra en la siguiente Figura, y se los inserta dentro de la entrada del calculador de fase para el entrelazado de bits. A continuación se presenta el diagrama del sistema y diagrama de la constelación.



$\pi/4$ -Shift DQPSK Modulation System Diagram

input b0' b1'	output θ_j
0 0	$\pi/4$
0 1	$-\pi/4$
1 0	$3\pi/4$
1 1	$-3\pi/4$



$\pi/4$ -Shift DQPSK Constellation

Figura. 2.25. Diagrama del sistema, calculo de la fase y diagrama de constelación de DQPSK.

- **QPSK.**

Nuestra secuencia de bits seriales a la salida de codificador interno, es convertida en una secuencia paralela de 2 bits y se realiza el mapeo QPSK obteniendo a la salida múltiples bits en los ejes de I e Q. Para conducir al mapeo el elemento de retardo de los 120 bits que se aprecia en la Fig. 2.26 es insertado en la entrada del modulador QPSK, en la Fig. 2.27 se muestra el diagrama de constelación de esta modulación.

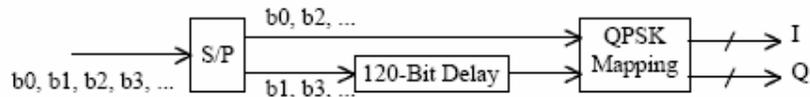


Fig. 2.26. Diagrama del sistema QPSK.

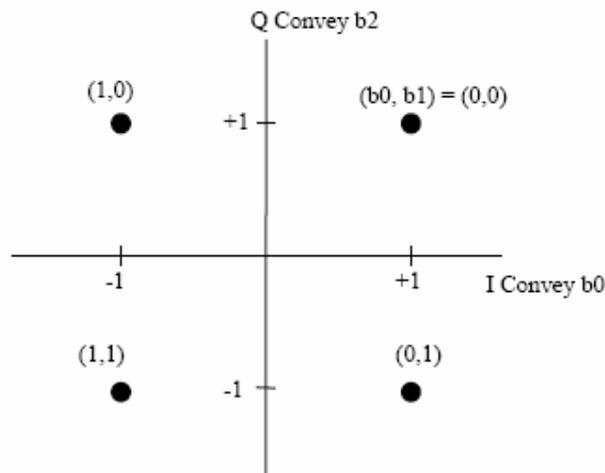


Figura. 2.27. Diagrama de la constelación QPSK.

- **16QAM.**

La señal de entrada debe ser de 4 bits por símbolo y con la utilización de 16QAM tenemos a la salida nuestra señal I e Q. Para seguir con el mapeo, los elementos de retardo se muestran en la Figura. 2.28. y son insertados dentro de b1, b2 y b3 en la entrada del

modulador 16QAM, en la Figura. 2.29. se muestra el diagrama de constelación de esta modulación.

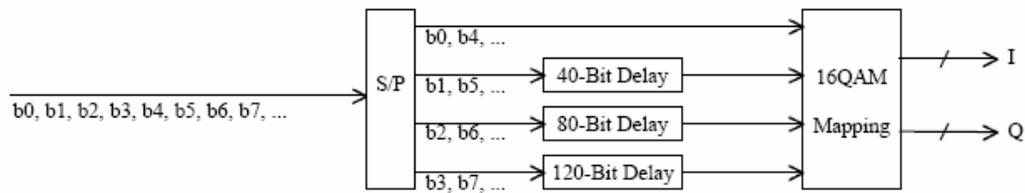


Figura. 2.28. Diagrama del sistema 16QAM.

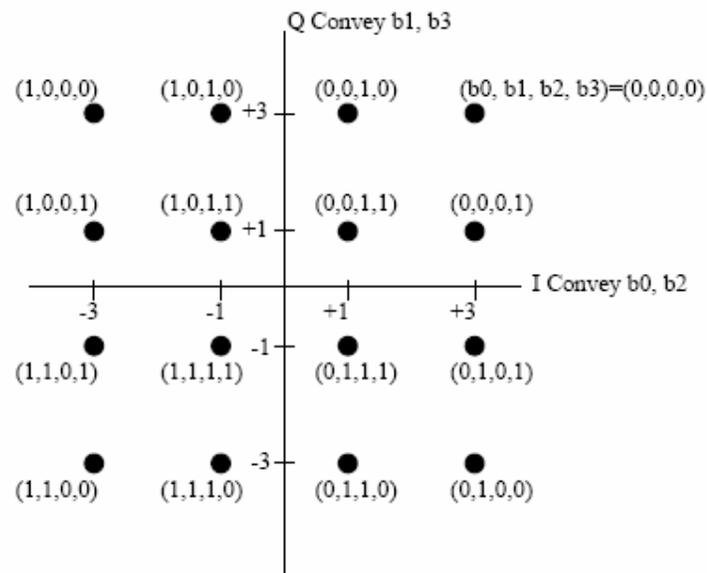


Figura. 2.29. Diagrama de la constelación 16QAM.

• 64QAM.

La señal de entrada debe ser de 6 bits por símbolo y con la utilización de 64QAM tenemos a la salida nuestra señal I e Q. Para seguir con el mapeo, los elementos de retardo utilizados se muestran en la Figura. 2.30. y son insertados dentro de b1, b2, b3, b4 y b5 en la entrada del modulador 64QAM, en la Figura. 2.31. se muestra el diagrama de constelación de esta modulación.

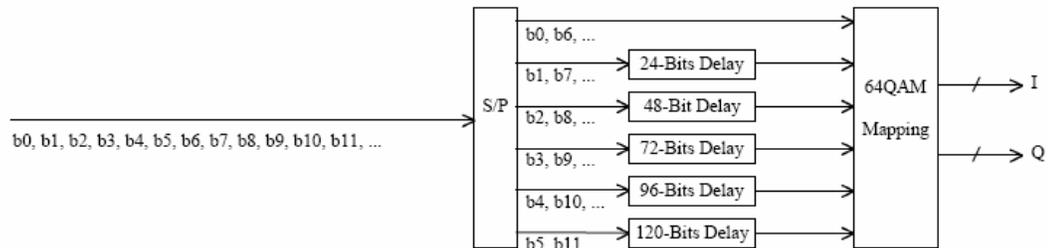


Fig. 2.30. Diagrama del sistema 64QAM.

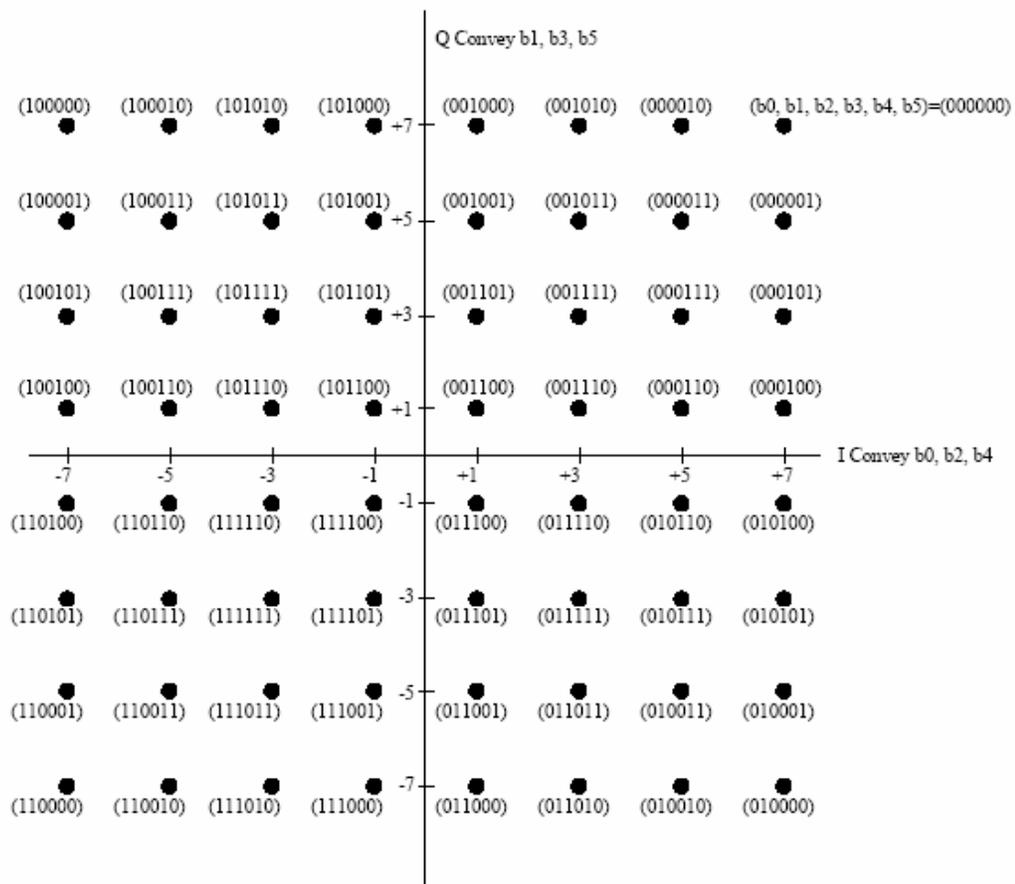


Fig. 2.31. Diagrama de la constelación 64QAM.

- **Factor de normalización.**

Para poder mantener constante el valor de la potencia sin depender del tipo de modulación, nosotros tenemos que utilizar el concepto de factor de normalización que consiste en obtener una potencia promedio del símbolo OFDM que tienda a 1 sin importar

el esquema de modulación, para obtener esto es necesario multiplicar el factor de normalización que tenemos en la tabla 2.13 de acuerdo al tipo de modulación por el punto $Z(=I+jQ)$.

Tabla. 2.13. Factor de normalización según la modulación de la portadora.

Modulación de la portadora	Factor de Normalización
DQPSK	$Z/\sqrt{2}$
QPSK	$Z/\sqrt{2}$
16QAM	$Z/\sqrt{10}$
64QAM	$Z/\sqrt{42}$

2.9.2 COMBINACIÓN DE LOS NIVELES JERÁRQUICOS

Las señales de diferente nivel jerárquico, sometidas a la codificación de canal y la modulación de portadora por los parámetros especificados, deben ser combinados e introducidos dentro del segmento de datos y debe ser rápido. En la Figura. 2.32. se muestra la operación de la combinación jerárquica, es necesario poseer un buffer donde se almacenan los distintos segmentos.

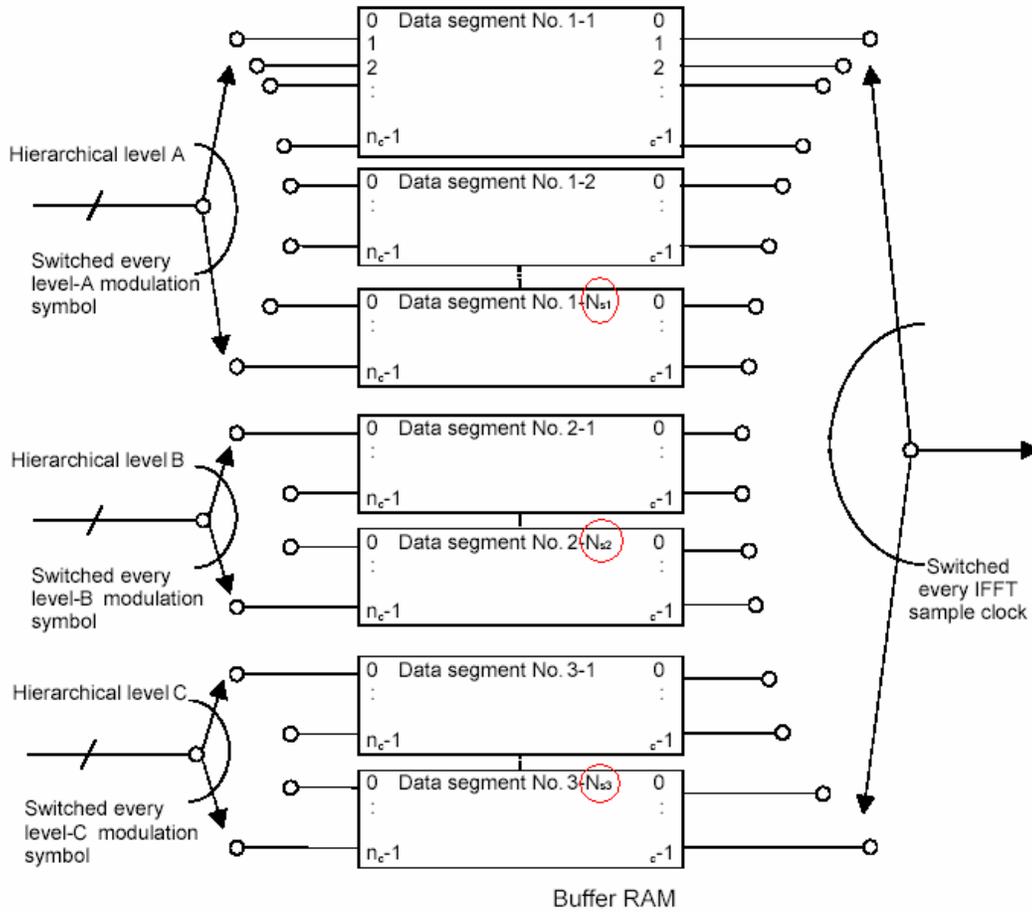
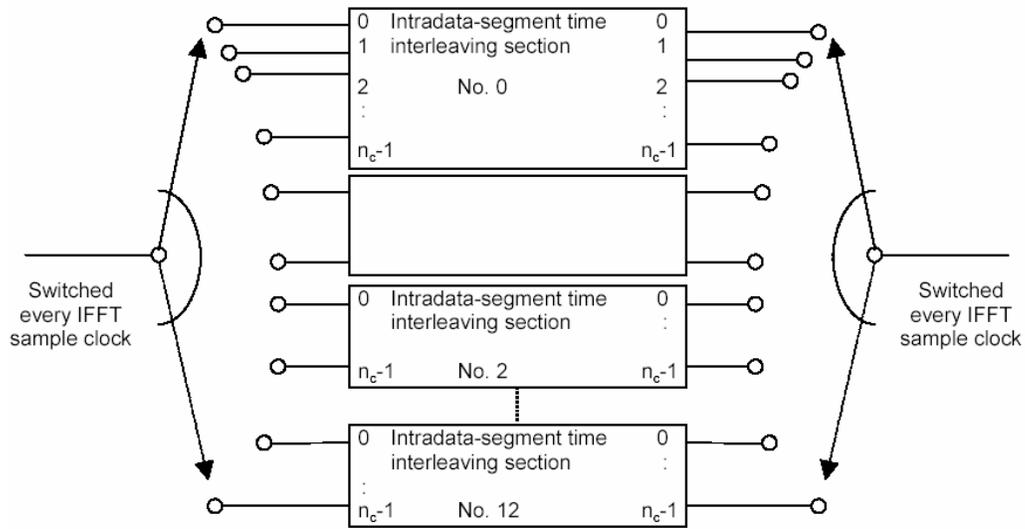


Figura. 2.32. Combinador jerárquico.

En la Figura. 2.32 tenemos un parámetro n_c y su valor es 96, 192 y 384 en el modo 1, 2, y 3 respectivamente. También es importante saber que la suma de: $N_{s1} + N_{s2} + N_{s3} = 13$ nuestro numero total de segmentos.

2.9.3 ENTRELAZADO TEMPORAL (“time interleaving”)

Una vez que las señales de los diferentes niveles jerárquicos han sido combinadas, ellas deben ser entrelazadas temporalmente en las unidades de símbolos de la modulación, como se muestran en la Figura. 2.33.



n_c is 96, 192, and 384 in modes 1, 2, and 3, respectively.

Figura. 2.34. Entrelazado Temporal.

En la Fig. 2.35 se muestra la configuración de interior de un segmento de datos con sus entrelazados temporales que se presentaron en la Fig. 2.34 anteriormente. Note que I en la figura es un parámetro relacionado con la longitud de entrelazado que puede ser especificado para cada nivel jerárquico.

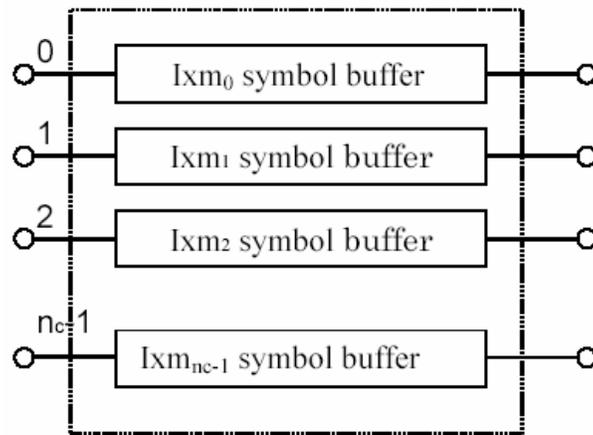


Figura. 2.35 Configuración de un segmento de datos

En la Figura. 2.35. n_c tiene el valor de 96, 192 y 384 en el modo 1, 2 y 3 respectivamente.

La longitud del entrelazado temporal debe ser especificado como I para cada nivel jerárquico. La diferencia que resulta en tiempo de retardo debe ser corregida usando el número de símbolos o el retardo apropiado para cada nivel mostrado en el tabla 2.14, tal que el número total de retardos en la transmisión y la recepción sea un múltiplo del número de tramas.

Tabla. 2.14. Parámetro I, # de símbolos para el retardo, y numero de tramas OFDM retardadas.

Modo	I	Numero de símbolos para el ajuste de retardo.	Numero de tramas OFDM para ser retardadas por el ajuste de retardo y el entrelazado de tiempo.
Modo 1	0	0	0
	4	28	2
	8	56	4
	16	112	8
Modo 2	0	0	0
	2	14	1
	4	28	2
	8	56	4
Modo 3	0	0	0
	1	7	1
	2	14	1
	4	28	2

2.9.4 ENTRELAZADO DE FRECUENCIA

El entrelazado de frecuencia busca mejorar la robustez del sistema frente a desvanecimientos selectivos en frecuencia o mas conocidas como multi-trayecto.

El entrelazado de frecuencias se hace en dos niveles:

- Entre diferentes segmentos
- Dentro del mismo segmento OFDM:
 - Rotación de portadoras
 - Aleatorización de portadoras

El segmento de recepción parcial sólo emplea entrelazado de frecuencias dentro del propio segmento (hay receptores capaces de recibir sólo este segmento).

En la Figura. 2.36. se muestra la configuración del entrelazado de frecuencia

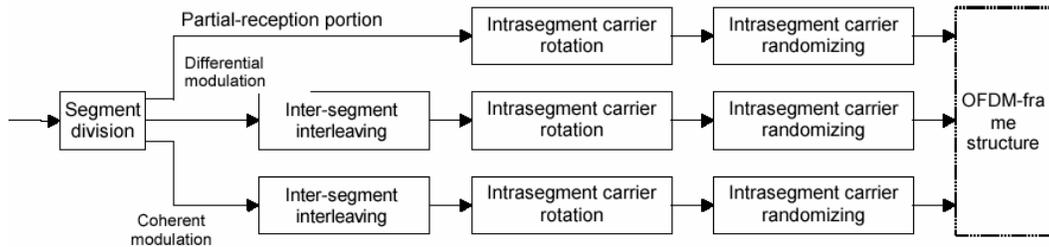
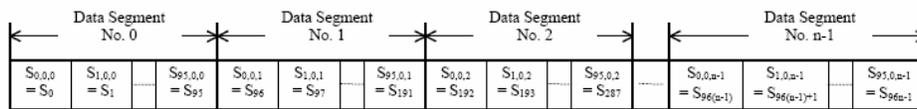


Figura. 2.36. Configuración del entrelazado de frecuencia.

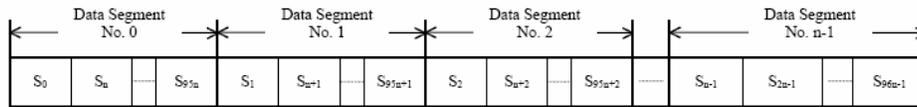
a.-) Entrelazado de frecuencia entre segmentos.

Este entrelazado se lo realiza por separado para cada tipo de modulación diferencial y síncrona.

- n es el número de segmentos asignado a cada modulación
- Después del entrelazado, el segmento 0 está formado por los primeros símbolos de los segmentos sucesivos.
- El segmento 1, está formado por los segundos símbolos de los segmentos sucesivos y así sucesivamente.



Allocation of Complex Data before Inter-Segment Interleaving



Allocation of Complex Data after Inter-Segment Interleaving

Mode 1

Figura. 2.37. Entrelazado entre segmentos modo 1.

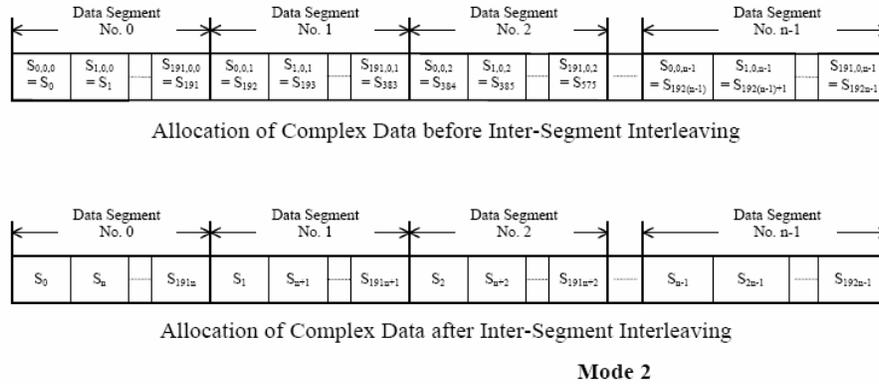


Figura. 2.38. Entrelazado entre segmentos modo 2.

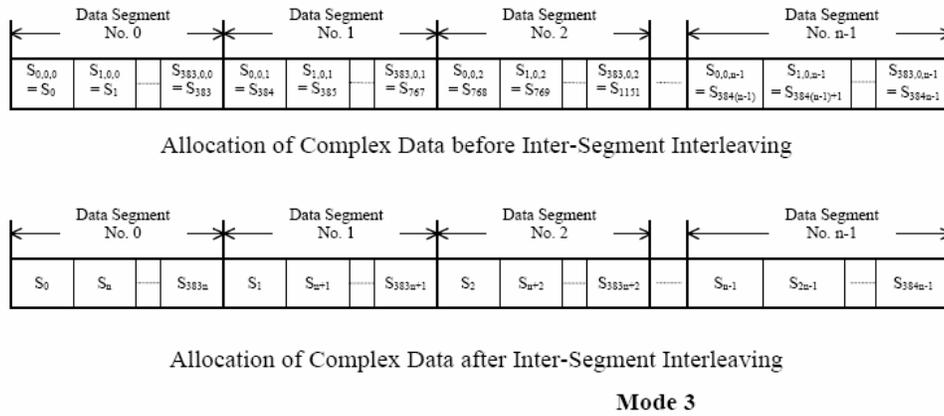


Figura. 2.39. Entrelazado entre segmentos modo 3.

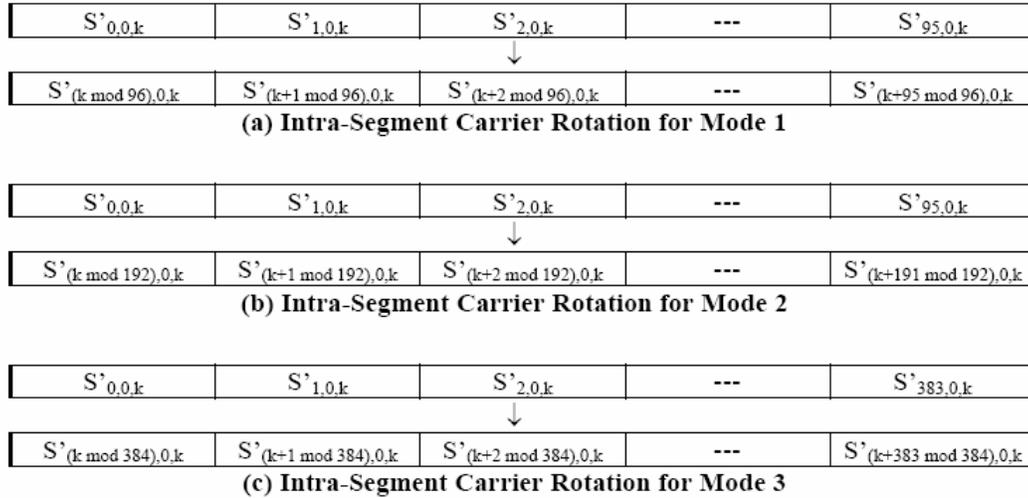
En la Figura. 2.37., Figura. 2.38., Figura. 2.39., se observa el entrelazado entre segmentos para el modo 1, modo 2 y modo 3 respectivamente.

b.-) Entrelazado de frecuencias dentro de un mismo segmento.

El entrelazado de frecuencias dentro de un mismo segmento se utiliza para mejorar la robustez frente a desvanecimientos selectivos de frecuencia, que pueden tener un periodo igual al del entrelazado entre las frecuencias, se utiliza la rotación de portadoras y la aleatorización de las portadoras mediante estos dos parámetros daremos la robustez que requerimos en el sistema.

- Rotación de portadoras (“*carrier rotation*”)

El desplazamiento cíclico de las portadoras en la dirección de las portadoras inferiores, k es el parámetro que indica la longitud del desplazamiento, en la Figura 2.40. podemos ver la rotación de portadoras..



where, $S'_{i,j,k}$ denotes the complex data of the k -th segment after inter-segment interleaving

Figura. 2.40. Rotación de portadoras dentro de un mismo segmento.

- Aleatorización de portadoras (“carrier randomizing”)

Sirve para mejorar la robustez de la modulación frente a errores en ráfagas que afectan a frecuencias adyacentes. Los símbolos modulados se desplazan siguiendo un patrón aleatorio. En la Figura. 2.41. se cita este proceso para el modo 1.

Before	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
After	80	93	63	92	94	55	17	81	6	51	9	85	89	65	52	15	73	66	46	71	12	70	18	13

Before	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
After	95	34	1	38	78	59	91	64	0	28	11	4	45	35	16	7	48	22	23	77	56	19	8	36

Before	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
After	39	61	21	3	26	69	67	20	74	86	72	25	31	5	49	42	54	87	43	60	29	2	76	84

Before	74	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
After	83	40	14	79	27	57	44	37	30	68	47	88	75	41	90	10	33	32	62	50	58	82	53	24

Figura. 2.41. Colocación aleatoria de portadoras para modo 1.

2.9.5 ESTRUCTURA DE TRAMA OFDM

La estructura de la trama se utiliza para asignar posiciones a los pilotos (SP, CP) y a la información de control (TMCC, AC).

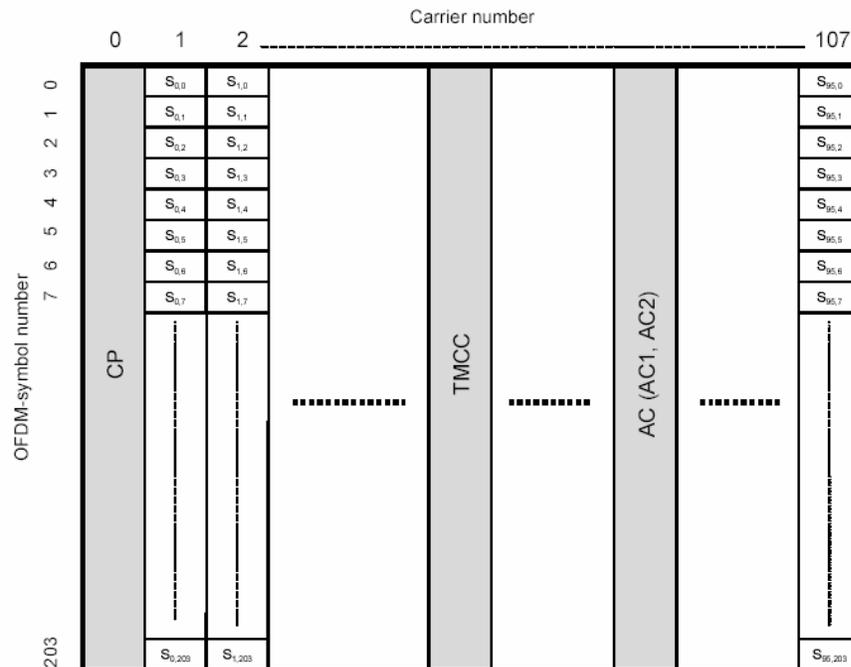
La estructura es diferente para:

- Modulación diferencial (DQPSK).
- Modulación sincronía (QPSK, 16QAM, 64QAM).

Esto se aplica a los símbolos luego que han pasado por el entrelazado temporal y de frecuencia.

Estructura de la trama para modulación diferencial.

La trama para modulación diferencial es decir para DQPSK se muestra para el modo 1 en la Figura. 2.42:



Donde S_{ij} representa los datos complejos en el segmento de datos luego de que son entrelazados en tiempo y frecuencia.

La fase de modulación de CP (Piloto Continuo) es constante en todo el tiempo.

TMCC El portador lleva los datos de control.

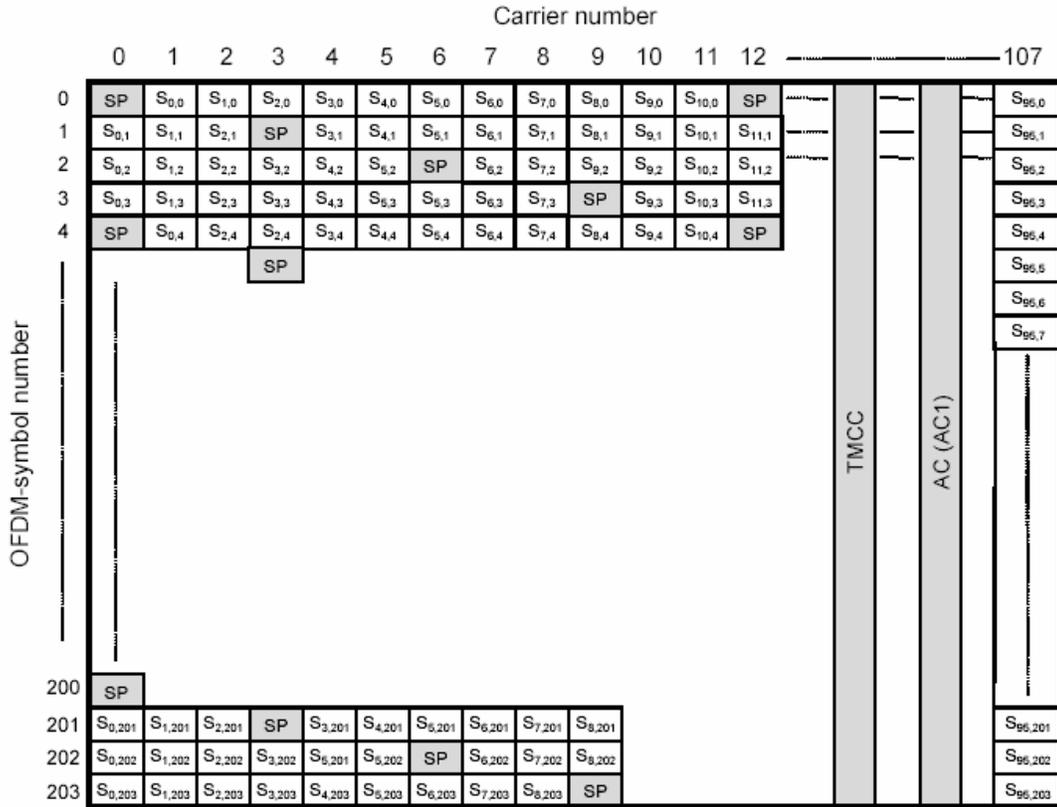
AC (Canal Auxiliar), el portador lleva la información auxiliar.

Los valores que toma N_c son 108 para el modo 1, 216 para el modo 2 y 432 para el modo 3.

Figura. 2.42. Estructura de la trama para DQPSK

Estructura de la trama para modulación sincrona.

La trama para las modulaciones sincronas es decir para QPSK, 16QAM, 64QAM se muestra para el modo 1 en la Figura. 2.43.:



Donde S_{ij} representa los datos complejos en el segmento de datos luego de que son entrelazados en tiempo y frecuencia. SP (Piloto Disperso) es insertado cada 12 portadoras (horizontal) y cada 4 símbolos OFDM (vertical). Los valores que toma N_c son 108 para el modo 1, 216 para el modo 2 y 432 para el modo 3.

Figura. 2.43. Estructura de la trama para QPSK, 16QAM, 64QAM.

Espectro de transmisión.

Los trece segmentos que utilizamos se numeran como se muestra en la Figura. 2.44. Los segmentos de la modulación diferencial y los segmentos de la modulación sincronía, se ubicaran desde el interno hasta el externo en el orden del número del segmento. El segmento 0 es el utilizado para la recepción parcial.

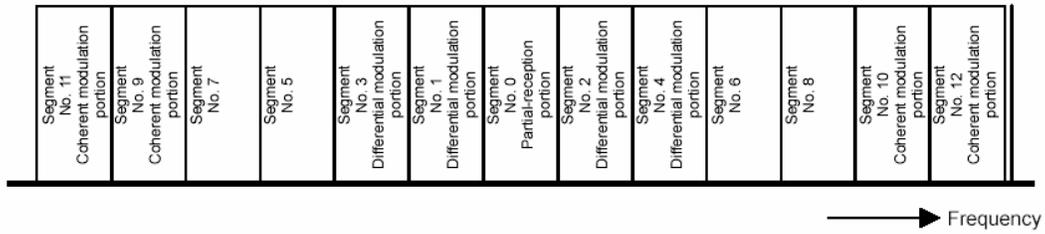


Figura. 2.44 Numeración de los segmentos de nuestro espectro de transmisión.

Formato de la señal RF (Radio-Frecuencia).

La señal de RF emitida se describe por la siguiente expresión:

$$s(t) = \text{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{K-1} c(n, k) \Psi(n, k, t) \right\}$$

Donde:

$$\Psi(n, k, t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k-Kc}{Tu} (t-Tg-nTs)} & nTs \leq t < (n+1)Ts \\ 0 & t < nTs, \quad (n+1)Ts \leq t \end{cases}$$

k número de portadora;

n número de símbolo OFDM;

K número total de portadoras (modo 1: 1405, modo 2: 2809, modo 3: 5617);

Ts duración del símbolo (= Tg + Tu);

Tg duración del intervalo de guarda;

Tu duración del símbolo efectivo;

fc portadora de RF;

Kc número de portadoras en RF (modo 1: 702, modo 2: 1404, modo 3: 2808);

$c(n,k)$ símbolo enésimo n de la portadora k .

Introducción del intervalo de guarda.

El intervalo de guarda es introducido como se muestra en la Figura. 2.45, donde una réplica de datos del parte de atrás y o fin del IFFT se pone delante de los datos del símbolo eficaces. La longitud de la réplica corresponde a la duración del intervalo del guarda.

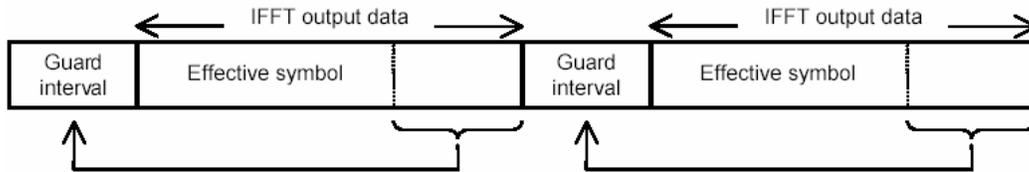


Figura. 2.45 Introducción del intervalo de guarda.

2.9.6 TMCC (TRANSMISSION AND MULTIPLEXING CONFIGURATION CONTROL)

Formato de transmisión TMCC.

Los 204 bits de B_0 al B_{203} por portadora son asignados como se muestra en la siguiente tabla 2.15.

Tabla. 2.15. Asignación de los 204 bits de cada portadora.

B_0	Bit de inicialización para la modulación DBPSK
$B_1 - B_{16}$	Sincronización ($w_0=0011010111101110$, $w_1=1100101000010001$)
$B_{17} - B_{19}$	Descripción del segmento (modulación diferencial: 111, modulación sincronía: 000)
$B_{20} - B_{121}$	Información del TMCC
$B_{122} - B_{203}$	Bits de paridad.

Sincronización de TMCC.

Se la realiza mediante 16 bits tomados de w_0 y w_1 (w_0 invertido), en turno para todas las tramas.

Donde:

w0 : 0011010111101110

w1 : 1100101000010001

Identificación del tipo de segmento.

Esta identificación se la realiza mediante 3 bits, y funciona de la siguiente manera.

Modulación diferencial: 111

Modulación sincrona: 000

Información de TMCC.

En la tabla 2.16 se muestra la distribución de los 102 bits, en realidad solo 87 se encuentran actualmente utilizados, y son los 15 restantes son para aplicaciones futuras y deben ir llenados con el valor de "1".

Tabla. 2.16. Información de TMCC.

Bits	Numero de bits	Propósito		Referencia
$B_{20} B_{21}$	2	Descripción del Sistema		Tabla 2.18
$B_{22} B_{25}$	4	Índice de cuenta		Tabla 2.19
B_{26}	1	Control de activación de la bandera que alerta difusión		Tabla 2.20
B_{27}	1	Configuración Información Actual	Bandera recepción parcial	Tabla 2.21
$B_{28} - B_{40}$	13		Parámetros transmisión nivel A	Tabla 2.17
$B_{41} - B_{53}$	13		Parámetros transmisión nivel B	
$B_{54} - B_{66}$	13		Parámetros transmisión nivel C	
B_{67}	1	Configuración Información Siguiente	Bandera recepción parcial	Tabla 2.21
$B_{68} - B_{80}$	13		Parámetros transmisión nivel A	Tabla 2.17
$B_{81} - B_{93}$	13		Parámetros transmisión nivel B	
$B_{94} - B_{106}$	13		Parámetros transmisión nivel C	
$B_{107} - B_{121}$	15	Reservados para uso futuro		Todos con "1"

Tabla. 2.17. Parámetros de transmisión.

	Numero de bits	Referencia
Modulación	3	Tabla 2.22
Tasa de código	3	Tabla 2.23
Tiempo entrelazado	3	Tabla 2.24
Numero de segmentos	4	Tabla 2.25

*Identificación del sistema***Tabla. 2.18. Identificación del sistema.**

$B_{20} - B_{21}$	Sistema
00	ISDB-T
01, 10, 11	Reservado

*Índice para el cambio de parámetro de transmisión***Tabla. 2.19. Índice cambio parámetro de transmisión.**

$B_{22} - B_{25}$	Significado
1111	Cambio
1110	15 tramas antes del cambio
1101	14 tramas antes del cambio
1100	13 tramas antes del cambio
1011	12 tramas antes del cambio
1010	11 tramas antes del cambio
1001	10 tramas antes del cambio
1000	9 tramas antes del cambio
0111	8 tramas antes del cambio
0110	7 tramas antes del cambio
0101	6 tramas antes del cambio
0100	5 tramas antes del cambio
0011	4 tramas antes del cambio
0010	3 tramas antes del cambio
0001	2 tramas antes del cambio
0000	1 tramas antes del cambio

Bandera de activación para alerta de difusión.

Tabla. 2.20. Bandera para alerta de difusión.

B_{26}	Significado
0	Normal
1	Activado

Bandera para recepción parcial.

Tabla. 2.21. Bandera para la recepción parcial

B_{27} / B_{67}	Recepción parcial
0	sin uso
1	en uso

Esquema de modulación

Tabla. 2.22. Esquema de modulación de la portadora OFDM.

$B_{28} - B_{30} / B_{41} - B_{43} / B_{54} - B_{56}$ $B_{68} - B_{70} / B_{81} - B_{83} / B_{94} - B_{96}$	Modulación
000	DQPSK
001	QPSK
010	16QAM
011	64QAM
100-110	Reservado

Tasa de código.

Tabla. 2.23. Tasa de código.

$B_{31} - B_{33} / B_{44} - B_{46} / B_{57} - B_{59}$ $B_{71} - B_{73} / B_{84} - B_{86} / B_{97} - B_{99}$	Tasa de código
000	$\frac{1}{2}$
001	$\frac{2}{3}$
010	$\frac{3}{4}$
011	$\frac{5}{6}$
100	$\frac{7}{8}$
101-110	Reservado

*Longitud del entrelazado de tiempo***Tabla. 2.24. Entrelazado temporal.**

$B_{34} - B_{36} / B_{47} - B_{49} / B_{60} - B_{62}$ $B_{74} - B_{76} / B_{87} - B_{89} / B_{100} - B_{102}$	Entrelazado de tiempo parámetro "I"
000	0(modos 1), 0 (modo 2), 0 (modo 3)
001	4(modos 1), 2 (modo 2), 1 (modo 3)
010	8(modos 1), 4 (modo 2), 2 (modo 3)
011	16 (modo 1), 8 (modo 2), 4 (modo 3)
100-110	Reservado

*Numero de segmentos***Tabla. 2.25. Número de segmentos**

$B_{371} - B_{40} / B_{50} - B_{53} / B_{63} - B_{66}$ $B_{77} - B_{80} / B_{90} - B_{93} / B_{103} - B_{106}$	Numero de segmentos usados en el nivel
0000	Reservado
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	Reservado

2.9.7 CANAL AUXILIAR (AC)

El canal auxiliar (AC) se subdivide en: AC1 y AC2, las capacidades del subcanal AC2 depende del número de segmentos de la modulación diferencial.

En la tabla 2.26 se muestra la tasa de transmisión para AC1 y en la tabla 2.27 se muestra la tasa de transmisión para AC2, cabe indicar que los valores de la tasa de transmisión son para un solo segmento.

Tabla. 2.26. Tasa de transmisión para AC1.

Numero de segmentos	Numero de portadoras AC1 (modo 1/2/3)	Tasa de transmisión (kbps)			
		1/4	1/8	1/16	1/32
1	(2 / 4 / 8)	6,31	7,02	7,43	7,65

Tabla. 2.27. Tasa de transmisión para AC2.

Numero de segmentos	Modo	Numero de portadoras AC2	Tasa de transmisión (kbps)			
			1/4	1/8	1/16	1/32
1	1	4	12,63	14,04	14,86	15,31
	2	9	14,21	15,79	16,72	17,23
	3	19	15,00	16,67	17,65	18,18

2.10 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

ISDB es el tercer estándar para la televisión digital y se utiliza en Japón. En el sistema ISDB se abarca de 3 estándares secundarios de acuerdo al medio de transmisión: ISDB-S para la transmisión de televisión digital vía satélite, ISDB-C para la transmisión a través del cable, y finalmente ISDB-T para las difusiones terrestres. ISDB-T se introdujo comercialmente en 2003.

El sistema ISDB utiliza MPEG-2 para la compresión de video y a un flujo de transporte MPEG-2 TS. Sin embargo, el audio es MPEG-2 AAC y marca el primer uso extenso del estándar de codificación del audio de AAC. Cuando está transmitido el satélite, ISDB-S utiliza 8PSK para la modulación de la señal y permite una tasa de bits de hasta 52 Mbps.

Todos los sistemas de ISDB (cable, satélite, terrestre) utilizan el código Reed-Solomon RS (204, 188, t = 8) permite una corrección de 8 bytes erróneos de 204 bytes recibidos.

Acerca del servicio ISDB-C utiliza 64QAM como esquema de modulación. En un canal de 6 megaciclos, ISDB-C puede transmitir hasta 29,162 Mbps. Finalmente ISDB-T tiene una ancho de banda de 5,6 megaciclos (aunque el estándar también cubre anchos de banda de 6, 7 y 8 megaciclos) y divide el ancho de banda en 13

segmentos de OFDM (por lo tanto OFDM es el esquema de la modulación usado). Los segmentos de OFDM se pueden dividir en hasta tres grupos del segmento que tienen diversos parámetros de la transmisión. Usando la segmentación, una transmisión jerárquica es posible, permitiendo a receptores de banda estrecha conseguir una señal útil de recibir apenas una sola capa. Es decir el mismo programa puede ser difundido en diversas resoluciones, y un receptor móvil por ejemplo le demostraría una imagen estándar (SDTV) de la resolución, mientras que un receptor fijo de gran alcance le daría una imagen de alta definición (HDTV).

Adicionalmente ISDB-S comenzó su funcionamiento en diciembre del 2000, e ISBD-T en finales de 2003. Antes de esto, Japón tenía ya una TV digital estándar, llamada CS y estaba basado en el sistema DVB.

2.11 RESUMEN COMPARATIVO ENTRE LOS SERVICIOS DE TELEVISIÓN DIGITAL: ISDB, ATSC Y DVB

En la actualidad tenemos tres estándares en lo que a la difusión de televisión digital se refiere, tenemos el sistema ATSC (americano), DVB (europeo) y el que hemos estudiado ISDB (japonés) y el brasileño que se basa en el ISDB pero se lo conoce con las siglas SBTVD (“*Sistema Brasileño de Televisión Digital*”), en la Fig. 2.46. se aprecia la decisión que han tomado algunos países sobre que sistema adoptar para la difusión terrestre.

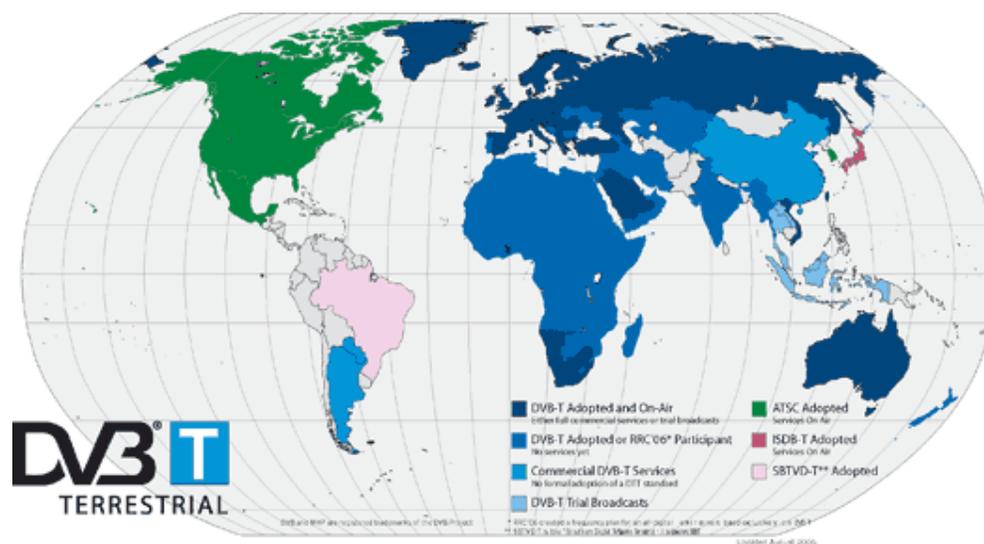


Figura. 2.46. Tendencia mundial de los estándares: DVB-T, ISDB-T, ATSC; fuente Proyecto DVB.

Básicamente estos sistemas difieren en sus parámetros de transmisión como se aprecia en la tabla 2.28.:

Tabla. 2.28. Comparación Parámetros ATSC, DVB-T, ISDB-T.

Sistema	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Compresión Video	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
Compresión Audio	DOLBY AC3	MPEG-2	MPEG-2 AAC
Inserción Datos	DASE	MHP MHEG	ARIB
Multiplexación Señales	Sistemas MPEG-2		
Modulación	8-VSB	COFDM	COFDM
Tipo Portadora	Única	Multi (2k y 8k)	Multi (2k, 4k y 8k)
Transmisión Jerárquica		1/3 de los datos tienen una mayor protección	De los 13 segmentos algunos tienen mayor protección
Observaciones.	Diseñado para Rx Fija	Re-uso de frecuencia	Introducción del entrelazado temporal "time interleaving" consecuencia mejor recepción móvil

Para tener una idea mas clara de las diferencias en cuanto a la operación de los sistemas vamos a tomar los resultados de pruebas de campo realizadas en Brasil y las características de los sistemas utilizados se presentan en la tabla 2.29.:

Tabla. 2.29. Características de los sistemas en las pruebas realizadas en Brasil.

Sistema		ATSC	DVB 2K	DVB 8K	ISDB 4K
Capacidad	Mbps	19,39	19,75	18,09	19,33
Configuración	TC	Único	3/4	2/3	¾
	GI	Único	1/16	1/3	1/16
	Int	no utiliza	no utiliza	no utiliza	0,1s

TC: Tasa de código.

GI: Intervalo de guarda.

Int: Separación máxima entre datos antes del tiempo de entrelazado (mas información en la sección 2.5.1.- Recepción Portátil y Móvil).

Cobertura.-

Como resultado de la cobertura que nos brinda las señales originadas por los sistemas mencionados en la tabla 2.28, se puede concluir lo siguiente el sistema ATSC se comporta de forma similar al DVB-2K y el porcentaje de cobertura que cubren a una distancia de 10 Km. del transmisor es 80% y a una distancia de 40 Km. el porcentaje que cubren es de 70%, mientras que el sistema DVB-8K se comporta casi idéntico a ISDB-4K obteniendo la cobertura cuando estamos a 10 Km. del receptor del 100% y cuando estamos a 40 Km. el 80% siendo significativamente mejores que los 2 iniciales.

Recepción Interna.-

Es la recepción que tenemos dentro de los hogares, se analizaron los 3 sistemas mostrados en la tabla 2.29, y se hicieron para 3 tipos de casos, el primero el común, el segundo ocasionando interferencias con una licuadora en funcionamiento, y el tercero con personas caminando en el salón.

Cabe indicar que para cada uno de los datos se tomaron 12 puntos de referencia donde se obtenía recepción externa buena.

Tabla. 2.30. Resultados de Recepción Interna.

Recepción Interna			
Sistema	Recepción Común	Recepción con licuadora en funcionamiento	Recepción con personas en salón.
ATSC	75%	58%	8%
DVB 8K	92%	83%	67%
ISDB 4K	92%	92%	75%

Zonas de relleno (Gap Filler).-

En la tabla 2.30 se muestra una comparación entre los tres sistemas, tomando en cuenta el parámetro de zona de relleno, el cual nos permite aumentar la cobertura en zonas donde no llega la señal correctamente, ese porcentaje es el de los sitios donde existe recepción.

Tabla 2.31 Resultado de la cobertura con y sin Gap Filler.

Cobertura Gap Filler		
Sistema	Gap Filler Apagado	Gap Filler Prendido
ATSC	23%	85%
DVB	77%	100%
ISDB	77%	100%

Recepción Móvil.-

La siguiente tabla nos indica los sistemas utilizados en las pruebas de recepción móvil, y se observa que el sistema ATSC no funciona es decir este sistema es inviable en este tipo de transmisión, el sistema DVB 2K esta funcionando bastante bien sin embargo el sistema que demostró no tener fallas en esta prueba fue el sistema ISDB.

Tabla 2.32 Resultado de la recepción móvil.

Recepción Móvil		
Sistema	Capacidad	Numero de fallas
	Mbps	
ATSC	19,39	No funciona
DVB 2K	4,39	1
DVB 2K	5,85	Varias
DVB 8K	4,52	Varias
ISDB 2K	11,45	0
ISDB 4K	11,45	0
Ruta 10km de distancia del transmisor		

Presentamos el resumen de las pruebas, obtenidas de un informe realizado por Liliana Nakonechnyj del grupo técnico formado por la Sociedad de Ingeniería de Televisión y por la Asociación Brasileña de Emisoras de Radio y Televisión (Grupo SET/ABERT).

Tabla 2.33 Resumen de cada sistema, en las diferentes pruebas realizadas.

RESUMEN			
Aplicaciones	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Recepción Externa HDTV	Problema multi-trayecto	Solo 8K	OK
Recepción Interna	Muy deficiente	Razonable 8K	OK
Gap Filler	Puede mejorar	OK	OK
Recepción Móvil SDTV	No permite	Con restricciones	OK

CAPITULO III

ASPECTOS PARA LA TRANSICIÓN HACIA TDT (TELEVISION DIGITAL TERRESTRIAL)

3.1 INTRODUCCION A LA TELEVISION DIGITAL TERRESTRE

3.1.1 GENERALIDADES

La televisión desde sus orígenes hace poco mas de medio siglo, y hasta los tiempos actuales se ha ido posesionando poco a poco hasta llegar a ser una parte primordial de los hogares de millones de personas a nivel mundial, por su programación orientada a televidentes de todas las edades; la televisión esta presente en la mayoría de los hogares según encuestas en el Ecuador 1 de cada 4 personas tiene acceso a ella. En la actualidad estamos viviendo una transformación global de las telecomunicaciones orientadas hacia una convergencia, y la televisión no es la excepción, ya que con el transcurso de algunos años tendremos una televisión digital que abarcara nuevos y diversos servicios como ya la tienen en algunos países europeos, Australia, EEUU. Esto supone un cambio tan considerable como el paso del blanco y negro al color, que va a afectar de modo muy diferente a profesionales y usuarios, sin olvidar que se deberán actualizar o en su defecto crear nuevos reglamentos que normen esta nueva tecnología de transmisión digital de televisión.

Para los usuarios va a existir un aumento considerable de la oferta ya sea referida a canales como a programación, presentada bajo diferentes paquetes según las estrategias de marketing, que conducirá hacia dos tipos de usuarios el primero un usuario selectivo con una filosofía de navegante de Internet y el segundo un usuario pasivo y desconcertado ante la diversidad de opciones, conforme con los servicios actuales.

En el caso de los técnicos que son parte del pilar donde nace la televisión, van a cambiar tanto conceptos como filosofía de trabajo, al disponer de máquinas más potentes, más versátiles y de más calidad.

Y para los creativos y operadores se ofrece la posibilidad de realizar diferentes versiones de la misma producción, en menos tiempo que el necesitado hasta ahora para elaborar un único master, y no se debe olvidar que existe la posibilidad de poseer un canal múltiple para una operadora y se deberá ofrecer programación para cada canal del múltiple esto repercute en los profesionales que estén a cargo de la producción, cabe indicar que el manejo del canal múltiple no está definido aun y es decisión directa del ente regulador entregar un canal múltiple para una operadora y exigirle a esta la transmisión simultánea de 4 programas por citar un ejemplo, o fraccionar el canal múltiple entre distintas operadoras.

Entre las facilidades y nuevos servicios que nos presenta la televisión digital están mayor calidad en imagen y sonido, la posibilidad de conectarse a Internet desde la pantalla del televisor, enviar y recibir correos electrónicos, hacer compras online, jugar en red y la televisión a la carta (ver programas o películas en el horario que elija el usuario), todo esto es posible al tener un canal de retorno (cable, red telefónica pública, redes de telefonía móvil, redes XDSL, etc.) ya que brinda al usuario o televidente una interactividad.

Con todo ello, la TDT se perfila como algo más que un sistema mejorado de emisión recepción, que implica un cambio significativo en distintos aspectos, comenzando por los estudios de producción y la transmisión de los programas ya que tocará modificar o en su defecto reemplazar los equipos utilizados si bien es cierto el ancho de banda es el mismo pero nos ofrece la opción de un canal múltiple por el cual enviamos varios programas en formato estándar simultáneamente, otro aspecto es la educación de los usuarios y la familiarización con los receptores necesarios para recibir la televisión digital o con los televisores digitales, también no se puede olvidar las regulaciones de la TDT que deben ser manejadas en un nivel intermedio, en el que no seamos muy flexibles ya que los dueños de las productoras tendrían todos los beneficios y no se tomará en cuenta los criterios del usuario final es decir nosotros, pero tampoco una regulación muy dura ya que esto podría desembocar en un factor negativo, que influiría directamente en las operadoras ocasionándoles temor al cambio y que se estanquen en la televisión analógica dejándonos a un lado de tan importante paso tecnológico a nivel de las telecomunicaciones.

La digitalización permite que todo tipo de datos (textos alfanuméricos, gráficos, fotos, sonidos o imágenes en movimiento) utilizados para la prestación de distintos servicios (TV, radio, teléfono, transmisión de datos, servicios *on-line*), se transformen en un sólo tipo de unidades básicas de información (*bits*). Se crea un mundo en el que cualquier tipo de información, ya sea oral, musical o visual, se cuantifica y se codifica, siendo esta señal codificada la que se transmite. Esta homogeneidad técnica es el fundamento del multimedia: utilizar una misma unidad básica de información hace posible su almacenamiento en soportes comunes, el fácil tratamiento de la información, su compresión y su rápida transmisión a través de distintos tipos de redes (ondas terrestres, satélite, cable de televisión, cable telefónico). Esta nueva realidad es la que permite que tenga lugar la convergencia de las telecomunicaciones, que las podemos dividir en dos tipos:

- convergencia de contenidos (sonido, vídeo y datos).
- convergencia de plataformas (ordenador, televisor, equipo de Internet y videojuegos, celular)

Lo que pretendemos en este capítulo es ver que factores influyen en la regulación de los servicios ofrecidos por la TDT, y de manera específica tener una idea de cómo debería tomarse en cuenta estos todos los parámetros de regulación para un país como el Ecuador que en algún momento debería optar por una migración hacia la TDT.

3.1.2 VENTAJAS DE LA INTRODUCCION DE LA TDT

Cuando hablamos de la televisión digital, tenemos que estar conscientes de que esto nos envuelve en algunas ventajas significativas frente a su antecesora la televisión analógica todas estas ventajas se deben al aprovechamiento mas óptimo de los recursos y las nuevas técnicas de transmisión que nos permiten obtener mayores beneficios de las transmisiones digitales, entre las ventajas de la televisión digital, podemos citar las siguientes:

- Mejor aprovechamiento del espectro y aumento de canales
- Mejor calidad de imagen y sonido

- Menores costos de distribución
- Posibilidad de prestar servicios interactivos
- Recepción portátil y móvil

Mejor aprovechamiento del espectro y aumento de canales.

Las técnicas de transmisión digital hacen un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, que de por sí es escaso actualmente. Esa mayor eficiencia se debe, entre otras razones, a que la tecnología digital permite transmitir la misma información que se transmitiría con tecnología analógica, pero utilizando para ello menos recursos del espectro, esto se evidencia en que en el mismo ancho de banda que utilizaba un canal analógico, podemos transmitir hasta 4 canales digitales como se aprecia en la Figura. 3.1. Además, con esta tecnología no existe la necesidad de disponer de distintos canales según las regiones, ya que por la configuración de las redes de frecuencia única SFN se transmite en las mismas frecuencias, inclusive en las zonas de sombra (“*Gap-Fillers*”).

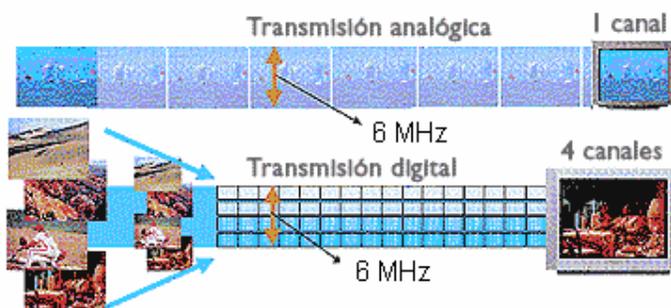


Figura. 3.1. Comparación de la transmisión analógica vs. digital.

Una mejor calidad de imagen y sonido.

Siempre y cuando se den las condiciones técnicas necesarias, una de las ventajas del empleo de técnicas digitales de transmisión es la mayor robustez que tienen estos sistemas frente a interferencias.

Aumenta así la posibilidad de emitir con mejor calidad tanto en imagen y sonido; y con prestaciones más avanzadas. Resulta posible, por ejemplo, emitir en formatos de vídeo de más calidad. En concreto, algunos canales se podrán preparar para transmitir en formato

“16:9” en lugar del formato “4:3”, aproximándose al formato empleado en las proyecciones cinematográficas esto se aprecia en la Figura. 3.2. Por su parte, el sonido que acompaña a la señal de vídeo en la transmisión también se puede ver mejorado tanto por la robustez de la transmisión digital como por el aumento de información de sonido que se puede introducir dentro de la señal emitida. En concreto, la televisión digital abre la puerta a la posibilidad de que los programas de televisión se reciban en estéreo, con sonido envolvente o en múltiples idiomas, y todo ello con unos requisitos de ancho de banda muy inferiores a los de la televisión analógica.

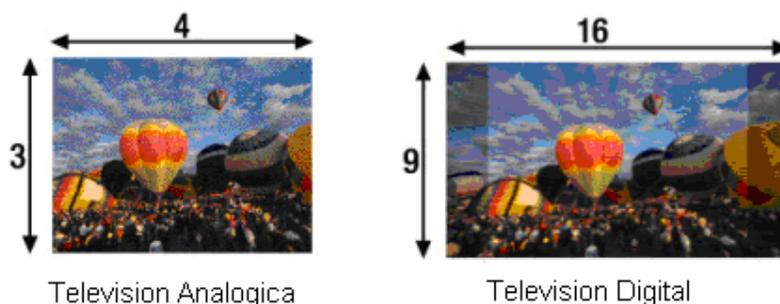


Figura. 3.2. Comparación en el formato de imagen.

Las señales de vídeo y audio podrán además ser grabadas en formato digital por los usuarios, que dispondrán para ello de nuevos equipos como el grabador de DVD o el PVR (“*Personal Video Recorder*”, un disco duro en el que se almacenarán los programas digitales de forma similar a como se guarda un archivo en un PC). Estos equipos ofrecerán prestaciones superiores a la de los actuales aparatos de vídeo doméstico, en especial en lo que respecta a la sencillez de uso y la capacidad de acceder a la información grabada.

Menores costos de distribución.

Aunque en una fase inicial los operadores tengan que asumir el costo de modernizar sus equipos, a la larga la transmisión de programas empleando tecnología digital resulta menos costosa, ya que, entre otras razones, permite un uso más eficiente de la potencia de emisión de los transmisores. No obstante, la recepción de la televisión digital implicará una serie de costos, que habrán de ser sufragados por los usuarios y/o subvencionados por terceros, tales como los operadores de televisión digital.

Posibilidad de prestar servicios interactivos.

La interactividad hace referencia a la capacidad que tiene el usuario para influir en los programas que va a recibir o en los servicios a los que va a acceder. En el caso de la publicidad, por ejemplo, supone que los usuarios podrán acceder a información complementaria sobre los productos o servicios publicitados que les resulten de interés, e incluso podrán proceder a compras “on-line”. En los programas, se podrá, por ejemplo, votar en un concurso, o apostar sobre quién ganará un partido, o elegir el final de una serie de ficción, también estarán disponibles las guías de programación electrónicas EPG donde el usuario podrá informarse de la programación de los canales disponibles. En la Figura. 3.3. se muestra una figura sobre los servicios interactivos.



Figura. 3.3. Servicios interactivos.

Técnicamente, la televisión analógica permite un cierto grado de interactividad, por ejemplo a través de los servicios de teletexto. Sin embargo, la digitalización permite ampliar de forma considerable el abanico de servicios interactivos y las prestaciones de éstos. La plena realización de las posibilidades que ofrece esta tecnología vendrá condicionada por la capacidad de proceso y almacenaje de los equipos receptores, por la disponibilidad de esos equipos receptores y de ancho de banda suficiente a un precio accesible, y por la evolución de los hábitos de consumo de los usuarios.

Recepción portátil y móvil.

Una significativa ventaja frente a los otros medios de transmisión cable o satélite, es la capacidad de la recepción portátil es decir se puede tener acceso a todos los servicios mencionados anteriormente desde dispositivos portátiles como: una PDA, o un celular de ultima generación en lugares donde tengamos cobertura de la TDT, y la recepción móvil también es importante ya que dispondremos de la televisión en nuestros coches, trenes, autobuses, etc. sin interferencias hasta cierta velocidad del móvil (auto, tren, etc.), dependiendo del estándar y la configuración que utilicemos ya que en DVB-T e ISDB-T se puede modificar los parámetros, ATSC es único no permite modificar parámetros y en realidad se duda mucho que sirva para transmisiones móviles, sin embargo se a obtenido una mejor recepción en el sistema ISDB-T en varias pruebas de campo que se han realizado en Brasil demostrado ser superior a sus antecesores.

El 17 de abril del 2004 se probó en trenes en Japón que avanzan a una velocidad superior a los 270km/h y la imagen que se recibía era lo suficientemente clara, las características técnicas bajo las que funcionaban las transmisiones es con una tasa de código de 2/3, modulación DQPSK, y en modo de operación 2 ósea 4K, es importante mencionar que en la recepción móvil se puede observar programas de alta definición y en Japón se a probado hasta velocidades de 100km/h que es el limite de velocidad en las autopistas de este país, obteniéndose imágenes claras esta noticia fue publicada por el DiBEG (“*Digital Broadcasting Expert Group*”) el 22 de octubre del 2004.

3.1.3 TELEVISION DIGITAL TERRESTRE ACCESIBLE PARA TODOS

La televisión digital, dependiendo del país donde se tome como ejemplo, tiene mas penetración alguna de las plataformas de transmisión y esto es fundamental conocer para tener una proyección de las tendencias a futuro, por ejemplo en algunos países los usuarios han optado por recibir las transmisiones terrestres, mientras en otros países en especial los europeos optan mas por algún otro medio de transmisión ya sea cable o satélite.

En aquellos países en que la televisión transmitida en forma terrestre es la que alcanza mayor cobertura, la TDT será entonces el sistema de transmisión de televisión que permitiría el acceso universal a la televisión digital y a las ventajas propias de esta tecnología.

En nuestro país Ecuador, la mayoría de hogares tiene acceso a la televisión por ondas terrestres, mientras que la televisión por redes de cable o satelital no se ha desarrollado de forma masiva, pero existen otros países como Alemania, donde la mayoría de usuarios recibe la televisión a través de redes de satélite o cable.

Es importante mencionar la capacidad de la TDT para prestar servicios interactivos puede facilitar el acceso a este tipo de servicios a millones de ciudadanos que no poseen un ordenador personal y que poseen, sin embargo, televisores. Con la TDT, el usuario podrá convertir este televisor en un terminal multimedia y recibir servicios como guías electrónicas de programación, vídeo bajo demanda, teletexto avanzado, información personalizada, correo electrónico, banco en casa, tienda en casa, etc.

3.2 ASPECTOS BASICOS PARA LA INTRODUCCION DE TDT

3.2.1 INTRODUCCION

Con los avances que se desarrollan alrededor de la tecnología, se han dado cambios significativos en las transmisiones de televisión, es así, que actualmente en algunos países ya se a comenzado la migración hacia la transmisión de televisión digital; la decisión que tenemos es elegir el estándar correcto para las necesidades de nuestro país y para esto tenemos tres estándares disponibles (EEUU ATSC, países europeos DVB-T y Japón ISDB-T), debemos tomar en cuenta que hasta lograr una total transmisión digital nos tomaran alrededor de unos 20 años y en los primeros años no lograremos una explotación total de todos los servicios que la TDT nos brinda; la digitalización de la señal de televisión por ondas terrestres nos significa un cambio a gran escala en el sector audiovisual y plantea nuevos retos para los usuarios, productoras de televisión y los organismos que regulan estas tecnologías.

Una transición de esta naturaleza involucra distintos puntos de vista que se vienen a convertir en retos que complementan la introducción de una nueva tecnología y se hacen necesarios al momento de tomar una decisión frente a la adopción de un sistema para la TDT. Los organismos de regulación del Ecuador y sus respectivas autoridades, a la hora de optar por un estándar u otro, han de tener en cuenta una serie de condicionantes legales, técnicos, económicos y sociales.

3.2.2 ASPECTOS LEGALES

Desde el punto de vista legal, la TDT obliga a que los órganos reguladores creen nuevas reglas sobre concesiones para los servicios de la TDT, también tendrán que definir el número de las concesiones de TDT disponibles, la gestión compartida de canales múltiple no puede quedar fuera ya que esto es fundamental el momento de hablar de ahorro de espectro radioeléctrico, y finalmente se debería definir sobre los contenidos y servicios adicionales que pondrán a disposición de los usuarios cada canal televisivo. A continuación menciono algunos temas que deben ser considerados por el ente regulador:

Naturaleza del servicio y título habilitante.

El primer aspecto que se debe tener en cuenta por parte del ente regulador, es la naturaleza del servicio que se tiene que regular, en consecuencia, se debe conocer el tipo de título habilitante que se otorgará al solicitante.

Reserva de frecuencias a favor de los actuales operadores.

Una vez que se haya realizado la planificación de las frecuencias disponibles para la transición hacia la TDT, y partiendo de que se debe llegar a una migración total de las transmisiones analógicas a las digitales, los organismos reguladores a través de sus autoridades deberán planificar y reservar un ancho de banda para los operadores que se encuentran en la televisión digital, establecer que ancho de banda se reserva a los actuales operadores de televisión analógica para que puedan realizar una transmisión simultánea de analógico y digital, obviamente estas frecuencias que se utilizarán mientras dura el período de transición total luego deberán ser devueltas al ente regulador, para que el se encargue de llamar a una convocatoria de ofertas o decidir la utilidad que las dará en el futuro. El ente regulador también deberán establecer las condiciones bajo las cuales se ofertarán las frecuencias para nuevos canales si fuera el caso, y si se aplica la opción del canal múltiple entre distintos operadores.

Normas anticoncentración.

Desde los años 80, existe una fuerte tendencia a la concentración de los medios de comunicación. Este proceso se ha visto influenciado en estos últimos años por una serie de fenómenos (convergencia, globalización) que han dado lugar a nuevos problemas, que requieren una adecuada respuesta por parte del ente regulador.

La televisión es manifestación de libertades económicas y de expresión, pero también es vehículo del derecho de la información y de mantenimiento de opinión pública libre. De ahí que, en este ámbito, la concentración empresarial deba ser contemplada desde un doble ángulo: la defensa de la competencia y la protección del pluralismo informativo.

Normas sobre contenidos.

En relación con las normas sobre contenidos, resulta necesario determinar si las disposiciones vigentes son apropiadas para la televisión digital en general y particular y de ser el caso realizar las modificaciones que se crean pertinentes para actualizar las disposiciones con las futuras transmisiones. No se debe descuidar las normas para la regulación de servicios digitales adicionales y si estos serán obligatorios o dependerá de la decisión de la operadora ofrecerlos gratis o por un valor adicional. La prestación de servicios digitales puede estar condicionada por la capacidad de transmisión que los operadores puedan destinar a este fin. Los servicios interactivos y televisivos en un momento dado llegarán a ser muy difíciles de distinguirlos entre sí, es así que el ente regulador deberá colaborar en una regulación para los dos tipos de servicios.

3.2.3 ASPECTOS TECNICOS

Desde el punto de vista técnico la televisión por ondas estará a la vanguardia ya que utilizara transmisiones digitales, formando un sistema mucho más robusto que el que tenemos en la actualidad. Independientemente de la infraestructura de distribución, la televisión se difundirá y recibirá en digital, lo que supone importantes ventajas. Sin embargo debemos considerar que mientras se realiza el periodo de transición hacia la tecnología digital total deberemos convivir con las dos tecnologías (digital y analógica), utilizadas por las diferentes redes de transmisión por ondas o conocido como “terrestre”, cable y satélite, no podemos descuidar la necesidad de estandarizar los equipos de recepción y las nuevas aplicaciones para televisión digital.

El establecimiento de una red de difusión de televisión que se emita en todo el territorio con una única frecuencia precisa unas exigencias de sincronismo entre todos los centros emisores muy elevadas, aunque requiere menor espectro radioeléctrico. Por el contrario, el establecimiento de una red de difusión de ámbito nacional con una frecuencia

de emisión diferente en cada provincia requiere más recursos del espectro radioeléctrico, aunque ofrece la ventaja de realizar transmisiones por regiones.

Gestión del espectro radioeléctrico.

Para poder realizar la introducción de la TDT lo primero que tenemos que observar es la distribución de frecuencias en las dos bandas (VHF, UHF) disponibles para este propósito en nuestro país, y se debe considerar las frecuencias que se utilizaran para las transmisiones analógicas hasta que cesen en su totalidad y las frecuencias para nuevos operadores digitales si así lo considerase el ente regulador a través de sus autoridades.

Para poder trabajar al 100% con los servicios de la TDT es necesario disponer de mas capacidad del espectro radioeléctrico que actualmente se encuentra saturado, sin embargo esto mejorará a medida que se vaya implementando la televisión digital, y se llegue al apagón analógico es decir que desde ese momento no existirán mas transmisiones analógicas, ya que esto nos liberara algunas frecuencias reservadas previamente para este propósito, también podemos optimizar con las transmisiones multicanal.

Para la transmisión digital tenemos disponibles dos tipos de redes:

- Redes multi frecuencia MFN.
- Redes de frecuencia única SFN.

Multiplexación de la señal.

En nuestra tradicional transmisión analógica por cada frecuencia o canal se transmite un solo programa. La digitalización de la señal y las técnicas de compresión de imagen permiten que puedan emitirse uno o varios programas dependiendo del formato de televisión digital utilizado y se lo conoce como canal múltiple, este canal puede ser manejado por una sola operadora o por varias, se debe estudiar la complejidad de repartir a varias operadoras, esto seria beneficioso en lo referente al espectro radioeléctrico.

El proceso de multiplexación supone llevar a cabo una serie de labores técnicas las mismas que la mayoría serán tomadas de forma personal por cada operador mientras se cumplan reglas que se hayan establecido para el correcto funcionamiento de múltiple. Sin embargo, existen labores que deberán llevarse a cabo de forma coordinada, como por

ejemplo, quien se encarga de realizar la múltiplexación entre los programas de un mismo canal múltiple, y la inserción de las tablas de datos con información sobre los servicios prestados.

La recepción.

La recepción de la señal de televisión digital afectará directamente a los receptores mas comúnmente conocidos como televisores, para recibir la señal de televisión digital es necesario adquirir un aparato que convierta la señal de digital en analógica de uso externo llamado “*decodificador*”, o bien un televisor digital, que nos muestra directamente la imagen. Sin embargo, en la actualidad muchos de esos decodificadores sólo están preparados para recibir señales de televisión digital emitidas por satélite o por cable, y no son aptos para permitir la recepción de programas de televisión difundidos empleando otra plataforma de distribución distinta, como la empleada por la TDT. Desde un punto de vista técnico, sería posible salvar ese problema incorporando a esos decodificadores un demodulador que permita también la recepción de señales de TDT, si bien ello supondría un costo adicional.

Para la recepción en otros países se esta optando por las antenas colectivas que consisten en tener antenas de uso comunitario en grupos de habitantes de un edificio o de una urbanización y de ahí llevar la señal hacia el decodificador de cada usuario final, actualmente se trata de utilizar un decodificador general y transportar la señal directamente al televisor lo cual seria un ahorro económico significativo para los usuarios

A través de los equipos de recepción de televisión digital, el usuario puede tener la posibilidad de acceder no sólo a los servicios tradicionales “programación convencional”, sino también a los nuevos servicios digitales asociados.

Canal de retorno.

En las transmisiones de TDT a diferencia de la transmisión por cable no tenemos a disposición directamente el canal de retorno que nos brinde la comunicación entre el usuario y la operadora del servicio. Para los operadores de cable, el canal de retorno constituye un elemento esencial que diferencia su oferta de las transmisiones por ondas terrestres y satélite, y puede brindar un acceso de banda ancha al usuario.

Normalmente, para el canal de retorno se puede emplear cualquier tecnología disponible de acceso a redes de datos. El número de soluciones de acceso para el usuario cada vez es mayor debido al desarrollo tecnológico. Tecnologías de banda ancha como ADSL, la red de telefonía pública, las redes de telefonía celular, entre otras, proporcionarían un canal de retorno a velocidades adecuadas.

3.2.4 ASPECTOS ECONOMICOS

Desde el punto de vista económico, la TDT trae consigo la incorporación de nuevos agentes en el mercado televisivo en cualquiera de las opciones que nos refiramos ya sea en televisión abierta o televisión pagada, también serán necesarios la redefinición o creación de nuevos modelos económicos y de negocio, con prestación de servicios interactivos que es la parte esencial de este nuevo tipo de transmisión, pero donde los contenidos audiovisuales revalorizan su importancia, y donde no debe olvidarse el papel de los operadores de telecomunicaciones (operadores globales que actúan en un mercado convergente) y de los fabricantes de equipos.

Para que la introducción de la TDT consiga el impulso necesario y para que se materialicen los beneficios que ésta promete a la sociedad, es necesario que los distintos agentes que participan en el proceso tengan razones económicas para promover el cambio.

Empresas privadas que van a participar en este proceso.

- **Industria de contenidos.**

La ampliación del número de programas dentro de un mismo canal, nos hace pensar en que será necesario aumentar la producción de contenidos, puesto que para atraer a los televidentes se debe ofrecer una programación atractiva y brindar opciones interesantes con los nuevos servicios disponibles en TDT; es así que no se debe descuidar los programas clásicos de la televisión analógica que abarcan principalmente: noticias, películas, programa-concursos, videos musicales, deportes, telenovelas, etc.; con una fusión con los nuevos servicios que básicamente son: contenidos interactivos, publicidad interactiva, datos en general, etc. Como podemos ver la industria de contenidos deberá dedicar y generar programas y servicios atractivos a los usuarios para que ellos ayuden a una transición más rápida hacia la televisión digital terrestre.

- **Canales de televisión privados.**

La principal ventaja de la TDT es el mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico y a través de esta, nos permitirá la introducción en este mercado de un mayor número de operadores, y hará que los operadores actuales puedan mejorar y aumentar su oferta. También podría haber una primera etapa en la que ingresen muchas operadoras a tratar de explotar este nuevo mercado pero finalmente desembocaría en una etapa de conciliación donde quedarán vigentes los proyectos empresariales más llamativos hacia el usuario.

- **Fabricantes y desarrolladores de aplicaciones.**

El cambio que originara la TDT requerirá la fabricación de nuevos equipos tanto en recepción como en emisión, y el desarrollo de tecnologías para conseguir la prestación de estos nuevos servicios. Las nuevas expectativas para las empresas dedicadas a esto son muy claras y deberán desarrollar aplicaciones atractivas a los usuarios para que ellos opten por comprar los equipos necesarios para estar dentro de estos servicios, esto representa una gran oportunidad de renovación acelerada de los televisores, ya que actualmente son todos analógicos. Se debe desarrollar un plan de migración con un período transitorio, en el que las personas obtengan sus equipos receptores-descodificadores externos al televisor (“*set-top box*”) que, tienen que ser abiertos y compatibles entre los distintos operadores que ofrezcan estos equipos, y tienen además que permitir la recepción de los programas de televisión digital que se emitan en forma abierta o en forma pagada.

En un camino paralelo, tenemos la fabricación de los nuevos televisores que deberán al comienzo de la transición cumplir con un doble sintonizador (analógico y digital) para acabar con receptores de televisión exclusivos para la televisión digital abierta. Se trata de que estos televisores debieran incluir la posibilidad de insertar tarjetas (“*smart cards*”) para la televisión de pago y para el “pago por visión”, y podrían llevar integrado un *software* que permitiese el funcionamiento de las plataformas de aplicaciones interactivas. Esta posible nueva configuración de los televisores afecta a los fabricantes de receptores y aparatos descodificadores y a los desarrolladores de aplicaciones, tanto guías electrónicas de programación como aplicaciones que hagan posible interactuar con la programación o acceder a servicios, como el banco en casa, tiempo, tráfico, mensajes móviles, etc.

- **Gestor de múltiplex.**

Una nuevo agente que complementa la industria televisiva ingresa y se le conoce como “*gestor de múltiplex*”, que es propio de la TDT, es el encargado de unir en un solo canal de radiofrecuencia los programas de televisión digital, el canal de datos y el conducto o acción descendente de la interactividad. Este gestor de múltiplex puede ser el propio concesionario de canales de TDT (si dispone de todo un canal múltiple), o puede que sea un agente independiente de los programas que multiplexa este se utilizara si un canal radioeléctrico es entregado a distintos operadores, para que transmitan sus respectivos programas.

- **Gestor de interactividad.**

Con la interactividad que nos ofrece la televisión digital tenemos otro agente denominado “*gestor de interactividad*”, que es el encargado de gestionar el producto de los canales de retorno de los usuarios. No es necesario que sea único para cada múltiple, y se puede usar el mismo gestor del múltiplex para este propósito. Su tarea es, en cierto modo, parecida a la de los actuales proveedores de Internet es decir brindar al usuario la opción de escoger los servicios que desea desarrollar en ese momento.

- **El transportista o portador y difusor de la señal de televisión.**

Esta es la que menos modificaciones sufre con respecto a la distribución de televisión analógica, su funcionamiento consiste en trasportar los contenidos a los centros de transmisión y distribuirlos hacia los hogares en las transmisiones de ondas terrestres el medio de transmisión es el aire.

Principales fuentes de financiación.

- **Ingresos por publicidad.**

En las transmisiones analógicas, los ingresos por la publicidad transmitida entre programas a sido la principal fuente de financiación de los canales privados de televisión que se transmiten en forma abierta, cabe indicar que el costo de esta publicidad esta sujeto al horario (hora, día) y su tiempo de transmisión, la publicidad en la TDT continuara con su papel. La competencia por la captación de este tipo de ingresos se ha visto fuertemente incrementada, y las operadores de televisión que deseen competir con éxito necesitan

disponer, ya sea de amplias audiencias que garanticen la efectividad de las campañas publicitarias, o la otra opción sería alcanzar un alto grado de penetración en un segmento específico de la audiencia, lo que podría atraer a los anunciantes que tuvieran a ese grupo específico como principal consumidor.

- **Ingresos por abonados.**

Se trata de la principal fuente de financiación para los canales privados de pago, tanto por satélite y cable, como terrenales. El número de abonados a la televisión de pago ya sea codificada y por cable en nuestro país tienen alrededor de doscientos mil clientes (según datos actualizados en agosto del 2005 presentados por la SUPTEL). Para captar abonados, los operadores han de ofrecer contenidos atractivos, como canales temáticos, y contenidos especiales, como el fútbol o las películas de estreno.

- **Ingresos por programas pagados.**

Ingresos que provienen de la emisión de programas de pago básicamente esta orientado a recibir un programa o alguna transmisión en especial para la cual nosotros tenemos que cancelar un valor, tenemos dos formas de recibir esto y son las siguientes.

-Pago por ver PPV (*“paid per view”*).- Tiene un horario prefijado, y una lista de canales disponibles, y la transmisión es continua.

-Video bajo demanda VOD (*“video on demand”*).- Es video en el televisor, como rentar una película sin necesidad de salir de casa y sin multas por devolver tarde las películas.

Fuentes de financiación que nacen con la TDT.

- **Comercio electrónico.**

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

- **Prestación de servicios.**

La televisión interactiva dará lugar a la progresiva introducción de nuevos servicios que podrán suponer fuentes alternativas de financiación para los canales de televisión. Los ingresos podrán venir, no solamente de la mano de una cuotas de acceso, sino también, por ejemplo, en concepto de alojamiento de servicios a terceras empresas.

Ello implica que los operadores de TDT no sólo dispondrán de los ingresos tradicionales de los canales de televisión, sino que, además, se podrá beneficiar de otras fuentes de ingresos que progresivamente irán siendo cada vez más relevantes. Sin embargo, esta evolución no se producirá hasta bien avanzado el proceso de digitalización, y aún así, ingresos como los de publicidad y los obtenidos en concepto de abonos seguirán teniendo una importancia vital para el negocio televisivo.

Costos frente a este cambio tecnológico.

- **Costo de red.**

La señal de televisión deberá ser multiplexada, posteriormente distribuida y finalmente difundida, para que los distintos receptores la puedan recibir.

Todo ello requerirá disponer de una nueva infraestructura, propia o ajena, que sirva de soporte a la producción y transmisión de la señal televisiva.

- **Costos de los contenidos.**

Los canales de televisión tienen que pagar importantes sumas de dinero en la producción o en la compra de contenidos con los que configuran sus horarios de programación. Para atraer al público hacia este nuevo medio, será necesario competir en contenidos tanto con los operadores analógicos tradicionales como con los operadores de televisión digital.

- **Costos de los equipos de recepción.**

Este parámetro es el que mas se debe trabajar para atraer a los nuevos usuarios, ya que los operadores de televisión no tendrán necesariamente que hacer desembolsos en este concepto. No obstante, algunos operadores (en particular, los de pago) pueden tener que asumir ciertos costes para facilitar la introducción en los hogares de sus clientes de los

equipos sin los cuales no es posible recibir la TDT. Este esfuerzo inversor podría también abarcar la adaptación de antenas colectivas y de las redes internas de distribución.

Los operadores de TDT establecerán sus planes de negocio de acuerdo con sus estimaciones de costos y con sus expectativas de ingreso, que estarán en buena medida condicionadas:

- **Por el modelo adoptado por el ente regulador.**

Que afecta a aspectos como: la reserva de programas para operadores privados tradicionales; el reparto del espectro entre emisiones de acuerdo a la cobertura; el número de programas de TDT que se emitirán en abierto o codificados; la opción de compartir o no canales múltiples entre distintos operadores.

- **Por las condiciones de competencia en el mercado.**

Entre las que se incluyen el nivel de penetración de otras plataformas de difusión de televisión digital; la existencia o no de operadores dominantes en los mercados de la televisión en abierto y de pago.

3.2.5 ASPECTOS SOCIALES.

Desde el punto de vista social, la TDT hace posible el incremento de la denominada “*pluralidad de la oferta*”, que consiste en: más canales de televisión, nuevas formas de programación, oferta de contenidos especializados o temáticos, acceso a la carta; la TDT también permite extender el uso de Internet, sin embargo frente a todos estos beneficios que se ven tan favorables para todos, existe el peligro de que se imponga un modelo de televisión de pago, el cual nos ocasionaría marginar a las personas con pocos recursos ya que no podrían acceder a ciertos contenidos. Otro factor social que preocupa es el valor de los equipos de recepción para ver a que nivel de personas tendrán acceso, ya que es fundamental que se mantenga como hasta ahora accesible para la mayoría.

Liberación del espectro radioeléctrico.

La sustitución de la televisión analógica por la digital, se piensa que durara entre 15 y 20 años desde que comience la transición, luego de esto se podrá liberar frecuencias y mejorar la explotación del espectro radioeléctrico, que como es de conocimiento publico es

un bien escaso. En lo que respecta al uso que se dará al espectro que se libere tras el “apagón analógico”, se prevé expresamente que parte de él se empleará en permitir a los operadores tradicionales de televisión por ondas explotar un canal múltiple cada uno y no de forma fraccionada con otro operador esto esta sujeto a como se maneje el criterio del canal múltiple al comienzo de la transición.

Cobertura de la TDT.

La cobertura de la TDT es un aspecto que ira creciendo a medida que se vayan desarrollando las transmisiones digitales y se vayan cesando las trasmisiones analógicas, lo ideal seria que para cuando se realice el apagón analógico se haya logrado por lo menos la misma cobertura que se tenia inicialmente con la televisión analógica, y luego ir desarrollando todos los nuevos servicios que nos ofrece la televisión digital, hasta lograr una explotación total y una convergencia de las telecomunicaciones.

Aumento de la oferta audiovisual.

La introducción de la TDT trae consigo un incremento de la oferta audiovisual, que también vendrá a incrementar la libre competencia en el sector, lo que normalmente redundará en beneficio de los usuarios como podrían ser: ofertas promocionales para captación de clientes, descenso del precio de los servicios, mejora de la calidad y variedad de los mismos, etc. La normativa garantiza la emisión en digital de los canales de televisión por ondas tradicionales, a los que se sumarán nuevos canales. Ello permitirá la especialización de la oferta, que podrá dirigirse a usuarios específicos.

Introducción de nuevos servicios.

La introducción de la TDT no sólo incrementa la oferta de servicios televisivos, sino que permite además dotar de interactividad a la oferta de televisión por ondas. Pero esto significa que se debe educar a los usuarios a convivir con este cambio ya que han estado acostumbrados a una televisión unidireccional donde únicamente se conformaban con observar, pero en la televisión digital uno de sus atractivos es los servicios interactivos con los que deberá convivir el usuario ya que han sido diseñados para facilitar el consumo y la personalización de la televisión.

Interoperabilidad.

Un factor importante para lograr la implantación de los servicios de TDT es el de la interoperabilidad, que también resulta beneficiosa para los usuarios, ya que si ésta no se da, los televidentes no podrán acceder a la totalidad de las ofertas del mercado.

La normativa debe garantizar que los descodificadores utilizados por los proveedores de servicios de acceso condicional para televisión digital sean inmediata y automáticamente compatibles, bien por las características técnicas de éstos o bien a través de acuerdos entre operadores.

La normativa también debe contemplar que los acuerdos entre operadores no deben imposibilitar la recepción, a través de un solo descodificador, de los programas emitidos por todos los operadores que actúen en el mercado. Es necesaria la posibilidad de recibir con un solo equipo receptor programas de televisión emitidos utilizando distintas redes de difusión (cable, satélite, terrestre).

3.2.6 SOCIEDAD DE LA INFORMACION

Con los dispositivos electrónicos como PC, PDA, teléfono celular, la televisión digital y con el desarrollo que tiene el Internet, se supone que se brindara a la sociedad facilidades para poder mejorar de manera significativa en la educación por la amplia información que va a tener a su disposición.

Una forma de fomentar los accesos a la información será a través de la televisión digital porque lejos de ser un cambio en la imagen y sonido, nos permite los servicios interactivos donde se incluyen el acceso a Internet que es la principal fuente que guiara a la sociedad en el conocimiento en el futuro.

La sociedad de la información esta orientada a brindar información desde todos los dispositivos que son de uso común para las personas, y con esto facilitar el acceso desde cualquier lugar.

CAPITULO IV

ASPECTOS DE REGULACIÓN DE SERVICIOS DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL ISDB-T

4.1 CONSIDERACIONES PARA UNA TRANSICIÓN ADECUADA

El momento que se vaya implementar la televisión digital en el Ecuador se debe dotar de segundos canales a los operadores vigentes para que puedan realizar las transmisiones de prueba, es importante indicar mediante disposición del ente regulador, el tiempo por el cual se les asigna estos canales y de considerarse una etapa de renovación para la utilización de estos canales.

Los estándares que se tiene a disposición este momento A/53 de ATSC, DVB-T e ISDB. El 10 de febrero del 2000 se aprobó, la revisión de la Rec. UIT-R BR.1306, en la cual se reconoce la viabilidad de los tres estándares registrados “A” (A/53 de ATSC), “B” (DVB-T) y “C” (ISDB-T), para que los países miembros de la UIT, puedan adoptar el estándar que mejor satisfaga las necesidades particulares del país que se halla seleccionando el estándar. Orientando la adopción hacia un estándar que facilite el mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico, permita elevar la calidad de las transmisiones que recibe la población y favorezca el desarrollo de nuevos servicios que resulten de la convergencia con las telecomunicaciones.

Algunas observaciones pueden hacerse para caracterizar el contexto en el que se enmarca el estudio de la adopción de un estándar digital:

- Ningún país ha decidido prescindir de la TDT completamente, aún en los casos en los que la recepción televisiva por la vía terrestre es minoritaria es decir todos se encuentran concientes de lo importante de la transición y por tal motivo el Ecuador

también debe tener una apertura hacia esta nueva tecnología, dado que se debe planificar los cambios en las políticas de regulación, que dicha transición conlleva.

- Ningún país ha lanzado servicios de TDT sin adoptar el objetivo del cese de las emisiones analógicas, aunque allí es donde la fecha para el “apagón” se vincula principalmente a criterios políticos.

- En aquellos países donde la recepción terrestre es la dominante, alcanzar una importante adopción de televisión digital durante el período de migración voluntaria es precondition para una transición exitosa, en tanto y en cuanto, ello reduce el número de hogares cuyo principal receptor será analógico llegado el momento del cese de las emisiones.

Para optar por el estándar más conveniente para nuestro país, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos, que nos dan una idea clara de los alcances del estándar que estamos escogiendo.

a) La capacidad para lograr transmisiones confiables de Alta Definición en canales de 6 MHz, que es el mismo ancho de banda con el que actualmente se llevan a cabo las transmisiones analógicas de televisión.

b) La eficiencia en la transmisión de las señales, que permita maximizar la cobertura de la población con la menor potencia posible, a fin de replicar con tecnología digital la actual cobertura analógica al menor costo.

c) El aprovechamiento de potenciales economías de escala en la producción global de aparatos de recepción, a fin de tomar ventaja de la reducción de costos en beneficio de la sociedad.

d) La disponibilidad de aparatos de recepción en condiciones favorables de calidad, diversidad y precio.

e) El potencial de desarrollo de nuevos servicios y de aplicaciones móviles y portátiles.

f) Las mejores condiciones para la recepción de las señales originadas en el territorio nacional y que por su ubicación pudieran ser captadas en el extranjero.

Al buscar las premisas básicas sobre las que se ha fundado el esquema de regulación analógico (limitada capacidad de transmisión, servicios unidireccionales, y una clara demarcación entre servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones), la televisión digital abre una serie de interrogantes sobre cómo adecuar la reglamentación del sector a los nuevos parámetros político-económicos de la industria de radiodifusión, en las cuales habrá que realizar las respectivas correcciones en una revisión previa. Se debe adecuar el ordenamiento a las novedades legislativas estatales en materia de televisión digital terrestre, regular el sector televisivo, estableciendo un marco jurídico estable que favorezca la implantación de la TDT en el Ecuador.

Las principales características en las operadoras de televisión y sus contenidos, que debemos tener como objetivo con la introducción de la TDT en el Ecuador, y que en su mayoría de estas han sido manejadas de forma intachable en la televisión analógica son las siguientes:

- Objetividad, veracidad e imparcialidad de las informaciones.
- Separación entre información y opinión.
- Respeto al pluralismo político, religioso y cultural.
- Defensa y respeto del principio de igualdad.
- Fomento y defensa de la cultura e intereses comunes.
- Potenciación de la industria audiovisual de contenidos.

Esta transición hacia la televisión digital, no abarca únicamente lo que se refiere a la TDT, es por este motivo que las nuevas regulaciones deben abarcar las transmisiones terrestres, cable y satelitales, se observa que el cable y satélite sólo contribuyen con la migración si ofrecen la versión digital de la programación terrestre que dejará de emitirse en analógico.

Algunos aspectos que países pioneros en esta tecnología, han podido observar respecto a la TDT, y las proyecciones de su implementación; que nosotros deberíamos tomar en cuenta para nuestra migración hacia la TDT son las siguientes:

- Se está demostrando además, que para facilitar la transición es necesario implicar a los emisores existentes, facilitar la existencia de un mercado accesible de equipamiento para la recepción y ofrecer la opción de una interesante oferta digital en abierto.

- Se ha comprobado que la TDT de pago, comercialmente tiene un difícil ingreso allí donde la televisión de pago por cable o satélite está bien posicionada.

- Los teóricos usos posibles para el espectro a liberar, generalmente incluyen la HDTV, la televisión en movilidad e incluso la promoción del pluralismo y la competencia mediante la entrada de nuevos actores al sector audiovisual, esto decidirá el ente regulador en su respectivo momento, ya que es a largo plazo exactamente cuando cesen las transmisiones analógicas.

Debemos conocer que esta migración, lejos de ser una simple transición tecnológica, exige una compleja coordinación entre los distintos sectores de la industria (fundamentalmente programadores, fabricantes de equipos receptores, y operadores de redes), así como cuantiosas inversiones tanto de la industria como del público televidente y solo con una buena planificación se lograrán los objetivos que involucra un cambio de tecnología en un medio tan difundido entre las personas como lo es la televisión.

4.2 ASPECTOS QUE SE DEBEN REGULAR EN UNA TRANSICION HACIA LA TDT EN EL ECUADOR

4.2.1 INTRODUCCIÓN

La televisión digital, el PC, y las comunicaciones móviles en especial de tercera generación (3G) desempeñarán un papel clave en facilitar un acceso generalizado a los servicios interactivos, y con esto se está garantizando la convergencia de las telecomunicaciones que es el objetivo a largo plazo, la interoperabilidad tendrán gran importancia, sin embargo no bastarán para alcanzar la transición y convergencia deseada para todos, porque existen obstáculos reglamentarios, comerciales y relacionados con los usuarios, es en estos aspectos donde el ente regulador del Ecuador tendrá que actuar, para poder tener éxito y llegar a una era digital donde podamos aprovechar los magníficos beneficios que esta tecnología nos brinda.

Observando las transiciones que se han realizado en otros países, existen básicamente dos aspectos que no se pueden descuidar en este proceso, para poder llegar a una transición óptima hacia la televisión digital completando todos los objetivos y beneficios que este cambio nos brinda; estos aspectos son los siguientes:

- Poner una fecha límite para el cese de las emisiones analógicas, y de esta forma lograr una digitalización total en las emisiones, he aquí el primer paso del ente regulador de nuestro país, establecer este plazo que para el caso de nuestro país caso se estima que puede tardar entre 15 y 20 años, desde el momento que comience la migración voluntaria.

- Apoyo a una visión de la convergencia de medios, redes y equipamiento, que por ello debe conducir a una política convergente en el aspecto de las telecomunicaciones.

Revisando la transición de la televisión digital a nivel internacional, se observa claramente que cada país ha definido sus líneas de acción conforme a sus condiciones particulares y de acuerdo con la evolución de sus respectivos procesos, que son de largo plazo; de acuerdo a estas consideraciones es necesario que en el Ecuador se defina el estándar para las transmisiones de la televisión digital terrestre. Dados los avances en la implantación de la televisión digital terrestre que se observan en varios países del mundo; el mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico; la mejora en la calidad del servicio que ofrecerán las transmisiones digitales, así como los beneficios que traerá consigo la convergencia de tecnologías, es necesario y oportuno adoptar el estándar de transmisiones digitales de televisión que será utilizado en nuestro país, así como instrumentar las acciones que favorezcan la introducción de las nuevas tecnologías.

4.2.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El espectro radioeléctrico es el principal componente en la radiodifusión terrestre y una de la principal ventaja de la radiodifusión digital frente a la analógica es el ahorro del mismo ya que podemos enviar 4 canales digitales por los mismos 6MHz que utiliza un canal analógico, estos canales digitales están enfocados hacia una convergencia ya que incluirán video, sonido como en los analógicos y adicionalmente datos.

El sistema ISDB-T funciona en tres anchos de banda, el de 6MHz que es en el que actualmente se realizan las transmisiones en el Ecuador, adicionalmente se lo a diseñado para el ancho de banda de 7Mhz y 8 Mhz que se utiliza en otros países.

Cabe indicar que Brasil recientemente Julio del 2006 opto por este estándar, luego de haber realizado pruebas con los tres estándares disponibles, sin embargo el único país que tiene funcionando el sistema ISDB-T es Japón, inicialmente en diciembre del 2003 se reserva un grupo de canales en la banda UHF que iban desde el 21 (518-524MHz) hasta el 27 (554-560MHz) para que comiencen las transmisiones digitales, actualmente el grupo de canales destinado para ISDB-T es mayor comprendiendo desde el canal 13 hasta el canal 32, como se puede apreciar en la Figura. 4.1. de la distribución de las frecuencias de canales en Japón.

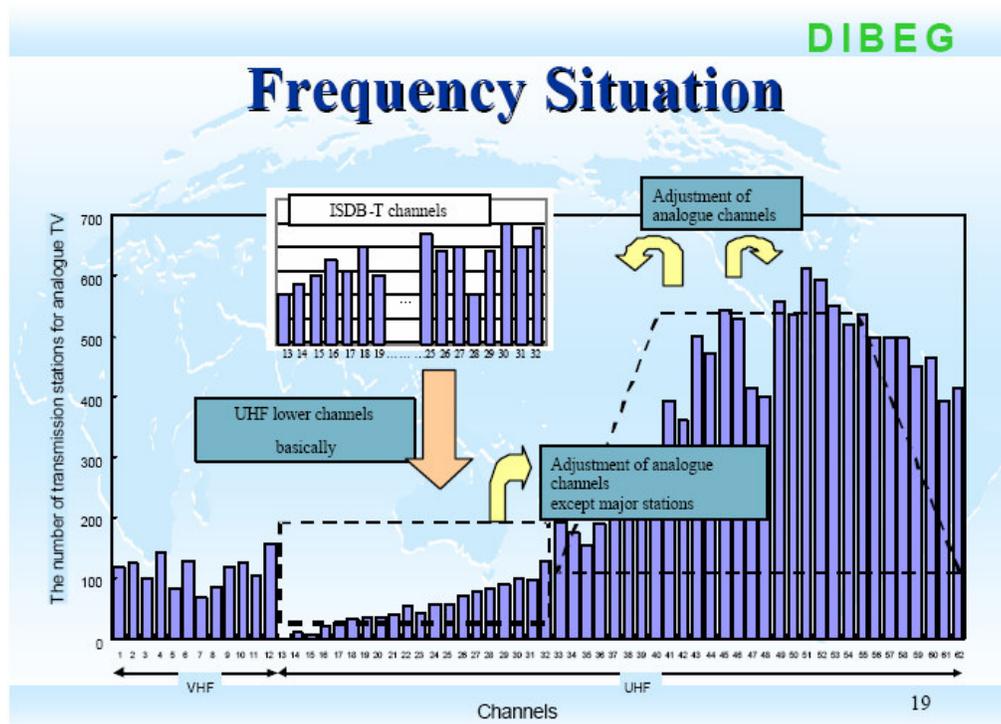


Figura. 4.1. Distribución de las frecuencias de canales de televisión en el Japón.

En la banda UHF, la distribución que tiene para los canales de televisión es similar a la que tenemos en el Ecuador, esto se debe fundamentalmente a que los dos países en las transmisiones analógicas operan en el sistema NTSC con una frecuencia de cuadro 50Hz, un ancho de banda del canal de 6MHz, un número de líneas por cuadro de 525, y una relación de la potencia entre la señal de video y la audio de 10/1, esto representa una ventaja significativa para nuestro país y la implementación de este sistema, mas ahora que Brasil tendrá un mercado potencial de este tipo de receptores.

Podemos ver que el interés por la digitalización de las redes terrestres está dado principalmente por el hecho de que ello es condición necesaria para completar la transición a lo digital. Es relevante, porque entre otras cosas, habilitará la posibilidad de gestionar un recurso escaso como el espectro radioeléctrico, liberándolo para nuevos propósitos, que podrían estar ligados a la transmisión de televisión en formato HDTV o también a la recepción móvil, esto dependerá cual es considerado mas importante para el futuro, esta decisión es directamente del ente regulador de nuestro país.

4.2.3 CREACIÓN DEL PLAN TÉCNICO NACIONAL DE LA TELEVISIÓN DIGITAL

El ente regulador se ve obligado a crear un plan técnico nacional, que consiste en ver cuantas frecuencias, serán puestas a disposición de los operadores de televisión para que comiencen las transmisiones digitales, ya que el primer periodo es voluntario donde los operadores incursionaran en la nueva tecnología en base a sus deseos de familiarizarse con la nueva tecnología puede durar entre unos 3 y 5 años, luego viene un periodo ya establecido por el ente regulador donde todos los operadores deben realizar transmisiones “*simulcasts*” es decir la transmisión digital y analógica simultáneamente con la misma programación, este periodo es el mas largo y tomara un tiempo estimado de unos 15 a 20 años (incluidos los del periodo voluntario) al final de este tiempo se da el conocido “*swicth-off*” o apagón analógico, donde finalmente tenemos las transmisiones únicamente digitales, donde se tiene que saber el propósito que se le dará a las frecuencias liberadas de las transmisiones analógicas. En el Ecuador el canal 19 y el 20 de la banda UHF están reservados para la televisión digital y podrían servir para las transmisiones iniciales que se realicen.

En la elaboración del Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital no se debe dejar de tomar en cuenta, las bandas de frecuencia que se puede tener las mismas que en las transmisiones analógicas, los objetivos de cobertura que debe ir creciendo en proporción del periodo que el canal se encuentra al aire por ejemplo los primeros dos años cubrir la mitad de lo que cubrían con las transmisiones analógicas y así poner metas progresivas, también la cobertura debe estar relacionada con la densidad poblacional es decir cubrir con prioridad las zonas donde existen mas personas por metro cuadrado (m²), todo esto debe

estar incluido en un documento generado por el ente regulador, para que todos los operadores tengan conocimiento de estas disposiciones.

Se pretende regular, y verificar el correcto funcionamiento de algunos parámetros envueltos en las estaciones de televisión digital como la potencia radiada, instalación de redes de frecuencia única, altura de la antena, y diagrama de atenuaciones de la antena; también incluye la aprobación de los proyectos técnicos de instalaciones, cabe indicar que para esto existirá plazos para que se realice las aprobaciones.

En este plan se debe considerar la reserva de frecuencias: el primer caso es la reserva de frecuencias para los operadores de televisión analógica, y el segundo es en el caso de darles un canal múltiple, para el primer caso se asegura que todos los operadores tradicionales participen en la transición hacia la televisión digital y el segundo caso es para el manejo del múltiple en el futuro ya que se lo entregara a varias operadoras, que transmitan su propio y único programa, este manejo dependerá exclusivamente del ente regulador de nuestro país en su momento.

Sin embargo debemos considerar un posible tercer caso en la reserva frecuencias del espectro radioeléctrico, y el motivo de este es realizar trabajos de investigación y desarrollo, relacionados con la introducción de la Radiodifusión Digital más específicamente nuevos servicios donde puede estar la recepción portátil y móvil.

4.2.4 CREACIÓN DE CALENDARIO DE TRANSICIÓN

La transición a la televisión digital terrestre, por los costos que implica para concesionarios, productores, anunciantes y el público televidente en general, es un proceso a largo plazo en el que resulta esencial contar con lineamientos claros para su desarrollo y en el que deben ser tomados en cuenta para la elaboración de un calendario de transición los siguientes elementos:

a) Debe existir flexibilidad y gradualidad en el proceso para la instalación de las estaciones de televisión digital terrestre, iniciando con presencia en las actuales coberturas analógicas para posteriormente, replicarlas.

b) Es conveniente establecer períodos de desarrollo revisables dentro de este proceso, considerando que se trata de una nueva tecnología y que los montos de inversión requeridos deberán realizarse de acuerdo con la evolución del propio proceso.

c) Deben establecerse metas mínimas, respecto a los porcentajes de penetración de la televisión digital en los hogares.

Se debe realizar un estudio previo de la producción industrial tanto de emisores como de receptores a nivel mundial para el estándar que sea elegido, para asegurar en su momento una introducción total de dichos equipos en el mercado nacional, brindando múltiples opciones a los usuarios el momento de elegir su receptor, y a los operadores el momento de elegir los equipos para realizar una transmisión.

Para poder realizar el cumplimiento correcto de nuestro calendario de transición, además de los puntos mencionados anteriormente, se debe realizar reuniones entre todos los involucrados en esta transición: fabricantes de equipos y contenidos, operadores de televisión analógica, nuevos operadores digitales y el ente regulador estatal; con la participación de todos ellos se podrá realizar un calendario real de la transición aplicado a los parámetros socioeconómicos de nuestro país, para que el ente regulador pueda verificar que van cumpliendo las metas acorde a lo planificado y no suceda lo que es muy común en el Ecuador la solicitud de prórrogas de tiempo por distintos motivos, que lo único que hacen es retrasar obras en nuestro país, porque no se realizaron estudios reales en su momento.

Este calendario debe incluir básicamente 3 periodos.

- Migración voluntaria.
- Transmisiones simultáneas.
- Luego del apagón analógico.

Migración Voluntaria.

Es el periodo en el cual los operadores, luego de haber realizado sus estudios internos, se dan cuenta que se debe incursionar en nuevas tecnologías, es por este motivo, que ellos piden las respectivas autorizaciones vigentes en el ente regulador para poder

comenzar a realizar pruebas y estudios que les ayuden a ver el comportamiento de la nueva tecnología, luego de estas pruebas ya pueden ofrecer el servicio a los televidentes, cabe indicar que esta migración no la realizan todos los operadores por eso se la conoce como voluntaria, mucho depende que lo hagan o no de la economía y las políticas del canal, seria importante que todos los canales realicen esta migración; este periodo es abierto en lo referente a inicio de plazos pero finaliza cuando el ente regulador disponga los plazos para realizar el apagón analógico.

Transmisiones simultaneas de las dos tecnologías (“*simulcats*”).

El periodo de transmisiones simultaneas, marca el comienzo del gran paso, y comenzaran a recibirse las dos señales disponibles en nuestro país, los usuarios son libres de elegir que tecnología reciben en sus hogares, esto es en función del tipo de receptor que tenga, se pretende ir incursionando de forma progresiva hacia los receptores digitales.

En este periodo se debe regular de forma mas especifica que canales son los que están a disposición de los operadores y su planificación para poder ser utilizados, tanto la disposición es decir el orden como se utilizar los canales y la forma de manejar un múltiple para puede ser para un operador o entre varios operadores; y planificación se refiere a la forma como vamos a manejar el espectro radioeléctrico y como se lo va a ir ordenando para lograr aprovecharlo al máximo; estos dos parámetros planeacion y disposición deben ser creados y distribuidos con anterioridad para tener una visión clara de la forma como se va a ir distribuyendo y asignando las frecuencias.

En la transmisión simultanea, vamos a tener crecimientos en lo referente a cobertura, y por este motivo se debe establecer un calendario de control que podría ser anual, para observar el crecimiento de las transmisiones digitales, las mismas que tienen que estar en función de la proyección presentada para obtener el contrato de concesión cabe indicar que en lo posible se debe tratar de cubrir la misma cobertura que las emisiones analógicas en un periodo de 3 a 5 años.

Apagón analógico (“*switch-off*”).

Una de las principales motivaciones de las autoridades gubernamentales para introducir la TDT es la posibilidad de poder liberar el espectro que actualmente se usa para las emisiones analógicas, con el fin de poder destinarlo a nuevas aplicaciones tecnológicas,

este cese de las emisiones con tecnología analógica es conocido como “*switch-off*”, se estima que la duración de este periodo en países como el nuestro puede durar mas de 15 años.

Varios países europeos, incluso algunos en los que no se han otorgado todavía títulos habilitantes, han establecido ya fechas para el “*switch-off*”: Suecia, Finlandia e Italia prevén emitir televisión por ondas sólo en digital a finales de 2006 (fecha similar a la inicialmente prevista para los Estados Unidos), y en Portugal a finales de 2007. En el Reino Unido se calcula que el “apagón analógico” tendrá lugar entre 2007 y 2010, mientras que en España e Irlanda la fecha inicialmente prevista es a finales de 2012, el momento que en el Ecuador se escoja un estándar y se comiencen a realizar las primeras pruebas no se debe descuidar el elegir una fecha adecuada para el apagón analógico, tomando en cuenta aspectos económicos, legales, sociales y técnicos, que están involucrados directamente.

En casi todos esos casos, el “*switch-off*” sólo tendría lugar si se cumplen ciertos requisitos de cobertura territorial o de población. En algunos países se han impuesto también ciertos requisitos de penetración de los servicios de TDT. El Reino Unido, por ejemplo, establece que la gran mayoría de los ciudadanos (95%) debe disponer de los equipos necesarios para recibir televisión digital terrenal o no, en sus hogares. Este tipo de criterios garantiza que serán muy pocos los ciudadanos que podrían verse perjudicados por este proceso, aunque hay autoridades que consideran que si la transición se establece atendiendo sobre todo a criterios de cobertura, se ejerce una mayor presión sobre operadores y ciudadanos para que hagan el esfuerzo de migrar a digital.

4.2.5 ESCENARIO DE TRANSICION DE LA TECNOLOGIA ANALOGICA A LA TECNOLOGIA DIGITAL

En un proceso de transición de esta magnitud se debe considerar algunos aspectos que el ente regulador del Ecuador mediante leyes o disposiciones debe regular como: si los canales múltiples que se asignen funcionaran en redes de frecuencia única y no tendrán programación regional, o trabajaran en canales múltiples que les permitan programación regional pero minimice el espectro radioeléctrico, se deberán realizar proyecciones y ver que nos conviene para el tipo de redes a utilizar.

Se debería establecer que las concesionarias de los canales de televisión, cuando comiencen a operar con tecnología digital sigan cumpliendo con las condiciones establecidas en los contratos de concesión que estén en vigencia, es decir transmitiendo según las condiciones a cuyo cumplimiento se hubiesen obligado en los referidos contratos.

El estado a través del organismo regulador, debería reserva uno o dos múltiples, para futuras pruebas o para el fin que el estado considere pertinentes.

Se debe regular el proceso para la adquisición de los nuevos canales, y de esta forma puedan ingresar nuevos concesionarios, que nos ofrezcan mayor oferta de contenidos y servicios.

Con efecto de lograr una transmisión simultanea las emisiones con tecnología analógica y con tecnología digital, los concesionarios deberán transmitir en las dos en horarios coincidentes y simultáneos. Se debe prever también la televisión móvil, en medida que el espectro lo permita, de esta forma se deberá reservar el múltiple o los múltiples que sean necesarios, luego de un estudio que indique la proyección con que crecerá este servicio.

4.2.6 ESCENARIO TRAS EL CESE DE LAS EMISIONES DE TELEVISION TERRESTRE CON TECNOLOGIA ANALOGICA

En esta etapa del proceso ya todos los concesionarios estarán transmitiendo con tecnología digital, y cada uno de los televidentes gozaran de las ventajas ya mencionadas anteriormente, se deberá crear una regulación para esta fase ya que tendremos dos casos básicamente, los concesionarios con un canal múltiple completo y con ligeras modificaciones para concesionarios que compartan el mismo canal múltiple, puesto que en el segundo caso se deberá establecer quien maneja el gestor múltiple.

También con el cese de las transmisiones analógicas quedaran libres algunas frecuencias del espectro radioeléctrico para lo cual con anterioridad se debe planificar y regular su uso ya sea para propósitos de televisión o en su defecto nuevas tecnologías que necesiten estas bandas.

El estado deberá tomar uno o dos múltiples para los propósitos que ellos consideren pertinentes, pueden pruebas para mejoramiento de la nueva tecnología o para pruebas de nuevas tecnologías, o en un futuro transmisión de contenido educativo y sobre información del desarrollo gubernamental al país.

4.2.7 ASIGNACION CONCRETA DE LOS CANALES DIGITALES Y DE LOS MULTIPLES DIGITALES

De acuerdo a la distribución que se realice en el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital, se procederá a entregar canales digitales o múltiples de las frecuencias que se habían reservado al comienzo del proceso de transición para los operadores de televisión que necesiten y el organismo regulador haya considerado asignarles previo un estudio de cumplimiento de los contratos y condiciones establecidas en ellos, también se dará la oportunidad a los nuevos concesionarios que deseen brindar nuevos contenidos y servicios, claro esta para los nuevos concesionarios habrá que establecer las bases y condiciones sobre las que se les entrega las frecuencias ya sea de un canal o un múltiple y estas bases son las que estarán regulando a los operadores antiguos y nuevos.

4.2.8 NUMERO DE CANALES EN CADA MULTIPLE

Se debe regular que cada múltiple que se cree este integrado inicialmente por 4 canales los mismos que podrán ser explotados las 24 horas del día. Para las concesionarias que han recibido un múltiple completo podrán emitir el numero de canales que técnicamente sean viables, en las condiciones que fije el Gobierno, pero siempre garantizando la calidad del servicio, cabe recalcar que también se debería regular si se puede transmitir programas de alta definición y bajos que parámetros.

En el caso de que un múltiple no se a de un solo concesionario, sino que es compartido por varios, se podrá permitir un numero mayor de canales por múltiple, así como se deberá acordar entre las entidades que lo exploten la emisión de canales de televisión de alta definición.

La capacidad de transmisión del múltiple digital se podrá utilizar para prestar servicios adicionales distintos del de difusión de televisión, como por ejemplo transmisión de ficheros de datos y aplicaciones, actualizaciones de software para equipos, entre otros, y

aquí es donde se debe regular el porcentaje de la capacidad destinado a este propósito, se considera que lo adecuado es un 20% de la capacidad de transmisión, sin dejar de lado que este puede incrementar con el desarrollo de los servicios interactivos.

4.2.9 GESTIÓN DEL MÚLTIPLE DIGITAL

Las entidades que accedan a la explotación de canales digitales dentro de un mismo múltiple digital, sin perjuicio del derecho exclusivo a su explotación, deberán asociarse entre sí para la mejor gestión de todo lo que afecte al múltiple en su conjunto o establecer las reglas para esta finalidad.

Las bases que regulen esta gestión deberán ser establecidas por el ente regulador del Ecuador.

4.2.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS TERMINALES DE TDT

El ente regulador debe tomar en cuenta que los equipos receptores que se permitan distribuir en nuestro país, existan en forma masiva en el mercado para no tener el riesgo de quedar desabastecidos en algún momento, estos equipos deberán permitir interoperabilidad.

4.2.11 PARAMETROS DE INFORMACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TDT

A través del ente regulador se debe crear y regular el registro de parámetros de información de los servicios de televisión digital terrestre, cuya gestión y asignación de parámetros corresponderá al ente regulador del Ecuador o en su defecto a quien el designase.

Es necesario hacer mención de los nuevos servicios que la televisión digital nos ofrecerá, para dar una idea de los aspectos a regular, a continuación hablamos de los servicios de la televisión digital.

En las transmisiones de TDT la imagen, el sonido y los contenidos adicionales se transforman en información digital, la cual es difundida a través de ondas terrenales y recibida a través de las antenas de televisión convencionales previamente adaptadas y de ahí finalmente pasa la imagen a nuestro receptor, una parte esencial de este nuevo tipo de

transmisiones es la introducción de la interactividad y los múltiples servicios que esta nos brinda.

Servicios de TV Digital.

Los servicios digitales vía TV proporcionados conjuntamente con los canales audiovisuales proporcionan enormes oportunidades para el acceso doméstico en lo que se refiere a servicios de administración electrónica, información general útil y otros servicios electrónicos. De hecho, la convergencia de la televisión y otras tecnologías de la información ofrece la posibilidad de convertir un medio de radiodifusión pura en un instrumento de comunicación interactiva.

Para poder realizar esta difusión de datos el sistema ISDB-T se basa en el formato BML que nos permite una fácil creación de contenidos y una convergencia con el Internet, esta basado en el lenguaje XHTML.

Televisión Interactiva.

Un pensamiento que me pareció muy importante es el siguiente y se refiere directamente a la televisión interactiva:

“En pocos años, al volver a casa, el televisor nos dirá: hoy he revisado 10.000 horas de programación y le he preparado 20 minutos con imágenes a su gusto”

Nicholas Negroponte, Instituto Tecnológico de Massachussets.

La televisión interactiva es el acceso por parte del usuario a un conjunto de servicios utilizando el televisor como medio ó terminal de acceso, selección y contratación de los mismos.

“Zapping” la forma más básica de “interactividad”. Se introduce el teclado como nuevo dispositivo.

El receptor de TV Interactiva ó Set Top Box es la pieza fundamental, ya que de él dependen en gran medida el tipo y características de estos servicios.

Resumen de Servicios de TV Digital.

En la Figura. 4.2. se muestra la distribución mediante un diagrama de bloques de los servicios de televisión digital.

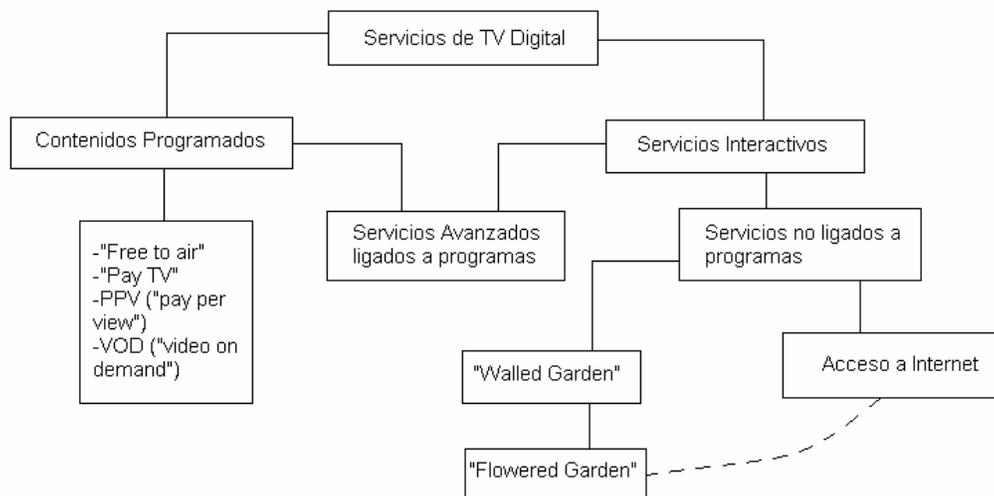


Figura. 4.2. Servicios de TV Digital.

Antes de seguir con la explicación de esta figura tenemos que aclarar dos términos fundamentalmente:

“*Walled Garden*”. Este término se refiere a la televisión interactiva, y esta aplicación esta basada en Java y con canal de retorno.

“*Flowered Garden*”. Este termino se refiere al acceso a Internet, esta aplicación es una solución híbrida IP/Java/HTML siguiendo las soluciones adoptadas en la actualidad en Internet.

Básicamente tenemos dos tipos de servicios en lo que a televisión digital se refiere:

Contenidos Programados.-

Son los servicios que están vinculados a la programación que nos ofrece la operadora del servicio y nos ofrecen un nivel básico de interacción, entre estos servicios tenemos:

EPG guía de programación electrónica.

VOD video bajo demanda (se elige una película o cualquier programa y se lo ve cuando uno desee)

PPV pago por ver (se puede adquirir programas especiales pero tienen un horario establecido de transmisión)

Servicios Interactivos.-

Estos servicios ofrecen una interacción mayor al usuario ya que puede participar en más eventos, estos se dividen en dos de acuerdo a la relación con la programación:

- *Servicios avanzados ligados a la programación.-* Estos servicios son un complemento de la programación visual emitida, y nacen de una combinación de los contenidos programados y los servicios interactivos, entre este tipo de servicios tenemos:

Multi pantalla, opción a elegir entre varias cámaras.

Votaciones, de encuestas dentro de determinado programa.

Concursos, ofreciendo una participación interactiva

Publicidad interactiva.

- *Servicios no ligados a la programación.-* Estos servicios no tienen ninguna vinculación con la programación y están orientados a realizar una similitud con los servicios que se obtienen a través del Internet, podemos mencionar algunos de ellos:

Informativos:

Bolsa interactiva

El tiempo

El trafico

Aeropuertos

Servicios:

Mensajes a móviles

Chat

Banca activa

Bolsa

Deportivos:

Tablas de resultados

Juegos:

Gratuitos

Bajo suscripción

4.2.12 APROBACION DE LOS PROYECTOS TECNICOS

Las solicitudes de aprobación de los proyectos técnicos de las instalaciones necesarias para la adecuada prestación del servicio de televisión, que deberán cumplir las características técnicas establecidas en el Plan técnico nacional de la televisión digital, estas solicitudes serán entregadas al organismo competente para que apruebe este en un tiempo máximo que deberá ser establecido, se debe dejar claro que si en este plazo no se les da respuesta a los interesados no se les da una notificación de una resolución, los interesados estarán legitimados para entender desestimada su solicitud.

4.2.13 INSPECCION TECNICA A LAS INSTALACIONES

Finalizadas las instalaciones y con carácter previo al comienzo de la prestación del servicio, se envía a un grupo de profesionales pertenecientes al ente regulador del Ecuador que deberían realizar una inspección técnica de las instalaciones, para verificar que las instalaciones se ajusten al proyecto técnico aprobado; el tiempo máximo que tiene el organismo para enviar a estos profesionales también debe ser establecido el momento que se regulen todos los puntos anteriores.

El ente regulador debe establecer si se puede realizar emisiones de prueba antes del dictamen favorable de los profesionales que realicen la visita o si las transmisiones comienzan exclusivamente cuando se tenga dicho dictamen, para que los dueños de las instalaciones sepan si pueden pedir permiso para transmisiones temporales en prueba.

4.2.14 TITULOS HABILITANTES

Se debe modificar los títulos habilitantes otorgados para la prestación del servicio de televisión digital terrestre, y deben ser regulados acorde a la nueva tecnología digital, tomando en cuenta que algunos servicios de esta nueva tecnología son regulados por el CONATEL; El valor de la concesión debería ser incrementado en un porcentaje considerable ya que los USD. 40,00 mensuales por arriendo y los USD. 1500,00 no guardan relación con el dinero que se maneja en las televisoras.

4.3 TELEVISION DIGITAL EN EL ECUADOR

La televisión digital se encuentra muy promocionada en este momento y en algunos países pioneros en este tema ya tienen el beneficio de que se realicen transmisiones digitales, este cambio no solo nos lleva a una mejora considerable en la imagen y sonido, sus principales ventajas serán el ahorro del espectro radioeléctrico, y la otra pero no menos importante es la convergencia de las telecomunicaciones, este termino de convergencia se refiere a unir los terminales que mas utilizamos como son computadora personal (PC), teléfono celular y televisión en uno solo; también se habla de convergencia en los contenidos (video, audio y datos), así en los futuros televisores tendremos un completo terminal multimedia que nos brindara una interactividad muy amigable, pero aquí nace un nuevo problema nuestro terminal multimedia dejará de ser unidireccional y será bidireccional en una analogía se lo podría comparar con una PC y podrá estar propenso a virus y todos los males que afectan nuestros PC, por este motivo no debemos descuidar métodos para proteger los equipos receptores.

Sin embargo este cambio no es tan fácil ni rápido de hacerlo; inicialmente los organismos que regulan las telecomunicaciones a nivel mundial trataban de que se cree una única norma para la transmisión de televisión digital, pero lamentablemente los intereses de por medio no lo permiten, ya que como es un mercado completamente nuevo juegan muchos intereses de fabricantes, concesionarios, y es así que actualmente tenemos tres

estándares: DVB-T desarrollado por países europeos, ATSC desarrollado por USA, y el ultimo en aparecer el ISDB-T desarrollado por Japón, es importante mencionar que estos tres estándares son reconocidos por la ITU, y se encuentran ya operando en algunos países.

Cuando se va a adoptar un estándar se trata de ver el que mejor resultados nos ofrece en “*ese momento*” pero esto es relativo, ya que con los avances tecnológicos que tenemos día a día, hora a hora, minuto a minuto, hace que las diferencias se acorten, cabe mencionar que en las pruebas que se realizaron en Brasil el estándar ATSC era extremadamente deficiente en la recepción móvil, actualmente ya nos permite esta opción de forma regular, el estándar DVB-T inicialmente era para los 8MHz que es el ancho de banda utilizado por los países europeos, en la actualidad en Australia se transmite en DVB-T en canales de 7MHz y también esta disponible para canales de 6MHz, por este motivo pienso que la adopción de una norma no debe solo guiarse de criterios técnicos ya que a final de cuentas todos trabajan por mejorar y nos ofrecerán similares características y ofrecen a los clientes constantes actualizaciones.

En el caso del Ecuador nos daría facilidad optar por el estándar que trabaje con canales de 6MHz, pero en la actualidad los tres estándares nos ofrece esa opción, ATSC e ISDB-T se encuentran funcionando con ese ancho de banda en USA y Japón respectivamente, el estándar DVB-T también trabaja en 6MHz, es decir no tendríamos problema por el ancho de banda, podríamos sacar una ventaja escogiendo el sistema ISDB-T, puesto que Brasil ya opto por este estándar y se producirán todos los equipos necesarios para esta transmisión en dicho país, y podríamos aprovechar las experiencias que ellos tengan en su implementación.

Es importante que la decisión que se adopte en Ecuador sea analizada y pensada tomando los ejemplos de los países vecinos, aunque en la realidad nos resulta difícil, ya que Argentina ya opto por ATSC, México también opto por ATSC, y Brasil luego de haber probado los 3 estándares se decidió por el ISDB-T claro que podrá modificarlo en algunos parámetros y cuenta con permisos para realizar estas modificaciones, y viendo estos criterios opuestos resulta difícil pensar en tomar un estándar único para América Latina.

El estándar ISDB-T nos ofrece transmisiones para canales de 6MHz, 7MHz y 8MHz, y tenemos a nuestra disposición tres modos de operación el 2k, 4k y 8k teniendo así opciones para cualquier tipo de necesidad, que tengamos ya sea que vayamos a trabajar en

una red pequeña para uso local o si vamos a trabajar en una red SFN grande deberemos cambiar los parámetros, el modo de operación de 4k es muy utilizado para transmisiones móviles, ya que es un valor intermedio y brinda buenos resultados.

En nuestro país se tendrá que elegir la tasa de bits a la que vamos a trabajar para definir esta tasa de bits entran algunos parámetros como: intervalo de guarda, tasa de código, modulación de la portadora que ya fueron definidos en el capítulo 2, y este estándar nos ofrece velocidades desde 3,651 Mbps con un intervalo de guarda de $\frac{1}{4}$ y una tasa de código de $\frac{1}{2}$ con modulación DQPSK, hasta 23,235 Mbps con un intervalo de guarda de $\frac{1}{32}$ y una tasa de código de $\frac{7}{8}$ con modulación 64QAM, cabe indicar que ganamos en la capacidad del canal pero se pierde en la seguridad frente a interferencias, este es un caso típico en las comunicaciones ganamos en un parámetro pero sacrificamos en otro. Entonces en nuestro país se debe realizar un balance del tipo de servicio que necesitamos, y optar por los parámetros que nos servirán mejor en nuestro caso.

En lo referente al estándar ISDB-T, esta apto para operar en el Ecuador, primero el canal de operación es 6MHz, es el mismo ancho de banda que se encuentra operando en el Japón, en lo que respecta a las frecuencias tienen dividido de forma similar la banda UHF entre el Ecuador y Japón, puesto que los dos en la televisión analógica utilizaban NTSC, cabe indicar que el ente regulador del Ecuador tiene separado los canales 19 y 20 exclusivamente para facilitar la transición digital, es decir se puede aprovechar esto el momento de realizar pruebas.

Se debe escoger la forma en la que se va a transmitir por un ancho de banda de 6MHz, ya que dependiendo de la tasa de transmisión podremos transmitir 4 o 5 programas, y aquí nace otra decisión el canal múltiple se lo compartirá entre concesionarias o será entregado íntegramente a una concesionaria, para que en el futuro se pueda utilizar toda la capacidad del canal para una transmisión de alta definición HDTV, pienso que inicialmente se hará entre varias concesionarias y se deberá decidir el encargado de operar como el gestor múltiple, es decir combinar todos los programas, podemos darnos cuenta que existen algunos aspectos que no se deben olvidar el momento que se adopte un estándar.

Este estándar ISDB-T nos brinda muchos beneficios frente al sistema actual como ya hemos manifestado las ventajas al comienzo de este capítulo y en los anteriores, sin

embargo el principal problema es la introducción hacia una población temerosa del cambio y en especial con miedo de invertir en un receptor en la actualidad muy costoso y que por algunos años nos ofrecerá lo mismo que vemos ahora pero con mejoras en la imagen y sonido inicialmente, pienso que mucha gente por esas dos ventajas iniciales no invertirá el dinero que se necesita, y que no sabe si su desembolso económico se convertirá en un gasto o en una inversión, dependiendo del desenlace que tenga la TDT.

Como sabemos la mayoría de beneficios de la televisión digital se darán a través de la liberación del espectro radioeléctrico, donde gozaremos de todas las ventajas que nos ofrece esta transición, pero para esto es necesario el cese de las transmisiones analógicas lo cual en un país como el nuestro puede tardar sobre los 15 años, es decir pasará mucho tiempo hasta tener lo que todos anhelamos, la televisión digital es inevitable y terminará por llegar a todos, pero su transición debe ser de acuerdo al mercado donde la estamos introduciendo y frente a esto tenemos que ser pacientes, porque en un país pobre como el nuestro mucha gente no dispone del dinero para adquirir el receptor.

Es de suma importancia para lograr una adopción por un estándar y su posterior implementación, contar con la colaboración del Gobierno Ecuatoriano a través de los entes reguladores, los mismos que deberán promocionar las ventajas que trae la televisión digital, y dar a conocer al público en general, la importancia de este paso y los problemas que nos traería en el futuro no darlo. Mediante esta promoción se pretende vender la idea ya que lo primordial es que la televisión se mantenga como un medio educativo, cultural, informativo “*para todos*” y de forma gratuita como se la ha manejado hasta ahora al menos en lo que a televisión en la plataforma de ondas terrestre se refiere.

Los entes reguladores, deben proyectar un plan para la migración, y este básicamente debe consistir en entregar canales paralelos a los que tienen las concesionarias analógicas, para que se puedan realizar las pruebas piloto, en especial de las cadenas más grandes, se puede tomar como ejemplo el caso de Japón que inicialmente destinó 6 canales para este proceso y poco a poco fue ubicando los canales analógicos en parte superior de la banda UHF, quedando para el sistema ISDB-T el espacio del espectro desde el canal 13 al 32, es decir destinando 19 canales de 6MHz para las transmisiones de televisión digital, sin embargo este desplazamiento de los canales conlleva un costo alto, por eso se debe crear un plan de transición acorde a la economía de nuestro país, y también tomando en cuenta el número de canales libres que tenemos, para poder orientar a transmisiones simultáneas.

Es importante que el cambio se realice en forma oportuna tanto en radio como televisión, cabe mencionar que canales de televisión no tenemos en numero extenso y se puede realizar la transición con canales paralelos realizando transmisiones simultaneas, pero en la radio existe en numero mayor que no es comparable con el numero de radios en España, pero mencionaremos lo siguiente en España cuentan con 1200 emisoras y nadie garantiza que se pueda otorgar los beneficios de una transmisión simultanea, ya que es difícil contar con esa cantidad de espectro, esto ocasionaría que algunas emisoras queden fuera del proceso de digitalización; es por eso que se recomienda que en el Ecuador se tomen las medidas necesarias frente a esta transición en un momento oportuno, para no vernos inmersos en esas dificultades en el futuro.

Quedarnos fuera de esta transición hacia la transmisión digital, que se la lleva a cabo a nivel mundial, nos alejaría de muchos avances tecnológicos hacia donde todos apuntan, en especial la tan divulgada convergencia de telecomunicaciones, que con el pasar de los años será una realidad.

4.4 SITUACION Y TENDENCIAS DE LA TELEVISION DIGITAL A NIVEL MUNDIAL

4.4.1 INTRODUCCIÓN

El mundo se mueve hacia la digitalización en todas las esferas, es un proceso natural, consecuencia de las superiores posibilidades técnicas que presentan los equipos y la técnica digital frente a sus similares analógicos. Se está produciendo una convergencia tecnológica hacia lo digital de los diversos medios de comunicación: la telefonía, la prensa, el cine, las grabaciones musicales, la radio y la televisión.

La llegada de la televisión digital supone un cambio en la técnica de la televisión, mucho más significativo que el que supuso el paso del blanco y negro al color. Se trata de conseguir una calidad de imagen y de sonido muy superior, pero no se queda ahí, sino que también se abren las puertas a la futura introducción de servicios hasta ahora inimaginables, como por ejemplo, la recepción móvil de televisión, la interactividad, la televisión bajo demanda o los servicios multimedia tan utilizados hoy en día con la explosión de Internet.

La Televisión Digital es sin duda una de los acontecimientos más importantes en materia tecnológica del nuevo milenio.

Desde principios de los años 90 comenzó el proceso de digitalización de la televisión dentro de los estudios en Europa, Japón y los EEUU.

En América Latina, las principales televisoras de México, Brasil y Argentina ya procesan también las señales de forma digital en sus estudios de TV.

Inicialmente comenzaron las transmisiones de la televisión digital satelital y, posteriormente, las de cable y televisión terrestre respectivamente.

Prácticamente, hoy día toda la televisión satelital es digital, mientras que la televisión digital terrestre se ha ido introduciendo paulatinamente en los EEUU., en Europa y en el continente asiático. En todas estas regiones, se han confeccionado cronogramas para el paso total a la técnica digital y el cese de las transmisiones analógicas.

El principal problema de la televisión analógica es que no saca partido al hecho de que en la mayoría de los casos, las señales de vídeo varían muy poco al pasar de un elemento de imagen (píxel) a los contiguos, o por lo menos existe una dependencia entre ellos. En pocas palabras, se derrocha espectro electromagnético. Además al crecer el número de estaciones transmisoras, la interferencia pasa a convertirse en un grave problema.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan el mismo ancho de banda que los canales utilizados por la televisión analógica pero, debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual.

El empleo de la televisión digital terrestre como medio para la difusión de televisión proporciona una serie de beneficios frente a otras posibles opciones:

- Al utilizar como medio de difusión la red terrestre nos permite una recepción en el hogar sencilla y poco costosa frente a las otras plataformas, ya que emplea el mismo sistema de recepción de la televisión analógica aumentando un decodificador a la entrada.

- Permite la recepción portátil y móvil.
- Puede emplear redes de frecuencia única lo que conlleva el uso de un menor número de frecuencias.
- Requiere menor potencia de transmisión.
- Incrementa el número de programas con respecto a la televisión analógica actual, permitiendo múltiples programas y servicios multimedia en cada canal radioeléctrico.
- Mejora de la calidad de la imagen y del sonido (se evitan los efectos de nieve y de doble imagen de la televisión analógica) en la zona de cobertura, consecuencia de la robustez de la señal digital frente al ruido, las interferencias y la propagación multi trayecto.
- La elevada resolución espacial de un sistema de televisión digital permite un realismo mayor, que se puede apreciar en una pantalla más grande.
- Permite el aumento de la relación de aspecto. El formato convencional es de 4:3, mientras que con la televisión digital se permite el formato panorámico de 16:9.
- Se puede ofrecer un sonido multi canal, con calidad de disco compacto.
- Además la multiplicidad de canales de audio permite conseguir el efecto de sonido perimétrico empleado en las salas de cine. Aparte, estos canales podrían emplearse para transmitir diferentes idiomas con el mismo programa de vídeo.
- Abre las puertas del hogar a la Sociedad de la Información, debido a que permite la convergencia TV-PC. El televisor pasará a convertirse en un terminal multimedia que podrá admitir datos procedentes de los servicios de telecomunicaciones, suministrando servicios de valor añadido como correo electrónico, cotizaciones de bolsa, videoteléfono, guías electrónicas de programas (EPG), vídeo bajo demanda, pago por ver, teletexto avanzado, banco en casa, tienda en casa, etc.
- Permite el desarrollo equilibrado entre servicios en abierto (Servicio Universal) y servicios de pago.

Finalmente, en nuestras casas tenemos diferentes intereses, en función de las personas. Por ejemplo, a nuestros hijos les gusta jugar con la computadora, o a nuestros padres les gusta la parte de información o noticias, entonces cada miembro tiene diferentes intereses. Habrá quien esté interesado en comercio, en software, en entretenimiento puramente, en recepción de señales vía satélite, en finanzas, en noticias y en computación. Si queremos contratar o hacer uso de todos estos servicios al día de hoy, necesitamos forzosamente diversos dispositivos especializados para cada una de estas aplicaciones. Lo que nos brinda la convergencia digital, y que vemos por ejemplo en los teléfonos celulares (que ya pueden recibir señales de televisión o podemos chatear desde los mismos), es contar con terminales multifuncionales. Y eso es precisamente lo que se espera de la televisión en el futuro. Independientemente del estándar de que se trate, si hacemos un análisis objetivo, desde el punto de vista técnico, de lo que ofrecen todos los estándares, van enfocados efectivamente a la convergencia digital. En los próximos años que la televisión dejará de ser exclusivamente un dispositivo para desplegar imágenes y nos transforma de televidentes en usuarios interactivos.

4.4.2 TENDENCIA DE LA TELEVISION DIGITAL

A pesar de los esfuerzos de la UIT por alcanzar una norma única mundial para la producción y transmisión de las señales de la televisión digital, que evitara la diversificación de normas, como sucedió en su momento en la televisión analógica con las tres normas para la televisión a color (NTSC, PAL y SECAM), solamente se pudo lograr una norma única mundial para la producción de programas de TDT. Esto, por supuesto, facilita enormemente el intercambio internacional de programas. No obstante, en la transmisión de las programaciones de televisión hacia los receptores, no se pudo lograr esta uniformidad y, hasta el momento están diseñadas, desarrolladas y aprobadas por la UIT un total de 3 normas ó sistemas diferentes para la transmisión de las señales:

- 1. La norma ATSC**, desarrollada por los EEUU.
- 2. La norma DVB**, desarrollada por Europa.
- 3. La norma ISDB**, desarrollada por Japón.

Es importante indicar que La República Popular China anunció en la UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU “*International Telecommunications Union*”) que

ha desarrollado su propia norma de transmisión de la TDT, que sería entonces la cuarta norma mundial.

Esta situación creada por las distintas normas que tenemos a disposición, influye negativamente en la uniformidad, tanto de los equipos transmisores de las señales de televisión digital, como de los receptores, los cuales deben responder a las características técnicas de la norma de transmisión que cada país adopte.

En nuestro país Ecuador, la elección debe ser de una forma cautelosa estudiando como se desenvuelven las tendencias a nuestro alrededor específicamente en los países de América Latina, ya que se puede obtener beneficios de tener una norma en común, como el ingreso de los mismo receptores para un numero mayor de televidentes hasta una posible creación de fabricas en América Latina lo cual podría beneficiar directamente a los usuarios ya que los costos disminuirían.

Existen países que ya han optado por una u otra norma, a continuación presentamos la tabla 4.1 con un resumen de algunos países, que ya transmiten en televisión digital.

Tabla 4.1 Normas adoptadas por algunos países.

País	Norma	Lanzamiento	Fecha del apagón analógico
Brasil	ISDB-T	N.D	N.D
EEUU	ATSC	1998	2008
Australia	DVB-T	2004	2008
Japón	ISDB-T	2003	2011
Reino Unido	DVB-T	1998	2006-2012
Suecia	DVB-T	1999	2008
España	DVB-T	2000	2010
Francia	DVB-T	2005	2010
Alemania	DVB-T	2002	2010
Portugal	DVB-T	2000	2010
Italia	DVB-T	2003	2007
Finlandia	DVB-T	2003	2007
Corea del Sur	ATSC	2002	2010

Además de estos países, tenemos el caso de Canadá, Argentina, México, y Taiwán que ya han optado por el estándar ATSC.

Entre otros países que ya se han decidido por el estándar DVB-T tenemos los siguientes: Dinamarca, Finlandia, Noruega, Irlanda, Holanda, Nueva Zelanda, Singapur y la India, es la norma que mas adeptos tiene a nivel mundial.

El estándar ISDB-T esta en funcionamiento únicamente en el Japón desde diciembre del 2003, en Brasil también se opto por este estándar y suscribieron un contrato con las autoridades japonesas que les brindaran todo el apoyo para la implementación de este sistema de TDT.

Sin embargo la transición hacia la televisión digital es un camino muy largo en especial para economías como la del Ecuador, y puede tardar muchos años; en países desarrollados se estima que una digitalización total dura alrededor de 10 años, en el Ecuador puede superar los 15 es decir seria un proyecto a largo plazo y esta sujeto a parámetros económicos, sociales, técnicos y legales, que podrían postergarla mas, pero es importante construir los pilares de esta transición ahora para obtener todos sus beneficios en el futuro.

4.5 SITUACION EN AMERICA LATINA

Los países de América Latina se encuentran en pleno proceso de sentar las bases sobre las cuales se desarrollará este proceso, particularmente en lo que hace a los servicios de televisión terrestre. Este sector tiene gran importancia dada la baja penetración (con la excepción de Argentina) de los servicios de radiodifusión por cable o satélite en el continente. Si bien la transición a la radiodifusión digital es aún incipiente, es importante que la sociedad en su totalidad participe desde un comienzo del debate sobre este proceso, ya que no se trata de una cuestión técnica sino de establecer políticas sobre aspectos claves de la Sociedad de la Información, tales como la repartición del espectro radioeléctrico, la reglamentación sobre nuevos servicios de telecomunicación, y desde luego, el control sobre servicios masivos de educación, entretenimiento e información. Además, es importante recordar que en todo proceso de evolución tecnológica existe un fuerte componente “*camino de dependencia*”. Esto significa que pequeñas decisiones tomadas al inicio del proceso sobre normas técnicas, modelos de negocio, y distribución de recursos tienden a demarcar la trayectoria futura de la industria, ya que en base a éstas decisiones los distintos actores sociales y económicos definen sus estrategias y realizan inversiones de largo plazo. En otras palabras, pequeñas decisiones tomadas al inicio del proceso van, poco

a poco, delimitando cómo se ha de implementar la nueva tecnología, quiénes han de beneficiarse, y qué tipo de uso se hará de la misma. Se hace por ello crucial discutir desde ahora las bases sobre las cuales los países de América Latina han de encarar el reordenamiento del sector de radiodifusión en la era digital.

A continuación veremos los casos de tres países, que al decir de todos han sido los pioneros en lo referente a televisión digital en América Latina, estos países son: Argentina que ya optó por la norma americana ATSC muchos piensan que fue de forma apresurada y que tendrá que confirmar esta decisión, Brasil que realizó pruebas de campo y en laboratorio de los tres estándares disponibles, a mediados del 2006 escogió la norma ISDB-T, y finalmente veremos el caso de México que adoptó la norma ATSC luego de algunas pruebas..

4.5.1 ARGENTINA

Enfoque.

Para la introducción de la televisión digital terrestre, correctamente realizada, se debe basar en las premisas siguientes:

- Fomentar el desarrollo tecnológico e industrial nacional;
- Promover el refuerzo de la cadena de valor y de generación de negocios;
- Ser adaptable a las condiciones socio-económicas;
- Permitir una implantación gradual, minimizando los riesgos y los costos para la sociedad;
- Aprovechar el universo de televisores existentes;
- Brindar nuevas aplicaciones asociadas que faciliten el acceso a la cultura, la información y el entretenimiento;

Para realizar esta transición de una forma correcta se plantean tres etapas:

- Una primera etapa cuyos objetivos sean:

- Definir un “sistema” de televisión terrenal digital;
- Elegir la plataforma tecnológica para el “estándar” (cable, satélite, terrestre)
- Establecer el periodo y la forma para la transición de la transmisión analógica a la digital.

- Una segunda etapa de desarrollo de las tecnologías y servicios relevantes para el estándar, aquí se dieran modificar de ser necesario los marcos regulatorios aplicado a la nueva tecnología.

- Una tercera etapa de implementación del “sistema”.

Desarrollo Actual.

Argentina fue uno de los cuatro primeros países a nivel internacional que adoptó la norma estadounidense ATSC, en 1998. Seis años más tarde no hay ningún avance significativo, y la mayoría de los representantes sectoriales considera apresurada esta decisión.

Luego de realizar pruebas por semanas en un canal del Argentina; el Gobierno de Carlos Menem en octubre de 1998 adoptó el estándar norteamericano (ATSC) argumentando que su ancho de banda era coincidente con el argentino, que ya existían receptores disponibles para su comercialización en el mercado internacional. A partir de ese momento se incrementaron las autorizaciones para emitir señales experimentales de TDT en todo el país, las cuales continuaron con cierta regularidad hasta mediados del año 2002.

Ni en el momento de la elección de la norma ATSC, en 1998, ni hoy existen plazos de migración previstos, ni indicaciones acerca del destino de las frecuencias residuales y, si bien la tendencia adoptada reconoce la necesidad de la transmisión en alta definición (HDTV), no se estipulan futuros servicios de calidad inferior.

La ausencia de debate es notoria ya que, a diferencia de lo ocurrido en Brasil, por ejemplo, no han surgido actores sociales capaces de articular una agenda alternativa. Una posibilidad aún más lejana luego de la aguda crisis económica que afecta al país y que

postergó no sólo la revisión de la norma sino la efectiva realización de un nuevo mercado para la TDT.

4.5.2 BRASIL.

Enfoque.

En la primera fase de la televisión digital terrestre en Brasil, se basa en los objetivos siguientes:

- Determinar un modelo de referencia para el Sistema de Televisión Digital Terrestre en Brasil;
- Proponer la norma de televisión digital que se adoptará en Brasil
- Proponer el modelo de desarrollo del servicio de televisión digital.
- Proponer un calendario y un modelo para transición del sistema analógico al digital.

En la segunda fase se debe continuar el desarrollo de las tecnologías y servicios seleccionados dentro del Modelo de Referencia que se consideren de importancia. Ello dependerá en gran medida de las definiciones sobre la norma y el modelo comercial elegidos en la primera fase.

Finalmente, la tercera fase abarcará la instalación de las tecnologías y servicios que se hayan desarrollado.

Acciones, directrices y organización del gobierno de Brasil para definir e instalar el Sistema de Televisión Terrenal Digital.

Brasil cuenta con uno de los mayores sistemas de televisión por aire gratuitos en el mundo, una de cuyas características más notables es el libre acceso de todos los usuarios. Aproximadamente el 90% de los hogares de Brasil dispone de un receptor de televisión, lo que representa un total de 57 millones de receptores de los cuales alrededor del 90% recibe exclusivamente señales por aire. La televisión por aire gratuita es una importante fuente de información y entretenimiento para la población de Brasil y ejerce una gran influencia sobre la cultura nacional y la creación de ciudadanía. Debido a su importancia, la adopción

de un sistema de televisión terrenal digital no será considerada como una simple evolución tecnológica, sino como una nueva plataforma de comunicación cuyo impacto sobre la sociedad apenas comienza a vislumbrarse.

Por lo tanto debe ponerse énfasis, entre otros factores, en los siguientes objetivos del Sistema de Televisión Terrenal Digital de Brasil:

- Promover la inclusión social, la diversidad cultural del país y el idioma oficial mediante el acceso a la tecnología digital con la finalidad de democratizar el uso de la información.
- Hacer posible la creación de una red universal de educación a distancia.
- Planificar el proceso de transición de la televisión analógica a la digital permitiendo la gradual migración de los usuarios a costos compatibles con sus ingresos.
- Establecer en el área de la televisión digital acciones y modelos comerciales congruentes con la realidad comercial y económica del país.

Posteriormente surgirán los parámetros de clasificación para la segunda etapa de la fase de decisión y análisis, integrada por:

- La formulación de modelos comerciales y de servicios alternativos para la explotación e instalación del sistema TDT que sean adecuados a las condiciones de Brasil.
- La elaboración de directrices para la revisión de las leyes y reglamentaciones que rigen los servicios de televisión, radiodifusión y telecomunicaciones cuando se identifiquen cambios en el marco legal actual.
- La elaboración de directrices para la aplicación de políticas específicas que fomenten el sistema TDT en Brasil, incluidas políticas culturales e industriales relativas a la cadena de producción de televisión digital y al consumo y producción de contenido digital interactivo que promueva el desarrollo regional y la inclusión social.

La última fase de decisión y análisis, que comprende:

- La validación de la viabilidad técnica, económica y judicial de las alternativas consideradas.

- La identificación y clasificación de los riesgos y oportunidades asociados a las alternativas y directrices, cuyo resultado final es la propuesta de un Modelo de Referencia para la Televisión Terrenal Digital en Brasil.

- Finalmente, sobre la base de las alternativas de servicios y tecnología seleccionadas en el Modelo de Referencia, se dará inicio a la fase de desarrollo del Sistema de Televisión Terrenal Digital.

Desarrollo Actual.

A mediados de la pasada década, fue el sector privado de radiodifusión, aún en manos de capitales nacionales interesados en la convergencia, el que comenzó a evaluar las posibilidades de transmisión de TDT: “el proceso de elección comienza en septiembre de 1994 cuando la SET (Sociedad de Ingeniería de Televisión, que representa a profesionales y empresas del sector) y la ABERT (Asociación Brasileña de Emisoras de Radio y Televisión, que agrupa a los radiodifusores) forman un grupo técnico para analizar la posible adopción de un sistema de televisión digital. Este grupo técnico tendrá luego gran importancia en el proceso de transición, al coordinar las pruebas técnicas que se realizan para elegir la norma. A partir de marzo de 1998, el nuevo ente regulador de las telecomunicaciones ANATEL (Agencia Nacional de Telecomunicaciones) pasa a coordinar el proceso de selección.

El apoyo a esta iniciativa por parte del Estado estuvo orientada por una política de desarrollo para el sector industrial vinculada a la producción de equipos electrónicos, ya que Brasil cuenta con un mercado potencial de 57 millones de televisores. A partir de entonces, la Administración otorgó a los actuales licenciatarios más de 1.800 permisos para operar canales de experimentación digitales adyacentes a los analógicos. Así, una comisión conformada por la SET, la ABERT y la Universidad Mackenzie realizó numerosas pruebas entre 1999 y 2000, concluyendo que el patrón japonés ISDB-T era el más apto para el país, dada la calidad superior de la señal y la viabilidad para su recepción móvil; recién se hizo pública esta decisión en Junio del 2006, donde Brasil dio su pronunciamiento oficial por el sistema ISDB-T.

4.5.3 MÉXICO

Enfoque.

La transición a la televisión digital terrestre, por los costos que implica para concesionarios, productores, anunciantes y el público televidente en general, es un proceso de largo plazo en el que resulta esencial contar con lineamientos claros para su desarrollo.

Lo que básicamente México busca con la TDT es lo siguiente:

a) **Inclusión Digital:** generar condiciones para que los receptores y decodificadores de televisión digital sean cada vez más accesibles al consumidor de nuestro país, con objeto de que la sociedad se beneficie de las ventajas que ofrece esta tecnología.

b) **Calidad:** brindar a la sociedad una mejor alternativa del servicio de televisión con imágenes y sonido de mayor fidelidad y/o resolución que las que actualmente proporciona la televisión analógica.

c) **Fortalecimiento de la actividad:** fomentar el sano desarrollo de los concesionarios y permisionarios de estaciones de televisión y el de las actividades relacionadas, mediante la incorporación de condiciones que propicien certidumbre técnica y jurídica para la transición a la TDT.

d) **Nuevos servicios:** alentar la incorporación y el desarrollo de nuevos servicios digitales, tanto asociados como adicionales a la TDT, sin que ello afecte la calidad del servicio principal.

e) **Optimizar el uso del espectro:** hacer un uso racional y planificado del espectro radioeléctrico para la convivencia de señales analógicas y digitales durante la transición a la TDT.

Desarrollo Actual.

El 2 de julio del 2004 se aprueba el estándar ATSC como el oficial para México, donde se realizaron pruebas de los tres sistemas, con el resultado de los estudios y evaluaciones, y se concluyó que el estándar A/53 de ATSC es el que resulta recomendable para las transmisiones de televisión digital terrestre en México.

Para finales del año 2006 se prevé que se tendrán transmisiones digitales en las tres ciudades más grandes de México como son: México DF, Guadalajara y Monterrey, luego se unirán ciudades fronterizas con USA, de esta forma se irán uniendo ciudades hasta completar todo el país.

El proceso de transición a la TDT incluye seis periodos trianuales revisables, en el que se combinan, para cada periodo y en forma progresiva, la presencia y Réplica Digital de las transmisiones en las actuales coberturas analógicas, es decir en el 2021 termina este proceso de transición para México, es fundamental una planeación como la que tiene estructurada México, sin embargo lo importante de esta es la firmeza que ponga el ente regulador, para que sea cumplida.

4.5.4 CONCLUSIÓN AMÉRICA LATINA

Los países de América Latina se hallan frente al reto que representa la llamada Sociedad de la Información. En este contexto en el cual el desarrollo económico y social de los países depende cada vez más de su capacidad de producir y diseminar conocimiento de manera oportuna, el debate sobre la evolución de una de las principales y más efectivas plataformas de transmisión de información la televisión adquiere una importancia que va más allá de mejorar la imagen en pantalla de las estrellas de telenovela o los astros del fútbol. Por ello, las decisiones sobre cómo implementar la radiodifusión digital reviste gran importancia no sólo para definir la evolución de esta plataforma de información presente en la gran mayoría de los hogares del continente sino también para establecer reglas generales sobre la infraestructura de comunicación y los recursos de información en América Latina.

CAPITULO V

PROPUESTA DE LA NORMA TÉCNICA PARA EL SISTEMA ISDB-T

5.1 OBJETO

Establecer las condiciones técnicas necesarias, para la implementación del Servicio de Televisión Digital Terrestre ISDB-T en el Ecuador, el mismo que debe operar en el ancho de banda de 6 Mhz.

5.2 REFERENCIAS NORMATIVAS

El ARIB (“*Association of Radio Industries and Bussinesses*”) es el organismo que se a encargado de desarrollar estándares que rigen en el funcionamiento del sistema ISDB en forma general, y también existen normas específicas para cada medio de transmisión en nuestro caso el medio de transmisión es el aire o también se le conoce como terrestre porque la señal viaja por ondas terrestres; el ARIB tiene distintos estándares para cada etapa de la transmisión desde que la señal sale del centro de producción hasta que llega a cada uno de los receptores o cajas decodificadoras de nuestros hogares, bien ahora vamos a citar los estándares involucrados en nuestro estudio.

Las normas asociadas al sistema ISDB son las siguientes:

En la etapa de la codificación fuente es decir donde nace el proceso tenemos:

ARIB STD-B32 “*Video Coding, Audio Coding and Multiplexing Specifications for Digital Broadcasting*”, El estándar STD-B32 fue desarrollado con el propósito de definir la señal ya sea de audio o video y el sistema de codificación para las mismas utilizado en el servicio de difusión digital terrestre es decir a través de ondas; se menciona mas

específicamente el formato de entrada de la señal, el sistema de codificación, el procedimiento para la compresión y transmisión de la señal, la configuración de la señal después de la codificación, también menciona las restricciones en los parámetros de codificación tanto para audio y video, adicionalmente nos habla del sistema de multiplexación, y el formato de la señal multiplexada. El sistema MPEG-2 es utilizado para la compresión de video y para la compresión del audio se basa en MPEG-AAC que es una compresión mucho mas eficiente que el actual mp3 que tantos logros consiguió.

ARIB STD-B24 “*Data Coding and Transmission Specification for Digital Broadcasting*”, Este estándar especifica un modelo de referencia que habilita la radiodifusión de datos que se lleva a cabo como parte de la difusión digital, especificada en el servicio japonés ISDB-T; aquí se menciona el sistema, el protocolo utilizado para poder desarrollar la codificación y transmisión de esta atractiva propuesta para los usuarios, también se menciona el receptor con su funcionamiento, y el proceso de presentación todas las etapas que este involucra, cabe indicar que la prestación de servicios de datos es una de las ventajas mas significativas de los servicios de difusión digital terrestres, y el servicio ISDB-T también esta dentro de ellos.

ARIB STD-B10 “*Service Information for Digital Broadcasting System*”, El estandar STD-B10, pretende darnos a conocer la información de servicios disponibles con la difusión digital terrestre, se divide básicamente en tres partes este estándar y son los siguientes: la primera se refiere a la norma operacional de construcción e identificador de la información de los servicios para la radiodifusión digital, la segunda es la construcción de los datos y definición de la información básica de la información de los servicios y finalmente la ultima es la construcción de los datos y definición de la extensión de la información de los servicios.

Ahora en la etapa de transmisión tenemos las siguientes normas:

ARIB STD-B20 “*Transmission System for Digital Satellite Television*”, En esta norma nos indica los parámetros bajo los cuales se realiza la transmisión digital de señales vía satélite,

ARIB STD-B31 “*Transmission System for Digital Terrestrial Television Broadcasting*”; Este es el estándar mas importante para nuestro caso, puesto que se refiere a todos los parámetros técnicos que intervienen en la difusión de la televisión digital,

como el esquema de codificación del canal que es donde se encuentra toda la información necesaria para comprender el funcionamiento del servicio ISDB-T, y de esta manera poder realizar combinaciones que se puede obtener entre los modos de operación 1 (8k), 2 (4k) y 3 (2k); el esquema de modulación, la tasa de código, y el intervalo de guarda, para de esta forma obtener los diseños de red mas óptimos para las diferentes aplicaciones que se les piense dar, como cubrir una zona extensa, una zona pequeña, o para la transmisión móvil o portátil.

ARIB STD-B25 “*Conditional Access of Digital Broadcasting*”, En este estándar se especifica el acceso condicional a la radiodifusión digital, también proporciona el material de referencia, una descripción del sistema, una explicación de las características técnicas del receptor, información operacional, y una descripción suplementaria de la interfase del Acceso Condicional.

ARIB STD-B21 “*Receiver for Digital Broadcasting*”, Finalmente este estándar esta relacionado al receptor, es decir al aparato que nos permite ver la imagen desde cada uno de nuestros hogares, se hace referencia a la configuración del mismo, las condiciones ambiente, las especificaciones de los receptores para la radiodifusión terrestre, el proceso que involucra para la descodificación del video, audio y las señales de entrada, nos indica también las especificaciones sobre descodificación de datos, EPG, interfaces de modulo de acceso condicional, función de comunicación bidireccional, entre otros.

5.3 TERMINOS Y DEFINICIONES

- **Televisión.**

Es un sistema de Telecomunicación, el cual nos permite transmitir imágenes con su respectivo audio, hacia una determinada región o zona.

- **Televisión Digital Terrestre.**

Es el servicio de Televisión con transmisión y recepción digital, se puede tener acceso a este servicio de dos formas, ya sea por medio de un equipo digital de televisión o a través de un aparato analógico acoplado adaptador externo que codifica las señales digitales para presentarlas conocido como STB “*Set Top Box*”.

- **Estación de Televisión.**

Es el conjunto de estudios, enlaces, transmisor, e instalaciones accesorias, necesarias para prestar un servicio de televisión en una determinada área de servicio.

- **Redes de Frecuencia Única (SFN).**

Configuración de los transmisores en el que todos transmiten a una misma frecuencia, de esta forma ahorrando significativamente el espectro radio eléctrico, la transmisión puede ser para todo un país.

- **Zona de Sombra (“Gap-Fillers”).**

Son equipos utilizados para retransmitir la señal del transmisor en la misma frecuencia en zonas que por su ubicación geográfica no logran recibir la señal original.

- **Redes de Multi Frecuencia (MFN).**

Configuración de los transmisores de forma similar a las actuales transmisiones analógicas, frente a SFN tiene la ventaja de permitir transmisiones regionales.

- **Receptores STB.**

Son equipos que se utilizan como receptores, su funcionamiento básicamente es el de recibir la señal y procesarla para poder verla en nuestros televisores analógicos, cabe indicar que los televisores digitales traen en su interior este equipo.

- **Recepción móvil.**

La recepción móvil supone que la televisión no sólo puede ser recibida en cualquier lugar, sino incluso en movimiento (como, por ejemplo, en un autobús o en un tren).

- **Formatos de programa en televisión digital.**

En el mercado tenemos 2 formatos en los que se pueden transmitir los programas de televisión estos son, SDTV (“*Standard Definition Televisión*”) que el que tenemos actualmente, y lo nuevo es la alta definición HDTV (“*High Definition Televisión*”) claro esta que el HDTV consume 4 o 5 veces mas el ancho de banda que el SDTV.

- **Programación de televisión.**

Es la señal de audio y video que contiene la información de las imágenes y sonidos que se desea transmitir hacia los usuarios.

- **Nuevos Servicios.**

Estos servicios se refieren al nuevo tipo de transmisión basado en una convergencia, donde a través de un mismo receptor ya sea PC, Celular o TV, se pueda acceder a voz, video y datos.

- **Otros Términos.**

Las expresiones y términos técnicos empleados en esta Norma y Plan que no estén definidos en este documento, en la Ley de Radiodifusión y Televisión y su Reglamento General o en otras resoluciones del CONARTEL, tendrán el significado establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

5.4 PLANIFICACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

La televisión digital terrestre, dará lugar a nuevos servicios los mismos que facilitaran una comunicación interactiva y los nuevos servicios que está involucra, pero la principal ventaja esta enfocada hacia un ahorro o una utilización más optima del espectro radioeléctrico.

Por este motivo se debe establecer una planificación de cómo vamos a utilizar el espectro radioeléctrico que tenemos disponible para transmisiones de televisión, es así que vamos a mencionar los parámetros involucrados en este tema que son: bandas de frecuencia, canalización de bandas y creación de grupos y canales como se los a dividido en la televisión analógica.

5.4.1 BANDAS DE FRECUENCIA

Las bandas de frecuencia, que se utilizaran el servicio de Televisión Digital Terrestre son las mismas que a utilizado la televisión analógica, gracias a que se podrá utilizar los mismos 6 MHz que se utilizaban por canal, quedando establecidas de la siguiente manera las bandas de frecuencia:

Tabla 5.1 Rango de Frecuencia VHF.

Rango de Frecuencia VHF		
Banda	Desde (MHz)	Hasta (MHz)
Banda I	54	72
	76	88
Banda III	174	216

Tabla 5.2 Rango de Frecuencia UHF.

Rango de Frecuencia UHF		
Banda	Desde (MHz)	Hasta (MHz)
Banda IV	500	608
	614	644
Banda V	644	686

5.4.2 CANALIZACIÓN DE BANDAS

La canalización de las bandas no es otra cosa, que distribuir las bandas que tenemos (I, III, IV, V), en canales de 6 MHz que son los que van a servir de canal múltiple, obteniendo de esta manera 12 canales en la banda VHF, y 30 canales en la UHF, en total tenemos 42 canales múltiples.

Tabla 5.3 Canales de Televisión y sus frecuencias.

Rango Frecuencias MHz	Banda	N° de Canal	Frecuencia Canal	
			Desde	Hasta
VHF 54-72	I	2	54	60
	I	3	60	66
	I	4	66	72
VHF 76-88	I	5	76	82
	I	6	82	88
VHF 174-216	III	7	174	180
	III	8	180	186
	III	9	186	192
	III	10	192	198
	III	11	198	204
	III	12	204	210
	III	13	210	216
UHF 500-608	IV	19	500	506
	IV	20	506	512
	IV	21	512	518
	IV	22	518	524
	IV	23	524	530
	IV	24	530	536
	IV	25	536	542

	IV	26	542	548
	IV	27	548	554
	IV	28	554	560
	IV	29	560	566
	IV	30	566	572
	IV	31	572	578
	IV	32	578	584
	IV	33	584	590
	IV	34	590	596
	IV	35	596	602
	IV	36	602	608
UHF 614-644	IV	37	614	620
	IV	38	620	626
	IV	39	626	632
	IV	40	632	638
	IV	41	638	644
UHF 644-686	V	42	644	650
	V	43	650	656
	V	44	656	662
	V	45	662	668
	V	46	668	674
	V	47	674	680
	V	48	680	686
	V	49	686	692

5.4.3 GRUPOS DE CANALES

A los canales que tenemos para la transmisión de la televisión, se los agrupa con un propósito que consiste en saber que canales serán utilizados para transmisiones MFN, y cuales se los utilizara en transmisiones SFN.

Cabe indicar que en las transmisiones digitales no es necesario tener canales de guarda.

Los grupos se los dan en función del rango de frecuencia al que pertenecen, y tenemos así lo siguiente.

GRUPO I.

Formado por los canales desde el 2 hasta el 13 es decir los que pertenecen a la banda I y III, son los canales del rango de frecuencia VHF (54-72; 76-88; 174-216).

CANALES GRUPO I												
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

GRUPO II.

Formado por los canales desde el 19 hasta el 41 los que pertenecen a la banda IV, y son los canales del rango bajo de UHF (500-608; 614-644).

CANALES GRUPO II																						
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

GRUPO III.

Integrado por los canales desde el 42 hasta el 49, estos canales son los pertenecientes a la banda V y son del rango alto UHF (644-692).

CANALES GRUPO III							
42	43	44	45	46	47	48	49

El Grupo III es el que se utilizara en primera etapa de esta transición hacia la televisión digital, ya que es la parte del espectro radioeléctrico que tiene menos canales concesionados en su rango de frecuencias, las transmisiones se las podrá realizar tanto MFN como SFN, eso quedara a criterio del los usuarios es decir los operadores de televisión, obviamente se sugiere utilizar redes SFN, para poder aprovechar al máximo las ventajas de esta nueva transmisión.

De la misma forma serán manejados los Grupos I y Grupo II, y se irán incluyendo poco a poco en la transición digital, que tendrá que estar presente en todas las transmisiones hasta una fecha tope que deberá ser puesta.

El Grupo I en lo posible se lo dejara reservado solo para transmisiones SFN.

5.5 AREA DE SERVICIO

El área de servicio, son las zonas a las cuales va a dar servicio un determinado canal, por este motivo se divide en zonas geográficas, estas zonas son las mismas que teníamos en las transmisiones analógicas, a continuación presentamos las zonas disponibles:

Tabla 5.4 Distribución del área de servicio por zonas geográficas.

ZONA GEOGRAFICA	DEFINICION ZONA
A	Provincia de Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro).
B	Provincias de Bolívar y Chimborazo, excepto cantón Echeandía y zona occidental de la Cordillera Occidental.
C	Provincia del Carchi.
D	Provincias de Orellana y Sucumbíos
E	Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zárate y Muisne
G1	Provincia del Guayas, subzona 1: excepto Península de Santa Elena, Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye La Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.
G2	Provincia de Guayas, subzona 2: Península de Santa Elena y Gral. Villamil.
J	Provincia de Imbabura.
L1	Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y zona occidental de la Cordillera Occidental.
L2	Provincia de Loja: cantones Loja, Catamayo y Saraguro.
M1	Provincia de Manabí, zona norte (desde Ricaurte al norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro; se incluye Muisne.
M2	Provincia de Manabí, zona sur, desde San Vicente al sur, excepto Pichincha
N	Provincia de Napo
Ñ	Provincia de Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La Troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay.
O	Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Loja.
P1	Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental (Santo Domingo y Los Bancos, P.V. Maldonado).
P2	Provincia de Pichincha, zona de Santo Domingo, incluye El Carmen, Rosa Zárate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos.
R1	Provincia de Los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental.
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.
S1	Provincia de Morona Santiago, excepto cantón Gral. Plaza al sur.
S2	Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza al sur.
T	Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental.
X	Provincia de Pastaza.
Y	Provincia de Galápagos.
Z	Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.

5.5.1 ÁREA DE COBERTURA.

El área de cobertura estará detallada con todos sus límites en el contrato de concesión que es manejado por el Estado a través de su ente y el usuario en este caso el concesionario. La cobertura se da en base de las zonas geográficas que se deseen cubrir, el concesionario podrá ampliar el área de cobertura es decir brindando el servicio a más zonas geográficas que estén disponibles, previa autorización del CONARTEL.

Básicamente existe dos tipos de área de cobertura y se los a clasificado así de acuerdo al lugar en donde se va a prestar el servicio.

- **Área de cobertura primaria.**

Es el área que corresponde a las ciudades donde se va a brindar el servicio y que tendrá una intensidad de campo igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en el área urbana.

- **Área de cobertura secundaria.**

Esta cobertura corresponde a los alrededores de las ciudades donde se va a brindar el servicio y que tendrán una intensidad de campo entre los valores correspondientes a los bordes de área de cobertura., sin rebasar los límites de la correspondiente zona geográfica.

- **Área de protección.**

La que corresponde al área de cobertura principal y secundaria, pero sin rebasar los límites de la correspondiente zona geográfica.

5.6 CANALES DIGITALES

5.6.1 ASIGNACIÓN CANALES DIGITALES

La asignación de canales para el servicio de Televisión Digital Terrestre tanto en VHF como en UHF, lo realizará el CONARTEL para cada zona geográfica, de conformidad con los grupos de canales ya explicados anteriormente, previa solicitud del interesado, el cumplimiento de los requisitos pertinentes y el informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Los solicitantes como primer paso para llegar a su concesión deberán llenar los siguientes formularios:

I. Datos generales del solicitante;

II. Plan de negocios que deberá contener como mínimo, los siguientes apartados:

a) Descripción y especificaciones técnicas:

b) Programa de cobertura;

c) Programa de Inversión;

d) Programa Financiero, y

e) Programa de actualización y desarrollo tecnológico.

III. Proyecto de producción y programación;

IV. Constituir garantía para asegurar la continuación de los trámites hasta que la concesión sea otorgada o negada.

Cuando los solicitantes pasaren del primer paso, es decir se le aprobara la petición se le entrega un contrato de concesión o permiso el mismo que deberá incluir como mínimo lo siguiente:

I. El nombre del concesionario o permisionario;

II. El canal asignado;

III. La ubicación del equipo transmisor;

IV. La potencia autorizada;

V. El sistema de radiación y sus especificaciones técnicas;

VI. El horario de funcionamiento;

VII. El nombre, clave o indicativo;

VIII. Término de su duración;

IX. Área de cobertura;

X. Las contraprestaciones que, en su caso, el concesionario se hubiere obligado a pagar como consecuencia de la licitación pública es decir el valor de la frecuencia otorgada, de acuerdo a los valores vigentes en el momento de la otorgación del permiso, así como las demás contraprestaciones que se hubieren previsto en las bases de la licitación del procedimiento concesionario;

XI. La garantía de cumplimiento de obligaciones, y

XII. Los demás derechos y obligaciones de los concesionarios o permisionarios.

5.6.2 CANALES ADYACENTES

Para realizar asignación de canales adyacentes a los actuales canales analógicos de un concesionario establecido en una misma zona geográfica, se lo podrá efectuar pero después de haber realizado las respectivas pruebas técnicas donde se demuestre que no habrá interferencias a los canales en operación, reafirmando con el informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones. Para estos casos, con el objeto de que no se produzcan interferencias a los canales adyacentes y a otras estaciones radioeléctricas, en el contrato de concesión se establecerán condiciones técnicas con respecto a: la potencia radiada que no podrá ser superior a 100 W (para el caso de interferencias), el diagrama de radiación de las antenas, la atenuación de señales no deseadas mediante la instalación de filtros y más dispositivos, sea en la estación de canal asignado como en las estaciones de los canales adyacentes.

Para obtener la concesión en canal adyacente a uno que esté en operación, el interesado deberá presentar la autorización de los concesionarios de los canales que estén operando, que incluyan las características técnicas y otras condiciones que se establecerán en el contrato de concesión.

5.6.3 RESERVA DE CANALES

El CONARTEL preocupado del desarrollo de la tecnología reservo 4 canales en la norma analógica, estos son el 19, 20 48 y 49, los mismos que están libres a nivel nacional, y podrían servir para comenzar las pruebas de la transición hacia la televisión digital.

Pero como se aprecia debemos ser prudentes y conservar canales para futuras aplicaciones y poder realizar las respectivas pruebas, ya que para no quedarnos fuera de los avances que involucra la televisión digital, no podemos descuidar la recepción móvil y portátil que será importante que los concesionarios la implementen.

Es importante establecer los periodos que durará cada etapa de la transición para que las frecuencias de los canales que queden libres se las vaya devolviendo al CONARTEL ya sea para su rehusó o para que se los pueda utilizar en los nuevos servicios de Telecomunicación.

5.7 SISTEMA DE TRANSMISION

El sistema utilizado para las realizar las transmisiones de televisión digital en el Ecuador es el estándar ISDB-T, es de origen japonés y sus características son las establecidas por la ARIB.

5.7.1 CONFIGURACIÓN GENERAL

El sistema ISDB-T, puede combinar sus parámetros de operación y así nos puede dar ventajas en cuanto a cobertura, recepción móvil o fija, a continuación se detallan los parámetros de operación de este estándar.

Tabla. 5.5. Parámetros de operación del sistema ISDB-T.

Modulación	DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Espaciamiento entre portadoras	modo 1 (4Khz), modo 2 (2Khz), modo 3 (1Khz)
Numero de portadoras	modo 1: 2k – 1405 modo 2: 4k – 2809 modo 3: 8K – 5617
Ancho de banda	6Mhz, 7Mhz, 8Mhz
Proporción intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Tasa de código interno	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

La selección de los parámetros apropiados para nuestro territorio, debe ser tomada por el CONARTEL luego de realizar las pruebas de campo correspondientes, donde se

puede observar que parámetros nos ofrecen un mejor desempeño para la transmisión hacia receptores fijos.

Se puede utilizar un sistema con las siguientes características que trabajo bien en las pruebas realizadas en Brasil, y sería útil para su implementación en el Ecuador, pero puede tener variaciones dependiendo las necesidades del concesionario.

Ancho de Banda 6 MHz.

Intervalo de guarda 1/16.

Portadora 8k.

FEC (tasa de código) $\frac{3}{4}$.

Modulación 64 QAM

Tasa de transmisión 19.33Mbps.

5.7.2 COMPRESION DE AUDIO Y VIDEO

Para la compresión de audio se utiliza MPEG-2 AAC, que es un sistema de punta superior al conocido MP3, y para la compresión de video también se utiliza MPEG, estos sistemas se detallan en el estándar STD-B32 del ARIB (“*Association of Radio Industries and Businesses*”).

5.8 PROTECCION DE LAS TRANSMISIONES

Es importante para que una norma cumpla con todos los objetivos, limitar algunos parámetros, en especial si son parámetros involucrados directamente en las transmisiones y sus interferencias, por dicho motivo a continuación citamos los parámetros y los valores en los que deben mantenerse para obtener una señal óptima en cada uno de nuestros receptores.

5.8.2 INTENSIDAD DE CAMPO MÍNIMA A PROTEGER

Para determinar este parámetro es importante tomar en cuenta dos opciones o zonas de cobertura es así que tomaremos en cuenta los parámetros que debemos tener en el área de cobertura primaria y el área de cobertura secundaria.

- Área de cobertura primaria.

Para la recepción en esta zona, se considero una antena típica ubicada a una altura de 1,5 metros por encima del segundo nivel de un edificio. En la tabla siguiente se indica los resultados de la intensidad de campo mínima para esta zona:

Caso 1. COFDM FEC 2/3.

Tabla. 5.6. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura primaria con FEC 2/3.

Parámetro	Banda I	Banda II	Banda IV y V
Factor de ruido receptor (dB)	10		
C/N requerido (dB)	17		
Intensidad de campo mínima (dB μ V/m)	54	58	65

Caso 2. COFDM FEC 3/4.

Tabla. 5.7. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura primaria con FEC 3/4.

Parámetro	Banda I	Banda II	Banda IV y V
Factor de ruido receptor (dB)	10		
C/N requerido (Db)	19		
Intensidad de campo mínima (dB μ V/m)	56	60	67

- Área de cobertura secundaria.

El modelo considerado para la recepción en la zona secundaria se considera un dispositivo típico, que comprende una antena exterior a una altura de 10 metros sobre el suelo, Obteniendo los siguientes datos para la intensidad de campo mínima en esta zona:

Caso 1. COFDM FEC 2/3.

Tabla. 5.8. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura secundaria con FEC 2/3.

Parámetro	Banda I	Banda II	Banda IV y V
Factor de ruido receptor (dB)	10		
C/N requerido (dB)	17		
Intensidad de campo mínima (dB μ V/m)	35	38	42

Caso 2. COFDM FEC 3/4.

Tabla. 5.9. Intensidad de campo mínima a proteger en la cobertura secundaria con FEC 3/4.

Parámetro	Banda I	Banda II	Banda IV y V
Factor de ruido receptor (dB)	10		
C/N requerido (dB)	19		
Intensidad de campo mínima (dB μ V/m)	37	40	44

5.8.2 RELACIONES DE PROTECCIÓN SEÑAL DESEADA/SEÑAL NO DESEADA

La relación de protección se considera en 4 escenarios, el de analógico se conserva según la norma técnica analógica, para el caso de los otros 3 casos se a considerado para CODFM FEC 2/3 y FEC 3/4, mostrándose en la tabla los valores mínimos de estas relaciones.

Tabla. 5.10. Relación protección señal deseada/señal no deseada.

Canal Interferente	Índice	Analógico Analógico	Digital Analógico	Analógico Digital	Digital Digital
Vecino Inferior	N-1	-6	-11,5 (a)	-34,8	-28,7
			-9 (b)		
Canal Común	N	+28	+32,8 (a)	+5,6	+18,1
			+37,4 (b)		
Vecino Superior	N+1	-12	-14,7 (a)	-34,3	-26,7
			-9,3 (b)		

Nota: Se toman en cuenta dos parámetros respecto a la degradación de la interferencia (a) Grado 3 ligeramente perceptible; (b) Grado 4 perceptible pero no molesto.

5.8.3 PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIAS

Previa a la operación de una estación nueva de televisión digital, con una comisión de auditoria del CONARTEL se efectuaran pruebas, con el objeto de verificar que el funcionamiento sea el optimo, y se de cumplimiento de las condiciones establecidas en la presente Norma Técnica así como también a los parámetros técnicos de los contratos de concesión.

5.9 CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES TRANSMISORAS

Las estaciones transmisoras deben cumplir con ciertas normas, para poder mantener todo lo expuesto en esta norma, así tenemos lo siguiente.

5.9.1 POTENCIA RADIADA MAXIMA

La potencia radiada máxima de una estación de televisión de VHF o UHF, será aquella que genere una intensidad de campo que no sobrepase el valor de intensidad de campo mínima a proteger en los límites de la respectiva zona geográfica, que cumpla con las relaciones de protección de señal deseada / señal no deseada de esta Norma y Plan y prevalecerá a aquellas determinadas en el estudio de Ingeniería y en el contrato de concesión.

5.9.2 DISTANCIA MINIMA ENTRE ESTACIONES

La distancia mínima entre estaciones transmisoras, estará determinada por el cumplimiento de las relaciones de protección para co-canal y canal adyacente para las señales de imagen y de sonido en el borde del área de cobertura.

5.9.3 GAP FILLERS

Cuando existan lugares dentro de una zona de cobertura pedida por algún concesionario, y que por su condición geográfica no pueda recibir la señal de la estación, se podrá utilizar “*Gap-Fillers*” o zonas de relleno, siempre y cuando no causen interferencias con las zonas adyacentes.

5.10 FRECUENCIAS AUXILIARES

Las frecuencias para los enlaces estudio-transmisor, entre repetidoras y más frecuencias auxiliares que se requieran para el servicio de televisión, se asignarán bandas destinadas para frecuencias auxiliares del servicio de televisión, indicados en el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.

Las frecuencias principales del servicio de televisión no podrán ser utilizadas para enlaces.

5.11 ESTUDIOS Y PROGRAMACION

5.11.1 TIPO DE ESTUDIOS Y PERMISOS

Estudios principales.

Es el área física cubierta y equipada con cámaras, micrófonos, grabadoras y reproductoras, consolas de edición y operación, equipos de enlace, más equipos e instalaciones, desde el cual se origina la programación de televisión, que es transmitida por la estación de televisión matriz y recibe la contribución de los estudios secundarios, móviles o asociados.

Estudios secundarios.

Son aquellos localizados dentro de una de las áreas de cobertura, que pueden funcionar con carácter permanente o temporal y están destinados a programación específica. Estos estudios podrán acceder a enlaces para sus transmisiones.

Estudios móviles.

Los que emiten programación con equipos instalados en vehículos o en sitios específicos del territorio nacional, tienen programación de carácter ocasional y utilizan como enlaces frecuencias auxiliares, satelitales u otros sistemas.

Para operar estudios secundarios o móviles se requiere autorización expresa del CONARTEL. Estos estudios son parte del sistema de televisión y se los incluirá en los contratos de renovación de Concesiones de Frecuencias y Autorizaciones de Operación.

5.11.2 PROGRAMACION

Es la señal de audio y video que contiene la información de sonido e imágenes que se desea transmitir. La programación deberá ser transmitida de acuerdo al tipo de programa ya que se debe observar según el horario el tipo de televidente, se cuidara la publicidad hacia productos que inciten a vicios y se la restringirá. La televisión a través de su programación, debe tratar de fomentar los 4 puntos siguientes:

I.- Afirmar el respeto a los principios de la moral social, la dignidad humana y los vínculos familiares;

II.- Evitar influencias nocivas o perturbadoras al desarrollo armónico de la niñez y la juventud;

III.- Contribuir a elevar el nivel cultural del pueblo y a conservar las características nacionales, las costumbres del país y sus tradiciones, la propiedad del idioma y a exaltar los valores de la nacionalidad ecuatoriana.

IV.- Fortalecer las convicciones democráticas, la unidad nacional y la amistad y cooperación internacionales.

5.12 DISPOSICIONES GENERALES

Las características técnicas que no se establecen en la presente Norma y Plan, se sujetarán a lo que al respecto establecen las normas de la UIT y complementariamente la ARIB, en lo que fuere aplicable al tenor de lo establecido en la presente norma.

En los contratos de renovación de concesiones de frecuencias se incluirán todas las concesiones de frecuencias (estudios fijos, móviles, cambios de frecuencias, etc.) y autorizaciones que se hayan otorgado, a fin de que éste se constituya en un único contrato de Concesiones de Frecuencias y Autorizaciones de Operación a esa fecha y válido por los siguientes diez años.

La operación de estaciones terrenas de recepción de señales satelitales, deberá notificarse a la Superintendencia de Telecomunicaciones, indicando características técnicas y ubicación. En los contratos de renovación se incluirán las estaciones notificadas.

5.13 DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Las estaciones de televisión que se encuentran operando en frecuencias VHF y/o UHF que no correspondan a los grupos de asignación que se indican en la presente norma y plan, y/o que utilicen canales de televisión como enlaces (traslación de frecuencias), tendrán los siguientes plazos, a partir de la expedición de la presente norma, para realizar el cambio de frecuencia en el primer caso y/o para operar con enlaces en las bandas asignadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones:

- Hasta cuatro años en estaciones que sirvan a capitales de provincia.
- Hasta seis años en estaciones que sirvan a cabeceras cantonales, excepto las de las provincias orientales y Galápagos.
- Hasta ocho años para las de las provincias orientales y Galápagos.

Los concesionarios podrán solicitar al CONARTEL, la ampliación de plazo hasta por un año, la misma que deberá ser analizada y resuelta por este Organismo mediante resolución motivada.

La Superintendencia de Telecomunicaciones podrá recomendar la asignación de canales adyacentes, con un informe técnico, para el caso de estaciones existentes en los casos en que así lo amerita, durante el período inicial del reordenamiento de frecuencias (2 años).

5.14 PREVALECIENCIA

El presente documento prevalecerá sobre cualquier otro que se le oponga.

5.15 VIGENCIA

La presente norma y plan entrarán en vigencia a partir de la fecha de su publicación en Registro Oficial.

CAPITULO VI

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA MIGRACIÓN AL SISTEMA ISDB-T

6.1 GENERALIDADES

La migración hacia la TDT, supone un impacto económico en los radiodifusores ya que deberán invertir en una infraestructura completamente nueva, y en conjunto con sus departamentos de mercadeo deberán ver la forma mas llamativa para ofrecer servicios que interesen a los clientes y de esta manera recuperar los recursos invertidos en el menor tiempo posible; para los clientes también significa una inversión alta que al principio no contara con todos los servicios que promocionan la TDT, mas bien estará enfocada a mejoras en la imagen y al audio que para la mayoría de las personas de condición media a baja no son mejoras significativas por el valor que tienen que desembolsar para adquirir un equipo nuevo, sin embargo en los años posteriores se podrá recibir todos los servicios adicionales de la TDT y en consecuencia los precios de los receptores deben estar mas accesibles para el publico en general, para lograr una penetración masiva.

Nosotros como país latinoamericano debemos estar pendientes de lo que ocurre a nuestro alrededor, con los países vecinos ya que seria fundamental escoger entre todos los países de Latinoamérica un mismo estándar puesto que los fabricantes de equipos producirían regionalmente y los equipos tendrían un valor más conveniente. Actualmente no se puede llevar a cabo una decisión conjunta porque Argentina ya opto prematuramente por ATSC actualmente se encuentran estudiando esta decisión, y recientemente Brasil escogió el ISDB-T, Brasil siendo unos de los países que mas receptores de TV tiene en el mundo necesitara industrias locales para la fabricación de receptores en forma masiva, he aquí nuestra oportunidad de aprovechar decisiones conjuntas si optamos por el mismo estándar podremos recibir receptores posiblemente mas económicos y también podremos

seguir los pasos con los que Brasil logre la implementación de la TDT. Cabe indicar que los tres estándares ATSC, DVB-T e ISDB-T, funcionan bastante bien y las principales diferencias que en su momento son debilidades de uno u otro sistema con el avance de la tecnología son superadas rápidamente y se les agrega nuevos beneficios día a día.

La decisión que sea tomada en el Ecuador, no debe ser enfocada solo a las ventajas de uno u otro sistema porque estas son relativas con el pasar del tiempo, sino que debe ser enfocada también a mercados de equipos ya sea por compras masivas para el mercado latinoamericano o la creación de industrias en países vecinos que mejoren los costos que es básicamente lo que interesa al usuario final es decir tener variedad de modelos y no los mas costosos ya que esto podría desembocar en que la transición quedase estancada, respecto a la calidad es prácticamente la misma porque los fabricantes son los mismos.

Muchos factores influirán el desarrollo y evolución de la transmisión digital de televisión, desde el apoyo que reciba por la sociedad y el ente regulador; las inversiones que sean realizadas por los operadores o concesionarios para brindar una cobertura similar a la que tenemos con las señales analógicas; la creación de un mercado masivo de receptores con variedad técnica y económica; las nuevas industrias que involucran para el desarrollo de los nuevos servicios.

Existen 2 opciones de formato que se pueden utilizar en la transmisión de imágenes, la primera es el SDTV o conocido como estándar que permite un ahorro del espectro radioeléctrico ya que se puede utilizar el canal múltiple (varios programas simultáneos), los equipos tienen un valor menor; y la segunda que tenemos es el formato HDTV conocido como el de alta definición que ocupa mas recursos y los equipos son mas costosos, sin embargo su ventaja radica en la calidad de imagen.

Un cambio como el que implica la digitalización de la señal televisiva abrirá la puerta a una nueva oferta de servicios y contenidos que, sin duda, modificará el mercado actual. Ello no sólo requerirá que los distintos agentes implicados en este cambio tecnológico creen inversiones para la adaptación a esta tecnología, sino que además deberán proceder a la redefinición de su modelo de negocio.

6.2 SITUACION PARA EL ORGANISMO REGULADOR

El organismo regulador del Ecuador, deberá tomar acciones sobre esta nueva tecnología para la transmisión digital de televisión terrestre, ya que como se ha mencionado es un sistema que tiene más servicios para los usuarios y con nexos hacia otras plataformas (PC, teléfono celular) para lograr la convergencia.

En primera instancia se debe revisar los contratos de concesión ya que principalmente se deben revisar las tarifas que tendrán cada uno de los 4 canales que forman el canal múltiple una de la mayores ventajas de este sistema que ocasiona el ahorro del espectro radioeléctrico, o en su defecto se debería establecer un precio para todo el canal múltiple; respecto a los nuevos servicios estos van a generar un lucro y el ente regulador debería buscar la manera de que el canal entregue un porcentaje de los ingresos recibidos por los nuevos servicios.

En lo referente a la cobertura, tenemos que considerar dos tipos de frecuencia que podrán ser solicitadas por los concesionarios y estas están divididas por el área de operación que podría ser regional de acuerdo a las zonas geográficas vigentes en el país o en su defecto podría ser de uso nacional, para estos dos tipos de transmisión se debe tener un valor diferenciado dependiendo de las zona o de las zonas geográficas donde se le permita transmitir a un canal.

El ente regulador debería ver la posibilidad de facilitar frecuencias, para que los canales comiencen su operación y puedan transmitir por estas durante un determinado tiempo, para luego definir su situación y solicitar la concesión y permisos necesarios para poder transmitir definitivamente, del apoyo que le sea dado en el comienzo dependerá mucho el éxito que tengamos en el futuro en este tipo de transmisión, que como es de conocimientos de todos nos dará múltiples beneficios, que están orientados hacia una convergencia de las telecomunicaciones.

Posiblemente con las transmisiones a través de un canal múltiple de varios programas que pertenezcan a distintas operadoras, nace un nuevo parámetro que es necesario se le de un lineamiento y se refiere de manera especifica el valor que podrá cobrar el Gestor Múltiple a cada uno de los canales o programas, es muy importante poner valores o porcentajes de referencia sobre los cuales deberán tener entendimientos los canales y el gestor múltiple.

En lo que se refiere a la interactividad y para que sea aprovechada de mejor manera se necesitan canales de retorno, por este motivo no podemos descuidar una regulación a este particular ya que podrían existir empresas que se dediquen exclusivamente a este tipo de servicio.

El ente regulador como representante del Estado, deberá analizar una forma de apoyar al desarrollo de la TDT y a partir de esta lograr un desarrollo masivo de esta nueva transmisión de televisión, si bien es cierto la TDT trae varias ventajas pero no todas estarán disponibles desde el comienzo de la migración; he aquí la necesaria intervención del ente regulador para que fomente o subsidie a los usuarios el cambio de sus receptores analógicos por receptores digitales, a pesar de tener como principal ventaja la mejora de la calidad y del audio que en muchos hogares talvez no sea suficiente para justificar la inversión que requiere un receptor para este nuevo sistema de transmisión.

6.3 ACTORES ECONOMICOS QUE INTERVIENEN EN LA TDT

El proceso de la TDT es muy completo ya que depende de distintas industrias ya que se debe considerar el proceso desde que se realiza la señal en el centro de producción hasta cuando llega al televidente, tomando en cuenta que los radiodifusores deben ofrecer un servicio bueno, variado y atractivo a los televidentes, por este motivo se ve necesaria la necesidad de explicar cada uno de estos actores.

6.3.1 EMPRESAS PRIVADAS

- **Industria de contenidos**
- **Canales de televisión privados**
- **Fabricantes y desarrolladores de aplicaciones**
- **Gestor de múltiplex**
- **Gestor de interactividad**
- **El difusor de la señal de TV**

6.3.2 PRINCIPALES FUENTES DE FINANCIACIÓN

- **Ingresos por publicidad**

En las transmisiones analógicas, los ingresos por la publicidad transmitida entre programas a sido la principal fuente de financiación de los canales privados de televisión que se transmiten en forma abierta, cabe indicar que el costo de esta publicidad esta sujeto al horario (hora, día) y su tiempo de transmisión, la publicidad en la TDT continuara con su papel.

- **Ingresos por programas pagados.**

Ingresos que provienen de la emisión de programas de pago básicamente esta orientado a recibir un programa o alguna transmisión en especial para la cual nosotros tenemos que cancelar un valor, tenemos dos formas de recibir esto y son las siguientes.

-Pago por ver PPV (*“paid per view”*).- Tiene un horario prefijado, y una lista de canales disponibles, y la transmisión es continua.

-Video bajo demanda VOD (*“video on demand”*).- Es video en el televisor, como rentar una película sin necesidad de salir de casa y sin multas por devolver tarde las películas.

6.3.3 PRINCIPALES FUENTES DE FINANCIACIÓN NUEVAS CON LA TDT

- **Comercio electrónico.**
- **Prestación de servicios.**

6.3.4 COSTOS DE ESTE CAMBIO TECNOLÓGICO

- **Costo de red.**
- **Costos de los contenidos.**
- **Costos de los equipos de recepción.**

6.4 SITUACION PARA LOS RADIODIFUSORES

La TDT como he insistido en todo este proyecto tiene múltiples ventajas frente a las transmisiones analógicas, sin embargo debemos tomar en cuenta que el costo para los radiodifusores es inicialmente alto, ya que involucra un cambio de equipos desde la generación de la señal digital en el estudio hasta los transmisores; toda esta inversión debe ser asumida por el radiodifusor; y adicionalmente el usuario que desee recibir esta señal deberá comprar un receptor para este tipo de tecnología y con las ventajas iniciales de la TDT quizás no existirá muchos usuarios, posiblemente le toque a la empresa radiodifusora asumir los costos de mantenimiento de la nueva red.

Los radiodifusores también deben tomar en cuenta las transmisiones simultaneas es decir que se debe ofrecer paralelamente la programación en el sistema actual analógico y también en la nueva tecnología digital, esto involucra un gasto mayor dentro de los radiodifusores ya que la edición del programa no es la misma y se debe invertir en las dos; pero esto es fundamental para incentivar a los usuarios a que opten por comprar un equipo receptor digital.

Los nuevos servicios deben ser tomados en cuenta por los radiodifusores para irlos insertando paulatinamente dentro de las opciones que se ponen a disposición del usuario ya que servicios como el comercio electrónico, la posibilidad de navegar en Internet, la opción de recibir programación especial o de estreno a través de “pago por ver”, o “video bajo demanda”, tomando en cuenta que los valores que se facturen por este servicio no debe ser elevado para que la mayoría de personas en algún momento accedan a estos servicios.

- **Costo para los estudios.**

En la tabla 6.1 se mencionan los costos de los ítems más representativos.

Tabla. 6.1. Equipos para un estudio de televisión.

ITEM	VALOR USD.	
	SDTV	HDTV
Cámara	45.000,00	65.000,00
Switcher	150.000,00	200.000,00

Cabe indicar que en un estudio se utilizan por lo menos 3 cámaras siendo lo óptimo contar con mínimo 4, y un switcher, bien si consideramos canales a nivel nacional por lo menos tienen dos estudios en todo el territorio, entonces la inversión quedaría de la siguiente forma como se muestra en la tabla 6.2, sumando un 10% adicional para cualquier otro equipo o infraestructura que se considere necesaria.

Tabla. 6.2. Costo de tener estudios a nivel local y nacional.

Tipo de Canal	SDTV	HDTV
Local	\$ 363.000,00	\$ 506.000,00
Nacional	\$ 726.000,00	\$ 1.012.000,00

- **Costo de la red.**

En la distribución de la red tenemos tres partes fundamentales luego que el programa sale del estudio este se dirige al codificador MPEG-2 donde se forma el flujo de transporte MPEG-2 TS, que posteriormente pasa al modulador de ISDB-T el que se encarga de la codificación del canal para que finalmente pase a un transmisor y su respectivo filtro y pueda viajar a través del aire a nuestros hogares.

Codificación MPEG-2

Tabla. 6.3. Costo del Codificador MPEG-2.

Codificador MPEG-2	
Descripción	Valor Aproximado USD.
Muestreo 4.2.0 en tiempo real Entradas análogas o digitales de audio o video Salida: MPEG-2 TS Capacidad: 1 Video + 2 Audio	18.000,00
Muestreo 4.2.2 en tiempo real Entradas análogas o digitales de audio o video Salida: MPEG-2 TS Capacidad: 1 Video + 2 Audio	33.000,00
Muestreo 4.2.2 en tiempo real Entradas análogas o digitales de audio o video Salida: MPEG-2 TS Capacidad: 1 Video + 6 Audio	41.000,00
Muestreo 4.2.0 en tiempo real Entradas análogas o digitales de audio o video Salida: MPEG-2 TS Capacidad: 4 Video + 8 Audio	50.000,00

Modulación ISDB-T

Tabla. 6.4. Costo del Modulador ISDB-T.

Modulador ISDB-T	
Características	Valor Aproximado USD.
Modulador Digital profesional COFDM Opera en MFN o SFN Entrada serial para MPEG-2 TS Versión Básica Salida IF	30.000,00

Transmisión.

Tabla. 6.5. Costo del Transmisor en las bandas VHF y UHF.

Transmisor				
Potencia	Estado Sólido		Tubo	
	Banda III 174 - 230 MHz.	Banda IV/V 470 - 860 MHz.	Banda III 174 - 230 MHz.	Banda IV/V 470 - 860 MHz.
	Valor Aproximado en USD.			
10W	9.800,00	9.800,00	-	-
280W	38.000,00	-	-	-
400W	-	64.500,00	-	-
500W	80.500,00	79.900,00	33.750,00	32.300,00
1000W	-	147.000,00	-	-
1500W	206.000,00	201.000,00	77.000,00	76.000,00
3000W	391.000,00	380.000,00	110.000,00	107.000,00

Para la utilización de las redes de frecuencia única, es necesario colocar un adaptador de SFN en cada modulador y el costo de este adaptador es de aproximadamente USD. 31.000,00.

- **Ingresos por publicidad.**

Este es básicamente el único ingreso que tenemos en la televisión digital, en su comienzo, cuando se logre liberar el espectro radioeléctrico con el apagón analógico tendremos más ventajas.

Los valores que rigen por temas de publicidad en nuestro país de manera general son los siguientes:

Tabla. 6.6. Costo de las cuñas televisivas.

Por la transmisión de 30 cuñas (valor aproximado USD.)		
Tipo Programa	20 segundos	30 segundos
Series Infantiles	1.320,00	1.980,00
Telenovelas Lunes-Viernes Películas fin de semana	1.800,00	2.700,00
Telenovelas Lunes-Viernes Series Fin de Semana	1.920,00	2.880,00
Series Lunes-Domingo Especiales Periodísticos.	2.160,00	3.240,00

Como se observa en este cuadro el valor mas alto que podría tener un comercial de 30 segundos es aproximadamente USD. 108,00 pero existen casos muy especiales como por ejemplo con la realización del mundial en el año 2006, pasar un comercial entre la transmisión mundialista tenia un costo superior a los USD 700,00 este dato lo acoto solo para tener una referencia, cabe indicar que el comercial salía al aire en las tres cadenas que transmitían el mundial.

6.5 SITUACION PARA LOS TELEVIDENTES

Uno de los actores principales en este proceso es el usuario final del servicio o televidente, que es la persona para la cual se esta realizando este servicio y de la cual depende directamente el tiempo que dure la transición hacia una televisión 100% digital.

Si bien es cierto, la televisión digital tiene significativas ventajas como por ejemplo:

- Mejor aprovechamiento del espectro y aumento de canales
- Mejor calidad de imagen y sonido
- Menores costos de distribución y recepción
- Posibilidad de prestar servicios interactivos
- Recepción portátil y móvil

Pero las dos últimas no serán aprovechadas mientras no se tenga disponible el espectro en su totalidad, es decir cuando se haya realizado el apagón analógico aproximadamente durará entre unos 15 años desde que comience la transición.

El televidente deberá realizar una inversión para aprovechar la ventaja potencial que se relaciona a la mayor calidad de imagen y sonido, esta inversión se puede hacer para obtener varios tipos de receptores pueden ser las cajas decodificadoras STB, televisor digital, o receptores mediante USB que se conecten al PC, adicionalmente indicamos antenas que podrían ser de utilidad para el usuario según el caso; a continuación presentamos un listado con los equipos presentes en el mercado con sus respectivos valores.

Televisor.



Figura. 6.1. Televisor digital

Dentro de televisores tenemos los siguientes:

Tabla. 6.7. Lista de televisores digitales.

Marca	Modelo	Tamaño	Ranking 1-5	Precio (Usd.)	HDTV	Característica
Boman	BOM03TV305	8"		287,00	Si	LCD
Hitachi	42HDM12	42"	5	1708,00	Si	Plasma
Hitachi	CMP4211	42"	3	1848,00	Si	Plasma
Samsung	HLP5063	50"	5	1430,00	Si	DLP
Samsung	HL-P4674W	46"	4	1615,00	Si	LCD
Samsung	LN-S2351W	23"	5	744,00	Si	LCD
Sony	KLV40U100M	40"	5	1890,00	Si	LCD

Como podemos observar en la tabla 6.7, adquirir un televisor que nos permita la recepción de la televisión digital es muy costoso, y analizando la situación de nuestro país muy pocas personas optarían por un equipo de estos, y en lugar de ayudar a una aceptación

masiva estos equipos limitarían la transición, es por este motivo que existen otras formas mas económicas de recibir la señal digital.

Las principales características de los televisores digitales son las siguientes:

- Permiten recibir señales en los distintos formatos tanto SDTV y HDTV.
- Compatibilidad con las guías electrónicas (EPG).
- Algunos ofrecen la relación de pantalla 4:3 y también 16:9.
- Compatibilidad con el audio para aprovechar al máximo esta prestación.
- Funcionan en bandas VHF y UHF.

Decodificadores.



Figura. 6.2. Modelo de una caja decodificadora

Algunas STB o cajas decodificadoras que podemos nombrar son las mencionadas en la Tabla 6.8:

Tabla. 6.8. Lista de STB o cajas decodificadoras.

Marca	Modelo	Canales	Disco Duro	Precio (Usd)	EPG	HDTV	Sintonizador
DigiQuest		1000	40	156,21	Si	Si	1
Ángel	DTT6000i	1000	-	218,44	Si	Si	1
Mvision	F-8080T	7000	-	120,65	Si	Si	1
RIMAX	TDT 5500	-	160	212,75	Si	Si	2
Topfield	TF5800T	2000	160	648,97	Si	Si	2
Yamada	3000	600	80	252,73	Si	Si	2

Comparando los valores de las STB con los de los televisores digitales se nota una gran diferencia, a mi criterio para comenzar las transición hacia lo digital se debería impulsar que esta sea a través de STB que tienen un precio mas accesible a los

televidentes, y posteriormente cuando se haya masificado la producción de los televisores y por consiguiente su precio haya bajado, algunas personas podrán optar por adquirir uno de estos.

Las principales características de estos decodificadores son las siguientes:

- En su totalidad son compatibles con MPEG-2 y los más recientes ofrecen compatibilidad con MPEG-4, el cual no brinda una mejor compresión que el conocido MPEG-2.

- Son decodificadores de audio multiformato.

- Los que tienen 2 sintonizadores ofrecen la posibilidad de observar un programa mientras estamos grabando un programa transmitido por otro canal.

- Facilidad de presentar los formatos de video tanto SDTV y HDTV.

- Muchos ofrecen la actualización del software automáticamente.

- Se puede ordenar los canales por varios parámetros como son: numero, alfabéticamente, TV o radio.

- Contienen guía de programas electrónica (EPG).

- Funcionan en VHF como en UHF.

- No todos operan en 6, 7 y 8 MHz, es importante observar esto en especial cuando llevamos un receptor de un país a otro.

Tarjetas.

Tenemos dispositivos que permiten recibir la señal de televisión digital, en nuestro PC ya sea conectándolas mediante USB o PCI, tenemos una diversidad de tarjetas que nos ofrecen similares características a las que tenemos con televisores o STB, y sus precios oscilan desde USD. 70, cabe indicar que muchos de estos son utilizados para la recepción móvil, en la Fig. 6.3 podemos ver la recepción de televisión digital con conexión USB a la PC y el costo de cualquiera de los dos que mostramos es USD. 95:



Figura. 6.3. Receptor de televisión digital USB.

En la Fig. 6.4 se aprecia una tarjeta para conexión de televisión digital a través de PCI, esta tarjeta tiene un valor de USD. 150



Figura. 6.4. Tarjeta PCI televisión digital.

Antenas.

Para finalizar los gastos que debe realizar un televidente, se debe incluir una antena para que realice la recepción de la señal, dependiendo del lugar donde se encuentre.

La Figura. 6.5. no muestra la antena UHF 43 elementos; la linealidad de su ganancia la hacen recomendable en áreas donde haya dispersión de canales y las señales sean débiles. Ganancia 15 dBi. Precio USD. 105.

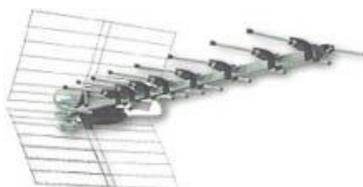


Figura. 6.5. Antena UHF 43 elementos

En la Figura. 6.6. tenemos una antena UHF para recepción difícil de 90 elementos; La ganancia es 18 dBi desarrollo nueva generación de antenas terrestres de muy alta ganancia y gran directividad, para zonas de difícil recepción de las señales digitales. Tienen un comportamiento excepcional para la recepción de canales altos en la banda UHF. Precio USD. 155.

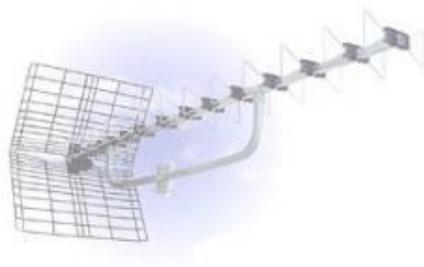


Figura. 6.6. Antena UHF recepción difícil 90 elementos.

La Antena interior para TV Digital Terrestre se observa en la Figura. 6.7., entre sus características tenemos: Valor Ganancia 22 dB Peso 350 g. Antena activa de interior (VHF y UHF) para TV digital y analógica terrestre. Polarización horizontal y vertical. Precio USD. 95.5.



Figura. 6.7. Antena interior para TV Digital Terrestre

La última antena que mencionare esta en la Figura. 6.8. y es la antena de televisión digital extra plana, está es una antena interior electrónica con un diseño especial para recibir la señal digital terrestre en el comedor de su casa. Precio USD. 94.



Figura. 6.8. Antena de televisión extra plana.

En resumen el televidente para estar en el mundo de la televisión digital, necesita hacer una inversión entre 300 y 500 dólares, cabe indicar que estamos tomando la forma más económica es decir adquiriendo un STB; ya que si se desea adquirir el Televisor digital los costos se deben multiplicar por 3 o 4 veces.

6.6 ANALISIS COSTO BENEFICIO DEL ESTANDAR ISDB-T

La incursión en una nueva tecnología conlleva algunos aspectos que deben ser tomados en cuenta antes de terminar con éxito la implementación, en el caso del Ecuador la implementación de la TDT, genera decisiones a distintos actores, por una parte tenemos el ente regulador que no puede descuidar las leyes que deben regir esta nueva tecnología y sus nuevos servicios, tenemos los parámetros técnicos que van de la mano con los económicos y aquí la decisión del radiodifusor en ver su estrategia para entrar al mercado que puede ser de dos formas: la primera en forma paulatina tomando en cuenta la distribución por zonas geográficas que tenemos en el Ecuador, y la segunda para algún radiodifusor que le interesa atacar a los televidentes en forma nacional.

El aspecto social esta relacionado directamente con el éxito de la TDT, si desde los comienzos se logra captar usuarios a los cuales se les ofrezca receptores al alcance de sus bolsillos para que ellos adquieran estos nuevos equipos; si bien es cierto cuando una tecnología recién sale al mercado todos los equipos que esta involucra son costosos pero con el pasar del tiempo los costos van disminuyendo tenemos así el caso de la televisión analógica inicialmente, y posterior a ella el paso del blanco y negro al color.

Se debe estar concientes que la inversión mas fuerte es para el radiodifusor, y es una inversión no recuperable en el corto plazo, pero con el pasar de unos años si se planifica ahora bien todos los servicios que se desea prestar podrá ser una fuente que genere ingresos muy importantes para el radiodifusor con todos los servicios que se pueden

ofrecer a través de esta nueva tecnología, que esta enfocada en el futuro a la convergencia de las telecomunicaciones, tanto en plataformas como en equipos.

El primer paso que se debe dar es por parte del radiodifusor es comenzar hacer pruebas pilotos con el sistema ISDB-T o en su defecto el ATSC o DVB-T la decisión depende directamente del sistema que el ente regulador establezca como oficial para ser utilizado en el Ecuador, los radiodifusores al final de las pruebas podrán optar por implementar dicho sistema en forma masiva cabe indicar que inicialmente esta implementación será limitada en cuanto a servicios ya solo nos permitirá las transmisiones digitales de televisión con las ventajas ya conocidas para el televidente una mejor calidad en la imagen y sonido, en formato 16:9 como en el cine; y las ventajas para el ahorro del espectro utilización de canales adyacentes, transmisión por un canal múltiple de 4 programas, si bien es cierto parecen ventajas limitadas para tan significativo paso, pero el resto de ventajas en especial los servicios interactivos se irán dando poco a poco con el posicionamiento de la TDT.

Es muy importante para un país como el Ecuador tomar la decisión a tiempo, para no quedarnos rezagados del mercado latinoamericano, sin embargo todos los países latinoamericanos se encuentran en fase de estudio sobre que norma escoger, excepto el caso de Argentina y Brasil, el primero escogió prematuramente el sistema ATSC de origen americano, y Brasil que a mediados del 2006 opto por el ISDB-T de origen japonés, he aquí una ventaja que nosotros podríamos aprovechar, como todos conocemos en Brasil el mercado televisivo es gigante con alrededor de 95 millones de personas que acceden a la televisión, para abastecer este mercado es imprescindible que se creen fabricas en Brasil lo cual en determinado momento podría abaratar costos para los países que estamos cerca de este gran mercado, otro aspecto es la guía y tutoría de parte del gobierno brasileño a través de su ente regulador, para llevar a cabo una exitosa implementación de esta tecnología en el Ecuador.

Como hemos visto el costo inicial para una transición de este tipo es elevada para los radiodifusores, pero esto es relativo ya que si tiene una buena aceptación tendrá un numero significativo de usuarios los cuales inducirán hacia que se utilice la publicidad a través de la TDT o en su defecto que establezca un valor por el radiodifusor para transmitir la publicidad en las dos tecnologías, lo cual podría servir como especie de subsidio en la etapa inicial.

Los radiodifusores deben enfocar sus nuevos mercados en alianzas, como todos sabemos el mercado a futuro nos lleva a una convergencia de las telecomunicaciones, donde por medio del mismo equipo PC, televisor, teléfono celular, podremos recibir voz, video y datos; para que esto sea posible los radiodifusores deben pensar en alianzas en especial con proveedores de datos que en su defecto pueden ser los mismos operadores de telefonía celular, para de esta manera atacar al usuario originalmente el televidente desde distintos frentes, de esta manera no se quedara sin los servicios de la TDT y sus servicios de valor agregado; por este motivo es cierto que en un comienzo es un desembolso fuerte, pero un futuro no lejano se puede sacar un excelente provecho con la utilidad de los nuevos servicios donde también se podrá cobrar valores por la prestación de servicios.

Por todo lo expuesto es de suma importancia que se de paso en la selección del estándar que será de mayor utilidad para nuestro país, si bien es cierto inicialmente no tendremos todas las ventajas que la TDT nos ofrece, pero paulatinamente iremos avanzando y liberando el espectro radioeléctrico para sacar el máximo provecho a esta tecnología explotando al 100% todos sus servicios, es necesario para esto el apoyo del ente regulador para promocionar la nueva tecnología a través de comerciales que vayan educando a los televidentes sobre las ventajas que esta les brinda en ese momento y hacia donde queremos llegar; también se debe educar sobre el beneficio de ahorrar el espectro radioeléctrico un bien publico que esta escaso.

6.7 RESUMEN ECONOMICO

A continuación vamos a realizar un análisis económico de la implementación de una estación difusora de televisión digital, tomando en cuenta que dicha estación va a ser utilizada para una cobertura de área local, con esto nos referimos a una ciudad densamente poblada, y para este propósito son necesarios los siguientes equipos:

Tabla. 6.9. Análisis Económico.

ANALISIS ECONOMICO			
Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Estudio			
1	Switcher	200.000,00	200.000,00
4	Cámaras HDTV	65.000,00	260.000,00

Red			
1	Codificador MPEG-2	50.000,00	50.000,00
3	Modulador	30.000,00	90.000,00
3	Adaptador SFN	30.000,00	90.000,00
1	Transmisor UHF	380.000,00	380.000,00
2	Transmisor UHF	64.500,00	121.000,00
SUBTOTAL			1.191.000,00
COSTOS ADICIONALES (20%)			238.200,00
TOTAL			1.429.200,00

El costo total para implementar una estación de televisión digital es de 1.429.200,00 dentro de este valor esta incluido los equipos necesarios desde que el programa sale hasta llegar al domicilio, dando una cobertura regional mas no nacional, si fuera un red nacional el costo se duplicara o posiblemente llegaría hasta multiplicarse por 3.

En los costos adicionales, esta el valor del 12% del IVA y adicionalmente un 8% para cualquier costo de infraestructura y transporte de los equipos a los lugares donde se va a instalar dichos equipos.

Bien esa es la inversión que necesitamos, ahora vamos a ver los ingresos que tenemos, para poder obtener la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN), y finalmente el Tiempo de Recuperación (TR).

Vamos a trabajar con una media en el asunto de la publicidad.

Tabla. 6.10. Resumen de costos de las cuñas publicitarias.

Unidad	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
30 cuñas	2.000,00	2.700,00	2.900,00	3.200,00
1 cuña	66,70	90,00	97,00	107,00

El precio con el que vamos a trabajar nosotros como valor referencial de la publicidad de 30 segundos es de USD. 85,00 para una cadena a nivel nacional, considerando que la nuestra es local es decir para una ciudad densamente poblada como Quito, el costo de la cuña será de USD. 45,00.

Se estima que del tiempo aire de las transmisiones de televisión se utiliza un 85 % para la programación y 15 % para la publicidad esto como el valor promedio considerando los distintos horarios y si es fin de semana o días de semana, es decir si tomamos en cuenta que la mayoría de las transmisiones son de 7 a.m. a 22 p.m., tenemos 15 horas o 900 minutos, de los cuales 135 minutos son para publicidad, considerando que en cada minuto entran dos publicidades tenemos un total de 270 publicidades al día.

Ahora 270 publicidades x USD. 45 = USD. 12.150,00 al día.

12.150,00 x 365 días al año = USD. 4.434.750,00 de ingresos anuales.

De los cuales consideramos que el 90 % no es transferible porque ya tiene comprometido a un propósito establecido ya que estamos trabajando sobre una estructura de un canal ya formado, entonces para nuestro resumen económico vamos a trabajar con el 10 % en USD. 443.475,00 de ingreso anual neto para nuestra inversión, para nuestro caso vamos a considerar que tenemos flujos netos iguales de entradas en efectivo, la tasa de equilibrio la fijamos en 10 % siendo un valor bueno sin ser extremadamente elevado.

El numero de años que hemos puedo para el desarrollo de esta inversión es de 5 años, ya que se a tomado en cuenta la depreciación en el ámbito de este tipo de equipos.

Vamos a definir algunos términos antes de continuar.

Tiempo de recuperación (TR).- Lapso de tiempo requerido para el flujo esperado de efectivo acumulado, derivado de un proyecto de inversión para igualar la salida inicial de efectivo.

Tasa interna de retorno (TIR).- Tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de efectivo netos futuros de un proyecto con la salida de efectivo inicial del proyecto.

Valor actual neto (VAN).- Valor actual de los flujos de efectivo netos de un proyecto de inversión, menos la inversión inicial del proyecto.

Índice de rentabilidad (IR).- Razón del valor presente de los flujos futuros de efectivo de un proyecto con el gasto inicial del mismo.

Tabla. 6.11. Calculo del Tiempo de Recuperación.

AÑO	FLUJO DE EFCTIVO	INGRESO ACUMULADO
0	1.429.200,00	
1	443.475,00	443475
2	443.475,00	886950
3	443.475,00	1330425
4	443.475,00	1773900
5	443.475,00	2217375

$$TR = 3 + \frac{(1429200 - 1330425)}{443475}$$

$$TR = 3,22 \text{ años}$$

El TIR se lo obtiene directamente el la computadora, colocando el gasto inicial (GI) con signo negativo y los flujos de efectivo netos (FE).

Tabla. 6.12. Calculo del TIR.

AÑOS	GI y FE
0	-1.429.200,00
1	443.475,00
2	443.475,00
3	443.475,00
4	443.475,00
5	443.475,00
TIR	16,68%

$$TIR = 16,68\%$$

Procedemos a calcula el Valor Actual NETO, para ello se utiliza la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FE_i}{(1+k)^i} - GI$$

i = 5 años.

FE = USD. 443.475,00

$$k = 10 \%$$

$$GI = \text{USD. } 1.429.200,00$$

Tabla. 6.13. Calculo del VAN.

Años	Flujo Efectivo	Formula
	-1.429.200,00	-1.429.200,00
1	443.475,00	403.159,09
2	443.475,00	366.508,26
3	443.475,00	333.189,33
4	443.475,00	302.899,39
5	443.475,00	275.363,08
VAN		251.919,16

$$\text{VAN} = \text{USD. } 251.919,16$$

Finalmente vamos a calcular el índice de rentabilidad IR, utilizando la siguiente formula, donde las variables representan lo mismo que en el caso anterior:

$$IR = \left(\sum_{i=1}^n \frac{FE_i}{(1+k)^i} \right) / GI$$

Tabla 6.14 Calculo del IR.

Años	Flujo Efectivo	Formula
		1.429.000,00
1	443.475,00	403.159,09
2	443.475,00	366.508,26
3	443.475,00	333.189,33
4	443.475,00	302.899,39
5	443.475,00	275.363,08
		1.681.119,16
IR		1,18

$$\text{IR} = 1,18$$

Tabla. 6.15. Resumen Económico.

Proyecto	TR	TIR	VAN	IR
Implementación Estación Local ISDB-T	3.22 años	16.68 %	\$ 251.919,16	1.18

Finalmente podemos apreciar que es un proyecto factible de implementar partiendo de que en nuestro país la televisión abierta se encuentra plenamente posicionada; como podemos ver el tiempo de recuperación de la inversión sería 3,22 años lo cual es un tiempo corto considerando la magnitud de la inversión, la tasa interna de retorno es 16,68 % esta tasa es buena que supera en 6 puntos a la establecidas como meta; el valor actual neto es un buen porcentaje de la inversión inicial llevándonos a ver que posible realizar esta inversión, como ultimo indicador que hemos analizado es el índice de rentabilidad el cual mientras sea superior a 1 nos dará réditos en nuestro caso $IR= 1,18$; Por todos los indicadores mostrados se ve que es plenamente factible este proyecto y se sustenta mas con las ventajas que ya las hemos mencionado en capítulos anteriores.

Por este motivo considero que se debería implementar el sistema ISDB-T, el cual opera en los mismos 6 MHz que tenemos actualmente en el Ecuador, y la distribución de canales realizada por el CONARTEL para el ancho de banda de 6 MHz, seguiría útil para nuestro caso. La adopción de Brasil por este sistema nos dará ventajas en cuanto a costos ya que estamos muy cerca geográficamente de Brasil que será una potencia en la producción de equipos para televisión digital que empleen el sistema ISDB-T.

Es decir técnicamente, económicamente, legalmente y socialmente este proyecto es viable, considerando los parámetros que se han aconsejado en cada tipo en especial los legales, he aquí la importancia de que el CONARTEL tome medidas a tiempo mientras esta tecnología se encuentra en pruebas, para lograr una regulación adecuada y beneficiar a las televisoras y televidentes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Es importante destacar que este sistema esta funcionando en Japón, y Brasil lo estableció como oficial en julio de 2006 por este sistema para sus transmisiones locales, y operan con un ancho de banda de 6 MHz igual que nuestro país, lo cual es muy importante porque se a comprobado su correcto funcionamiento con este ancho de banda, además seria mas viable su implementación ya que se podría comenzar a utilizar sobre la distribución actual del espectro radioeléctrico en VHF y UHF, que tiene el CONARTEL para la televisión analógica.
- El ahorro del espectro radioeléctrico es necesario, tomando en cuenta que en el Ecuador las frecuencias de televisión están saturadas, gracias a las nuevas técnicas de compresión por un canal de 6 MHz podemos enviar hasta 4 canales con calidad similar a la actual SDTV o 1 canal con calidad HDTV.
- En el mundo que vivimos, y con introducción de la tecnología en nuestra vida diaria, cada ves es mas importante concentrar todo en un mismo equipo o terminal es decir tener una convergencia de contenidos (video, voz, y datos) y también de plataformas (PC, televisión, teléfono celular), esto nos permitirá saber que ocurre siempre a nuestro alrededor.
- El sistema ISDB-T, esta orientado hacia la convergencia, pero para que esta tenga éxito se debe dar movilidad a los usuarios es por este motivo que este sistema nos ofrece la recepción portátil y móvil de programas en formato HDTV.
- En estas transmisiones digitales trabajamos con redes SFN y también tenemos la posibilidad de trabajar con redes MFN, normalmente formábamos redes MFN es decir se utiliza un canal de acuerdo a la zona geográfica, pero con las redes SFN se puede

transmitir un canal a nivel nacional en la misma frecuencia logrando con esto la optimización del espectro radio eléctrico.

- Permite flexibilidad el momento de configurar los parámetros de operación del sistema ISDB-T, ya que en la capacidad del canal se puede obtener rangos entre 3.651 hasta 23.235 Mbps, esto es importante tomar en cuenta ya que como es de conocimiento de todos se gana en un parámetro pero se sacrifica en otro en este caso es en la robustez.
- Para las transmisiones digitales se pueden utilizar todos los canales de la frecuencia UHF y VHF, es decir se puede utilizar el 2, 3, 4, canales adyacentes, sin temor a interferencias, por lo que las señales digitales son mas robustas que las señales actuales de los canales analógicos, esto resulta beneficioso ya que el espectro en las ciudades de Quito y Guayaquil es muy escaso.
- Las señales digitales por ser mas robustas que las analógicas, nos permiten tener una mayor cobertura con la misma potencia utilizada es una ventaja directa para el canal de televisión, ya que genera ahorro, primero en los equipos porque con mayor potencia tienen un mayor costo, y adicionalmente la potencia se refleja en el consumo de luz eléctrica que los canales de televisión verán reflejado cada mes.
- Es importante indicar que el sistema ISDB-T, nos permite realizar varias combinaciones de sus parámetros técnicos, como son la tasa de código, intervalo de guarda y modulación, para obtener el mejor rendimiento en nuestro país, tanto para televisión fija, móvil y portátil.
- Una característica importante del sistema ISDB-T es el entrelazado temporal, esto nos ayuda cuando viajamos en un vehiculo y por la vibración de periodos largos de tiempo causa una reducción en la señal ocasionando un error incorregible conocido como error de ráfaga, con el entrelazado el error de ráfaga lo convierte en aleatorio y es mas sencillo corregir este tipo de error.
- Cabe indicar que los equipos para el sistema ISDB-T actualmente son 15 % mas costosos que los equipos ofrecidos por ATSC y DVB-T en promedio y no existe una variedad de equipos en el mercado, esto podría ser perjudicial en un comienzo, pero con el caso de Brasil que va a utilizar este sistema se generaran industrias de fabricantes los cuales vendrán a ofrecernos mayor variedad de equipos.

- La transición de este tipo se piensa que en países desarrollados tarda entre 10 años como mínimo, para un país como el nuestro puede tardar entre 15 y 20 años, durante los cuales será importante cumplir el calendario que nos fijemos, donde se debe incluir el tiempo que deberá tener cada emisión (voluntaria, simultanea, 100% digital), esto debe ser acatado desde el comienzo de la migración para tener excelentes resultados al final.
- La principal barrera para los televidentes son los costos de los receptores, ventajosamente tenemos otras alternativas de recepción a través de cajas receptoras conocidas como decodificadores o tarjetas que se conectan directamente a las computadoras, existiendo una gran brecha de precio entre estas dos ultimas y los receptores.
- Las transmisiones de múltiple portadora tienen varias ventajas en especial en redes SFN existe un parámetro denominado ganancia de red, el cual adiciona las señales de dos trasmisores adyacentes con lo cual se logra una mejor cobertura con menor potencia, de esta forma abarata los costos ya sea en los transmisores los cuales tienen un costo proporcional a la potencia y en los pagos mensuales de energía eléctrica.
- En lo referente a los aspectos técnicos podemos concluir que técnicamente es viables este estándar y la ventaja es que operaria en la misma distribución actual; económicamente los operadores recuperarían la inversión en un mediano plazo lo cual es muy bueno ya que tendrían muchas ventajas del lado de los televidente es un desembolso fuerte pero que con el tiempo bajara; legalmente hemos mencionado lo que necesitara una regulación extra para las nuevas transmisiones; y socialmente cuando tengamos un costo accesible todos los televidentes podrán aprovechar las ventajas que esta nueva tecnología nos brinda.

RECOMENDACIONES

- El sistema ISDB-T es plenamente viable en el Ecuador, una significativa ventaja es que opera con ancho de banda de 6 MHz en Japon, se podria utilizar en cualquier banda de nuestro pais. Adicionalmente en las pruebas realizadas en Brasil en el año 2003, y puede apreciar que el sistema ISDB-T se comportaba en ese entonces de una manera respetable frente al ATSC y DVB-T, consideramos 4 casos de aplicación, que se representan en la siguiente tabla:

RESUMEN			
Aplicaciones	ATSC	DVB-T	ISDB-T
Recepción Externa HDTV	Problema multi-trayecto	Solo 8K	OK
Recepción Interna	Muy deficiente	Razonable 8K	OK
Gap Filler	Puede mejorar	OK	OK
Recepción Móvil SDTV	No permite	Con restricciones	OK

Se puede apreciar que ISDB-T es superior ofreciéndonos la mejor calidad en la recepción ya sea fija interna o fija externa como también la recepción móvil, considerando que en caso de ser necesario la utilización de “*gap fillers*” en zonas de sombra también se comporta bien el sistema. Por estos motivos debemos considerarlo adicionalmente Brasil opto por este estándar lo que desemboca en ventajas económicas para nosotros.

- El ente regulador debe establecer hacia donde esta orientada la televisión digital a seguir transmitiendo programas de formato estándar (SDTV) y de esta forma economizar el espectro radioeléctrico o si esta encaminada hacia la alta definición (HDTV) lo cual no ofrece mayor calidad pero gastamos mas espectro, en lo personal sugiero que se opte por canales en formato SDTV, con lo cual quedaría mas espectro para otras aplicaciones.
- En cuanto a las redes de transmisión como hemos mencionado existe las SFN y las MFN, de acuerdo a la zona geográfica y al grupo de canales debemos establecer que grupos se utilizaran para cada tipo de transmisión, se aconseja que se oriente hacia las redes SFN ya que con ellas economizamos en el espectro radioeléctrico.

- Muchos de los servicios que ofrece la televisión digital están encaminados hacia la interactividad lo cual cambia el modelo tradicional de la televisión que era completamente emisor, he aquí donde se debe crear regulaciones orientas a las telecomunicaciones en el CONARTEL o en su defecto coordinar con el CONATEL estas regulaciones, tomando en cuenta que esta digitalización tiene como objetivo una convergencia de contenidos y plataformas.
- Se sugiere las redes SFN como una ventaja para los operadores, ya que con la utilización de una sola frecuencia a nivel nacional se pueden ahorrar mucho dinero en las campañas de mercadeo ya que podrían identificarse con un solo numero de canal a nivel nacional y no como es actualmente que tienen un numero en Quito otro en Guayaquil y así dependiendo de la zona geográfica.
- Con esta incursión de nuevos servicios esta orientada hacia pagos de cuotas mensuales por determinados servicios, aquí el ente regulador debe exigir que se mantengan las emisiones de televisión propiamente dicha en forma gratuita para la población ya que la televisión esta identificada como un medio de comunicación masiva y debe llegar a todos los hogares a nivel nacional.
- Se debe exigir que el momento del apagón analógico, las emisiones digitales debe por lo menos cubrir la misma zona de cobertura que se tenía con la televisión analógica ya que sería absurdo quitar la televisión a algunos sectores por descuidos de las operadoras.
- Hemos realizado un estudio económico, y vemos que el costo pagado por concesión de un canal de televisión no guarda relación con los ingresos de las operadoras y por este motivo se sugiere que sean revisados y ponerlos en vigencia con la nueva tecnología, y considerar que por cada servicio de valor agregado debe solicitar un titulo habilitante el cual tendrá un costo adicional.
- Cuando se haya escogido el estándar oficial para televisión digital en el Ecuador, se debe tratar de llegar a acuerdos con los fabricantes de los equipos de ese estándar, ya que deberíamos tener un stock tanto en televisores como en las cajas decodificadoras para que el televidente sea libre de escoger cual se adapta a su necesidad, y no entrar en un desabastecimiento que podría frenar el desarrollo de esta nueva tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- www.dba.org.au Digital Broadcasting Australia (dba).
- www.dibeg.org Digital broadcasting experts group
- www.dibeg.org/news/news-e.htm Noticias sobre el estándar ISDB-T
- www.dibeg.org/world/world.htm Tendencia de los países a nivel mundial por los sistemas de televisión digital.
- www.dibeg.org/techp/Documents/ISDB_jy61.PDF Transmission and Performance ISDB-T
- www.asenmac.com/tvdigital/index.html La Televisión Digital Terrenal.
- www.supertel.gov.ec/radiodifusion.htm Aspectos sobre la radiodifusión ecuatoriana.
- www.supertel.gov.ec/radiodifusion/tarifas_am.htm Tarifas de los servicios de radiodifusión y televisión.
- www.supertel.gov.ec/radiodifusion/info_vhf-uhf.htm Información Básica sobre la Operación de los Servicios de Radiodifusión y Televisión
- www.dibeg.org/techp/Documents/Brazil010618/dibeg's%20comment0106.htm DiBEG's Comment about the CPqD Report on Digital TV in Brazil.
- www.dibeg.org/techp/Documents/Brazil/dibeg's%20comment.htm DiBEG's Comment on the ABERT/SET Final Report.
- www.canaltopdigital.com/tv_digital Televisión Digital.
- www.canaltopdigital.com/tdt Guía sobre TDT: Televisión Digital Terrestre.
- www.canaltopdigital.com/hdty High Definition TV.
- www.bretl.com/mpeghtml/MPEGindex.htm MPEG2 Tutorial Introduction and Contents
- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm ARIB Standars for Digital Broadcasting.

- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm STD-B31 Transmission system for digital terrestrial television broadcasting.
- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm STD-B32 Video coding, audio coding and multiplexing specifications for digital broadcasting.
- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm STD-B24 Data coding and transmission specification for digital broadcasting.

No1: Preface

No2: Volume 1 Data Coding

No3: Volume 3 Data Transmission Specification

- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm STD-B10 Service information for digital broadcasting system.
- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm STD-B21 Receiver for digital broadcasting service.
- www.dibeg.org/aribstd/ARIBSTD.htm TR-B14 Digital terrestrial television broadcasting.

General Operation Information

Vol.2:Function Specification for the Receiver Unit.

Vol.7:Provisions for Carrier Operations.

Vol.8:Provisions for Contents Protection

- www.gtic.ssr.upm.es/soci/regulaci/tvdigital/ventanatv.htm La regulación de la televisión digital.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencias_de_los_canales_de_televisi%C3%B3n
Frecuencias de los canales de televisión
- www.anatel.gov.br Introducción de la Televisión Digital en Brasil.
- www.anatel.gov.br Análisis de los Resultados de los Tests de Campo de TV Digital y Presentación de las Contribuciones y Comentarios.
- www.tek.com Precios de equipos para Televisión Digital.
- www.bext.com Precios de equipos para Televisión Digital.

ANEXOS.

ANEXO 1

PARAMETROS DE TRANSMISIÓN DEL SISTEMA ISDB-T PARA ANCHOS DE BANDA DE 6, 7 Y 8 MHz.

Parameters of ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial transmission)				
ISDB-T Mode		Mode 1	Mode 2	Mode 3
Number of OFDM segments #1	6,7,8MHz	N(less equal 13)		
Bandwidth	6MHz	5575_kHz <small>(6000/14)×13+Δ f</small>	5573_kHz <small>(6000/14)×13+ Δ f</small>	5572_kHz <small>(6000/14)×13+ Δ f</small>
	7MHz	6504_kHz <small>(7000/14)×13+Δ f</small>	6502_kHz <small>(7000/14)×13+Δ f</small>	6501_kHz <small>(7000/14)×13+Δ f</small>
	8MHz	7433_kHz <small>(8000/14)×13+Δ f</small>	7431_kHz <small>(8000/14)×13+Δ f</small>	7429_kHz <small>(8000/14)×13+Δ f</small>
Carrier Spacing ?f	6MHz	3.968_kHz <small>6000/14/108</small>	1.984_kHz <small>6000/14/216</small>	0.992_kHz <small>6000/14/432</small>
	7MHz	4.629_kHz <small>7000/14/108</small>	2.314_kHz <small>7000/14/216</small>	1.157_kHz <small>7000/14/432</small>
	8MHz	5.291_kHz <small>8000/14/108</small>	2.645_kHz <small>8000/14/216</small>	1.322_kHz <small>8000/14/432</small>
Total number of carriers	6,7,8MHz	1405 <small>108×13+1</small>	2809 <small>216×13+1</small>	5617 <small>432×13+1</small>
Carrier modulation method	6,7,8MHz	QPSK,16QAM,64QAM,DQPSK		
Number of symbols per frame	6,7,8MHz	204		
Effective symbol duration	6MHz	252μs	504μs	1008μs
	7MHz	216μs	432μs	864μs
	8MHz	189μs	378μs	756μs
Guard interval duration	6,7,8MHz	1/4,1/8,1/16/,1/32 of effective symbol duration		
Inner code	6,7,8MHz	Convolutional code(1/2,2/3,3/4,5/6,7/8)		
Outer code	6,7,8MHz	RS(204,188)		

Time Interleaving	6MHz	0, 0.096, 0.19, 0.38 sec
	7MHz	0, 0.082, 0.16, 0.33 sec
	8MHz	0, 0.072, 0.14, 0.29 sec
Information rate	6MHz	3.651~23.234Mbit/s
	7MHz	4.259~27.107Mbit/s
	8MHz	4.868~30.979Mbit/s

#1: OFDM segment is a transmission data group of $n/14\text{MHz}$ ($n=6,7,8$), mainly containing the data segment.

Table 1-2 Transmission Parameters for ISDB-T (6 MHz)

Mode	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Number of Segments	N_s (less equal 13)		
Bandwidth	$6000/14 \times N_s + 6000/(14 \times 108)$ kHz	$6000/14 \times N_s + 6000/(14 \times 216)$ kHz	$6000/14 \times N_s + 6000/(14 \times 432)$ kHz
Number of Segments for Differential Modulation	n_d		
Number of Segments for Coherent Modulation	n_c ($n_c + n_d = N_s$)		
Carrier Spacing	$6000/(14 \times 108) = 3.968...$ kHz	$6000/(14 \times 216) = 1.984...$ kHz	$6000/(14 \times 432) = 0.992...$ kHz
Number of Carriers	Total	$108 \times N_s + 1$	$432 \times N_s + 1$
	Data	$96 \times N_s$	$384 \times N_s$
	SP	$9 \times n_c$	$36 \times n_c$
	CP*1	$n_d + 1$	$n_d + 1$
	TMCC	$n_c + 5 \times n_d$	$4 \times n_c + 20 \times n_d$
	AC1	$2 \times N_s$	$8 \times N_s$
Carrier Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
Number of Symbol per Frame	204		
Effective Symbol Duration	252 μ s	504 μ s	1.008 ms
Guard Interval	63 μ s (1/4), 31.5 μ s (1/8), 15.75 μ s (1/16), 7.875 μ s (1/32)	126 μ s (1/4), 63 μ s (1/8), 31.5 μ s (1/16), 15.75 μ s (1/32)	252 μ s (1/4), 126 μ s (1/8), 63 μ s (1/16), 31.5 μ s (1/32)
Frame Duration	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), 218.464 ms (1/16), 212.058 ms (1/32)
Inner Code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Outer Code	RS (204,188)		

*1: The number of CP includes CPs on all segments and a CP for higher edge of whole bandwidth. (see Sec. 4)

Table 1-3 Information Rates per Segment for ISDB-T (6 MHz)

Carrier Modulation	Convolutional Code	Number of Transmitting TSPs*1 (Mode 1 / 2 / 3)	Information Rates (kbps)			
			Guard Interval Ratio 1/4	Guard Interval Ratio 1/8	Guard Interval Ratio 1/16	Guard Interval Ratio 1/32
DQPSK	1/2	12/ 24 / 48	280.85	312.06	330.42	340.43
	2/3	16/ 32 / 64	374.47	416.08	440.56	453.91
QPSK	3/4	18/ 36 / 72	421.28	468.09	495.63	510.65
	5/6	20/ 40 / 80	468.09	520.10	550.70	567.39
	7/8	21/ 42 / 84	491.50	546.11	578.23	595.76
16QAM	1/2	24/ 48 / 96	561.71	624.13	660.84	680.87
	2/3	32/ 64 / 128	748.95	832.17	881.12	907.82
	3/4	36/ 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1021.30
	5/6	40/ 80 / 160	936.19	1040.21	1101.40	1134.78
64QAM	7/8	42/ 84 / 168	983.00	1092.22	1156.47	1191.52
	1/2	36/ 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1021.30
	2/3	48/ 96 / 192	1123.43	1248.26	1321.68	1361.74
	3/4	54/ 108 / 216	1263.86	1404.29	1486.90	1531.95
	5/6	60/ 120 / 240	1404.29	1560.32	1652.11	1702.17
7/8	63/ 126 / 252	1474.50	1638.34	1734.71	1787.28	

*1: The number of Transmitting TSPs (Transport Stream Packets) per one OFDM frame.

Table 1-4 Segment Parameters for ISDB-T (7 MHz)

Mode	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
Bandwidth	7000/14 = 500 kHz					
Carrier Spacing	7000/(14×108) = 4.629... kHz		7000/(14×216) = 2.3614... kHz		7000/(14×432) = 1.157... kHz	
Number of Carriers	108	108	216	216	432	432
	96	96	192	192	384	384
	9	0	18	0	36	0
	0	1	0	1	0	1
	1	5	2	10	4	20
	2	2	4	4	8	8
	0	4	0	9	0	19
Carrier Modulation	16QAM, 64QAM, QPSK	DQPSK	16QAM, 64QAM, QPSK	DQPSK	16QAM, 64QAM, QPSK	DQPSK
Number of Symbol per Frame	204					
Effective Symbol Duration	216 μs		432 μs		864 μs	
Guard Interval	54 μs (1/4), 27 μs (1/8), 13.5 μs (1/16), 6.75 μs (1/32)		108 μs (1/4), 54 μs (1/8), 27 μs (1/16), 13.5 μs (1/32)		216 μs (1/4), 108 μs (1/8), 54 μs (1/16), 27 μs (1/32)	
Frame Duration	55.08 ms (1/4), 49.572 ms (1/8), 46.818 ms (1/16), 45.441 ms (1/32)		110.16 ms (1/4), 99.144 ms (1/8), 93.636 ms (1/16), 90.882 ms (1/32)		220.32 ms (1/4), 198.288 ms (1/8), 187.272 ms (1/16), 191.764 ms (1/32)	
FFT sample clock	256/27 = 9.481... MHz					
Inner Code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)					
Outer Code	RS (204,188)					

*1: SP (Scattered Pilot), and CP (Continual Pilot) can be used for frequency synchronisation and channel estimation. (see Sec. 4)

*2: TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) carries information on transmission parameters. (see Sec. 5)

*3: AC (Auxiliary Channel) carries auxiliary information for network operation. (see Sec. 5)

Table 1-5 Transmission Parameters for ISDB-T (7 MHz)

Mode	Mode 1	Mode 2	Mode 3	
Number of Segments	N_s (less equal 13)			
Bandwidth	$7000/14 \times N_s + 7000/(14 \times 108)$ kHz	$7000/14 \times N_s + 7000/(14 \times 216)$ kHz	$7000/14 \times N_s + 7000/(14 \times 432)$ kHz	
Number of Segments for Differential Modulation	n_d			
Number of Segments for Coherent Modulation	n_c ($n_c + n_d = N_s$)			
Carrier Spacing	$7000/(14 \times 108) = 4.629... \text{ kHz}$	$7000/(14 \times 216) = 2.3614... \text{ kHz}$	$7000/(14 \times 432) = 1.157... \text{ kHz}$	
Number of Carriers	Total	$108 \times N_s + 1$	$216 \times N_s + 1$	$432 \times N_s + 1$
	Data	$96 \times N_s$	$192 \times N_s$	$384 \times N_s$
	SP	$9 \times n_d$	$18 \times n_d$	$36 \times n_d$
	CP*	$n_d + 1$	$n_d + 1$	$n_d + 1$
	TMCC	$n_c + 5 \times n_d$	$2 \times n_c + 10 \times n_d$	$4 \times n_c + 20 \times n_d$
	AC1	$2 \times N_s$	$4 \times N_s$	$8 \times N_s$
	AC2	$4 \times n_d$	$9 \times n_d$	$19 \times n_d$
Carrier Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK			
Number of Symbol per Frame	204			
Effective Symbol Duration	216 μs	432 μs	864 μs	
Guard Interval	54 μs (1/4), 27 μs (1/8), 13.5 μs (1/16), 6.75 μs (1/32)	108 μs (1/4), 54 μs (1/8), 27 μs (1/16), 13.5 μs (1/32)	216 μs (1/4), 108 μs (1/8), 54 μs (1/16), 27 μs (1/32)	
Frame Duration	55.08 ms (1/4), 49.572 ms (1/8), 46.818 ms (1/16), 45.441 ms (1/32)	110.16 ms (1/4), 99.144 ms (1/8), 93.636 ms (1/16), 90.882 ms (1/32)	220.32 ms (1/4), 198.288 ms (1/8), 187.272 ms (1/16), 191.764 ms (1/32)	
Inner Code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)			
Outer Code	RS (204,188)			

Tabel 1-6 Information Rates per Segment for 7 MHz ISDB-T

Carrier Modulation	Convolutional Code	Number of Transmitting TSPs*1 (Mode 1 / 2 / 3)	Information Rates (kbps)			
			Guard Interval Ratio 1/4	Guard Interval Ratio 1/8	Guard Interval Ratio 1/16	Guard Interval Ratio 1/32
DQPSK	1/2	12/ 24 / 48	327.66	364.07	385.49	397.17
	2/3	16/ 32 / 64	436.89	485.43	513.99	529.56
QPSK	3/4	18/ 36 / 72	491.50	546.11	578.23	595.76
	5/6	20/ 40 / 80	546.11	606.79	642.48	661.95
	7/8	21/ 42 / 84	573.42	637.13	674.61	695.05
16QAM	1/2	24/ 48 / 96	655.33	728.15	770.98	794.34
	2/3	32/ 64 / 128	873.78	970.87	1027.98	1059.13
	3/4	36/ 72 / 144	983.00	1092.22	1156.47	1191.52
	5/6	40/ 80 / 160	1092.22	1213.58	1284.97	1323.91
64QAM	7/8	42/ 84 / 168	1146.84	1274.26	1349.22	1390.11
	1/2	36/ 72 / 144	983.00	1092.22	1156.47	1191.52
	2/3	48/ 96 / 192	1310.67	1456.30	1541.97	1588.69
	3/4	54/ 108 / 216	1474.50	1638.34	1734.71	1787.28
	5/6	60/ 120 / 240	1638.34	1820.38	1927.46	1985.87
	7/8	63/ 126 / 252	1720.26	1911.40	2023.83	2085.16

*1: The number of Transmitting TSPs per one OFDM frame.

Table 1-7 Segment Parameters for ISDB-T (8 MHz)

Mode	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
Bandwidth	8000/14 = 571.428... kHz					
Carrier Spacing	8000/(14×108) = 5.291... kHz		8000/(14×216) = 2.645... kHz		8000/(14×432) = 1.322... kHz	
Number of Carriers	Total	108	108	216	216	432
	Data	96	96	192	192	384
	SP*1	9	0	18	0	36
	CP*1	0	1	0	1	0
	TMCC*2	1	5	2	10	4
	AC1*3	2	2	4	4	8
	0	4	0	9	0	
Carrier Modulation	16QAM, 64QAM, QPSK	DQPSK	16QAM, 64QAM, QPSK	DQPSK	16QAM, 64QAM, QPSK	DQPSK
Number of Symbol per Frame	204					
Effective Symbol Duration	189 μs		378 μs		756 μs	
Guard Interval	47.25 μs (1/4), 23.625 μs (1/8), 11.8125 μs (1/16), 5.90625 μs (1/32)		94.5 μs (1/4), 47.25 μs (1/8), 23.625 μs (1/16), 11.8125 μs (1/32)		189 μs (1/4), 94.5 μs (1/8), 47.25 μs (1/16), 23.625 μs (1/32)	
Frame Duration	48.195 ms (1/4), 43.3755 ms (1/8), 40.96575ms(1/16), 39.760875ms(1/32)		96.39 ms (1/4), 86.751 ms (1/8), 81.9315 ms (1/16), 79.52175 ms (1/32)		192.78 ms (1/4), 173.502 ms (1/8), 163.863 ms (1/16), 159.0435 ms (1/32)	
FFT sample clock	2048/189 = 10.835... MHz					
Inner Code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)					
Outer Code	RS (204,188)					

*1: SP (Scattered Pilot), and CP (Continual Pilot) can be used for frequency synchronization and channel estimation. (see Sec. 4)

*2: TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) carries information on transmission parameters. (see Sec. 5)

*3: AC (Auxiliary Channel) carries auxiliary information for network operation. (see Sec. 5)

Table 1-8 Transmission Parameters for ISDB-T (8MHz)

Mode	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Number of Segments	N_s (less equal 13)		
Bandwidth	$8000/14 \times N_s + 8000/(14 \times 108)$ kHz	$8000/14 \times N_s + 8000/(14 \times 216)$ kHz	$8000/14 \times N_s + 8000/(14 \times 432)$ kHz
Number of Segments for Differential Modulation	n_d		
Number of Segments for Coherent Modulation	n_c ($n_c + n_d = N_s$)		
Carrier Spacing	$8000/(14 \times 108) = 5.291...$ kHz	$8000/(14 \times 216) = 2.645...$ kHz	$8000/(14 \times 432) = 1.322...$ kHz
Number of Carriers	Total	$108 \times N_s + 1 = 1405$	$432 \times N_s + 1 = 5617$
	Data	$96 \times N_s = 1248$	$384 \times N_s = 4992$
	SP	$9 \times n_d$	$36 \times n_d$
	CP*	$n_d + 1$	$n_d + 1$
	TMCC	$n_c + 5 \times n_d$	$4 \times n_c + 20 \times n_d$
	AC1	$2 \times N_s$	$8 \times N_s$
	AC2	$4 \times n_d$	$19 \times n_d$
Carrier Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
Number of Symbol per Frame	204		
Effective Symbol Duration	189 μ s	378 μ s	756 μ s
Guard Interval	47.25 μ s (1/4), 23.625 μ s (1/8), 11.8125 μ s (1/16), 5.90625 μ s (1/32)	94.5 μ s (1/4), 47.25 μ s (1/8), 23.625 μ s (1/16), 11.8125 μ s (1/32)	189 μ s (1/4), 94.5 μ s (1/8), 47.25 μ s (1/16), 23.625 μ s (1/32)
Frame Duration	48.195 ms (1/4), 43.3755 ms (1/8), 40.96575ms(1/16), 39.760875ms(1/32)	96.39 ms (1/4), 86.751 ms (1/8), 81.9315 ms (1/16), 79.52175 ms (1/32)	192.78 ms (1/4), 173.502 ms (1/8), 163.863 ms (1/16), 159.0435 ms (1/32)
Inner Code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Outer Code	RS (204,188)		

Table 1-9 Information Rates per Segment for 8 MHz ISDB-T

Carrier Modulation	Convolutional Code	Number of Transmitting TSPs*1 (Mode 1 / 2 / 3)	Information Rates (kbps)			
			Guard Interval Ratio 1/4	Guard Interval Ratio 1/8	Guard Interval Ratio 1/16	Guard Interval Ratio 1/32
DQPSK	1/2	12/ 24 / 48	374.47	416.08	440.56	453.91
	2/3	16/ 32 / 64	499.30	554.78	587.41	605.21
	3/4	18/ 36 / 72	561.71	624.13	660.84	680.87
QPSK	5/6	20/ 40 / 80	624.13	693.47	734.27	756.52
	7/8	21/ 42 / 84	655.33	728.15	770.98	794.34
16QAM	1/2	24/ 48 / 96	748.95	832.17	881.12	907.82
	2/3	32/ 64 / 128	998.60	1109.56	1174.83	1210.43
	3/4	36/ 72 / 144	1123.43	1248.26	1321.68	1361.74
	5/6	40/ 80 / 160	1248.26	1386.95	1468.54	1513.04
64QAM	7/8	42/ 84 / 168	1310.67	1456.30	1541.97	1588.69
	1/2	36/ 72 / 144	1123.43	1248.26	1321.68	1361.74
	2/3	48/ 96 / 192	1497.91	1664.34	1762.25	1815.65
	3/4	54/ 108 / 216	1685.15	1872.39	1982.53	2042.61
	5/6	60/ 120 / 240	1872.39	2080.43	2202.81	2269.56
	7/8	63/ 126 / 252	1966.01	2184.45	2312.95	2383.04

*1: The number of Transmitting TSPs per one OFDM frame.

ANEXO 2

COMPORTAMIENTO EN LAS TRANSMISIONES DEL SERVICIO ISDB-T. ITU-R 205/11

Received:

Subject: Question ITU-R 205/11

JAPAN

TRANSMISSION PERFORMANCE OF ISDB-T

1 Laboratory Transmission Tests

Laboratory transmission experiments of Bit Error Rate (BER) performances against random noise and multipath fading were conducted.

1.1 BER vs. C/N in a Gaussian Channel

Additive white Gaussian noise was added to set the C/N at the input of the receiver. The results are shown in Figs. 1-1, 1-2, and 1-3. These figures can be compared with those from a software simulation to show the inherent performance of the system. It can be seen that an implementation margin loss of less than 1.0 dB is obtained at a BER of 2×10^{-4} before RS decoding.

Measurements were made using 6 MHz ISDB-T using 13 segments and 1 segment. Performances of 13 segments and 1 segments are the same.

Simulation results of required C/N for BER of 2×10^{-4} before RS decoding are shown in Table 1-1.

TABLE 1-1

Simulation Results of Required C/N for BER of 2×10^{-4} before RS Decoding

	Inner coding rate				
	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
DQPSK	6.2 dB	7.7 dB	8.7 dB	9.6 dB	10.4 dB
QPSK	4.9 dB	6.6 dB	7.5 dB	8.5 dB	9.1 dB
16QAM	11.5 dB	13.5 dB	14.6 dB	15.6 dB	16.2 dB
64QAM	16.5 dB	18.7 dB	20.1 dB	21.3 dB	22.0 dB

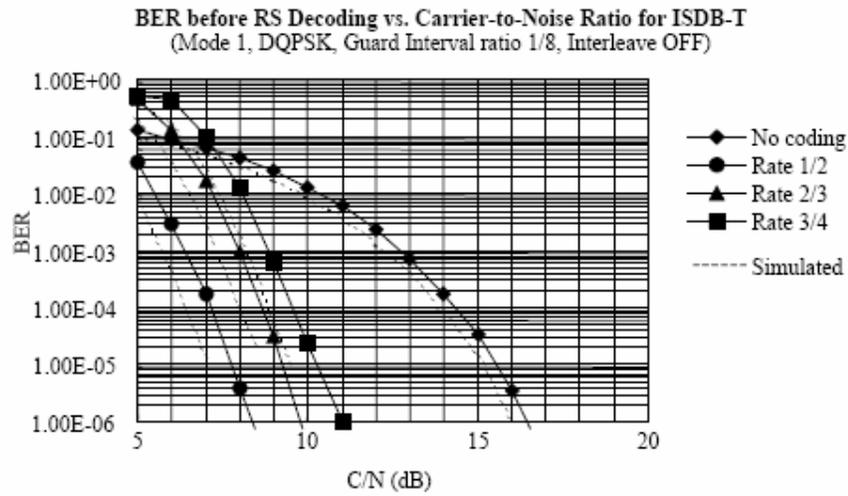


FIGURE 1-2

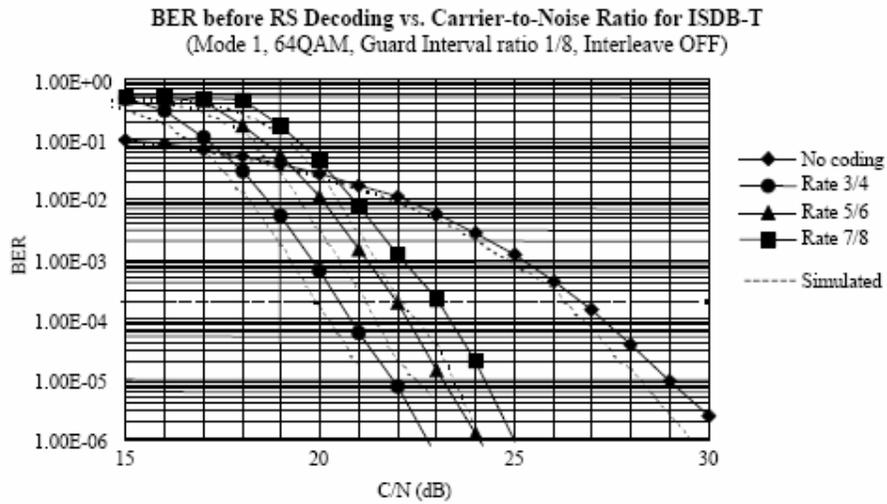
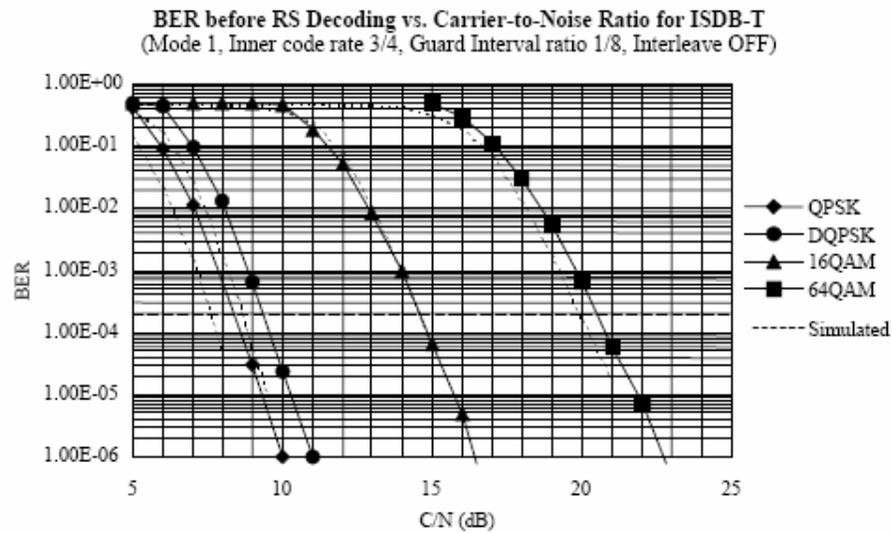


FIGURE 1-3



1.2 BER vs. C/N in a Multipath Channel

Measurements of BER vs. C/N were made using a fading channel simulator. The DU ratios of a main signal and a delayed signal were set to 3 dB and 10dB. Delay time of a delayed signal from a main signal was set to 15 μ s. The results are shown in Figs. 1-4 and 1-5. Measurements were made using 6 MHz ISDB-T using 13 segments or 1 segment. Performances of 13 segments and 1 segment are the same.

FIGURE 1-4

BER before RS Decoding vs. Carrier-to-Noise Ratio for ISDB-T under Multipath Condition
(Mode 1, DQPSK, Guard Interval ratio 1/8, Interleave OFF)

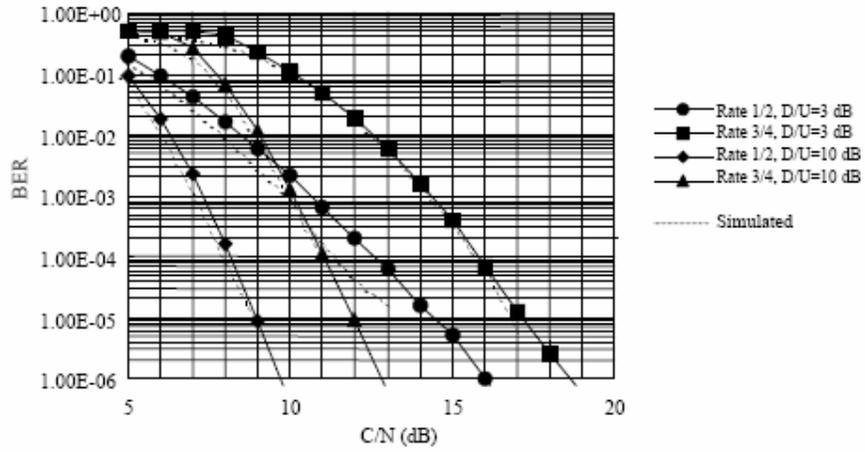
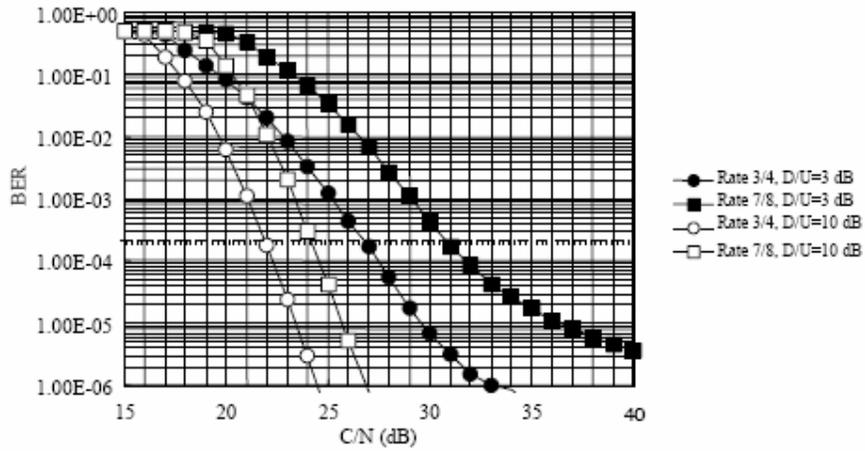


FIGURE 1-5

BER before RS Decoding vs. Carrier-to-Noise Ratio for ISDB-T under Multipath Condition
(Mode 1, 64QAM, Guard Interval ratio 1/8, Interleave OFF)



1.3 BER vs. C/N in a Rayleigh Channel

Measurements of BER vs. C/N were made using a fading channel simulator. Two-paths-Rayleigh fading was used and the DU ratio was set to 0 dB. Delay time of a delayed signal from a main signal was set to 15 μ s. The results are shown in Figs. 1-6 and 1-7. Measurements were made using 6 MHz ISDB-T using 13 segments or 1 segment.

FIGURE 1-6

BER before RS Decoding vs. Carrier-to-Noise Ratio for ISDB-T 2-path Rayleigh Fading
(Mode 1, DQPSK, Guard Interval ratio 1/8, Inner code rate 1/2, 13 Segments)

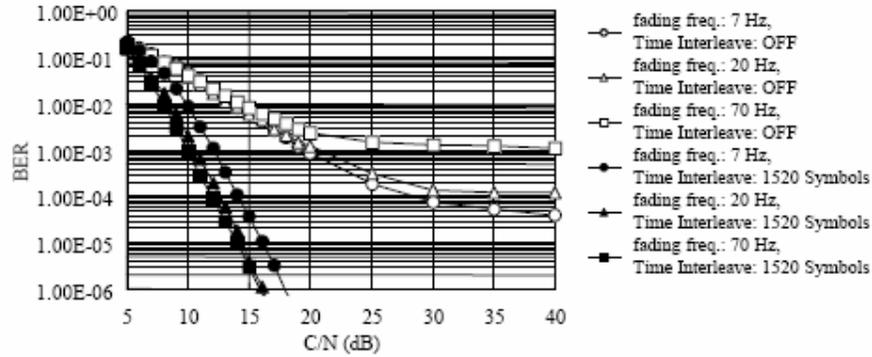
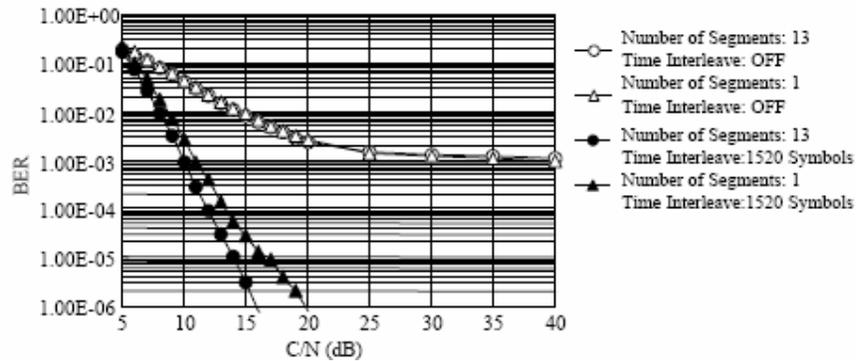


FIGURE 1-7

BER before RS Decoding vs. Carrier-to-Noise Ratio for ISDB-T 2-path Rayleigh Fading
(Mode 1, DQPSK, Guard Interval ratio 1/8, Inner code rate 1/2, Fading frequency 70 Hz)



2 Field Experiments for Stationary Reception

Field transmission experiments have been conducted. The ISDB-T signal was generated at the Tokyo Tower transmitter and distributed in UHF band. For mobile measurements, an ISDB-T receiver, level measuring equipment, and a computer were installed in a measuring vehicle.

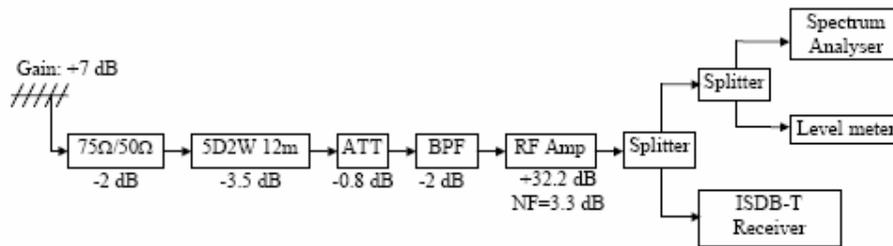
2.1 Measurement Methods

The transmitting parameters are shown in Table 2-1, and block diagram for measurements is shown in Fig. 2-1.

TABLE 2-1
Transmitting Parameters of the Tokyo Tower

Transmitter Frequency	485.15 MHz (centre frequency)
Transmitter Power	100 W
Polarisation	Linear-Vertical
Antenna Height	261 m
E.R.P.	395 W

FIGURE 2-1
Block Diagram for Measurements



Transmission parameters for stationary reception used in the experiments were shown in Table 2-2. In the case of S2, two-layers-hierarchical transmission was used.

TABLE 2-2
Transmission Parameters used for Stationary Reception

No.	S1	S2	
Bandwidth	5.57 MHz		
Mode	3	2	
Guard Interval Ratios	1/16 (63 μ s)	1/8 (63 μ s)	
Number of Segments	13	12	1
Carrier Modulations	64QAM	64QAM	DQPSK
Inner Code Rates	5/6	7/8	1/2
Information Rates	21.47 Mbps	19.66 Mbps	312 kbps

2.2 Results for Stationary Reception

The number of measured points was 127. The measured points and the results are shown in Fig 2-2.

FIGURE 2-2
Measured Points and Results

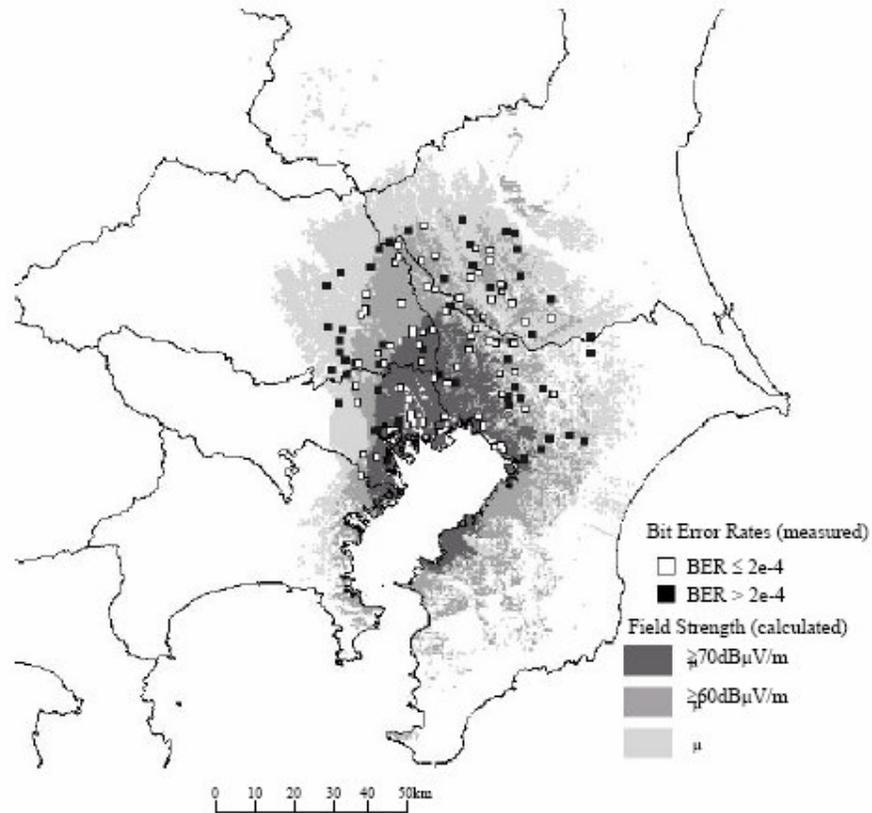
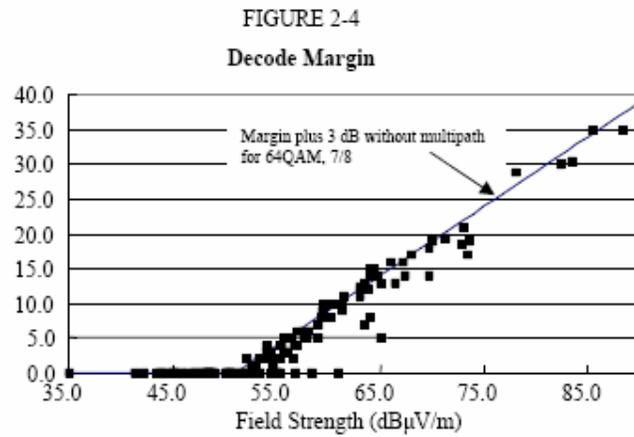
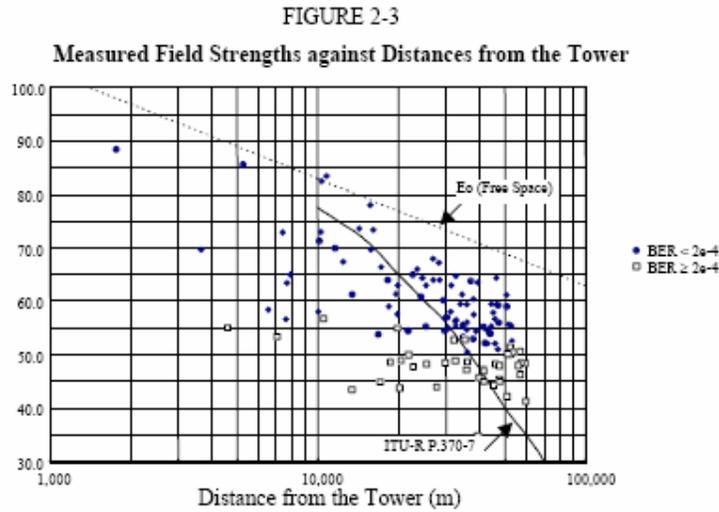


Figure 2-3 shows the measured field strengths against distances from the tower. Figure 2-4 shows the decoding margin.



Conditions: 7 dB gain antenna + 8.3 dB loss for cable and filters
 RF centre frequency: 509 MHz
 Decoder NF: 3.5 dB

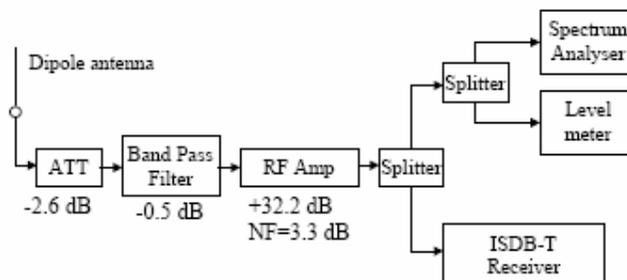
3 Field Experiments for Mobile Reception

Field transmission experiments have been conducted. The ISDB-T signal was generated at the Tokyo Tower transmitter and distributed in UHF band. For mobile measurements, an ISDB-T receiver, level measuring equipment, and a computer were installed in a measuring vehicle.

3.1 Measurement Methods

The transmitting parameters are shown in Table 2-1, and block diagram for measurements is shown in Fig. 3-1.

FIGURE 3-1
Block Diagram for Measurements



Transmission parameters for mobile reception used in the experiments were shown in Table 3-1.

TABLE 3-1

Transmission Parameters used for Mobile Reception

No.	M1	M2	M3	M4	M5
Bandwidth	5.57 MHz				
Mode	2				
Guard Interval Ratios	1/8 (63 μ s)				
Carrier Modulations	DQPSK	DQPSK	DQPSK	16QAM	DQPSK
Inner Code Rates	1/2	2/3	3/4	1/2	1/2
Time Interleaving	427.5 ms	427.5 ms	427.5 ms	427.5 ms	0 ms

3.2 Results for Mobile Reception

Measured routes and the results were shown in Fig. 3-2.

In the measuring system, a sample including average field strength and the bit error rate was measured for every one second. Figure 3-3 shows the measured samples. The figure also shows the results of laboratory tests of Gaussian performance without fading and with flat fading of 7 Hz of fading frequency.

Figure 3-4 and 3-5 show the correct reception rates defined in Eq. 3-1 for various transmission parameters.

$$\text{Correct Reception Time Rate} = \frac{\sum_i ((\text{Field Strength of Sample } i \geq E) \text{ and } (\text{BER of Sample } i \leq 2e-4))}{\sum_i (\text{Field Strength of Sample } i \geq E)} \quad (\text{Eq. 3-1})$$

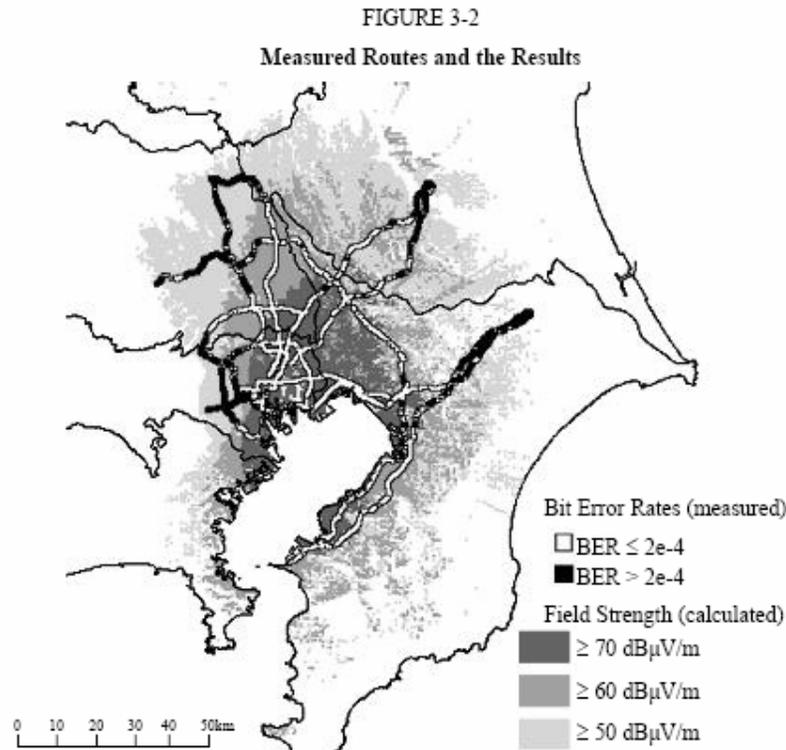


FIGURE 3-3

Bit Error Rate after Viterbi Decoder vs. Field Strength

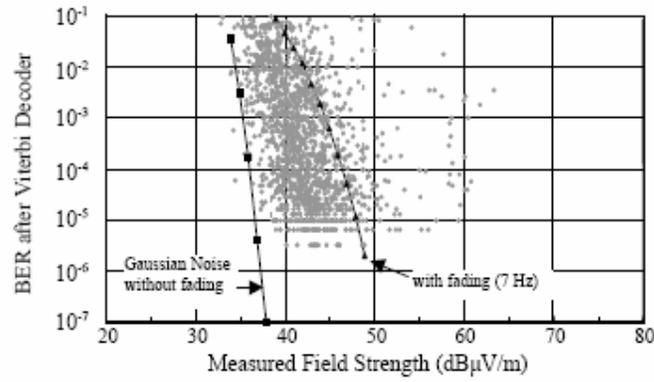


FIGURE 3-4

Correct Reception Time Rates

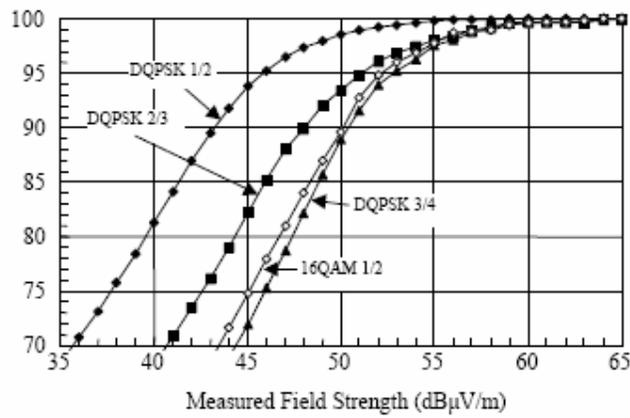
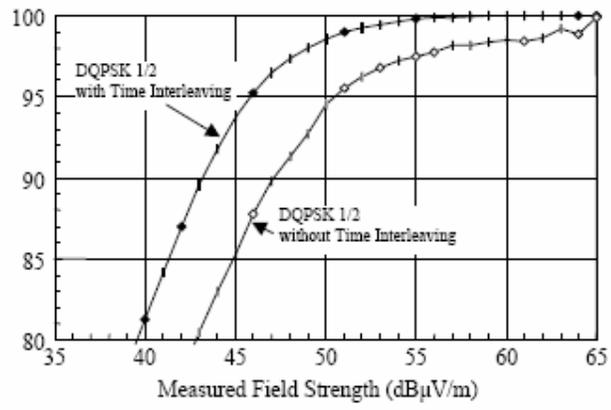


FIGURE 3-5
Correct Reception Time Rates



ACTA DE ENTREGA

El proyecto de grado “Estudio de Factibilidad para la Implementación del Servicio de Televisión Digital *Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial* (ISDB-T) en el Ecuador”, fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica del Ejército; y reposa desde:

Sangolquí,

Elaborado por:

Sr. Hernán Guerra Márquez
Autor

Autoridades:

Ing. Gonzalo Olmedo M.Sc.
*Coordinador de Carrera en Ingeniería
Electrónica y Telecomunicaciones.*

Doctor Jorge Carvajal.
*Secretario Académico del Departamento
de Eléctrica y Electrónica.*