



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

“ANÁLISIS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, MODIFICACIÓN,
ASIGNACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DURANTE LA TRANSICIÓN DE
TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL TERRESTRE EN EL ECUADOR”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

Presentado por:

WHYMPER EDUARDO MARTÍNEZ CHÉRREZ

Riobamba – Ecuador

2013

El desarrollo de este tema de tesis lleva la inmensa gratitud a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica Telecomunicaciones y Redes , a mis maestros por haberme impartido el conocimiento científico y poderlo aplicar.

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino del bien y permitirme alcanzar la meta al culminar mi carrera.

A mis padres, por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, gracias por sus enseñanzas que me han hecho crecer como persona y valorar el esfuerzo de cada día al ver plasmado este sueño en realidad.

Whymper Martínez

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo alcanzado. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mi hermana y familia en general.

Whimper Martínez

“Yo, Whymper Eduardo Martínez Chérrez soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

.....

Whymper Eduardo Martínez Chérrez

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AAC	Audio Avanced Coding
AB	Ancho de Banda
BST	Band Segmented Transmission
C/N	Carrier / Noise
EPG	Electronic Program Guide
HDTV	High Definition Television
HE	High-Efficiency
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial
MMDS	Microwave Multipoint Distribution Service
MPEG	Moving Picture Experts Group
NTSC	National Television System Committee
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAL	Phase Alternating Line
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
TDT	Televisión Digital Terrestre.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL 15

1.1 Antecedentes..... 15

1.2 Objetivo 16

1.2.1 Objetivo general 16

1.2.2 Objetivos específicos 16

1.3 Justificación 17

1.4 Hipótesis..... 17

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO 19

2.1 Espectro Electromagnético..... 19

2.1.1 Espectro Radioeléctrico. 20

2.2 TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE TDT 30

2.2.1 Introducción..... 30

2.2.2 Definición..... 30

2.2.3 Principios básicos de la TDT 31

2.2.4 Beneficios..... 33

2.2.5 Estándar ISDBT-Internacional..... 37

2.3 SISTEMAS FIJO MÓVIL..... 43

2.3.1 Clases de Sistemas..... 43

2.4 INTERFERENCIAS ENTRE CANALES DE TV. 44

2.4.1 Definición..... 44

2.4.2 Interferencia cocanal. 44

2.4.3 Interferencia canal adyacente. 45

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR.	47
3.1 Introducción.....	47
3.2 Situación regulatoria actual del espectro radioeléctrico.....	48
3.3 Situación actual de la ocupación del espectro radioeléctrico en las bandas VHF y UHF en Televisión.	49
3.4 Situación actual de TDT en el Ecuador.	60
3.4.1 Antecedentes	60
3.4.2 Plan maestro para TDT.	60
3.4.3 Bandas de Frecuencias asignadas para TDT en el Ecuador.	62
3.5 Bandas alternas para TDT.....	63
3.5.1 Bandas de Frecuencias en los canales del 14 al 20.	63
3.5.2 Bandas de Frecuencias en los canales del 50 al 69.	64
CAPÍTULO IV	
ESTUDIO PARA LA POSIBLE ASIGNACIÓN DE NUEVAS FRECUENCIAS PARA TDT.....	66
4.1 Introducción.....	66
4.2 Análisis de la banda de frecuencias VHF de (54-88) MHz canales del 2-6.....	67
4.3 Análisis de la banda de frecuencias VHF de (174-216) MHz canales del 7-13.....	67
4.4 Análisis de la banda de frecuencias UHF de (470-512) MHz canales del 14-20.....	68
4.5 Análisis de la banda de frecuencias UHF de (686-806) MHz canales del 50-69.....	68
4.6 Compartición de canal.	69
4.6.1 Análisis de la situación y modo de operación de las operadoras de televisión abierta.	69
4.6.2 Presupuesto para la realización de un programa de TV.	70
4.7 Canal adyacente.....	74
4.7.1 Análisis de posibles interferencias entre operadoras de televisión analógica y digital.	75
4.7.2 Recomendación ITU-R BT.1368-10.	84
CAPÍTULO V	
RESULTADOS FINALES.....	93

5.1 Posibles bandas de frecuencia que pueden ser asignadas para la transición de TDT.	93
5.2 Recomendaciones para la optimización del espectro radioeléctrico durante la transición.	96

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMARY

GLOSARIO

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura II.1 Espectro Electromagnético	20
Figura II.2 Esquema de funcionamiento de la TDT.	32
Figura II.3 Calidad de imagen superior.	33
Figura II.4 Interactividad de TDT.....	34
Figura II.5 Comparación TDT con Television analógica.....	35
Figura II.6 Formatos de transmision ISDBT-T Internacional.	36
Figura II.7 Distribución de portadoras.	39
Figura II.8 Capas de la televisión digital para el estándar ISDB-T Internacional.....	40
Figura II.9 Interferencia cocanal.....	45
Figura II.10 Interferencia canal adyacente.	46
Figura III.1. Ocupación de la banda de televisión VHF en el Ecuador.	59
Figura III.2. Ocupación de la banda de televisión UHF en el Ecuador.	59
Figura III.3 Ocupacion del espectro radioelectrico UHF(440-512 MHz.) a marzo 2013.	63
Figura IV.1 Interferencia por la recepción de dos emisiones de TV en el mismo canal.	78
Figura IV.2 Interferencias sobre canales analógicos y digitales.	80
Figura IV.3 Ejemplo de espectro de salida de un repetidor cuando se produce intermodulación entre canales digitales y analógicos adyacentes.....	81
Figura IV.4 Diagrama del efecto del multitrayecto.....	83
Figura IV.5 Efecto del multitrayecto sobre canales analógicos y digitales ..	83
Figura IV.6 Esquema de protección para un canal digital interferido por otro canal digital en la misma frecuencia.	85
Figura IV.7 Esquema de protección para un canal digital interferido por otro canal digital en el canal adyacente (N-1).....	86
Figura IV.8 Esquema de protección para un canal digital interferido por otro canal digital en el canal adyacente (N+1).....	88
Figura IV.9 Esquema de protección para un canal digital interferido por un canal analógico en la misma frecuencia.....	89
Figura IV.10 Esquema de protección para un canal digital interferido por un canal analógico en el canal adyacente (N-1).....	91
Figura IV.11 Esquema de protección para un canal digital interferido por un canal analógico en el canal adyacente (N+1).....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico.....	21
Tabla II.2 Bandas de Frecuencias de televisión VHF abierta de los canales 2-13.....	24
Tabla II. 3 Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias de televisión UHF abierta de los canales 14-20.....	24
Tabla II.4 Bandas de Frecuencias y televisión UHF abierta de los canales 21-49.....	25
Tabla II. 5 Bandas de Frecuencias y televisión UHF abierta de los canales 50-69.....	26
Tabla II.6 Grupo de canales para televisión VHF.....	27
Tabla II.7 Grupo de canales para televisión UHF	27
Tabla II.8 Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales	30
Tabla II.9 Características Técnicas de ISDB-T Internacional.....	38
Tabla III.1 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Chimborazo.....	50
Tabla III.2 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Chimborazo.....	51
Tabla III.3 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Tungurahua.....	52
Tabla III.4 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Tungurahua.....	53
Tabla III.5 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Pastaza.....	54
Tabla III.6 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Pastaza.....	55
Tabla III.7 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Bolívar.....	56
Tabla III.8 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Bolívar.....	57
Tabla III.9 Resumen de las Bandas de Frecuencias de televisión VHF y UHF ocupadas y libres en las provincias del Ecuador.....	58
Tabla III.10 Cronograma del apagón analógico.....	61
Tabla III.11 Frecuencias asignadas temporalmente (a julio 2013) para TDT en el Ecuador.....	62

Tabla III.12 Concesionarios de televisión codificada terrestre que operan actualmente en el Ecuador a julio 2013.	64
Tabla IV.1 Depreciación anual de los activos fijos.	71
Tabla IV.2 Costo mensual para realizar un programa de Televisión analógica en vivo con una duración de una hora diaria.	72
Tabla IV.3 Costo de publicidad de un canal local de televisión.	73
Tabla IV.4 Ingreso aproximado de publicidad en un programa de televisión.	73
Tabla IV.5 Parámetros más relevantes de los sistemas analógico y digital.	76
Tabla IV.6 Protección cocanal en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz.	85
Tabla IV.7 Protección en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz en el canal adyacente inferior ($N - 1$).....	86
Tabla IV.8 Protección en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz en el canal adyacente superior ($N + 1$).....	87
Tabla IV.9 Protección cocanal en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por la televisión analógica.	88
Tabla IV.10 Protección en dB para el canal adyacente inferior ($N - 1$) de ISDB-T de 6 MHz interferida por señales NTSC.	90
Tabla IV.11 Protección en dB para el canal adyacente superior ($N + 1$) de ISDB-T de 6 MHz interferida por señales NTSC de 6 MHz.....	91

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las transmisiones de televisión abierta en el Ecuador son analógicas, nos encontramos en la transición del cambio de tecnología analógica a digital, lo que ayudará al país y a sus habitantes a gozar de nuevas y mejores oportunidades permitiendo a los usuarios finales tener la posibilidad de acceso a mayores prestaciones de servicios de óptima calidad y de capacidad interactiva.

El giro de la tecnología analógica a digital que se da tanto en la producción, transmisión y recepción da lugar a que se produzca un cambio completo del sistema de la Televisión Abierta en el país, siendo así la digitalización la responsable de traer nuevas oportunidades y acceso al mundo tecnológico.

En muchos países el cambio tecnológico ya se ha dado obteniéndose buenos resultados y mejorando la calidad de los servicios prestados, por lo cual el Ecuador está en el proceso de migración de la televisión analógica a televisión digital terrestre (TDT), por dicha razón el presente estudio pretende colaborar con la posible asignación de frecuencias que se encuentren disponibles o espacios que podrían ser reubicados en el espectro radioeléctrico para el proceso de transición de la tecnología analógica a digital.

Cabe indicar que a pocos canales de televisión abierta a nivel nacional ya se les han asignado frecuencias temporales para que transmitan señales digitales.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Mediante Resolución N° 084-05-CONATEL-2010 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resolvió adoptar el estándar de televisión digital ISDBT Internacional para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas realizadas por Brasil y las que hubieren al momento de su implementación.

En la región, países como Brasil, Perú, Chile, Argentina y Venezuela cuentan ya con servicios de Televisión Digital terrestre (TDT); mientras que otros como Bolivia, Paraguay, Cuba y en Ecuador, las pruebas

para Tv digital se iniciaron en diciembre del 2008 desde las antenas del cerro Pichincha, hecho que en su momento fue evaluado como exitoso por la SUPERTEL.

En Ecuador actualmente se encuentra transmitiendo con el estándar ISDBT-Internacional el canal 47 (Ecuador Tv) en la ciudad de Quito. Si el proceso avanza normalmente entre el 2016 y el 2020 se registraría el denominado apagón analógico.

Actualmente nos encontramos en un periodo de transición de tecnología analógico a digital, durante el cual se transmiten simultáneamente las dos tecnologías de televisión, el cual se denomina Simulcast.

Con el cambio de tecnología también se modificará el espectro radioeléctrico y con la implementación de la TDT existe un notorio ahorro del espectro.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- ✓ Elaborar un estudio actual de la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador para determinar una propuesta de asignación de bandas de frecuencias para la televisión digital terrestre que permita la asignación y optimización del espectro radioeléctrico así como el correcto funcionamiento y la calidad de servicio al usuario de la TDT, durante la transición de televisión de analógica a digital.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Estudiar la ocupación actual del espectro radioeléctrico en el Ecuador, para determinar las posibles bandas de frecuencia en las que se puede implementar la TDT durante el proceso de simulcast.

- ✓ Analizar la posible migración de sistemas de telecomunicaciones para la inserción de la TDT durante la transición.
- ✓ Investigar las posibles interferencias que existirán en el espectro radioeléctrico durante el período de simulcast.
- ✓ Realizar un análisis de la forma de asignación de los canales de televisión digital para su transmisión durante la transición y la posibilidad de compartición del espectro.

1.3 Justificación

El cambio de tecnología de televisión analógica a digital, implica muchas modificaciones tanto en la parte técnica como en la regulatoria en razón de que se deben decidir las bandas de frecuencias en las que se transmitirá la TDT, la forma de concesión para los operadores, análisis de interferencias durante el Simulcast, y la correspondiente migración de los sistemas que actualmente operan en esas bandas, se deben establecer los parámetros técnicos con los que deben operar los nuevos sistemas de TDT, es decir crear una Norma Técnica para el funcionamiento de la Televisión Digital Terrestre abierta en el Ecuador durante el Simulcast.

Se debe analizar también la posible utilización del espectro radioeléctrico que quedará libre luego del apagón analógico.

Para la implementación de esta nueva tecnología se deberá establecer una nueva norma técnica y un procedimiento de asignación de frecuencias por parte de los organismos de regulación y control para optimizar el uso del espectro radioeléctrico y garantizar su buen uso y prevenir la generación de interferencias.

1.4 Hipótesis

La implementación de la televisión digital terrestre así como el futuro apagón analógico es inminente en el Ecuador, con lo cual se sobreviene una serie de modificaciones tanto en el aspecto técnico

como regulatorio, por lo que es necesaria una asignación de frecuencias y el reordenamiento del espectro radioeléctrico en el Ecuador durante el simulcast.

CAPÍTULO II

MARCOTEÓRICO

2.1 Espectro Electromagnético

El espectro electromagnético se puede definir como el conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas posibles. Estas radiaciones se caracterizan por su frecuencia y longitud de onda y se propagan por el espacio libre a través de ondas de radio (Figura II.1).

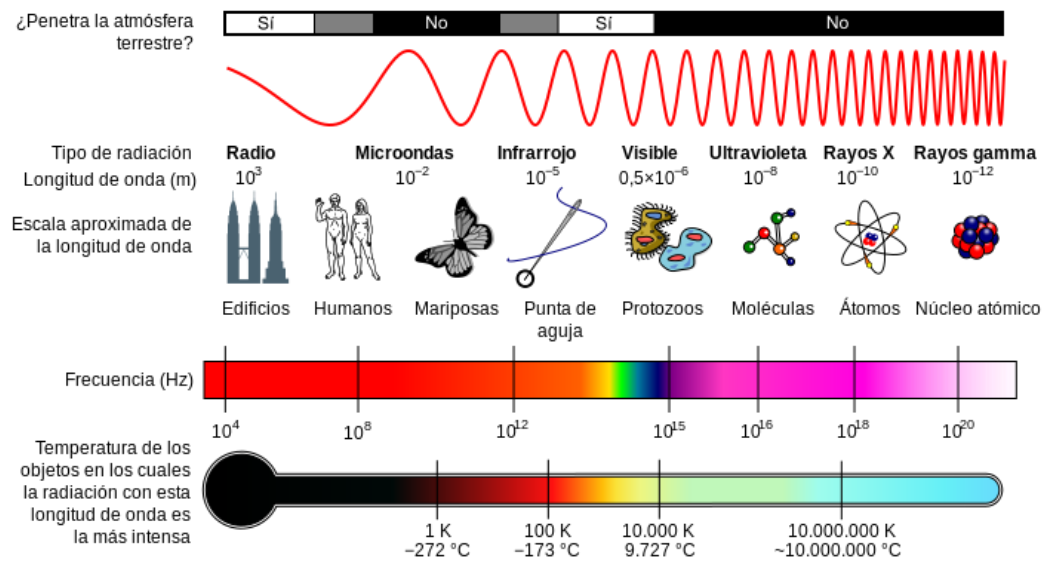


Figura II.1 Espectro Electromagnético

Fuente: www.espectrometria.com

El espectro es un recurso de gran valor y limitado que se utiliza para todas las formas de comunicaciones inalámbricas en el sector comercial y el sector público: móvil, radiodifusión sonora y de televisión, enlaces de banda ancha, navegación marítima y aeronáutica, control y comunicaciones por satélites.

2.1.1 Espectro Radioeléctrico.

De acuerdo con la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), el espectro radioeléctrico es el conjunto de ondas electromagnéticas, cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 300GHz, y que se propagan por el espacio sin guía artificial.

El espectro radioeléctrico, es un recurso natural de propiedad exclusiva del Estado, y cuya regulación, administración y control le corresponde al Estado. El Estado ecuatoriano ejerce la función de control del espectro radioeléctrico, de los servicios de telecomunicaciones, radiocomunicaciones y de los servicios de radiodifusión y televisión a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL).

El espectro radioeléctrico está dividido en bandas de frecuencias, las cuales están asignadas por números enteros y en orden ascendente

(Tabla II.1). Esta división está dada de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

BANDA	SIGNIFICADO	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FREC.	USO TÍPICO
ELF	Frecuencias Extremadamente Bajas	1000 km a 100 km	0.3 KHz A 3 KHz	Comunicación con Submarinos
	VLF	Frecuencias Muy Bajas	100 km a 10 km	3 KHz A 30 KHz
LF		Frecuencias Bajas	10 km a 1 km	30 KHz A 300 KHz
	MF	Frecuencias Medias	1000 m a 100 m	300 KHz A 3 MHz
HF		Frecuencias Altas	100 m a 10 m	3 MHz A 30 MHz
	VHF	Frecuencias Muy Altas	10 m a 1 m	30 MHz A 300 MHz
UHF		Frecuencias Ultra Altas	1 m a 10 cm	300 MHz A 3 GHz
	SHF	Frecuencias Súper Altas	10 cm a 1 cm	3 GHz A 30 GHz
EHF		Frecuencias Extremadamente Altas	1 cm a 1 mm	30 GHz A 300 GHz

Tabla II.I Bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico.

Fuente: El Autor.

- **Frecuencias extremadamente bajas ELF:** son aquellas que se encuentran en el intervalo de 3 a 30 Hz. Este rango es equivalente a aquellas frecuencias del sonido en la parte más baja (grave) del intervalo de percepción del oído humano. Cabe destacar aquí que el oído humano percibe ondas sonoras, no electromagnéticas, sin embargo se establece la analogía para poder hacer una mejor comparación.
- **Frecuencias súper bajas SLF:** son aquellas que se encuentran en el intervalo de 30 a 300 Hz. En este rango se incluyen las ondas electromagnéticas de frecuencia equivalente a los sonidos graves que percibe el oído humano típico.
- **Frecuencias ultra bajas ULF:** son aquellas en el intervalo de 300 a 3000 Hz. Este es el intervalo equivalente a la frecuencia sonora normal para la mayor parte de la voz humana.
- **Frecuencias muy bajas VLF:** se pueden incluir aquí las frecuencias de 3 a 30 kHz. El intervalo de VLF es usado típicamente en comunicaciones gubernamentales y militares.
- **Frecuencias bajas LF:** son aquellas en el intervalo de 30 a 300 kHz. Los principales servicios de comunicaciones que trabajan en este rango están la navegación aeronáutica y marina.
- **Frecuencias medias MF:** están en el intervalo de 300 a 3000 kHz. Las ondas más importantes en este rango son las de radiodifusión de AM (530 a 1705 kHz).
- **Frecuencias altas HF:** son aquellas contenidas en el rango de 3 a 30 MHz. A estas se les conoce también como "onda corta". Es en este intervalo que se tiene una amplia gama de tipos de radiocomunicaciones como radiodifusión, comunicaciones gubernamentales y militares. Las comunicaciones en banda de radioaficionados y banda civil también ocurren en esta parte del espectro.
- **Frecuencias muy altas VHF:** van de 30 a 300 MHz. Es un rango popular usado para muchos servicios, como la radio móvil,

comunicaciones marinas y aeronáuticas, transmisión de radio en FM (88 a 108 MHz) y los canales de televisión del 2 al 12 [según norma CCIR (Estándar B+G Europa)]. También hay varias bandas de radioaficionados en este rango.

- **Frecuencias ultra altas UHF:** abarcan de 300 a 3000 MHz, incluye los canales de televisión de UHF, es decir, del 21 al 69 y se usan también en servicios móviles de comunicación en tierra, en servicios de telefonía celular y en comunicaciones militares.
- **Frecuencias súper altas SHF:** son aquellas entre 3 y 30 GHz y son ampliamente utilizadas para comunicaciones vía satélite y radioenlaces terrestres. Además, pretenden utilizarse en comunicaciones de alta tasa de transmisión de datos a muy corto alcance mediante UWB. También son utilizadas con fines militares, por ejemplo en radares basados en UWB.
- **Frecuencias extremadamente altas EHF:** se extienden de 30 a 300 GHz. Los equipos usados para transmitir y recibir estas señales son más complejos y costosos, por lo que no están muy difundidos aún.

Para el servicio de televisión abierta según la NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES se utiliza las siguientes las bandas de frecuencias que se dividen en 42 canales de 6 MHz de ancho de banda cada uno, de la siguiente manera:

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS VHF	CANAL	PORTADORAS	
		N°	VIDEO	AUDIO
	MHz		MHz	MHz
I	54-60	2	55,25	59,75
	60-66	3	61,25	65,75
	66-72	4	67,25	71,75
	76-82	5	77,25	81,75
	82-88	6	83,25	87,75
III	174-180	7	175,25	179,75
	180-186	8	181,25	185,75
	186-192	9	187,25	191,75
	192-198	10	193,25	197,75
	198-204	11	199,25	203,75
	204-210	12	205,25	209,75
	210-216	13	211,25	215,75

Tabla II.2 Bandas de Frecuencias de televisión VHF abierta de los Canales 2-13.

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS UHF	CANAL	PORTADORAS	
		N°	VIDEO	AUDIO
	MHz		MHz	MHz
IV	470-476	14	471,25	475,75
	476-482	15	477,25	481,75
	482-488	16	483,25	487,75
	488-494	17	489,25	493,75
	494-500	18	495,25	499,75
	500-506	19	501,25	505,75
	506-512	20	507,25	511,75

Tabla II. 3 Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias de televisión UHF abierta de los canales 14-20.

Actualmente en la banda de 470-512MHz se encuentra asignado para la operación fijo-móvil y busca personas.

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS UHF	CANAL	PORTADORAS	
	MHz	N°	VIDEO	AUDIO
			MHz	MHz
IV	512-518	21	513.25	517,75
	518-524	22	519.25	523,75
	524-530	23	525.25	529,75
	530-536	24	531.25	535,75
	536-542	25	537.25	541,75
	542-548	26	543.25	547,75
	548-554	27	549.25	553,75
	554-560	28	555.25	559,75
	560-566	29	561.25	565,75
	566-572	30	567.25	571,75
	572-578	31	573.25	577,75
	578-584	32	579.25	583,75
	584-590	33	585.25	589,75
	590-596	34	591.25	595,75
	596-602	35	597.25	601,75
	602-608	36	603.25	607,75
IV	614-620	38	615,25	619,75
	620-626	39	621,25	625,75
	626-632	40	627,25	631,75
	632-638	41	633,25	637,75
	638-644	42	639,25	643,75
V	644-650	43	645,25	649,75
	650-656	44	651,25	655,75
	656-662	45	657,25	661,75
	662-668	46	663,25	667,75
	668-674	47	669,25	673,75
	674-680	48	675,25	679,75
	680-686	49	681,25	685,75

Tabla II.4 Bandas de Frecuencias y televisión UHF abierta de los canales 21-49.

El canal 37 está asignado para el a servicio de radioastronomía.
 En los canales del 50 al 69 actualmente se encuentran asignados para televisión codificada terrestre, sin embargo quedaran libres debido a que no se están renovando las concesiones a las operadoras que brindan este tipo de servicio.

RANGO DE FRECUENCIAS UHF	CANAL	PORTADORAS	
		VIDEO	AUDIO
MHz	N°	MHz	MHz
686-692	50	687.25	691.75
692-698	51	693.25	697.75
698-704	52	699.25	703.75
704-710	53	705.25	709.75
710-716	54	711.25	715.75
716-722	55	717.25	721.75
722-728	56	723.25	727.75
728-734	57	729.25	733.75
734-740	58	735.25	739.75
740-746	59	741.25	745.75
746-752	60	747.25	751.75
752-758	61	753.25	757.75
758-764	62	759.25	763.75
764-770	63	765.25	769.75
770-776	64	771.25	775.75
776-782	65	777.25	781.75
782-788	66	783.25	787.75
788-794	67	789.25	793.75
794-800	68	795.25	799.75
800-806	69	801.25	805.75

Tabla II.5 Bandas de Frecuencias y televisión UHF abierta de los canales 50-69.

GRUPOS DE CANALES

Para evitar la interferencia entre canales adyacentes, la presente NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES elaboró una tabla con los grupos de canales de VHF y UHF para su asignación.

Para televisión VHF

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

Tabla II.6 Grupo de canales para televisión VHF

Para televisión UHF

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

Tabla II.7 Grupo de canales para televisión UHF.

Debido a que nuestro territorio es muy irregular, es necesario definirlo por

Zonas Geográficas, para realizar la asignación de canales, como se presenta en el cuadro “Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales” del anexo de la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales que se indica en la tabla II.7.

ZONA GEOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA GEOGRÁFICA	GRUPO DE CANALES UHF	GRUPO DE CANALES UHF
A	Provincia de Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro), y zona occidental de la Cordillera occidental de la provincia de Azuay.	A1, B2	G1,G4
B	Provincias de Bolívar, excepto la zona occidental de la cordillera occidental de Los Andes de la provincia de Bolívar.	A1, B2	G1,G4
C	Provincia del Carchi, incluye las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del Chota y Batallón Yaguachi de la provincia de Imbabura.	A1,B1	G1,G4
D	Provincias de Orellana y Sucumbíos	A1, B2	G1,G4
E	Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zárate y Muisne	A1, B2	G1,G3
G1	Provincia del Guayas, subzona 1: excepto Península de Santa Elena, Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye La Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay	A1, B2	G2,G4
G2	Provincia del Guayas, subzona 2: Península de Santa Elena y Gral. Villamil	A1, B2	G1,G3
J	Provincia de Imbabura	A2,B2	G2,G3
L1	Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y zona occidental de la Cordillera Occidental	A2,B1	G2,G3
L2	Provincia de Loja: cantones Loja, Catamayo y Saraguro	A1,B2	G2,G3

M1	Provincia de Manabí, zona norte (desde Ricaurte al norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro; se incluye Muisne	A2,B1	G2,G4
M2	Provincia de Manabí, zona sur, desde Sn. Vicente al sur, excepto Pichincha	A1,B2	G2,G3
N	Provincia de Napo	A1,B2	G2,G4
Ñ	Provincia del Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La Troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay	A2,B1	G1,G3
O	Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Loja	A2,B2	G1,G3
P1	Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera occidental (Sto. Domingo y Los Bancos, P.V. Maldonado)	A1,B1	G1,G4
P2	Provincia de Pichincha, zona de Sto. Domingo, incluye El Carmen, Rosa Zárate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos	A2,B2	G1,G3
R1	Provincia de Los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental	A1,B2	G2,G4
R2	Provincia de Los Ríos, Quevedo Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El Corazón y zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Cotopaxi	A2,B2	G1,G3
S1	Provincia de Morona Santiago, excepto cantón Gral. Plaza al sur.	A2,B2	G2,G4

S2	Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza al sur.	A1,B2	G2,G4
T	Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental	A1,B1	G2,G3
X	Provincia de Pastaza	A1,B2	G1,G3
Y	Provincia de Galápagos	A1,B2	G1,G3
Z	Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.	A1,B2	G1,G3

Tabla II.8 Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales

A su vez, desde el punto de vista de la atribución de las bandas de frecuencias, la UIT ha dividido al mundo en tres regiones, de las cuales, el Ecuador se encuentra en la Región 2, dentro de la Zona Tropical.

2.2 TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE TDT

2.2.1 Introducción.

Muy pronto la población, empezará a acoger el lenguaje audiovisual como el modo de comunicación interpersonal. Resultado de la convergencia de las telecomunicaciones que se está implementando, por ejemplo, a través de los teléfonos y de la transmisión de imágenes por estos, de Internet, de la Televisión Digital y de otros medios que seguramente están por venir.

La calidad, movilidad, interactividad y el internet son algunos de los conceptos que repiten los expertos cuando analizan el presente y el futuro del medio televisivo, sus predicciones parten de una realidad indiscutible.

2.2.2 Definición.

Televisión digital terrestre se refiere al conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales

digitales que viajan en el espacio libre a través del transmisor ubicado en la superficie terrestre. En contraste con la televisión tradicional, que modula la información de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes.

El tipo de señal es muy robusta a las interferencias y la norma de emisión está concebida para una buena recepción.

- Servicios extras que dan un valor añadido a la programación y que en la normativa se ha incluido todo un campo para la realización de la televisión de pago en sus diferentes modalidades.
- La difusión de la televisión digital se basa en el sistema DVB Digital Video Broadcasting.
- Los canales de transmisión son diferentes, mientras que el ancho de banda del satélite es grande, el cable y la vía terrestre lo tienen moderado.
- Los ecos son muy altos en la difusión vía terrestre mientras que en satélite prácticamente no existen y en el cable se pueden controlar, las potencias de recepción son muy bajas para el satélite.
- El procesamiento digital puede quitar ese molesto parpadeo de las líneas horizontales
- No hay degradación de la señal, es decir, la imagen se pueden enviar más clara, y el sonido también será de mejor calidad.

2.2.3 Principios básicos de la TDT

El espectro dedicado a la transmisión de canales de televisión se divide en canales de frecuencias o canales múltiples. Cada uno de estos

canales, puede utilizarse para albergar varios programas digitales de televisión (de 4 a 6) acompañados o no de otros servicios digitales (mientras que, con tecnología analógica, un solo programa de televisión ocupa un canal completo). Igualmente, un canal múltiple completo puede dedicarse a la transmisión de un solo programa digital de televisión de alta definición.

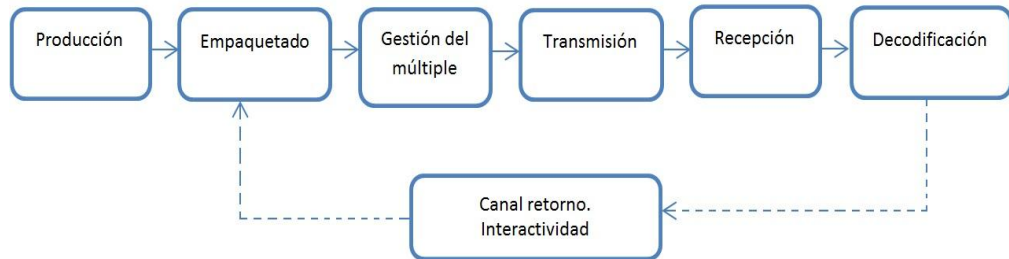


Figura II.2 Esquema de funcionamiento de la TDT.

Fuente: <http://wikitel.info>

Los contenidos audiovisuales se generan en la etapa de producción y postproducción, a lo que sigue la etapa de empaquetado de los contenidos por parte de los radiodifusores. A continuación se llevan a cabo las actividades de gestión del múltiple, donde se combinan los programas y servicios que integran cada uno de los canales múltiples reservados a las transmisiones de TDT. Una vez integrado cada uno de los canales múltiples, la señal es transmitida por el operador de red.

La recepción de la señal de TDT se realiza en los hogares que dispongan de una antena, individual o colectiva, adaptada a este tipo de transmisiones. Finalmente, la señal recibida pasa por el equipo de decodificación para que pueda ser interpretada por un televisor convencional.

Adicionalmente, para lograr la prestación de servicios interactivos, el sistema de TDT puede dotarse de un canal de retorno que permita la comunicación en sentido ascendente (desde el usuario al radiodifusor). A modo de ejemplo, pueden utilizarse como canal de retorno la red telefónica convencional o la red de telefonía móvil.

2.2.4 Beneficios

2.2.4.1 Calidad

Aumenta la nitidez, resolución de la imagen y la calidad del audio, debido a que la transmisión digital no se ve afectada por interferencias y ruidos. Aumenta así la posibilidad de emitir con mejor calidad de imagen, sonido y con prestaciones más avanzadas. En concreto, algunos canales se podrán preparar para transmitir en formato "16:9" en lugar de formato "4:3", aproximándose al formato empleado en las proyecciones cinematográficas. Por su parte, el sonido que acompaña a la señal de vídeo en la transmisión es receptado en estéreo, con sistema envolvente o en múltiples idiomas, y todo ello con unos requisitos de ancho de banda muy inferiores a los de la televisión analógica.



Figura II.3 Calidad de imagen superior.

Fuente: <http://www.supertel.gob.ec>

2.2.4.2 Interactividad

La interactividad es la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión, permitiendo al usuario ver informaciones asociadas al contenido audiovisual, la programación de los canales,

participar en concursos, votaciones, comprar productos o servicios, e incluso participar en los propios programas de televisión con el mando a distancia. La interactividad es posible gracias a aplicaciones que complementan la programación, siendo el usuario el que decide si quiere o no verlos, y cuando verlos.

La interactividad, le ofrece al usuario la posibilidad de personalizar el contenido que muestra su televisor, bien sea accediendo a información enviada durante el proceso de emisión, pero que solo se hace visible si el espectador lo desea, o bien accediendo a servidores con los que puede intercambiar información, a través de un canal de retorno utilizando el televisor como interfaz de salida esta salida puede ser con la conexión a internet.



Figura II.4 Interactividad de TDT.

Fuente: <http://www.supertel.gob.ec>

2.2.4.3 Optimizar el uso del espectro radioeléctrico.

En el mismo ancho de banda de 6 MHz, con tecnología analógica se transmite un video y un audio, en digital se puede transmitir varias programaciones diferentes en calidad estándar o una en alta definición, más datos. Adicionalmente, en una misma área de cobertura ya no se requiere de un canal de guarda de 6 MHz, por lo que se puede autorizar la concesión de canales adyacentes.



Figura. II.5 Comparación TDT con Television analógica.

Fuente: <http://www.supertel.gob.ec>

2.2.4.4 Resolución.

Por lo general, la televisión digital de alta resolución utiliza 1280x720 píxeles en modo de barrido progresivo (abreviado, 720p) o 1920x1080 píxeles en modo entrelazado (1080).

La televisión digital estándar tiene menos resolución: 640x480 o 720x480 píxeles con NTSC, 768x576 o 1024x576 con PAL en 4:3 y 16:9 de relación de aspecto respectivamente. Pero la capacidad de un canal de televisión digital puede subdividirse en múltiples sub-canales; los televisores pueden usar estos subcanales para transmitir diversa información de vídeo, audio u otros datos, así como pueden distribuir sus llamados *bit-budget* si es necesario, como sería poner un sub-canal en resolución menor para poner otro en resolución de gran pantalla. También puede reducir el uso de múltiples canales para que la recepción sea mejor en situaciones complicadas (usuarios lejanos, móviles...). Múltiplex es como se conoce al ancho de banda de la televisión digital que puede contener múltiples subcanales.

2.2.4.5 Ancho de Banda.

El espectro de transmisión de televisión digital consiste en 13 segmentos, sucesivos OFDM. A cada segmento le corresponde un ancho de banda $BW/14$ MHz, donde BW es el ancho de banda de un canal normal de televisión analógica terrestre (6, 7 u 8MHz). ISDB-T Internacional fue desarrollado y probado en canales de 6 MHz, un segmento ocupa $6/14=428.6$ kHz de espectro.

El espectro de transmisión está formado por 13 segmentos, el segmento número 14 se distribuye a los extremos, como bandas de guarda. Para 6 MHz de ancho de banda del canal, el espectro compuesto por los 13 segmentos ocupa 5.6 MHz, tomando un valor más exacto se tiene 429 kHz de ancho de banda de cada segmento. Los segmentos son enumerados del 0 al 12 y en el caso de televisión se utilizan todos los segmentos.

En nuestro caso el estándar adoptado ISDBT- Internacional permite la compatibilidad de las señales HD, SD, u OneSeg, posibilitando que los Broadcasters puedan transmitir simultáneamente a través un canal de HD y/o varios canales de SD, HD, OneSeg.

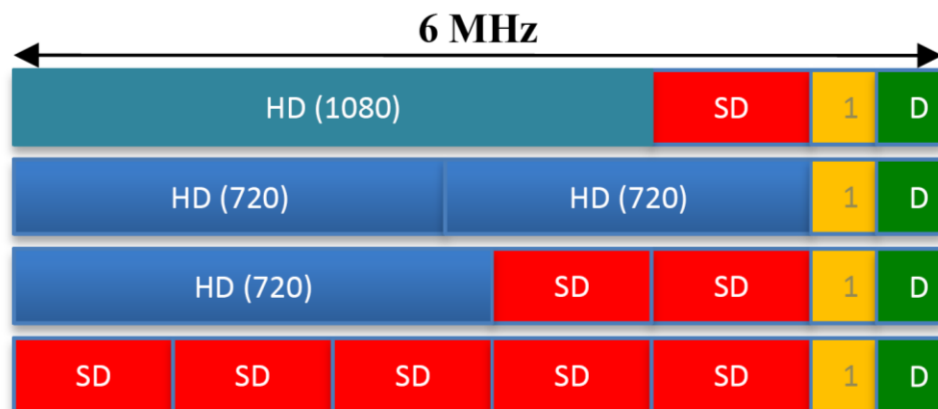


Figura II.6 Formatos de transmisión ISDBT-T Internacional.

Fuente: <http://wikitel.info/wiki/TDT>

2.2.5 Estándar ISDBT-Internacional

2.2.5.1 Introducción.

El 26 de marzo de 2010, el Superintendente de Telecomunicaciones, presentó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones – CONATEL, el Informe para la definición e implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, el cual contiene una síntesis histórica de la televisión; los estándares internacionales de Televisión Digital; el plan de implementación de la TDT; los actores del proceso; el estudio y pruebas técnicas; la investigación de usos, hábitos y preferencias de la televisión en el país; el análisis del impacto socio-económico; análisis regulatorio, entre otros temas.

Del análisis efectuado en los diferentes aspectos expuestos en el informe el Organismo Técnico de Control recomendó al CONATEL la adopción del estándar ISDB-T Internacional (japonés con variaciones brasileñas). El Consejo votó a favor de la recomendación por unanimidad y reconoció el papel de la Superintendencia en este proceso trascendental para el país.

2.2.5.2 Definición.

El sistema brasileño basado en el estándar japonés se diferencia básicamente de esta norma por el uso del códec MPEG-4 (H.264) para compresión de vídeo estándar en lugar de MPEG-2 y la compresión de audio con HE-AAC, además del middleware totalmente innovador y desarrollado en Brasil denominado Ginga el cual permite la utilización de los tres patrones de televisión digital (norteamericano, europeo y el híbrido japonés-brasileño), es decir permite la interoperabilidad entre los sistemas.

La modulación en los dos sistemas es idéntica, al igual que la parte del transporte que se realiza en base al estándar MPEG-2.

Otra de las variaciones que presenta ISDB-T Internacional es que los estándares de codificación de video y audio utilizados en las transmisiones móviles no son iguales a los empleados en el sistema japonés.

Las características técnicas del estándar ISDB-T Internacional son las siguientes:

Características Técnicas de ISDB-T Internacional	
Imagen	4:03 16:09
Formato	SDTV HDTV
Compresión	MPEG-4
Codificación	OFDM
Portadoras	Multiportadora
Ancho del canal	6 MHz
Espectro	VHF UHF

Tabla II.9 Características Técnicas de ISDB-T Internacional.

Fuente: El Autor.

2.2.5.3 Segmentación del estándar ISDB-T Internacional.

En el estándar ISDB-T Internacional divide el ancho de banda en 14 segmentos, 13 se utilizan para datos y uno (que no transporta portadoras) se divide en dos para crear la banda de resguardo de los canales adyacentes. Estos trece segmentos son creados para poder ser asignados a servicios distintos, permitiendo asignar varios segmentos a un servicio determinado y ajustar los parámetros de transmisión, optimiza los parámetros de un servicio según su objetivo; en estos trece segmentos se puede asignar libremente a un máximo de tres servicios, todo este proceso se realiza en el sistema de codificación de canal. ISDB-T Internacional trabaja con OFDM como

método de multiplexación el mismo que utiliza el dominio de frecuencia y el dominio de tiempo; dividiendo el dominio de la frecuencia en cierta cantidad de sub-bandas y el dominio de tiempo en pequeños intervalos de tiempo.

Para la recuperación de datos se aplican o añaden códigos de protección de datos digitales los mismos que permiten detectar y corregir una cierta cantidad de datos razón por la cual el acrónimo de COFDM.

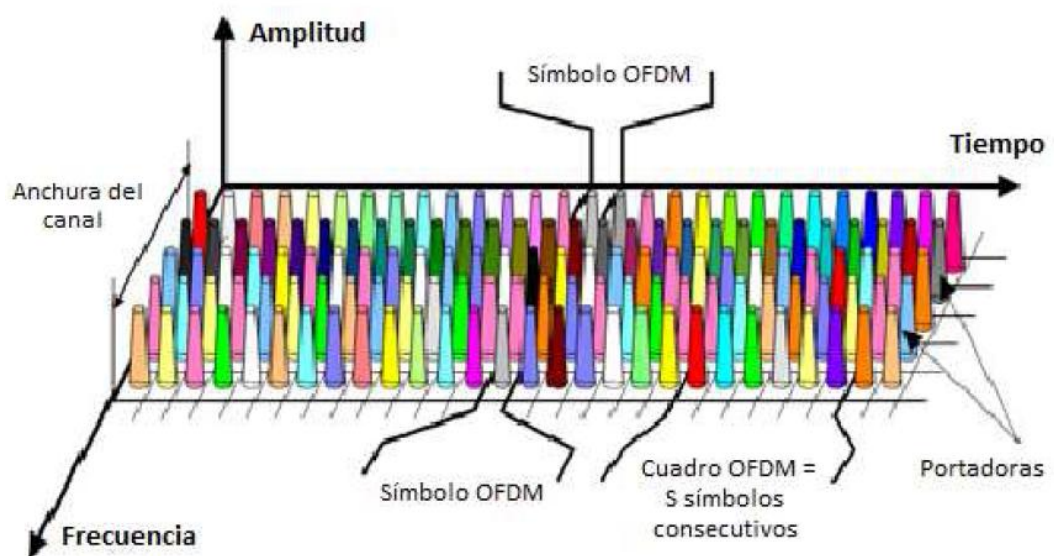


Figura. II.7 Distribución de portadoras.

Fuente: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php>

Un determinado número de portadoras transmitidas en un intervalo de tiempo se denomina Símbolo OFDM y una sucesión de n Símbolos OFDM se denomina Cuadro OFDM.

En cada banda se transmite una subportadora que transporta una porción de la información, la cual es modulada en QPSK, 16QAM, 64QAM. Cada subportadora es ortogonal al resto evitándose así interferencia entre las mismas. En una señal OFDM todas las subportadoras son transmitidas simultáneamente.

Para 6 MHz de ancho de banda del canal, el espectro compuesto por los trece segmentos ocupa 5.6 MHz, siendo el ancho de banda de cada segmento de 429 KHz. Es llamado BST-OFDM porque utiliza la transmisión segmentada por bandas (transmisión jerárquica) la misma que permite al sistema proporcionar tres tipos de servicios: recepción fija, móvil y portátil.

La ortogonalidad entre portadoras se logra haciendo coincidir los picos del espectro de las subportadoras con los valores nulos del espectro de las otras subportadoras pertenecientes al mismo canal, obteniéndose como resultado un perfecto alineamiento y espaciado de las señales sub-portadoras.

Un sistema OFDM toma un flujo de datos y lo divide en N flujos paralelos, cada uno a una tasa $1/N$ de la original. Por ejemplo, si se utiliza un sistema con 100 subportadoras y se transmite un solo flujo con una tasa de 1 [Mbps], este es convertido en 100 flujos de 10 [Kbps]. Normalmente se realiza la multiplexación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta multiplexación se denomina COFDM, del inglés Coded OFDM.

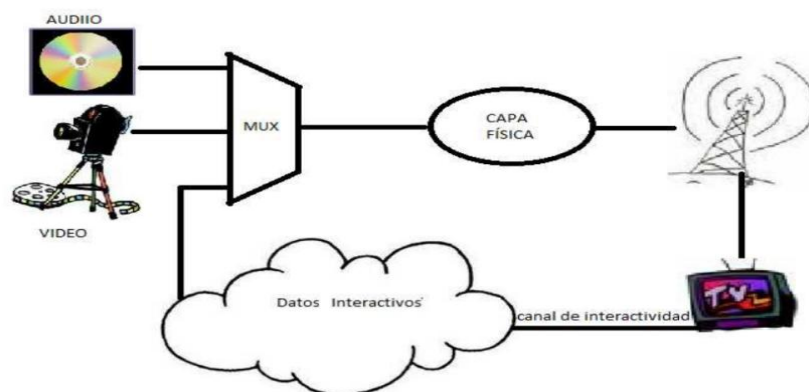


Figura. II.8 Capas de la televisión digital para el estándar ISDB-T Internacional.

Fuente: <http://wikitel.info/wiki/TDT>.

2.2.5.4 Oneseg

El estándar ISDB-T Internacional utiliza para la transmisión terrestre la modulación BST-OFDM (Band Segmented Transmission - Ortogonal Frecuencia División Multiplexing). Esto permite que la banda de 6MHz, correspondiente a un canal de televisión, pueda ser dividida en diferentes segmentos con modulación de portadora propia y con capacidad de brindar diferentes servicios. En ISDB-T Internacional se divide el canal de 6MHz en 13 segmentos, de los cuales 12 van destinados a la recepción fija con terminales de televisión usando set-top box (STB), y el segmento restante va destinado a la recepción en equipos móviles. De ahí, el nombre de One-Seg (un segmento).

2.2.5.4.1 Características Técnicas

La transmisión digital para receptores portátiles tienen las siguientes características técnicas:

- Codificación de Video H.264: Permite codificar la señal de video utilizando hasta 3 veces menos bits que en la codificación MPEG-2 convencional. Esto permite tener menor bit rate para una señal de video, por lo que hace que sea una solución ideal para la transmisión a equipos móviles.
- Codificación de Audio MPEG2-AAC (Audio Advanced Coding): Se utiliza un algoritmo de compresión con pérdida por el cual se eliminan algunos datos de audio para poder obtener mayor grado de compresión. En Brasil se ha implementado MPEG-4 AAC.
- Transmisión mediante BST-OFDM: Divide en segmentos el ancho de banda de 6MHz. Modulación por portadora QAM o DQPSK.

2.2.5.5 Principales Características

- Permite la recepción de TDT en alta definición en vehículos a velocidades por sobre los 100 km/h.
- Proporciona servicios interactivos con transmisión de datos, como juegos o compras, vía línea telefónica o Internet de banda ancha. Además soporta acceso a Internet como un canal de retorno. El acceso a Internet también es provisto en teléfonos móviles.
- Proporciona mayor inmunidad en la banda UHF a las señales transitorias que provienen de motores de vehículos y líneas de energía eléctrica en ambientes urbanos.
- Suministra EPG (Electronic Program Guide, o guía electrónica de programas)

2.2.5.6 Frecuencias útiles para ISDB-T Internacional

Según la Regulación Técnica mediante Resolución N° 284 de 7/12/2001 de Brasil y la Recomendación UIT-R n° BT.470-4, indica las bandas de frecuencias óptimas para el funcionamiento de televisión digital.

- Banda Baja VHF: Canales 2-6 - no se considera debido a ineficiencia técnica de esta banda de frecuencias para su uso en la transmisión digital de señales de televisión.
- Banda Alta VHF: Canales 7-13 - considerados para televisión digital pero son inadecuados para el correcto funcionamiento de portabilidad (oneseg).
- Banda UHF: Canales 14-49 – estos canales son los óptimos para la operación de televisión digital.
- Banda UHF: Canales 50-69 – considerados para televisión digital.

2.3 SISTEMAS FIJO MÓVIL

Los sistemas fijo-móvil son sistemas de radiocomunicación que de acuerdo al reglamento de Radiocomunicaciones emitido por el CONATEL, se define al servicio de radiocomunicaciones como un conjunto de actividades que implican la transmisión, emisión o recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de comunicación.

2.3.1 Clases de Sistemas

De acuerdo a la forma de trabajo y uso de las frecuencias de operación, el diseño del sistema de radiocomunicaciones puede ser de tres tipos: Troncalizado, Convencional y Comunal de Explotación.

- **Sistema Troncalizado:** para realizar comunicaciones utilizando este tipo de sistema, se crean grupos de usuarios independientemente de las frecuencias con que se cuente, de tal manera que cuando un usuario desea comunicarse, el sistema automáticamente le asigna un canal disponible. Si al momento de iniciar una comunicación, no se encuentra ningún canal libre, la comunicación queda en una cola de espera por un determinado tiempo.

Los Sistemas Troncalizados únicamente trabajan en modo semiduplex, ya que para la comunicación, necesitan de un dispositivo de control que trabaje conjuntamente con la estación repetidora para permitir la asignación dinámica de los canales.

- **Sistemas Convencionales y Comunales de Explotación:** en estos tipos de sistemas, cada grupo de usuarios cuenta con un canal determinado para la comunicación. Si un usuario desea comunicarse con otro usuario de un grupo diferente, debe cambiar su radio a la o las frecuencias respectivas, es decir, cambiar de canal. Si por el contrario, el canal se encuentra

ocupado, cualquier usuario debe esperar a que la comunicación se termine para transmitir un mensaje.

Los dos sistemas brindan ventajas tecnológicas y funcionales tales como:

- Identificación personalizada.
- Botón silencioso de emergencia para procedimientos de ayuda y atención de emergencias.
- Verificación constante de la operación de la radio por parte de su estación base (para saber si es que la radio sigue operando o no).
- Capacidad de eliminación electrónica de una radio de su sistema en caso de robo, etc.

2.4 INTERFERENCIAS ENTRE CANALES DE TV.

2.4.1 Definición

Como interferencia se entiende que en un receptor junto a una señal útil, se presenta una señal indeseada que corresponde a otra comunicación y que tiende a degradar y a dificultar la recepción de una señal de interés. Se denomina también interferencia al efecto causado por una o varias emisiones, radiaciones o sus combinaciones en un sistema de radiocomunicación que se manifiesta como degradación, falseamiento o pérdida de información que se obtendría en ausencia de la energía no deseada.

2.4.2 Interferencia cocanal.

Estas interferencias se producen cuando otro dispositivo o cualquier aparato que emita en la misma banda que se está trabajando interfieren en el canal seleccionado y provoca que se pierdan paquetes provocando reenvíos continuos de datos. Con este panorama la conexión se ralentiza y en ocasiones se corta.

La interferencia Cocanal se presenta en un sector dada la presencia de otro sector alejado transmitiendo a la misma frecuencia (clustering - reúso de frecuencia), cuya señal llega hasta la del primero generando ruido y disminuyendo la relación Carrier versus Interferencia (C/I). Este problema no solo ocasiona una limitación en la capacidad del sistema, sino también calidad de servicio bajo, en la fig. II.10 se muestra una interferencia cocanal en el canal 8 (180 – 186) MHz.

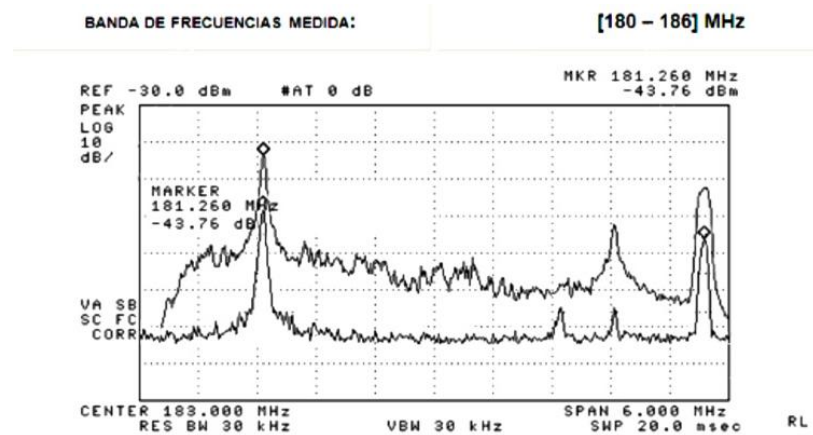


Figura. II.9 Interferencia cocanal.

Fuente: <http://prezi.com/d7nhosssce5v/interferencias-electromagneticas>.

2.4.3 Interferencia canal adyacente.

Se produce una interferencia por canal adyacente cuando parte de la potencia de una portadora es capturada por un transpondedor o una estación terrena sintonizados a la frecuencia de una portadora adyacente. La causa de esta interferencia radica en un mal filtrado entre canales.

En la figura II.11 se muestra un esquema simplificado de lo que ocurre en este tipo de interferencia:

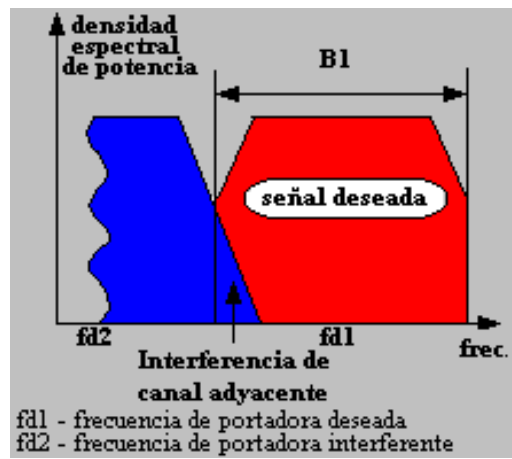


Figura. II.10 Interferencia canal adyacente.

Fuente: [htt://www.upv.es](http://www.upv.es)

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR.

3.1 Introducción

La situación regulatoria actual y la saturación de espectro radioeléctrico son los principales factores que no permiten la pronta implementación de dicha tecnología, es por esto que se realizará una propuesta para liberar las bandas de frecuencias en las zonas donde se requiera más espectro que el disponible. Para finalmente concluir con la definición de etapas de simulcast, en donde se tendrán emisiones tanto analógicas como digitales. En este capítulo se detalla las bandas de frecuencia

que se encuentran asignadas a las operadoras de televisión abierta y del sistema fijo móvil.

3.2 Situación regulatoria actual del espectro radioeléctrico.

En el Ecuador la situación actual respecto al manejo del espectro radioeléctrico se fundamenta en la Ley de Radiodifusión y Televisión, en la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica, en el Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión y en el Plan Nacional de distribución de frecuencias del espectro radioeléctrico.

En la constitución de la República del Ecuador y en la Ley de Radiodifusión y Televisión se señala que todos los canales o frecuencias de radiodifusión y televisión son recursos no renovables e inalienables, los cuales son propiedad y serán regulados, administrados y controlados por el Estado. Según el Decreto N° 8 , emitido por el presidente de la República del Ecuador, Rafael Correa Delgado, indica que las funciones de CONATEL, SENATEL y CONARTEL en cuanto a competencias y atribuciones del control, regulación y gestión del espectro radioeléctrico están duplicadas, afectando en la administración estatal del sector, disminuyendo capacidades de regulación y control del mismo. Por lo cual a través de la SENPLADES se creó el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, y además se fusionó al CONARTEL con el CONATEL.

Con la creación del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, se lo definió como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, entre ellas el espectro radioeléctrico, para poder emitir políticas, planes generales, seguimientos y evaluación de su implementación. Con la fusión del CONARTEL y CONATEL, todas las funciones del CONARTEL serán desarrolladas, cumplidas y ejercidas por el CONATEL, en los mismos términos constantes en la Ley de Radiodifusión y Televisión y el resto de normas secundarias. Solamente las funciones administrativas que

ejercía el Presidente del CONARTEL, serán realizadas por el Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

Además existe la nueva Ley Orgánica de Comunicación la misma que fue aprobada por la Asamblea Nacional el viernes 14 de Junio de 2013, la ley garantiza el derecho a la libertad de expresión, opinión y prohíbe la censura previa.

Con la nueva ley de comunicación se prohíbe la concentración de frecuencias de radio y televisión se busca que la distribución sea equitativa respecto del espectro radioeléctrico es decir un 33 por ciento para los medios privados, 33 por ciento para los medios públicos y en un 34 por ciento para los medios comunitarios.

La ley además crea la Superintendencia de Información y Comunicación, que es el organismo técnico de vigilancia, auditoría, intervención y control, con capacidad sancionatoria, de administración desconcentrada, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, presupuestaria y organizativa; que cuenta con amplias atribuciones para hacer cumplir la normativa de regulación de la información y comunicación.

La Superintendencia de Información y Comunicación tendrá en su estructura intendencias, unidades, divisiones técnicas y órganos asesores que se establezcan en la normativa que para el efecto emita.

Las resoluciones que emita la Superintendencia en el ámbito de su competencia son de obligatorio cumplimiento.

Otra entidad a crear será el Consejo de Regulación de Medios, que se encargará del acceso a la información, elaboración de reglamentos y de informes para la adjudicación de frecuencias, contenidos y franjas horarias, entre otras competencias.

3.3 Situación actual de la ocupación del espectro

radioeléctrico en las bandas VHF y UHF en Televisión.

La situación actual del espectro radioeléctrico en las bandas VHF y UHF de cada provincia del territorio Ecuatoriano se muestra a

continuación en las siguientes tablas, para conocer la ocupación actual de las bandas de frecuencias que actualmente se encuentran otorgadas a las diferentes operadoras de televisión y de esta manera estar al tanto de cuantos canales libres de televisión se tiene en cada provincia.

PROVINCIA DE CHIMBORAZO BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75	X	
8	181,25	185,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75		X
13	211,25	215,75	X	

Tabla III.1 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Chimborazo.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE CHIMBORAZO BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75	X	
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75	X	
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75	X	
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75	X	
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75	X	
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75	X	
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75		X

Tabla III.2 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Chimborazo.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE TUNGURAHUA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75		
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75	X	
11	199,25	203,75		X
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75		X

Tabla III.3 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Tungurahua

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE TUNGURAHUA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
21	513.25	517.75		X
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75		X
24	531.25	535.75	X	
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75	X	
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75	X	
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75	X	
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75	X	
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75	X	
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75	X	
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75	X	
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75		x
49	681.25	685.75	X	

Tabla III.4 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Tungurahua.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE PASTAZA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25		X
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75		X
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75		X
13	211,25	215,75	X	

Tabla III.5 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Pastaza.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE PASTAZA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
21	513.25	517.75		X
22	519.25	523.75		
23	525.25	529.75	X	X
24	531.25	535.75		
25	537.25	541.75	X	X
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75	X	
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75	X	
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75		X
49	681.25	685.75	X	

Tabla III.6 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Pastaza.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE BOLÍVAR BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75		X
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75	X	
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75		X
13	211,25	215,75	X	

Tabla III.7 Bandas de Frecuencias de televisión VHF ocupadas y libres en la provincia de Bolívar.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

PROVINCIA DE BOLÍVAR BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75	X	
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75		X

Tabla III.8 Bandas de Frecuencias de televisión UHF ocupadas y libres en la provincia de Bolívar.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

Se tomó como muestra las cuatro provincias de la zona centro del país para tener una idea de cuantos canales de televisión se encuentran

libres en cada una de las provincias del territorio ecuatoriano debido al gran número de provincias existentes en el país, las tablas de la ocupación de las bandas de frecuencias de las demás provincias se encuentran en el anexo A.

En la tabla III.9 se muestra en resumen las bandas de frecuencias VHF y UHF que se encuentran libres y ocupadas en las provincias del Ecuador para de esta manera saber cuántos canales de televisión están actualmente otorgados a las diferentes operadoras de televisión en el país.

BANDAS DE FRECUENCIAS DE TELEVISION VHF Y UHF EN EL ECUADOR						
PROVINCIA	BANDA VHF		BANDA UHF		TOTAL	
	OCUPADO	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	OCUDADO	LIBRE
Azuay	12	0	11	19	23	19
Bolívar	7	5	4	26	11	31
Cañar	5	7	8	22	13	29
Carchi	7	5	9	21	16	26
Chimborazo	8	4	10	20	18	24
Cotopaxi	3	9	5	25	8	34
El oro	6	6	10	20	16	26
Esmeraldas	7	5	13	17	20	22
Galápagos	7	5	8	22	15	27
Guayas	10	2	16	14	26	16
Imbabura	8	4	11	19	19	23
Loja	12	0	9	21	21	21
Los ríos	8	4	14	16	22	20
Manabí	11	1	14	16	25	17
Morona Santiago	7	5	6	24	13	29
Napo	7	5	7	23	14	28
Orellana	1	11	3	27	4	38
Pastaza	6	6	5	25	11	31
Pichincha	12	0	16	14	28	14
Santa Elena	8	4	10	20	18	24
Santo domingo de los Tsachilas	6	6	10	20	16	26
Sucumbíos	5	7	4	26	9	33
Tungurahua	7	5	10	20	17	25
Zamora Chinchipe	9	3	5	25	14	28

Tabla III.9 Resumen de las Bandas de Frecuencias de televisión VHF y UHF ocupadas y libres en las provincias del Ecuador.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

De acuerdo con lo anterior los porcentajes de la ocupación del espectro radioeléctrico en la banda VHF como se indican a continuación en la figura III.1.

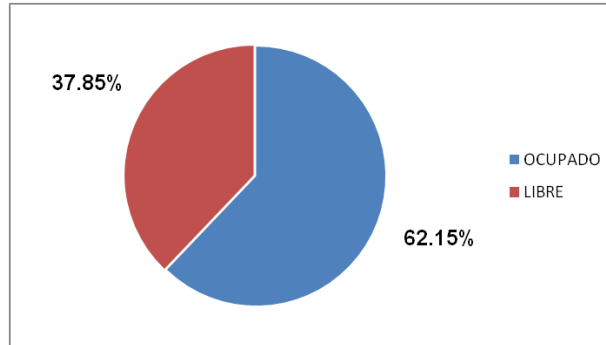


Figura III.1. Ocupación de la banda de televisión VHF en el Ecuador.

Fuente: El Autor.

La figura III.1 indica que en la banda de televisión VHF existe un 37.85% de frecuencias libres para su posible asignación Televisión Digital Terrestre.

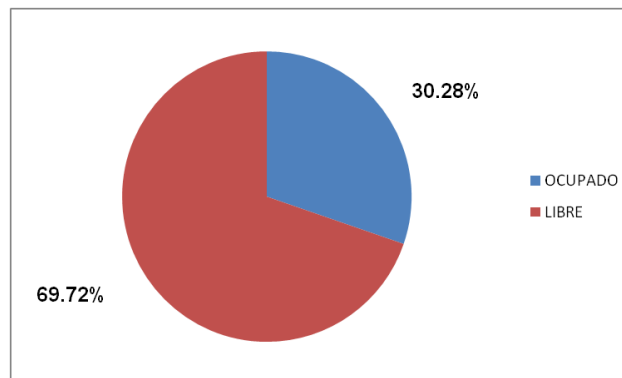


Figura III.2. Ocupación de la banda de televisión UHF en el Ecuador.

Fuente: El Autor.

La figura III.2 indica que en la banda de televisión UHF existe un 69.72% de frecuencias libres para su posible asignación Televisión Digital Terrestre

3.4 Situación actual de TDT en el Ecuador.

3.4.1 Antecedentes

Mediante Resolución No. 084-05-CONATEL-2010 del 25 de marzo de 2010, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) resolvió adoptar el estándar de televisión digital ISDB-T INTERNACIONAL (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil.

La implementación de la TDT incidirá en cambios de terminales (televisores) o la adquisición de un set-top box (decodificador) para transformar la señal digital recibida en analógica debido a que los televisores que actualmente están en operación tienen tecnología analógica, es decir una inversión económica que deberán hacer los usuarios.

Para casos particulares tendrán que considerarse excepciones como subsidios para los grupos vulnerables. Adicionalmente se contarán con mayores frecuencias o como lo han llamado en otros países “el dividendo digital”.

3.4.2 Plan maestro para TDT.

Mediante Resolución RTV- 681-24-CONATEL-2012 se elaboró el Plan Maestro para TDT durante la transición de televisión analógica a digital resolviendo lo siguiente.

- Se determina que durante el período de simulcast se utilizarán los canales adyacentes en cada zona geográfica, en la banda de canales del 21 al 51, es importante considerar que, existen zonas geográficas en las cuales existe disponibilidad de canales principales en la banda UHF, los cuales también podrían ser asignados para la operación de estaciones de Televisión Digital Terrestre.

- Existe la posible liberación de los canales 14 y 15, sería conveniente modificar la redacción, estableciendo que los canales mencionados anteriormente serán liberados para la operación de TDT en las zonas que el CONATEL determine.
- Con respecto a la Canalización se estableció la concesión de canales de 6 MHz de ancho de banda. No obstante, en caso de solicitud expresa de otro peticionario debidamente justificada, por escasez de recursos de espectro radioeléctrico, o cuando por motivos de interés general el CONATEL lo disponga y en donde sea técnicamente factible, el concesionario estará en la obligación de la compartición del canal de 6 MHz a través de su propia infraestructura.
- Apagón Analógico:
Las transmisiones analógicas, se desarrollarán de acuerdo al siguiente cronograma.

FASES	LOCALIDADES	APAGÓN ANALÓGICO
Fase 1	Área de Cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 5000.000 habitantes	31 de Diciembre de 2016
Fase 2	Área de Cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 5000.000 y 200.000 habitantes	31 de Diciembre de 2017
Fase 2	Área de Cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.000 habitantes	31 de Diciembre de 2018

Tabla III.10 Cronograma del apagón analógico.

Fuente: Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre – Senatel.

3.4.3 Bandas de Frecuencias asignadas para TDT en el Ecuador.

Una vez que se realizó el plan maestro de Televisión Digital Terrestre para la transición de televisión analógica a digital se asignaron frecuencias temporales para que transmitan las operadoras de televisión en señal digital en las diferentes provincias del Ecuador.

En la tabla III.10 se indica las frecuencias que fueron asignadas temporalmente para la transmisión de televisión digital terrestre.

BANDAS DE FRECUENCIAS VHF Y UHF ASIGNADAS PARA TDT			
PROVINCIA	OPERADOR	BANDA VHF	BANDA UHF
		CANAL	CANAL
AZUAY	ECUADOR TV	-	47
COTOPAXI	COLOR TV	-	25
EL ORO	OK TV-TEVECOP	-	24
GUAYAS	ECUADOR TV	-	21
GUAYAS	CORPORACION ECUATORIANA DE TELEVISION	-	23
GUAYAS	RED TELESISTEMA (R.T.S)	-	25
GUAYAS	TELAMAZONAS	-	27
GUAYAS	CADENA ECUATORIANA DE TELEVISION	-	29
GUAYAS	CANAL UNO	-	33
GUAYAS	TV+ (TEVEMAS)	-	35
GUAYAS	TELEVISION SATELITAL	-	39
MANABÍ	OROMAR	-	23
PICHICHA	ECUADOR TV	-	26
PICHICHA	TELEVISION DEL PACIFICO	-	30
PICHICHA	TELEAMAZONAS	-	32
PICHICHA	RED TELESISTEMA (R.T.S)	-	34
PICHICHA	TELEVISORA NACIONAL	-	36
PICHICHA	TELEVISION SATELITAL	-	39
PICHICHA	TELESUCESOS	-	41
TUNGURAHUA	UNIMAX	-	23
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	TELEATAHUALPA (RTU)	-	24

Tabla III.11 Frecuencias asignadas temporalmente (a julio 2013) para TDT en el Ecuador.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

3.5 Bandas alternas para TDT.

3.5.1 Bandas de Frecuencias en los canales del 14 al 20.

En el país no se utilizan estos canales de televisión en señal abierta, en este rango de frecuencias se encuentran operando los sistemas de fijo móvil terrestre, en la figura III.3 se indica la ocupación del espectro radioeléctrico de un total de AB (ancho de banda) de 72 MHz designados para este sistema de radiocomunicación en las diferentes provincias del Ecuador.

En el gráfico se indica la ocupación actual del espectro radioeléctrico en esta banda de frecuencias, para la posible migración la posible migración de este servicio de telecomunicaciones a otro rango de frecuencias dependiendo de cuan utiliza este.

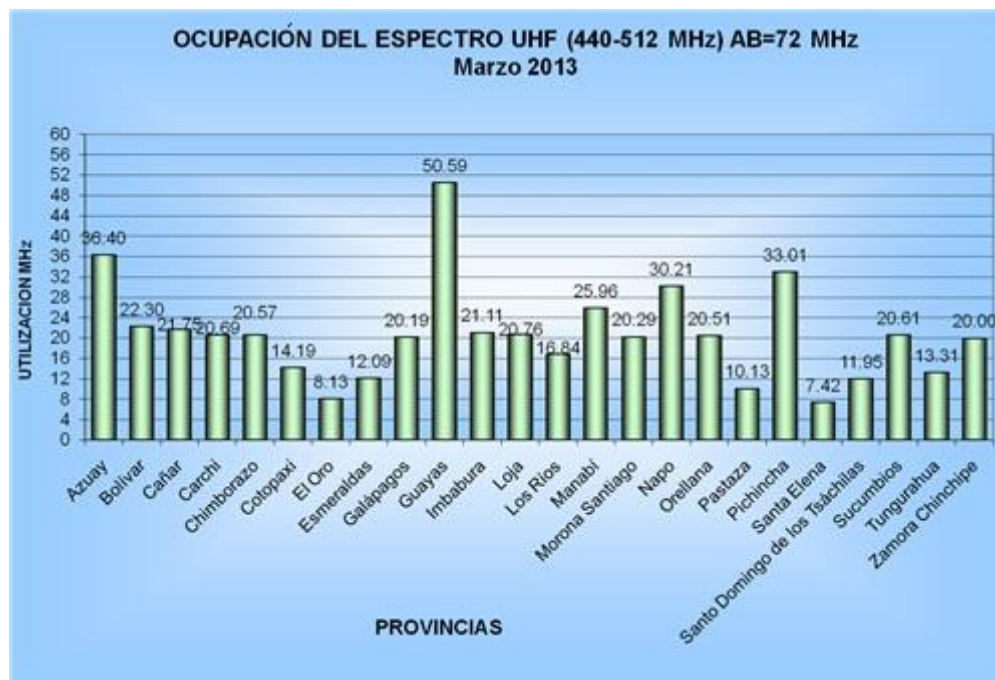


Figura III.3 Ocupacion del espectro radioelectrico UHF(440-512 MHz.) a marzo 2013.

Fuente: <http://www.supertel.gob.ec>.

3.5.2 Bandas de Frecuencias en los canales del 50 al 69.

Actualmente en esta banda de frecuencia se encuentran operando algunos concesionarios que brindan el servicio de audio y video por suscripción (televisión pagada)a través la televisión codificada terrestre, en la tabla III.12 se indica las operadoras que prestan este servicio en el país.

OPERADORAS DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE	
OPERADORA	PROVINCIA
CV+	AZUAY
CV+	CAÑAR
TELESAT S.A.	GUAYAS
SATELCOM S.A.	GUAYAS
TV MAX	GUAYAS
UNIVISA	GUAYAS
CABLEVISION S.A.	GUAYAS
COSMOVISION S.A.	GUAYAS
GLOBAL TV	LOJA
INTERCABLE	MANABI
UNIVISA	MANABI
TV MAX	PICHINCHA
TELESAT S.A.	PICHINCHA
CABLEVISION S.A.	PICHINCHA
AMERICAN CABLE	TUNGURAHUA
MUANA VISION	GALAPAGOS

Tabla III.12 Concesionarios de televisión codificada terrestre que operan actualmente en el Ecuador a julio 2013.

Fuente: Reportes y Estadísticas de las Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Audio y Video por suscripción actualizadas a Julio 2013, de la SUPERTEL.

En esta banda de frecuencias el estado pretende asignar para la tecnología celular LTE (Long Term Evolution), son redes 4G que ofrecen velocidades de acceso superiores a los 100 Mbps, y de hecho ya se han alcanzado cotas de hasta 150.

La tecnología 4G (LTE) se concibe como la evolución de las comunicaciones móviles, basada en la combinación de múltiples redes y tecnologías móviles de acceso inalámbrico, que complementarán a las actuales redes 3G.

Es decir el Estado ecuatoriano deberá decidir si esta banda de frecuencia destina para la tecnología LTE o para la transmisión de Televisión Digital Terrestre.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO PARA LA POSIBLE ASIGNACIÓN DE NUEVAS FRECUENCIAS PARA TDT.

4.1 Introducción

El presente estudio que se va a realizar es para la asignación de frecuencias para la operación de televisión digital durante la transición de televisión analógica a digital (simulcast), para lo cual se va a analizar lo siguiente:

- La situación y modo de operación actual de las operadoras de televisión abierta, para la posible compartición del ancho de banda de 6 MHz, con otra operadora de televisión.

- Análisis de las posibles interferencias entre operadoras de televisión analógica y digital, este análisis es para la asignación de canales adyacentes para la operación de TDT.
- Frecuencias Fijo Móvil y de televisión codificada terrestre, para la migración de las mismas y la posible asignación de estas frecuencias para la transición de televisión analógica a digital.

4.2 Análisis de la banda de frecuencias VHF de(54-88) MHz canales del 2-6.

Según la norma técnica de Brasil ABNT NBR 15601:2007. Pág. 58,59 , indica que no es factible el uso de estas frecuencias para la transmisión de televisión digital, debido al tipo de modulación en la que se basa TDT, por lo que se ha comprobado que en este rango de frecuencias específicamente se registran varios tipos de problemas de transmisión y recepción causando interferencias de intermodulación.

4.3 Análisis de la banda de frecuencias VHF de (174-216) MHz canales del 7-13.

Según la norma técnica de Brasil ABNT NBR 15601:2007 y la Recomendación UIT-R n° BT.470-4, en este rango de frecuencias si se puede transmitir televisión digital terrestre, pero tiene una limitante que en esta banda no es óptima para la transmisión de televisión portable es decir a través de para el onseg, quedando así este rango de frecuencias para que sean probablemente asignadas a operadoras de televisión digital terrestre que están dispuestos a compartir el espectro radioeléctrico.

4.4 Análisis de la banda de frecuencias UHF de (470-512) MHz canales del 14-20.

En los canales de UHF del 14 a 20 que va desde 470 MHz hasta 512 MHz se encuentran asignados los siguientes servicios.

- En las bandas 470 - 472 MHz, 482 - 488 MHz, atribuidas a los servicios FIJO y MÓVIL, operan Sistemas Buscapersonas Unidireccionales compartido con sistemas simplex excepto enlaces radioeléctricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto – punto, punto – multipunto.
- En las bandas 470 - 512 MHz, atribuidas a los servicios FIJO y MÓVIL, operan Sistemas Buscapersonas de dos vías.

La ocupación actualmente en esta banda, como se muestra en la figura III.2 tiene un promedio aproximado de 30 MHz de ocupación total en el territorio ecuatoriano, de 72 MHz, lo cual se hace poco probable que se pueda asignar en estas bandas la transmisión de televisión digital terrestre durante la transición, ya que se encuentra utilizado en las provincias de Guayas y de Pichincha casi en su totalidad y tratar de migrar a otras bandas todo este sistema de comunicación resulta complejo, debido a la cantidad de operadoras que en la actualidad están utilizando esta banda de frecuencias.

4.5 Análisis de la banda de frecuencias UHF de (686-806) MHz canales del 50-69.

En esta banda de frecuencias está asignada para operadoras que brindan servicios de audio y video por suscripción utilizando como medio de transmisión el espectro radioeléctrico mediante enlaces terrestres; es decir utiliza tecnología inalámbrica para distribuir servicios de audio y video/televisión

Estas bandas, se divide en sub-bandas de 6 MHz, lo que permite la transmisión de hasta 20 canales en la banda de UHF (686 a 806 MHz), y hasta 31 canales. Los transmisores envían la señal teniendo línea de

vista con las antenas de los suscriptores, luego viaja a través de un cable coaxial hacia una caja o radio base que decodifica y descomprime las señales en una normal de televisión.

La ocupación actualmente en esta banda, como se muestra en la figura III.12, que son 11 operadoras a nivel nacional que prestan el servicio de televisión codificada terrestre.

En esta banda si es factible la asignación para la transmisión de Televisión Digital Terrestre durante la transición de televisión analógica a digital (simulcast), en vista que las concesiones de los contratos revisados ya están por vencer en un tiempo no mayor a 6 meses, y a su vez no están siendo renovados lo cual se tendrá libre esta banda y utilizar para la transmisión de TDT en la transición de televisión analógica a digital y luego del apagón analógico.

4.6 Compartición de canal.

En la transmisión de Televisión Digital Terrestre existe la posibilidad de compartir el ancho de banda de 6 MHz ya que se puede transmitir en el mismo canal 4 canales de definición estándar, dos canales de HD y uno full HD, para de esta manera optimizar el uso del espectro radioeléctrico transmitiendo dos canales HD ocupando el mismo ancho de banda que es asignado a un canal de televisión.

4.6.1 Análisis de la situación y modo de operación de las operadoras de televisión abierta.

Un canal de televisión realiza una variedad de programaciones unas en vivo y otras pregrabadas que se transmiten en los diferentes horarios para la cual se requiere de las siguientes funciones de producción de igual manera del personal adecuado, que se detalla a continuación para la realización de dichas programaciones.

4.6.1.1 Área de producción.

- Productor ejecutivo.
- Diseñador Audiovisual
- Pedagogo
- Guionista
- Productor
- Director de cámaras o realizador.

4.6.1.2 Área técnica

- Responsable del Área Técnica
- Switcher
- Camarógrafo
- Operador de Audio.
- Iluminador
- Operador del control de video
- Generador de Caracteres.
- Editor Técnico
- Diseñador Gráfico

4.6.1.3 Área de transmisiones

- Productor de máster

4.6.2 Presupuesto para la realización de un programa de TV.

Para la realización de un programa de televisión se requiere de todos los implementos necesarios y del apoyo del personal adecuado mencionado anteriormente para el correcto funcionamiento y que éste sea de óptima calidad, en la tabla IV.2 se detalla el costo para la producción de un programa de televisión la tabla se elaboró bajo un total de cinco programas que tiene el canal TVS canal 13 lo cual se compartió gastos para el mismo número de programas mencionados anteriormente.

Para realizar la siguiente tabla se utilizó el concepto de las depreciaciones de los activos fijos.

La depreciación son las provisiones destinadas a cubrir la pérdida del valor de los activos fijos por efecto de desgaste, uso, deficiencias producidas por su utilización, funcionamiento y obsolescencia técnica con excepción de terrenos y bibliotecas.

La depreciación se calculará a partir de la fecha de adquisición del equipo correspondiente, y cesara cuando éste sea retirado de servicio dejando un valor residual para efectos de control.

La depreciación se calculara por el sistema de línea recta sobre el costo de adquisición más las mejoras de carácter permanente aplicando la tabla IV.1.

Activos Fijos	% Anual
Edificios	5% Anual
Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles.	10 % Anual
Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil.	20 % Anual
Equipos de cómputo y software.	33 % Anual

Tabla IV.1 Depreciación anual de los activos fijos.

Fuente: El Autor.

Ejemplo. Edificios

Depreciación anual (Da) = Costo del activo* 5 %

Da= 150.000 * 5% = \$ 7.500

Depreciación mensual (Dm)= Da/12

Dm= \$7.500 / 12 = \$ 625

Gasto depreciación por programa (Gdp) = Dm/N° de programas.

Gdp= \$625/5 = \$ 125

Ejemplo. Equipos

Depreciación anual (Da) = Costo del activo* 10 %

Da= 15.000 * 10% = \$ 1.500

Depreciación mensual (Dm)= Da/12

Dm= \$1.500 / 12 = \$ 125

Gasto depreciación por programa (Gdp) = Dm/N° de programas.

Gdp= \$125/5 = \$ 25

En cuanto a lo que se refiere a sueldos gastos varios y movilización se divide para el número de programas que realiza el canal.

En gastos varios se tiene lo siguiente:

- Pago de uso de frecuencia.
- Suministros de oficina.
- Pago servicios básicos.
- Derechos de exclusividad.

ELEMENTOS PARA UN PROGRAMA DE TELEVISIÓN	COSTO			
	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	INVERSIÓN TOTAL	COSTO POR PROGRAMA
Equipo de Cámara	3	\$ 5.000	\$ 15.000	\$ 25,00
Equipo de sonido	1	\$ 800	\$ 800	\$ 1,33
Equipo de Iluminación	4	\$ 149	\$ 596	\$ 9,93
Equipo de Vestuario, Maquillaje y Peinado	1	\$ 400	\$ 400	\$ 80,00
Equipo de Edición	1	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 6,67
Argumento/Guiones/Desarrollo	1	\$ 420	\$ 420	\$ 84,00
Productor/Director	1	\$ 650	\$ 650	\$ 130,00
Presentador/Asistente	2	\$ 250	\$ 500	\$ 500,00
Edificios	1	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 125,00
Sueldo Camarógrafos	3	\$ 432	\$ 1.296	\$ 259,20
Conserje	1	\$ 318	\$ 318	\$ 63,60
Seguridad	1	\$ 300	\$ 300	\$ 60,00
Gerente	1	\$ 1.200	1.200	\$ 240,00
Secretaria	1	\$ 450	\$ 450	\$ 90,00
Contador	1	\$ 600	\$ 600	\$ 120,00
Gastos varios	1	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 240,00
Movilización	1	\$ 1.100	\$ 1.100	\$ 220,00
TOTAL			\$ 176.030	\$ 2.254,73

Tabla IV.2 Costo mensual para realizar un programa de Televisión analógica en vivo con una duración de una hora diaria.

Fuente: Ing. Johnny Casanova Productor General de TVS canal 13

Un canal de televisión tiene como ingresos la difusión de publicidad el cual se detalla a continuación en la tabla IV.3

COSTO DE PUBLICIDAD CANAL DE TELEVISIÓN	
CANTIDAD DE VECES	COSTO MENSUAL
4-5 Veces	\$ 480
6 Veces	\$ 750
8 Veces	\$ 980

Tabla IV.3 Costo de publicidad de un canal local de televisión.

Fuente: Ing. Johnny Casanova Productor General de TVS canal 13

Un programa de televisión tiene como mínimo seis auspiciantes durante la trasmisión, teniendo un ingreso aproximado por cada emisión el mismo que se detalla a continuación.

N° DE AUSPICIANTES	CANTIDAD DE VECES	COSTO POR AUSPICIANTE	INGRESO POR EL NUMERO DE AUSPICIANTES
4	4	\$ 470	\$ 1.880
2	6	\$ 750	\$ 1.500
		Ingreso total	\$ 3.380

Tabla IV.4 Ingreso aproximado de publicidad en un programa de televisión.

Fuente: Ing. Johnny Casanova Productor General de TVS canal 13

Es decir por cada programa realizado en el canal de televisión de cobertura local tienen una utilidad aproximada de \$1.125,27 que obtenemos del ingreso mensual por programa menos el gasto mensual por programa.

Si esta utilidad se multiplica por cinco programas tenemos como utilidad mensual \$5626.35 y anual la cantidad de \$67.516,2

Con esta utilidad aproximada de una canal local es poco probable que pueda utilizar todo el ancho de banda dentro de los 6 MHz, tomando

en cuenta que el canal de televisión tiene responsabilidades patronales y tributarias, por tal motivo esta empresa televisiva no podrá realizar la producción de varios programas de televisión que se transmitan simultáneamente, es decir puede compartir los 6MHz con otro canal local, para de esta manera optimizar el uso del espectro radioeléctrico.

Estas operadoras de televisión no podrán transmitir en señal full HD ni tampoco tener televisión portable.

4.7 Canal adyacente.

Durante la transición de televisión analógica a digital, se puede ocupar los canales adyacentes de las operadoras que actualmente están transmitiendo en forma analógica en la banda de frecuencias de los canales del 21 al 49 para la transmisión de televisión digital terrestre.

Actualmente existe un 69.72% de canales libres en las diferentes provincias del Ecuador, en la tabla III.2 nos indica la ocupación del espectro radioeléctrico en banda de televisión UHF en la provincia de Chimborazo con 18 canales libres que pueden ser utilizados para la transmisión de TDT durante el proceso de transición de la tecnología analógica a la digital.

Una vez que se dé el apagón analógico esta banda de frecuencias quedara solo para televisión digital terrestre, en virtud de que las operadoras de televisión abierta que en la actualidad transmiten en señal analógica dejaran de operar en las frecuencias que se encuentran asignadas hasta la presente fecha.

Durante el proceso de simulcast se puede evitar que exista algún tipo de interferencia en la transmisión tanto en la televisión analógica y digital cuando se transmita en un canal adyacente al de una operadora de televisión analógica, para esto a continuación se realiza el siguiente

análisis de las posibles interferencias que pueden existir durante la transición.

4.7.1 Análisis de posibles interferencias entre operadoras de televisión analógica y digital.

4.7.1.1 Características técnicas de las señales de televisión analógica y televisión digital.

Ambos sistemas emplean un ancho de banda de canal de 6 MHz para transmitirla información de imagen y sonido, sin embargo, las diferencias entre el sistema analógico y el digital son muy importantes. Los sistemas de TV analógica utilizan tres portadoras dentro de los 6 MHz de ancho de banda. Una portadora se emplea para la información de vídeo, otra para la del color y una tercera para el sonido.

Los sistemas digitales transmiten las tres portadoras, video+color+audio, de forma conjunta sobre el ancho de banda disponible. Además, en estos sistemas la utilización de técnicas de compresión permite transmitir varios canales simultáneamente ocupando el mismo ancho de banda que un canal analógico. Por otro lado, consiguen una definición y calidad de imagen superior, son más resistentes a las interferencias, y por tanto, más fáciles de distribuir.

En la Tabla IV.5 se resumen los parámetros técnicos más relevantes de ambos sistemas. De estos parámetros, es la intermodulación el que más impacto tiene en los sistemas de TV colectiva. En la citada tabla se puede apreciar como los sistemas de TV digital admiten una relación de intermodulación de hasta 30 dB, mientras que los de TV analógica requieren que ésta sea mejor de 54 dB.

Parámetro	Unidad	Valor
Nivel de señal en toma de usuario		
TV-ANAÓGICA	dB μ V/m	57-80
TV-DIGITAL	dB μ V/m	45-70
Relación portadora/ruido aleatorio:		
C/N TV-ANALÓGICA	dB	≥ 43
C/N TV-DIGITAL	dB	≥ 25
Relación de intermodulación		
C/I TV-ANALÓGICA	dB	≥ 54
C/I TV-DIGITAL	dB	≥ 30

Tabla IV.5 Parámetros más relevantes de los sistemas analógico y digital.

Fuente: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=291>

Otro aspecto muy interesante a destacar es que la recepción de TV digital requiere niveles de relación portadora/ruido 18 dB inferiores a los de la TV analógica. Por lo tanto, la TV digital es más robusta, pudiendo trabajar con mayor ruido y con amplificadores trabajando más próximos a la saturación.

Todo ello explica algunos hechos que se pueden constatar en las instalaciones:

- Las emisoras transmiten los canales de TV digital con niveles de señal inferiores a los empleados en la transmisión de canales analógicos. Lo que no significa que en el emplazamiento se reciban de la misma manera por efecto de las condiciones de propagación.
- Los actuales amplificadores monocanales analógicos también sirven para amplificar las señales digitales. Incluso pueden emplearse amplificadores con menor nivel de señal de salida, pues las señales de TV digital requieren menor relación C/N.

- Los problemas de interferencias se dan mayoritariamente en los canales analógicos pues son más sensibles a la intermodulación e interferencia.

4.7.1.2 Interferencias entre canales de Tv Analógica Y Tv Digital

Se puede considerar la interferencia, en sentido amplio, como la situación en la que se produce solape espectral entre dos emisiones de distinto origen. Las situaciones que se pueden presentar son variadas, sin embargo, los efectos sobre la imagen son muy claros y se pueden resumir en:

- Mala calidad de la señal recibida
- Problemas en la distribución de la señal

En ambos casos, el diseño de la instalación de la TV colectiva puede tener una influencia considerable en la calidad de la imagen, incluso cuando la señal recibida sea óptima. A continuación analizaremos los casos y situaciones que se pueden producir y las posibles soluciones a adoptar.

4.7.1.3 Situaciones que producen mala calidad de la señal obtenida a la salida de la antena receptora.

Son muchos los casos en los que la señal recibida no es óptima para la distribución. Se describe las situaciones y causas más comunes que provocan esta situación.

Los fenómenos más comunes que afectan a la calidad de la señal recibida podemos agruparlos en cuatro grupos:

- Interferencias
- Intermodulación
- Multitrayecto
- Escasa relación señal / ruido.

4.7.1.3.1 Recepción de señal de fuentes diferentes.

Un caso que se puede producir con cierta frecuencia es la recepción de señales de TV de dos fuentes diferentes a la misma frecuencia (interferencia cocanal).

Esta situación se produce típicamente en áreas de provincias o regiones vecinas equidistantes a dos transmisores o en zonas elevadas con visión directa a dos o más transmisores.

También es habitual en zonas de costa, donde se producen sobrealcances de los transmisores y en grandes ciudades donde existen multitud de repetidores dos o más fuentes emisoras.

En todos estos casos, se produce el solape de dos emisiones de TV, que pueden ser ambas analógicas, digitales o una digital y otra analógica.

En la Figura IV.1 se muestra un esquema de interferencia de un canal digital sobre uno analógico. El resultado de este solape se traduce en que el canal analógico es interferido si la relación de potencias es inferior a 54 dB.

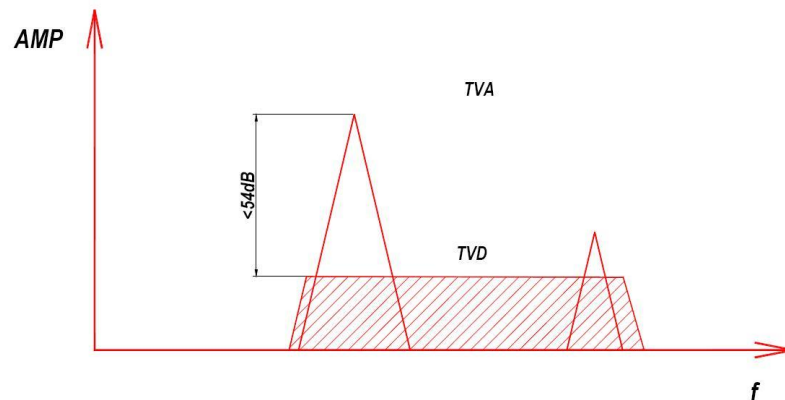


Figura IV.1 Interferencia por la recepción de dos emisiones de TV en el mismo canal.

Fuente: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=291>

Para el caso de dos canales analógicos, la situación sería equivalente a la descrita, produciéndose interferencias cuando la relación de

potencias interferente/interferido sea inferior a 54 dB. En el caso de interferencia se manifiesta como la aparición de dos imágenes en la pantalla.

Otra situación es la interferencia de un canal analógico sobre uno digital. En este caso se toleraría una relación de intermodulación de hasta 30 dB del analógico sobre el digital.

Para todas estas situaciones de interferencia no existe más solución que emplear una antena lo más directiva posible y orientada hacia el emisor con el objeto de reducir la interferencia al mínimo. No obstante, dada la baja ganancia y directividad de las antenas de TV, normalmente resulta difícil eliminar dichas interferencias, especialmente cuando las fuentes están muy poco separadas acimutalmente.

En ocasiones existe la posibilidad de recibir la misma emisión de dos transmisores próximos y en canales diferentes. En este caso, si la señal de un transmisor está interferida, se puede orientar la antena hacia el otro emisor, seleccionando otro canal y eliminando totalmente la interferencia.

4.7.1.3.1.1 Interferencias de otras emisiones.

Otro de los fenómenos de interferencias más comunes son las perturbaciones producidas por otros emisores. Estos pueden ser: emisores de radiodifusión, radiotelefonía o portadoras de datos.

La situación más común se produce cuando transmisores de otras bandas próximos al receptor generan espúreos y armónicos que coinciden con las frecuencias de los canales de TV.

Estas emisiones espúreas también se pueden generar en la propia instalación de TV por parte de los transmoduladores y conversores de banda que se emplean principalmente para convertir los canales de TV por satélite a las bandas de TV terrestre. En ambos casos la manifestación de la interferencia es similar, pero la solución es diferente.

El fenómeno de interferencia se detalla en la figura IV.2, donde se aprecia la existencia de portadoras aisladas solapándose a los canales de TV analógica y digital.

Nuevamente los sistemas de TV digital son más robustos y admiten relaciones de portadora/señal interferente de hasta 30 dB, mientras que los sistemas de TV analógica son mucho más sensibles y requieren 54 dB.

En la TV analógica las interferencias se manifiestan habitualmente como finas rayas horizontales, mientras que en la TV digital la interferencia produce una degradación de la tasa de bits erróneos. En casos muy severos llega a producir la pérdida total de sincronismo de bit, y por tanto, la pérdida de la imagen.

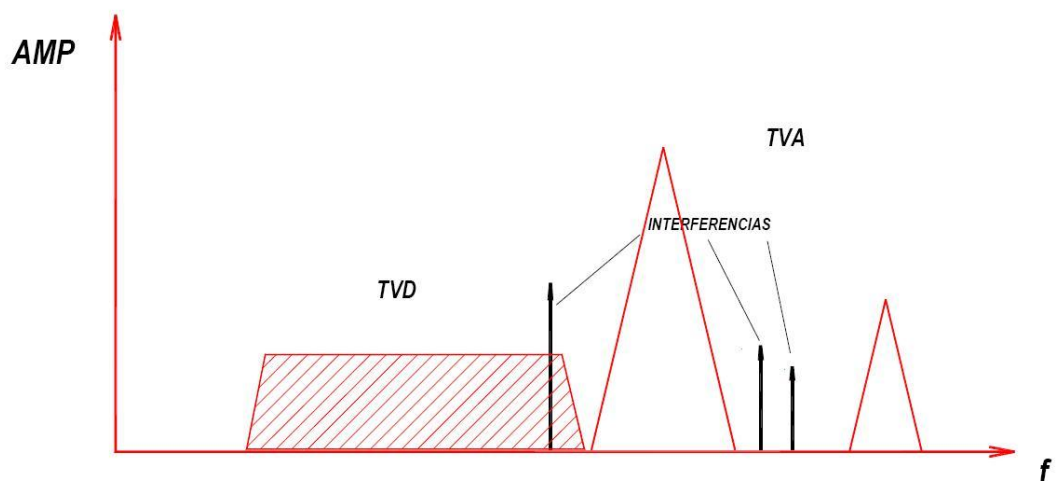


Figura IV.2 Interferencias sobre canales analógicos y digitales.

Fuente: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=291>

4.7.1.3.2 Intermodulación en repetidores y reemisores.

Los repetidores y reemisores de TV son una parte fundamental de la red de difusión para conseguir una buena cobertura en zonas sin visión directa del transmisor. Por lo tanto, en aquellos puntos donde la orografía es difícil son muy empleados para mejorar la cobertura. Muchos de estos repetidores no fueron diseñados para admitir señales de TV digital de canales adyacentes a los de la TV analógica.

Los repetidores actuales emplean procesos de conversión de frecuencia con filtros de frecuencia intermedia adaptados a los canales analógicos que requieren menor selectividad al emplear bandas de guarda grandes. Estas bandas se han reducido en los canales de TV digital, lo que se traduce en el empleo de filtros mucho más selectivos en los transmisores digitales. Algunos de los repetidores existentes para canales analógicos pueden producir cierta intermodulación con la aparición de los nuevos canales de TV digital.

El fenómeno de intermodulación se produce cuando aparece una emisión de TV digital adyacente a un canal de TV analógica. En esta situación, si el filtrado de entrada es insuficiente, el amplificador de potencia del repetidor comienza a distorsionar el espectro de salida lo que provoca que aparezcan réplicas a otras frecuencias próximas, como se muestra en la Figura IV.3

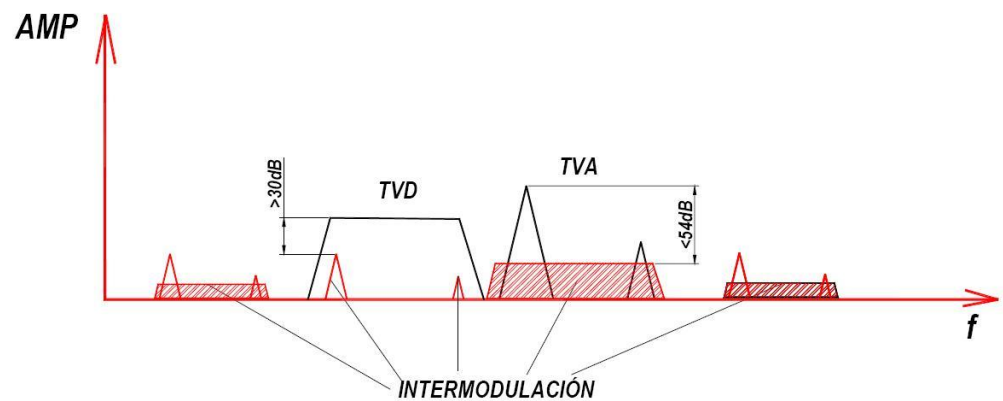


Figura IV.3 Ejemplo de espectro de salida de un repetidor cuando se produce intermodulación entre canales digitales y analógicos adyacentes.

Fuente: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=291>

4.7.1.3.3 Fenómenos Multitrayecto.

Otro de los problemas que se produce de manera habitual es el Multitrayecto.

Este fenómeno se muestra en la Figura IV.4 y se produce cuando la señal de TV llega a la antena receptora por dos o más caminos de propagación diferentes: directamente desde el centro emisor y por reflexiones en obstáculos cercanos como edificios o montañas. El resultado es una degradación de la calidad de la señal recibida.

En el caso de la TV analógica el fenómeno no se aprecia fácilmente en el espectro, pero sí en la recepción, pues aparece una doble imagen debido a los retardos que sufre la señal al recorrer distancias diferentes.

En la TV digital el fenómeno se aprecia claramente en el espectro de la señal recibida. Normalmente dicho espectro es plano en los 6 MHz de ancho de banda, sin embargo, como consecuencia de las reflexiones puede presentar importantes fluctuaciones, tal como se muestra en la Figura IV.5. En esta figura se presentan dos canales, uno de TV digital y otro de TV analógica, donde en el primero de ellos se ha representado la distorsión de amplitud típica producida como consecuencia de la propagación multitrayecto.

La modulación OFDM empleada en los sistemas de TV digital está especialmente diseñada para tolerar estos fenómenos, por lo que habitualmente sólo se percibe una degradación de la tasa de bits erróneos (BER), y por tanto, solo en casos extremos se pueden encontrar problemas en la recepción. En el caso de la TV analógica el fenómeno es mucho más severo, pues como se ha comentado, se manifiesta por la aparición de doble imagen.

En ambos casos la solución pasa por reorientar la antena para conseguir reducir el multitrayecto. Para ello se debe buscar el punto de recepción óptimo desplazando la antena tanto horizontal como verticalmente. Hay que tener en cuenta que desplazamientos del orden de un metro pueden ser suficientes para reducir las reflexiones.



Figura IV.4 Diagrama del efecto del multitrayecto.

Fuente: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=291>

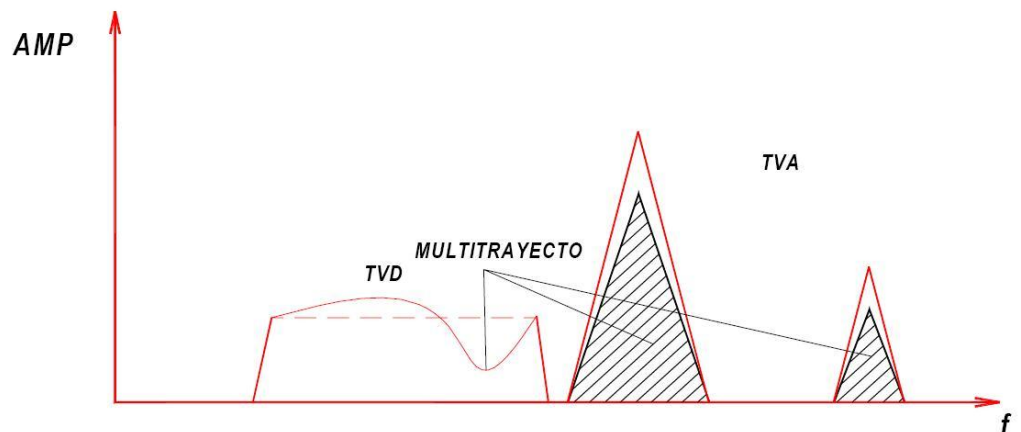


Figura IV.5 Efecto del multitrayecto sobre canales analógicos y digitales.

Fuente: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=291>.

4.7.1.3.4 Relación portadora/ruido (C/N) a la entrada del receptor.

Otro fenómeno que degrada la calidad de la imagen en recepción es la insuficiente relación C/N a la salida de antena.

El caso de baja relación C/N en la TV analógica es bien conocido y se manifiesta por la aparición de ruido en la imagen, lo que se conoce como imagen con “nieve”.

En la televisión digital, la respuesta del demodulador es todo o nada, por lo que si la relación C/N es inferior al umbral se pierde la sincronización del demodulador y es imposible decodificar la imagen.

Los niveles mínimos de relación C/N aceptables en la antena corresponden a 43 dB para la TV analógica y 25 dB para la TV digital.

La solución en ambos casos pasa, en primer lugar, por analizar la correcta ejecución de obra de la instalación. La antena debe estar bien orientada y las pérdidas del coaxial, desde el mástil hasta la localización de los equipos de distribución, deben ser bajas.

En caso de unas pérdidas excesivas en el coaxial o en el combinador de entrada del conjunto de amplificadores monocanales, se puede recurrir al empleo de un amplificador de mástil que reduzca el factor de ruido de la instalación y/o al empleo de una antena de mayor ganancia.

Si las pérdidas del coaxial y la combinación de la entrada de los amplificadores son bajas y la relación C/N sigue siendo inferior a la requerida no queda más remedio que buscar algún otro punto emisor donde se pueda recibir el canal deseado.

4.7.2 Recomendación ITU-R BT.1368-10.

Esta recomendación nos indica los criterios de planificación, incluyendo las relaciones de protección, para los servicios de televisión digital terrenal en las bandas de VHF / UHF para evitar la interferencias en la recepción de televisión analógica y digital.

4.7.2.1 Protección de una señal de televisión digital ISDB-T interferida por señales de televisión digital.

- Relaciones de protección cocanal, en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz, en la misma frecuencia.

Coding rate	TIPO DE MODULACIÓN		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	10 dB	17 dB	23 dB
5/6	9 dB	16 dB	22 dB
3/4	9 dB	15 dB	21 dB
2/3	8 dB	14 dB	20 dB
1/2	6 dB	12 dB	17 dB

Tabla IV.6 Protección cocanal en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz.

Fuente: Recomendación ITU-R BT.1368-10

En la figura IV.6 se indica un ejemplo de las relaciones de protección cuando un canal digital es interferido por otro digital en la misma frecuencia.

Se toma como ejemplo la transmisión de una operadora de televisión con modulación 16-QAM y con un coding rate de 7/8, que debe existir una relación de 17dB de diferencia entre la señal original y la señal no deseada.

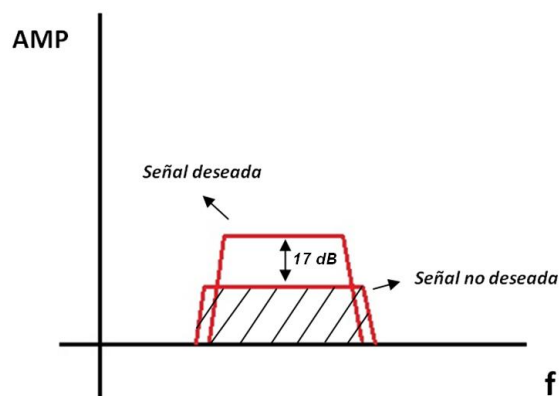


Figura IV.6 Esquema de protección para un canal digital interferido por otro canal digital en la misma frecuencia.

Fuente: El Autor.

- Relaciones de protección en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz en el canal adyacente inferior (N – 1).

Coding rate	Modulation		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	-28 dB	-27 dB	-24
5/6	-28 dB	-27 dB	-25
3/4	-29 dB	-27 dB	-26
2/3	-29 dB	-28 dB	-26
1/2	-29 dB	-28 dB	-27

Tabla IV.7 Protección en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz en el canal adyacente inferior (N – 1)

Fuente: Recomendación ITU-R BT.1368-10

En la figura IV.7 se indica un ejemplo de las relaciones de protección cuando un canal digital es interferido por otro digital en el canal adyacente (N-1).

Se toma como ejemplo la transmisión de una operadora de televisión con modulación 16 –QAM y con un coding rate de 7/8, debe existir una relación de 27dB de diferencia entre la señal original y la señal no deseada, es decir la señal no deseada puede tener mayor amplitud que la original pero no debe exceder de 27dB.

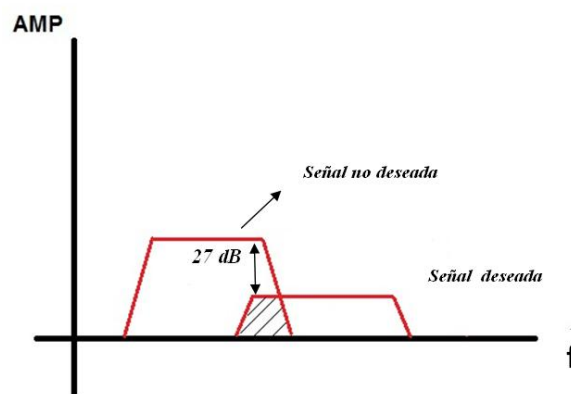


Figura IV.7 Esquema de protección para un canal digital interferido por otro canal digital en el canal adyacente (N-1).

Fuente: El Autor.

- Relaciones de protección en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz en el canal adyacente superior (N + 1)

Coding rate	Modulation		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	-29 dB	-28 dB	-27 dB
5/6	-29 dB	-28 dB	-27 dB
3/4	-29 dB	-28 dB	-27 dB
2/3	-30 dB	-29 dB	-27 dB
1/2	-30 dB	-29 dB	-28 dB

Tabla IV.8 Protección en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por ISDB-T de 6 MHz en el canal adyacente superior (N + 1)

Fuente: Recomendación ITU-R BT.1368-10

En la figura IV.8 se indica un ejemplo de las relaciones de protección cuando un canal digital es interferido por otro digital en el canal adyacente (N+1).

Se toma como ejemplo la transmisión de una operadora de televisión con modulación 16-QAM y con un coding rate de 7/8, debe existir una relación de 28dB de diferencia entre la señal original y la señal no deseada, es decir la señal no deseada puede tener mayor amplitud que la original pero no debe exceder de 28dB.

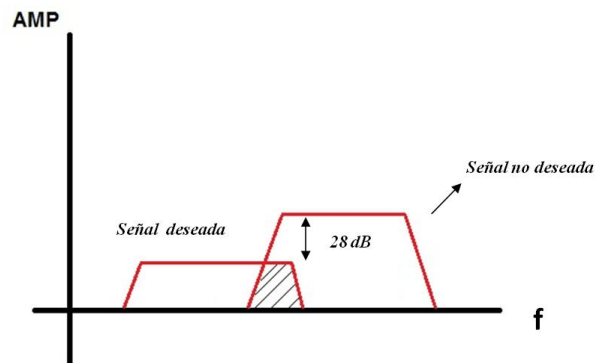


Figura IV.8 Esquema de protección para un canal digital interferido por otro canal digital en el canal adyacente (N+1).

Fuente: El Autor.

4.7.2.2 Protección de una señal de televisión terrestre digital ISDB-T interferida por señales de televisión terrestre analógica.

- Relaciones de protección cocanal en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por la televisión analógica (en la misma frecuencia).

		RELACIÓN DE PROTECCIÓN									
Modulation		DQPSK					QPSK				
Code rate		1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC		-5	-3	-1	2	6	-1 6	-1 1	-8	0	2
Modulation		16-QAM					64-QAM				
Code rate		1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC		-1 1	-5	-1	6	10	-6	-1	5	9	14

Tabla IV.9 Protección cocanal en dB para ISDB-T de 6 MHz interferida por la televisión analógica.

Fuente: Recomendación ITU-R BT.1368-10

Nota1: El nivel de la portadora de sonido es 6 dB inferior al nivel de portadora de imagen NTSC.

Nota2: Los valores de esta tabla da el umbral de recepción. Teniendo en cuenta la variación en el rendimiento en los receptores domésticos, la degradación a largo plazo de las condiciones de recepción, etc, un margen de varios dB debe añadirse preferiblemente en la planificación real de frecuencias.

En la figura IV.9 se indica un ejemplo de las relaciones de protección cuando un canal digital es interferido por otro digital en la misma frecuencia.

Se toma como ejemplo la transmisión de una operadora de televisión con modulación 16-QAM y con un coding rate de 7/8, que debe existir una relación de 10 dB de diferencia entre la señal original y la señal no deseada.

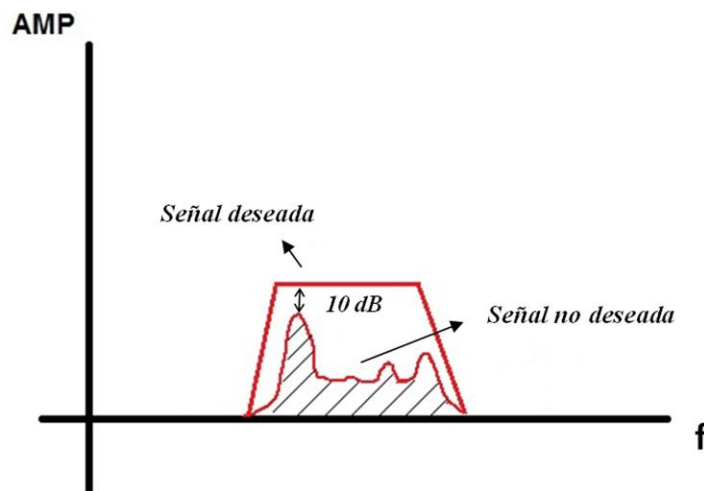


Figura IV. 9 Esquema de protección para un canal digital interferido por un canal analógico en la misma frecuencia.

Fuente:ELAutor.

- Relaciones de protección en dB para el canal adyacente inferior (N - 1) de ISDB-T de 6 MHz interferida por señales NTSC (señal analógica)

SEÑAL DESEADA		SEÑAL NO DESEADA
Modulation	Coding rate	M/NTSC
DQPSK	$\frac{1}{2}$	-34 dB
DQPSK	$\frac{2}{3}$	-34 dB
DQPSK	$\frac{3}{4}$	-33 dB
16-QAM	$\frac{1}{2}$	-34 dB
16-QAM	$\frac{2}{3}$	-33 dB
16-QAM	$\frac{3}{4}$	-32 dB
64-QAM	$\frac{2}{3}$	-32 dB
64-QAM	$\frac{3}{4}$	-31 dB
64-QAM	$\frac{5}{6}$	-29 dB
64-QAM	$\frac{7}{8}$	-29 dB

Tabla IV.10 Protección en dB para el canal adyacente inferior (N - 1) de ISDB-T de 6 MHz interferida por señales NTSC.

Fuente: Recomendación ITU-R BT.1368-10

En la figura IV.10 se indica un ejemplo de las relaciones de protección cuando un canal digital es interferido por un canal analógico en el canal adyacente (N-1).

Se toma como ejemplo la transmisión de una operadora de televisión con modulación 64-QAM y con un coding rate de $\frac{7}{8}$, debe existir una relación de 29dB de diferencia entre la señal original y la señal no deseada, es decir la señal no deseada puede tener mayor amplitud que la original pero no debe exceder de 29 dB.

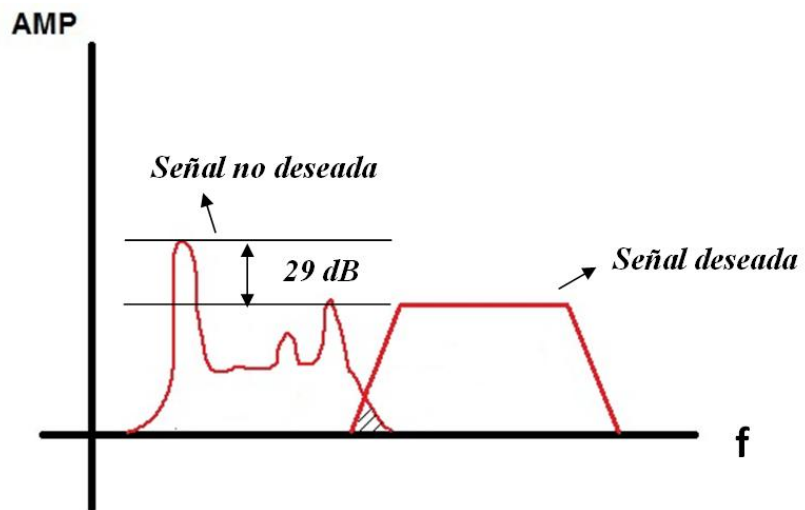


Figura IV.10 Esquema de protección para un canal digital interferido por un canal analógico en el canal adyacente (N-1).

Fuente: El Autor.

- Relaciones de protección en dB para el canal adyacente superior (N + 1) de ISDB-T de 6 MHz interferida por señales NTSC de 6 MHz.

SEÑAL DESEADA		SEÑAL NO DESEADA
Modulation	Coding rate	M/NTSC
DQPSK	1/2	-35 dB
DQPSK	2/3	-35 dB
DQPSK	3/4	-34 dB
16-QAM	1/2	-35 dB
16-QAM	2/3	-34 dB
16-QAM	3/4	-33 dB
64-QAM	2/3	-33 dB
64-QAM	3/4	-33 dB
64-QAM	5/6	-32 dB
64-QAM	7/8	-31 dB

Tabla IV.11 Protección en dB para el canal adyacente superior (N + 1) de ISDB-T de 6 MHz interferida por señales NTSC de 6 MHz.

Fuente: Recomendación ITU-R BT.1368-10

En la figura IV.10 se indica un ejemplo de las relaciones de protección cuando un canal digital es interferido por un canal analógico en el canal adyacente (N+1).

Se toma como ejemplo la transmisión de una operadora de televisión con modulación 64-QAM y con un coding rate de 7/8, debe existir una relación de 31dB de diferencia entre la señal original y la señal no deseada, es decir la señal no deseada puede tener mayor amplitud que la original pero no debe exceder de 31dB.

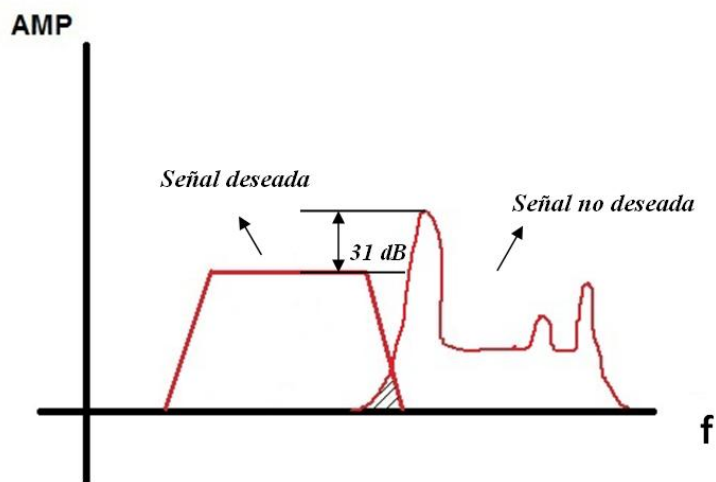


Figura IV.11 Esquema de protección para un canal digital interferido por un canal analógico en el canal adyacente (N+1).

Fuente:El Autor.

CAPÍTULO V

RESULTADOS FINALES

5.1 Posibles bandas de frecuencia que pueden ser asignadas para la transición de TDT.

Después del estudio realizado del espectro radioeléctrico y de las diferentes bandas de frecuencia en la que operan los diferentes sistemas de radiocomunicación, se obtuvo los siguientes resultados.

5.1.1 Banda de televisión VHF.

- **Banda 54-88 MHz(canales 2-6)**

En esta banda de frecuencias no se asignaran a operadoras de televisión para que transmitan señal digital durante la transición

debido a las características técnicas de TDT que en este rango de frecuencias no operan de manera óptima dicha tecnología digital, no se usará estas frecuencias por los altos niveles de ruido impulsivo y los altos niveles de interferencia por armónicos de radiocomunicaciones, que con lleva transmitir en este rango de canales.

Además la UIT en ninguna recomendación sugiere la utilización de esta banda de frecuencias para la transmisión de Televisión Digital Terrestre.

- **Banda 174-216 MHz (canales 7-13)**

Esta banda de frecuencia esta designada para la asignación de TDT y según el estudio realizado al momento se encuentra canales libres en las diferentes provincias del Ecuador para su utilización durante la transición de televisión analógica a digital terrestre.

En este rango de frecuencias puede ser asignado a las operadoras de televisión que están dispuestas a compartir el espectro radioeléctrico en virtud que no existe la transmisión óptima de la televisión portable a través de oneseq, de esta manera no existiría conflicto en el momento que una de las los operadoras desee tener este tipo de servicio, pues ninguna la tendría.

5.1.2 Banda de televisión UHF.

- **Banda 470–512 MHz (canales 14 al 20)**

En los canales del 14 al 20 actualmente están operando sistemas de radiocomunicación fijo-móvil en el territorio ecuatoriano y no es factible la asignación para la transmisión de TDT debido que es poco probable poder migrar estos sistemas a otra banda de frecuencia por el número de usuarios autorizados que al momento se encuentran operando en dicho sistema y en las

provincias como Pichincha y Guayas están casi en su totalidad ocupadas.

- **Banda 512-686MHz (canales 21-49)**

En esta banda de frecuencias, después del estudio realizado existe un 69.72 % de canales disponibles en las diferentes provincias del territorio ecuatoriano que se pueden ser asignar a las diferentes operadoras de televisión abierta del país para que puedan transmitir en señal digital durante el proceso de transición.

En esta banda se va a tener varias frecuencias libres para la asignación de TDT, una vez que ya se dé el apagón analógico debido a la cantidad de canales de televisión que actualmente se encuentran operando en esta banda de frecuencias

- **Banda 686-806MHz (canales 50-69)**

Esta banda de frecuencia actualmente está designada para la operación de la televisión codificada terrestre, pero en virtud que los contratos de las concesiones de la mayoría de operadoras están por caducarse en un periodo no mayor a 6 meses y no existen muchos concesionarios asignados, el Estado no está renovando dichos contratos para de esta manera poder asignar en este rango de frecuencias a la operación de la Televisión Digital Terrestre durante el periodo de transición.

5.1.3Asignación de canales adyacentes a canales analógicos que se encuentran operando actualmente en el territorio ecuatoriano.

Según el estudio realizado sobre las posibles interferencias de televisión analógica y digital en los canales adyacentes y siguiendo las recomendaciones de la UIT es factible la utilización de los canales contiguos, que actualmente se encuentra asignados a las operadoras de televisión abierta en el país.

5.1.4 Compartición del espectro.

- Según el estudio realizado la compartición del espectro radioeléctrico se puede dar en los canales de cobertura local, en vista que no se encuentran en la posibilidad económica para la realización de dos o más programas de televisión para su transmisión simultánea debido a los altos costos que conlleva a la producción de una emisión de televisión.
- En el caso de los canales de televisión que tienen cobertura nacional, es mucho más factible la realización de dos o más programas de televisión para su transmisión simultánea debido a la infraestructura que dichos canales ya la tienen y a sus ingresos económicos lo que es poco probable que estos canales compartan el espectro radioeléctrico.

5.2 Recomendaciones para la optimización del espectro radioeléctrico durante la transición.

- Considerar las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, a las operadoras de televisión para evitar interferencias durante la transición de Televisión Analógica a Televisión Digital Terrestre teniendo en cuenta el tipo de modulación y del coding rate para de esta manera tener un correcto funcionamiento de las operadoras de televisión en el país durante el proceso de transición.
- Se recomienda a la SENATEL socializar las normas y parámetros técnicos del funcionamiento de la Televisión Digital Terrestre previo a la otorgación de la frecuencia para la transmisión de televisión digital, en virtud que se puede compartir el espectro radioeléctrico con las operadoras de televisión que tengan cobertura local.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La banda VHF de los canales del 2 al 6, no se usará para TDT por los altos niveles de ruido impulsivo y los altos niveles de interferencia por armónicos de radiocomunicaciones, que con lleva transmitir en este rango de canales.
- En la banda VHF de los canales del 7 al 13, en este rango de frecuencias puede ser asignado a las operadoras de televisión digital terrestre pero no existe la transmisión óptima de la televisión portable a través de oneseq.
- En la banda de frecuencias de los canales del 14 al 20, actualmente no es factible la asignación en los canales del 14 al 18 debido a la gran cantidad de operadoras de fijo-móvil que se encuentran operando y es poco probable su migración a otras

bandas, en los canales 19 y 20 si pueden ser utilizados para la transmisión de televisión digital en virtud que en estos canales actualmente no se encuentran operando muchos concesionarios del sistema de radiocomunicación fijo-móvil, los que están operando en este rango están siendo migrados a otras frecuencias para de esta manera tener libres los canales 19 y 20.

- La banda de frecuencias óptima para la transmisión de televisión digital es la banda UHF, actualmente en el rango de los canales del 21 al 49, existe un 69.72% en las diferentes provincias del Ecuador para la asignación a concesionarios de televisión que deseen transmitir en señal digital.
- Es posible la asignación de televisión digital terrestre en los canales adyacentes a las operadora que actualmente están transmitiendo en señal analógica.
- La banda de frecuencias de los canales del 50 al 69 (686-806MHz), donde en este momento opera Televisión Codificada Terrestre, en este rango es factible la asignación a TDT, durante el simulcast, debido a que los contratos de las operadoras que brindan el servicio de audio y video por suscripción en los canales mencionados anteriormente están por caducarse.
- La compartición del ancho de banda de 6MHz es posible en las operadoras de televisión que tienen cobertura local, en virtud de que la producción de un programa de televisión tiene un elevado costo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda no utilizar la banda de frecuencias VHF de los canales del 2 al 6 debido a que la transmisión de TDT en estas frecuencias no es la más óptima.
- Considerar las recomendaciones de la UIT, a las operadoras de televisión para evitar interferencias durante la transición de Televisión Analógica a televisión Digital Terrestre y de esta manera tener un correcto funcionamiento de las operadoras de televisión en el país durante la transición.
- Se recomienda a los organismos del Estado socializar las normas y parámetros técnicos del funcionamiento de TDT previo a la otorgación de la frecuencia para la transmisión de televisión digital terrestre, en virtud que se puede compartir el espectro radioeléctrico con las operadoras de televisión que tengan cobertura local.
- Se recomienda que la compartición del espectro radioeléctrico de los 6 MHz de ancho de banda se lo haga con canales de televisión de cobertura local debido a su poco ingreso económico para poder realizar varias programaciones simultáneas.
- Se recomienda al estado Ecuatoriano realizar el análisis correspondiente para la asignación de la banda UHF de los canales del 50 al 69, para televisión digital o para LTE tecnología 4G.
- Se recomienda al Estado ecuatoriano una vez que se dé el apagón analógico, la posible migración de los servicios de radiocomunicaciones fijo-móvil que operan en la banda de frecuencias de 470MHz a 512 MHz a la banda de frecuencias de los canales del 2 al 6 en virtud que estos canales que darán

libres después del proceso de transición y de esta manera poder utilizar la banda de frecuencias de los canales del 14 al 20 para Televisión Digital Terrestre.

RESUMEN

Se realizó el análisis del espectro radioeléctrico, modificación, asignación y optimización durante la transición de televisión analógica a digital terrestre en el Ecuador, con el objetivo de elaborar un estudio actual de la ocupación del espectro radioeléctrico, para determinar una propuesta de asignación de bandas de frecuencias.

Se utilizó el método analítico para determinar los parámetros técnicos que intervienen en el sistema de televisión, como son frecuencias óptimas para la transmisión de dicha tecnología, espectro radioeléctrico para conocer cuan utilizadas están las bandas VHF, UHF, los sistemas de radiocomunicaciones que operan en este rango y su posible migración, además se realizó un estudio económico para crear un programa de televisión para informar si las operadoras se encuentran en condiciones de compartir el ancho de banda, además se realizó una investigación de posibles interferencias entre canales de televisión durante la transmisión simultánea, tecnología analógica y digital.

Este análisis fue efectuado con datos de la Superintendencia de Telecomunicaciones, TVS canal 13, con los parámetros técnicos que indica la Norma Técnica de Televisión Digital Terrestre de Brasil, Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador.

Con los resultados obtenidos se determina que la banda óptima para el funcionamiento de TDT es la banda UHF, en los canales del canal 14 al 49 existe un 69.72% de frecuencias libres, en VHF se determina el 37.85% para su asignación sin embargo no se considerará por características técnicas, también existe la posible asignación de frecuencias en canales adyacentes durante la transición de analógico a digital, igualmente la compartición del ancho de banda de 6 MHz en caso de canales de televisión de cobertura local debido a que la

producción de un programa de televisión tiene un costo aproximado de \$ 2.254,73, en base a esto se considera poco probable la producción de dos programas simultáneamente para un canal de cobertura local. Mediante los organismos de control correspondientes se recomienda a los concesionarios de televisión abierta considerar las normativas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, para evitar interferencias durante la transición, de la misma manera sugerir al Estado ecuatoriano la no renovación de contratos que están por caducarse de televisión codificada terrestre.

SUMARY

This research work is about the analysis of the radio-electric spectrum, its modification, assignation and optimization during the transition from analog television to digital terrestrial television (TDT) in Ecuador. The objective is to find out the current usage of the radio-electric spectrum in order to determine a proposal on how to assign frequency bands.

The analytic method was used in order to define the technical parameters that are involved in the television system. These parameters are as follows: optimal frequencies to transmit such technology, radio-electric spectrum to know the use of VHF or UHF bands, and the telecommunications system that work in this range and their possible migration. Besides that, an economical study was done for creating a television program to notify if the operators have the chance to share bandwidth. A research work was also done to see possible interferences among television channels during simultaneous transmissions of both analog and digital television.

The results were the following: the optima band for TDT working is UHF, channel on channels 14 to 49 there is a 69.72% free frequencies. VHF is determined to have 37.85% for its assignation; however, it will not be considered because of its technical characteristics. There can also be the possible assignation of frequency in adjacent channels during the transition from analog to digital.

Concerning local channels which forecast only in local areas, the bandwidth of 6 MHz sharing is unlikely to happen because of its cost. The production of a television shown costs approximately \$2254.73 which makes it difficult to forecast two shows simultaneously.

It is recommended that open television dealers consider the International Telecommunication Union regulations. They should refer to the correspondent control organism in order to avoid interferences during the

transition. It is also suggested that the Ecuadorian Government do not renew expiring contracts of terrestrial codec television.

GLOSARIO

ANCHO DE BANDA: es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

BANDA DE FRECUENCIA: son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar.

CANAL: es el medio de transmisión por el que viajan las señales portadoras de la información emisor y receptor.

INTERMODULACIÓN: es la modulación de amplitud no deseada de señales, con dos o más frecuencias diferentes, en un sistema con comportamiento no lineal.

ISDB-T: es un estándar de televisión creado por Japón para las transmisiones de radio y televisión digital.

MIDDLEWARE: es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware y sistemas operativos.

ONESEG: es un servicio de transmisión de televisión digital terrestre y datos complementarios, diseñado para ser captado en dispositivos móviles. Forma parte del sistema ISDB-T de televisión digital.

SET-TOP BOX: es un receptor de televisión o decodificador encargado de la recepción y decodificación de la señal de televisión analógica o digital, para luego ser mostrada en un dispositivo de televisión.

SIMULCAST: se refiere a la transmisión simultánea de la misma información a través de más de un medio, en este caso es la transmisión simultánea de señales analógicas y digitales.

SISTEMA ANALÓGICO: es una combinación de dispositivos que manipulan cantidades físicas representadas en forma analógica.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- 1. CUBERO M.**, La televisión digital: Fundamentos y Teorías, 1ra.ed., Barcelona-España., Marcombo S.A., 2009., Pp. 125-152.
- 2. SAID HUND E.**, Transformaciones comunicativas en la era digital. Hacia el apagón de la televisión, 1ra.ed., Barranquilla-Colombia., Uninorte., 2009., Pp. 42-116
- 3. ECUADOR., CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONARTEL).**, Norma Técnica Reglamentaria para el servicio de Televisión Analógica y plan de distribución de canales., No. 1779., Quito-Ecuador., 2001., Pp.11.
- 4. BRASIL., AGENCIA BRASILEÑA DE NORMAS TÉCNICAS(ABNT).**, Norma Brasileña de Televisión digital terrestre — Sistema de transmisión ISDB-Tb., ABNT NBR 15601., Brasilia-Brasil., 2007., Pp. 67.

- 5. ECUADOR, TVSULTANA CANAL 13.,** Modo de operación de los canales de televisión en Riobamba., Riobamba-Ecuador., TVS canal 13., 2013., Pp. 1-10.

6. ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

- <http://www.espectrometria.com>
2013-03-05
- <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/>
2013-04-08

7. INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS

- <http://prezi.com/d7nhossce5v/interferencias-electromagneticas>
2013-05-15
- http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_4/radio/
2013-06-12

8. PRINCIPIOS DE TELEVISION DIGITAL Y EL ESTANTAR ISBDT-INERNACIONAL

- <http://wikitel.info/wiki/TDT>
2013-05-04
- <http://wikitel.info/wiki/ISDB>
2013-03-12
- <http://www.scielo.org.ve/scielo.php>
[2013-07-08](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_abstract&pid=1858-8196&i=1&n=1&p=1)
- http://www.dibeg.org/techp/feature/isdb-t_Spanish.pdf
[2013-07-12](http://www.dibeg.org/techp/feature/isdb-t_Spanish.pdf)

9. ORGANISMOS DE CONTROL EN EL ECUADOR

- <http://www.supertel.gob.ec/>
2013 - 03 - 12.
- <http://www.conatel.gob.ec/>
2013 - 04 - 12.

ANEXOS

ANEXO A

Tablas de ocupación actual del espectro radioeléctrico en las bandas VHF y UHF de televisión en las diferentes provincias del Ecuador.

ANEXO B

Recomendación ITU-R BT.1368-10

ANEXO B

Norma técnica de Brasil ABNT NBR 15601:2007

ANEXO A

Tablas de ocupación actual del espectro radioeléctrico en las bandas VHF y UHF de televisión en las diferentes provincias del Ecuador.

PROVINCIA DEL AZUAY BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75	X	
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75	X	
7	175,25	179,75	X	
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75	X	
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75	X	

PROVINCIA DEL AZUAY BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75	X	
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75	X	
24	531,25	535,75		X
25	537,25	541,75	X	
26	543,25	547,75		X
27	549,25	553,75	X	
28	555,25	559,75		X
29	561,25	565,75	X	
30	567,25	571,75		X
31	573,25	577,75	X	
32	579,25	583,75		X
33	585,25	589,75	X	
34	591,25	595,75		X
35	597,25	601,75	X	
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75		X
40	627,25	631,75	X	
41	633,25	637,75		X
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75		X
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75	X	
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE CAÑAR BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25		X
3	61,25	65,75	X	
4	67,25	71,75		X
5	77,25	81,75		X
6	83,25	87,75	X	
7	175,25	179,75		X
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75		X
10	193,25	197,75	X	
11	199,25	203,75		X
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75		X

PROVINCIA DE CAÑAR BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75		X
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75		X
24	531,25	535,75	X	
25	537,25	541,75		X
26	543,25	547,75		X
27	549,25	553,75		X
28	555,25	559,75	X	
29	561,25	565,75		X
30	567,25	571,75	X	
31	573,25	577,75		X
32	579,25	583,75	X	
33	585,25	589,75		X
34	591,25	595,75	X	
35	597,25	601,75		X
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75	X	
40	627,25	631,75		X
41	633,25	637,75	X	
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75		X
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75		X
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE CARCHI BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75	X	
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75		X
10	193,25	197,75	X	
11	199,25	203,75		X
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75		X

PROVINCIA DE CARCHI BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75		X
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75	X	
24	531,25	535,75		X
25	537,25	541,75	X	
26	543,25	547,75		X
27	549,25	553,75	X	
28	555,25	559,75		X
29	561,25	565,75	X	
30	567,25	571,75		X
31	573,25	577,75		X
32	579,25	583,75		X
33	585,25	589,75	X	
34	591,25	595,75		X
35	597,25	601,75	X	
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75		X
40	627,25	631,75	X	
41	633,25	637,75		X
42	639,25	643,75	X	
43	645,25	649,75		X
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75	X	
49	681,25	685,75		X

PROVINCIA DE COTOPAXI BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25		X
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75		X
5	77,25	81,75		X
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75		X
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75		X
10	193,25	197,75	X	
11	199,25	203,75		X
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75		X

PROVINCIA DE COTOPAXI BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75		X
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75		X
24	531,25	535,75		X
25	537,25	541,75		X
26	543,25	547,75	X	
27	549,25	553,75		X
28	555,25	559,75		X
29	561,25	565,75		X
30	567,25	571,75		X
31	573,25	577,75		X
32	579,25	583,75		X
33	585,25	589,75		X
34	591,25	595,75		X
35	597,25	601,75		X
36	603,25	607,75	X	
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75		X
40	627,25	631,75		X
41	633,25	637,75		X
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75		X
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75	X	
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75	X	
48	675,25	679,75		X
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE EL ORO BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25		X
3	61,25	65,75	X	
4	67,25	71,75		X
5	77,25	81,75		X
6	83,25	87,75	X	
7	175,25	179,75		X
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75		X
13	211,25	215,75	X	

PROVINCIA DE EL ORO BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75		X
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75	X	
24	531,25	535,75		X
25	537,25	541,75	X	
26	543,25	547,75		X
27	549,25	553,75	X	
28	555,25	559,75		X
29	561,25	565,75	X	
30	567,25	571,75		X
31	573,25	577,75	X	
32	579,25	583,75		X
33	585,25	589,75	X	
34	591,25	595,75		X
35	597,25	601,75	X	
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75	X	
40	627,25	631,75		X
41	633,25	637,75	X	
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75		X
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75		X
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE ESMERALDAS BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75		X
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75		X
13	211,25	215,75	X	

PROVINCIA DE ESMERALDAS BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75	X	
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75	X	
24	531,25	535,75		X
25	537,25	541,75	X	
26	543,25	547,75		X
27	549,25	553,75	X	
28	555,25	559,75		X
29	561,25	565,75	X	
30	567,25	571,75	X	
31	573,25	577,75	X	
32	579,25	583,75	X	
33	585,25	589,75		X
34	591,25	595,75		X
35	597,25	601,75	X	
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75		X
40	627,25	631,75		X
41	633,25	637,75	X	
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75	X	
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75	X	
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE GALÁPAGOS BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75		X
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75		X
7	175,25	179,75		X
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75		X
13	211,25	215,75	X	

PROVINCIA DE GALÁPAGOS BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75		X
22	519,25	523,75		X
23	525,25	529,75	X	
24	531,25	535,75		X
25	537,25	541,75	X	
26	543,25	547,75		X
27	549,25	553,75	X	
28	555,25	559,75		X
29	561,25	565,75	X	
30	567,25	571,75		X
31	573,25	577,75	X	
32	579,25	583,75		X
33	585,25	589,75	X	
34	591,25	595,75		X
35	597,25	601,75		X
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75		X
40	627,25	631,75		X
41	633,25	637,75		X
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75	X	
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75		X
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE IBARRA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25		X
3	61,25	65,75	X	
4	67,25	71,75		X
5	77,25	81,75		X
6	83,25	87,75	X	
7	175,25	179,75	X	
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75		X
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75	X	

PROVINCIA DE IBARRA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501,25	505,75		X
20	507,25	511,75		X
21	513,25	517,75		X
22	519,25	523,75	X	
23	525,25	529,75		X
24	531,25	535,75	X	
25	537,25	541,75		X
26	543,25	547,75	X	
27	549,25	553,75		X
28	555,25	559,75	X	
29	561,25	565,75		X
30	567,25	571,75	X	
31	573,25	577,75		X
32	579,25	583,75	X	
33	585,25	589,75		X
34	591,25	595,75	X	
35	597,25	601,75		X
36	603,25	607,75		X
38	615,25	619,75		X
39	621,25	625,75	X	
40	627,25	631,75		X
41	633,25	637,75	X	
42	639,25	643,75		X
43	645,25	649,75		X
44	651,25	655,75		X
45	657,25	661,75		X
46	663,25	667,75		X
47	669,25	673,75		X
48	675,25	679,75	X	
49	681,25	685,75	X	

PROVINCIA DE LOJA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55,25	59,25	X	
3	61,25	65,75	X	
4	67,25	71,75	X	
5	77,25	81,75	X	
6	83,25	87,75	X	
7	175,25	179,75	X	
8	181,25	184,75	X	
9	187,25	191,75	X	
10	193,25	197,75	X	
11	199,25	203,75	X	
12	205,25	209,75	X	
13	211,25	215,75	X	

PROVINCIA DE LOJA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75		X
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75		X
24	531.25	535.75	X	
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75	X	
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75	X	
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75	X	
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75	X	
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75	X	
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75	X	
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75		X
49	681.25	685.75	X	

PROVINCIA DE LOS RÍOS BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25		X
3	61.25	65.75	X	
4	67.25	71.75		X
5	77.25	81.75		X
6	83.25	87.75	X	
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75	X	
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE LOS RÍOS BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		x
20	507.25	511.75		x
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75	X	
25	537.25	541.75		x
26	543.25	547.75	x	
27	549.25	553.75	x	
28	555.25	559.75	x	
29	561.25	565.75	x	
30	567.25	571.75		x
31	573.25	577.75	x	
32	579.25	583.75		x
33	585.25	589.75		x
34	591.25	595.75		x
35	597.25	601.75	X	
36	603.25	607.75		x
38	615.25	619.75		x
39	621.25	625.75	x	
40	627.25	631.75		x
41	633.25	637.75	x	
42	639.25	643.75		x
43	645.25	649.75		x
44	651.25	655.75		x
45	657.25	661.75		x
46	663.25	667.75		x
47	669.25	673.75		x
48	675.25	679.75	x	
49	681.25	685.75	x	

PROVINCIA DE MANABÍ BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75	X	
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75	X	
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75	X	
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE MANABÍ BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75		X
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75		X
24	531.25	535.75	X	
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75	X	
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75	X	
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75	X	
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75	X	
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75	X	
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75	X	
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75	X	
41	633.25	637.75	X	
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75	X	
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75	X	
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75	X	

PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75	X	
4	67.25	71.75		X
5	77.25	81.75		X
6	83.25	87.75	X	
7	175.25	179.75		X
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75		X
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75		X
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75	X	
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75	X	
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75	X	
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75	X	

PROVINCIA DE NAPO BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75		X
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75	X	
7	175.25	179.75		X
8	181.25	184.75		X
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75	X	
11	199.25	203.75		X
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE NAPO BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75		X
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75		X
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75	X	
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75	X	
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75	X	
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75	X	
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75	X	
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75		X

PROVINCIA DE ORELLANA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25		X
3	61.25	65.75		X
4	67.25	71.75		X
5	77.25	81.75		X
6	83.25	87.75		X
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75		X
9	187.25	191.75		X
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75		X
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75		X

PROVINCIA DE ORELLANA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75		X
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75		X

PROVINCIA DE PICHINCHA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75	X	
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75	X	
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75	X	
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75	X	
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE PICHINCHA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75	X	
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75	X	
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75	X	
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75	X	
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75	X	
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75	X	
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75	X	
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75	X	
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75	X	
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75	X	
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75	X	
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75	X	
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75		X

PROVINCIA DE SANTA ELENA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75		X
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75		X
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE SANTA ELENA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75	X	
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75	X	
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75	X	
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75	X	
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75	X	
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75	X	
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75		X
49	681.25	685.75	X	

PROVINCIA DE SANTA ELENA BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75		X
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75		X
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE SANTA ELENA BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75	X	
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75	X	
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75	X	
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75	X	
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75	X	
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75	X	
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75		X
49	681.25	685.75	X	

PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25		X
3	61.25	65.75		X
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75		X
7	175.25	179.75		X
8	181.25	184.75	X	
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS BANDA UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75	X	
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75	X	
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75	X	
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75	X	
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75	X	
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75	X	
48	675.25	679.75		X
49	681.25	685.75	X	

PROVINCIA DE SUCUMBIOS BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75		X
4	67.25	71.75		X
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75		X
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75		X
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75		X

PROVINCIA DE SUCUMBIOS UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75		X
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75	X	
49	681.25	685.75		X

PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE BANDA VHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
2	55.25	59.25	X	
3	61.25	65.75	X	
4	67.25	71.75	X	
5	77.25	81.75	X	
6	83.25	87.75	X	
7	175.25	179.75	X	
8	181.25	184.75		X
9	187.25	191.75	X	
10	193.25	197.75		X
11	199.25	203.75	X	
12	205.25	209.75		X
13	211.25	215.75	X	

PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE UHF				
CANAL	PORTADORAS		OCUPADO	LIBRE
	VIDEO	AUDIO		
	MHZ	MHZ		
19	501.25	505.75		X
20	507.25	511.75		X
21	513.25	517.75	X	
22	519.25	523.75		X
23	525.25	529.75	X	
24	531.25	535.75		X
25	537.25	541.75	X	
26	543.25	547.75		X
27	549.25	553.75	X	
28	555.25	559.75		X
29	561.25	565.75		X
30	567.25	571.75		X
31	573.25	577.75		X
32	579.25	583.75		X
33	585.25	589.75		X
34	591.25	595.75		X
35	597.25	601.75		X
36	603.25	607.75		X
38	615.25	619.75		X
39	621.25	625.75		X
40	627.25	631.75		X
41	633.25	637.75		X
42	639.25	643.75		X
43	645.25	649.75		X
44	651.25	655.75		X
45	657.25	661.75		X
46	663.25	667.75		X
47	669.25	673.75		X
48	675.25	679.75		X
49	681.25	685.75	X	

ANEXO B

Recomendación ITU-R BT.1368-10

Appendix 3 to Annex 2

The measurements for the LTE user equipment interferer are based on specific ACLR values. This appendix specifies a method which can be used to correct the tabulated PR values in this Recommendation for different UE ACLR assumptions.

The corrected protection ratio is found in two stages: firstly, for a frequency offset Δf the adjacent channel selectivity (ACS) of the DTT receiver is calculated from the protection ratio listed in the table at the offset ($PR(\Delta f)$), the co-channel protection ratio PR_0 and the ACLR which is the basis for the PR in the table in the Annex (see Note 4 of Tables 38 and 38A):

$$ACS(\Delta f) = -10 \log \left(10^{\frac{PR_0 - PR(\Delta f)}{10}} - 10^{\frac{-ACLR}{10}} \right)$$

Secondly, this derived value of the DTT receiver ACS is used to determine the appropriate adjacent channel protection ratios for the interfering terminal that may have different ACLR characteristics.

The corrected protection ratio, $PR'(\Delta f)$, is a function of the ACS and the ACLR of the LTE interferer at (Δf), denoted $ACLR'$:

$$PR'(\Delta f) = PR_0 + 10 \log \left(10^{\frac{-ACS}{10}} + 10^{\frac{-ACLR'}{10}} \right)$$

Note that the ACLR and $ACLR'$ in the equations above are based on power measurements using the channel bandwidth of the LTE interferer (e.g. 10 MHz) and the channel bandwidth of the wanted signal (e.g. 8 MHz) at the appropriate frequency offsets of the interferer.

Annex 3

Planning criteria for ISDB-T¹ digital television system in the VHF/UHF bands

1 Protection ratios for ISDB-T wanted digital terrestrial television signals

Tables 67 to 71 and 72 to 77 show protection ratios for an ISDB-T wanted digital terrestrial television signal interfered with by an ISDB-T digital terrestrial television signal and by an analogue terrestrial television signal, respectively. Tables 68 and 71 also show protection ratios

¹ ISDB-T is used in Japan, Brazil and other countries not part of the GE06 Agreement.

for an ISDB-T wanted digital terrestrial television signal interfered with by a DVB-T digital terrestrial television signal.

7.1 1.1 Protection of an ISDB-T digital terrestrial television signal interfered with by digital television signals

TABLE67

Co-channel protection ratios (dB) for ISDB-T 6 MHz interfered with by ISDB-T 6 MHz

Coding rate	Modulation		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	10	17	23
5/6	9	16	22
3/4	9	15	21
2/3	8	14	20
1/2	6	12	17

TABLE 68

Co-channel protection ratios (dB) for an ISDB-T 8 MHz signal interfered with by an ISDB-T 8 MHz or a DVB-T 8MHz signal

Coding rate	Modulation		
	QPSK	16-QAM	64-QAM
1/2	5	10	16
2/3	7	13	19
3/4		14	20

NOTE 1 – The protection ratios described in this Table are only valid for a Gaussian channel, they can be applied for a DVB-T 8 MHz signal interfered with by an ISDB-T 8 MHz signal.

TABLE 69

Protection ratios (dB) for ISDB-T 6 MHz interfered with by ISDB-T 6 MHz in lower adjacent channel ($N-1$)

Coding rate	Modulation		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	-28	-27	-24
5/6	-28	-27	-25

3/4	-29	-27	-26
2/3	-29	-28	-26
1/2	-29	-28	-27

TABLE 70

Protection ratios (dB) for ISDB-T 6 MHz interfered with by ISDB-T 6 MHz in upper adjacent channel ($N + 1$)

Coding rate	Modulation		
	DQPSK	16-QAM	64-QAM
7/8	-29	-28	-27
5/6	-29	-28	-27
3/4	-29	-28	-27
2/3	-30	-29	-27
1/2	-30	-29	-28

TABLE 71

Protection ratios (dB) for an ISDB-T 8 MHz signal interfered with by an ISDB-T 8 MHz or a DVB-T 8 MHz signal in the lower ($N - 1$) and upper ($N + 1$) adjacent channels

Channel	$N - 1$	$N + 1$
Protection ratio	-30	-30

NOTE 1 – The protection ratios described in this Table are only valid for a Gaussian channel, they can be applied for a DVB-T 8 MHz signal interfered with by an ISDB-T 8 MHz signal.

7.2 1.2 Protection of an ISDB-T digital terrestrial television signal interfered with by analogue terrestrial television signals

7.2.1 1.2.1 Protection from co-channel interference

TABLE 72

Co-channel protection ratios (dB) for ISDB-T 6 MHz interfered with by analogue television

Modulation	Protection ratio									
	DQPSK					QPSK				
Code rate	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8

M/NTSC	-5	-3	-1	2	6	-16	-11	-8	0	2
Modulation	16-QAM					64-QAM				
Code rate	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC	-11	-5	-1	6	10	-6	-1	5	9	14

NOTE 1 – The sound carrier level is 6 dB lower than NTSC vision carrier level.

NOTE 2 – The values in this Table give the reception threshold. Taking into account the performance variation in domestic receivers, long-term degradation of reception condition, etc., a margin of several dBs should preferably be added in actual frequency planning.

TABLE 73

Co-channel protection ratios (dB) for an ISDB-T 8 MHz signal interfered with by analogue television (non-controlled frequency condition) signals

Wanted signal		Unwanted signal
Modulation	Coding rate	I/PAL, G/PAL
QPSK	1/2	-16
QPSK	2/3	-11
QPSK	3/4	-8
16-QAM	1/2	-11
16-QAM	2/3	-5
16-QAM	3/4	-1
64-QAM	1/2	-6
64-QAM	2/3	-1
64-QAM	3/4	5

7.2.2 1.2.2 Protection from lower adjacent channel ($N - 1$) interference

TABLE 74

Protection ratios (dB) for lower adjacent channel ($N - 1$) interference for ISDB-T 6 MHz interfered with by NTSC signals including sound

Wanted signal		Unwanted signal
Modulation	Coding rate	M/NTSC
DQPSK	1/2	-34
DQPSK	2/3	-34
DQPSK	3/4	-33
16-QAM	1/2	-34
16-QAM	2/3	-33

16-QAM	3/4	-32
64-QAM	2/3	-32
64-QAM	3/4	-31
64-QAM	5/6	-29
64-QAM	7/8	-29

TABLE 75

Protection ratios (dB) for lower adjacent channel ($N - 1$) interference for an ISDB-T 8 MHz signal interfered with by analogue television signals including sound

Wanted signal		Unwanted signal	
Modulation	Coding rate	I/PAL	G/PAL
QPSK	1/2		-44
QPSK	2/3		-44
QPSK	3/4		
16-QAM	1/2	-43	-43
16-QAM	2/3		-42
16-QAM	3/4		-38
64-QAM	1/2	-38	-40
64-QAM	2/3	-34	-35
64-QAM	3/4		-32

7.2.3 1.2.3 Protection from upper adjacent channel ($N+ 1$) interference

TABLE 76

Protection ratios (dB) for upper adjacent channel ($N + 1$) interference for ISDB-T 6 MHz interfered with by NTSC 6 MHz signal

Wanted signal		Unwanted signal
Modulation	Coding rate	M/NTSC
DQPSK	1/2	-35
DQPSK	2/3	-35
DQPSK	3/4	-34
16-QAM	1/2	-35
16-QAM	2/3	-34
16-QAM	3/4	-33
64-QAM	2/3	-33

64-QAM	3/4	-33
64-QAM	5/6	-32
64-QAM	7/8	-31

TABLE 77

Protection ratios (dB) for upper adjacent channel ($N + 1$) interference for an ISDB-T 8 MHz signal interfered with by analogue television signals

Wanted signal		Unwanted signal
Modulation	Coding rate	I/PAL, G/PAL
QPSK	1/2	
QPSK	2/3	-47
QPSK	3/4	
16-QAM	1/2	
16-QAM	2/3	-43
16-QAM	3/4	
64-QAM	1/2	
64-QAM	2/3	-38
64-QAM	3/4	

2 Protection ratios for wanted analogue terrestrial television signals interfered with by unwanted ISDB-T digital terrestrial television signals

Tables 78 and 79 shows protection ratios for a 525-line and a 625-line wanted analogue television signals interfered with by an ISDB-T digital terrestrial television signal, respectively.

The protection ratio values given in Table 78 are related to a spectrum shoulder attenuation of the unwanted digital signal of 38 dB. The protection ratio values given in Tables 79, 80 and 81 are related to an out-of-channel spectrum attenuation of the unwanted digital signal of 40 dB.

Tropospheric and continuous interference correspond to quality impairment grades 3 and 4, respectively. (See Table 105 of Annex 6.)

8.1 2.1 Protection ratios for 525-line television systems

8.1.1 2.1.1 Protection for NTSC vision signals interfered with by an ISDB-T digital television signal

TABLE 78

Protection ratios (dB) for analogue vision signal (NTSC, 6 MHz) interfered with by ISDB-T signal

Unwanted digital channel	Tropospheric interference	Continuous interference
$N - 1$ (lower)	-6	-3
N (co-channel)	39	44
$N + 1$ (upper)	-6	-3

8.2 2.2 Protection ratios for 625-line television systems

8.2.1 2.2.1 Protection for PAL vision signals interfered with by an ISDB-T digital television signal

8.2.1.1 2.2.1.1 Protection from co-channel interference

TABLE 79

Protection ratios (dB) for wanted analogue vision signals (I/PAL and G/PAL, 8 MHz) interfered with by an unwanted ISDB-T 8 MHz signal

Unwanted digital channel	Tropospheric interference	Continuous interference
I/PAL	37	41
G/PAL	34	40

8.2.1.2 2.2.1.2 Protection from lower adjacent channel interference

TABLE 80

Protection ratios (dB) for wanted analogue vision signals (I/PAL and G/PAL, 8 MHz) interfered with by an wanted ISDB-T 8 MHz signal (lower adjacent channel)

Unwanted digital channel	Tropospheric interference	Continuous interference
I/PAL	-9	-5
G/PAL	-9	-5

8.2.1.3 2.2.1.3 Protection from upper adjacent channel interference

TABLE 81

Protection ratios (dB) for wanted analogue vision signals (I/PAL and G/PAL, 8 MHz) interfered with by an wanted ISDB-T 8 MHz signal (upper adjacent channel)

Unwanted digital channel	Tropospheric interference	Continuous interference
I/PAL	-8	-5
G/PAL	-8	-5

3 Protection ratios for sound signals of wanted analogue terrestrial television systems interfered with by ISDB-T unwanted digital terrestrial television system

9.1 3.1 Protection for NTSC sound signals interfered with by an ISDB-T digital television signal

As shown in Table 82, the sound signal of NTSC broadcasting is robust compared with the vision signal when interfered with by an ISDB-T signal. Therefore protection ratios for NTSC broadcasting are determined by the protection ratios for the vision signal, which are shown in Table 78.

TABLE 82

Sound quality related to the vision protection ratio of grade 3 when NTSC 6 MHz signal interfered with by ISDB-T 6 MHz signal

	Measurement condition (see Note 3)	Sound quality
Co-channel interference	$D/U = 39$ dB	> grade 4 ($S/N = 54$ dB)
Upper adjacent channel interference	$D/U = -6$ dB	> grade 4 ($S/N = 53$ dB)
Lower adjacent channel interference	$D/U = -6$ dB	> grade 4 ($S/N = 52$ dB)

NOTE 1 – The sound carrier level is 6 dB lower than NTSC vision carrier level.

NOTE 2 – The reference FM sound signal level corresponds to a maximum frequency deviation of ± 25 kHz.

NOTE 3 – D/U ratio that gives vision quality of grade 3 (corresponding to protection ratio for tropospheric interference).

9.2 3.2 Protection for FM sound signals of I/PAL and G/PAL analogue television systems interfered with by an ISDB-T digital terrestrial television signal

Table 83 shows protection ratios for wanted FM sound signals of I/PAL and G/PAL analogue television systems interfered with by an unwanted ISDB-T digital terrestrial television signal.

All protection ratios in this section refer to the level of the wanted television sound carriers. The reference level of the sound carriers is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.

The sound quality for tropospheric interference corresponds to grade 3, for continuous interference to grade 4.

The reference (S/N_s) for FM sound signals are:

- 40 dB (approximates to impairment grade 3) – tropospheric case;
- 48 dB (approximates to impairment grade 4) – continuous case.

The reference S/N_s are measured as S/N peak-to-peak weighted, given in Recommendation ITU-R BS.468 and Recommendation ITU-R BS.412.

TABLE 83

Co-channel protection ratios (dB) for a wanted sound signal interfered with by an ISDB-T digital terrestrial television signal

Protection ratio related to the wanted sound carrier		Unwanted signal
Wanted sound signal		ISDB-T 8 MHz
FM (I, G/PAL)	Tropospheric case	5
	Continuous case	15

4 Minimum field strengths for ISDB-T terrestrial digital television, fixed reception

To reduce the number of tables for the minimum field strengths of an ISDB-T system, the derivation of minimum field strengths is made with the typical transmission modes shown in Tables 84 and 85. The minimum field strengths for the different modes of a 6 MHz and an 8 MHz system can be calculated from the given values in Tables 84 and 85, respectively.

5 Minimum median field strength for hand-held pedestrian indoor, pedestrian outdoor and mobile ISDB-T reception

The equations for calculating the minimum median field strength are given in Appendix 1 to this Annex, and the values that were used in the calculation are in this section and Annex 5. To calculate the minimum median field strength for pedestrian indoor, pedestrian outdoor, and

mobile ISDB-T reception, the value of the location probability should be determined by the administration that has the transmitting stations on its territory.

11.1 5.1 Channel models for hand-held pedestrian indoor and outdoor reception

The pedestrian indoor (PI) and the pedestrian outdoor (PO) channel models are used as channel models for hand-held reception. Definitions of the taps for the channels are given in Tables 58 and 59. The Doppler spectra of various taps are defined in Table 57.

TABLE 84

Calculation of minimum field strengths for ISDB-T 6 MHz system

Frequency (MHz)	Low VHF				High VHF				UHF			
	100				200				600			
System	DQP SK 1/2	QP SK 1/2	16-QA M 3/4	64-QA M 7/8	DQP SK 1/2	QP SK 1/2	16-QA M 3/4	64-QA M 7/8	DQP SK 1/2	QP SK 1/2	16-QA M 3/4	64-QA M 7/8
Noise bandwidth, B (MHz)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Receiver noise figure, F (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7
Receiver noise input voltage, $U_N^{(1)}$ (dB(μ V))	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	9.1	9.1	9.1	9.1
Receiver carrier/noise ratio ⁽²⁾ (C/N) (dB)	6.2	4.9	14.6	22.0	6.2	4.9	14.6	22.0	6.2	4.9	14.6	22.0
Urban noise (dB)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Minimum receiver input voltage, $U_{min}^{(1)}$ (dB(μ V))	14.3	13.0	22.7	30.1	14.3	13.0	22.7	30.1	15.3	14.0	23.7	31.1
Conversion factor ⁽¹⁾ K (dB)	6.4	6.4	6.4	6.4	12.4	12.4	12.4	12.4	21.9	21.9	21.9	21.9

TABLE84 (end)

Frequency (MHz)	Low VHF				High VHF				UHF			
	100				200				600			
System	DQP SK 1/2	QP SK 1/2	16-QA M 3/4	64-QA M 7/8	DQP SK 1/2	QP SK 1/2	16-QA M 3/4	64-QA M 7/8	DQP SK 1/2	QP SK 1/2	16-QA M 3/4	64-QA M 7/8
Feederloss, L_f (dB)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Antenna gain, G (dB)	3	3	3	3	5	5	5	5	10	10	10	10
Minimum field strength for fixed reception, E_{min} (dB (μ V/m)) ⁽¹⁾	20.7	19.4	29.1	36.5	24.7	23.4	33.1	40.5	30.2	28.9	38.6	46.0

) For formula, see Appendix 1 to Annex 3.

) For noise bandwidth noted above.

TABLE 85

Calculation of minimum field strengths for ISDB-T 8 MHz system

Frequency (MHz)	Low VHF				High VHF				UHF			
	100				200				600			
System	DQPS K 1/2	QPS K 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8	DQPS K 1/2	QPS K 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8	DQPS K 1/2	QPS K 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8
Noise bandwidth, B (MHz)	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
Receiver noise figure, F (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7
Receiver noise input voltage, $U_N^{(1)}$ (dB(μ V))	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Receiver carrier/noise ratio ⁽²⁾ (C/N) (dB)	6.2	4.9	14.6	22.0	6.2	4.9	14.6	22.0	6.2	4.9	14.6	22.0
Urban noise (dB)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Minimum receiver input voltage, U_{min} (dB(μ V)) ⁽¹⁾	15.5	14.2	23.9	31.3	15.5	14.2	23.9	31.3	16.5	15.2	24.9	32.3

Conversion factor ⁽¹⁾ K (dB)	6.4	6.4	6.4	6.4	12.4	12.4	12.4	12.4	21.9	21.9	21.9	21.9
--	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

TABLE 85 (end)

Frequency (MHz)	Low VHF				High VHF				UHF			
	100				200				600			
System	DQPS K 1/2	QPS K 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8	DQPS K 1/2	QPS K 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8	DQPS K 1/2	QPS K 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 7/8
Feeder loss, L_f (dB)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Antenna gain, G (dB)	3	3	3	3	5	5	5	5	10	10	10	10
Minimum field strength for fixed reception, E_{min} (dB(μ V/m)) ⁽¹⁾	21.9	20.6	30.3	37.7	25.9	24.6	34.3	41.7	31.4	30.1	39.8	47.2

) For formula, see Appendix 1 to Annex 3.

) For noise bandwidth noted above.

11.2 5.2 Channel model for mobile reception

The typical urban model is used as the channel model for mobile reception. The channel model for mobile reception is given in Table 56.

11.3 5.3 Required average C/N for hand-held indoor and outdoor reception

The ISDB-T receiver shall have the performance given in Table 86 when noise (N) is applied together with the wanted carrier (C) in a signal bandwidth of 5.57 MHz. The values for the C/N ratio in both the non-diversity case and the diversity case are shown in Table 86. Degradation point criterion is an erroneous second ratio (ESR) of 5%.

TABLE 86

C/N (dB) for 5% ESR in PI and PO channel

Mode	Modulation	Code rate	For the non-diversity case		For the diversity case	
			PI	PO	PI	PO
2k	QPSK	1/2	10	10.5	5	5
	QPSK	2/3	13	13.5	7.5	7.5
	16-QAM	1/2	15.5	16	11	11
	16-QAM	2/3	19	20	13.5	13.5
	64-QAM	1/2	20.5	20.5	16	16

	64-QAM	2/3	24.5	24.5	19	19
	64-QAM	3/4	27	27	20.5	20.5
4k	QPSK	1/2	10	10	5	5.5
	QPSK	2/3	13	13	7.5	8
	16-QAM	1/2	15.5	15.5	10.5	11
	16-QAM	2/3	19	19.5	13	13.5
	64-QAM	1/2	20.5	20.5	16	16
	64-QAM	2/3	24.5	25	19	19
	64-QAM	3/4	27	27	20.5	20.5

TABLE 86 (end)

Mode	Modulation	Code rate	For the non-diversity case		For the diversity case	
			PI	PO	PI	PO
8k	QPSK	1/2	10	10	5	5.5
	QPSK	2/3	13.5	13.5	7.5	7.5
	16-QAM	1/2	15.5	16	11	11
	16-QAM	2/3	19.5	19.5	13.5	13.5
	64-QAM	1/2	20.5	21	16	16
	64-QAM	2/3	24.5	24.5	19	19
	64-QAM	3/4	27	27	20.5	21

11.4 5.4 Required average C/N for mobile reception

The ISDB-T receiver shall have the performance given in Table 87 when noise (N) and Doppler shift (F_d) is applied together with the wanted carrier (C) in the mobile channel based on the channel profile, "TYPICAL URBAN", which is shown in Table 56. The speed limits for $C/N_{min} + 3$ dB are given for two frequencies (470 and 770 MHz). The average C/N value, $C/N_{min} + 3$ dB, is suitable for calculating the required field strength. The values for the required average C/N ratio and the speed limits in the non-diversity case are shown in Table 87a), and the corresponding values for the diversity case are shown in Table 87b). The figures are given for a guard interval of 1/8. Degradation point criterion is given by an ESR of 5%.

TABLE 87

ISDB-TC/N (dB) in mobile channel for 5% ESR

a) Non diversity case

Guard interval = 1/8		2 k		Speed at F_d , 3 dB km/h		4 k		Speed at F_d , 3 dB km/h		8 k		Speed at F_d , 3 dB km/h	
Modulation	Code rate	C/N_{mi} dB	F_d , 3 dB B Hz	470 MHz	770 MHz	C/N_m in dB	F_d , 3 dB B Hz	470 MHz	770 MHz	C/N_m in dB	F_d , 3 dB B Hz	470 MHz	770 MHz
QPSK	1/2	8	36 0	827	50 5	8.5	17 0	39 1	23 8	8.5	89	20 5	12 5
QPSK	2/3	11.5	31 0	712	43 5	12	14 0	32 2	19 6	11.5	74	17 0	10 4
16- QAM	1/2	13.5	27 0	620	37 9	13.5	13 0	29 9	18 2	14.5	67	15 4	94
16- QAM	2/3	17.5	20 0	460	28 1	17.5	10 0	23 0	14 0	18	50	11 5	70
64- QAM	1/2	19	18 0	414	25 2	19	89	20 5	12 5	19.5	42	97	59
64- QAM	2/3	23.5	11 0	253	15 4	24	60	13 8	84	24.5	28	64	39
64- QAM	3/4	26.5	10 0	230	14 0	27	49	11 3	69	27.5	23	53	32

ANEXO C

Norma técnica de Brasil ABNT NBR 15601:2007

NORMA
BRASILEÑA

**ABNT NBR
15601**

Primera edición
30.11.2007

Válida a partir de
01.12.2007

**Televisión digital terrestre — Sistema de
transmisión ISDB-Tb**

Leer: páginas 1 a la 12; 21 a la 26
página 43 (localización de segmentos)
página 44 (intervalo de guarda)
páginas 51 a 54

Palabras clave: Televisión digital terrestre. Transmisión. Modulación. Codificación de canal. OFDM.

ICS 33.160.01

ISBN 978-85-07-00886-6



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referencia
ABNT NBR 15601:2007
57 páginas

El CP de la modulación del segmento diferencial debe servir obligatoriamente como SP de modulación síncrona de segmento, cuando el segmento de la modulación diferencial, en la frecuencia más baja, es adyacente a uno de los segmentos de modulación síncrona. El CP debe ser obligatoriamente entonces insertado en ese final de baja frecuencia. El receptor, de manera síncrona, debe detectar obligatoriamente ese CP como el SP final de alta frecuencia, del segmento de modulación síncrona.

El TMCC y portadoras AC (AC1 y AC2) se deben arreglar obligatoriamente en forma aleatoria con relación a la frecuencia, con el objeto de reducir la degradación causada por la caída periódica en las características del canal bajo ambiente de multipercurso. Las portadoras AC sirven no solamente como señal de piloto AC, sino también como portadoras para información adicional en el control de la transmisión.

Las portadoras AC1 para segmento de modulación diferencial deben ser obligatoriamente arregladas en la misma posición, que las del segmento de modulación síncrona.

6.13.3 Configuración del segmento OFDM para modulación síncrona

El SP se debe insertar obligatoriamente una vez cada 12 portadoras, en la dirección de las portadoras, y una vez cada 4 símbolos, en la dirección de los símbolos (ver Figura 33). El arreglo de las portadoras AC y TMCC debe obligatoriamente estar de acuerdo con las Tablas 20, 21 y 22.

El arreglo de las portadoras AC1 debe ser obligatoriamente el mismo para la modulación síncrona y para modulación diferencial. Las portadoras AC2 deben estar obligatoriamente disponibles solamente en la modulación diferencial, ya que la modulación síncrona no tiene ninguna portadora AC2.

Las portadoras TMCC y AC (AC1) se deben arreglar obligatoriamente en forma aleatoria, relativas a la dirección de la frecuencia, con el objeto de reducir el impacto de atenuaciones de canal causadas por multipercurso. Las portadoras AC1 para el segmento de la modulación diferencial se deben arreglar obligatoriamente en la misma posición de los segmentos de la modulación síncrona.



NOTA S_i representa el símbolo de la portadora dentro del segmento de datos, siguiendo el entrelazamiento (*interleaving*).

Figura 33 — Configuración del segmento OFDM para modulación síncrona (QPSK, 16QAM, 64QAM) en el modo 1

Tabla 20 — Arreglo de las portadoras AC y TMCC en el modo 1 y modulación síncrona

Número del segmento	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	53	61	11	20	74	35	76	4	40	8	7	98
AC1_2	28	83	100	101	40	100	79	97	89	89	64	89	101
TMCC 1	70	25	17	86	44	47	49	31	83	61	85	101	23

Tabla 21 — Arreglo de las portadoras AC y TMCC en el modo 2 y modulación síncrona

Número del segmento	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC_1	10	61	20	35	4	8	98	53	11	74	76	40	7
AC_2	28	100	40	79	89	64	101	83	101	100	97	89	89
AC_3	161	119	182	184	148	115	118	169	128	143	112	116	206
AC_4	191	209	208	205	197	197	136	208	148	187	197	172	209
TMCC 1	70	17	44	49	83	85	23	25	86	47	31	61	101
TMCC 2	133	194	155	139	169	209	178	125	152	157	191	193	131

Tabla 22 — Arreglo de las portadoras AC y TMCC en el modo 3 y modulación síncrona

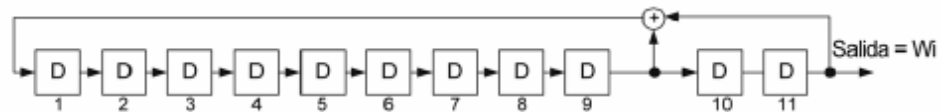
Número del segmento	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	20	4	98	11	76	7	61	35	8	53	74	40
AC1_2	28	40	89	101	101	97	89	100	79	64	83	100	89
AC1_3	161	182	148	118	128	112	206	119	184	115	169	143	116
AC1_4	191	208	197	136	148	197	209	209	205	197	208	187	172
AC1_5	277	251	224	269	290	256	226	236	220	314	227	292	223
AC1_6	316	2295	280	299	316	305	244	256	305	317	317	313	305
AC1_7	335	400	331	385	359	332	377	398	364	334	344	328	422
AC1_8	425	421	413	424	403	388	407	424	413	352	364	413	425
TMCC 1	70	44	83	23	86	31	101	17	49	85	25	47	61
TMCC 2	133	155	169	178	152	191	131	194	139	209	125	157	193
TMCC 3	233	265	301	241	263	277	286	260	299	239	302	247	317
TMCC 4	410	355	425	341	373	409	349	371	385	394	368	407	347

6.14 Señal piloto

6.14.1 Piloto disperso (SP - scattered pilot)

La señal piloto disperso debe ser obligatoriamente una señal BPSK que se correlaciona a la secuencia del bit de salida W_i del circuito de generación de PRBS (ver Figura 34). La siguiente ecuación muestra el polinomio generador del PRBS:

$$G(x) = X^{11} + X^9 + 1$$



NOTA La letra i de W_i corresponde al número i de la portadora del segmento OFDM.

Figura 34 — Circuito de generación de PRBS

El valor inicial del circuito de generación del PRBS se debe definir obligatoriamente para cada segmento.

Los valores iniciales deben obligatoriamente estar de acuerdo con la Tabla 23, mientras que la correspondencia entre W_i y la señal de modulación debe obligatoriamente estar de acuerdo con la Tabla 24.

Tabla 23 — Valor inicial del circuito de generación de PRBS

Número del segmento	Valor inicial en el modo 1	Valor inicial en el modo 2	Valor inicial en el modo 3
11	11111111111	11111111111	11111111111
9	11011001111	01101011110	11011100101
7	01101011110	11011100101	10010100000
5	01000101110	11001000010	01110001001
3	11011100101	10010100000	00100011001
1	00101111010	00001011000	11100110110
0	11001000010	01110001001	00100001011
2	00010000100	00000100100	11100111101
4	10010100000	00100011001	01101010011
6	11110110000	01100111001	10111010010
8	00001011000	11100110110	01100010010
10	10100100111	00101010001	11110100101
12	01110001001	00100001011	00010011100

NOTA Los valores están organizados en orden ascendente de bits de izquierda a derecha. Cada valor inicial coincide con el valor obtenido, fijando todos los bits para un valor inicial de 1 s, generando continuamente todas las portadoras en toda la banda, empezando con la portadora más a la izquierda (portadora 0 del segmento 11) y terminando con la portadora más a la derecha.

Tabla 24 — W_i y señal de modulación

Valor W_i	Amplitud de la señal modulada (I, Q)
1	(- 4/3, 0)
0	(+ 4/3, 0)

6.14.2 Piloto continuo (CP)

El piloto continuo (CP) debe ser obligatoriamente una señal BPSK modulada de acuerdo con la posición de la portadora (número de la portadora dentro del segmento), dentro de la cual se inserta, y también de acuerdo con el valor de W_i . La correspondencia entre W_i y la señal modulante debe ser obligatoriamente la misma mostrada en la Tabla 24. El ángulo de fase del CP con relación a la posición de la portadora debe ser obligatoriamente constante, en todo símbolo.

6.14.3 TMCC

La señal de control TMCC debe ser obligatoriamente transmitido por medio de la señal DBPSK modulada de acuerdo con 6.15. La referencia para la modulación diferencial B_0 debe ser obligatoriamente estipulada por el W_i mostrado en 6.14.1. Después de la codificación diferencial, la señal TMCC modulada debe asumir obligatoriamente el punto de la señal (+ 4/3, 0) y (- 4/3, 0) para la información 0 y 1, respectivamente.

La información B'_0 para B'_{203} disponible siguiendo la codificación diferencial debe ser obligatoriamente estipulada con relación a la información B_0 para B_{203} antes de la codificación diferencial, como sigue:

$B'_0 = W_i$ (referencial para modulación diferencial);

$B'_k = B'_{k-1} \oplus B_k$; $k = 1, 203$, \oplus representa EXCLUSIVE OR

6.14.4 Canal auxiliar (AC)

El AC debe ser obligatoriamente un canal designado para transportar información adicional para control de la señal de transmisión. La información adicional AC debe ser obligatoriamente transmitida por la modulación de la portadora-piloto en DBPSK (del tipo análogo a CP). La referencia para modulación diferencial debe ser obligatoriamente provista por el primer símbolo del cuadro y asume la señal que corresponde al valor de W_i estipulado en 6.14.1.

La señal de modulación AC debe asumir obligatoriamente la señal (+ 4/3, 0) y (- 4/3, 0) respectivamente para la información 0 y 1, disponible en la codificación diferencial. Si no existe información adicional, la información 1 se debe insertar obligatoriamente como bit de relleno.

Dos canales deben estar disponibles obligatoriamente como canales AC: AC1 debe ser obligatoriamente el canal en el cual se utiliza la misma posición de la portadora para todos los segmentos, indiferentemente del esquema de modulación usado, y el canal AC2 debe ser empleado obligatoriamente sólo en el segmento con modulación diferencial.

Para asegurar la diversidad de aplicaciones del AC, sólo se debe usar obligatoriamente un esquema de modulación que es el DBPSK.

La capacidad de transmisión para todos los canales de televisión varía dependiendo de la configuración de los segmentos (ver Tabla 25).

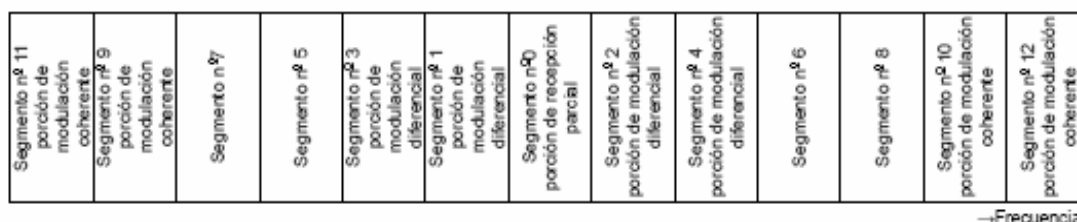
Tabla 25 — Ejemplos de capacidad de transmisión para portadora AC (modo 1, intervalo de guarda 1/8)

	Segmento de modulación síncrona		Segmento de modulación diferencial	
	1	13	1	13
AC1	7,0 kbps	91,5 kbps	7,0 kbps	91,3 kbps
AC2	-	-	14,0 kbps	182,5 kbps

6.15 Configuración del espectro de transmisión

6.15.1 Localización de los segmentos dentro del espectro de 6 MHz

El arreglo del segmento OFDM debe estar obligatoriamente de acuerdo con la Figura 35. El segmento número 0 se debe posicionar obligatoriamente en el centro de la banda y los segmentos sucesivos colocados alternativamente arriba y abajo de este segmento.



NOTA "Porción de recepción parcial", "Porción de modulación diferencial" y "Porción de modulación síncrona" son ejemplos de uso de los segmentos.

Figura 35 — Numeración de los segmentos OFDM en el espectro de transmisión y ejemplo de uso

Para transmisión jerárquica, el segmento de modulación diferencial se debe atribuir obligatoriamente en forma alternativa arriba y abajo del segmento nº 0, en el orden ascendente del número de segmento, con segmento de modulación síncrona atribuido en forma alternativa arriba y abajo del segmento de modulación diferencial. Para la transmisión jerárquica, la posición del segmento atribuido para recepción parcial debe ser obligatoriamente siempre nº 0.

Para hacer la transmisión del espectro total, un piloto continuo, con su fase estipulada por el Wi se debe proveer obligatoriamente del lado derecho al final de la banda. La señal de modulación usada para la portadora del extremo derecha debe estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 26.

Tabla 26 — Señal de modulación para portadora continua

Modo	Amplitud de la señal de modulación (I, Q)
Modo 1	(- 4/3, 0)
Modo 2	(+ 4/3, 0)
Modo 3	(+ 4/3, 0)

La portadora continua en el lado de la frecuencia superior de la banda de televisión es una portadora-piloto requerida para demodulación cuando el segmento adyacente debe ser obligatoriamente de modulación síncrona. Esa portadora debe obligatoriamente estar siempre presente en el sistema brasileño.

El segmento de recepción parcial debe ser obligatoriamente siempre atribuido al segmento de nº 0, con el objeto de asegurar fácil sintonía por el receptor.

6.15.2 Formato de la señal de RF

El formato de señal en la banda de RF debe ser obligatoriamente estipulado por las siguientes ecuaciones:

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

$$\psi(n,k,t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k-K_c}{T_u} (t-T_g-nT_s)} & nT_s \leq t < (n+1)T_s \\ 0 & t < nT_s, \quad (n+1)T_s \leq t \end{cases}$$

donde

- k es el número de la portadora que es sucesivo para toda la banda, con el número 0 atribuido a la portadora 0 del segmento 11;
- n es el número del símbolo;
- K representa las portadoras totales (modo 1: 1 405, modo 2: 2 809, modo 3: 5 617);
- T_s es el tiempo de duración del símbolo OFDM;
- T_g es el tiempo de duración del intervalo de guarda;
- T_u es el tiempo de duración de la parte útil del símbolo;
- f_c es el centro de la frecuencia de la señal de RF;
- K_c es el número de la portadora que corresponde al centro de la frecuencia de RF (modo 1: 702, modo 2: 1 404, modo 3: 2 808);
- $c(n,k)$ es el vector complejo de la señal punto correspondiente al símbolo número n y portadora número k ;
- $s(t)$ es la señal de RF.

La frecuencia central para radiodifusión terrestre digital debe ser obligatoriamente estipulada por la frecuencia de RF correspondiente a K_c .

6.15.3 Inserción de intervalo de guarda

En la parte final de la salida de datos del IFFT, para una duración específica, se debe agregar obligatoriamente un intervalo de guarda, sin ninguna modificación, en el comienzo del símbolo efectivo (ver Figura 36).



Figura 36 — Inserción de intervalo de guarda

6.16 Señal TMCC – Esquema de codificación y sistema de transmisión

6.16.1 Visión general

La señal TMCC se debe usar obligatoriamente para transportar la información de cómo el receptor debe obligatoriamente configurar la demodulación, así como la información sobre la configuración jerárquica y parámetros de transmisión del segmento OFDM. La señal TMCC debe ser transmitida obligatoriamente por medio de la portadora TMCC (ver 6.14).

6.16.2 Atribución de los bits de la portadora TMCC

La atribución de bits de la portadora 204 TMCC para B_0 a B_{203} debe estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 27.

Tabla 27 — Atribución de bits

B_0	Referencia para demodulación diferencial
$B_1 - B_{15}$	Señal de sincronización ($W0 = 0011010111101110$, $W1 = 1100101000010001$)
$B_{17} - B_{19}$	Identificación del tipo de segmento (diferencial: 111; síncrono: 000)
$B_{20} - B_{121}$	Información de la TMCC (102 bits)
$B_{122} - B_{203}$	Bit de paridad

6.16.3 Informes para demodulación diferencial

Las referencias de amplitud y fase para demodulación diferencial deben ser dadas obligatoriamente por W_i (ver Tabla 23).

6.16.4 Señal de sincronización

La señal de sincronización debe obligatoriamente consistir en palabras de 16 bits y asumir una entre dos formas:

- con $W0 = 0011010111101110$;
- con $W1 = 1100101000010001$, obtenido invirtiendo cada bit del $W0$.

Una de las $W0$ y $W1$ debe ser obligatoriamente transmitida en forma alternativa a cada cuadro (ver Tabla 28).

Tabla 28 — Ejemplo de transmisión de señal de sincronización

Número de los cuadros ^a	Señal de sincronización
1	0011010111101110
2	1100101000010001
3	0011010111101110
4	1100101000010001
.	.
.	.

^a Los números de los cuadros son atribuidos por conveniencia de descripción.

La señal de sincronización se debe designar obligatoriamente para establecer la sincronización entre la transmisión y recepción de una señal de TMCC y el cuadro OFDM. Para evitar el falso bloqueo de sincronización, causado por el perfil de casamiento de bit de información TMCC de la señal de sincronización, la polaridad de la señal de sincronización debe ser obligatoriamente invertida a cada cuadro.

ABNT NBR 15601:2007

NOTA Es posible prever el falso bloqueo de sincronización por medio de la inversión de polaridad de la señal de sincronización, pues la información TMCC, de por sí, no es invertida a cada cuadro.

6.16.5 Identificación del tipo de segmento

La señal B_{17} , B_{18} , B_{19} se debe usar obligatoriamente para determinar si un segmento tiene modulación diferencial o síncrona. Se deben atribuir obligatoriamente a esa señal palabras de tres bits "111" para modulación diferencial y "000" para modulación síncrona, respectivamente.

El número de la portadora TMCC varía dependiendo del formato del segmento. Debe obligatoriamente existir solamente una portadora TMCC, si la recepción parcial pertenece a una de las modulaciones síncronas. En ese caso, para asegurar una decodificación confiable, tres bits se deben atribuir obligatoriamente para la señal de identificación, de modo que la distancia código a código se tome máxima cuando se alteran esos bits.

6.16.6 Información de la señal TMCC

6.16.6.1 Función del TMCC

La información TMCC debe auxiliar al receptor en la demodulación y decodificación de varias informaciones, incluyendo el sistema de identificación, el indicador de conmutación de los parámetros de transmisión, el *flag* iniciar la alarma de emergencia de radiodifusión, la información actual y la próxima información.

La información actual debe representar obligatoriamente la configuración jerárquica actual y parámetros de transmisión, mientras que la próxima información debe incluir obligatoriamente los parámetros de transmisión posteriores a la conmutación.

Antes de la cuenta atrás para la conmutación (ver 6.16.6.3), la próxima información se puede especificar o alterar en el tiempo deseado. Sin embargo, ese cambio no se puede realizar durante la cuenta atrás.

Las informaciones de bits atribuidas y parámetros de transmisión incluidos en la próxima información deben estar obligatoriamente de acuerdo con las Tablas 29 y 30.

NOTA De los 102 bits de la información TMCC, 80 bits fueron definidos hasta hoy. Los 12 bits restantes se reservan para futuras expansiones. Para la operación, todos esos bits se rellenan con 1 s.

Tabla 29 — Información TMCC

Atribución De bit	Descripción		Observaciones
$B_{20} - B_{21}$	Identificación de sistema		Ver Tabla 31
$B_{22} - B_{25}$	Indicador de los parámetros de conmutación de transmisión		Ver Tabla 32
B_{26}	Arranque del <i>flag</i> para alarma de emergencia de radiodifusión		Ver Tabla 33
B_{27}	Información Actual	<i>Flag</i> de recepción parcial	Ver Tabla 34
$B_{28} - B_{40}$		Información de los parámetros de transmisión para capa jerárquica A	Ver Tabla 30
$B_{41} - B_{53}$		Información de los parámetros de transmisión para capa jerárquica B	
$B_{54} - B_{66}$		Información de los parámetros de transmisión para capa jerárquica C	
B_{67}	Próxima información	<i>Flag</i> de recepción parcial	Ver Tabla 34
$B_{68} - B_{80}$		Información de los parámetros de transmisión para capa jerárquica A	Ver Tabla 30
$B_{81} - B_{93}$		Información de los parámetros de transmisión para capa jerárquica B	
$B_{94} - B_{106}$		Información de los parámetros de transmisión para capa jerárquica C	
$B_{107} - B_{109}$	Corrección del valor de desvío de fase para segmento de transmisión conectado		1 para todos los bits
$B_{110} - B_{121}$	Reservado		1 para todos los bits

Tabla 30 — Contenidos de información de los parámetros de transmisión

Descripción	Número de bits	Observaciones
Esquema de modulación de portadora	3	Ver Tabla 35
Tasa del codificador convolucional	3	Ver Tabla 36
Longitud del <i>interleaving</i>	3	Ver Tabla 37
Número de segmentos	4	Ver Tabla 38

6.16.6.2 Sistema de identificación

Dos bits se deben atribuir obligatoriamente para proveer la señal con la finalidad de identificación. En el caso del sistema brasileño, los bits de identificación deben ser obligatoriamente "00"; los demás valores se reservan (ver Tabla 31).

Tabla 31 — Sistema de identificación

B ₂₀ -B ₂₁	Propósito
00	Sistema de televisión digital terrestre basado en esta especificación
01, 10, 11	Reservado

6.16.6.3 Indicador de conmutación de parámetros de transmisión

La conmutación entre los conjuntos de parámetros de transmisión, el contenido de los indicadores de conmutación y parámetros de transmisión se deben contar obligatoriamente en forma regresiva, con el objeto de informar al receptor el indicador de conmutación de los parámetros de transmisión y permitir el ajuste adecuado.

Esos bits indicadores se ajustan normalmente en "1111". Sin embargo, cuando es necesario conmutar parámetros, la cuenta atrás debe obligatoriamente comenzar en 15 cuadros antes de conmutar, disminuyendo así el contenido de esos bits en 1 a cada cuadro. Cuando el contenido llegue a "0000", debe obligatoriamente volver a "1111".

La conmutación se debe configurar obligatoriamente a través de la sincronización con el próximo cuadro, que da la salida "0000". Es decir, un nuevo conjunto de parámetros de transmisión se aplica, empezando con el cuadro cuyo contenido de bits se debe ajustar obligatoriamente de nuevo en "1111". El significado de cada conteo del indicador de conmutación de los parámetros de transmisión se da en la Tabla 32.

Tabla 32 — Indicador de conmutación de los parámetros de transmisión

B ₂₂ - B ₂₅	Significado
1111	Valor normal
1110	15 cuadros antes de la conmutación
1101	14 cuadros antes de la conmutación
1100	13 cuadros antes de la conmutación
...	...
0010	3 cuadros antes de la conmutación
0001	2 cuadros antes de la conmutación
0000	1 cuadro antes de la conmutación

Cuando se conmuta cualquiera de los parámetros de transmisión, se debe enviar obligatoriamente el *flag* contenido en la actual información y en la próxima información (ver Tabla 29) (*flag* de recepción parcial, esquema de modulación de la portadora, tasa de codificación convolucional, longitud del *interleaving* y el número de segmentos). El contenido del indicador de 4 bits de conmutación de los parámetros de transmisión (ver Tabla 32) empieza la cuenta atrás.

NOTA. Cuando se conmuta solamente el *flag* de partida para alarma de emergencia de radiodifusión, el contenido del indicador de conmutación de parámetros de transmisión no realiza la cuenta regresiva.

6.16.6.4 *Flag* para alarma de emergencia de radiodifusión

El contenido del *start flag* debe ser obligatoriamente 1 cuando el receptor está en *startup* y 0 cuando el receptor no está controlado (ver Tabla 33).

Tabla 33 — *Start flag* para alarma de emergencia de la radiodifusión

B ₂₆	Significado
0	<i>Startup</i> no controlada
1	Control de <i>startup</i> disponible

6.16.6.5 *Flag* de recepción parcial

El contenido del *flag* de recepción parcial debe ser obligatoriamente 1 cuando el segmento en el centro de la banda de transmisión se usa para recepción parcial y 0 cuando el segmento en el centro de la banda de transmisión no se usa para recepción parcial (ver Tabla 34).

Cuando el segmento de número 0 se usa para recepción parcial, la capa jerárquica A (ver Tabla 29) debe ser obligatoriamente atribuida para ese segmento. El contenido de ese *flag* debe ser obligatoriamente 1, si no existe la próxima información.

Tabla 34 — *Flag* de recepción parcial

B ₂₇ /B ₂₇	Significado
0	Sin recepción parcial
1	Recepción parcial disponible

6.16.6.6 Esquema de modulación de portadora

El significado de los bits del esquema de modulación de la portadora debe estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 35. El contenido de esos bits debe ser obligatoriamente 111 para una capa jerárquica no usada o cuando no existe la próxima información.

Tabla 35 — Esquema de modulación de portadora

$B_{28} - B_{30}/B_{41} - B_{43}/B_{54} - B_{56}$ $B_{68} - B_{70}/B_{81} - B_{83}/B_{94} - B_{96}$	Significado
000	DQPSK
001	QPSK
010	16QAM
011	64QAM
100 – 110	Reservado
111	Capa jerárquica no usada

Con una señal TMCC, el significado de todos los conjuntos de contenido de bit debe ser obligatoriamente el mismo para todas las capas jerárquicas. Cuando las señales de dos capas jerárquicas, o menos, se transmiten, el contenido de esos bits para capa jerárquica ausente debe ser obligatoriamente 111. El contenido de esos bits debe ser obligatoriamente 111 si no existe próxima información, así como cuando termina la transmisión.

6.16.6.7 Tasa de codificación convolucional

El significado del contenido de bits de la tasa de codificación convolucional debe estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 36. El contenido de esos bits debe ser obligatoriamente 111 para una capa jerárquica no usada, o cuando no existe próxima información.

Tabla 36 — Tasa de la codificación convolucional

$B_{31} - B_{33}/B_{44} - B_{46}/B_{67} - B_{69}$ $B_{71} - B_{73}/B_{84} - B_{86}/B_{97} - B_{99}$	Significado
000	1/2
001	2/3
010	3/4
011	5/6
100	7/8
101 – 110	Reservado
111	Capa jerárquica no usada

6.16.6.8 Longitud de time interleaving

El significado de los bits que indican la longitud del entrelazamiento temporal debe estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 37. Esa información representa la longitud I del *time interleaving* de la Tabla 13. El contenido de esos bits debe ser obligatoriamente 111 para una capa no utilizada o cuando no existe próxima información.

Tabla 37 — Longitud del *interleaving*

$B_{34} - B_{36}/B_{47} - B_{49}/B_{60} - B_{62}$ $B_{74} - B_{76}/B_{87} - B_{89}/B_{100} - B_{102}$	Significado (valor 1)
000	0 (modo 1), 0 (modo 2), 0 (modo 3)
001	4 (modo 1), 2 (modo 2), 1 (modo 3)
010	8 (modo 1), 4 (modo 2), 2 (modo 3)
011	16 (modo 1), 8 (modo 2), 4 (modo 3)
100 – 110	Reservado
111	Capa jerárquica no usada

6.16.6.9 Número de segmentos

El significado del contenido de los bits del segmento debe estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 38. El contenido de esos bits debe ser obligatoriamente 1111 para capa jerárquica no usada, o cuando no existe la próxima información.

Tabla 38 — Número de segmentos

$B_{37} - B_{40}/B_{50} - B_{53}/B_{63} - B_{66}$ $B_{77} - B_{80}/B_{90} - B_{93}/B_{103} - B_{106}$	Significado
0000	Reservado
0001	1 segmento
0010	2 segmentos
0011	3 segmentos
0100	4 segmentos
0101	5 segmentos
0110	6 segmentos
0111	7 segmentos
1000	8 segmentos
1001	9 segmentos
1010	10 segmentos
1011	11 segmentos
1100	12 segmentos
1101	13 segmentos
1110	Reservado
1111	Capa jerárquica no usada

6.16.6.10 Esquema de codificación de canal

Los códigos B_{28} hasta B_{121} de la información TMCC son códigos de corrección de errores por medio de código abreviado (184, 102) del código diferencia cíclica (273, 191). La siguiente ecuación muestra la generación del polinomio del código (273, 191):

$$g(x) = x^{82} + x^{77} + x^{75} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1$$

Una vez que la información TMCC se usa para especificar los parámetros de transmisión y control de la operación del receptor, se debe transmitir obligatoriamente con la confiabilidad más alta que la señal de programa. Adicionalmente existen dificultades implícitas al tener en el receptor el mismo circuito decodificador de código concatenado para la información TMCC y para la señal de programa. Sin embargo, teniendo en cuenta el hecho de que el uso del código de bloque es ventajoso, debido al tiempo de procesamiento más corto, el código abreviado (188, 102) del código diferencial cíclico (273, 191) se debe usar obligatoriamente como código corrector de error de la información TMCC.

Las mismas señales TMCC se deben transmitir obligatoriamente por medio de múltiples portadoras. Por lo tanto, es posible que C/N sea requerido por la simple adición de esas señales, asegurando así una mejora en el desempeño de recepción. Esas técnicas de correctores de error y el proceso de adición permiten recibir señales TMCC con un valor de C/N más bajo que la señal de programa.

Excluyendo la señal de sincronización y la identificación del tipo de segmento del grupo de bits chequeado para errores, todos los contenidos de bits de la portadora TMCC deben ser obligatoriamente los mismos, lo que permite determinar el contenido de cada bit, incluyendo el bit de paridad, determinando el contenido de la mayoría de las portadoras.

6.16.6.11 Esquema de modulación

La portadora TMCC debe ser obligatoriamente modulada en DBPSK (ver 6.14.3).

7 Requisitos de utilización de frecuencia

7.1 Ancho de banda de frecuencia

Para la radiodifusión de televisión digital terrestre, se debe usar obligatoriamente el ancho de banda de frecuencia de 5,7 MHz. La frecuencia nominal de la portadora debe ser obligatoriamente la frecuencia central del ancho de banda.

El ancho de banda de frecuencia debe ser obligatoriamente de 5,7 MHz cuando el ancho de banda de la portadora OFDM es 5,572 MHz, con 4 kHz de separación entre las frecuencias portadoras en el modo 1. Ese ancho de banda se debe aplicar obligatoriamente independientemente del modo elegido, y se adopta para asegurar que el ancho de banda de 5,610 MHz tenga algún margen para determinar que cada portadora del límite inferior y límite superior de la banda de 5,572 MHz incluya el 99 % de energía.

La frecuencia central debe ser obligatoriamente la frecuencia de la portadora localizada en el centro de la banda de la señal OFDM, considerando un número impar de portadoras OFDM.

7.2 Estabilidad de frecuencia y desvío de frecuencia de transmisión admisible

La estabilidad de frecuencia de las portadoras, cuando la temperatura varíe entre + 10 °C y + 50 °C y la tensión de alimentación varíe entre ± 15 % de la tensión nominal, debe ser obligatoriamente mejor que ± 1 Hz.

El desvío de frecuencia de las portadoras debe ser obligatoriamente menor que ± 1 Hz.

7.3 Off-set de frecuencia de las portadoras OFDM

La frecuencia de la señal de transmisión terrestre debe ser obligatoriamente desplazada positivamente de 1/7 MHz (142,857 kHz) con relación a la frecuencia central del canal usada en el actual plan de canalización (ver Figura 37).

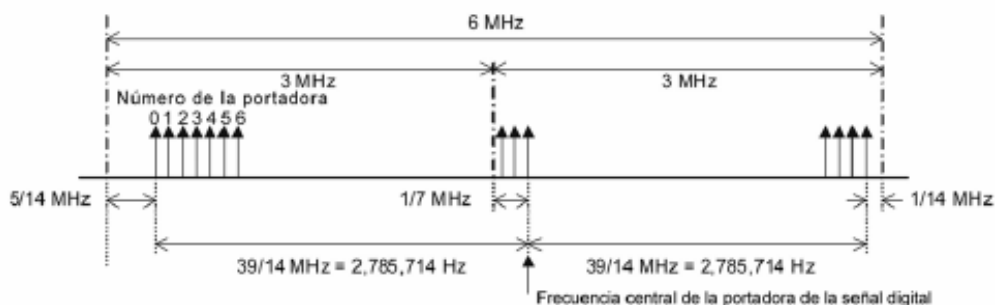


Figura 37 — Ejemplo del arreglo de portadoras de la señal OFDM para la señal de televisión digital terrestre

Las emisiones terrestres deben obligatoriamente obedecer a las Tablas 39 y 40 de asignación de frecuencias terrestres.

Tabla 39 — Canales de VHF alto

Canal	Frecuencia inicial del canal MHz	Frecuencia final del canal MHz	Frecuencia de la portadora Central de la señal MHz
07	174	180	$177 + 1/7$
08	180	186	$183 + 1/7$
09	186	192	$189 + 1/7$
10	192	198	$195 + 1/7$
11	198	204	$201 + 1/7$
12	204	210	$207 + 1/7$
13	210	216	$213 + 1/7$

Tabla 40 — Canales de UHF

Canal	Frecuencia inicial MHz	Frecuencia final MHz	Frecuencia central de la portadora central de la señal MHz
14	470	476	473 + 1/7
15	476	482	479 + 1/7
16	482	488	485 + 1/7
17	488	494	491 + 1/7
18	494	500	497 + 1/7
19	500	506	503 + 1/7
20	506	512	509 + 1/7
21	512	518	515 + 1/7
22	518	524	521 + 1/7
23	524	530	527 + 1/7
24	530	536	533 + 1/7
25	536	542	539 + 1/7
26	542	548	545 + 1/7
27	548	554	551 + 1/7
28	554	560	557 + 1/7
29	560	566	563 + 1/7
30	566	572	569 + 1/7
31	572	578	575 + 1/7
32	578	584	581 + 1/7
33	584	590	587 + 1/7
34	590	596	593 + 1/7
35	596	602	599 + 1/7
36	602	608	605 + 1/7
37	No se usa para televisión	No se usa para televisión	No se usa para televisión
38	614	620	617 + 1/7
39	620	626	623 + 1/7
40	626	632	629 + 1/7
41	632	638	635 + 1/7
42	638	644	641 + 1/7
43	644	650	647 + 1/7
44	650	656	653 + 1/7
45	656	662	659 + 1/7
46	662	668	665 + 1/7
47	668	674	671 + 1/7
48	674	680	677 + 1/7
49	680	686	683 + 1/7
50	686	692	689 + 1/7
51	692	698	695 + 1/7
52	698	704	701 + 1/7
53	704	710	707 + 1/7
54	710	716	713 + 1/7
55	716	722	719 + 1/7
56	722	728	725 + 1/7
57	728	734	731 + 1/7
58	734	740	737 + 1/7
59	740	746	743 + 1/7
60	746	752	749 + 1/7
61	752	758	755 + 1/7
62	758	764	761 + 1/7
63	764	770	767 + 1/7
64	770	776	773 + 1/7
65	776	782	779 + 1/7
66	782	788	785 + 1/7
67	788	794	791 + 1/7
68	794	800	797 + 1/7
69	800	806	803 + 1/7

7.4 Frecuencia de muestreo de IFFT y desvío admisible

La frecuencia de muestreo de la IFFT para uso en la modulación OFDM para radiodifusión debe ser obligatoriamente de:

$$F_s = 512/63 \text{ MHz} = 8\,126\,984 \text{ Hz}$$

El desvío admisible es $\pm 0,3 \text{ Hz/MHz}$. El desvío de frecuencia de la portadora (causado por el error de frecuencia de muestreo de la IFFT), a cada fin del ancho de banda, debe ser 1 Hz o menos.

Una frecuencia de muestreo de IFFT de 512/63 MHz, una de frecuencia nominal teórica, se puede usar si se respeta el desvío de frecuencia admisible.

7.5 Máscara del espectro de transmisión

7.5.1 Característica de la máscara del espectro de transmisión

El nivel del espectro, fuera de la banda, asignado para la transmisión de la señal de televisión, se debe reducir obligatoriamente, aplicándose un filtro adecuado. La Figura 38 y la Tabla 41 indican las atenuaciones mínimas de las emisiones fuera de la banda con relación a la potencia media del transmisor, especificadas en función del alejamiento con relación a la portadora central de la señal digital, para las máscaras no crítica, subcrítica y crítica.

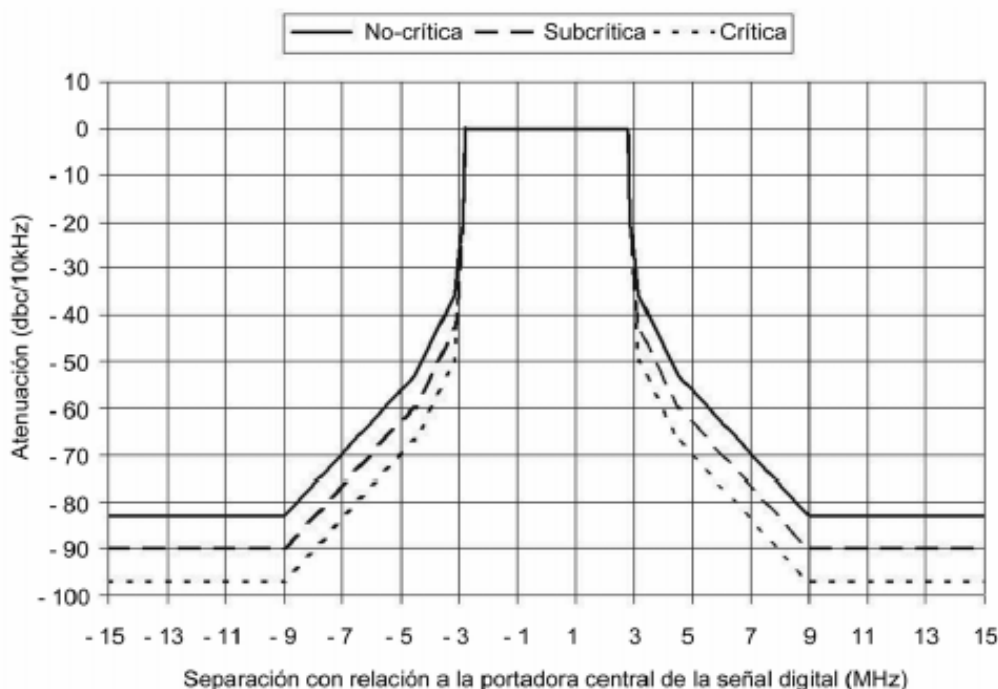


Figura 38 — Máscara del espectro de transmisión para radiodifusión de televisión digital terrestre