



ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. HISTORIA DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA TERRESTRE EN MÉXICO	2
2. RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL TERRESTRE EN MÉXICO.	3
CAPÍTULO II. SISTEMA EN BANDA DENTRO DEL CANAL (IBOC, IN-BAND ON-CHANNEL)	7
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. <i>Historia del desarrollo del sistema IBOC</i>	7
1.2. <i>Ventajas del sistema IBOC (HD Radio)</i>	9
1.3. <i>Características y servicios en desarrollo</i>	10
1.4. <i>Definición de términos</i>	11
2. SERVICIOS DE DATOS	12
2.1. <i>Descripción de los datos del servicio de programa</i>	13
2.2. <i>Servicios de información de estación</i>	13
3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA IBOC.....	14
3.1. <i>Capa 4. Codificación de fuente</i>	15
3.2. <i>Capa 2. Multiplexación de servicios</i>	16
3.3. <i>Capa 1. Capa física</i>	16
3.3.1. <i>Canales lógicos (LC, Logical Channel)</i>	19
3.3.2. <i>Capacidad de transmisión del sistema</i>	23
3.4. <i>Componentes funcionales de la capa 1 del sistema IBOC</i>	24
3.4.1. <i>Aleatorización</i>	25
3.4.2. <i>Codificación de canal</i>	26
3.4.3. <i>Entrelazado</i>	26
3.4.4. <i>Procesamiento del control del sistema</i>	26
3.4.5. <i>Mapeo de las sub portadoras OFDM</i>	27
3.4.6. <i>Generación de la señal OFDM</i>	27
3.4.7. <i>Sub sistema de transmisión</i>	27
3.5. <i>Formas de onda y características espectrales de las señales IBOC</i>	30
3.5.1. <i>Amplitud modulada</i>	30
3.5.1.1. <i>Forma de onda híbrida</i>	30
3.5.1.2. <i>Forma de onda totalmente digital</i>	31
3.5.2. <i>Frecuencia modulada</i>	34
3.5.2.1. <i>Particiones de frecuencia</i>	35
3.5.2.2. <i>Forma de onda híbrida</i>	35
3.5.2.3. <i>Forma de onda híbrida extendida</i>	36
3.5.2.4. <i>Forma de onda totalmente digital</i>	37



4.	REQUERIMIENTOS DE CONVERSIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL IBOC	39
4.1.	<i>Requerimientos de conversión para estaciones de AM</i>	40
4.1.1.	Características de los equipos de transmisión	40
4.2.	<i>Requerimientos de conversión para estaciones de FM</i>	41
4.2.1.	Ventajas y desventajas de cada método de generación de la señal híbrida IBOC FM	43
4.2.2.	Repetidores en la transmisión de FM	44
4.2.3.	Características de los equipos de transmisión	44
4.3.	<i>Costos adicionales del sistema</i>	45
5.	RESUMEN DEL CAPÍTULO	47
CAPÍTULO III.SISTEMA DIGITAL RADIO MONDIALE (DRM)		51
1.	INTRODUCCIÓN	51
1.1.	<i>Historia del sistema</i>	52
1.2.	<i>Ventajas y servicios del sistema DRM</i>	53
2.	SERVICIOS DE DATOS	54
2.1.	<i>Datos obligatorios</i>	54
2.2.	<i>Servicios de valor agregado</i>	55
3.	COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DRM	56
3.1.	<i>Codificación y multiplexación del contenido DRM</i>	57
3.1.1.	Codificación de fuente	58
3.2.	<i>Codificación de canal y modulación DRM</i>	59
3.2.1.	Codificación de canal.....	60
3.2.2.	Modulación y parámetros de codificación.....	60
3.3.	<i>Capacidad de transmisión del sistema</i>	61
3.4.	<i>Generación de la trama de radiodifusión</i>	62
3.5.	<i>Redes de frecuencia única y frecuencia múltiple</i>	63
3.6.	<i>Simulcast</i>	64
3.6.1.	Simulcast para DRM30	64
3.6.2.	Simulcast para DRM+	65
3.7.	<i>Señalización de frecuencia alternativa</i>	66
3.8.	<i>Uso de la banda de 26 MHz</i>	67
4.	REQUERIMIENTOS DE CONVERSIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DRM	68
4.1.	<i>Transmisión en los modos DRM30</i>	68
4.1.1.	Conversión de los transmisores AM analógicos.....	68
4.2.	<i>Transmisión en los modos DRM+</i>	69
4.2.1.	Generación de la señal totalmente digital	70
4.2.2.	Generación de la señal híbrida.....	70
4.3.	<i>Costos adicionales del sistema</i>	72
5.	RESUMEN DEL CAPÍTULO	74



CAPÍTULO IV. SISTEMA DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB)	77
1. INTRODUCCIÓN	77
1.1. <i>Historia del sistema DAB</i>	77
1.2. <i>Ventajas y servicios del sistema DAB</i>	79
1.2.1. DAB y GSM.....	80
1.2.2. DAB y DRM	81
2. SERVICIOS DE DATOS	81
2.1. <i>Información del Servicio (SI, Service Information)</i>	82
2.2. <i>Servicios de valor agregado</i>	82
3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DAB.....	84
3.1. <i>Generación de la señal DAB</i>	85
3.1.1. Mecanismos de transporte	86
3.1.2. Codificación de fuente	87
3.1.3. Codificación de canal y modulación de la señal DAB.....	89
3.2. <i>Señal de transmisión DAB</i>	89
3.2.1. Uso de los modos de transmisión	90
3.2.2. Características espectrales de la señal.....	91
4. REQUERIMIENTOS DE CONVERSIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DAB	93
5. RESUMEN DEL CAPÍTULO	95
CAPÍTULO V. COMPARACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE RADIO DIGITAL TERRESTRE	97
1. INTRODUCCIÓN	97
2. NORMATIVA MEXICANA PARA LA RADIODIFUSIÓN ANALÓGICA SONORA TERRESTRE	98
2.1. <i>Normas para la asignación de las bandas de frecuencia para la radiodifusión</i>	98
2.2. <i>Normas para las especificaciones espectrales para la radiodifusión</i>	100
2.2.1. Sistemas analógicos de radiodifusión de AM.....	100
2.2.2. Sistemas analógicos de radiodifusión de FM	101
3. CUADRO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS DE RADIO DIGITAL TERRESTRE.....	103
3.1. <i>Análisis de la tabla comparativa de estándares de radio digital</i>	106
3.1.1. Banda de frecuencias en las que transmite la señal digital	106
3.1.2. Canal y ancho de banda utilizado por la señal digital	106
3.1.3. Sistemas de radiodifusión analógicos que sustituye	107
3.1.4. Capacidad de transmisión de datos del sistema.....	107
3.1.5. Servicios de audio y valor agregado que ofrece	108
3.1.6. Codificación de canal.....	109
3.1.7. Codificación de fuente	109
3.1.8. Calidad de audio digital.....	109
3.1.9. Facilidad para la migración de tecnologías y costos adicionales de implementación.....	109
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	111
GLOSARIO	115
FUENTES DE CONSULTA	119



**ÍNDICE DE FIGURAS****CAPÍTULO II. SISTEMA EN BANDA DENTRO DEL CANAL (IBOC, IN-BAND ON-CHANNEL)**

FIGURA II.1.1. ADOPCIÓN DEL SISTEMA IBOC A NIVEL MUNDIAL	9
FIGURA II.3.1. CAPAS DEL SISTEMA IBOC	14
FIGURA II.3.2. DIAGRAMA A BLOQUES DE LA INTERFAZ DE AIRE (CAPA 1) DEL SISTEMA IBOC.....	25
FIGURA II.3.3. DIAGRAMA A BLOQUES DEL SUB SISTEMA DE TRANSMISIÓN HÍBRIDO (IBOC AM)	28
FIGURA II.3.4. DIAGRAMA A BLOQUES DEL SUB SISTEMA DE TRANSMISIÓN TOTALMENTE DIGITAL (IBOC AM)	28
FIGURA II.3.5. DIAGRAMA A BLOQUES DEL SUB SISTEMA DE TRANSMISIÓN HÍBRIDO E HÍBRIDO EXTENDIDO (IBOC FM)	29
FIGURA II.3.6. DIAGRAMA A BLOQUES DEL SUB SISTEMA DE TRANSMISIÓN TOTALMENTE DIGITAL (IBOC FM).....	29
FIGURA II.3.7. ESPECTRO DE LA FORMA DE ONDA HÍBRIDA IBOC AM (ANCHO DE BANDA DE AUDIO ANALÓGICO DE 5 kHz)	30
FIGURA II.3.8. ESPECTRO DE LA FORMA DE ONDA HÍBRIDA IBOC AM (ANCHO DE BANDA DE AUDIO ANALÓGICO DE 8 kHz)	31
FIGURA II.3.9. ESPECTRO DE LA FORMA DE ONDA TOTALMENTE DIGITAL IBOC AM.....	32
FIGURA II.3.10. MÁSCARA ESPECTRAL PARA LA SEÑAL IBOC AM HÍBRIDA (ANCHO DE BANDA DE AUDIO ANALÓGICO DE 5 kHz)	32
FIGURA II.3. 11. MÁSCARA ESPECTRAL PARA LA SEÑAL IBOC AM HÍBRIDA (ANCHO DE BANDA DE AUDIO ANALÓGICO DE 8 kHz).....	33
FIGURA II.3. 12. MÁSCARA ESPECTRAL PARA LA SEÑAL IBOC AM TOTALMENTE DIGITAL.....	33
FIGURA II.3.13. PARTICIÓN DE FRECUENCIA (ORDEN A)	35
FIGURA II.3.14. PARTICIÓN DE FRECUENCIA (ORDEN B)	35
FIGURA II.3.15. ESPECTRO DE LA FORMA DE ONDA HÍBRIDA IBOC FM	36
FIGURA II.3.16. ESPECTRO DE LA FORMA DE ONDA HÍBRIDA EXTENDIDA IBOC FM.....	36
FIGURA II.3.17. ESPECTRO DE LA FORMA DE ONDA TOTALMENTE DIGITAL IBOC FM	37
FIGURA II.3. 18. MÁSCARA ESPECTRAL PARA LA SEÑAL IBOC FM HÍBRIDA O HÍBRIDA EXTENDIDA	38
FIGURA II.3. 19. MÁSCARA ESPECTRAL PARA LA SEÑAL IBOC FM TOTALMENTE DIGITAL	38
FIGURA II.4.1. IMPLEMENTACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL IBOC AM	40
FIGURA II.4.2. COMBINACIÓN DE ALTO NIVEL O AMPLIFICACIÓN SEPARADA PARA LA SEÑAL IBOC FM.....	41
FIGURA II.4.3. COMBINACIÓN DE BAJO NIVEL O AMPLIFICACIÓN COMÚN PARA LA SEÑAL IBOC FM	42
FIGURA II.4.4. IMPLEMENTACIÓN DE ANTENAS SEPARADAS PARA LA SEÑAL IBOC FM.....	42
FIGURA II.4.5. DISTANCIA ENTRE LA ANTENA ANALÓGICA Y LA DIGITAL	43

CAPÍTULO III.SISTEMA DIGITAL RADIO MONDIALE (DRM)

FIGURA III.1.1. BANDAS DE USO DEL SISTEMA DRM	51
FIGURA III.3.1. SERVIDOR DE CONTENIDOS DRM (CODIFICACIÓN DE FUENTE Y MULTIPLEXACIÓN)	57
FIGURA III.3.2. CODIFICACIÓN DE AUDIO DRM.....	58
FIGURA III.3.3. PROPUESTA DE USO DE LOS CODIFICADORES DE AUDIO DRM	59
FIGURA III.3.4. DIAGRAMA A BLOQUES DEL MODULADOR DRM	60
FIGURA III.3.5. ESTRUCTURA DE LA TRAMA DRM (MODOS DRM30 Y DRM+)	62
FIGURA III.3.6. SIMULCAST DE CANAL ÚNICO	64
FIGURA III.3.7. SIMULCAST MULTI CANAL O MULTI FRECUENCIA.....	64
FIGURA II.3.8. MÁSCARA DE TRANSMISIÓN PROPUESTA PARA DRM30.....	65
FIGURA III.3.9. SIMULCAST PARA EL MODO E (FM)	65



FIGURA III.3.10. RELACIÓN DE POTENCIAS ANALÓGICA Y DIGITAL EN SIMULCAST PARA DRM+.....	66
FIGURA III.3.11. MÁSCARA DE TRANSMISIÓN PARA DRM+ Y FM	66
FIGURA III.4.1. TRANSMISOR CON TOPOLOGÍA A/RFP	69
FIGURA III.4.2. TRANSMISOR DRM+ CON AMPLIFICADOR LINEAL DE POTENCIA	70
FIGURA III.4.3. COMBINACIÓN POR ACOPLADOR DIRECCIONAL (ALTO NIVEL)	70
FIGURA III.4.4. COMBINACIÓN CON ANTENA DE POLARIZACIÓN CIRCULAR.....	71
FIGURA III.4.5. COMBINACIÓN CON ANTENAS SEPARADAS	71
FIGURA III.4.6. COMBINACIÓN DE BAJO NIVEL.....	72
CAPÍTULO IV. SISTEMA DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB)	
FIGURA IV.1.1. COBERTURA MUNDIAL ACTUAL DEL SISTEMA DAB	79
FIGURA IV.3.1. DIAGRAMA A BLOQUES DEL SISTEMA DAB	85
FIGURA IV.3.2. CODIFICACIÓN DE AUDIO DEL SISTEMA DAB	87
FIGURA IV.3.3. ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE TRANSMISIÓN DAB	89
FIGURA IV.3.4. ESPECTRO TEÓRICO PARA EL MODO DE TRANSMISIÓN I	91
FIGURA IV.3.5. ESPECTRO TEÓRICO PARA EL MODO DE TRANSMISIÓN II	91
FIGURA IV.3.6. ESPECTRO TEÓRICO PARA EL MODO DE TRANSMISIÓN III	92
FIGURA IV.3.7. ESPECTRO TEÓRICO PARA EL MODO DE TRANSMISIÓN IV	92
FIGURA IV.3.8. MÁSCARA PARA TRANSMISIONES FUERA DE BANDA	93
CAPÍTULO V. COMPARACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE RADIO DIGITAL TERRESTRE	
FIGURA V.2.1. REGIONES ESTABLECIDAS POR LA ITU	99
FIGURA V.2.2. LÍMITE ESPECTRAL DE LA ANCHURA DE BANDA DE AUDIOFRECUENCIA PARA LA RADIODIFUSIÓN ANALÓGICA EN AM	100
FIGURA V.2.3. MÁSCARA DEL ESPECTRO DE EMISIÓN PARA UNA ESTACIÓN DE AM	101
FIGURA V.2.4. MÁSCARA DEL ESPECTRO DE EMISIÓN PARA UNA ESTACIÓN DE FM	102

**ÍNDICE DE TABLAS****CAPÍTULO II. SISTEMA EN BANDA DENTRO DEL CANAL (IBOC, IN-BAND ON-CHANNEL)**

TABLA II.3.1. MODOS DE CÓDEC DE AUDIO	15
TABLA II.3.2. FACTORES DE ESCALA DE AMPLITUD DE LAS SUB PORTADORAS OFDM (IBOC AM)	18
TABLA II.3.3. FACTORES DE ESCALA DE LAS SUB PORTADORAS OFDM (IBOC FM)	19
TABLA II.3.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS CANALES LÓGICOS DE ACUERDO AL MODO DE SERVICIO (IBOC AM)	20
TABLA A. PARÁMETROS DEL SISTEMA IBOC AM.....	20
TABLA II.3.5. CARACTERIZACIÓN DE LOS CANALES LÓGICOS DE ACUERDO AL MODO DE SERVICIO (IBOC FM)	21
TABLA B. PARÁMETROS DEL SISTEMA IBOC FM	22
TABLA II.3.6. VELOCIDAD DE INFORMACIÓN DE SALIDA APROXIMADA PARA CADA CANAL LÓGICO DE IBOC AM	23
TABLA II.3.7. VELOCIDAD APROXIMADA DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN DE LOS LC'S PRIMARIOS DE IBOC FM	24
TABLA II.3.8. VELOCIDAD APROXIMADA DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN DE LOS LC'S SECUNDARIOS DE IBOC FM.....	24
TABLA II.3.9. LÍMITES PARA LAS EMISIONES ESPECTRALES DE LA SEÑAL IBOC AM HÍBRIDA (ANCHO DE BANDA ANALÓGICO DE 5 KHz).....	33
TABLA II.3.10. LÍMITES PARA LAS EMISIONES ESPECTRALES DE LA SEÑAL IBOC AM HÍBRIDA (ANCHO DE BANDA ANALÓGICO DE 8 KHz)	34
TABLA II.3.11. LÍMITES PARA LAS EMISIONES ESPECTRALES DE LA SEÑAL IBOC AM TOTALMENTE DIGITAL.....	34
TABLA II.3.12. LÍMITES PARA LAS EMISIONES ESPECTRALES DE LA SEÑAL IBOC FM HÍBRIDA	39
TABLA II.3.13. LÍMITES PARA LAS EMISIONES ESPECTRALES DE LA SEÑAL IBOC FM TOTALMENTE DIGITAL	39

CAPÍTULO III. SISTEMA DIGITAL RADIO MONDIALE (DRM)

TABLA III.3.1. MODOS DE ROBUSTEZ DRM.....	61
TABLA III.3.2. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DEL SISTEMA DRM.....	62
TABLA III.4.1. CUOTAS DRM PARA FABRICANTES DE RECEPTORES.....	73

CAPÍTULO IV. SISTEMA DIGITAL AUDIO BROADCASTING (DAB)

TABLA IV.2.1. APLICACIONES DE LOS SERVICIOS DE DATOS Y SU COMPATIBILIDAD CON LAS TECNOLOGÍAS DAB	83
TABLA IV.3.1. VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN CON FRECUENCIA DE MUESTREO DE 24 KHz	88
TABLA IV.3.2. VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN CON FRECUENCIA DE MUESTREO DE 48 KHz	88
TABLA IV.3.3. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS PARA LOS MODOS DE TRANSMISIÓN I, II, III Y IV.....	90

CAPÍTULO V. COMPARACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE RADIO DIGITAL TERRESTRE

TABLA V.3.1. CUADRO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS DE RADIODIFUSIÓN DIGITAL TERRESTRE	104
---	-----

