



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DISEÑO DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA
DIGITAL EN EL ECUADOR”

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

CARLOS ANTONIO GARCÉS MENDOZA

WALTER DAVID JARAMILLO VACA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme en este estudio, a mi padre Carlos Garcés Montiel, a mi madre Magdalena Mendoza Alcívar, son las personas que nunca me han fallado.

Carlos Antonio Garcés Mendoza

Agradezco a mi padre Walter Jaramillo Freire y a mi madre Martha Vaca Llanos, por haberme brindado su apoyo incondicional en mi vida estudiantil.

Walter David Jaramillo Vaca

Agradecemos al Dr. Freddy Villao Quezada por su guía en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

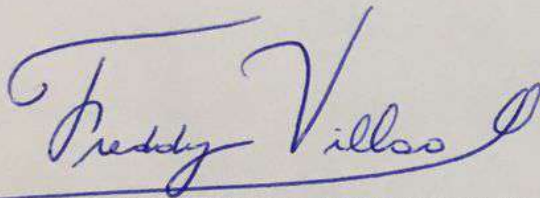
Dedico este trabajo a Dios y a mis padres por su valiosa ayuda en toda mi carrera.

Carlos Antonio Garcés Mendoza

Dedico nuestro trabajo, a mi novia porque siempre estuvo conmigo y me ha brindado fuerzas para continuar con la elaboración de cada capítulo, a mis futuros compañeros profesionales, que han compartido conocimientos y experiencias a lo largo de mi vida universitaria.

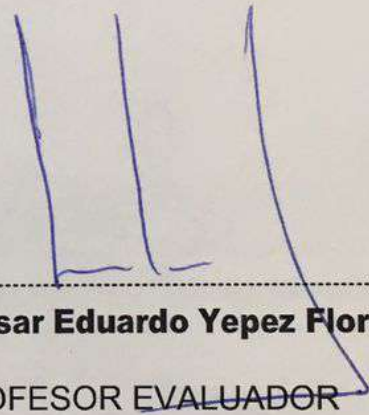
Walter David Jaramillo Vaca

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



Ph.D. Freddy Villao Quezada

PROFESOR EVALUADOR

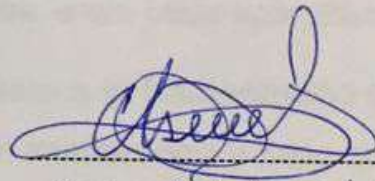


Msc. César Eduardo Yopez Flores

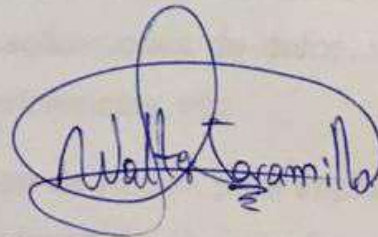
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me(nos) corresponde exclusivamente; y doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Carlos Antonio Garcés Mendoza



Walter David Jaramillo Vaca

RESUMEN

Varios países ya han implementado la Radiodifusión Sonora Digital, por ser más eficiente y ofrecer múltiples ventajas, como por ejemplo, con un solo canal de frecuencia se puede dar el servicio a varias emisoras, ya que una emisora puede tener tres programaciones a la vez con calidad de audio superior. Algunos países aún conservan la antigua tecnología analógica, como es el caso de Ecuador. Además, ésta nueva tecnología digital ofrece también servicios de datos con la interacción del usuario, el uso de displays digitales para avisos de texto y opciones de compras, la recepción de la señal sin pérdidas durante el trayecto, la música selectiva sin interrupciones, entre otras aplicaciones.

Los problemas en nuestro país, en lo referente a la Radiodifusión sonora, son: escasez de bandas de frecuencia, zonas con interferencia y ruido que afectan la calidad de AM y FM y audio como única opción actual de las emisoras, a diferencia de la nueva tecnología que ofrece aplicaciones de datos, publicidad mediante texto, una calidad de sintonía sin interferencias, etc.

El propósito de este proyecto es diseñar un Plan de Acción para implementar la radiodifusión sonora digital en Ecuador, seleccionando el estándar apropiado, los equipos compatibles, estudio de costos, información de la tecnología a los interesados. Además, conseguir del MINTEL la asignación de ancho de banda para la etapa de prueba y dar a conocer por medio de la ARCOTEL la nueva tecnología.

En este proyecto se estudiaron las mejores prácticas de países de la región 2, donde ya se ha implementado esta nueva tecnología.

Finalmente, se propone un plan maestro para implementar la Radiodifusión sonora digital que señala explícitamente el proceso de transición a digital, de carácter obligatorio.

De acuerdo al análisis efectuado en este trabajo, se identificó los impactos que produciría implementar esta nueva tecnología en nuestro país, como son: impactos de orden técnico, social y económico.

Con la instalación de esta moderna y beneficiosa tecnología, el Ecuador daría un paso trascendental dentro de la construcción de la Sociedad de la Información.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
CAPÍTULO 1.....	1
1. LA NUEVA TENDENCIA DIGITAL EN LA RADIODIFUSIÓN ECUATORIANA	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Ventajas de la Radiodifusión Digital	3
1.3 Estándares disponibles en la radiodifusión sonora digital	5
1.3.1 DAB (Digital Audio Broadcasting) transmisión digital de audio.....	5
1.3.2 IBOC (in band – on channel) canal dentro de banda.	7
1.3.3 DRM (Digital Radio Mondiale) radio digital mundial.	9
1.3.4 ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) radiodifusión digital de servicios integrados.	10
1.4 Características de la Radiodifusión digital	13
1.5 Marco regulatorio.....	13
1.5.1 UIT	13
1.5.2 CITEL.....	15
1.5.3 Marco Regulatorio en Ecuador	16
1.6 Radiodifusión en Ecuador.....	17
1.7 Descripción del problema	17
1.8 Objetivo General.....	18
1.9 Objetivos Específicos	18
1.10 Justificación	19
1.11 Metodología	20
CAPÍTULO 2.....	21
2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL EN EL ECUADOR	21
2.1 Estructura del Plan de Acción para la implementación de la Radiodifusión Sonora Digital en el Ecuador.....	21

2.2 Etapa de Planificación	23
2.2.1 Selección del estándar	23
2.2.2 Compatibilidad de equipos (alternativas)	35
2.2.3 Difusión de la tecnología	39
2.2.4 Inclusión del sistema	39
2.3 Etapa de Experimentación.....	41
2.3.1 Socialización de la tecnología.....	41
2.3.2 Identificación de proveedores	41
2.3.3 Invitación a demostraciones	42
2.3.4 Pruebas técnicas	42
2.4 Etapa de Implementación	42
2.4.1 Propuesta de Plan Maestro	42
CAPÍTULO 3.....	45
3. RESULTADOS ESPERADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL EN EL ECUADOR	45
3.1 Expectativas de orden técnico	45
3.2 Expectativas de orden social	46
3.3 Expectativas de orden económico para los operadores.....	47
3.4 Prestigio para el Ecuador	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándares de RDT	12
Tabla 2: Velocidades de Transmisión de los canales lógicos primarios	31
Tabla 3: Velocidades de transmisión de los canales lógicos secundarios ...	32
Tabla 4: Cronograma para el apagón analógico de Radiodifusión Sonora...	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Radio Bush [37]	3
Figura 1.2: La radio sonora digital [15].....	4
Figura 1.3: Mapa DAB [7]	6
Figura 1.4: Receptor con el estándar DAB [17].....	6
Figura 1.5: Radio para autonóvil con el estándar IBOC [16]	8
Figura 1.6: Mapa IBOC [8]	8
Figura 1.7: Receptor con el estándar DRM[17]	9
Figura 1.8: DRM Mapa [9].....	10
Figura 1.9: Equipo ISDB-T	11
Figura 1.10: Mapa Regiones UIT [14]	15
Figura 2.1: Plan de Acción para implementar la RDT en Ecuador	22
Figura 2.2: Diagrama de actividades de la Etapa de Planificación	23
Figura 2.3: Prototipo de red para implementar la RDT en Ecuador	25
Figura 2.4: Distribución de señales modo híbrido [25]	27
Figura 2.5: Distribución de señales modo híbrido ampliado [25]	28
Figura 2.6: Distribución de señales modo totalmente digital [25].....	29
Figura 2.7: Diagrama de bloques funcional de una red IBOC [25]	30
Figura 2.8: Sistema IBOC híbrido combinado en bajo nivel [35]	33
Figura 2.9: Sistema IBOC híbrido combinado en alto nivel [35]	33
Figura 2.10: Sistema IBOC híbrido con combinación espacial [35]	34
Figura 2.11: Diagrama de recepción para la RDT	35
Figura 2.12: Procesador de audio Ivonics modelo DAVID IV [26]	36
Figura 2.13: Transmisor IBOC marca Nautel modelo GV30 [27].....	37
Figura 2.14: Receptor marca Insignia modelo NS-HDRAD [19]	38
Figura 2.15: Receptor Sparc AM/FM Portable Radio [21]	39
Figura 2.16: Diagrama de actividades de la Etapa de Experimentación	41

CAPÍTULO 1

1. LA NUEVA TENDENCIA DIGITAL EN LA RADIODIFUSIÓN ECUATORIANA

1.1 Introducción

A nivel mundial, el acceso a las telecomunicaciones es cada vez mayor, muchos países desarrollados están siempre implementando nuevas tecnologías cada vez más novedosas; sin embargo, países en vía de desarrollo como los sudamericanos, entre ellos Ecuador, aún siguen usando tecnologías antiguas que aumentan la brecha digital y los dejan rezagados en relación con los antes mencionados.

Una desventaja del uso de tecnología antigua, es la utilización ineficiente del espectro radioeléctrico, por cuanto se utiliza tecnología analógica para la radiodifusión. Ecuador ha dado un gran paso adoptando un plan maestro para el cambio a la Televisión Digital Terrestre (TDT), algo que liberará un poco el ya saturado espectro en el país; pero hay que recordar que la televisión no es el único medio de radiodifusión, también existe la radiodifusión sonora, o simplemente Radio, que en su mayoría usa modulación en amplitud y frecuencia, AM y FM respectivamente.

La radio en el Ecuador [1] tuvo su aparición por el año 1929, en la cual la primera emisora ecuatoriana funcionó en una bodega en la ciudad de Riobamba llamada radio El Prado y la primera emisora de Guayaquil estuvo en el barrio Las Peñas, con el nombre de radio Paris [2] la cual contenía un transmisor radial de 100 wattios.

La radio es muy importante para la comunicación y difusión de temas diversos, ya que, a diferencia de la televisión, es recibida en lugares alejados del país, ofreciendo muchos beneficios. En la Estrategia Ecuador Digital existe el Plan Nacional de Alistamiento Digital, que consiste en capacitar a los ciudadanos para que puedan usar las nuevas tecnologías, para cuyo objetivo, necesitamos

medios de comunicación interactivos o bidireccionales que faciliten la comprensión y transmisión de información necesaria.

De acuerdo con la Ley Orgánica de Comunicación, en el artículo 106 (leer anexo 1), se establece la distribución equitativa de frecuencias, la cual dictamina que la distribución del espectro radioeléctrico debe ser de 33% para medios privados, 33% para medios públicos y 34% para medios comunitarios, esto limita el espectro para cada medio, por lo cual es necesario acortar el ancho de banda de cada canal; una opción viable para esto es la radiodifusión sonora digital, que, al igual que la TDT, hace uso eficiente del espectro radioeléctrico, ya que por un canal de frecuencia podríamos tener hasta 3 emisoras.

La digitalización de la radiodifusión sonora es un paso que tenemos que dar para usar eficientemente el espectro radioeléctrico. En la actualidad, como en la televisión, existe una tendencia hacia lo digital; este nuevo formato promete la posibilidad de proveer un mejor servicio con menor requerimiento de ancho de banda por canal; por ejemplo, de un canal de FM podemos obtener hasta 3 canales digitales con calidad de audio superior, lo cual es eficiente porque tendríamos muchas emisoras más.

Gracias al uso de multiplexores, se puede seleccionar varios programas de radio, a diferencia del sistema analógico que solo permite un programa; con lo cual el usuario recibe mayor variedad de contenidos y esto es importante para utilizar mejor el espectro; programas con archivos que no usen muchos bps en el multiplexor tendrán menor espacio y se consigue la variabilidad del ancho de banda. También algo muy importante para los usuarios conductores de vehículos, es que podrán sintonizar y escuchar un programa sin cambiar el dial a medida que cambia el lugar geográfico.

La figura 1.1 muestra un prototipo [37] radio digital en proyección futura de la compañía Bush Australia

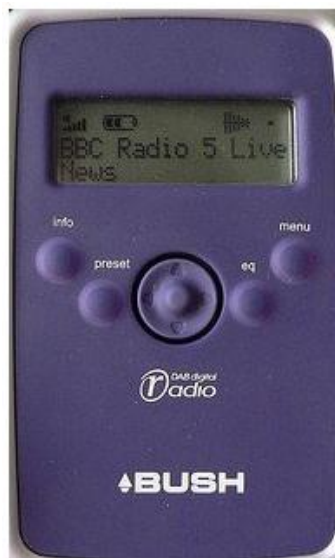


Figura 1.1: Radio Bush [37]

1.2 Ventajas de la Radiodifusión Digital

La digitalización brinda múltiples ventajas tanto en la transmisión como en la recepción, como está indicado a continuación:

- Mejorar la calidad de audio con respecto al de los sistemas analógicos equivalentes.
- Conmutación automática de frecuencias del receptor.
- Recepción vehicular, portátil y fija.
- Varios idiomas.
- Sintonización rápida.
- Degradación gradual.
- Comunicación bidireccional.
- Selección simplificada de servicios mediante datos relacionados con el programa para seleccionar el radiodifusor y el contenido del programa.
- Posibilidad de seleccionar los parámetros del sistema según los requisitos del radiodifusor.
- La complejidad del sistema no impedirá el uso de receptores baratos.

- Uso eficiente del espectro electromagnético.
- Ahorro de energía y mayor fiabilidad de servicio al cubrir la misma zona.
- La complejidad del sistema permitirá receptores de baterías de bajo consumo.

En Estados Unidos la CBS radio llena la necesidad del público [4] con canales de música específica; así como también el uso de displays digitales para avisos de texto y opciones de compra mediante la interacción de dispositivos incluidos, donde el sonido de AM sería equivalente al de FM y a su vez FM se asemejaría a la calidad de un disco compacto original.

La radio sonora digital [15], como se observa en la figura 1.2, es un proyecto ya iniciado hace mucho tiempo atrás en Europa, este empieza con un protocolo [3] que introduce ventajas digitales a la radio como es el proyecto Eureka 147; también Norte América lo hace con su modelo propio IBOC y en Japón con el desarrollo de un sistema de integración entre radiodifusión y televisión que llaman ISDB.



Figura 1.2: La radio sonora digital [15]

1.3 Estándares disponibles en la radiodifusión sonora digital

La RDT o radio sonora digital [15] llamada por la UIT como DAB (Digital Audio Broadcasting) al igual que la televisión digital TDT se establece mediante estándares, entre los más utilizados por los países son tres, DAB, IBOC y DRM.

1.3.1 DAB (Digital Audio Broadcasting) transmisión digital de audio.

Este estándar empezó en 1980 en Europa [3] con el nombre de EUREKA-147 (protocolo de comunicaciones para radio digital, para establecer un estándar de la radiodifusión digital, para implementar sistemas de recepción con sonido de CD) y en 1995 se aprobó ya como un estándar en Europa. Eureka usa la modulación OFDM que implanta la red de única frecuencia en la cual no se necesita resintonizar cuando se cambia el lugar de la emisión y por la redundancia para corregir errores disminuye la interferencia entre emisoras causadas en los vehículos por la llamada propagación de multitrayecto; proporciona radiodifusión multiservicio de alta calidad como multiplexar muchos tipos de fuentes y canales con diferentes opciones de codificación de los programas; al entrar en un multiplex DAB se puede seleccionar varios programas de audio o servicios de datos ya que este sistema permite multiplexarlos para formar un bloque de 1.5 Mbps y emitirlos juntos teniendo la misma área de servicio para todos.

Algo muy importante para la radiodifusión digital, con este sistema DAB es la flexibilidad de ancho de banda, una emisora con un programa de diálogo puede emitir con velocidad baja con 64 kbps por ejemplo y para otros programas de audio estéreo se puede hacer con mayor ancho de banda de hasta 128 kbps.[3]

Las bandas de frecuencias utilizadas están entre 174 a 240 MHz para banda III y 1452 a 1492 MHz para banda L.

Entre los países que utilizan la tecnología DAB tenemos España, Reino Unido, Corea del Sur, China, Panamá.

La figura 1.3 muestra con color amarillo los países que han adoptado el estándar DAB para radiodifusión sonora.

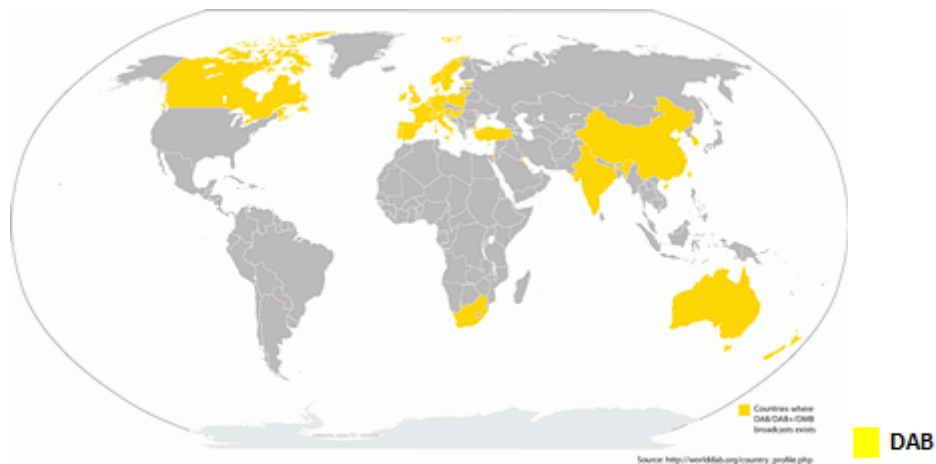


Figura 1.3: Mapa DAB [7]

El 16 de Abril de 2015 Noruega [15] se convierte en el primer país en anunciar el final de sus emisiones analógicas, alcanzando la señal DAB una cobertura del 99.5 % y sus receptores un 58 % de penetración en los hogares noruegos. La migración digital comenzará el 11 de Enero de 2017 y finalizará el 13 de Diciembre del mismo año. En la figura 1.4 se observa un receptor con el estándar DAB.



Figura 1.4: Receptor con el estándar DAB [17]

1.3.2 IBOC (in band – on channel) canal dentro de banda.

Este estándar es también llamado HD Radio; desarrollado por iBiquity Digital Corporation y se basa como su nombre lo dice en que las estaciones de radiodifusión transmiten en o dentro de la misma banda de radio analógica establecida, ya que las bandas de frecuencias utilizadas para este estándar están entre 530 a 1710 KHz para AM y 87.5 a 108 MHz para FM; gracias a esto, se está implementando con mayor rapidez que el DAB porque no necesita cambiar el canal de frecuencia. También aplica la multidifusión de programas en la banda de FM, esto es en una misma frecuencia se transmiten varios programas sin utilizar más canales en el espectro radioeléctrico.

Posee un modo híbrido, el cual consiste en enviar por el mismo canal las 2 formas de onda, analógica y digital; hay que tomar en cuenta que para poder usar el modo híbrido la señal debe ser de tipo Monofónico ya que en este modo no se soporta el tipo Estéreo; para la modulación digital se usa OFDM.

Para realizar el cambio hacia la tecnología digital en el caso de la radio, la HD como le llaman (High Definition Radio), este tendría un costo aproximadamente superior a los 100 mil dólares para cada emisora y a nivel de usuarios los equipos digitales que suplantarán a los radios corrientes estarían alrededor de 500 dólares, en la marca BMW por ejemplo a nivel de radio para automóviles. [4]



Figura 1.5: Radio para automóvil con el estándar IBOC [16]

La figura 1.5 muestra un radio [16] marca Pioneer con el estándar IBOC.

Entre los países que utilizan la tecnología IBOC tenemos Estados Unidos, Brasil, México, Panamá, Indonesia.

La figura 1.6 muestra con color rojo los países donde se han probado y han adoptado el estándar IBOC.



Figura 1.6: Mapa IBOC [8]

1.3.3 DRM (Digital Radio Mondiale) radio digital mundial.

Este sistema [17], como se observa en la figura 1.7, ha sido desarrollado e implementado por radio France Internationale. Este estándar trabaja en onda corta, media, larga y AM; gracias a este estándar, la calidad de sonido que se ofrece en AM es comparado al de FM en la actualidad.

Utiliza modulación OFDM al igual que los otros estándares, y cada subportadora está modulada en cuadratura; no todas las subportadoras están destinadas a la transmisión del contenido, algunas de ellas son de referencia.



Figura 1.7: Receptor con el estándar DRM[17]

Tiene 4 posibles modos de funcionamiento: A, B, C, D. Con el aumento de modo, aumenta la robustez de la señal, siendo el modo D el más robusto y a su vez su capacidad se ve disminuida debido a que los métodos de corrección de errores que se utilizan hacen que la señal requiera mayor ancho de banda sacrificando así su tasa de transferencia.

Las bandas de frecuencias utilizadas para este estándar están entre 150 a 529 KHz para onda larga, 530 a 1710 KHz para onda media y desde 1711 KHz a 30 MHz para onda corta. Se ha utilizado este estándar en radios como Radio China Internacional y Deutsche Welle en Alemania.

La figura 1.8 muestra con color azul los países que usan el estándar DRM.

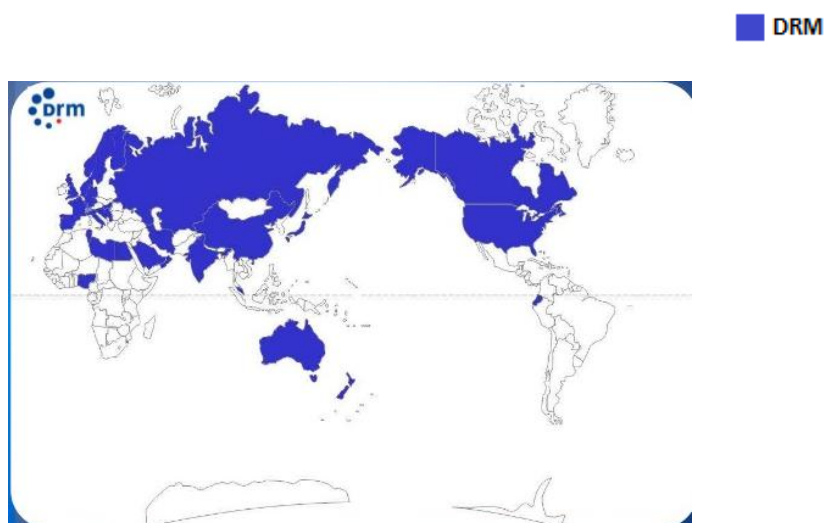


Figura 1.8: DRM Mapa [9]

1.3.4 ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) radiodifusión digital de servicios integrados.

Este estándar se basa en un conjunto de normas creadas por Japón para transmisiones de radio digital y televisión digital [10]. También ha sido adoptado por Brasil. En Japón se lo utiliza como un servicio complementario para la radio analógica FM, que se ubica entre 76 y 90 MHz, por lo que esta no se piensa ser reemplazada [11]. En Ecuador se encuentran disponibles televisores [12] que tienen el sintonizador del estándar ISDB-T Internacional para la TDT.

Entre los países interesados en este estándar está Nicaragua, quién firmó un acuerdo con Japón para la adopción del sistema oficial de radiodifusión digital de servicios integrados terrestres (ISDB-T) para

mejorar el espectro digital, esto va a contribuir a desarrollar un sistema de comunicación más eficiente y accesible [13] para toda la población.

La figura 1.9 muestra un sintonizador usado en Japón para el estándar ISDB-T.

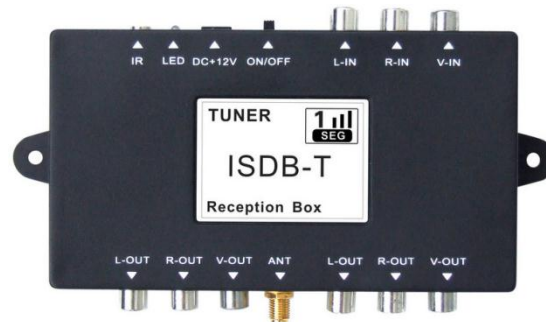


Figura 1.9: Equipo ISDB-T [13]

En la tabla 1 pueden observar una comparación de los estándares más usados (no incluimos el ISDB por su escaso uso):

Estándar Radio Sonora Digital	Ventaja	Desventaja
	<p>Provee una alta calidad en audio sin muchos recursos.</p> <p>Puede utilizar redes de frecuencia única la SFN, esto para combatir el efecto multitrayecto</p>	<p>Las estaciones no transmiten dentro de banda analógica, la señal sólo para vale para receptores digitales.</p> <p>Las bandas de frecuencias utilizadas van de 174 a 240 MHz y de 1452 a 1492 MHz; esto imposibilita la implementación en Ecuador ya que no son compatibles las frecuencias para radiodifusión sonora en el territorio.</p>
 <i>(IBOC in band – on channel: canal dentro de banda)</i>	<p>La vigencia de radios receptores analógicos y digitales en torno a la misma señal digital</p> <p>Cobertura con menos potencia que el analógico servicio y transmite a 96 Kbps</p> <p>Los costos de los transmisores AM van desde \$20.000 a \$30.000</p> <p>Puede transmitir en modo híbrido, es decir analógico y digital en el mismo canal de frecuencia con el mismo transmisor y antena</p> <p>Las bandas de frecuencias utilizadas para este estándar están entre 530 a 1710 KHz para AM y 87.5 a 108 MHz para FM; lo que significa que es compatible con nuestro plan nacional de frecuencias para radiodifusión sonora</p>	<p>De acuerdo a este proceso se puede producir pérdidas y solapamiento</p> <p>IBOC AM no permite la transmisión de datos debido a su limitado ancho de banda</p>
	<p>Este estándar es abierto y se puede modificar el software para crear nuevas aplicaciones sin tener licencias</p> <p>Las bandas de frecuencias utilizadas para este estándar están entre 150 a 529 KHz para onda larga, 530 a 1710 KHz para onda media y desde 1711 KHz a 30 MHz para onda corta. Esto lo hace compatible para la implementación de radiodifusión sonora en Ecuador solamente para reemplazar AM, ya que la modulación en FM usa otra banda que no cubre DRM</p>	<p>No existen muchos receptores en el mercado, solamente para aquellos de uso con onda corta</p> <p>Los costos de los transmisores AM van desde los \$50.000 hasta los \$70.000</p> <p>Para transmitir en analógico y digital se necesitan dos transmisores y dos antenas</p>

Tabla 1: Estándares de RDT

1.4 Características de la Radiodifusión digital

Algunas de las múltiples características [5] de esta nueva tendencia digital, son:

- Desarrollar receptores que permitan la descarga para algunas de sus funciones específicas como decodificación, navegación, capacidad de gestión, etc.
- Medios interactivos como internet, mejora en el software para decodificar y presentar programas de audio.
- Los receptores digitales responden a necesidades específicas de personas con discapacidad auditiva y de tercera edad.
- Cumplir las normas de la UIT sobre anchura de banda y espaciamiento de canales RF.
- Varios organismos de radiodifusión que sólo tienen un canal disponible podrán difundir al mismo tiempo señales analógicas y digitales (simulcast).
- Utilizar el espectro de forma eficaz, es decir, proporcionar una calidad equivalente con una anchura de banda inferior o mejor calidad para la misma anchura de banda.

1.5 Marco regulatorio

1.5.1 UIT

De acuerdo a la Unión Internacional de Telecomunicaciones [5], el organismo regulador de las telecomunicaciones internacionalmente, existe una gran necesidad mundial de radiodifundir señales estereofónicas de alta calidad a receptores fijos, portátiles o de vehículos. Esto se puede observar gracias a sus recomendaciones en UIT-R.

- UIT-R BS.774-02: recomendación de RDT para la recepción a bordo de vehículos, portátiles y fijos en las bandas de ondas métricas y decimétricas.

- UIT-R BS.1514-1: recomendación de RDT en las bandas por debajo de los 30 MHz.
- UIT-R BS.647-3: Interfaz de audio digital para estudios de radiodifusión.
- UIT-R BS.1114-3: Sistemas de RDT para receptores en vehículos, portátiles y fijos en la gama de frecuencias 30-3 000 MHz.
- ITU-R BS.1196-5: Codificación de audio para la radiodifusión digital.
- UIT-R BS.1548-4: Requisitos de usuario para sistemas de codificación de audio en radiodifusión digital.
- UIT-R BS.1894: Servicio de radiodifusión digital, servicio radiofónico con subtítulos.

La UIT ha dividido en tres regiones al mundo para poder asignar las bandas de frecuencia de manera óptima, Ecuador pertenece a la región 2; por lo cual la frecuencia utilizada para la radiodifusión sonora de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias comprende los rangos de 535-1.705 para emisiones en AM; 2.300-2.495 kHz, 3.200-3.400 kHz, 4.750-4.995, 5.005-5.060 kHz para emisiones en onda corta; 88-108 MHz para emisiones en FM.

La figura 1.10 muestra [14] con naranja la región 1, rojo la región 2 y verde la región 3 para la asignación de frecuencias de acuerdo con la UIT-R.



Figura 1.10: Mapa Regiones UIT [14]

1.5.2 CITEL

De acuerdo a la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones, existen diferencias [6] entre los estándares IBOC y DRM que pueden ser tomados en cuenta para la implementación de un plan en la radiodifusión sonora digital en el continente americano:

- ✓ IBOC puede ser usado en AM y FM; en cambio DRM sólo en AM, onda corta, media y larga, pero se están haciendo pruebas en FM.
- ✓ En el método de transmisión IBOC usa AM y FM para modulación analógica y OFDM para modulación digital; en cambio DRM solo modula digitalmente con OFDM.
- ✓ Estaciones operando: IBOC ya tiene 2000 estaciones operando, la mayoría son comerciales; en cambio DRM tiene a prueba 100 estaciones en onda corta, sólo 14 en onda media y la mayoría son estaciones no comerciales.
- ✓ IBOC no requiere de más espectro; DRM si lo requiere.

- ✓ Robustez del sistema: IBOC con frecuencia y tiempo redundante, corrige errores en el receptor; en cambio DRM a velocidad de corrección de errores es determinada por el transmisor
- ✓ Precios al público: IBOC tiene más de mil modelos disponibles por más de 40 fabricantes distintos como Kenwood, JVC, Panasonic, Sony, etc.; en cambio DRM tiene algunos modelos disponibles para el público; parte de los fabricantes son los mismos para los modelos de IBOC.

Compatibilidad de los estándares con Ecuador

- ✓ El estándar IBOC es compatible y se puede aplicar en la región 2 ya que opera en las frecuencias de 530 a 1710 KHz para AM y 87.5 a 108 MHz para FM.
- ✓ El estándar DRM solamente es compatible para su utilización en AM y onda corta, puesto que los rangos de frecuencia en el que es aplicable comprenden de 150 a 529 KHz para onda larga, 530 a 1710 KHz para onda media y desde 1711 KHz a 30 MHz para onda corta.
- ✓ El estándar DAB utilizado en muchos países como España, utiliza otros canales de frecuencia diferentes a los ya establecidos en nuestro Plan Nacional de Frecuencias; siendo imposible su implementación en Ecuador debido a que no es compatible con la región 2.
- ✓ En cuanto al estándar ISDB lo descartamos en nuestro estudio porque es utilizado sólo en Japón y Nicaragua y como complemento para la radio analógica [11] y no existe mucha información sobre este estándar.

1.5.3 Marco Regulatorio en Ecuador

Conclusión del Marco Regulatorio:

Analizando el Marco Regulatorio de Telecomunicaciones de Ecuador en lo referente al contenido del artículo 36 de la LOT y artículo 3 del

reglamento a la LOT llamado servicios de radiodifusión (leer anexo 2 y 3), se concluye que están abiertas las posibilidades para la transmisión y recepción de señales de imagen, sonido y multimedia, particularmente la opción a recibir y enviar datos, lo cual facilita y permite aplicar eficientemente la Radiodifusión Sonora Digital en el Ecuador.

1.6 Radiodifusión en Ecuador

Ecuador continúa usando la radiodifusión sonora analógica, con modulación en amplitud y frecuencia para AM y FM respectivamente. De acuerdo a la ARCOTEL, en la actualidad en Ecuador existen 914 emisoras en FM, 168 en AM y 3 en onda corta.

1.7 Descripción del problema

En el Ecuador, el problema radica en que no hay bandas de frecuencia disponibles debido a la saturación del espectro en las principales ciudades para la radiodifusión sonora, por ser el sistema analógico; también la calidad del audio en AM es muy mala debido a que el ruido y las interferencias son un problema para este tipo de modulación; además al ir conduciendo un vehículo, la señal se degrada mucho y es casi imposible sintonizar una estación; en el caso de FM su calidad es mejor, pero sin embargo sigue siendo analógica y existen muchos problemas de propagación. Esto no sucede con la tecnología digital.

Además, en el país el servicio brindado por la radio es limitado por el motivo que los receptores existentes solamente pueden ofrecernos audio; debido a los requerimientos de la nueva era, es importante ofrecer servicios de telecomunicaciones acorde al desarrollo tecnológico mundial para no estar atrasados en relación con los demás países. Los nuevos receptores que son capaces de brindarnos una comunicación bidireccional y ofrecernos otros servicios además de audio, por ejemplo: datos, publicidad mediante texto y asimismo las letras de canciones que se escuchan; actualmente se están universalizando y pronto tendrán que llegar a nuestro país que todavía no está preparado; por lo tanto, es necesario empezar a prepararnos para estas nuevas tecnologías y saber escoger la más conveniente.

Por otra parte, por la ubicación geográfica del Ecuador, contamos con muchas zonas tropicales, donde se presentan niveles elevados de ruido, debido a la extensa flora, fauna y agentes climáticos; por lo cual la digitalización de la radio es la solución para llegar sin inconvenientes a todo el territorio nacional.

Es necesario establecer los mecanismos pertinentes para involucrarnos en esta nueva tendencia digital, porque, así como la TDT está cercana con el apagón analógico, la Radiodifusión Sonora Digital vendrá posteriormente.

Por tratarse de ser un país en vía de desarrollo, no es tan fácil cambiar de tecnología en virtud de que los usuarios deben adquirir nuevos receptores que resultarían onerosos a sus posibilidades económicas, motivo por el cual es necesario seleccionar el estándar apropiado para nuestro país teniendo en cuenta los fabricantes de receptores y transmisores compatibles con el estándar, buscando la economía de mercado.

1.8 Objetivo General

- ✓ Diseñar un plan de acción, mediante la selección de un estándar de radiodifusión digital sonora compatible con la Región 2, el análisis de costos de dispositivos de recepción y transmisión, y el estudio de las mejores prácticas realizadas en otros países, para la implementación de la radiodifusión sonora digital en el Ecuador y obtener los beneficios de la tecnología digital para el desarrollo del país.

1.9 Objetivos Específicos

- ✓ Escoger el estándar para Radiodifusión Digital Terrestre apropiado para nuestro país.
- ✓ Estudiar las mejores prácticas realizadas en países de la Región 2 referente a la implementación de la Radiodifusión Sonora Digital y adaptarlas a nuestras condiciones y necesidades, cubriendo la mayor cantidad de aplicaciones digitales de la actualidad.
- ✓ Analizar las normas establecidas por la UIT y CITELE en lo referente a la parte técnica para el desarrollo de la Radiodifusión Sonora Digital en nuestro país.

- ✓ Elaborar un plan maestro para la implementación de la Radiodifusión Sonora Digital en Ecuador.

1.10 Justificación

El propósito de este trabajo es diseñar un plan de acción para implementar la radiodifusión sonora digital en Ecuador, por los beneficios del uso de la tecnología actual ya implementada en muchos países, como la calidad del sonido, la recepción de la señal sin pérdidas durante un trayecto, la música selectiva sin interrupciones, la interacción del usuario proveyendo una mejor actividad comercial en el país y una diversidad de opciones para el desarrollo intelectual como la implementación de programas culturales.

El problema ahora es la mala administración del espectro, por eso se requiere implementar la radiodifusión digital para redistribuirlo con más canales disponibles, y así poder darle un mejor uso. Para instalar una emisora de radio se necesita un canal de frecuencia, y obtener su título habilitante es costoso; pero con la nueva tecnología digital del mismo canal se lo puede dividir hasta 3 radios asociadas existentes y contar con los beneficios de la digitalización, y por último si no se usa parte del espectro destinado para la radiodifusión, podríamos utilizarlo para muchas aplicaciones y propósito como aeronáutica y radionavegación.

Es necesario dar el paso hacia la RDT, ya que además de aprovechar sus ventajas antes mencionadas y de liberar el espectro, se debe adoptar una cultura digital en el país, esto quiere decir que las personas sepan aprovechar al máximo el uso de estas tecnologías para combatir analfabetismo tecnológico y así acortar la brecha digital; hay que recordar que somos un país en vía de desarrollo y para seguir creciendo, los habitantes deben tener conocimiento y hacer uso de las nuevas tecnologías, que están para facilitar la vida diaria de las personas; también la mayoría posee dispositivos de última generación y no se pueden aprovechar al 100%, se debe brindar todas las herramientas para que se pueda dar el correcto uso de los nuevos dispositivos que están en el mercado y tienen bastante demanda.

1.11 Metodología

- ✓ Se escogerá el estándar para Radiodifusión Digital Terrestre apropiado para nuestro país, analizando sus características técnicas, rangos de frecuencia, ventajas y comparando los costos de receptores para los usuarios.
- ✓ Se estudiará las mejores prácticas escogiendo países de la Región 2 referente a la implementación de la Radiodifusión Sonora Digital y adaptarlas a nuestras condiciones y necesidades, cubriendo la mayor cantidad de aplicaciones digitales de la actualidad.
- ✓ Se procederá a analizar las normas establecidas por la UIT y CITELE para el desarrollo de la Radiodifusión Sonora Digital en nuestro país, revisando las resoluciones de los grupos de trabajo y seleccionando las más adecuadas para la implementación.
- ✓ Se elaborará un plan maestro para la implementación de la radiodifusión sonora digital en Ecuador, basándonos en el ya realizado para la Televisión Digital Terrestre, con el apagón analógico previsto para fines del 2016; también se investigarán planes maestros realizados en otros países, eligiendo los más exitosos; de esta manera poder armar uno que tenga una transición adecuada de análogo a digital y satisfaga las necesidades de los ecuatorianos.

CAPÍTULO 2

2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL EN EL ECUADOR

2.1 Estructura del Plan de Acción para la implementación de la Radiodifusión Sonora Digital en el Ecuador

En el capítulo 1 se mencionó que el propósito de este trabajo es diseñar un Plan de Acción para implementar la Radiodifusión sonora digital en el Ecuador, por todas las ventajas que representa, conocidas ya en otros países, promoviendo diversas actividades en el quehacer cultural.

Es un requerimiento urgente implementar la RDT para una mejor distribución del espectro. Aprovechando la nueva tecnología se puede, con un mismo canal, operar tres emisoras e inclusive, también utilizarlo en la aeronáutica y radionavegación.

Es necesario avanzar hacia la RDT y conseguir un alistamiento digital en el país a fin de aprovechar al máximo la tecnología y también los equipos de última generación.

El Plan de Acción propuesto en este proyecto para la Implementación de la Radiodifusión Sonora Digital en el Ecuador está compuesto de las siguientes etapas: planificación, experimentación e implementación. El Plan de acción se muestra a continuación en la figura 2.1:



Figura 2.1: Plan de Acción para implementar la RDT en Ecuador

El presente Plan de Acción, en síntesis, está descrito en las siguientes tres etapas:

- **Planificación:** Es la etapa referente a la selección de los elementos técnicos que van a formar parte del proyecto.
- **Experimentación:** Es la puesta en práctica de la Radiodifusión Sonora Digital en Ecuador.
- **Implementación:** Se refiere a la estructuración del Plan Maestro con todas las actividades inherentes necesarias para la implementación de la radiodifusión sonora digital en el Ecuador.

Seguidamente, el detalle de cada una de las etapas antes mencionadas:

2.2 Etapa de Planificación

La etapa de Planificación se refiere a la indagación de los elementos pertinentes para la realización del plan de acción, como: la selección del estándar apropiado para la Región 2 de la Atribución de Bandas de Frecuencias efectuada por la UIT a la que pertenece Ecuador, los equipos compatibles con el estándar, la difusión de la tecnología a los poseedores de títulos habilitantes para la prestación de servicios de radiodifusión sonora y la inclusión del sistema basado en las mejores prácticas de otros países, como se muestra en la figura 2.2:



Figura 2.2: Diagrama de actividades de la Etapa de Planificación

2.2.1 Selección del estándar

De acuerdo al estudio realizado en el capítulo 1 el estándar escogido para el Ecuador sería IBOC porque es compatible con el Plan Nacional de Frecuencias para la Radiodifusión Sonora digital, ya que las bandas de frecuencias que opera este estándar van de 530 a 1710 KHz para AM y desde 87.5 a 108 MHz para FM, son las mismas bandas que están atribuidas para este servicio de Radiodifusión en el Plan Nacional de Frecuencias.

El estándar IBOC soporta los siguientes servicios [18]:

- Main Program Service (MPS). Concierno al servicio de audio tanto digital como analógico ofrecido por las emisoras; se incluye en el servicio una cierta capacidad de datos que permite transmitir información relacionada con el programa.
- Supplemental Program Service (SPS). Servicio de programas de audio suplementarios; se incluye en el servicio una cierta

capacidad de datos que permite transmitir información relacionada con el programa.

- Station Identification Service (SIS). Servicio de transmisión de datos para el control e identificación de la estación al ser sintonizada.
- Servicios Avanzados de Datos (ADS). Servicio de transmisión de datos auxiliares para aplicaciones específicas, estas pueden o no tener relación al programa de audio.
- Múltiples emisoras.

El modelo o prototipo de una red IBOC, para la implementación de la radiodifusión sonora digital en Ecuador, basándonos en el diagrama IBOC de NRSC-5-C; debe contener 3 subsistemas principales que son: subsistema de transmisión de radiofrecuencia, subsistema de transporte y servicios de multiplexado y los subsistemas de recepción de audio y datos los 3 subsistemas son mostrados en la figura 2.3:

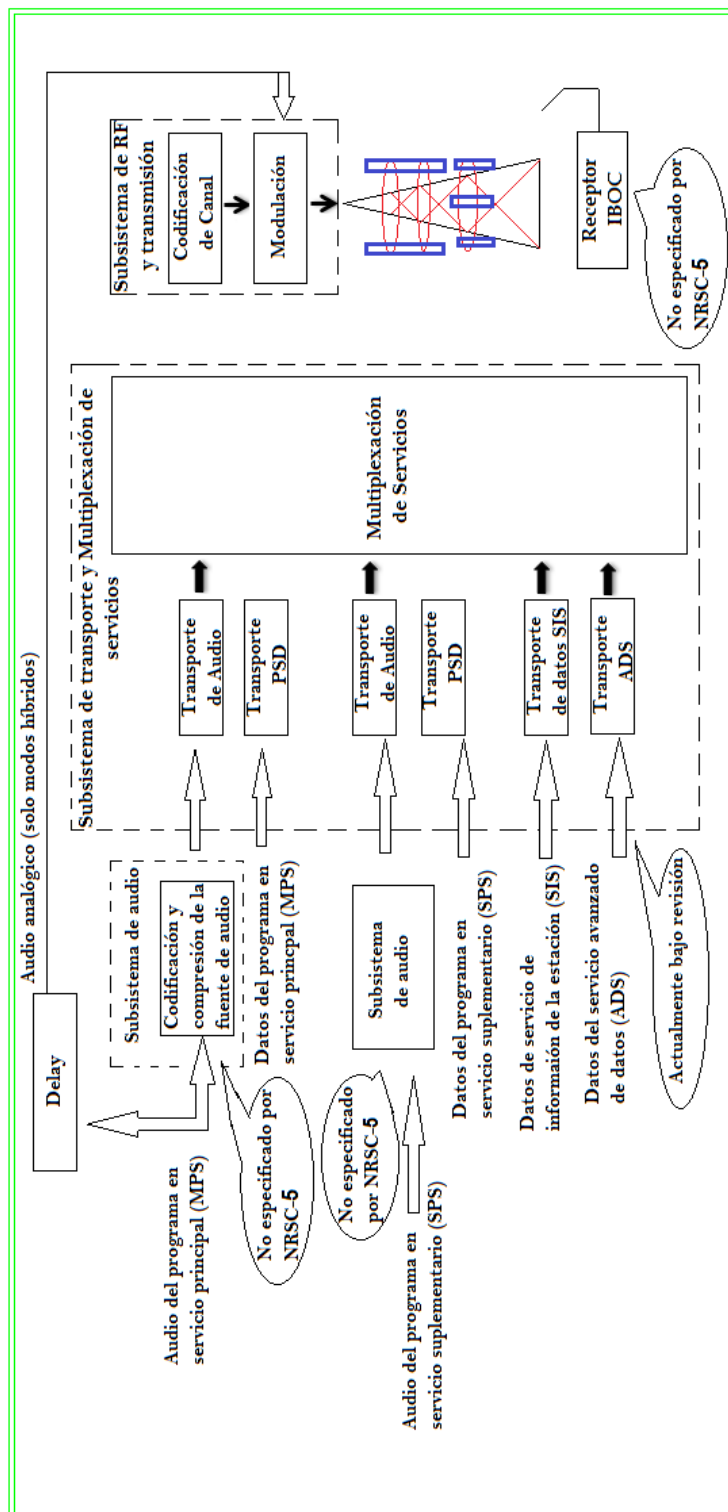


Figura 2.3: Prototipo de red para implementar la RDT en Ecuador

El subsistema de transmisión de radiofrecuencia recibe la multiplexación de servicios empaquetados, a este flujo de datos se le aplican reglas de codificación y espaciado entre tramas, para que el receptor pueda reconstruir la señal original; una vez codificado el flujo de bits, éste es modulado en subportadoras OFDM y llevados a las respectivas bandas de AM y FM.

El subsistema de transporte y multiplexación de servicios es el encargado de crear los paquetes de audio y datos recibidos del subsistema de recepción; estos son multiplexados donde cada paquete es identificado y asociado a los servicios correspondientes, la salida de este subsistema se dirige al de transmisión de radiofrecuencia.

El subsistema de recepción de audio y datos recibe los servicios de MPS y SPS de audio, los cuales van a ser codificados y comprimidos en donde cada servicio utiliza su propia fuente que no son basadas en protocolos propios ya que se usan estándares abiertos, que deben cumplir la reducción de la tasa de bits requerida para la descripción de las señales de audio.

Si el sistema es híbrido (Analogico-Digital) el MPS de audio se modula de manera directa en FM o AM sobre la portadora para que pueda ser recibida en equipos analógicos además de los digitales; esta señal se dirige directamente al subsistema de transmisión y no requiere pasar por el de transporte y multiplexación; al ser transmitida la señal analógica, esta es sincronizada con la digital, de tal manera que deben llegar al receptor de forma casi simultánea, para cuando, de ser requerida la conmutación de señal digital a analógica en el receptor sea imperceptible para el usuario y pueda seguir disfrutando del MPS.

Como se menciona en el capítulo 1 este estándar posee 2 modos de operación los cuales ampliaremos a continuación.

Modo híbrido: como ya sabemos en este modo es posible transmitir analógica y digitalmente, transmitiendo la señal digital en las bandas laterales a ambos lados de la señal analógica y su amplitud es más pequeña también; este modo es muy beneficioso al introducir el estándar en el país ya que hace posible la recepción para receptores antiguos analógicos y nuevos digitales; además la señal analógica sirve de respaldo cuando la tasa de error de bits es muy elevada ya que el receptor es capaz de conmutar de digital a analógico para no perder la transmisión; debido a esto las 2 señales deben estar sincronizadas en el tiempo, razón por la cual la señal analógica debe ser retrasada respecto a la digital.

La figura 2.4 muestra como las señales se distribuyen en el canal de frecuencias al ser transmitida.

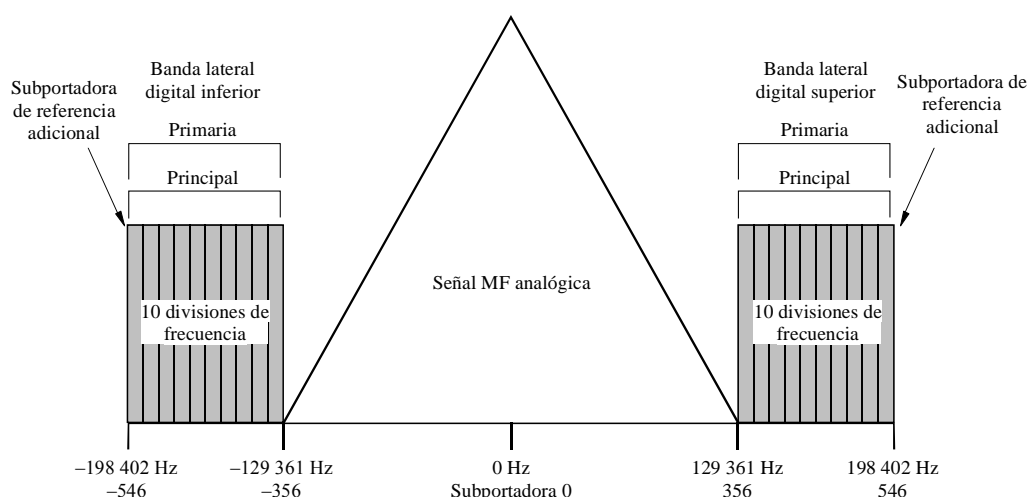


Figura 2.4: Distribución de señales modo híbrido [25]

Este modo tiene una mejora, que es el modo híbrido ampliado, el cual consiste en aumentar un poco el ancho de banda de la señal digital reduciendo el analógico, lo que aumenta la capacidad digital del sistema como se muestra en la figura 2.5; este modo nos favorece para la transición hacia digital para cuando exista un número mayor de receptores digitales activos en el país.

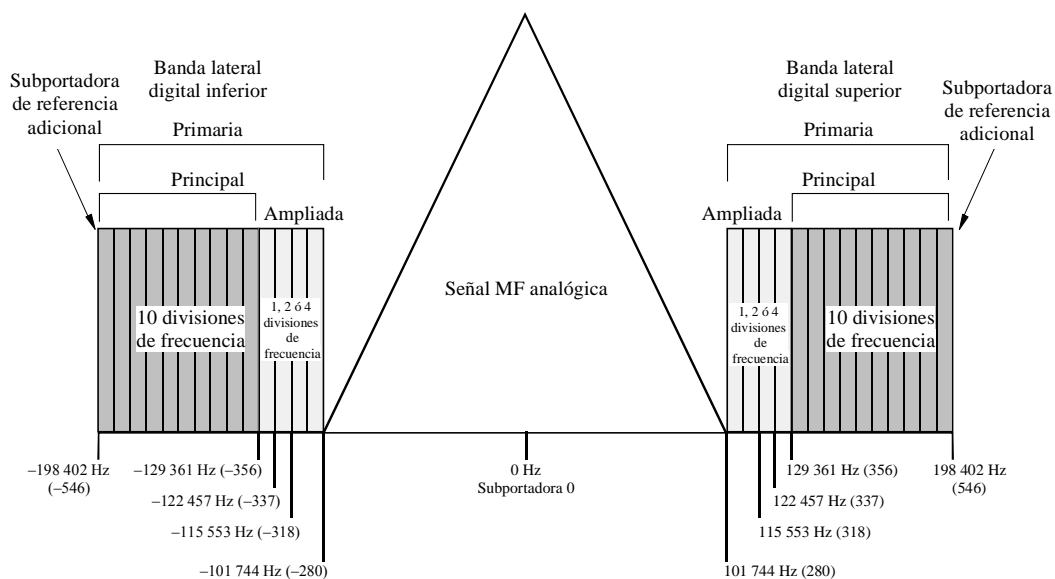


Figura 2.5: Distribución de señales modo híbrido ampliado [25]

Modo totalmente digital: en este modo se elimina la señal analógica y se aumenta la potencia para dar paso a una transmisión completamente digital, lo que nos brinda un funcionamiento óptimo del sistema.

La figura 2.6 muestra como se distribuye la señal en el canal de frecuencias al ser transmitida.

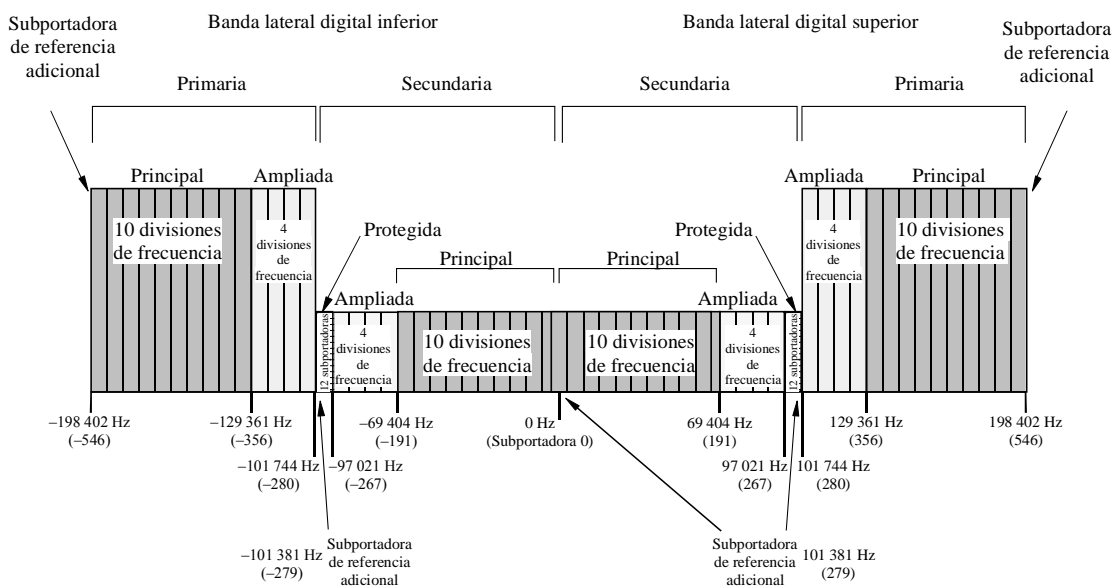


Figura 2.6: Distribución de señales modo totalmente digital [25]

El sistema IBOC puede representarse mediante el siguiente diagrama de bloques mostrado en la figura 2.7

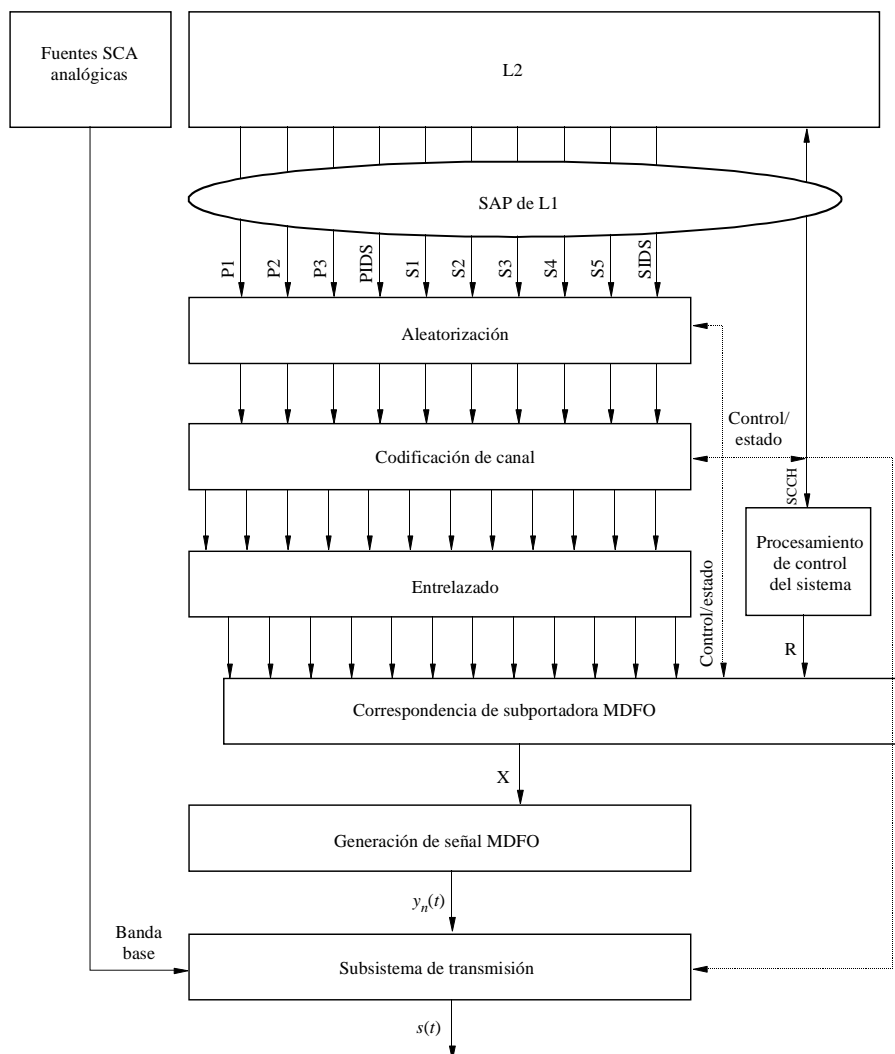


Figura 2.7: Diagrama de bloques funcional de una red IBOC [25]

En este diagrama se observan los siguientes componentes básicos: codificador y compresor de audio, codificador de canal, entrelazado en tiempo y frecuencia, generador de señal OFDM y el subsistema de transmisión mencionado anteriormente.

En la figura 2.7 se observa que el audio, primero es codificado y comprimido para reducir la velocidad de transmisión necesaria en los canales de audio de alta calidad hasta $96 \frac{\text{kb}}{\text{s}}$, esto se logra usando algoritmos basados en el efecto psicoacústico de oído humano para la

compresión de los datos, se analiza todo el espectro de audio y se codifica solamente las componentes necesarias para el oyente; el estándar IBOC propone velocidades nominales y mínimas para cada uno de los modos de funcionamiento. A esta trama codificada y comprimida se le agregan los datos y servicios suplementarios para pasar por un primer dispositivo que va a aleatorizar todo para que la energía se disperse uniformemente en el ancho de canal utilizado en la transmisión; luego las tramas de datos son distribuidas por 4 canales lógicos principales y 6 canales lógicos secundarios con una calidad de servicio determinada. Los 3 primeros canales lógicos principales (P1, P2 y P3), son donde van a pasar las señales de los servicios de audio primario, y el canal PIDS es el encargado de guiar el servicio de datos primario o IDS. Los canales lógicos secundarios S1, S2, S3, S4 y S5, son utilizados para transportar datos de sonido ambiental o audio complementario en el modo totalmente digital; el canal SIDS transmite la señal de datos secundario; el canal de control (SCCH System Control Channel) como su nombre mismo lo indica transporta información de control y estado del modo de funcionamiento y parámetros de configuración. Las tablas 2 y 3 muestran las velocidades de transmisión teóricas de los canales lógicos primarios y secundarios respectivamente.

Modo de servicio	Velocidad de transmisión de la información teórica (kbit/s)				Forma de onda
	P1	P2	P3	PIDS	
MP1	25	74	0	1	Híbrida
MP2	25	74	12	1	Híbrida ampliada
MP3	25	74	25	1	Híbrida ampliada
MP4	25	74	50	1	Híbrida ampliada
MP5	25	74	25	1	Híbrida ampliada, completamente digital
MP6	50	49	0	1	Híbrida ampliada, completamente digital
MP7	25	98	25	1	Híbrida ampliada, completamente digital

Tabla 2: Velocidades de Transmisión de los canales lógicos primarios [25]

Modo de servicio	Velocidad de transmisión de la información aproximada (kbit/s)						Forma de onda
	S1	S2	S3	S4	S5	SIDS	
MS1	0	0	0	98	6	1	Completamente digital
MS2	25	74	25	0	6	1	Completamente digital
MS3	50	49	0	0	6	1	Completamente digital
MS4	25	98	25	0	6	1	Completamente digital

Tabla 3: Velocidades de transmisión de los canales lógicos secundarios [25]

Se utilizan técnicas de entrelazado en tiempo y frecuencia para facilitar la corrección de errores en su recepción; ya que, gracias a estas, problemas como intervalos de larga duración de los errores y desvanecimientos selectivos en frecuencia no son un inconveniente para la recepción; esto prepara la señal para ser modulada en OFDM. Para generar la señal OFDM primero se mapean las subportadoras que se ordenan en divisiones de frecuencia, cada una contiene 18 subportadoras destinadas para datos, y una de referencia ordenadamente en tipo A y B, donde su diferencia radica en que la subportadora de referencia en el tipo A se encuentra en la frecuencia más baja de la división de frecuencia y se usa en la banda lateral superior; el tipo B en contraparte contiene la subportadora de referencia está ubicada en la frecuencia más alta disponible en la división de frecuencia y se usa en la banda lateral inferior.

Para transmitir en modo híbrido, se deben combinar las señales analógica y digital, para esto existen 3 métodos de combinación de las señales, en bajo nivel, alto nivel y espacial; cada antena usa polarización circular. [34]

En la combinación de bajo nivel o amplificación común, la señal digital se crea y se combina con la analógica en bajo nivel, para luego ser amplificada por amplificadores lineales; para este método solo se necesita de una antena.

La figura 2.8 muestra un esquema del sistema combinado en bajo nivel.

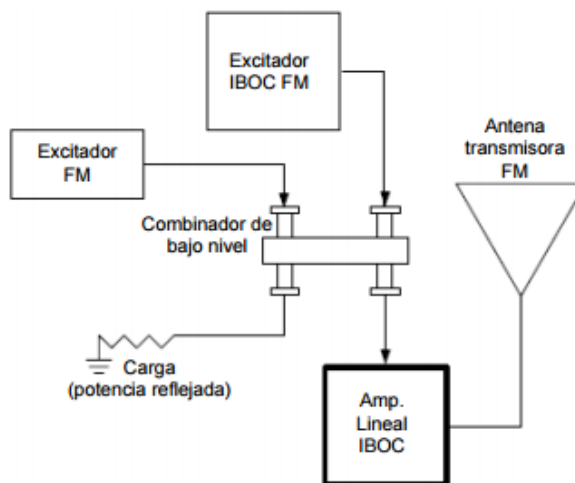


Figura 2.8: Sistema IBOC híbrido combinado en bajo nivel [35]

En el método de alto nivel o amplificación separada, la señal digital se crea y antes de ser combinada con la analógica ambas son amplificadas por separado; luego son combinadas en alto nivel usando un inyector/combinador.

La figura 2.9 muestra un esquema del sistema combinado en alto nivel

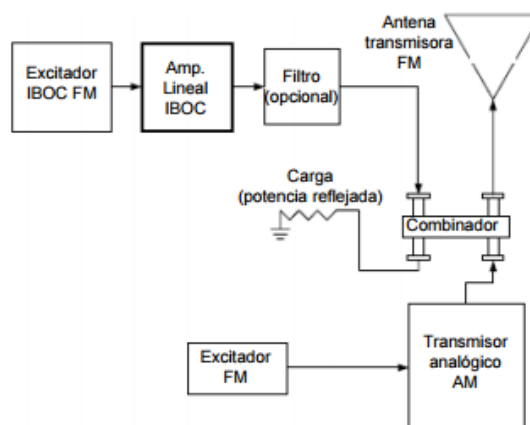


Figura 2.9: Sistema IBOC híbrido combinado en alto nivel [35]

En el método espacial o de antenas separadas, la señal digital y analógica son tratadas de manera totalmente independiente y transmitidas separadamente; este es el sistema de mayor eficiencia, y se puede usar con distintos arreglos de antenas. [36]

La figura 2.10 muestra un esquema del método de combinación espacial.

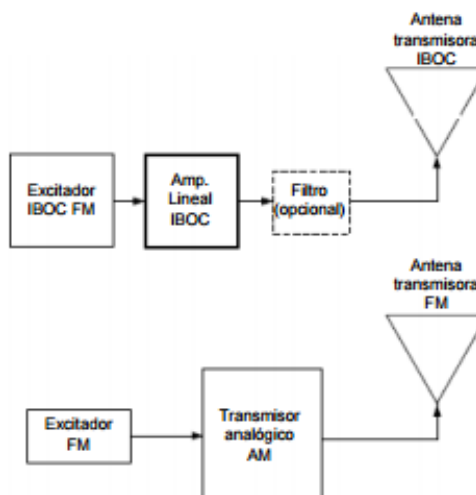


Figura 2.10: Sistema IBOC híbrido con combinación espacial [35]

Esquema del Receptor con estándar IBOC:

En la figura 2.11 se observa un esquema sencillo de la recepción con la nueva tecnología digital:

La señal llega a la antena, luego en el sintonizador seleccionamos la emisora, luego la señal pasa por un demodulador OFDM, seguido de este se eliminan errores que se producen en la transmisión por medio del decodificador del canal, la información es recibida por el bloque de interfaz con el usuario, finalmente los datos se dirigen hacia un servicio de audio o servicio de datos.

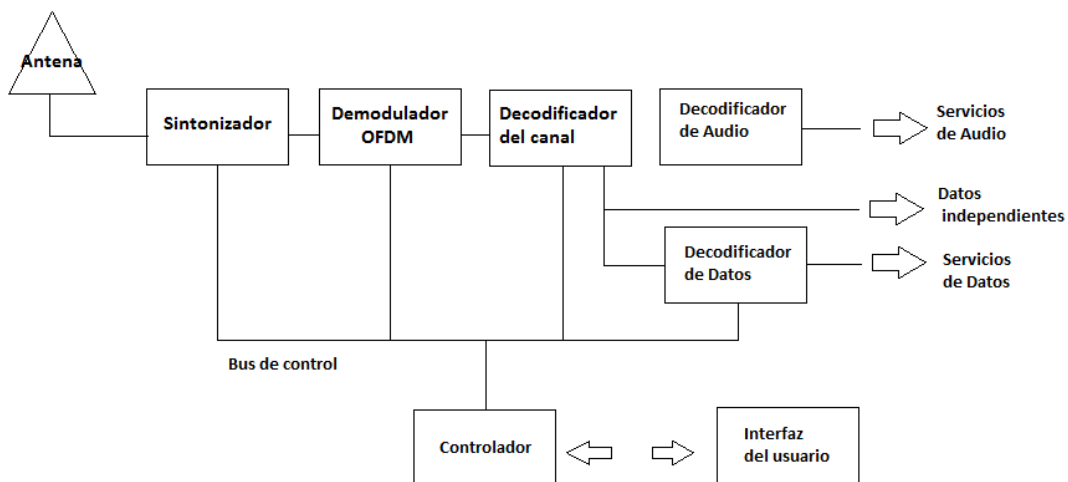


Figura 2.11: Diagrama de recepción para la RDT

2.2.2 Compatibilidad de equipos (alternativas)

Economía de mercado

Transmisión [28]:

Para la transmisión (ver figura 2.3), referente a los equipos requeridos para el operador, se necesita primero adquirir una licencia de operación del sistema que es propiedad de iBiquity Digital Corporation, con un precio entre los \$5.000 y \$10.000, que no se debe renovar periódicamente; se necesita también un procesador de audio (codificador y compresor de la fuente de audio) que funciona tanto para la señal analógica como digital, existen muchos fabricantes de estos productos, algunos de ellos son: bw broadcast, Inovonics. Los precios de estos equipos están aproximadamente por los \$13.000. Se utiliza un multiplexor de servicios que es un equipo que multiplexa los servicios de datos y audio en una sola trama y configura la distribución del ancho de banda según su modo de transmisión; el precio de estos equipos es aproximadamente \$20.000.

La figura 2.12 muestra un procesador de audio marca Ivonics.



Figura 2.12: Procesador de audio Iovonics modelo DAVID IV [26]

El transmisor (modulador) IBOC es el encargado de generar las subportadoras OFDM tomando la trama multiplexada y modulándola en QPSK o QAM, este equipo también modula en FM para usarse en el modo de transmisión híbrido; el precio de estos equipos está alrededor de \$30.000.

La figura 2.13 muestra un transmisor IBOC marca Nautel



Figura 2.13: Transmisor IBOC marca Nautel modelo GV30 [27]

Se pueden usar las mismas antenas para transmitir analógica y digitalmente siempre y cuando éstas sean modernas de banda ancha, ya que las de banda estrecha no son capaces de transmitir todos los servicios que puede dar este estándar.

Recepción:

Entre los equipos receptores compatibles con el estándar IBOC escogido, tenemos los siguientes:

- Para los hogares, como se observa [19] en la figura 2.14, los fabricantes de estos receptores que utilizan corriente eléctrica son ADA, Dayseguerra, Denon, Marantz, McIntosh, Onkyo, Insignia, Spark y Yamaha; los costos de estos equipos van desde \$49.99 hasta \$5,999.00.



Figura 2.14: Receptor marca Insignia modelo NS-HDRAD [19]

- Entre los fabricantes de receptores para automóviles que se alimentan mediante la batería y el alternador del mismo, tenemos Alpine, Clarion, Dual, eXcelon, Gramin, JVC, JVC Arsenal, Kenwood, Pioneer, Sony [20]; los precios van desde \$69.99 hasta \$2,006.00
- En relación a los receptores portátiles [21], como se observa en la figura 2.15, la única marca que fabrica este tipo es Sparc con 2 modelos que cuestan \$69.95 y \$79.95.



Figura 2.15: Receptor Sparc AM/FM Portable Radio [21]

2.2.3 Difusión de la tecnología

- Difundir la nueva tecnología a los poseedores de títulos habilitantes para la prestación de servicios de radiodifusión sonora, para que ellos conozcan y apliquen esta nueva tendencia digital por los beneficios que aquello reporta tanto para ellos como para los usuarios.
- Solicitar al Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (CRIEEL) realizar seminarios y conferencias, invitando a especialistas de otros países para que nos den a conocer sobre la nueva tecnología que utiliza la Radiodifusión Sonora Digital.
- Incluir en el pensum de la ESPOL y de otras universidades del país una materia, que podría ser optativa, llamada “Radiodifusión”, que abarque los tópicos referentes a la nueva tecnología digital utilizada en la Radiodifusión Sonora Digital.

2.2.4 Inclusión del sistema

- Aplicar en el Ecuador las experiencias de las mejores prácticas de los países de la región 2, que están realizando la transición de analógico a digital en la radiodifusión sonora, previniendo de esta manera los posibles impactos que puedan presentarse con la llegada de esta nueva tecnología digital.

Como ejemplo de las mejores prácticas tenemos:

- Solicitar a la entidad respectiva una propuesta para el reordenamiento del espectro radioeléctrico, ya que para que esta tecnología IBOC se pueda implementar, se requiere una separación mínima entre frecuencias de 400 KHz en FM, para evitar interferencias perjudiciales. [30] (Panamá)
- Una gran facilidad para la introducción de la tecnología digital en el país constituiría incentivos del gobierno como subsidio, exoneración o rebaja de impuestos, etc, lo cual permitiría que los propietarios de emisoras adquieran esos equipos modernos y también se importen radios digitales a un precio asequible al mayor número de usuarios. [33] (Estados Unidos, México)
- Conseguir que el gobierno del Ecuador señale como norma obligatoria la implementación de la nueva tecnología digital IBOC en todo el territorio nacional, ya que una ventaja para el público es que sus receptores no se vuelven obsoletos y seguirán funcionando gracias al modo híbrido, y para los que inviertan en receptores digitales recibirán una nueva programación. [32] (Panamá)
- La ARCOTEL y el MINTEL junto con la Asociación de Radiodifusores de Ecuador deberían coordinar conversaciones, para realizar algunas pruebas de campo que permitan conocer las potencialidades de este sistema IBOC y aplicarlas a nuestra necesidad. [31] (Chile)
- Permitir en el país la instalación de estaciones que transmitan con el estándar IBOC en modo híbrido, sin tener que eliminar la señal analógica tradicional, permitiendo que la radio AM o FM siga operando durante el tiempo que dure el proceso de migración a la radio digital y una vez que la mayoría de receptores en el país sean digitales se esperaría que las estaciones AM o FM dejen de transmitir en modo híbrido y terminen las transmisiones analógicas. [29] (México)

2.3 Etapa de Experimentación

Es la etapa que se encarga de poner en práctica la Radiodifusión Sonora Digital en el Ecuador de acuerdo a los últimos adelantos tecnológicos, con las ventajas que esto represente en relación con la radiodifusión analógica anterior. En esta etapa se realizan siguientes actividades: socialización de la tecnología, identificación de los proveedores, la invitación a demostraciones de sus equipos y las pruebas técnicas, como se muestra en la figura 2.16:



Figura 2.16: Diagrama de actividades de la Etapa de Experimentación

2.3.1 Socialización de la tecnología

- Para realizar experimentaciones de la tecnología, una vez seleccionado el estándar IBOC, el MINTEL debería elaborar políticas y asignar ancho de banda para la realización de las pruebas de transmisión y recepción necesarias en las ciudades más importantes con mayor audiencia en Ecuador, con el fin de dar comienzo a la inclusión de esta nueva tecnología en el país.
- Realizar conferencias y seminarios por medio de la Arcotel en las facultades de ingeniería eléctrica y telecomunicaciones de las universidades del país, acerca de la nueva tecnología, a fin de que el público usuario conozca de las bondades que este servicio ofrece.
- Conseguir que los medios de comunicación, hablados y escritos, publiquen sobre la conveniencia del servicio de esta moderna tecnología.

2.3.2 Identificación de proveedores

- Se identificará a los proveedores de equipos para las emisoras y usuarios en general.
- Investigar la calidad de los equipos y los de mayor conveniencia en lo que a tecnología se refiere.
- Conocer las cotizaciones y las mejores formas de financiamiento para la adquisición más conveniente de los equipos.

2.3.3 Invitación a demostraciones

- Invitar a los fabricantes o a sus representantes para que presenten y demuestren las bondades de sus equipos de transmisión y recepción, necesarios para implementar la RDT.
- Conseguir de los proveedores la realización de talleres demostrativos acerca de la tecnología a implementar, por medio de personal especializado del fabricante.

2.3.4 Pruebas técnicas

- Una vez que el MINTEL haya dado el visto bueno y se disponga de los equipos necesarios para la transmisión y recepción del sistema digital se procederá a realizar pruebas y comprobaciones técnicas en las grandes ciudades del país.
- Determinar un período de prueba conveniente, con la presencia de los técnicos enviados por los fabricantes, para asegurarse del funcionamiento satisfactorio de los equipos.
- Durante el período de prueba, el personal a encargarse de los equipos, deberá adquirir los conocimientos y la experiencia que la nueva tecnología digital amerita, lo cual es imposible en un período muy corto de tiempo.

2.4 Etapa de Implementación

Es la etapa que se encarga de diseñar el plan maestro para implementar la Radiodifusión sonora digital en el Ecuador, tiene que ver con la formación definitiva del proyecto mediante la unión de los elementos constitutivos correspondientes.

2.4.1 Propuesta de Plan Maestro

Para implementar la Radiodifusión Sonora Digital en Ecuador, se debe armar un Plan Maestro, donde se busque disponer las condiciones para el proceso de transición a digital; dicho plan debe ser de aplicación obligatoria para todo el país. También se debe designar un comité técnico de implementación, el cual se encargará de coordinar todo el proceso y asesorar a las demás entidades del Estado acerca de la RDT.

Para que los concesionarios o poseedores de títulos habilitantes puedan transmitir digitalmente deben acceder a concesiones o habilitaciones de frecuencia para RDT de conformidad con lo prescrito en las normas legales pertinentes y demás normativa emitida por la ARCOTEL; de esta manera se puede garantizar que todas estaciones hayan cumplido con los requisitos técnicos antes del apagón analógico; las estaciones pueden transmitir en simulcast (digital y analógico) hasta el apagón analógico desde la obtención de la concesión, en adelante debe transmitirse solo digitalmente.

La ARCOTEL debe establecer condiciones y formatos para los proyectos que deben elaborar las estaciones para la implementación de la RDT; estos proyectos deben ser aprobados por la misma agencia. Las estaciones deben seguir transmitiendo analógicamente utilizando el modo híbrido e híbrido ampliado posteriormente hasta el momento del apagón analógico; a partir de este momento, deberá solamente transmitirse señales digitales. Las estaciones también deben comunicar a los radioescuchas desde cuándo van a comenzar a transmitir digitalmente y también notificarles durante 3 meses periódicamente la fecha que se actualizará la estación al modo híbrido ampliado y posteriormente la fecha que dejarán de transmitir en simulcast durante 3 meses periódicamente.

Para la transmisión las emisoras usarán un ancho de banda de 30 KHz por canal en las bandas de 535-1.705 para emisiones en AM y de 400 KHz por canal en la banda de 88-108 MHz para emisiones en FM. De

ser necesario, el concesionario puede compartir ancho de banda e infraestructura con otro.

La tabla 4 muestra el cronograma con las fases para terminar las transmisiones analógicas en Radiodifusión Sonora.

Fase	Localidad	Apagón analógico
Fase 1	Áreas de cobertura de la estación que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal, o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes.	31 de diciembre de 2021
Fase 2	Áreas de cobertura de la estación que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal, o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes.	31 de diciembre de 2022
Fase 3	Áreas de cobertura de la estación que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal, o parroquia con población menor a 200.000 habitantes.	31 de diciembre de 2023

Tabla 4: Cronograma para el apagón analógico de Radiodifusión Sonora

El Comité Técnico de Implementación para la RDT será el encargado de establecer los mecanismos necesarios para poder identificar los equipamientos e infraestructura requerida para la transición a RDT y coordinará el financiamiento de los mismos, elaborando planes dependiendo de la emisora que lo solicite por medio de un estudio, y así poder satisfacer las necesidades de la estación; este comité también será el encargado de tramitar con los organismos de importación, comercialización y producción de sistemas de recepción de RDT, los mismos que deben tener incorporado el middleware para interactividad, para introducirlos estratégicamente en el mercado ecuatoriano.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS ESPERADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL EN EL ECUADOR

3.1 Expectativas de orden técnico

Como resultados de orden técnico, se pueden mencionar los siguientes:

- Con la digitalización de la radiodifusión sonora, se implementarían en el país nuevas tecnologías, como: codificación de audio y modulación digital, con lo cual, quedaría sin vigencia la tecnología analógica, adoptándose nuevos estándares, con el objetivo de ofrecer un servicio moderno y de excelente calidad.
- La implementación de esta nueva tecnología permitiría optimizar el espectro, pues, por un solo canal de frecuencia se ofrecería el servicio a varias emisoras y se alcanzaría a un mayor número de usuarios, con la ventaja de que una emisora podría tener tres programaciones a la vez; todo lo cual constituye un gran progreso.
- Como, simultáneamente, podría difundirse más de un programa a la vez y al permitir, esta nueva tecnología, diversas aplicaciones de datos, los empresarios de las emisoras dispondrían de mayores ingresos para satisfacer los costos y gastos que demandan el cambio a esta nueva tecnología.
- Como Ecuador tiene muchas zonas tropicales, donde se presentan niveles elevados de ruido, la digitalización de la radio sería la solución, pues, habría mayor calidad, porque el sonido de AM sería semejante al de FM y el sonido de FM se asemejaría a un disco compacto.

- En cuanto al consumo de energía, los radiodifusores gozarían de una gran ventaja económica, en razón de que los equipos digitales consumen menos energía que los equipos de FM, lo cual reducirá considerablemente los costos de operación.
- Esta nueva tecnología realiza la conmutación automática de frecuencias en el receptor, lo que hace que, cuando un usuario escucha una emisora y este cambia de zona, en donde se usa otro canal de frecuencia, no tendrá la necesidad de cambiar el dial y buscar nuevamente la emisora, puesto que la frecuencia se ajusta automáticamente a la zona donde se encuentre. Esto significa que no habrá caídas en la recepción y la comunicación será fluida y de buena calidad.
- Con la Radiodifusión Sonora Digital se minimiza el efecto Doppler en las transmisiones de onda corta, gracias a que se utilizan memorias para la corrección del desplazamiento y como el receptor puede corregir errores, la señal tendrá la calidad esperada por el usuario.

3.2 Expectativas de orden social

Como resultados beneficiosos para la sociedad ecuatoriana se pueden mencionar los siguientes:

- El público usuario podrá seguir utilizando los receptores actuales, gracias al sistema FM Híbrido, pero de manera limitada, pues podrán receptar un solo programa, a diferencia de los usuarios que deseen invertir en los nuevos receptores, contarían con la ventaja de sintonizar una mayor cantidad de programas de muy buena calidad.
- Gracias a sus múltiples emisoras, la radiodifusión sonora digital podría ofrecer programas culturales, como: de música clásica, folclórica, de jazz, etc., de interés colectivo, como: deportes, de farándula, educativos, etc. También programas variados de interés infantil. Además podrían abrirse emisoras dirigidas a orientar y ayudar a la comunidad universitaria en sus

diferentes requerimientos. En definitiva, programas que lleguen y beneficien a todos los estratos sociales del país.

- En razón de que se puede ofrecer una programación más variada y por haber una comunicación bidireccional, es factible implementar programación personalizada dedicada a cierta clase de audiencia, en donde se logrará mayor interactividad, por cuanto el público podría interactuar con los locutores y hacer preguntas utilizando el mismo receptor, lo cual impulsaría la sociedad de la información.
- Al utilizar la tecnología digital, los usuarios podrán gozar de todos los beneficios que ofrecen los receptores modernos, lo cual es muy importante para los ecuatorianos, ya que de esta manera se estaría reduciendo la brecha digital en nuestro país.

3.3 Expectativas de orden económico para los operadores

- La ventaja en el aspecto económico para los propietarios de las emisoras, consiste en que, al haber mayor número de programas, por ejemplo en vez de dos programas dirigidos a determinados estratos de la población, hayan ocho. que abarquen a más estratos de la población, significa que podría haber mayores ingresos por concepto de publicidad.

3.4 Prestigio para el Ecuador

El Ecuador alcanzaría un mayor prestigio tecnológico, porque este nuevo adelanto, en lo que a tecnología digital se refiere, hace que se coloque al mismo nivel de los países desarrollados en utilización de las TICs.

El cambio a la Radiodifusión Sonora Digital, en el Ecuador, podría servir de motivación para los países que aún no la han implementado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación de la Radiodifusión Sonora Digital en Ecuador es muy importante porque constituye una solución a muchas necesidades de diferente índole, como: proveer de espectro, ya que no hay bandas de frecuencias disponibles para instalar emisoras en las diferentes ciudades del país, mejorar y diversificar la programación para ofrecer un mejor servicio social que beneficie al sector infantil, al sector estudiantil, al sector laboral y a la comunidad en general, con programas de alfabetización, de salud, de música nacional, de cultura general. También impulsaría la actividad económica porque al haber más espacio para la publicidad, se genera mayor intercambio comercial.

Con la nueva tecnología digital el país dispondría de una mayor calidad de audio, sin interferencias ni ruidos en la señal recibida, no solo con receptores en lugares fijos sino también en los vehículos, lo que significa un gran paso hacia el progreso.

El cambio de la Radiodifusión sonora analógica a la Radiodifusión sonora digital representa un adelanto que coloca al Ecuador al nivel de los países más importantes del mundo, lo cual, podría servir de motivación para los países de América que aún no cuentan con esta moderna tecnología.

Entre los estándares utilizados para la Radiodifusión Sonora Digital, el más conveniente es IBOC, porque las bandas de frecuencias que opera este estándar van de 530 a 1710 KHz para AM y desde 87.5 a 108 MHz para FM, que son las mismas bandas que están atribuidas para este servicio de Radiodifusión en el Plan Nacional de Frecuencias.

El marco regulatorio es adecuado para la inclusión de la Radiodifusión Sonora Digital en el país, de acuerdo a lo establecido en el artículo 36 de la LOT y artículo 3 del reglamento, lo cual facilita y permite aplicar eficientemente esta tecnología.

Estados Unidos, México, Chile ya cuentan con la Radiodifusión Sonora Digital con resultados muy satisfactorios, por las grandes ventajas mencionadas anteriormente, lo cual constituye una muy buena información que los ecuatorianos pueden aprovechar al analizar sus experiencias logradas y resultados obtenidos.

Con la Radiodifusión Sonora Digital los usuarios disponen de multiprogramación, gracias a la utilización de multiplexores, a diferencia de la radiodifusión sonora analógica que ofrece solo un programa.

Otro aspecto muy importante de esta nueva tecnología, es que los usuarios dispondrán de aplicaciones de datos, de publicidad a través de texto, etc., a diferencia de la radiodifusión sonora analógica, donde el audio es la única alternativa para el usuario.

El estándar IBOC usado para implementar la Radiodifusión Sonora Digital mediante el modo híbrido, permite la transmisión en analógico y digital simultáneamente, lo cual representa una gran ventaja durante el lapso de la transición a digital, ya que los usuarios podrán seguir usando los receptores analógicos mientras van cambiando de equipos, haciendo que el proceso no sea brusco y los radioescuchas se acostumbren a la nueva tecnología.

Sería muy importante que el MINTEL ofrezca incentivos y facilidades que ayuden a que se haga factible, en el menor tiempo posible, la introducción de la Radiodifusión Sonora Digital en Nuestro país, por las ventajas ya señaladas, que significa tanto para los empresarios de las emisoras, para el público y para la cultura en general.

Sería conveniente que la Arcotel acoja este trabajo que contiene información referente a la implementación de la Radiodifusión Sonora Digital en Ecuador, que consiste en un plan de acción que tiene que ver con todos los aspectos fundamentales de esta nueva tecnología y su implementación en el Ecuador.

Sería de interés nacional difundir este trabajo a los Radiodifusores mediante charlas en las universidades técnicas del país, para que se motiven a implementar esta nueva tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Enlace Comunicacional. (2010, Mayo 17). La Radio en Ecuador. [Online]. Disponible en: <http://enlacecomunicacional.herobo.com/wordpress/?tag=la-radio-en-ecuador-resena-historica>
- [2] Historadio. (2011, Junio 2). Historia de la Radio en el Ecuador. [Online]. Disponible en: <http://historadio.blogspot.com/2011/06/historia-de-la-radio-en-el-ecuador.html>
- [3] UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). Sistemas de Radiodifusión Sonora Digital. [Online]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/173/A5.pdf?sequence=5>
- [4] Clarín.com. (2006, Marzo 22). El futuro de la radio será digital. [Online]. Disponible en: <http://historadio.blogspot.com/2011/06/historia-de-la-radio-en-el-ecuador.html>
- [5] Sector de radiocomunicaciones de la UIT. (2011, Marzo 03). Recomendación UIT-R BS.1514-1. [Online]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-BS/es>
- [6] Comisión Interamericana de Telecomunicaciones CITEL. (2009, Diciembre). Avances de la implementación de la radiodifusión sonora digital en la República Dominicana. [Online]. Disponible en: http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2009/diciembre/radio_e.asp
- [7] ArmandoBronca.com. (2008, Julio 30). Desaparecerá el DAB, volverá la Radio Analógica AM, FM. [Online]. Disponible en: http://www.armandobronca.com/desaparecera-el-dab-volvera-la-radio-analogica-am-fm_504/
- [8] The radio technology leader. (2008, Noviembre 01). IBOC Around the World. [Online]. Disponible en: <http://www.radiomagonline.com/misc/0082/iboc-around-the-world/30350>

- [9] Fernando Almarza Hernán-Pérez. (2015, Marzo 18). Strategies for RNE'S operation of digital radio, página 15. [Online]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/FernandoAlmarzaHernn/presentacion-instituto-4-novenglishf>
- [10] Wikipedia. (2016, Mayo1). ISDB-T. [Online]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>
- [11] Wikipedia. (2016, Mayo 5). Radio Digital Terrestre. [Online]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Radio_Digital_Terrestre
- [12] Ministerio de telecomunicaciones y sociedad de la información. (2006, Marzo 22). Ecuatorianos deben adquirir televisores con estándar ISDBT-TB. [Online]. Disponible en: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuatorianos-deben-adquirir-televisores-con-estandar-isdbt-tb/>
- [13] Radio La primerísima. (2015, Agosto 04). Acuerdo Nicaragua-Japón para mejorar el espectro digital. [Online]. Disponible en: <http://www.radiolaprimerisima.com/noticias/187868/acuerdo-nicaragua-japon-para-mejorar-espectro-digital>
- [14] Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias de la República Argentina (CABFRA). [Online]. Disponible en: <http://cab.cnc.gob.ar/cab/Cab/Regiones.aspx>
- [15] Observacom. (2015, Mayo). La implantación de la radio digital en Europa: apuntes sobre una transición intermitente. Fátima Ramos del Cano. [Online]. Disponible en: <http://www.observacom.org/la-implantacion-de-la-radio-digital-en-europa-apuntes-sobre-una-transicion-intermitente/>
- [16] Conéctica. (2012, Marzo 29). Conoce el nuevo concepto radiofónico en México. [Online]. Disponible en: <http://conectica.com/2012/03/29/conoce-el-nuevo-concepto-radiofonico-en-mexico-hd-radio/>
- [17] Panoramaaudiovisual.com. (2011, Enero 10). 2011, un año clave para el despegue definitivo de la radio digital. [Online]. Disponible en: <http://www.panoramaaudiovisual.com/2011/01/10/2011-un-ano-clave-para-el-despegue-definitivo-de-la-radio-digital/>

- [18] Luis del Amo, "La FM DIGITAL, SISTEMA IBOC FM" en Revista Antena de Telecomunicación, Diciembre 2006. [Online]. Disponible en:
http://www.coitt.es/res/revistas/Antena166_06a_Reportaje_FM_digital.pdf
- [19] Insignia NS-HDRAD. (2016). Get and HD Radio Receiver. [Online]. Disponible en: <http://hdradio.com/get-a-radio/home-radio/insignia-ns-hdrad>
- [20] Sony CDX-GT710HD. (2016). Get and HD Radio Receiver. [Online]. Disponible en: <http://hdradio.com/get-a-radio/car-radio/sony-cdx-gt710hd>
- [21] Sparc AM/FM Portable Radio. (2016). Get and HD Radio Receiver. [Online]. Disponible en: <http://hdradio.com/get-a-radio/portable/sparc-am/fm-portable-radio>
- [22] SCielo, Ingeniería, investigación y tecnología. Radio, vol 12 no.3. (2011, Septiembre). Consideraciones técnicas de los estándares de radiodifusión terrestre DAB e IBOC. [Online]. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000300012
- [23] SOLIDYNE. (2016). Procesadores de Audio. [Online]. Disponible en:
http://www.solidynepro.com/indexahhtmlp_pro462,p.htm
- [24] ServiData. (2016). Solidyne Orion 462. [Online]. Disponible en:
<http://www.servidata.net/producto.php?id=1120>
- [25] UIT-R BS.1114-3: Sistemas de RDT para receptores en vehículos, portátiles y fijos en la gama de frecuencias 30-3 000 MHZ.
- [26] INOVONICS BROADCAST. (2013). Broadcast Processors. [Online]. Disponible en: http://www.inovonicsbroadcast.com/wp-content/uploads/2012/01/David_IV-1024x450.jpg
- [27] NAUTEL. (2016). GV Series. [Online]. Disponible en:
<http://www.nautel.com/contact/press/media-kit/gv-series/>
- [28] DSpace . (2015, Noviembre 11). Repositorio digital-EPN. [Online]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11940?mode=full>

- [29] El futuro de la radio. (2012, Mayo 9). Digitalización. [Online]. Disponible en: <http://circa-legem.blogspot.com/2012/05/el-futuro-de-la-radio.html>
- [30] La estrella de Panamá. (2015, Mayo 7). La modernización de la radio en Panamá. [Online]. Disponible en: <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/tecnologia/modernizacion-radio-panama/23863722>
- [31] Revista Archi. (2013). La Radio Digital avanza por América. Página 40,41.[Online]. Disponible en: https://issuu.com/archi2012/docs/revista_archi_2013_para_web/41
- [32] HOY digital. (2016, Agosto 13). Experto EEUU afirma radiodifusores no estarán obligados a adoptar formato HD Radio. [Online]. Disponible en: <http://hoy.com.do/experto-eeuu-afirma-radiodifusores-no-estaran-obligados-a-adoptar-formato-hd-radio/>
- [33] Capital online. (2010, Diciembre 14). El turno de la radio digital. [Online]. Disponible en: <http://www.capital.cl/poder/2010/12/14/171230-el-turno-de-la-radio-digital>
- [34] Indotel. (2011, Agosto 12). Conferencia: Ventajas de la Implementación de la radio digital para la República Dominicana. [Online]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/Indotel/conferencia-ventajas-de-la-implementacin-de-la-radio-digital-para-la-repblica-dominicana>
- [35] Facultad de Ingeniería - UNAM. (2012, Febrero 17). Sistema en banda dentro del canal. [Online]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/161/A4.pdf?sequence=4>
- [36] SlidePlayer. (2009, Marzo 19). Radiotransmisores de AM y FM. [Online]. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/1041576/>
- [37] Taringa. (2012). Radiodifusión sonora digital. El futuro de la radio de la radio FM y AM. [Online]. Disponible en: <http://www.taringa.net/post/noticias/15307677/Radiodifusion-sonora-digital---El-futuro-de-la-Radio-FM-yAM.html>

ANEXO 1

Marco Regulatorio en Ecuador

Ley Orgánica de Comunicación

Mediante el Registro Oficial N° 22 publicado el 25 de junio de 2013, la presente ley dispone artículos que buscan regular la difusión de contenidos en los diferentes medios.

Para los medios de radiodifusión sonora se citarán los siguientes artículos de la Ley Orgánica de Comunicación:

Medios de comunicación social (Art. 5)

Para efectos de esta ley, se consideran medios de comunicación social a las empresas, organizaciones públicas, privadas y comunitarias, así como a las personas concesionarias de frecuencias de radio y televisión, que prestan el servicio público de comunicación masiva que usan como herramienta medios impresos o servicios de radio, televisión y audio y vídeo por suscripción, cuyos contenidos pueden ser generados o replicados por el medio de comunicación a través de internet.

Derecho al acceso a frecuencias (Art. 34)

Todas las personas en forma individual y colectiva tienen derecho a acceder, en igualdad de condiciones, al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico, asignadas para los servicios de radio y televisión abierta y por suscripción en los términos que señala la ley.

Derecho al acceso de las personas con discapacidad (Art. 37)

Se promueve el derecho al acceso y ejercicio de los derechos a la comunicación de las personas con discapacidad. Para ello, los medios de comunicación social, las instituciones públicas y privadas del sistema de comunicación social y la sociedad desarrollarán progresivamente,

entre otras, las siguientes medidas: traducción con subtítulos, lenguaje de señas y sistema braille.

El Estado adoptará políticas públicas que permitan la investigación para mejorar el acceso preferencial de las personas con discapacidad a las tecnologías de información y comunicación.

Consejo de Regulación y Desarrollo de la Información y Comunicación (Art. 47)

El Consejo de Regulación y Desarrollo de la Información y Comunicación (CORDICOM) es un cuerpo colegiado con personalidad jurídica, autonomía funcional, administrativa y financiera, cuyo presidente ejercerá la representación legal, judicial y extrajudicial de esta entidad.

Atribuciones (Art. 49)

El CORDICOM tendrá las siguientes atribuciones:

1. Establecer los mecanismos para el ejercicio de los derechos de los usuarios de los servicios de comunicación e información;
2. Regular el acceso universal a la comunicación y a la información;
3. Regular la clasificación de contenidos y franjas horarias;
4. Determinar mecanismos que permitan la variedad de programación, con orientación a programas educativos y/o culturales;
5. Establecer mecanismos para difundir las formas de comunicación propias de los distintos grupos sociales, étnicos y culturales;
6. Elaborar y expedir los reglamentos necesarios para el cumplimiento de sus atribuciones y su funcionamiento;
7. Elaborar estudios respecto al comportamiento de la comunidad sobre el contenido de los medios de información y comunicación;
8. Elaborar el informe vinculante, en los casos previstos en esta Ley, para la adjudicación o autorización de concesiones de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de estaciones de radio y televisión abierta, y para la autorización de funcionamiento de los sistemas de audio y video por suscripción;

9. Formular observaciones y recomendaciones a los informes que le presente trimestralmente la autoridad de telecomunicaciones en el proceso de aplicar la distribución equitativa de frecuencias establecida en el Art. 106 de esta Ley;
10. Elaborar el informe para que la autoridad de telecomunicaciones proceda a resolver sobre la terminación de una concesión de radio o televisión por la causal de incumplimiento de los objetivos establecidos en el proyecto comunicacional;
11. Crear las instancias administrativas y operativas que sean necesarias para el cumplimiento de sus funciones; y,
12. Las demás contempladas en la ley.

Identificación y clasificación de los tipos de contenidos (Art. 60)

Para efectos de esta Ley, los contenidos de radiodifusión sonora, televisión, los canales locales de los sistemas de audio y video por suscripción, y de los medios impresos, se identifican y clasifican en:

1. Informativos -I;
2. De opinión -O;
3. Formativos/educativos/culturales -F;
4. Entretenimiento -E;
5. Deportivos -D; y,
6. Publicitarios -P.

Los medios de comunicación tienen la obligación de clasificar todos los contenidos de su publicación o programación con criterios y parámetros jurídicos y técnicos.

Los medios de comunicación públicos, privados y comunitarios deben identificar el tipo de contenido que transmiten; y señalar si son o no aptos para todo público, con el fin de que la audiencia pueda decidir informadamente sobre la programación de su preferencia.

Quedan exentos de la obligación de identificar los contenidos publicitarios, los medios radiales que inserten publicidad en las

narraciones de espectáculos deportivos o similares que se realicen en transmisiones en vivo o diferidas.

Difusión de los contenidos musicales (Art. 103)

En los casos de las estaciones de radiodifusión sonora que emitan programas musicales, la música producida, compuesta o ejecutada en Ecuador deberá representar al menos el 50% de los contenidos musicales emitidos en todos sus horarios, con el pago de los derechos de autor conforme se establece en la ley. Están exentas de la obligación referida al 50% de los contenidos musicales, las estaciones de carácter temático o especializado.

Administración del espectro radioeléctrico (Art.105)

El espectro radioeléctrico es un bien de dominio público del Estado, inalienable, imprescriptible e inembargable. La administración para el uso y aprovechamiento técnico de este recurso público estratégico la ejercerá el Estado central a través de la autoridad de telecomunicaciones. En ningún caso, la administración del espectro radioeléctrico implica realizar actividades de control sobre los contenidos de los medios de comunicación.

Distribución equitativa de frecuencias (Art. 106)

Las frecuencias del espectro radioeléctrico destinadas al funcionamiento de estaciones de radio y televisión de señal abierta se distribuirá equitativamente en tres partes, reservando el 33% de estas frecuencias para la operación de medios públicos, el 33% para la operación de medios privados, y 34% para la operación de medios comunitarios.

Esta distribución se alcanzará de forma progresiva y principalmente mediante:

1. La asignación de las frecuencias todavía disponibles;

2. La reversión de frecuencias obtenidas ilegalmente, y su posterior redistribución;
3. La reversión de frecuencias por incumplimiento de las normas técnicas, jurídicas para su funcionamiento o fines para los que les fueron concesionadas, y su posterior redistribución;
4. La distribución de frecuencias que regresan al Estado conforme a lo dispuesto por la ley; y,
5. La distribución equitativa de frecuencias y señales que permitirá la digitalización de los sistemas de transmisión de radio y televisión.

En todos estos casos, la distribución de frecuencias priorizará al sector comunitario hasta lograr la distribución equitativa que establece este artículo.

Reconocimiento por inversión y experiencia acumuladas (Art. 107)

Las personas jurídicas o naturales concesionarias de las frecuencias de radio y televisión abierta, cuyo plazo expiró, podrán concursar para obtener o renovar su propia frecuencia u otra diferente respetando la distribución que haga la autoridad de telecomunicaciones para medios privados y comunitarios. A estas personas se les reconocerá un puntaje adicional equivalente al 20% de la puntuación total establecida en el correspondiente concurso como reconocimiento a la experiencia e inversión acumulada en la gestión de un medio de comunicación.

Modalidades para la adjudicación de concesiones (Art. 108)

La adjudicación de concesiones o autorizaciones de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de medios de comunicación es potestad exclusiva de la autoridad de telecomunicaciones y se hará bajo las siguientes modalidades:

1. Adjudicación directa de autorización de frecuencias para los medios públicos.
2. Concurso público, abierto y transparente para la adjudicación de frecuencias para los medios privados y comunitarios.

Adjudicación directa (Art. 109)

La adjudicación directa de autorización de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de medios de comunicación social públicos se realizará previo el cumplimiento de los requisitos establecidos por la autoridad de telecomunicaciones mediante el correspondiente reglamento que, sin perjuicio de otros requisitos, necesariamente incluirá la presentación de la planificación estratégica del medio de comunicación.

En caso de que dos o más instituciones del sector público soliciten la autorización de una misma frecuencia, la adjudicación se definirá por el informe vinculante del Consejo de Regulación y Desarrollo de la Comunicación en el que, previo a la evaluación de la planificación estratégica de los respectivos medios de comunicación, se definirá a quien de ellos debe otorgarse la concesión de acuerdo con una priorización social, territorial e institucional.

Adjudicación por concurso para medios privados y comunitarios (Art. 110)

La adjudicación de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de medios de comunicación social privados y comunitarios de radio y televisión de señal abierta se realizarán mediante concurso público abierto y transparente en el que podrán intervenir todas las personas naturales y jurídicas que no tengan inhabilidades o prohibiciones legales.

Los requisitos, criterios de evaluación y formas de puntuación del concurso público serán definidos mediante reglamento por la autoridad de telecomunicaciones, teniendo en consideración las normas establecidas en la presente Ley y la Ley de Telecomunicaciones; sin perjuicio de lo cual en todos los casos el solicitante deberá presentar:

1. El proyecto comunicacional, con determinación del nombre de medio, tipo de medio, objetivos, lugar de instalación, cobertura, propuesta de programación e impacto social que proyecta generar;
2. El plan de gestión y sostenibilidad; y,
3. El estudio técnico.

Realizado el concurso, se remitirá al Consejo de Regulación y Desarrollo de la Información y Comunicación los expedientes de hasta los 5 solicitantes mejor puntuados.

El Consejo de Regulación y Desarrollo de la Información y Comunicación volverá a revisar el plan de comunicación de cada uno de ellos y en base a su evaluación emitirá el informe vinculante para la adjudicación de la concesión, con el cual la Autoridad de Telecomunicaciones procederá a realizar los trámites administrativos para la correspondiente adjudicación.

Inhabilidades para concursar (Art. 111)

Se prohíbe la participación en los concursos públicos de adjudicación de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de estaciones privadas y comunitarias de radio y televisión de señal abierta a las personas naturales o jurídicas postulantes que se hallen incursas en las siguientes circunstancias:

1. Quienes tengan relación de parentesco hasta el cuarto grado de consanguinidad o segundo de afinidad con cualquiera de los miembros del Consejo de Regulación y Desarrollo de la Información y Comunicación y con la autoridad de telecomunicaciones;
2. Quienes estén asociados o tengan acciones o participaciones superiores al 6% del capital social en una empresa en la que también son socios cualquiera de los miembros del Consejo de Regulación y Desarrollo de la Comunicación o la autoridad de telecomunicaciones;
3. Quienes personalmente se encuentren en mora o estén impedidos de contratar con instituciones, organismos y entidades del sector público;

4. Quienes tengan acciones o participaciones de una empresa que se encuentre en mora o esté impedida de contratar con instituciones, organismos y entidades del sector público;
5. Quienes personalmente o como accionistas de una empresa hayan sido concesionarios de una frecuencia de radio o televisión y se la haya revertido al Estado por las infracciones determinadas en la ley; y,
6. Las demás que establezcan la ley.

Terminación de la concesión de frecuencia (Art. 112)

La concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de estaciones de radio y televisión de señal abierta terminará por las siguientes causas:

1. Por vencimiento del plazo de la concesión;
2. A petición del concesionario;
3. Por extinción de la persona jurídica;
4. Por pérdida de la capacidad civil del concesionario o disolución de la sociedad concesionaria;
5. Por incumplimiento comprobado de las disposiciones que impiden la concentración de frecuencias y medios de comunicación;
6. Por hallarse incurso de manera comprobada en alguna inhabilidad o prohibición para concursar en los procesos de adjudicación de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de estaciones de radio y televisión de señal abierta, que no fue detectada oportunamente;
7. Por hallarse incurso de manera comprobada en la disposición que prohíbe la transferencia, arrendamiento o enajenación de la concesión;
8. Por incumplimientos técnicos o falta de pago de las obligaciones de la concesión;
9. Por incumplimiento de los objetivos establecidos en el proyecto comunicacional; y,

10. Por las demás causas establecidas en la ley.

La autoridad de telecomunicaciones, previo el debido proceso, resolverá la terminación de la concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico para el funcionamiento de estaciones de radio y televisión. En el caso del numeral 9 de este artículo, será necesario contar previamente con un informe del Consejo de Regulación y Desarrollo de la Información y Comunicación para tales efectos.

Prohibición de concentración (Art. 113)

Está prohibido que las personas naturales o jurídicas concentren o acumulen las concesiones de frecuencias o señales para el funcionamiento de estaciones matrices de radio y televisión.

La autoridad de telecomunicaciones no podrá adjudicar más de una concesión de frecuencia para matriz de radio en AM, una frecuencia para matriz de radio en FM y una frecuencia para matriz de televisión a una misma persona natural o jurídica en todo el territorio nacional.

Quien sea titular de una concesión de radio, ya sea en AM o FM, puede participar en los concursos públicos para la adjudicación de no más de una frecuencia de onda corta.

En una misma provincia no podrá concesionarse una frecuencia para el funcionamiento de una matriz de radio o televisión a familiares directos de un concesionario con el que tengan parentesco hasta el segundo grado de consanguinidad y segundo de afinidad.

Concesiones para repetidoras de medios privados y comunitarios (Art.114)

Para fomentar la formación y permanencia de sistemas nacionales o regionales de radio y televisión privados y comunitarios, las personas naturales o jurídicas a quienes se ha adjudicado una concesión para el funcionamiento de una estación matriz de radio o de televisión pueden participar en los concursos públicos organizados por la autoridad de telecomunicaciones, y obtener frecuencias destinadas a funcionar

exclusivamente como repetidoras de su estación matriz en otras provincias.

Para favorecer el desarrollo de medios y contenidos locales, siempre que se concurse por la concesión de una frecuencia de radio o televisión, tendrán prioridad las solicitudes para el funcionamiento de estaciones matrices, las cuales recibirán una puntuación adicional equivalente al 20% de la puntuación total del concurso en relación a las solicitudes para el funcionamiento de estaciones repetidoras.

Autorizaciones para repetidoras de medios públicos nacionales (Art. 115)

La autoridad de telecomunicaciones reservará del tercio de frecuencias asignadas a los medios públicos el número necesario de frecuencias para que operen las repetidoras de los medios públicos de alcance nacional.

Plazo de concesión (Art. 116)

La concesión para el aprovechamiento de las frecuencias de radio y televisión se realizará por el plazo de quince años y será renovable para el mismo concesionario por una vez mediante concesión directa, debiendo para las posteriores renovaciones ganar el concurso organizado por la autoridad de telecomunicaciones.

Intransferibilidad de las concesiones (Art. 117)

Las concesiones de frecuencias que sean adjudicadas a cualquier persona natural o jurídica para el funcionamiento de medios de comunicación no forman parte de su patrimonio, y por lo tanto está prohibido todo acto que esté orientado a que otra persona natural o jurídica distinta disfrute o se beneficie del uso de dichas concesiones de frecuencias.

Si alguna persona natural o jurídica, usando cualquier formato legal, pretende vender, revender, trasladar, transferir o alquilar las concesiones de frecuencias otorgadas en su favor por el Estado, tales transacciones

serán nulas y no generan ningún derecho para quien supuestamente las adquiere; por el contrario, esto será causa suficiente para que las concesiones queden inmediatamente revocadas y las frecuencias concesionadas vuelvan a la administración del Estado.

Los propietarios de las acciones de la persona jurídica concesionaria, no podrán transferir o ceder sus acciones sin la autorización previa y por escrito de la autoridad de telecomunicaciones.

El beneficiario de la concesión deberá además pagar una multa al Estado equivalente al 50% de todo lo que hubiese obtenido o pactado obtener por la supuesta venta, transferencia o alquiler de la frecuencia concesionada, sin perjuicio de responder civil y penalmente por los perjuicios ocasionados a los particulares que aparentemente adquirirían derechos por estas transacciones ilegales.

Concesiones al sector comunitario (Art. 118)

Dado que las concesiones de frecuencias para el funcionamiento de estaciones de radio y televisión comunitarias se otorgan a organizaciones con personería jurídica y sin finalidad de lucro, cuyos directorios cambian periódicamente, se establece que dicho cambio no afecta el derecho de concesión que la organización ha adquirido al ganar el correspondiente concurso público, ni puede interpretarse como una transferencia de la concesión de unas a otras personas.

Enlaces de programación (Art. 119)

Para asegurar la comunicación intercultural y la integración nacional, los medios de comunicación podrán constituirse, sin necesidad de autorización, en redes eventuales o permanentes que libremente compartan una misma programación hasta por dos horas diarias.

ANEXO 2

Ley Orgánica de Telecomunicaciones

Mediante el registro oficial N° 439 publicado el 18 de febrero de 2015, la presente ley dispone artículos que buscan regular el uso eficiente del espectro radioeléctrico, la implementación de redes de telecomunicaciones, la promoción de la sociedad de la información y la otorgación de títulos habilitantes.

Para los medios de radiodifusión sonora se citarán los siguientes artículos de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones:

Competencias del Gobierno Central (Art. 7)

El espectro radioeléctrico es competencia exclusiva del estado a través del gobierno central; por lo tanto dispone el derecho de administrarlo, regularlo y controlarlo, lo que le da la potestad de emitir políticas públicas, planes y normas técnicas nacionales, de cumplimiento en todos los niveles de gobierno del estado.

Establecimiento y explotación de redes de Telecomunicaciones (Art. 9)

Para la implementación de una red inalámbrica se deberán cumplir las políticas y normas de precaución o prevención, así como las de mimetización y reducción de contaminación visual.

Delegación (Art. 15)

La ARCOTEL es la encargada de otorgar los títulos habilitantes necesarios para el uso de un canal de frecuencia requerido para la radiodifusión sonora; el otorgamiento y la renovación estará sujeto a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Comunicación.

Uso y Explotación del Espectro Radioeléctrico (Art. 18)

El uso y explotación del espectro radioeléctrico requiere el otorgamiento previo de un título habilitante emitido por la ARCOTEL.

Las bandas de frecuencia asignables a estaciones de radiodifusión sonora, observará lo dispuesto en la Ley Orgánica de Comunicación y su Reglamento General.

Domiciliación (Art. 19)

La otorgación de títulos habilitantes para brindar servicios de radiodifusión sonora se hará conforme a las disposiciones de la Ley Orgánica de Comunicación, su Reglamento General y reglamentos emitidos por la ARCOTEL.

Tipos de servicios (Art. 36)

En el artículo 36, numeral 2.1a, se define radiodifusión sonora como:

Servicios de radiodifusión: Son aquellos que pueden transmitir, emitir y recibir señales de imagen, sonido, multimedia y datos, a través de estaciones del tipo público, privado o comunitario, con base a lo establecido en la Ley Orgánica de Comunicación.

Los servicios de radiodifusión se clasifican en servicios de señal abierta y por suscripción.

2.1 Servicios de señal abierta, son los siguientes:

- a) Radiodifusión sonora: Comprende toda transmisión de señales de audio y datos, que se destinan a ser recibidas por el público en general, de manera libre y gratuita.

Títulos habilitantes (Art. 37)

La ARCOTEL otorgará como título habilitante una concesión para servicios de radiodifusión sonora; esta misma también se encargará de determinar los valores por el pago de derechos de concesión y registro.

La ARCOTEL deberá emitir una normativa para el otorgamiento y renovación de los títulos habilitantes para la radiodifusión; se deberá cumplir con los requisitos y procedimientos previstos en la Ley Orgánica de Comunicación y su Reglamento General.

Registro Público de Telecomunicaciones (Art. 42)

La prestación de servicios de radiodifusión sonora deberá ser inscrito en el Registro Nacional de Títulos Habilitantes, de conformidad con lo impuesto en la Ley Orgánica de Comunicación, su Reglamento General y la normativa que emita la ARCOTEL.

Duración (Art. 43)

Las concesiones tendrán una duración de hasta quince años.

Transferencia o cesión (Art. 44)

Los títulos habilitantes no podrán enajenarse, cederse, transferirse, arrendarse o gravarse por ningún medio sin autorización de la ARCOTEL; de no hacer caso a esta prohibición, será causa suficiente para la terminación anticipada del título habilitante, sin perjuicio de las consecuencias previstas en el ordenamiento jurídico vigente.

Extinción de los títulos habilitantes de servicios de radiodifusión (Art. 47)

Los títulos habilitantes otorgados a prestadores de servicios de radiodifusión sonora terminan, a parte de las causales establecidas en la Ley Orgánica de Comunicación, por los siguientes incumplimientos.

2. Por incumplimiento en la instalación dentro del plazo, establecido para el efecto.
3. Por incurrir en mora en el pago de sus obligaciones, por m tres meses o más pensiones consecutivas.
4. Los demás establecidos en el ordenamiento jurídico y títulos habilitantes correspondientes.

La ARCOTEL será la encargada de emitir el procedimiento administrativo a seguir para la terminación unilateral y anticipada del título habilitante.

Cambios de control (Art. 49)

Otorgamiento (Art. 50)

Para el caso de servicios de radiodifusión sonora, en ambos artículos se observará lo dispuesto en la Ley Orgánica de Comunicación.

Adjudicación directa (Art. 51)

Se otorgarán así los títulos habilitantes siempre y cuando cumplan con los requisitos correspondientes en los siguientes casos:

1. Frecuencias no esenciales.
2. Frecuencias esenciales que se requieran para la introducción de nuevas tecnologías o mejoras en el servicio, cuando el poseedor del título habilitante se encuentre prestando el servicio o para ser otorgadas a un nuevo prestador de servicios que no sean de carácter masivo.
3. Frecuencias para empresas públicas y entidades públicas.
4. Bandas de uso compartido.
5. Reasignación de frecuencias.
6. Registro de Servicios.
7. Renovación de títulos habilitantes, en los casos que se establezcan en el Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes o resoluciones de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.
8. Redes Privadas.

La ARCOTEL establecerá los parámetros y objetivos para la adjudicación directa, entre los cuales se considerará por lo menos, temas de: eficiencia técnica, social, ofrecimientos de cobertura en zonas no servidas, ventajas para los usuarios y, en general lo que beneficie el Buen Vivir.

Derechos y Tarifas por Uso de Espectro (Art. 54)

La ARCOTEL será la encargada de fijar el valor de los derechos por el otorgamiento de títulos habilitantes, así como las tarifas por el uso y explotación del espectro radioeléctrico.

Reasignación (Art. 57)

La ARCOTEL podrá reasignar frecuencias o bandas de frecuencias previamente asignadas siempre y cuando sea para conseguir la eficiencia técnica, social y económica en el uso de las frecuencias del espectro.

Tarifas por Adjudicación y Uso de Frecuencias para Servicios de Radiodifusión (Art. 60)

Los poseedores de títulos habilitantes para servicios de radiodifusión de tipo comunitario y privado a excepción de los de tipo públicos, están obligados al pago de las tarifas por adjudicación y utilización de frecuencias, sin importar si están o no en funcionamiento.

Acceso (Art. 68)

Es cuando se pone a disposición de otro prestador recursos de red o servicios con fines de prestación de servicios de telecomunicaciones, incluyendo los de radiodifusión, sujetos a la normativa que emita la ARCOTEL.

Homologación y Certificación Obligatoriedad (Art. 86)

Los equipos terminales de telecomunicaciones que utilicen espectro radioeléctrico y se conecten a redes públicas deben contar con la homologación y certificación, realizadas de conformidad con las normas aplicables, con el fin de prevenir daños a las redes, evitar la afectación de servicios, evitar las interferencias perjudiciales y garantizar los derechos de los usuarios y prestadores.

Promoción de la Sociedad de la Información y del Conocimiento (Art. 88)

El Ministerio rector de las Telecomunicaciones debe promover la sociedad de la información y del conocimiento para el desarrollo integral del país. Dicho órgano deberá promover el acceso universal, el establecimiento eficiente de infraestructura de telecomunicaciones, el desarrollo y masificación del uso de las tecnologías de información y comunicación en todo el territorio ecuatoriano.

Instalación de Infraestructura y Características Técnicas de los Servicios de Radiodifusión

Plazo para Instalar (Art. 110)

El plazo para la instalación y operación será de un año contando a partir de la suscripción del título habilitante respectivo; de no culminar la instalación en el plazo establecido, el título habilitante se revertirá al estado.

Cumplimiento de normativa (Art. 111)

La ARCOTEL es la encargada de disponer normativas para la instalación y operación de los equipos e infraestructura de las estaciones de radiodifusión sonora.

Modificación del Título Habilitante (Art. 112)

La ARCOTEL autorizará las modificaciones respecto al título habilitante mediante acto administrativo, siempre que no se modifique el objeto del título habilitante.

Compartición de Infraestructura (Art. 113)

Los prestadores de servicios de radiodifusión sonora tienen la obligación de compartir la infraestructura relacionada con la prestación de servicios con sujeción a la normativa que emita la ARCOTEL.

Características Técnicas (Art. 114)

La ARCOTEL es la encargada de aprobar las características técnicas para la operación de los servicios de radiodifusión sonora, en los procesos de adjudicación, de conformidad con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Comunicación.

Clasificación (Art. 115)

Las estaciones de radiodifusión sonora se clasificarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Comunicación.

Infracciones de primera clase (Art. 117)

La instalación de infraestructura de telecomunicaciones, sin contar con dispositivos de seguridad humana, señalización para navegación aérea y rótulos de identificación o sin los instrumentos de medición debidamente identificados.

Instalar o cambiar, sin autorización previa, los estudios principales o secundarios o transmisores de una estación para la prestación de servicios para radiodifusión dentro del área autorizada.

Infracciones de segunda clase (Art. 118)

Instalar infraestructura de transmisión de servicios de radiodifusión fuera del área de cobertura autorizada.

La suspensión de las transmisiones de los servicios de radiodifusión por más de ocho días, sin la obtención previa de la autorización correspondiente.

El incumplimiento de normas sobre radiaciones no ionizantes.

Clausura de estaciones de radiodifusión (Art. 124)

Serán clausuradas con el apoyo de la Policía Nacional, las estaciones que se instalen, operen y usen frecuencias del espectro radioeléctrico sin la correspondiente habilitación.

ANEXO 3

Reglamento a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT)

El reglamento a la LOT, en la definición Servicios de radiodifusión, artículo 3 numeral 9, publicado mediante el registro oficial N° 676 el lunes 25 de Enero del 2016, establece lo siguiente:

Servicios de radiodifusión.- Los servicios de radiodifusión están destinados a transmitir, emitir y recibir señales de imagen, sonido, multimedia y datos, a través de estaciones del tipo público, privado o comunitario para satisfacer las necesidades de comunicaciones de los usuarios, pueden ser por señal abierta o por suscripción. Cuando en este reglamento se señale radiodifusión por suscripción corresponderá a lo denominado en la LOT como audio y video por suscripción.

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOGÍA

RDT	Radiodifusión sonora digital terrestre
TDT	Televisión Digital Terrestre
AM	Modulación de amplitud
FM	Modulación de frecuencia
CBS	Columbia Broadcasting System
IBOC	in band – on channel
DAB	Digital Audio Broadcasting
DRM	Digital Radio Mondiale
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
ISDB	Integrated Services Digital Broadcasting
HD	High Definition Radio
Bps	Bits por segundo
UIT	Unión Nacional de Telecomunicaciones
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
LOT	Ley Orgánica de Telecomunicaciones
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información