

LA DIGITALIZACION DE LA RADIODIFUSION SONORA Y SUS ESTANDARES

(Digitalization of sound broadcasting and its standards)

Carlos Luis Mármol Montilla*. Evelyn Urbina**. Evelitza Urbina***.

*Ingeniero Electricista ULA. Maestría en Enseñanza de la Física. Actualmente Profesor en formación de la Universidad de los Andes Núcleo Trujillo.

carlosmarmol@ula.ve

** Licenciada en Educación mención Lenguas Extranjeras. Maestría en Literatura Latinoamericana. Profesora de Francés Universidad de Los Andes.

evelyn.u@ula.ve

***Licenciada en Educación mención Matemática y Física. Maestría en Enseñanza de la Física.

evelitzaurbina@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito realizar una revisión documental acerca de la digitalización de la radio, con la finalidad de resaltar la importancia que cobra la modernización de los procesos analógicos con los que actualmente transmiten las estaciones de radio en Venezuela. En este sentido, se describen los estándares DAB (Digital Audio Broadcasting), el IBOC (In Band On Chanel), DRM (Digital Radio Mondiale) e ISDB (Integrate Service Digital Broadcasting), sobre los que se abordarán algunos aspectos técnicos, características, ventajas, desventajas y modos de transmisión en los que operan.

Palabras claves: Digitalización, Radiodifusión, Estándares de Radio Digital.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to make a documentary review on the digitization of radio, in order to highlight the importance of updating analogue processes that are currently broadcasting radio stations in Venezuela. For that matter, the following standards will be described: DAB (Digital Audio Broadcasting), IBOC (In Band On Chanel), DRM (Digital Radio Mondiale) and ISDB (Integrate Service Digital Broadcasting) standard, on which some technical aspects will be addressed, such as features, some advantages and disadvantages, as well as the transmission modes in which they function.

Keywords: Digitization, broadcasting, standards of digital radio.

INTRODUCCION

En la actualidad, se han venido desarrollando importantes avances tecnológicos a lo largo y ancho del mundo. Los sistemas y medios de comunicación no han estado exentos de dicho proceso de evolución, y dentro de éste la digitalización ha cumplido un papel muy importante, pues ha ganado grandes espacios en las diferentes aplicaciones dentro del campo comunicacional en el que vivimos y estamos sumergidos. Este proceso es definido según Ribes (Citado por Bonet, 2007) como el cambio de lo analógico por lo digital.

Con la era de la digitalización, Pérez (2013) y Campos (2011) señalan que se ha producido una evolución integral en los medios de comunicación, lo cual ha afectado a la radio en lo que se refiere a la pérdida de características que en principio le eran propias, tales como la instantaneidad y la ubicuidad. Este proceso se ha acelerado con la aparición del internet, el cual ha traído como consecuencia que la radiodifusión prácticamente se encuentre al mismo nivel que otros medios de comunicación como la televisión y los periódicos.

En el caso particular del proceso de digitalización de la radiodifusión, es importante considerar los planteamientos de Rojo (2006), quien considera que las innovaciones tecnológicas experimentadas por los sistemas de comunicación, no sólo se basan en elementos técnicos, sino que además se deben considerar otros factores como económicos, políticos y elementos culturales de la sociedad. Por su parte Reign (citado por Pérez, 2013) menciona que no siempre dicho proceso de innovación se da de manera lógica, si no que pudiera existir casos donde no se lleven de la mano con los cambios que la sociedad experimenta, ya sea por la falta de interés de los dueños de los medios de comunicación o del ente regulador de los mismos (el Estado).

Contextualizando las premisas expuestas dentro de la situación actual de Venezuela, es posible señalar que la era de la digitalización es un proceso en el cual la radiodifusión no ha sido estudiada con profundidad, sólo se conoce al respecto que para el año 2002 la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), había venido avanzando en la idea de televisión digital, proponiendo en este sentido que para el año 2020 se llevaría a cabo el llamado apagón analógico en nuestro país; es por ello que pudiera resultar importante conocer un poco sobre la digitalización aplicada en la radiodifusión, para lo cual se requiere tener conocimiento acerca de los estándares de radio digital existentes; sobre los cuales Cortes (2005) indica que regulan todos los aspectos técnicos y operacionales de una estación de

radio, según las necesidades, requerimientos y proceso de adaptación tecnológica que se deseen implementar.

En este sentido, el presente artículo tiene como propósito efectuar una revisión bibliográfica acerca de la digitalización de la radiodifusión, considerando el rol protagónico de los estándares dentro de este proceso, con la finalidad de resaltar la importancia que tiene las técnicas de digitalización en los procesos de transmisión, que actualmente en Venezuela son analógicos. En este sentido para el desarrollo de los conceptos y tecnicismos, se consideran los aportes de la Comisión Federal de telecomunicaciones (FCC), así como los trabajos de Huerta (2014), Cruz (2008) y Salinas (2012), quienes señalan que los estándares de radiodifusión digital más utilizados los siguientes: Digital Audio Broadcasting (DAB), Digital Radio Mondiale (DRM), In Band on Channel (IBOC) y el Intégrate Servicie Digital (ISDB).

Radio digital

Según la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), el nombre de la radio digital se debe a que los datos transmitidos son digitales, y su funcionamiento se basa en nuevas técnicas de modulación y demodulación. Dentro de las bondades de este tipo de técnica en cuanto a lo que a la radio difusión respecta, se puede señalar que logra minimizar los efectos causados por ruido o interferencias en una señal, así como además permite la ofrecer nuevos servicios, él envío de datos. De igual manera la calidad del audio en las transmisiones digitales de radio mejora significativamente en comparación con las trasmisiones analógicas, a tal punto que en las señales que se transmiten mediante FM son efectuados con calidad a las de CD'S. Por otra parte, otro aspecto positivo que debe ser considerado como una gran ventaja en este tipo de transmisión de radiodifusión es que permite un mejor uso del espectro de frecuencias.

Estándares de Radiodifusión Digital

Los estándares son lineamientos técnicos detallados, destinados a establecer uniformidad en el desarrollo de programas y adquisición de equipos. Actualmente, son varios los que se utilizan para efectuar transmisiones de radio digital dentro de los cuales se tiene:

- a) DAB (Digital Audio Broadcasting)
- b) IBOC (In Band on Channel)
- c) DRM (Digital Radio Mondiale)
- d) ISDB(Integrate Service Digital)

DAB (Digital Audio Broadcasting)

Este estándar de radio digital, según Huerta et al (2013), fue concebido en Europa. Los primeros trabajos sobre este estándar aparecieron en Alemania, en el Intitut fur Rindfunktechnik en el año 1981. Tiempo después se conformó un grupo cuyo nombre fue conocido como Eureka 147 (año de creación 1987), en el cual participaron emisoras, centro de investigaciones, operadoras de redes y firmas de electrónicas de consumo.

Actualmente, cuenta con la colaboración del llamado Foro Mundial sobre DAB (World DAB), dedicada a impulsar y desarrollar cada vez más el grupo Eureka 147. Usiña (2004) respecto señala, que es un estándar aprobado a nivel mundial por la Unión internacional de telecomunicaciones (UIT). En Europa cuenta con la aprobación del CENELEC (Comité de Estandarización para la Electrónica y Electricidad en Europa). Permite que el uso del espectro de frecuencias sea más eficiente, ya que en lugar de ofrecer un solo servicio por frecuencia asignada como sucede con la transmisión analógica permite la transmisión de hasta seis (6) servicios o programas en una sola frecuencia asignada a cualquier estación de radio que opere bajo sus principios.

El estándar elimina en gran proporción las reflexiones de ondas (señales que rebotan con los edificios durante el procesos de transmisión), garantizando que el mensaje recibido sea más nítido. Las transmisiones de radiodifusión sonora que utilizan el DAB operan dentro de un rango de frecuencias comprendido entre 300MHz y 3GHz, lo cual resulta beneficioso al aplicarse a transmisiones móviles; a su vez este rango de frecuencia le da una gran versatilidad, ya que puede emplearse en las transmisiones de radio digital satelital e incluso podrían hacerse transmisiones híbridas y en redes de difusión por cables. Otra de las innovaciones de este estándar, es el hecho de que propone mantener la banda comprendida entre 88MHz y 108MHz para las transmisiones analógicas, pero a su vez incluye la creación de una nueva banda de frecuencias.

Características del Estándar DAB

Para conocer algunos de los aspectos que describen la funcionalidad de DAB bien vale la pena considerar lo que señalan autores como Faller et al (2002) y Moumtadi (2011) acerca de las características que lo describen, entre estas se mencionan las siguientes:

- a) Permite un uso eficiente del espectro de frecuencia y potencia en las transmisiones, ya que utiliza un único bloque de frecuencias para efectuar la transmisión.

- b) Utiliza un paquete para datos asociados al programa (PAD), el cual está ubicado dentro del flujo de los bits de audio, permitiendo de esta manera, obtener más información acerca de la programación de una estación de radio.
- c) Hace uso de la modulación OFDM; con lo que logra mejorar la recepción de las transmisiones, pues disminuye las interferencias causadas por la propagación multitrayectos debida a los rebotes de la señal.
- d) Puede ser utilizado para transmisiones digital de radio satelital o terrestre.
- e) Los servicios pueden estructurarse y configurarse dinámicamente, porque el sistema puede acomodar velocidades de transmisión (entre 8 y 380 bps incluyendo la protección adecuada), lo que hace del DAB un estándar flexible.

Modos de Transmisión del DAB

El estándar conocido como DAB, permite efectuar las transmisiones mediante el uso de 4 modos (Perales, 2005). Los cuales se indican a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1 Modos de Transmisión del Estándar DAB

PARAMETRO	MODO			
	I	II	III	IV
Rango de frecuencia	300 MHz	1,56GHz	3GHz	1,56GHz
Numero de portadoras	1536	384	192	768
Espacio entre portadoras	1KHz	4KHz	8KHz	2KHz
Duración del símbolo	1246 μ s	132 μ s	156 μ s	623 μ s
Duración del intervalo de protección	246 μ s	62 μ s	31 μ s	123
Duración de la trama	96 μ s	24 ms	24 ms	48 ms
Símbolos por trama	76	76	153	76
Símbolos nulos para determina el modo de transmisión	1297 μ s	324,2 μ s	168 μ s	648,4 μ s

(Perales, 2005).

Ventajas del Uso del DAB

El estándar DAB, es utilizado en varios países del mundo, y hay muchos receptores en el mercado que son más costosos que los que actualmente son utilizados en Venezuela. En relación a los benéficos que aportan la utilización del DAB se pudieran mencionar los siguientes:

- La calidad del sonido es parecida a las de los CD'S, ya que elimina los ruidos y perdidas.
- Mejorar la eficiencia del uso del espectro de frecuencia, ya que se pueden incorporar en las transmisiones él envió de varia información en un mismo canal.
- Permite las transmisiones no solo de audio, sino también de datos, como por ejemplo el título de una canción, el resumen del argumento de una obra, los resultados de los últimos encuentros deportivos o lo que la

emisora considere apropiado. De hecho, algunas emisoras transmiten titulares de noticias a través de la pantalla o proporcionan otra información gratuita importante incluyendo guías de programas electrónicos.

- Para el oyente en movimiento, brinda la posibilidad de mantener sintonizada la estación de radio en el receptor aun cuando se desplaza de un área de cobertura a otra.
- Las transmisiones requieren niveles de energía más bajos, lo que significa un ahorro considerable en las facturas de electricidad. Esto es especialmente importante para grandes emisoras como la BBC. Con unos transmisores que usan 100 KW y más, los costos para sostener las transmisiones son altísimos.

Desventajas del uso del DAB

Entre las desventajas que la aplicación de este estándar trae consigo a las transmisiones de radiodifusión están:

- Propone un nuevo espectro de frecuencias, por lo cual se requiere de la elaboración de cierta normativa, lo que en consecuencia se retrasaría el proceso de implantación de la técnica de digitalización.
- Requiere un nuevo sistema de infraestructura diferente al actualmente utilizado, la utilización de nuevos receptores, lo que implica una inversión tanto para el usuario, como para los dueños de las estaciones de radio.
- Generalmente es necesario instalar nuevas tecnologías para efectuar las transmisiones.

Standard In Band on Channel (IBOC)

El audio, la programación y la elección de nuevos servicios de datos, han hecho de este estándar un avance importante para el desarrollo de la digitalización de la radiodifusión. Su origen data de los Estados Unidos, bajo la responsabilidad de la empresa cuyo nombre es conocido como Consorcio Digital Ibiqity. Surge como consecuencia del rechazo norteamericano al proyecto conocido Eureka 147 e inicialmente nace con dos objetivos primordiales: mantener la operatividad de las estaciones de radio analógicas y lograr tecnológicamente que el precio de los nuevos receptores fuese económico. (Martínez, 2004 en Blanco, 2013)

Básicamente hay 3 fechas que fueron cruciales para el desarrollo de este estándar, el año 1991; las empresas USA Digital Radio (USADR), CBS, Gannett y la Westinghouse, establecen un acuerdo mediante el cual se comprometen a colaborar arduamente para lograr el desarrollo de IBOC como estándar para transmitir radio digital. Posteriormente en 1994 es cuando se realizan las primeras pruebas y en consecuencia surgen los primeros equipos que funcionarían bajo parámetros establecidos por este estándar. Los cuales fueron supervisados por instituciones como Nacional

Associations of Broadcasting (NAB), Electronics Industries Assotiations (EIA) y la National Radio Systems Commitee). Finalmente duran el año 2000 se efectúa la fusión de las empresas USADR y Lucent Technologies, surgiendo de este modo Ibiqity Digital Corporación. (Salinas, 2012)

La utilización de éste estándar para efectuar transmisión de radiodifusión sonora digital ha venido cobrando gran importancia, pues permite la multidifusión de canales de transmisión. Garantizando la calidad del audio sin importar que se estén transmitiendo diferentes programas por canales distintos en el mismo instante.

Tecnológicamente, el proceso se inicia en el momento en el que consorcio Ibiqity Digital, entrega una licencia o perisología a las estaciones de radio para que estas hagan uso de dicha tecnología, garantizando todo la asesoría y ayuda necesaria en todo lo concerniente al proceso de conversión de tecnología analógica a digital, actualmente hacer el proceso es menos costoso. Se calcula que para esto se debe disponer de un capital efectivo de 75000\$. Este estándar propone mantener el espectro de frecuencias existentes en la que opera la radiodifusión tradicional, es decir, para AM (530KHz a 1710KHz) y FM (87.5MHz a 108Mhz); ya que posee la capacidad en sus modos de transmisión de efectuar la misma tanto digital como analógica (Modo híbrido de transmisión).

Características de Funcionamiento del IBOC

Existen aspectos importantes que dan cierta particularidad y que describen este estándar de lo que señalan autores como Perales (2005) y Moumtadi (2011), se pudiera comentar que algunas de las características resaltantes en el funcionamiento de este estándar son:

- Se efectúan él envió de tres señales al mismo tiempo (la señal analógica, la señal digital y la señal que lleva consigo la información adicional como por ejemplo texto)
- Efectúa una alta compresión de audio mediante la aplicación de la técnica MPEG.
- Hace de la señal transmitida mucho más robustas a interferencias, además de mejorar su calidad.
- Permite la posibilidad de enviar señales estereofónicas.
- Usa las mismas bandas y frecuencias de las radios AM y FM, ya que puede transmitir señales en modo híbrido.

Modos de Transmisión del IBOC

En relación a este punto, se puede señalar que es un estándar versátil, porque permite distintos modos de transmisión, que dependen de la técnica de modulación que se esté utilizando (AM o FM), así como también de las

necesidades que tenga la estación de radio inmersa en el proceso. En este sentido las transmisiones bajo el estándar IBOC es posible tiene ciertos modos de funcionamiento, acerca de lo cual Perales (2005) permite evidenciar la existencia de los siguientes:

Modo híbrido (Simulcast). Es un modo en el que la transmisión realizada lleva al mismo tiempo señal analógica y digital, en la cual se puede observar la portadora analógica convencional y en las bandas laterales el contenido digital en forma de portadoras OFDM. Esta es una alternativa para las señales transmitidas afectadas por diversos aspectos físicos, entre los cuales se podría mencionar los errores y distorsiones ocasionadas por interferencias entre símbolos transmitidos sucesivamente, así como por los cambios de frecuencia y fase (efecto Doppler) que se originan en los receptores en movimiento. Para el modo de transmisión SIMULCAST, el espectro adopta la forma señalada en Figura.1

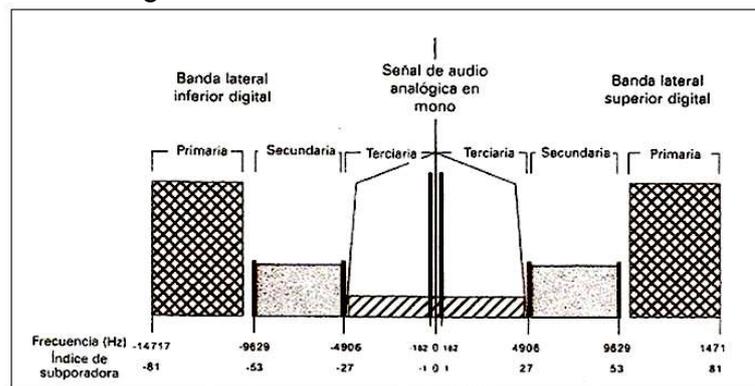


Figura. 1 Espectro de Señal en Modo Híbrido para AM. (Perales, 2005: 117)

Modo de transmisión digital. Para efectuar transmisiones digitales mediante el estándar IBOC, el espectro es como se indica en Figura. 2 en la que se verifica el punto de referencia de la portadora (0) y alrededor de este se identifican la banda primaria ocupada por las portadoras OFDM. Posteriormente alrededor de estas se encuentran los sectores secundarios y terciarios que en combinación con los demás conforman en su totalidad la banda ocupada por la señal digital.

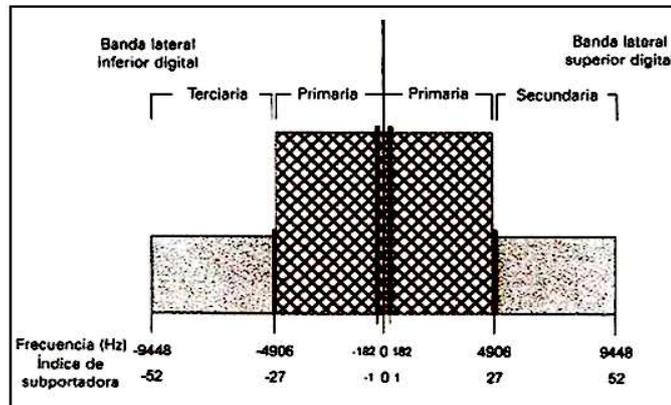


Figura 2 Espectro de Frecuencia Modo de Transmisión Digital. (Perales, 2005:116)

Las transmisiones FM efectuadas en este tipo de modulación mediante la utilización del sistema IBOC se realiza por medio de tres modos: Modo híbrido, híbrido ampliado y digital:

Modo híbrido. Mediante este modo, la señal digital es transmitida en dos bandas laterales que encierran a su vez a la señal analógica, en este modo la señal digital es reducida en amplitud respecto a la señal analógica. Dichas bandas laterales están formadas por diez particiones de frecuencia, y en ellas se encuentran las subportadoras moduladas en OFDM.

Cada banda lateral contiene de 356 a 546 portadoras y a su vez también contiene una referencia de subportadoras, quien juega un papel importante a la hora de efectuar la demodulación. Las bandas laterales tienen la misma amplitud y son afectadas en igual proporción. El espectro de la portadora para este modo de transmisión se indica en la Figura. 3

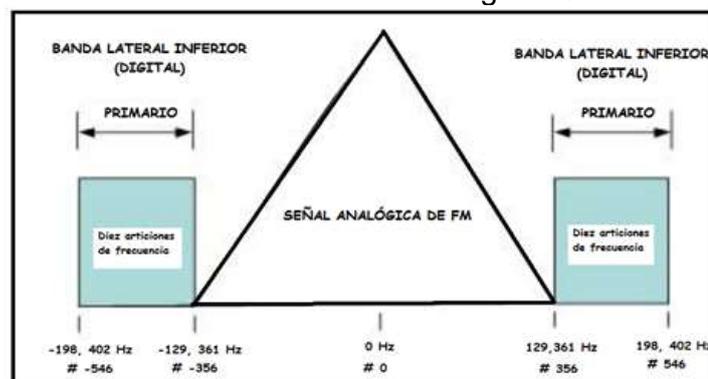


Figura. 3 Espectro de frecuencia modo de transmisión híbrido para FM (Perales, 2005)

Una de las ventajas que proporciona este modo de funcionamiento es permitir diversidad en el tiempo entre ambas señales. La señal analógica es retardada con respecto a la señal digital con la finalidad de lograr una sincronización entre ambas señales. Esto es garantía para que el receptor conmute al funcionamiento solo analógico cuando se presente una gran cantidad de bits erróneos de la señal digital. Es decir entonces que la señal analógica sirve de respaldo a la señal digital.

Modo híbrido ampliado. En este modo se agregan al espectro anterior hasta cuatro particiones más de frecuencia. Su número depende de los servicios que se deseen prestar entre las bandas comprendidas en los extremos del espacio analógico y las bandas laterales (con las subportadoras OFDM), quienes contienen la información digital.

Una ventaja de este modo de funcionamiento, es que permite la recepción del programa tanto por los nuevos receptores digitales como por los receptores analógicos. Al igual que el modo anterior también permite efectuar diversidad en el tiempo para realizar un retardo entre ambas señales y lograr de esta manera una sincronización para la misma situación anterior. Este modo de transmisión amplía el ancho de banda de la señal digital, y va en búsqueda de eliminar la señal analógica. Una vista del comportamiento de frecuencia del modo híbrido extendido se indica en la Figura. 4

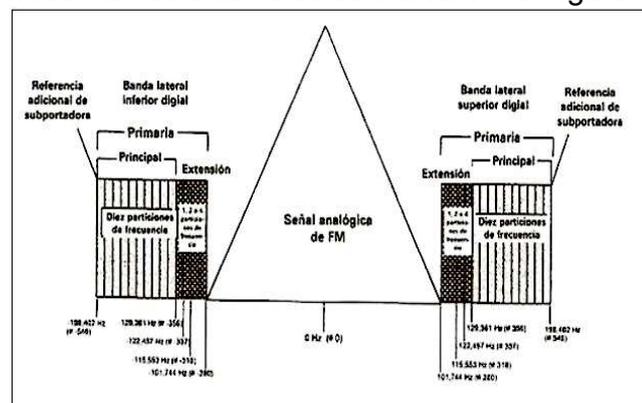


Figura. 4 Espectro de frecuencia modo Híbrido Ampliado FM. (Perales, 2005:120)

Modo de transmisión digital. Con este modo, la transmisión que se efectúa es solo de señales digitales, y es éste quien permite un funcionamiento óptimo del estándar IBOC para la transmisión de señales digitales. Este será el único modo a utilizar cuando ya los receptores analógicos no existan; es decir que se dé el apagón analógico en la radio.

Este modo, expande en su totalidad el ancho de banda del contenido digital, debido a que el espectro analógico está ocupado por nuevas particiones de frecuencia, las cuales en total corresponden a un número de 10. Cada una de estas es acompañada de sus correspondientes extensiones, que se conforman de hasta cuatro particiones de frecuencia, las cuales determinan el número de servicios a prestar. Por otra parte permite aumentar la potencia de la señal digital. En la Figura. 5 se observa el comportamiento en frecuencia de una señal FM transmitida mediante este modo, así como las diferentes bandas que conforman el espectro de la señal y otros elementos.

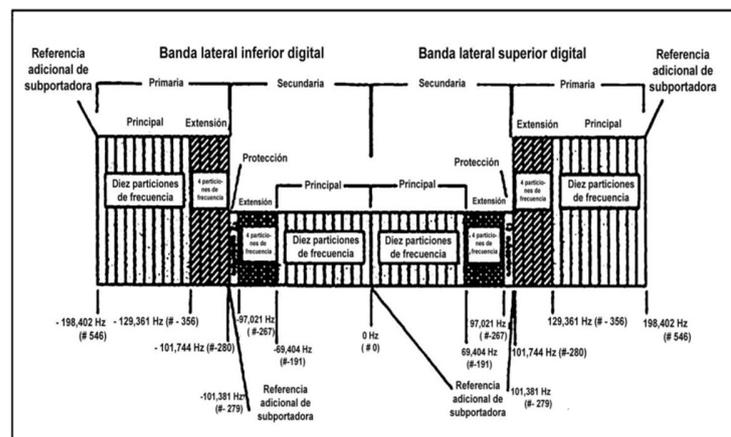


Figura. 5 Espectro de Señal en Modo digital para FM (Perales, 2005: 122)

Ventajas del IBOC

Son muchos los beneficios aportados por este estándar dentro de cuales destacan:

- El audio es de muy buena calidad para ambas técnicas de modulación (AM y FM).
- Evita las interferencias, con lo cual se garantiza que la señal sea más robusta, a su vez esto hace que la transmisión sea más confiable tanto para los receptores móviles como fijos.
- La eficiencia en la utilización del espectro de frecuencia es mayor.
- Permite la transmisión tanto de audio como de datos y facilita la manipulación de los receptores.
- Mediante subdivisiones de frecuencia, permite duplicar la propagación, y en consecuencia una estación de radio que esté operando bajo este estándar fácilmente podría transmitir dos programas simultáneamente.
- Otra ventaja de la utilización de este estándar es que permite la transición de una estación analógica a digital sin tener que hacer mayores modificaciones, es decir con una inversión económica aproximadamente de 30.000 a 200.000\$.

Desventajas del IBOC

Al igual que los demás estándares, IBOC también posee aspectos que no son favorables en algunas circunstancias, dentro de los cuales están:

- Requiere la compra de nuevos equipos de transmisión y de la licencia para software, que es propiedad de Iqivity. La licencia para efectuar transmisiones básicas de señales digitales y analógicas en los Estados Unidos tiene un costo entre 5.000 y 10.000\$. Pero en el caso que se requieran más servicios el precio de la licencia oscila entre 30.000 y 100.00\$.
- Cuando en los canales adyacentes hay emisoras pequeñas y analógicas las interferencias pueden afectarlas en gran proporción.
- En modulación AM, las transmisiones nocturnas se vuelven inestables a causa de las condiciones de propagación utilizadas por este estándar.
- La capacidad de transmisión de datos es limitada.
- La AM en Estados Unidos opera con canales de 40KHz, en el caso de otros países la AM tiene una separación de 30 KHz y 20KHz lo que puede impedir su operación adecuada.
- El hecho de que sea un nuevo estándar, implica nuevos receptores cuyos precios están sobre los 100\$.

Digital Radio Mondiale (DRM)

A nivel mundial existen numerosos receptores de AM cuya tecnología básicamente opera analógicamente, debido a que los transmisores, receptores y equipos usados para efectuar estas transmisiones son más accesibles económicamente. Sin embargo, estas circunstancias no han logrado que la era de la digitalización no afecte dichas técnicas de transmisión; por lo que se ha hecho necesario desarrollar nuevos métodos que permitan una evolución sencilla para pasar de la era analógica a una era digitalizada, en la que las ventajas son mayores, tanto para el usuario como para la estación de radio propiamente dicha. Es aquí entonces cuando surge un modelo conocido con el nombre de DRM, el cual es bastante útil como una alternativa para mantener en funcionamiento la radiodifusión en AM, ya que permite operar en el rango de frecuencias existente (150 KHz – 30 MHz). El estándar DRM nace como una propuesta formulada por un consorcio durante el año 1998 en Guangzhou (China) y cuya sede actualmente se ubica en París, Francia. Esta cualidad de ser un consorcio, hace de este estándar una técnica accesible y libre de dueño alguno.

DRM es el resultado del trabajo de más de 80 radiodifusores, fabricantes y otros grupos, quienes transformaron e impulsaron este estándar, fue convalidado por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en el año 2003, además cuenta con la aprobación del estándar IFC62272-1

otorgado por el IEC (Comité Internacional de Electrónica/ *Electrotechnical Commission*) bajo la referencia TS101980V1.1.1.

Este estándar propone para su funcionamiento un rango de frecuencias diferentes a los existentes hasta ahora, comprendido entre los 150 KHz y 30 MHz, creado principalmente para elevar la calidad de las transmisiones realizadas bajo la técnica de AM. (Moumtadi, 2005)

Características del Estándar DRM

De igual manera que los estándares anteriores, DRM también tiene algunos aspectos que lo caracterizan, dentro de las que se encuentra:

Flexibilidad. Permite al estándar tener la capacidad particular de poder acceder al flujo o tren de bits en cada uno de los componentes del sistema (audio, protección y corrección de errores). A su vez, también permite configurar estos bits de acuerdo a la banda asignada al servicio y del uso previsto dentro de dicha banda.

Canalización. Este estándar DRM, fue designado para ser usado en la banda o canal de frecuencia actual (canales de 9 o 10 KHz). Pero además, de ser necesario, DRM permite disponer de un canal con rango de banda mayor bien sea para audio o cualquier otra tarea que se quisiera efectuar, esto quiere decir que canaliza los canales hacia el ancho de banda requerido para efectuar cualquier transmisión.

Calidad de audio. Para lograr una mejora de audio, el estándar DRM utiliza la técnica avanzada de MPEG4-AAC. La cual es complementada con la técnica de replicación de banda espectral (SBR), esta aporta una capacidad de 25 Kbps.

Otras técnicas de codificación de audio de menor calidad, que permiten a este estándar liberar espacio, son utilizadas para otras tareas; entre estas técnicas se podría mencionar la CELP-MPEG4, la cual es usada para codificar voz hasta 10 Kbps, el HVXC para transmisiones de muy baja velocidad de hasta 6kbit/s.

Protección de errores e igualación del canal. El estándar DRM al igual que los anteriores utiliza la técnica de entrelazado temporal, y la corrección de errores sin canal de retorno (FEC/ Forward Error correction) con codificación multinivel basada en el código convolucional.

Transmisión en una red de frecuencia. Permite que las transmisiones se hagan mediante redes que emiten en una sola frecuencia. Así como además

brinda la posibilidad al receptor de seleccionar automáticamente la frecuencia más adecuada para un programa, en cualquiera de las bandas que se esté transmitiendo.

Modos de Transmisión del DRM

Para superar todas las causas adversas durante el proceso de transmisión, el sistema DRM posee cuatro modos de transmisión: A, B, C, D. (Martínez, 2008); a su vez tienen parámetros particulares que permiten elegir, según sea el tipo de propagación de la señal, la velocidad binaria de codificación y la modulación. Esto sin duda resulta ser importante a la hora de efectuar la transmisión, ya que la adecuada selección de estos modos de transmisión, hace que la señal sea recibida con mejor calidad, y además, de cierta forma garantiza el área de cobertura para una estación de radio. Estos cuatro modos de transmisión son resumidos en la Tabla 4.

Tabla 4 Modos de Transmisión DRM para Condiciones de Propagación y Bandas de Frecuencias.

MODOS DE TRANSMISIÓN	CONDICIONES TÍPICAS DE PROPAGACIÓN	BANDAS DE FRECUENCIAS
A	Canales de onda con desvanecimiento reducido	Ondas Kilométricas y Hectométricas
B	Canales selectivos en tiempo y frecuencia con dispersión de retardo superior	Ondas Hectométricas y Decamétricas
C	Como el modo de robustez B pero con dispersión Doppler Superior	Solo Ondas Decamétricas
D	Como el modo de robustez B pero con dispersión Doppler Superior	Solo Ondas Decamétricas

Martínez, (2008)

El modo A, Está conformado para que entregue la mayor velocidad binaria posible con cobertura mediante onda superficial. El B, es la opción que se puede utilizar cuando se requiera efectuar servicios con cobertura por onda ionosférica. Los modos C y D, se usan cuando hay presencia de condiciones ionosféricas más exigentes, tales como en trayectos largos con saltos múltiples o cuando se producen fuertes reflexiones.

La característica importante de los modos de transmisión más robustos, es que tienen el efecto de poder reducir la velocidad binaria, lo que influye en la calidad de audio, y que a su vez, le permite a cada modo de transmisión poder escoger el ancho de la banda ocupada por la señal a

transmitir. Esto varía de acuerdo al tipo de propagación que se utilice o se desee aplicar para la transmisión (Onda larga, media, corta).

Ventajas del estándar DRM

Los diferentes estándares estos proporcionan una potencial oportunidad para avanzar tanto en la búsqueda de la utilización del espectro en forma eficiente, así como también en otros aspectos (Económicas, Sociales, Educativos, entre otros). Es por ello que resulta interesante mencionar que el estándar DRM Según Cruz (2013), proporciona ciertas ventajas, entre las cuales están:

- Da a la industria de radiodifusión sonora la posibilidad de desarrollar sus actividades e ir reemplazando progresivamente los receptores analógicos.
- Permite ampliar las zonas de cobertura de las estaciones radiodifusión.
- Permite a las personas tener la posibilidad de no solo recibir señales de audio con mejor calidad, sino que además permite obtener información mediante el uso de otros datos adicionales.
- Las distorsiones ocasionadas por el desvanecimiento y propagación multitrayectos y otras son superadas, por lo que permite que la señal transmitida sea eficiente y en consecuencia, la información en el receptor sea más parecida a la original.
- Es compatible con las bandas actuales y futuras.
- Permite hacer un máximo uso de la infraestructura existen actualmente, lo cual hace mucho menor el gasto económico a las emisoras.

Desventajas del Estándar DRM

Dentro de las desventajas que este estándar puede proporcionar están las siguientes:

- La transmisión de datos con la utilización de este estándar es limitada
- Las transmisiones en FM están en proceso de diseño aun.
- Para efectuar las transmisiones simultáneas (digital y analógico) aún está siendo desarrollado.
- La disponibilidad de receptores es limitada.

ISDB (ESTÁNDAR INTEGRATE DIGITAL SERVICES BROADCASTING)

Nace como una solución versátil en cuanto a la digitalización de los sistemas de comunicación, ya que puede ser usado para las transmisiones tanto de televisión digital como de radio digital.

Fue desarrollado en Japón por la asociación ARIB, las primeras pruebas en el campo comenzaron en el año 1980 y finalmente fue aprobado como un estándar técnico en los años 1990. A su vez ISDB posee subestándares bases, como por ejemplo: El ISDB-S, el cual es usado para transmisiones de TV vía satelital; ISDB-T, mediante el cual se realizan

transmisiones terrestre y el ISDB-C usado para efectuar transmisiones por cable. (Cruz, 2008)

Estos subestándares son diseñados para funcionar en frecuencias y modulaciones determinadas, lo que hace posibles que puedan ser diferentes en cuanto a su funcionalidad se refiere por ejemplo:

- Para la banda de 12 GHz, se usa ISDB-S, y la modulación que se utiliza frecuentemente es PSK.
- Para las bandas VHF o UHF, se usa ISDB-T, y la modulación que se utiliza es M-QAM o QPSK.

Características del Estándar ISDB-T

Este estándar, al igual que los demás, posee aspectos propios que lo describen dentro de los cuales están:

- Es capaz de otorgar una variedad de servicios de audio, datos y video.
- Hace de la señal transmitida más robusta a interferencias.
- Permite la existencia y utilización de receptores separados e integrados que permitan captar audio, video y datos.
- Acomoda redes de frecuencias únicas.
- Es compatible con servicios digitales y analógicos existentes.

Modos de Transmisión del ISDB

Para efectuar una transmisión en ISDB existen tres modos útiles, que a su vez son responsables de otorgar una gran variedad de frecuencias útiles, según lo que se desee transmitir, así como por otra parte también permite tener 4 posibles longitudes de intervalos de guarda para el diseño de una transmisión.

El uso adecuado de estos tres modos de transmisión, mejoran la recepción y a su vez facilitan el proceso de corrección de errores producidos durante la transmisión de señales. Estos 3 modos y algunos otros aspectos pueden ser observados en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Modos de Transmisión del Sistema ISDB-T, S, C.

MODOS DE TRABAJO	MODO I	MODO II	MODO III
NÚMERO DE SEGMENTOS	1	3	
ANCHO DE BANDA DEL CANAL DE REFERENCIA	6	7	8
ESPACIAMIENTO ENTRE PORTADORAS	4,5,5,3	2,2,3,1,3	1,1,2,1,3

NÚMERO DE PORTADORAS DE ACUERDO AL NÚMERO DE SEGMENTOS	109,323	217,649	433,1297
MODULACIÓN DE PORTADORAS	DQPSK	QPSK	QAM

Martínez (2008) Sotelo, R y otros (2011)

Ventajas del estándar ISDB-T

Son numerosas las mejoras que este estándar al igual que todos los demás estándares proporcionan, dentro de las cuales están:

- Alta calidad en el audio, esto se debe a que aplica técnicas que permiten la compresión del mismo.
- Facilita la selección de la programación en una estación de radiodifusión.
- Robustez a la señal a transmitir, pues la hace más fuerte a las posibles interferencias a las que está sometida durante el proceso de transmisión.
- Flexibilidad, ya que permite por medio de un mismo ancho de banda o canal transmitir diferentes datos.
- Aporta ventajas importantes relacionadas con la potencia usada en la transmisión ya que mediante este estándar la utilizada durante el proceso de suele ser menor.

Desventajas del estándar ISDB-T

Entre las desventajas que puede proporcionar la utilización de este estándar están:

- Por ser un estándar relativamente nuevo es poco utilizado por diferentes países.
- Fue creado en principio para ser utilizado solo en Japón lo que ha retardado el proceso de desarrollo de este estándar para la utilidad del mismo en otros países.

CONCLUSIONES

Con la era de la digitalización en la radiodifusión, aparecen nuevas técnicas de modulación, que difieren de las que actualmente son utilizadas y cuyo objetivo principal es el de hacer que las señales portadoras transmitidas sean más robustas a las interferencias, a las que comúnmente están expuestas cuando se efectúa el envío de datos. Las técnicas de modulación utilizadas son propias de cada estándar según sea el modo de funcionamiento requerido por cada estación de radio digital.

Existen semejanzas entre los estándares; entre las que se pueden mencionar: (a) la flexibilidad de operación, (b) el uso más eficiente del espectro de frecuencias, el requerir menor potencia al momento de efectuar las transmisiones, mejoran considerablemente el audio de los sonidos que se transmiten, pero además incorporan novedosos y mejores servicios, como son el envío de datos en tiempo real.

Finalmente, en relación al contexto Venezolano pudiera considerarse en base a la investigación que principio el uso del estándar DRM, sería una buena alternativa, para la digitalización de las transmisiones de la radio, pues permite la convivencia de la banda de frecuencia de AM que actualmente opera en el país, ya que el estándar DRM opera entre frecuencias comprendidas en el rango de los 150 KHz y 30 MHz. Por otra parte, otra opción que pudiera ser considerada útil para su futura implementación en Venezuela, es el uso del estándar DAB, el cual opera en una banda de frecuencia diferente a la actual, lo que permitiría dejar funcional la banda comprendida entre 88MHz y 108MHz actual, haciendo posible que las estaciones de radio cuya transmisiones continúen siendo analógicas en la se mantengan en funcionamiento, esto daría flexibilidad en el desarrollo del proceso de digitalización.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Blanco, Y. (2009). La radio Convencional frente a la Radio Digital Multimedia.[Tesis. Universidad Central de Venezuela]. Caracas. Disponible en: es.scribd.com/doc/288033644/Radio-Convencional-Frente-a-Radio-Digital-Multimedia-Empastada [Consulta: 2016, Mayo, 02].

Bonet, M (2007) Nuevos caminos para la radio. Un proceso productivo digital para un negocio analógico. Revista TELOS. . N° 73/2007 [Artículo en línea] disponible en: <https://telos.fundaciontelefonica.com/telos/articuloperspectiva.asp?idarticulo=1&rev=73.htm>[Consulta: 2016, Marzo, 15].

Campos. F. (2011). El nuevo escenario mediático. Zamora: Comunicación Social Ediciones y Publicaciones. Disponible en: <http://swbplus.bsz-bw.de/bsz354518666inh.pdf;jsessionid=E9629249E1DBC75B428A8B3D31AD5D05?1379076173871> [Consulta: 2016, febrero, 22].

Comisión Federal de Comunicaciones (FCC),_(s/f). La radio digital. [Página web en línea]. Consultado el 18 de febrero de 2010 en:

<https://transition.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/digitalradio.html>[Consulta : 2016, Febrero, 10].

Cortes, C (2005) [La radio digital. Revista latinoamericana de comunicación CHASQUI](#). N° 0895/2005 [Artículo en línea] disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/160/16008915.pdf>. [Consulta: 2016, Febrero, 13].

Cruz, G. (2013) La digitalización de la Radio en México. Una asignatura pendiente en la reforma de los medios de comunicación. [Tesis. Universidad Autónoma Nacional de México]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707299/0707299.pdf> [Consulta: 2016, abril 28].

Cruz, O. (2008) Recepción Móvil de la señal DRM en la banda de 26 MHz en México. [Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México]. México. Disponible en: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8294/Tesis_Completa.pdf?sequence=1. [Consulta: 2016, Abril, 3].

Faller C; Juang, B; Kroon, P; Lou, H; Ramprashad, S; Sundberg, C. (2002) Technical Advances in Digital Audio Radio Broadcasting. Proceedings of the IEEE, VOL. 90, N°. 8. Disponible en: <http://users.ece.gatech.edu/~juang/Publications/dab.pdf> [Consulta: 2016,

Huerta, J. Amieva, R y Anta, A. (2013). Presente y futuro de la radio digital: factores tecnológicos determinantes en su adopción y desarrollo. Revista de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación. N° 5/2013 [Artículo en línea] [disponible en: http://www.adcomunicarevista.com/ojs/index.php/adcomunica/article/viewFile/91/118](#) [Consulta: 2016, Enero, 30].

Moumtadi, F; Delgado, J y Vives, V. (2010) Consideraciones técnicas de los estándares de radio digital terrestre DAB e IBOC. Revista Ingeniería Investigación y tecnología de la UNAM. N° 3/2010. Vol.XII [Artículo en línea] disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40420773012> [Consulta: 2016, febrero, 15].

Perales, T. (2005). Tecnología de los Sistemas DAB, DVB, IBOC Y ATSC. Radio y Televisión Digitales. (4ª Edición). México. Pearson Educación México S.A. de C.V.

Pérez, X (2013) Retos de la radio en los escenarios de convergencia

digital. Revista de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación. N° 5/2013 [Artículo en línea] disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/66516/105-242-1-PB.pdf?sequence=1> [Consulta: 2016, febrero, 22].

Rojo, P (2006) Prensa y convergencia tecnológica: Claves para la definición de un nuevo modelo de negocio periodístico en la era digital. Revista ZER. . N° 20/2007 [Artículo en línea] disponible en: <http://www.ehu.eus/zer/hemeroteca/pdfs/zer20-19-rojo.pdf> [Consulta: 2016, Marzo, 05].

Salinas, M. (2012). Comparación de tecnologías de radio digital para su aplicación en México. [Universidad Autónoma de México. DF]. Disponible en: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/161> [Consulta: 2016, Abril, 10].

Sotelo, R; Duran, D y Joskowicz, J. (2011) Sistema de Transmisión ISDB-T. Memoria de trabajos de difusión científica y técnica. N°9. [Artículo en línea] disponible en: file:///C:/Users/CARLOS%20MARMOL/Desktop/web_descarga_240_Sistema_de_transmisi%20n%20ISDB-T.-Sotelo_Durn_Joskowicz.pdf [Consulta: 2016, marzo, 19].

Usiña, P. (2004). Estudio de la factibilidad para la implementación de difusión del sonido digital terrestre y satelital y propuesta del marco jurídico que reglamente este Servicio.[Tesis. Escuela Politécnica de Quito]. Ecuador. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10948> [Consulta: 2016, Marzo, 30].