

Tecnologías de Radio Digital

Ana Lorena Velásquez
Edwin Mudarra

Facultad de Ingeniería Eléctrica
Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen - Este artículo se concentra en las tecnologías de radio digital, las cuales han tenido un mayor desarrollo en los últimos años debido a la tendencia global de adoptar las nuevas tecnologías digitales en radio y comunicaciones. Tiene aplicaciones tanto en medios de transmisión terrestre como satelital y provee muchas ventajas en comparación con los sistemas analógicos convencionales utilizados en la actualidad. Los sistemas de Radio Digital emplean la técnica de modulación COFDM, que reduce los problemas de transmisión e interferencias por multitrayectoria.

Palabras Claves - Radiodifusión, radio digital, sistemas DRM, sistemas DAB, COFDM.

1. Introducción

Al contrario de lo que muchos piensan, la tendencia en las comunicaciones no ha evolucionado de la analógica a la digital. De hecho, el primer medio práctico de comunicación fue el Código Morse, que a pesar de no ser binario, se considera digital [1]. Sin embargo, fue la comunicación analógica la que tuvo un desarrollo más rápido, debido a su fácil implementación y diseño de sistemas.

Pero con los nuevos avances tecnológicos, esto ha ido cambiando; siendo digitales la mayoría de las señales que se utilizan en la comunicación moderna (como los códigos para los caracteres alfanuméricos y los datos binarios utilizados en los programas de computadora) además del uso de métodos de digitalización de señales analógicas para su transmisión a través de canales digitales, lo que brinda una mejor calidad, con una reducción de la distorsión, así como una mejora en la relación señal a ruido.

La radiodifusión facilita percibir como se ha ido dando la transición de la comunicación analógica a la digital, ya que hace referencia a la distribución de audio y/o señales de video que transmiten los programas a una audiencia.

La digitalización de las emisiones por ondas terrestres de los servicios de televisión y radio se caracteriza por mejorar la calidad de imagen y sonido en la recepción, lograr una mayor inmunidad frente a ruido e interferencias, e incrementar la flexibilidad para la gestión de información. También se logra una mayor eficiencia en el uso de las frecuencias. A modo indicativo, en el ancho de banda necesario para la emisión de un programa analógico de televisión, pueden transmitirse cuatro o cinco programas digitales de calidad similar, o bien un canal digital de alta definición. Este ahorro permite aumentar el número de programas emitidos en el mismo ancho de banda, o dedicar el ancho de banda sobrante para la introdu-

cción de nuevos servicios. Además, las señales de radiodifusión digital pueden recibirse tanto desde terminales fijos como desde terminales portátiles o móviles.

Este artículo describe las características de la radio digital, haciendo referencia a las ventajas que ofrece ésta sobre la radio analógica; incluye las nuevas tecnologías de radio digital, su desarrollo y aplicaciones, tanto en medios de transmisión terrestre como satelital.

2. Comparación entre Radio Digital y Analógica

La radio digital consiste en la transmisión y la recepción de sonido que ha sido procesado utilizando una tecnología comparable a la de un CD (Ver Figura 1). En síntesis, un transmisor de radio digital convierte sonidos en series de números, o dígitos, de ahí el término "radio digital"; por el contrario, las radios analógicas tradicionales convierten los sonidos en series de señales eléctricas que se asemejan a ondas de sonido.

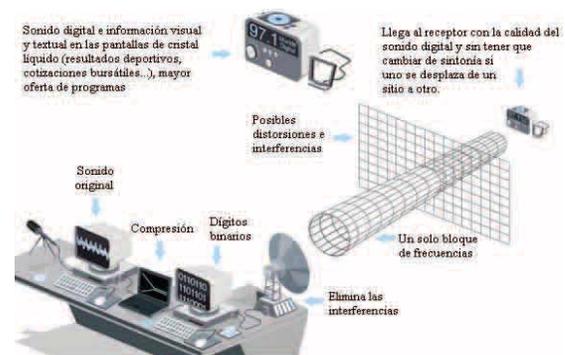


Figura 1. Esquema del sistema de radio digital

Entre las ventajas de la radio digital sobre la analógica se tienen: **Sonido:** La calidad de sonido de la radio digital es superior a la de la analógica. También se podría decir en forma de una analogía: la radio digital es a la radio analógica como los CD han sido para el disco de vinilo. La radio digital no sufre los efectos de las interferencias causadas por las condiciones atmosféricas adversas o por otros equipos eléctricos que deterioran las emisiones analógicas.

Con la radio digital se obtiene un sonido limpio y claro en todo momento, y no importa que tan lejos se traslade el usuario. La transmisión digital utiliza las ondas radiofónicas de manera más eficiente que la analógica, lo cual significa que los emisores pueden ofrecer más programas y servicios.

Interferencia: Las señales de radio digital corresponden a dígitos binarios (bits), los cuales son transportados por las ondas radiales de manera que resultan más resistentes a las interferencias. Se puede oír sin las molestas interrupciones provocadas por la orografía.

Información extra: Ahora también se puede recibir información visual. Los nuevos aparatos de radio digital tienen pantallas de cristal líquido (LCD) que muestran información textual complementaria de lo que se está escuchando.

Se puede obtener información sobre los resultados deportivos, el nombre del grupo musical que se este escuchando o detalles sobre el título y el artista. Algunos aparatos tienen pantallas con la capacidad de hacer "scroll" (la información va pasando a lo largo de la pantalla: de arriba a abajo, o de izquierda a derecha) lo que permite

mostrar hasta 128 caracteres de una sola vez.

Compresión de audio: Con la modulación de frecuencia se utiliza la compresión de audio en casi todas las radioemisoras por razones técnicas. Aunque tiene muchas ventajas, los amantes de la música de alta fidelidad pueden sentirse irritados por la compresión del sonido. En el caso de la radio digital no es imprescindible comprimir la señal con el fin de proporcionar un sonido más nítido [2].

3. Modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex)

Consiste en una modulación que permite transformar las señales de audio analógicas a una codificación digital. El empleo de esta técnica reduce considerablemente los problemas en la transmisión "broadcast (emisión)" en cuanto al deterioro de la señal debido a resultados por cambios en las condiciones climatológicas, otro de los beneficios es que la interferencia por multitrayectoria es eliminada o minimizada en la señal de Radio Digital. Esto permite diseñar redes de frecuencia única, consiguiendo que la mayor parte de las señales que entran en el receptor se sumen, es decir, que contribuyan positivamente a la recepción, el resultado es sonido de alta calidad para las transmisiones.

La modulación COFDM se basa en que los máximos de cada portadora se hacen coincidir con los ceros de las otras.

4. Tecnología de Transmisión de Radio Digital

Las tecnologías para la radio digital pueden dividirse en dos grandes grupos según la plataforma de transmisión: Radio Digital Satelital y Radio Digital Terrestre.

De los sistemas y servicios patentados de radio digital satelital en la banda S de los Estados Unidos se tienen: XM Satellite, basado en satélites geoestacionarios y Sirius, que usa satélites de alta órbita elíptica HEO.

Entre los sistemas de Radio Digital Terrestre se encuentra el servicio de transmisión IBOC "In-Band On-Channel", para las bandas existentes en AM y FM. Un segundo estándar y de procedencia europea es DAB, en las bandas VHF o L. Otro de los estándares importantes es DRM, empleado para frecuencias inferiores a 30 Mhz. Por último, se tiene el formato japonés ISDB "Integrated Services Digital Broadcasting", inaugurado en 2003, y se emplea tanto para servicios de radio como de televisión.

A continuación se describirán dos de las tecnologías de radio digital terrestre que han tenido un mayor desarrollo: el sistema de transmisión DAB y DRM.

4.1. DAB (Digital Audio Broadcasting)

El sistema DAB también llamado EUREKA 147 está diseñado para receptores tanto domésticos como portátiles y en especial para la recepción en automóviles, para la difusión por satélite y terrestre y además, permite introducir datos. Con el sistema DAB, la mayor parte de las señales que entran en el receptor contribuyen positivamente a la recepción [3].

La técnica DAB permite introducir muchos canales en el espectro y con ello muchos programas. Además, el sistema permite transmitir un gran número de programas por medio del multiplexor, dependiendo de la calidad que se requiera; dado que la señal DAB puede transportar 1.5 Mbps de información. Igualmente, existe la capaci-

dad de transmitir otra información de servicio como puede ser el estado del tráfico en las autopistas o carreteras, partes meteorológicos o emergencias. El resultado de toda la información empaquetada se llama "DAB ensemble". La salida del multiplexor se llama ETI "Ensemble Transport Interface", la cual es un interfaz de 2 Mbps. En la Figura 2 se muestra el proceso de generación de una señal DAB

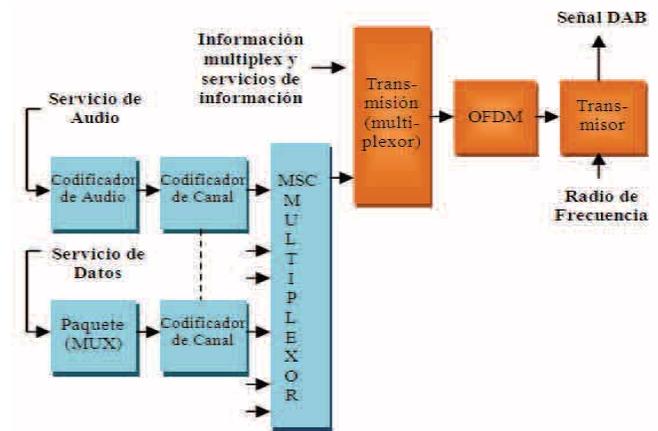


Figura 2. Proceso de Generación de la Señal DAB

En la transmisión analógica de audio, la señal que llega al receptor en un canal multitrayecto se altera por diversos efectos físicos. Debido a estos problemas en la transmisión, se ha desarrollado la modulación COFDM. La trama ETI se distribuye en 1536 portadoras en modo 1 y cada una de ellas está modulada en QPSK (cambio de fase por cuadratura) a la correspondiente baja velocidad. Las portadoras están colocadas de forma que una no influya en las demás. Como resultado el periodo de cada símbolo es superior que cualquier retardo de la señal.

Además, se introduce un intervalo de guarda para eliminar interferencias entre símbolos adyacentes. El receptor entonces encuentra una señal libre limpia, sin interferencias. Como la información se distribuye entre varias portadoras, sólo algunas partes de ésta se destruirán si existe desvanecimiento selectivo de frecuencia, mientras que en métodos de portadora única toda la información se perdería. La información perdida se podría recuperar con la ayuda de los métodos de corrección de errores.

La relación entre la potencia pico y la potencia media de la señal está entre 8 a 10 dB. El amplificador del transmisor debe ser capaz de transmitir una potencia pico con extrema linealidad, si no fuera así aparecerán productos de intermodulación dentro y fuera de la señal DAB, esto degradaría la relación señal a ruido y provocaría interferencias con otros servicios.

El sistema DAB es el avance tecnológico más importante en las emisiones terrestres de radiodifusión desde la introducción de la FM estéreo. Tiene múltiples ventajas, debido a las siguientes características:

Eficiencia en la utilización del espectro y la potencia: Se utiliza un solo bloque para una red nacional, territorial o local terrenal, con transmisores de baja potencia.

Mejoras en la recepción: Permite superar los efectos que la propagación multitrayecto produce en los receptores estacionarios, portátiles y móviles, protegiendo la información de interferencias y perturbaciones.

Rango de frecuencias de transmisión: El sistema DAB está diseñado para poder funcionar en el rango de frecuencias de 30 MHz a 3000 MHz.

Distribución: Se puede realizar por satélite y/o transmisiones terrenales o de cable utilizando diferentes modos que el receptor detectará automáticamente.

Calidad de sonido: Es equivalente a la del disco compacto. Utiliza un sistema de compresión de sonido llamado MUSICAM para eliminar la información no audible y reducir la cantidad de información a transmitir.

Multiplexado: Permite multiplexar y seleccionar entre varios programas y servicios de datos para formar un bloque y ser transmitidos juntos, obteniendo la misma área de servicio para todos ellos.

Capacidad: Es de aproximadamente 1.5 Mbit/s en cada bloque (multiplexor). Lo que por ejemplo, permite transportar 6 programas estéreo de 192 Kbps cada uno, con su debida protección y con servicios adicionales.

Flexibilidad: Los servicios puede estructurarse y configurarse dinámicamente. El sistema puede acomodar velocidades de transmisión entre 8 y 380 Kbps con la protección adecuada.

Servicios de Datos: Además de la señal de audio digitalizada; en el multiplexor se transmiten otras informaciones:

*El canal de información: Transporta la configuración del multiplexor, información de los servicios, fecha y hora, servicios de datos generales.

*Los datos asociados al programa: se dedican a la información directamente relacionada con los programas de audio: títulos musicales, autor, texto de las canciones, entre otros.

*Servicios adicionales: se dirigen a un grupo limitado de usuarios. Por ejemplo: cancelación de tarjetas de crédito robadas, envío de textos a tableros de anuncios electrónicos, etc. Los datos se reciben a través de una pantalla incorporada al receptor.

*Cobertura: puede ser local, regional, nacional y supranacional. El sistema añade positivamente las señales procedentes de diferentes transmisores en el mismo canal, estableciendo redes de frecuencia única que cubren un área determinada [4].

4.2. DRM (Digital Radio Mondiale)

El consorcio DRM creó un sistema con el mismo nombre (DRM) con el objetivo de establecer un sistema digital para las bandas de radiodifusión con modulación de amplitud, onda larga, onda media y onda corta, y es un estándar para la radiodifusión [5].

Los sistemas de radiodifusión digital comprenden distintas etapas de transmisión. Primero, la señal de audio se convierte en digital, normalmente con una reducción en la velocidad binaria, conforme a las características de la señal y el audio codificado, se multiplexa con otras señales de datos que conforman la señal a transmitir. Luego se codifican los datos y se convierten en una señal de radiofrecuencia para su transmisión adecuada.

Un multiplexor combina tres componentes, que juntos suministran la información necesaria para que el receptor sincronice la señal y determine qué parámetros se han utilizado en la codificación, para de esta forma, poder decodificar los canales de audio y datos que contiene. Estos componentes son: audio y datos, que se combinan en el multiplexor formando un flujo denominado canal de

servicio principal.

El multiplexor utiliza tres canales, uno principal y dos canales subsidiarios de información:

El canal de servicio principal (MSC "Main Service Channel"): contiene la información de todos los servicios contenidos en el multiplexor. La velocidad binaria depende del ancho de banda del canal y el modo en que se este transmitiendo.

El canal de acceso rápido (FAC "Fast Access Channel"): se utiliza para la selección rápida de la información del servicio.

El canal de descripción del servicio (SDC "Service Description Channel"): contiene la información para decodificar el canal de servicio principal.

El sistema DRM también utiliza modulación COFDM. En el sistema DRM el número de subportadoras varía desde 88 a 458, dependiendo del modo y del ancho de banda ocupado.

Cada símbolo OFDM está formado por un conjunto de sub-portadoras que se transmiten durante un tiempo. La duración del símbolo es la suma de dos partes: una parte útil y un intervalo de guarda, que consiste en una continuación cíclica de la parte útil. Esto permite diseñar redes de frecuencia única y evitar los problemas de la recepción de multitrayectoria, consiguiendo que la mayor parte de las señales que entran en el receptor contribuyan de manera positiva a la recepción.

Entre los parámetros más importantes en la codificación del canal tenemos:

- Modos del sistema DRM
- Ocupación del espectro
- Modulación y niveles de protección.

5. Aplicaciones Actuales de la Radio Digital

La radio con el pasar de los años se ha ido reinventando, abandonando su funcionamiento tradicional y haciendo uso de la tecnología digital. Últimamente se esta desarrollando con mayor auge la radio web, que es una vía de comunicación musical, sin costos, a nivel mundial.

Una importante aplicación de la radio digital consiste en que una emisora se puede escuchar en una misma frecuencia en todo el territorio del estado, mediante una tecnología que permite el uso de las señales directas y también reflejadas.

Otra de las ventajas es que se escucha sin interferencias y con una alta calidad de sonido, teniendo una mejor recepción y permite la trasmisión de información en tiempo real. Existen pocos receptores digitales y los que existen son costosos, debido a que esta tecnología es novedosa. La radio digital satelital, cuyos precursores fueron dos compañías norteamericanas (Sirius y XM), no ha sido totalmente acogida, ya que se ha desarrollado en pocos países, y no abastece la diversidad de idiomas, además de que los usuarios están acostumbrados a un medio gratuito.

La radio digital sin ninguna duda, seguirá innovando, se generalizará e impondrá, ya que sus prestaciones son notablemente mayores que las que ofrece la radio analógica

6. Discusión Final

A pesar de las grandes ventajas y de los nuevos servicios que pueden proveer los diferentes estándares de radio digital, estas no están disponibles aún; hay dos razones para ello: operan con

diferentes estándares, ofrecen diferentes servicios y son plataformas tecnológicas cuyo acceso se basa en suscripción.

La radiodifusión sonora en FM se está moviendo gradualmente al estándar DAB, pero la cobertura FM en 88-108 MHz es limitada. Para muchos radiodifusores, las ventajas de un sistema complementario de radiodifusión digital por debajo de 30 MHz resultan claras. La implementación de la radio digital en las actuales bandas AM posibilita a los operadores el suministrar servicios exitosamente.

DRM es un estándar abierto para la difusión en bandas por debajo de 120 MHz, con compatibilidad de las bandas y uso del espectro actual y futuro, asegura una migración suave desde la radiodifusión analógica a la digital.

Permite una mejor calidad de sonido y mayores servicios para los oyentes.

Agrega disponibilidad de receptores de bajo costo a través de

una especificación del sistema no propietaria y permite una máxima reutilización de la infraestructura de radiodifusión existente.

Referencias

- [1] R. Blacke, Sistemas electrónicos de comunicaciones, 2a Ed., Internacional Thomson Editores S.A., México, 2004.
- [2] CIRT, Ventajas de la Radio Digital, http://www.cirt.com.mx/tecnología_julio2004.html, [consultado 2 de julio de 2008].
- [3] J.M. Huertas, El Sistema DAB: <http://www.rtve.es/dab/queesdab.html>, Octubre de 2002 [consultado 14 de octubre de 2008].
- [4] Enciclopedia Wikipedia Características de Sistemas DAB, <http://es.wikipedia.org/wiki/DAB>, Agosto de 2004 [consultado 10 de octubre de 2008].
- [5] J.M. Huertas, El Sistema DRM: http://www.rtve.es/drm/docs/sistema_drm.pdf, Febrero 2006 [consultado 14 de octubre de 2008].



CENTRO DE PROYECTOS

Proveer al sector público, privado y a la comunidad en general, servicios de Investigación, Postgrado y Extensión, en las áreas de Arquitectura y de las Ingenierías Civil, Mecánica, Eléctrica, Industrial, Geodesia y afines de forma rentable, eficiente y oportuna.



Sede Tocumen, Vía Domingo Díaz, hacia el Aeropuerto.
Tel: 290-8416 Fax: 290-8417