

SIMULACIÓN DEL SISTEMA DAB DE RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL

Daniel José Martínez Fuentes, José Manuel Riera Salís
Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid
Ciudad Universitaria, s/n, 28040 Madrid
Correo electrónico: riera@grc.ssr.upm.es

ABSTRACT

The DAB system performance is analysed by means of computer simulations using Matlab version 5.1. For that purpose, different kinds of interfering signals and gaussian noise are introduced to study the tolerance of the four transmission modes of the system defined by ETSI [1].

The main objective of these simulations is to test the ability of the DAB system to operate under different conditions, including the gaussian channel (representative of fixed reception), the presence of narrow-band or DAB interfering signals, and the intense multipath characteristic of mobile reception (both for rural and urban environments). Protection ratios, as well as guides for the use of the different protection profiles will be determined. Some results regarding the use of the four transmission modes will also be mentioned.

1. INTRODUCCIÓN

La principal causa que ha motivado el desarrollo del sistema de radiodifusión digital (DAB) es la calidad. Los actuales sistemas de radiodifusión sonora, basados en modulación de frecuencia, no han alcanzado los niveles esperados ya que su diseño se realizó pensando en antenas receptoras fijas de cierta directividad, mientras que en la práctica se utilizan receptores portátiles con antena incorporada.

El empleo de redes de frecuencia única (SFN) para la implementación de estos sistemas permite una utilización más eficaz del espectro radioeléctrico; así como la instalación de transmisores de menor potencia que permiten definir con gran precisión la zona de cobertura.

La digitalización progresiva de las comunicaciones hace viable que los sistemas DAB transmitan cualquier tipo de información independientemente de su aplicación. Por ello, las redes asociadas a estos sistemas se convierten en nuevas redes de transporte para una amplia gama de servicios más allá de los tradicionales de radiodifusión sonora.

A continuación se presenta una parte de los resultados obtenidos mediante la simulación computacional del sistema DAB. Se

analiza el comportamiento del sistema en presencia de ruido gaussiano y diferentes tipos de interferencias, así como su robustez, gracias a la modulación OFDM, frente a la propagación multitrayecto. Las simulaciones se han realizado para distintos niveles de protección, los cuatro modos de transmisión establecidos y para la banda III de VHF. Casi todos los resultados son válidos también para la banda L de UHF, exceptuando los relativos a multitrayecto.

2. RUIDO GAUSSIANO

La única perturbación existente en estas simulaciones es ruido gaussiano. La figura 1 corresponde a la tasa de error a la salida del decodificador de Viterbi para distintos niveles de protección, en función de la relación C/N. El parámetro IC (Índice del código) es la tasa media del código convolucional empleado. Los valores elegidos son representativos de los principales perfiles de protección previstos en el sistema.

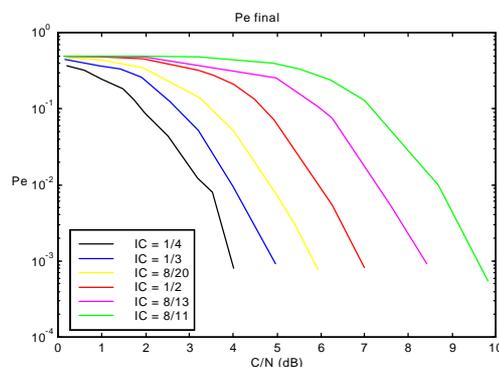


Figura 1. Probabilidad de error final en canal gaussiano. Modo III

Observando las curvas de la figura 1 se puede apreciar que es necesaria una mínima relación C/N, dependiente del índice de codificación, para que la codificación convolucional reduzca de forma sustancial la tasa de error. Las abruptas pendientes de las curvas, con importantes variaciones en un margen de 2dB, ponen de manifiesto la importancia de una buena planificación que mantenga estable la relación C/N para evitar grandes cambios en la calidad de la señal recibida.

3. INTERFERENCIAS

Se han simulado distintos tipos de señales interferentes: interferencia de banda estrecha coincidente con una portadora DAB; interferencia de banda estrecha equiespaciada entre dos portadoras DAB; interferencia DAB sincronizada; interferencia DAB con desplazamiento en frecuencia.

La interferencia de tipo DAB presenta una perturbación similar al ruido gaussiano. Los resultados para este tipo de interferencias son muy similares a los de la figura 1, cambiando la C/N por C/I. En las interferencias de banda estrecha se aprecian diferencias notables entre los cuatro modos de transmisión. Como consecuencia de la diferente separación entre portadoras y el desigual número de bits/s asignados a cada una de ellas, la señal DAB estará afectada en mayor o menor medida por la señal interferente, como se puede apreciar en la figura 2.

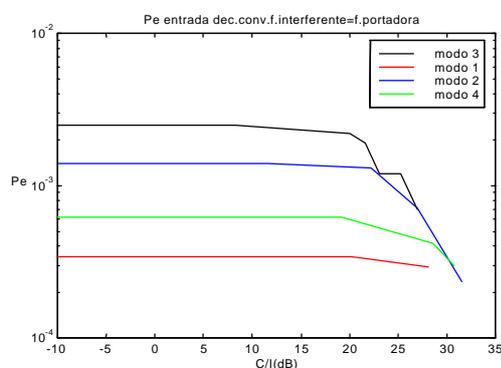


Figura 2. Probabilidad de error antes de Viterbi con interferencia de banda estrecha coincidente con portadora DAB.

En la figura 2, se puede observar que para valores de relación C/I inferiores a 20dB la tasa de error permanece constante. Esta tasa se corresponde con un número de bits erróneos igual a la mitad de los asignados a cada portadora. Al coincidir la interferencia con una portadora de la señal DAB, el resto de portadoras de la señal no están afectadas gracias a la ortogonalidad de la modulación OFDM. Por tanto la tasa de error puede estimarse en la mitad del inverso del número de portadoras de cada modo.

4. OPERACIÓN EN SFN

Con la realización de estas simulaciones se pretende evaluar el comportamiento del receptor al recibir dos o tres señales idénticas DAB, procedentes de dos ó tres transmisores de una red de frecuencia única (SFN). En la figura 3 se presentan los resultados correspondientes a la recepción de dos señales, de idéntica potencia, procedentes de dos transmisores diferentes. Mientras que el retardo con que llega la segunda señal se mantenga por debajo del intervalo de guarda (0,25 ms), la tasa de error tomará valores despreciables antes del decodificador convolucional, que se traducen en tasa de error nula después del mismo. Sin embargo, al

superarse la protección por tiempo de guarda, la probabilidad de error experimenta un crecimiento sustancial que sólo al principio se compensa con la codificación convolucional. Téngase en cuenta que en el ejemplo representado se utiliza la máxima protección (IC = 1/4). Con un nivel inferior de protección la tasa de error final se incrementa mucho antes. En las simulaciones se confirma que el modo I de transmisión es el idóneo para operar en SFN ya que es el que posee un mayor intervalo de guarda.

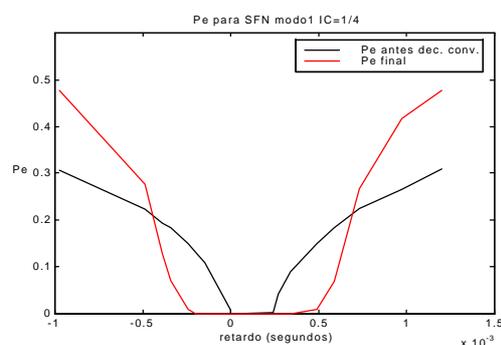


Figura 3. Efecto de la interferencia de un segundo transmisor de la red SFN

5. MULTITRAYECTO

Con el objetivo de comprobar el funcionamiento del sistema DAB para receptores móviles, se han realizado una serie de simulaciones para medios rurales y urbanos con receptores desplazándose a velocidades de 120Km/h y 15Km/h respectivamente. Los modelos de canal han sido tomados del informe final del proyecto COST 207 [2]. Las curvas obtenidas a partir de las simulaciones muestran importantes diferencias entre los distintos modos de transmisión, como puede ser la existencia de una tasa de error irreductible para bajos niveles de protección del modo I que no se da en otros modos. Asimismo se aprecia la necesidad de utilizar un mínimo nivel de protección para garantizar la calidad de recepción.

6. CONCLUSIONES

En este documento se han descrito algunos de los resultados obtenidos mediante simulaciones del sistema DAB de radiodifusión sonora digital. Mediante estas simulaciones se ha evaluado el comportamiento del sistema frente a una amplia gama de perturbaciones tales como ruido gaussiano, diferentes tipos de interferencia, y multitrayecto en entornos rural y urbano.

7. REFERENCIAS

- [1] ETS 300 401, "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers", 2nd edition, May 1997.
- [2] Final Report of COST 207. "Digital Land Mobile Radio Communications"