

# ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL SISTEMA DAB DE RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL

Iván Cano Cediel, 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

An experimental campaign has been carried out to test the performance of the DAB system defined by ETSI [1]. Measurements have been taken in different environments (urban, suburban, rural, open) to analyze their influence on the radioelectric coverage. This document briefly describes the experimental setup and some results. It specially emphasizes the multipath effect in different environments and its consequences in the bit error rate (BER).

## 1. INTRODUCCIÓN

Recientemente, en España, se han llevado a cabo medidas de las prestaciones del sistema de radiodifusión sonora digital definido por el ETSI [1], conocido comúnmente mediante las siglas DAB (Digital Audio Broadcasting). Para la realización de las medidas de campo se desplegaron un cierto número de transmisores en algunas ciudades, y se habilitó un vehículo para realizar medidas de potencia recibida, tasa de error y otros parámetros del sistema, en diferentes localizaciones.

Las medidas se refieren a recepción fija, con antena de tipo dipolo situada a 10 metros de altura, y recepción móvil, con antena de tipo monopolo situada sobre el techo del vehículo. Otras medidas realizadas se corresponden a la implementación de redes de frecuencia única, y a analizar otros factores secundarios. Dado que la descripción detallada del equipamiento de medición conllevaría una longitud excesiva, no será expuesto aquí, pudiendo ser consultado en [2], que describe una campaña similar de medidas.

## 2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El presente artículo presenta un breve resumen de algunos de los resultados obtenidos en dicho proyecto. Para ello se presentan tres casos representativos, dos de ellos correspondientes a recepción móvil, en entornos rural y urbano, y un tercero correspondiente a recepción fija. Puesto que las medidas se realizaron en la banda III de VHF, de características de propagación muy conocidas, los resultados se refieren a aspectos relacionados con el sistema DAB.

### 2.1. Entorno móvil Urbano

El recorrido consiste en un trayecto de aproximadamente 25 Km, en un entorno caracterizado por un alto grado de edificación. En la figura 1 se muestra la potencia recibida frente a la tasa de error. Caben resaltar los siguientes aspectos:

- El rango de variación de la potencia recibida es muy amplio, comprendido entre los  $-100$  dBm a  $-38$  dBm. Niveles tan bajos tienen su explicación en que parte del trayecto transcurre por una depresión topográfica en la que no existe cobertura desde el transmisor empleado. La sincronización del receptor se pierde cuando la potencia recibida es inferior a  $-95$  dBm, con tasas de error entre 0,2 y 0,5.
- Existencia de un fuerte multitrayecto. La presencia de numerosos edificios ubicados entre el transmisor y el receptor dificulta la existencia de un rayo directo. La señal se propagará mediante los fenómenos de reflexión y difracción, llegando diversas réplicas de la misma señal con distintos retardos.

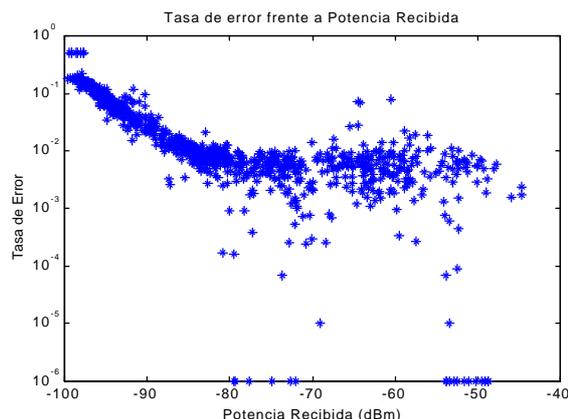


Figura 1. Potencia recibida frente a tasa de error.

El efecto combinado del multitrayecto y el efecto Doppler, debido al movimiento del receptor, es claramente apreciable en la figura, donde la tasa de error no depende de la potencia recibida, manteniéndose estable en torno al valor de 0.01.

Asimismo se observan algunos puntos en los que la tasa de error disminuye notablemente. En ellos cabe esperar la existencia de una fuerte predominancia de uno de los rayos frente al resto.

## 2.2. Entorno móvil rural abierto

En esta ocasión las medidas fueron llevadas a cabo en un medio "rural abierto", es decir, caracterizado por la ausencia de una alta concentración de edificios y de fuertes irregularidades en el terreno. En la figura 2 aparece, nuevamente, la representación de la potencia recibida frente a la tasa de error.

Como puede apreciarse el nivel de la señal recibida es bajo, manteniéndose por debajo de los  $-80$  dBm. Una vez más podemos observar la pérdida de sincronismo del receptor, aunque en esta ocasión se produce cuando la potencia es inferior a  $-98$  dBm.

Al tratarse de un entorno abierto, el multirrayecto no tiene gran influencia, pudiendo observarse una gran dependencia de la tasa de error con la potencia recibida, que sigue aproximadamente una relación exponencial negativa, característica de la recepción en canal gaussiano.

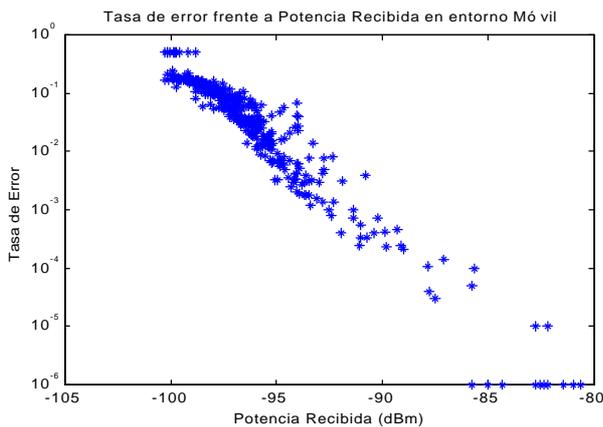


Figura 2. Potencia recibida frente a tasa de error.

A partir de una potencia aproximada de  $-96$  dBm, obtenemos una tasa de error de 0.02 considerada generalmente como umbral del sistema, es decir, a partir de la cuál cabe esperar una correcta decodificación de la señal recibida. Asimismo, valores de potencia superiores a  $-85$  dBm presentan una tasa de error nula (la tasa de error  $10^{-6}$  es ficticia, representando 0 errores en el tiempo de medida), salvo en algún punto ocasional, debido a una pequeña influencia del multirrayecto.

## 2.3. Entorno estático

Puesto que el receptor permanece inmóvil cabe esperar muy poca variación en el nivel de la potencia recibida. No tiene sentido en este caso, por tanto, mostrar la gráfica que relaciona la tasa de error con la potencia para un punto en concreto. En su lugar se presenta en la figura 3 los valores medianos de la tasa de error y de la potencia recibida para cada uno de los puntos de recepción estudiados.

Cabe señalar que los puntos mostrados corresponden en su mayoría a un entorno rural, situados a distintas distancias respecto a Madrid. Analizando la figura, constatamos la presencia de dos puntos particulares, cuyos niveles de campo se sitúan en torno a  $-65$  dBm, que presentan una tasa de error inusualmente alta. Dichos puntos pertenecen a un entorno urbano en el que, una vez más, dicho comportamiento es debido a la presencia de un intenso multirrayecto.

Exceptuando estos dos puntos, se puede apreciar una clara dependencia de la tasa de error con la potencia recibida. El umbral de recepción es aparentemente algo más alto que en recepción móvil, pero ello se debe a las mayores pérdidas en el sistema de conexión de antena, al tratarse de una antena situada a 10 metros de altura.

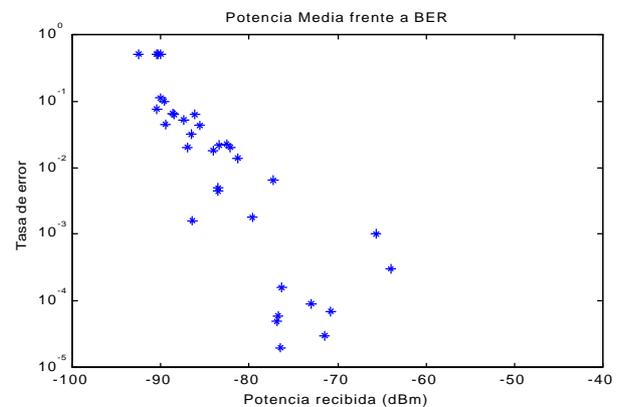


Figura 3. Potencia recibida frente a tasa de error. Recepción fija.

## 3. CONCLUSIONES

Las pruebas llevadas a cabo en este proyecto, demuestran la gran dependencia entre la calidad de la señal recibida y el multirrayecto. Dicho efecto cobra especial importancia en zonas urbanas, donde el multirrayecto es más intenso. En algunas áreas, aparece una tasa de error irreductible que no depende del nivel de potencia. Todas las tasas de error presentadas son previas al decodificador de Viterbi. Se hace necesario, por tanto, el empleo de un nivel mínimo de protección por código convolucional para garantizar la calidad de la recepción.

## 4. REFERENCIAS

- [1] ETS 300 401, "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers", 2<sup>nd</sup> edition, May 1997.
- [2] M.C.D. Maddocks, I.R. Pullen, J.A. Green, "Field trials with high-power VHF single frequency network for DAB. Measurement techniques and network performance", EBU Technical Review, Autumn 1994.