

## Medidas de propagación sobre el mar a 900 MHz

Vicent M. Rodrigo, Lorenzo Rubio, Leandro Juan-Llácer, Narcís Cardona, Miguel Ferrando.

Departamento de Comunicaciones  
Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera S/N 46071 Valencia

Tel: 963879301; Fax: 963877309; Correo electrónico vrodrigo@dcom.upv.es

### Abstract

*In this article, propagation measurements over the sea in 900 MHz band are presented. Objective of these measurements is to have a set of real data for the study of radiowave propagation over the sea in this band.*

*En este artículo se presentan unas medidas de propagación sobre el mar en la banda de 900 MHz. Dichas medidas se realizaron con el objetivo de tener unos datos de referencia para el estudio de la propagación radioeléctrica en entorno marítimo en dicha banda.*

### Introducción

En la propagación sobre el mar el fenómeno principal a tener en cuenta es la reflexión sobre su superficie. Dicha superficie no es estática como la tierra sino que varía en función del oleaje. Conforme la frecuencia de las ondas aumenta, la longitud de onda disminuye y empieza a ser comparable a la rugosidad de mar debido a las olas. En estos casos, el estado del mar es el factor determinante para que la superficie del mismo refleje especularmente (mar tranquilo, pocas olas) o difusamente (mar alborotado, grandes olas).

Esta variación en la forma de la superficie hace que la contribución de las ondas reflejadas en el mar de una u otra forma sea diferente y de ahí el interés para caracterizar ese comportamiento.

Desde el punto de vista teórico, la primera aproximación para el comportamiento puede ser la suposición de conductor plano perfecto para la superficie del mar [1]. Esto crea las conocidas variaciones con la distancia, en las que el valor del campo puede oscilar desde el doble del valor en espacio libre

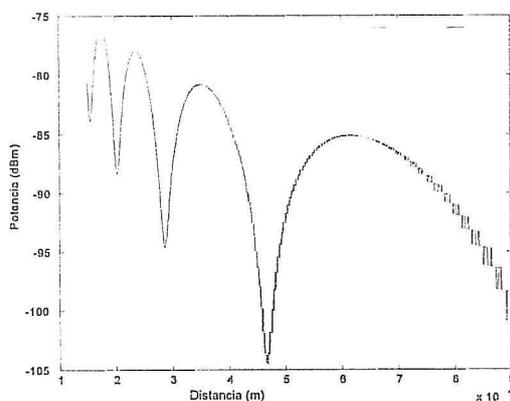


Ilustración 1. Modelo teórico a 2 rayos

hasta anularse por completo.

En la ilustración 1 podemos ver el caso teórico para:  $P_{ed} = 0$  dBW,  $f = 941,6$  MHz,  $h_t = 445$  m,  $h_r = 23$  m,  $k = 4/3$ ,  $G_r = 5$  dBi

Aproximaciones más elaboradas [2], [3], [4], contemplarán una superficie no plana con rugosidades en forma de olas con unos parámetros que las caracterizarán y a partir de éstos se podría obtener el campo estimado en cualquier punto.

### Medidas realizadas

Para disponer de medidas reales con las que contrastar los estudios teóricos, se ha realizado una campaña de medidas.

En dicha campaña, se ha colocado el sistema receptor en tierra, próximo al mar, y el otro en un móvil marítimo. En concreto el transmisor se ha situado en un barco que cubre la línea marítima Denia-Ibiza y el receptor en lo alto de la montaña llamada el Puig de Llorensa.

El sistema embarcado consta de:

1. Ordenador de control.
2. Sistema de posicionamiento (GPS)
3. Transmisor (generador de señal).
4. Antena omnidireccional.

El transmisor se sitúa en el puente del barco y la antena transmisora sobre el techo del puente. La polarización es vertical. La antena es omnidireccional y junto con el transmisor se ajusta para conseguir una potencia radiada aparente (PRA)  $P_{ed} = 1$  W.

La frecuencia empleada para la prueba es  $f = 941,6$  MHz.

El sistema de control anota, para cada nueva medida de posición, la hora.

Se han hecho medidas en diversidad de altura y polarización.

Para las medidas de diversidad en altura, el sistema receptor terrestre lo forman dos subsistemas iguales que constan de:

1. Ordenador de control.
2. Receptor (medidor de potencia).
3. Antena de panel. Ganancia,  $G = 16,0$  dBi, Ancho de haz plano E,  $\theta_{-3\text{dB}} = 60^\circ$ .

Las dos antenas receptoras se sitúan en el Puig de Llorensa:

Latitud:  $38^\circ 43' 26,64''$

Longitud:  $0^\circ 9' 50,32''$

Altura: 445 m

Altura sobre el suelo de la antena superior: 25 m

Separación entre antenas: 12 m

Polarización: Vertical

El margen de distancias de los datos mostrados no comienza en el origen, sino a partir de unos 15

km de distancia debido a la distancia entre el transmisor (embarcado) y el receptor (en lo alto de la montaña) y para evitar que la difracción debida a las montañas que hay alrededor enmascare los efectos de la propagación por el mar.

En la ilustración 2 se muestra la potencia recibida

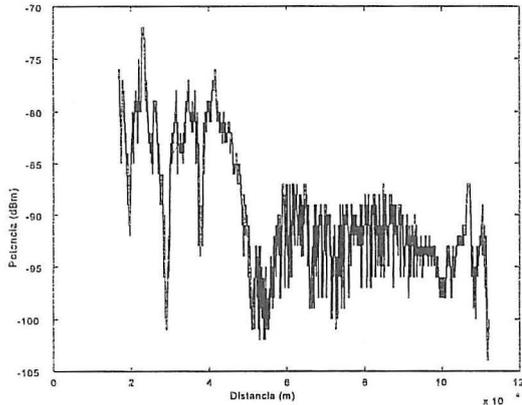


Ilustración 2. Antena superior

da en función de la distancia del enlace.

En la ilustración 3 se muestra la potencia recibida por la antena igual a la anterior pero situada 12 m más abajo.

Se puede observar que el comportamiento del campo recibido en ambos casos es similar.

La variación de la potencia con la distancia sigue la forma que el modelo teórico de 2 rayos predice.

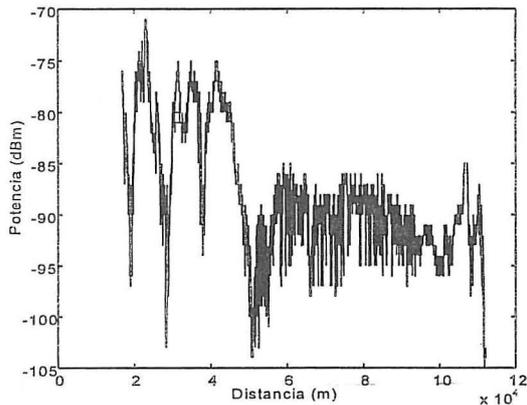


Ilustración 3. Antena inferior

Otra de las medidas realizadas consiste en utilizar como receptora una antena doble, formada por dos antenas lineales formando un ángulo de 90° y colocadas de forma que estén a ±45° respecto a la transmisora.

En este caso la potencia recibida se observa en las ilustraciones 4 y 5.

El giro de ±45° se utiliza en comunicaciones móviles para simular la inclinación que le suele dar el usuario a su teléfono móvil.

La ganancia que se ha obtenido en este caso está en torno a 2 dB.

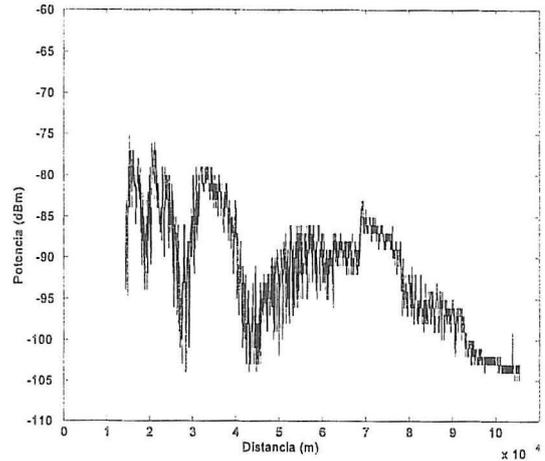


Ilustración 4. Antena +45°

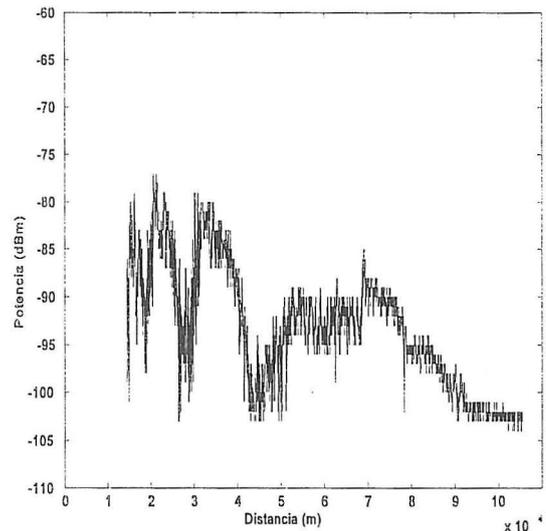


Ilustración 5. Antena -45°

#### AGRADECIMIENTOS

Las medidas aquí presentadas han sido posibles gracias a los medios humanos y materiales aportados por Telefónica Móviles.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1]Hernádo Rábanos, J.M.Transmisión por radio.P 139-142.Fundación Ramón Areces.1993
- [2]P.Beckmann, A.Spizzichino. The scattering of electromagnetic waves from rough surfaces. Norwood. Artech House, Inc. 1987.
- [3]D.J.Fang, F.T.Tseng, T.O.Calvit. A low elevation angle propagation measurement of 1,5 GHz satellite signals in the gulf of Mexico. IEEE Transactions on antennas and propagation. Vol AP-30, NO.1, January 1982, p.10-15.
- [4]Y.Karasawa, T.Shiokawa. Characteristics of L-Band multipath fading due to sea surface reflection. IEEE Transactions on antennas and propagation. Vol AP-32, NO.6, June 1984, p. 618-623.