

EMULADOR DE CANAL DE RADIO

Eddy Luis Molina Morales⁽¹⁾, Leandro de Haro Ariet⁽¹⁾, Miguel A. Salas Natera⁽¹⁾

eddy@gr.ssr.upm.es, leandro@gr.ssr.upm.es, msalasn@gr.ssr.upm.es

⁽¹⁾Dpto. de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones. Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, S/n, Madrid, 28040

Abstract— A procedure to interact real antennas with a virtual wireless channel simulating the multipath is presented. The method permits to test the performance of the antennas in the channel. The proposed technique achieves the interaction between the channel and the antennas by means of a file with their measured directional radiation characteristics. As a result, the amplitudes and phases of the output signals resulting from the multipath channel are obtained.

Keywords: emulator; antennas; radio channel

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad ha cobrado mucha importancia la caracterización y modelado de canales de radio con multitrayecto [1], pues, conocer el comportamiento del canal permite realizar mejores diseños de las redes de radio e implementar algoritmos de gestión y planificación de los recursos radioeléctricos; de forma tal que redunden en la creación de nuevos servicios y el incremento de la calidad en los ya existentes. Por tales motivos, medir el desempeño que tienen las antenas en las medidas del canal (tanto en la estación móvil, como en la estación base) cuando operan en condiciones de multitrayecto es muy importante [2].

En este trabajo se propone un procedimiento implementado en Matlab que simula un canal de radio y que permite obtener las fluctuaciones que produce el conjunto antena-canal. El procedimiento hace interactuar el canal de radio virtual con antenas reales mediante los ficheros de las medidas de las características direccionales propias de las antenas.

Este artículo está organizado de la manera siguiente. En la sección II se describe principio de trabajo del canal virtual. En la sección III describe la antena usada. En la sección IV se hace interactuar el canal virtual con la antena y se obtienen las amplitudes y las fases de las señales debidas a la interacción del conjunto. En la sección V exponen las conclusiones. Finalmente se presentan los agradecimientos y las referencias.

II. CANAL VIRTUAL

El principio de trabajo del canal de radio con multitrayecto virtual implementado en Matlab consiste en una matriz de 360 por 180 puntos, que representan todas las posibles direcciones angulares del espacio por donde pueden llegar las ondas de radio al sistema de antenas. El procedimiento está fundamentado en un método de

iteraciones que simulan el transcurso del tiempo, en la primera iteración se genera de forma aleatoria un número de ondas que llegan a la antena.

Todas las ondas tienen amplitudes, fases, espacimientos angulares, y direcciones de llegada aleatorias. De esa forma se logra simular un entorno de propagación con multitrayecto intenso. (Ver matriz del canal virtual en la Fig. 1) En las próximas iteraciones cambian el número de ondas que llegan a la antena, sus amplitudes, sus fases y sus direcciones de llegada; cambiando de forma aleatoria el estado del canal. De esa manera el procedimiento simula la dinámica de un canal de radio al cambiar el entorno espacial y transcurrir el tiempo.

En el sistema se han implementado dos canales virtuales, el objetivo es usar uno para las componentes de co-polarización y el otro para las de cross-polarización [3], también aleatorias.

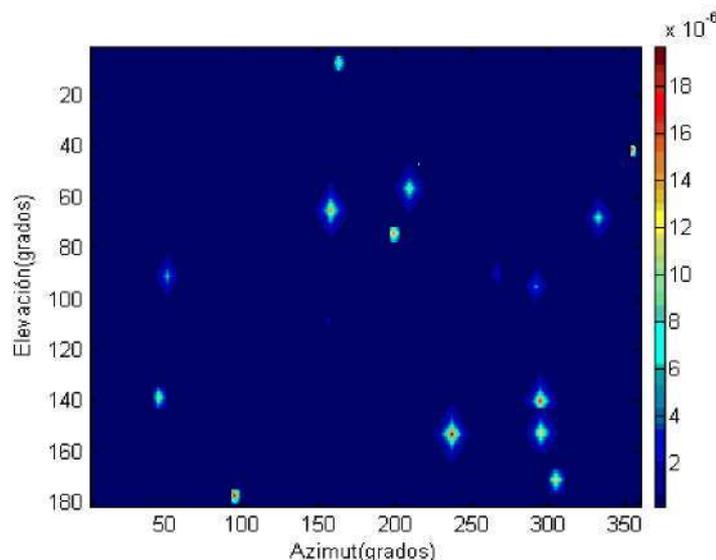


Fig. 1. Canal virtual en 2-D con 17 señales que llegan a la antena. (la amplitud de las señales es en V/m).

III. ANTENA USADA

La antena usada en esta investigación es el dipolo de media onda. La forma de su patrón de radiación se muestra en la Fig. 2.

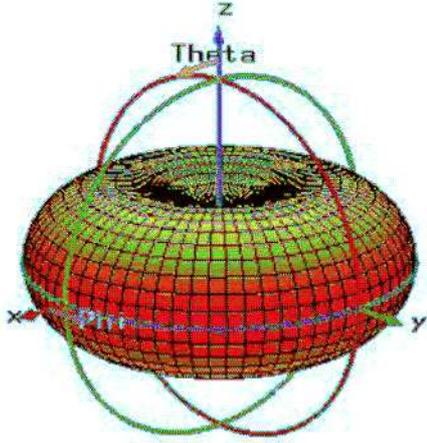


Fig. 2. Patrón de radiación de campo eléctrico del dipolo de media onda

Del dipolo de media onda se usan las características direccionales de amplitud, fase y polarización de sus planos eléctricos principales, plano de co-polarización y plano de cross-polarización respectivamente [3] (ver Fig. 3-6). Este hecho es significativo ya que en la sección IV se mostrará la interacción de estas características con el canal de radio virtual de la sección II.

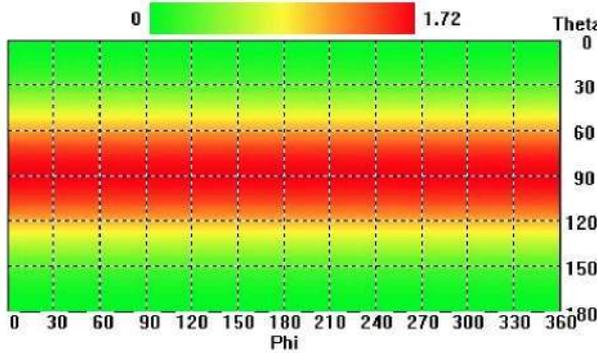


Fig. 3. Característica direccional de ganancia en co-polarización

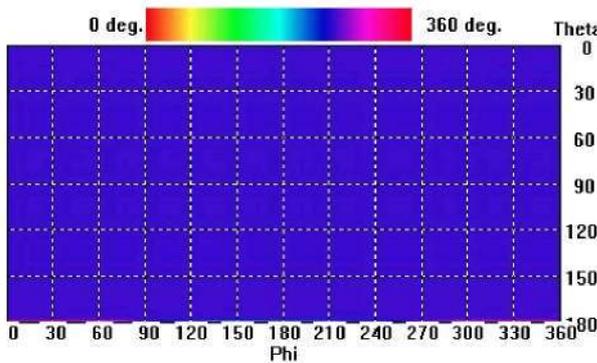


Fig. 4. Característica direccional de fase en co-polarización

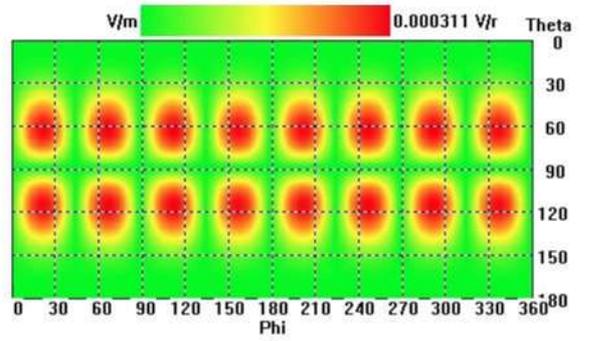


Fig. 5. Característica direccional de ganancia en cross-polarización

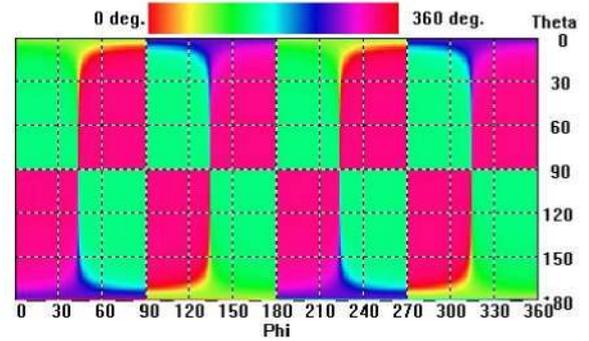


Fig. 6. Característica direccional de fase en cross-polarización

Como se puede apreciar en las Fig. 3-6 las características de la radiación de las antenas tienen un carácter direccional tanto en ganancia, en fase, como en polarización [4]. Por esta razón se deduce que la señal resultante con fluctuaciones, leída en el terminal de salida de las antenas depende fuertemente de sus características direccionales.

IV. INTERACCIÓN DEL CONJUNTO ANTENA-CANAL

Se designa por $H(\theta, \varphi, t)$ a la función que describe toda la dinámica espacio temporal de la amplitud, la fase y la polarización del canal de radio virtual. Y se dice que en $F(\theta, \varphi)$ están implícitas las funciones que describen las características direccionales de ganancia, polarización, y fase de la antena [4], en estas condiciones se plantea que la amplitud de la señal leída en el puerto de la antena se describe por la ecuación (1) [5]:

$$s(t) = \xi \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} H(\theta, \varphi, t) \cdot F(\theta, \varphi) \cdot \sin\theta \, d\theta \, d\varphi \quad (1)$$

Donde ξ es una constante en la que están involucradas la ganancia máxima, la impedancia de entrada de la antena y la amplitud máxima del canal virtual. La descripción gráfica de la geometría de la interacción entre antena y canal se muestra en la Fig. 7.

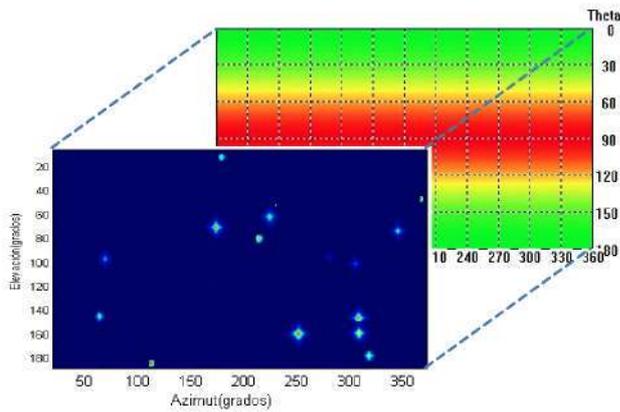


Fig. 7. Geometría del conjunto antena-canal

En la práctica, el procedimiento opera con el fichero de las medidas del patrón de radiación, y con la secuencia dinámica que describe el estado aleatorio del canal de radio multitrayecto en el dominio del tiempo.

Al procesar los ficheros de la antena y el canal, mediante la implementación de la ecuación (1) en forma discreta, se obtienen las señales fluctuantes que se muestran en las Fig. 8-9.

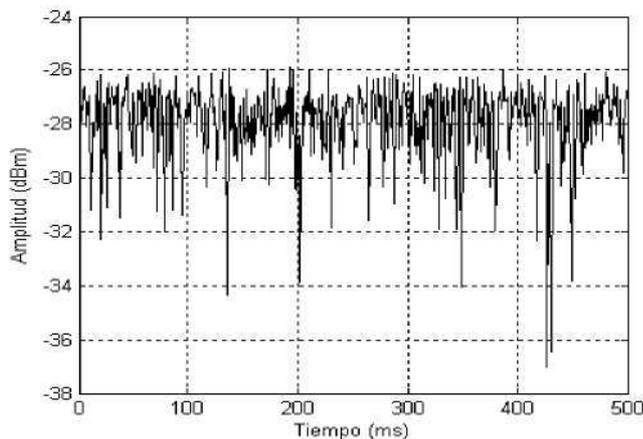


Fig. 8. Amplitud de la señal leída en el terminal de la antena al interactuar con el canal virtual.

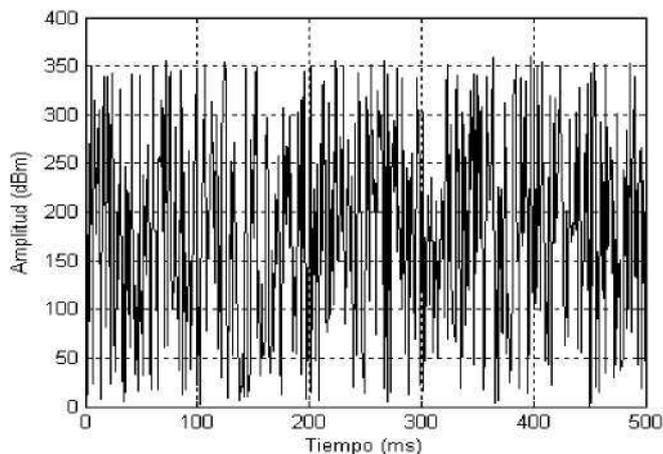


Fig. 9. Fase de la señal leída en el terminal de salida de la antena al interactuar con el canal virtual.

Como se puede apreciar en las Fig. 8-9 la amplitud y la profundidad de los desvanecimientos es considerable, llegando a obtenerse niveles inferiores a los -36 dBm, véase que los desvanecimientos obtenidos son similares a los que se obtienen al medir un canal de radio en un entorno real rico en elementos dispersores.

V. CONCLUSIONES

La idea propuesta permite realizar fácilmente y con pocos recursos la interacción de la antena con el canal simulado. Es valido destacar que el procedimiento puede ser aplicado al caso de antenas reales por medio de un fichero con las medidas del patrón de radiación obtenidas en una cámara anecoica o por aproximación de estas usando la simulación de la antena.

El procedimiento propuesto es aplicable como técnica de evaluación de sistemas de radiación orientados a MIMO (múltiples entradas y múltiples salidas) desde el punto de vista de la correlación espacial.

ACKNOWLEDGMENT

Agradecimiento a la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), por la beca concedida.

REFERENCES

- [1] Blaunstein, N., Radio Propagation in Cellular Networks, Norwood, MA:Artech House, 1999
- [2] Vaughan, R., and J. B. Andersen, Channels, Propagation, and Antennas for Movil Communications, London: IEE, 2002.
- [3] A. C. Ludwig, "The definition of cross polarization". IEEE Transactions on antennas and propagation, AP-21, 116-119, January 1973.
- [4] E. P. Stincer, "Antenas, Teoría General" Edit. Imprenta ITM (La Habana). 2001. pp. 124-127.
- [5] Paul D, Thus Shara D. "Spatial Correlation for General Distributions of Scatterers,"IEEE Signal Processing. vol. 9, NO. 10, pp.305-308, Oct.2002.