

Mejora de antenas metalo-dieléctricas en la banda de frecuencias GSM-UMTS mediante elementos en transmisión extraordinaria.

J. Illescas⁽¹⁾, A. Estévez⁽¹⁾, F. Falcone⁽¹⁾⁽²⁾, A. Marcotegui⁽¹⁾.

jillescas@tafcomw.com, aestevaz@tafcomw.com, ffalcone@tafcomw.com, amarcotegui@tafcomw.com, francisco.falcone@unavarra.es

⁽¹⁾ Dpto. de Ingeniería. Tafco Metawireless. Pol. Ind. Mocholi, Pza. CEIN, N5, T1, 31110 Noain (Navarra).

⁽²⁾ Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía 31006 Pamplona (Navarra).

Abstract- In this work a dual band GSM/UMTS antenna is proposed. The antenna is based on a stacked planar structure, where the combination of collimation by Enhanced Transmission and the use of parasitic director elements is used in order to achieve the desired specifications. Full wave simulation results, obtained using a self created algorithm based on the FDTD method, as well as measurement results from a fabricated prototype are presented, showing good agreement. The proposed antenna finds application in the deployment of micro and minicell sites in dual 2G/3G networks.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de comunicaciones móviles 2G y 3G han experimentado un gran crecimiento en los últimos años. La implementación de las nuevas redes de tercera generación así como su evolución hacia banda ancha móvil basada en 3GPP R5 y R6 (HSDPA y HSUPA/EUL respectivamente), está en gran medida soportada sobre emplazamientos ya existentes de GSM/GPRS. Debido a la necesidad de minimizar el número de antenas de los emplazamientos para disminuir su impacto visual, es de interés poder contar con antenas de banda dual GSM/UMTS de tamaño compacto y prestaciones elevadas.

En este trabajo se plantea el diseño de una antena planar multicapa en la banda de frecuencias de GSM-UMTS destinada a unidades de estación base para mini-células. Partiendo de una fuente de radiación o foco que proporciona el ancho de banda adecuado el objetivo de este trabajo es mejorar sus prestaciones en ganancia de radiación con el auxilio de una serie de elementos pasivos, que mediante el efecto de transmisión extraordinaria actúan como directores del foco original. Para confeccionar el prototipo se ha empleado un algoritmo propio de simulación basado en el método FDTD con la funcionalidad añadida de cálculo de campo lejano.

Este trabajo se ha estructurado de la siguiente manera: en el apartado II se detalla la morfología y funcionalidad del núcleo radiante de la antena. En la sección III se introduce el fenómeno de transmisión extraordinaria presente en

elementos pasivos añadidos al cuerpo de la antena. En el punto IV se comenta brevemente el algoritmo empleado en simular el comportamiento del dispositivo. En el apartado V aparece una descripción del proceso de fabricación y se aporta una comparativa entre simulación y medida de ciertos parámetros de la antena.

II. EL FOCO

En el núcleo de la antena se constituye la fuente de radiación formada por elementos resonantes de tipo parche en tecnología micro-strip, constituidos por superficies rectangulares de cobre sobre sustrato dieléctrico y con plano de masa uniforme. Con objeto de proporcionar mayor ancho de banda de operación que el parche simple se trabaja con estructuras multicapa denominadas antenas micro-strip de tipo multiresonador apiladas (Stacked Multiresonator MSA) que son compuestas básicamente por agrupaciones de parches en dos niveles superpuestos sobre un mismo plano de masa [1].

La alimentación de estas estructuras viene desde una entrada coaxial cuyo vivo se encuentra soldado a uno de los parches de la antena, denominado parche alimentado o principal, ver Fig. 1.

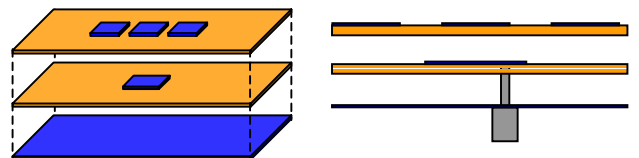


Fig. 1. Foco o fuente de radiación del dispositivo.

Existen diversas configuraciones entre los parches y la situación respectiva de sus sustratos, donde los parámetros clave de diseño son la separación entre parches adyacentes, las relaciones de tamaño entre los mismos y las características del material que compone los sustratos. En cuanto a ancho de banda interesa ante todo ajustar la relación de tamaños entre

los parches. Para mejorar las prestaciones de esta antena referentes a la ganancia y al ancho de banda en este trabajo se emplea la técnica de incluir parches parásitos en el plano del parche no alimentado [2], que a su vez también se puede considerar un parásito del alimentado, ver Fig. 1.

La elección del material limita las prestaciones óptimas a las que se puede llegar con el diseño de la antena, en este proyecto se ha trabajado con Arlon AD 250, de permitividad 2.5 y grosor 1.574mm.

III. DIRECTORES Y TRANSMISIÓN EXTRAORDINARIA

En el dispositivo estudiado la fuente central o foco dispersa energía por radiación y genera una onda de superficie que se propaga por el sustrato, esto se ve reflejado en corrientes que circulan por la masa fluyendo desde el foco. Se pretende aprovechar la fuga de energía por onda de superficie para excitar estructuras resonantes que re-radien la señal para mejorar el patrón del foco original.

En base a este principio se plantea la posibilidad de introducir en el camino de la onda de superficie resonadores ya conocidos, del estilo a los empleados en transmisión extraordinaria para estructuras metálicas. Ver referencias [3] y [4].



Fig. 2. Antena de guía-onda con elementos metálicos de transmisión extraordinaria focalizando la antena.

La implementación inmediata de estos elementos en los dispositivos con tecnología micro-strip consiste en modificar la masa introduciendo corrugaciones similares a las vistas en guía onda, elementos que aprovechen las corrientes de la masa para resonar y presentar un efecto entendido como focalizador de la fuente de radiación. Los dispositivos mono-capa se muestran con la masa unida al sustrato y conllevan un proceso de fabricación que hace poco viable la incorporación de corrugaciones, sin embargo en estructuras de multi-capa apiladas la masa se tiene separada del sustrato lo que posibilita su corrugación, Fig. 3.

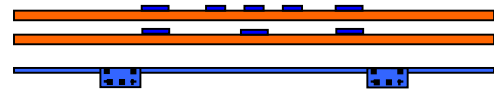
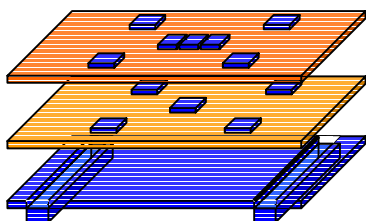


Fig. 3. Antena completa, presencia del foco o fuente de radiación y los elementos focalizadores.

Como complemento al estudio resulta factible la colocación estratégica de metalizaciones de cobre en el sustrato y a cierta distancia de la fuente de radiación, ya que estas también se nutren de la onda de superficie y resuenan al igual que la corrugación, contribuyendo positivamente a la ganancia y al patrón de radiación.

Se tiene por tanto el diseño de una antena radiante que genera ondas de superficie con corrientes eléctricas fluyendo por la masa hasta sus corrugaciones, las cuales son entonces excitadas como resonadores. Al actuar las corrugaciones efectúan un apantallamiento de las corrientes que las excitan, luego en conclusión las corrugaciones no sólo radian energía sino que además bloquean la onda de superficie haciendo que parte de la energía dispersada por el foco quede confinada. En caso de colocar en esta región ciertas metalizaciones sobre el sustrato en consonancia con la distribución de energía confinada, pueden llegar a resonar y contribuir positivamente al patrón de radiación del foco junto con las corrugaciones.

Con las pruebas realizadas se ha visto que esta manifestación de la transmisión extraordinaria con tecnología híbrida proporciona en multicapa una mejora significativa de las prestaciones del foco en cuanto a ganancia y al patrón de radiación.

IV. SIMULACIÓN FDTD

Las simulaciones de la antena presentadas en este trabajo se han realizado con un algoritmo propio basado en el método FDTD, [5], el cual básicamente proporciona información de la situación en tiempo de los vectores de campo próximos al dispositivo. Sin embargo para calcular el vector E en situación de campo lejano se ha utilizado el teorema de superficie equivalente aplicado a los valores de campo cercano, obtenidos previamente con el método FDTD, [5]. Como resultado se dispone de una formulación del cálculo de radiación que informa del valor de E para una frecuencia concreta y una dirección espacial dada.

V. FABRICACIÓN Y MEDIDA

La fabricación de los prototipos de la antena consta de cuatro fases diferenciadas: primero se hace un grabado metálico sobre las placas de sustrato obteniendo los parches y las metalizaciones, por su parte la masa se ha fabricado con una plancha metálica incluyendo mecánicamente las corrugaciones y siendo atornillada adecuadamente a un chasis de acero que le proporcione rigidez. Para el montaje de los sustratos se han colocado piezas de plástico en los extremos de tal forma que fijen las alturas requeridas respecto a la masa, estas piezas son atornilladas a la plancha que hace las veces de masa, Fig. 4.

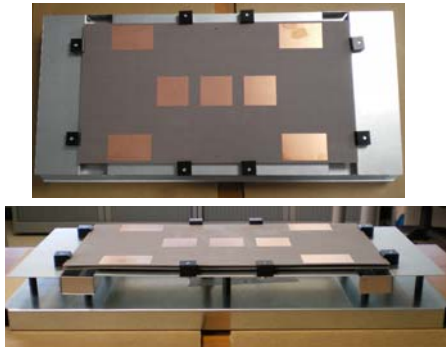


Fig. 4. Antena completa fabricada, presencia del foco o fuente de radiación y los elementos focalizadores.

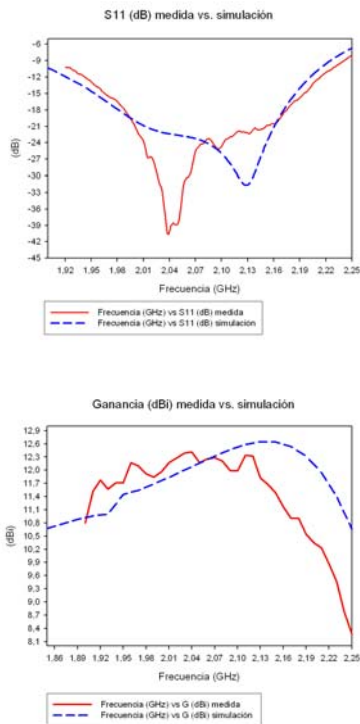


Fig. 5. Comparativa medida vs. Simulación del parámetro S11 y de la ganancia en el ancho de banda de operación.

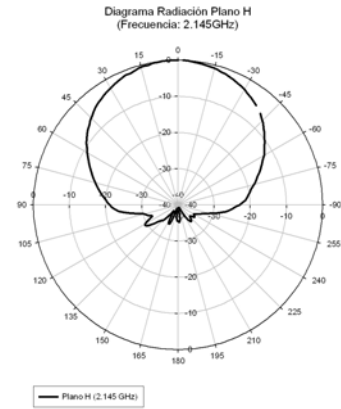
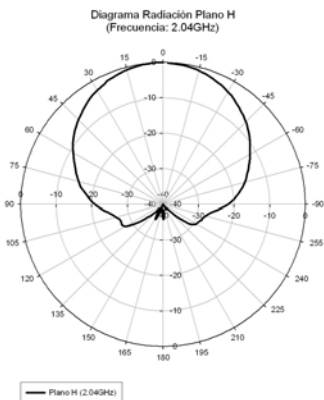


Fig. 6. Patrón de radiación en plano H de la antena a dos frecuencias dentro del ancho de banda de operación.

VI. CONCLUSIONES

Mediante el uso de corrugaciones y metalizaciones en transmisión extraordinaria complementado al conjunto de parches apilados en dos planos del foco se tienen prestaciones excelentes en cuanto a ancho de banda y ganancia, con un patrón de radiación uniforme en toda la banda, sin embargo estas antenas multicapa complican el proceso de fabricación y aumentan la cantidad de material requerido.

Se ha comprobado en simulación que las corrugaciones de la masa funcionan en transmisión extraordinaria sensiblemente mejor que las metalizaciones por sí solas.

Combinar las corrugaciones de la masa con metalizaciones auxiliares en el sustrato mejora las prestaciones, y de este modo se tiene una antena que cumple especificaciones para GSM UMTS con una ganancia superior a los 11.5dBi en toda la banda.

REFERENCIAS

- [1] Kumar, G., and K. P. "Broadband Microstrip Antennas", Artech House, Inc. 2003.
- [2] Kumar, G., and K. P. "Stacked Gap Coupled Multiresonator Rectangular Microstrip Antennas". Antennas and Propagation Society International Symposium, 2001, IEEE 2001, p. 514-517.
- [3] M. Beruete, I. Campillo, J. S. Dolado, J.E. Rodríguez-Seco, E. Perea, F. Falcone, "Dual Band Low-Profile Corrugated Feeder Antenna", IEEE Transactions on antennas and propagation, vol. 54, núm. 2, 340-350 p., February 2006.
- [4] M. Beruete, I. Campillo, J.S. Dolado, J.E. Rodríguez-Seco, E. Perea, F. Falcone, M. Sorolla, "Low-Profile Corrugated Feeder Antenna", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, VOL.4, 378-380 p., 2005.
- [5] J. Illescas, E. Jarauta, F. Falcone, M. Beruete, J. A. Marcotegui, M. Sorolla, " Simulación de Antenas Planas Broadband Mediante la Aplicación de Elementos Parásitos," in Proc. XXI Simposium Nacional de la Unión Científica Int. de Radio, Oviedo, Spain, Sep. 2006.
- [6] Girish Kumar, Kuldip C. Gupta, "Nonradiating Edges and Four Edges Gap-Coupled Multiple Resonator Broad-Band Microstrip Antennas", IEEE Trans. Antennas Propagat., VOL. AP-33, NO. 2, FEBRUARY 1985.
- [7] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, A. Ittipiboon, "Microstrip Antenna Design Handbook", Artech House, Inc. 2001.