

# Miniaturización de antenas multibanda para terminales móviles de tercera generación (UMTS)

Miguel Ángel García Fernández, Juan Francisco Valenzuela Valdés y David Sánchez Hernández  
Grupo de Ingeniería de Microondas, Radiocomunicaciones y Electromagnetismo  
Universidad Politécnica de Cartagena  
Campus Muralla de Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina  
E-30202 Cartagena  
<http://www.gimre.upct.es> E-mail: miguel1981@gmail.com

**Resumen.** Se presenta una antena integrada compacta válida para terminales móviles de tercera generación (UMTS). La antena consiste en un parche rectangular con un pin de cortocircuito, denominada PIFA (Planar Inverted-F Antenna), a la que se agrega un filtro espolón (spur-line) para obtener operación en banda dual GSM 900-GSM1800. A su vez, se modifica dicho filtro para obtener una operación multibanda multifunción adecuada para PCS 1900 y UMTS. Se discuten los detalles del diseño de la antena junto con resultados simulados y medidos. Este artículo pretende así dar a conocer una pequeña parte del trabajo realizado en antenas integradas por el Grupo de Ingeniería de Microondas, Radiocomunicaciones y Electromagnetismo (GIMRE) de la UPCT.

## 1 Introducción

El tamaño de los teléfonos móviles ha ido reduciéndose rápidamente, favoreciendo la aparición en el mercado de antenas integradas, no sólo debido a su bajo coste, sino también a los requerimientos de los usuarios. La resistencia mecánica, los criterios estéticos, la creciente preocupación respecto a los niveles de SAR (Tasa de Absorción Específica) [1-2], y la necesidad de antenas con alto rendimiento que optimicen el uso de la limitada potencia disponible [3] son los puntos clave que hacen tan importantes las antenas integradas. De hecho, las antenas planas permiten obtener resultados óptimos en el limitado volumen disponible reservado a la antena, siendo una alternativa interesante a los monopolos, que inducen altos valores de SAR en la cabeza y la mano del usuario, habiéndose convertido en muy pocos años en los elementos comercialmente utilizados. La antena diseñada es adaptable a diversos terminales [1]. Las características físicas del teléfono móvil deben ser tomadas en cuenta desde el principio de la etapa de desarrollo puesto que tienen una fuerte influencia sobre el funcionamiento del mecanismo radiante, en particular las dimensiones finitas del plano de masa [4-5], o la posición relativa de la antena en el terminal [6], entre otros.

En este artículo, se presenta una nueva antena integrada multibanda multifunción. Su pequeño tamaño y geometría simple la hacen apta para los nuevos terminales móviles de tercera generación (UMTS), incluyendo a su vez las bandas GSM900, DCS1800 y PCS1900, entre otras.

## 2 Antena dual de partida

Para el diseño de la antena multibanda partimos de una antena dual, consistente en un parche rectangular de 8 mm de altura, a modo de PIFA, con un pin de cortocircuito cerca de una de las esquinas del parche,

y alimentado por una sonda en el borde superior del mismo. El parche cortocircuitado fue diseñado para una frecuencia de resonancia de 1.8 GHz. Un filtro espolón ajustado a su perímetro introduce un nuevo modo resonante con una frecuencia de resonancia más baja que la de la PIFA rectangular. La estructura entera se representa en la figura 1 [7]. La longitud del filtro espolón se sintoniza para producir una nueva resonancia a 925 MHz. Esta técnica, que está patentada por el GIMRE, permite alcanzar una operación en banda dual sin incrementar el tamaño total de la antena [8].

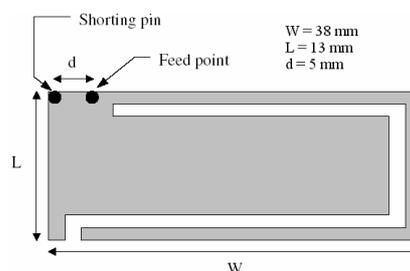


Figura 1.- Estructura radiante dual.

Puesto que el filtro se inserta paralelo a los bordes del parche, su influencia sobre el modo fundamental  $TM_{10}$  es insignificante, mientras que el nuevo modo generado por la inserción del filtro espolón tendrá características similares a las del modo principal. Esta técnica del espolón para obtener una operación en banda dual ha sido ya aplicada con éxito sobre antenas impresas de diversas formas, aunque los anchos de banda obtenidos no fueron aptos para aplicaciones de comunicaciones móviles [9]. Las frecuencias de resonancia de la antena fueron sintonizadas más a fondo variando la posición del punto de la alimentación y del pin de cortocircuito a lo largo del lado superior del parche. Las dimensiones finales de la antena se ajustan muy bien a los teléfonos móviles más pequeños. La distancia óptima entre la alimentación y el pin de cortocircuito es de  $d = 5$  mm.

### 3 Antena multibanda multifunción

Partiendo de la antena anterior, deseamos diseñar una antena multibanda multifunción que cubra, al menos, las bandas GSM 900, DCS 1800, PCS 1900 y UMTS. El diseño de esta antena conlleva una dificultad considerable, ya que la antena de partida tiene un ancho de banda de 26 MHz para GSM y 152 MHz para DCS (definido éste para unas pérdidas de retorno de -10 dB o ROE < 2), y los nuevos anchos de banda mínimos aceptables serían ahora de 80 MHz y de 460 MHz, es decir, aproximadamente el triple. Por este motivo, y dado que la antena ha de ser lo más pequeña posible, tratamos de conseguir estos anchos de banda definidos para unas pérdidas de retorno de -6 dB, es decir, para una relación de onda estacionaria ROE < 3, lo cual a día de hoy es un nivel aceptable para este tipo de antenas integradas.

Haciendo uso de un software de simulación de estructuras electromagnéticas bidimensionales multicapa (2.5D) basado en el método de momentos (MoM), tratamos de llegar al resultado variando tanto las dimensiones del filtro espolón, como las de la estructura (PIFA) en que se aloja. Para ello contamos con un proceso de optimización basado en algoritmos genéticos. Tras sucesivos intentos, la figura 2 ilustra un diseño que cumple las especificaciones previstas, en tamaño y en anchos de banda, tenidas ya en cuenta las desviaciones. La altura del parche, de 9 mm, sufre un ligero incremento respecto de la antena de partida. La distancia entre el pin de cortocircuito y de la sonda de alimentación es de 18.5 mm, y de ambos al borde del parche, de 5.5 mm. Al parche se le añade una tira vertical metálica, con función capacitiva, de 4 mm de longitud y de 6 mm de anchura. El filtro espolón se hace más corto y más ancho en todos sus tramos. Asimismo, tanto plano de masa como parche radiante se construyen sobre unas finas capas de dieléctrico (1.5 mm de espesor y una permitividad relativa de 4.7), con una doble función: dar sustento físico a las distintas capas de la antena, y aumentar la longitud eléctrica entre las mismas.

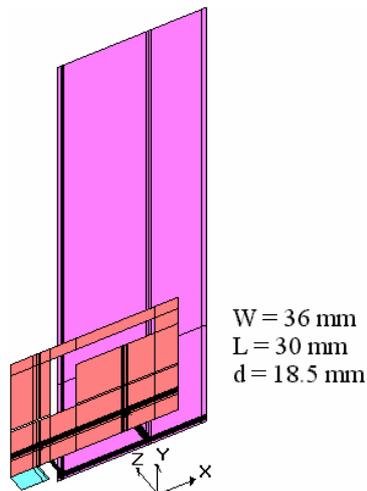


Figura 2.- Estructura multibanda multifunción.

### 4 Resultados simulados y medidos

La simulación da como resultado unas pérdidas de retorno mostradas en la figura 3. En dicha figura observamos para la banda de GSM que tiene un ancho de banda de 120 MHz centrado a 112 MHz. En la figura 4 comprobamos que efectivamente la antena cumple los requisitos fijados antes de la etapa de diseño, cubriendo las bandas deseadas, y un ancho de banda adicional de más de 400 MHz, previos a la banda de DCS 1800. Estos resultados reales fueron medidos con la ayuda del analizador de redes vectorial HP8720E. Los diagramas de radiación tridimensionales para las frecuencias de operación óptima (812 MHz y 1.71 GHz) se muestran en las figuras 5 y 6.

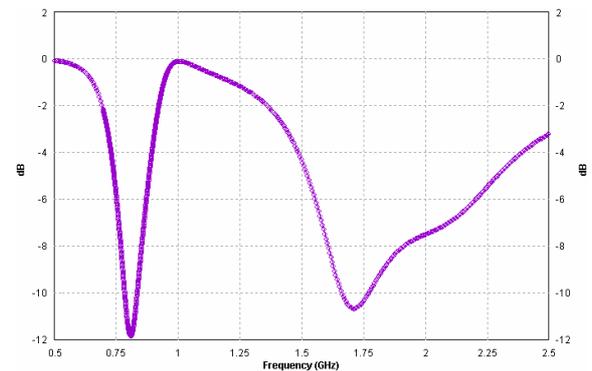


Figura 3.- Pérdidas de retorno simuladas.

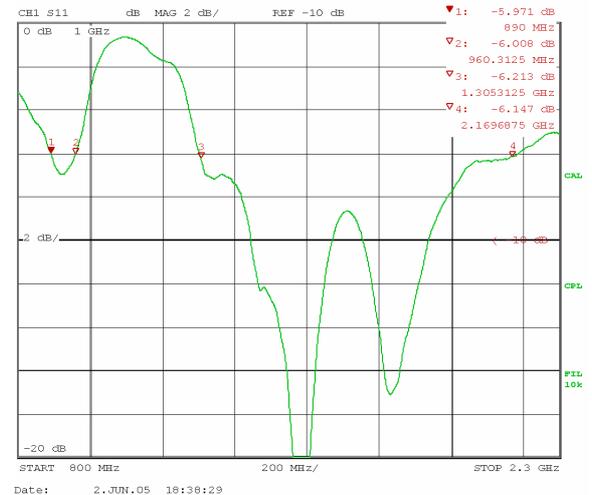


Figura 4.- Pérdidas de retorno medidas.

La distribución de corriente para GSM se concentra en los bordes de la antena. Existen también distintos modos en el plano de masa para las distintas bandas, pero el nivel de corriente en dicho plano es siempre menor al del parche, dando buenas esperanzas de tener bajos niveles de TAE. Los cortes de los diagramas de radiación de las figuras 5 y 6 en elevación (YZ) se muestran en las figuras 7 y 8, respectivamente.

Los diagramas de radiación son similares a otros elementos integrados disponibles en la literatura científica.

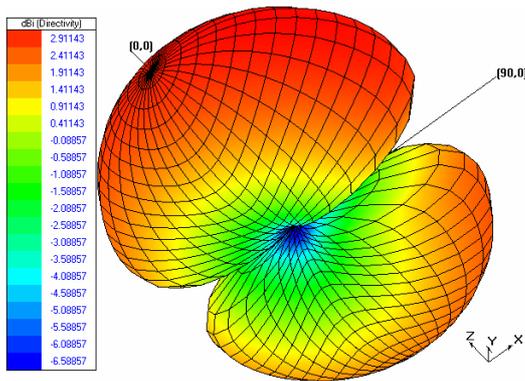


Figura 5.- Diagrama de radiación: GSM.

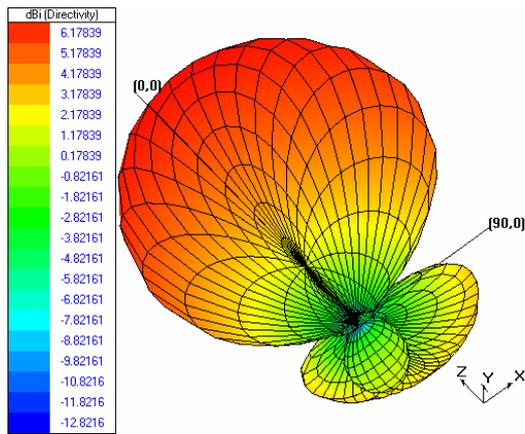


Figura 6.- Diagrama de radiación: DCS, PCS, UMTS.

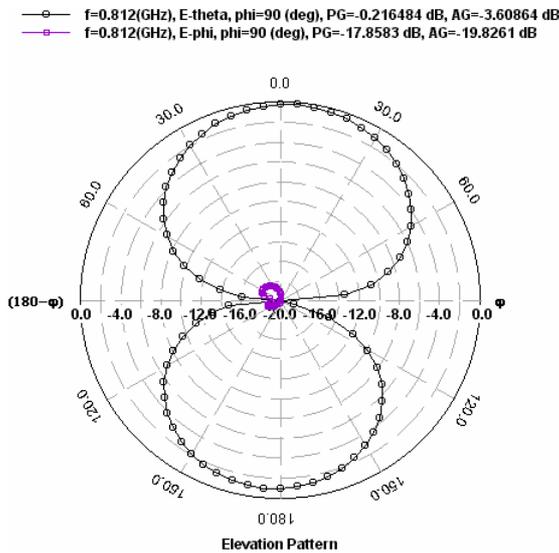


Figura 7.- Diagrama de radiación: GSM.

## 5 Conclusiones

Se ha demostrado que adaptando la forma de la estructura base de la antena PIFA la del filtro espolón (*spur-line*) podemos obtener gran ancho de banda a la frecuencia de diseño de la antena, y una banda adicional gracias al citado filtro espolón utilizado, cumpliendo los requisitos de ancho de banda comerciales, lo que no ocurría con diseños base no miniaturizados. Como líneas futuras de investigación se plantea el análisis de la posible reducción de

eficiencia de radiación que se produce al tener un espacio físico reducido y de las prestaciones en términos de TAE.

—○— f=1.71(GHz), E-theta, phi=90 (deg), PG=-0.0838397 dB, AG=-5.98747 dB  
 —■— f=1.71(GHz), E-phi, phi=90 (deg), PG=-19.4301 dB, AG=-22.754 dB

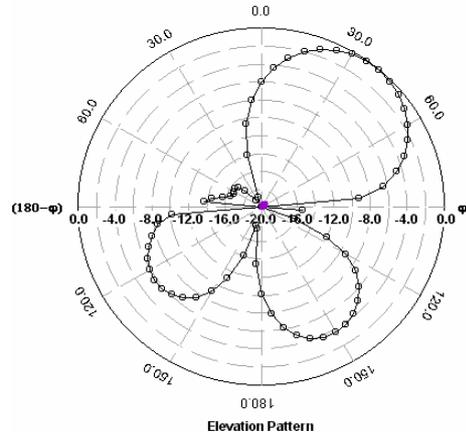


Figura 8.- Diagrama de radiación: DCS, PCS, UMTS.

## 6 Agradecimientos

Los prototipos diseñados en este trabajo han sido construidos y medidos al amparo del proyecto FIT-330200-290-2004, financiado por el Plan Nacional de I+D+i. Los autores agradecen a *CST GmbH* el importante descuento educacional.

## 7 Referencias

- [1] W.J. Garner and W.-L. Lu, 'Designing antennas for cellular telephones', *Microwaves & RF*, 1999, vol. 38, pp. 70-76.
- [2] R. Mittra and S. Dey, 'Challenges in PCS antenna design', *IEEE International Symposium on Antennas & Propagation*, 1999, pp. 544-547.
- [3] G.F. Pedersen and J.B. Andersen, 'Integrated antennas for hand-held telephones with low absorption', *IEEE International Conference on Vehicular Technology*, 1994, pp. 1537-1540.
- [4] K. Sato et al., 'Characteristics of a planar inverted-F antenna on a rectangular conducting body', *Electron & Communications Japan*, 1989, vol. 72, pp. 43-51.
- [5] R. Luebbers et al., 'FDTD calculation of radiation patterns, impedance, and gain for a monopole antenna on a conducting box', *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 1992, vol. 40, pp. 1577-1583.
- [6] M. Geissler, et al., 'Properties of integrated handset antennas', *Millennium Conference on Antennas and Propagation*, 2000, pp. 637.
- [7] M. Martínez-Vázquez and D. Sánchez-Hernández, 'Antena dual para terminales móviles', *Patente 200002704*, España, 2000.
- [8] Á. Serrano-Vaello and D. Sánchez-Hernández, 'Printed antennas for dual-band GSM/DCS1800 mobile handsets', *Electronics Letters*, 1998, vol. 34, pp. 140-141.
- [9] A. Martínez-González et al., 'Comparison of dual-band spur-line antennas for hand-held terminals', *Microwave and Optical Technology Letters*, 2001, vol. 30, pp. 205-207.