

ANTENA MARGARITA

Jorge Caravantes⁽¹⁾, Juan Llabrés⁽²⁾, Ángel Mediavilla⁽³⁾, Antonio Tazón⁽³⁾ y Juan Vassal'lo⁽⁴⁾

icaravan@mat.ucm.es, llabres.juan@orgc.csic.es, media@dicom.unican.es, antonio.tazon@unican.es, y ltqvs22@ifa.cetef.csic.es

⁽¹⁾ Dpto. de Álgebra, Universidad de Complutense. Plaza de las Ciencias nº 3, 28040 Madrid

⁽²⁾ VATC, CSIC, Serrano 146, 28006 Madrid.

⁽³⁾ Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones, Universidad de Cantabria, Avda los Castros s/n, 39005 Santander

⁽⁴⁾ Instituto de Física Aplicada, CSIC. Serrano 144, 28006 Madrid

Abstract- A new antenna concept, which is named by us as “DAISY ANTENNA”, is presented in this communication. The antenna concept is based on a circular array of wire radiating elements, and its radiating field behaviour is determined by the current distribution in wire elements.

This configuration provides a linear polarised field with a maximum of radiation pattern in the perpendicular direction to the daisy surface. This special array concept can be also applied to other kind of linear polarisation radiating elements, as for example to microstrip patches or waveguide horns, and consequently, the antenna directivity can be improved.

I. INTRODUCCIÓN

El inicio de la emisión de Televisión Digital Terrestre (TDT), y la necesidad que ha habido en algunos casos, de ajustar las antenas de recepción a la zona específica de emisión de la nuevas cadenas de TDT, siempre dentro de banda dedicada a la difusión de televisión, ha hecho que aparezcan en el mercado nuevas antenas que han llegado a tildar de específicas para la TDT, y quizás haya quien piense que hay antenas digitales y otras analógicas.

Lo cierto es que al aparecer la TDT, solo quedaba libre la zona alta de frecuencia dentro de la banda de televisión, por lo que tuvo que usarse esa zona, al menos en el tiempo de coexistencia de ambas emisiones: analógica y digital. Y como esa zona de frecuencia no se utilizaba cuando solo existía la señal analógica, las antenas comerciales se ajustaban a la zona donde estaban las señales analógicas. Por eso en los lugares situados lejos de los repetidores, y sin visión directa de ellos, al trabajar peor las antenas en la zona alta de la banda, la gente ha tenido que cambiar de antena para ver la TDT.

Muchas de las nuevas antenas se limitan a un reajuste de dimensiones, para desplazar su funcionamiento hacia la zona alta de banda. Pero esto hace que se pierda la recepción en la zona baja, y volverá a repetirse el problema cuando haya emisión en esa zona. Por eso, los diseñadores de antenas nos hemos planteado el reto de encontrar nuevas antenas que cubran toda la banda destinada a la televisión, y a ser posible que sean de bajo coste, con fácil proceso de fabricación, y bajo impacto visual.

Así pues, siguiendo el estudio ya iniciado hace unos años sobre antenas de hilo, hemos desarrollado entre las Universidades de Cantabria y Complutense de Madrid, junto con el Instituto de Física Aplicada del CSIC, un nuevo tipo de antenas que denominamos MARGARITA por su parecido con la distribución de lígulas (mal llamadas pétalos), en ese tipo de flores. La antena en esencia es un agrupamiento circular de un número par de hilos radiantes del tipo espiras, que a modo de lígulas dan forma a la margarita.

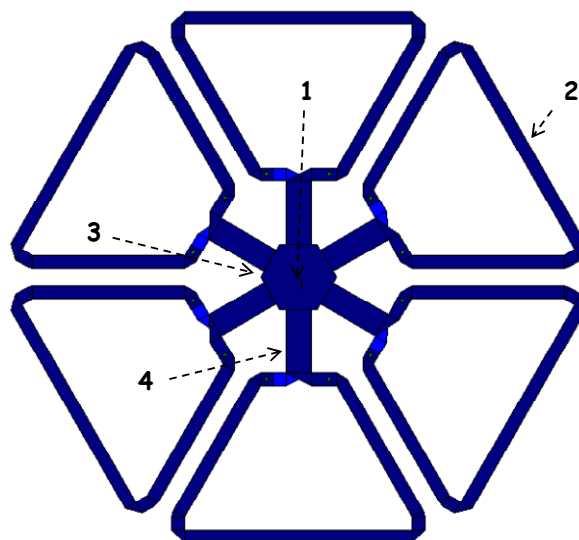


Fig. 1. Antena margarita de 6 lígulas.

La Fig. 1 muestra una antena margarita de 6 lígulas, indicadas por (2) en la figura, y como puede verse en dicha figura, la antena tiene una única entrada por coaxial, indicada por (1), a modo de tallo de la flor, un circuito de distribución indicado por (3), que se sitúa en el centro de la antena, y unas líneas bi-filares en número igual al de lígulas, y usadas para llegar hasta ellas, indicadas por (4).

II. CONFIGURACIÓN DE LA ANTENA MARGARITA

La característica esencial de la antena margarita, es la distribución de las corrientes en los hilos que constituyen las lígulas [1], y que determina que:

- el diagrama de radiación presente un máximo en la dirección perpendicular al plano de la antena
- el campo radiado tenga polarización lineal, aunque para ello debe suceder además que número de lígulas sea par.

Las espiras son resonantes y deben presentar un eje de simetría (dispuesto en forma radial respecto a la antena), para que individualmente, cada una genere polarización lineal. Pero este hecho no condiciona su forma (el contorno de cada lígula), que puede tomar distintas geometrías: la del clásico “folded” dipolo o la del dipolo eléctrico, como muestra la Fig. 2 para una antena margarita de 2 lígulas.

Por otra parte, la configuración circular de la antena margarita hace que el circuito que distribuye la señal desde la entrada a las lígulas, se sitúe en la parte central de la antena,

y que la entrada a la antenna sea un único cable coaxial que hace las veces del tallo en la flor.

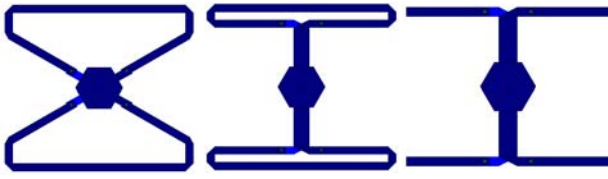


Fig. 2. Tres ejemplos de antenas margarita de 2 lígulas.

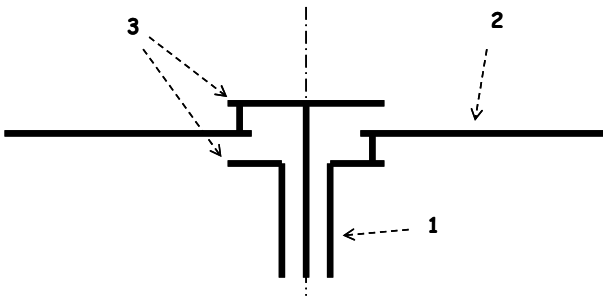


Fig. 3. Estructura en 3 capas de las antenas margarita.

Con objeto de simetrizar la distribución de los hilos radiantes, y facilitar el diseño del circuito de distribución hemos desarrollado una estructura en 3 capas de la antenna margarita (ver Fig. 3), situando las lígulas (2) en la capa central, y dejando las capas superior e inferior, para las metalizaciones del circuito de distribución (3), compuesto por el divisor, la conexión al coaxial de entrada (1) y las líneas de alimentación que unen el divisor con las lígulas. Por otra parte, la geometría de esta estructura central en 3 capas, facilita el ajuste de la impedancia de las lígulas a la de la línea de entrada de forma similar a como se realiza en [2].

III. DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTES

La Fig. 4 muestra cómo son las corrientes en una espira resonante, un “folded” dipolo y un dipolo eléctrico, dónde se sitúan los manantiales (7) y sumideros (8) de corriente. La figura muestra también la dirección de polarización del campo eléctrico radiado según la dirección perpendicular al plano de la propia figura.

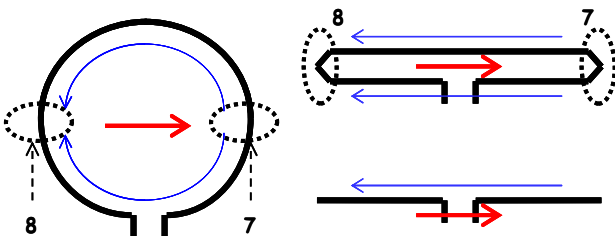


Fig. 4. Corrientes en la espira, “folded” dipolo y dipolo eléctrico.

Es conocido que los diagramas de radiación del “folded” dipolo y del dipolo eléctrico son similares, y presentan forma omni-direccional en el plano perpendicular al dipolo. Por el contrario, lo que podríamos llamar novedad de la espira, es que su diagrama solo presenta un máximo (dos) según la dirección perpendicular al plano de la figura (uno para cada lado). Y esto es así, debido a la separación de los máximos

de corriente en la espira (un diámetro), que hace que la suma de corrientes solo es constructiva cuando se suma en la dirección perpendicular al plano de la espira.

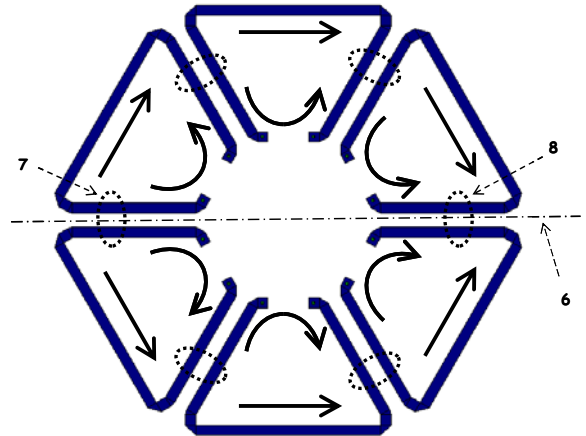


Fig. 5. Distribución de corrientes en la margarita de 6 lígulas.

La Fig. 5 muestra la distribución de corrientes en la antenna margarita de 6 lígulas. Tal como puede verse en esa figura, hay un eje de simetría (6), que divide diametralmente en dos a la antenna, dejando el mismo número de lígulas a cada lado (por eso el número de lígulas debe ser par). Cada lígula tiene su simétrica respecto a ese eje, la corriente en las lígulas de un mismo lado circula en el mismo sentido, y entre lígulas simétricas circula en sentido contrario.

Far Field Pattern
Freq = 0.800000 GHz, Scan Angle = 0.000

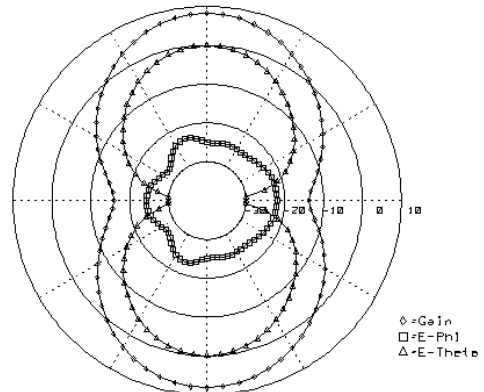


Fig. 6. Plano E de la antenna margarita de la Fig. 1.

Far Field Pattern
Freq = 0.800000 GHz, Scan Angle = 90.000

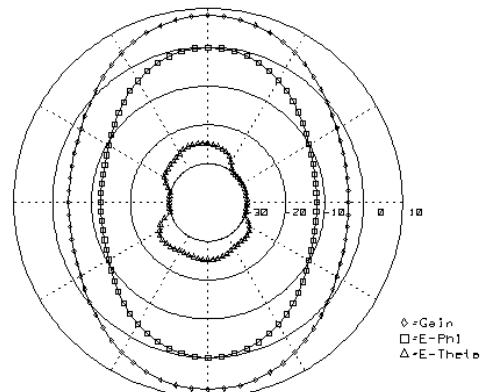


Fig. 7. Plano H de la antenna margarita de la Fig. 1.

De esa forma, la componente paralela al eje de simetría del campo radiado en la dirección perpendicular al plano de la margarita, se suma de forma constructiva para todas las lóbulos, y se anula por el contrario la componente ortogonal.

IV. RESULTADOS DE LA ANTENA MARGARITA

Las Figs. 6 y 7 muestran respectivamente, los planos E y H del diagrama de radiación de la antena margarita de 6 lóbulos mostrada en las Figs. 1 y 5, a la frecuencia de 800 MHz. En esas gráficas, se representa en dB respecto al máximo de radiación, las componentes θ y Φ de la señal en polarización lineal que genera la antena, así como también el valor en dBi de la directividad calculada usando un software comercial [3], que presenta un máximo de 8.2 dBi para la dirección $\theta = 0^\circ$. Este valor puede aumentarse en 3 dB colocando un plano reflector a $\lambda/4$ para reflejar de forma constructiva los otros 8.2 dBi de radiación trasera.

A la vista de ambas figuras, se deduce la dirección de polarización de la señal que coincide con la del eje de simetría (6), definido por la distribución de corrientes (ver Fig. 5). Puede verse también la existencia de polarización cruzada, que aunque está 20 dB por debajo, en algunas aplicaciones podría presentar un problema.

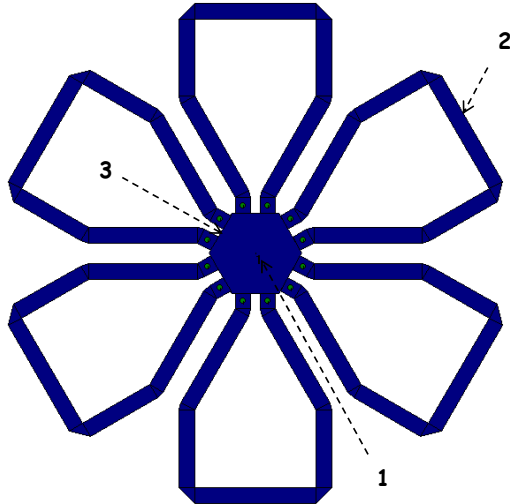


Fig. 8. Antena margarita de 6 lóbulos, sin líneas de alimentación a las lóbulos.

Sin embargo, esos niveles de polarización cruzada pueden reducirse acercando los puntos de alimentación de las lóbulos al centro de antena. Esto hace que la contribución de las únicas asimetrías existentes en la antena, derivadas de las vías de cortocircuito, usadas para generar la distribución de corrientes en los puntos de alimentación de las lóbulos. La forma de reducir su influencia es juntar lo más posible esas vías en cada lóbulo, y acercarlas también lo más posible al centro de la antena.

Las Figs. 9 y 10 muestran respectivamente, los planos E y H del diagrama de radiación de la antena margarita de 6 lóbulos mostrada en la Fig. 8, a la misma frecuencia de 800 MHz, que las mostradas en las Figs. 6 y 7 obtenidas para la antena margarita de la Fig. 1. La directividad calculada para esta antena margarita, a esa frecuencia, es de 9.0 dBi.

Al comparar las Figs. 6 y 7, con las Figs. 9 y 10, puede verse la mejora en polarización cruzada que se obtiene al acercar los puntos de alimentación de las lóbulos al centro de la antena.

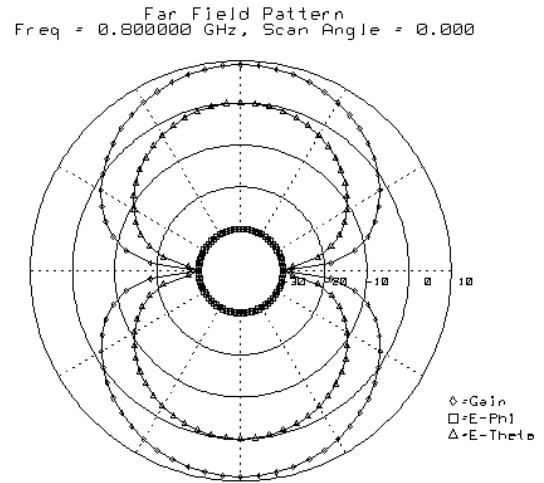


Fig. 9. Plano E de la antena margarita de la Fig. 8.

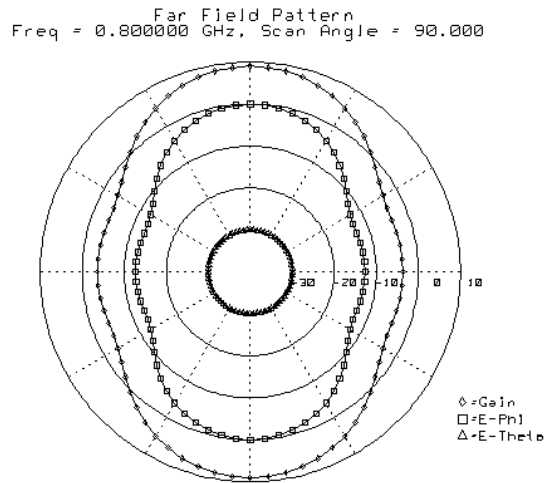


Fig. 10. Plano H de la antena margarita de la Fig. 8.

Una situación parecida de bajo nivel de polarización cruzada, puede conseguirse al eliminar la presencia de las corrientes interiores cuando se utilizan dipolos eléctricos como lóbulos, en vez de espiras. De esta forma, las dos vías de cortocircuito de cada lóbulo, pueden situarse bastante cerca una de otra, aunque no puedan encontrarse como este caso más alejados del centro de la antena.

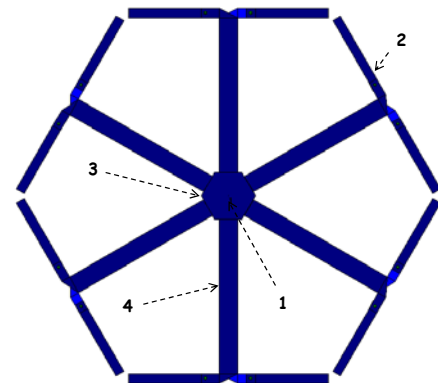


Fig. 11. Antena margarita de 6 dipolos actuando como lóbulos.

La Fig. 11 muestra una antena margarita de 6 lóbulos utilizando dipolos eléctricos como lóbulos.

Las Figs. 12 y 13 muestran respectivamente, los planos E y H del diagrama de radiación de la antena margarita de 6 lóbulos mostrada en la Fig. 11 (utilizando dipolos eléctricos como lóbulos). Las gráficas representadas están calculadas a la frecuencia de 800 MHz, la misma que la de las mostradas en las Figs. 6, 7, 9 y 10, lo que permite su comparación.

La Fig. 14 muestra la evolución con la frecuencia de la directividad calculada de las antenas margarita que muestran la Fig. 8 (traza de puntos), y la Fig. 11 (traza continua), dando una idea su comportamiento en banda desde el punto de vista de radiación

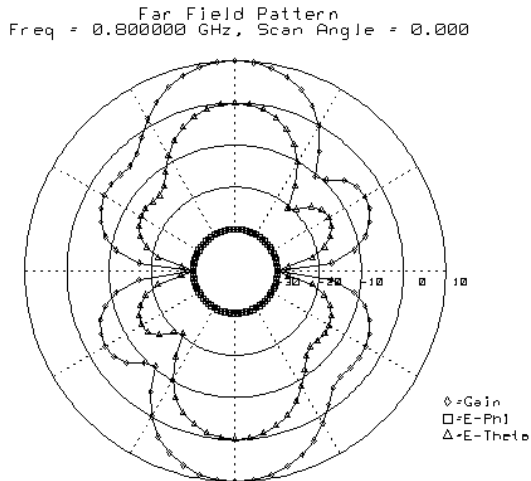


Fig. 12. Plano E de la antena margarita de la Fig. 11

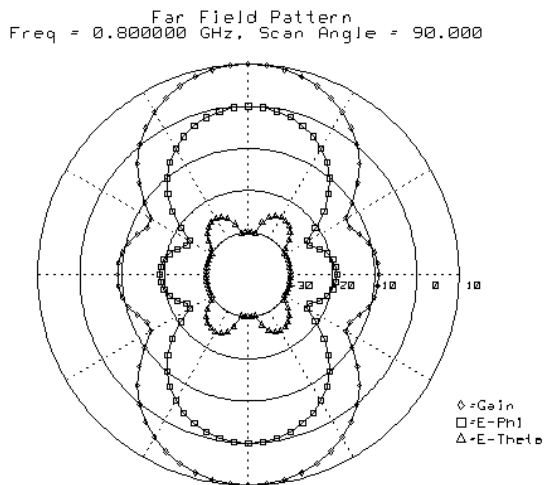


Fig. 13. Plano H de la antena margarita de la Fig. 11

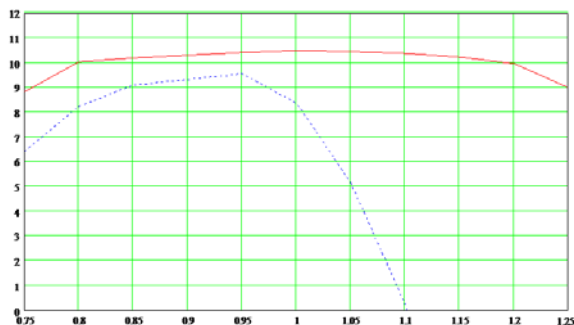


Fig. 14. Evolución con la frecuencia de la directividad de las antenas margarita de las Fig. 8 (traza discontinua), y Fig. 11 (traza continua).

V. CONCLUSIONES

Se presenta un nuevo concepto de antena que adopta una forma similar al de una margarita, por lo que hemos utilizado este nombre para denominar a esta antena.

La antena margarita es realmente una forma especial de agrupamiento circular de elementos radiantes para conseguir polarización lineal en la dirección perpendicular al plano definido por el agrupamiento. El uso de espiras como elementos radiantes del agrupamiento aumenta la semejanza con la flor, dado el parecido que se puede conseguir a las lóbulos de una margarita.

La especial distribución de corrientes a través de los hilos de las espiras (que forman el contorno de las lóbulos), es una de las características de esta antena.

En cuanto a su adaptación en banda ancha, la estructura diseñada en 3 capas permite utilizar la superficie de las capas exteriores, la separación entre ellas, o incluso la permitividad del posible sustrato, como elementos de adaptación, de forma similar a la usada en [2].

Por otra parte, no solo espiras o cualquier otro elemento radiante realizado a base de hilos, pueden usarse a modo de lóbulos en esta antena. Cualquier elemento radiante que sea capaz de generar polarización lineal y que presente un máximo de campo radiado en una dirección determinada, puede usarse como lóbulos en este concepto de antena. Tal es el caso de parches microstrip o incluso bocinas en guía de onda [1], con las que se pueden diseñar antenas de alta ganancia.

Como puede deducirse de los resultados presentados en esta comunicación, este concepto de antena margarita presenta muchas posibilidades, no solo por las diferencias obtenidas al usar diferentes elementos radiantes, sino también por la estabilidad en banda que proporciona la simetría circular.

Esta antena puede usarse como elemento base en nuevos agrupamientos, tanto en geometrías rectangulares como en circulares formando nuevas antenas margarita de segundo orden, cuyas lóbulos sean a su vez nuevas margaritas.

También, es posible obtener polarización circular [1], imbricando las lóbulos de dos antenas margarita, y utilizando las líneas de alimentación que unen las lóbulos con el centro de la antena para conseguir el desfase necesario.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en base a financiación interna del Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la UC, del Departamento de Álgebra de la UCM, y del Laboratorio de Tecnología de Antenas del Instituto de Física Aplicada del CSIC.

REFERENCIAS

- [1] Patente ES-201130473, "Antena margarita para emisión y recepción de señales electromagnéticas polarizadas lineal y circularmente", 2011.
- [2] J. Vassal'lo, "Radiador de bajo perfil con polarización horizontal sobre el horizonte", X Symposium Nacional URSI, Valladolid, sept. 1995.
- [3] Ensemble v 5.0.