

SÍNTESIS DE DIAGRAMAS TIPO TAYLOR UTILIZANDO ARRAYS PLANOS

CON AROS CONCÉNTRICOS Y ALIMENTACIÓN UNIFORME

Proyecto de Máster. Curso 2013-14. Máster Oficial en Enxeñaría Matemática

Autor: Aarón Ángel Salas Sánchez

Tutores: Francisco José Ares Pena & Óscar López Pouso

RESUMEN

Siguiendo la filosofía de anteriores trabajos como los de *Vicente-Lozano et al.* [1] o *Milligan et al.* [2], se presenta un método de síntesis de diagramas que se valen de la variación (*taper*) espacial resultante de una distribución no regular de elementos radiantes en el plano. En concreto se persigue sintetizar diagramas circulares tipo Taylor para antenas formadas por aros concéntricos de elementos radiantes uniformemente excitados. La optimización de los radios de los diferentes anillos mediante el algoritmo de *'Simulated Annealing'* es capaz de conseguir una buena aproximación de los máximos del diagrama de radiación obtenido a la envolvente de un diagrama Taylor [3] en una región de las proximidades de la zona de emisión. También se describe un método en el que se emplean subarrays anulares, que propician una mejora en los tiempos de cálculo, limitando el espaciado entre aros. Cuatro ejemplos pretenden ilustrar el potencial del método.

Las agrupaciones o arrays de elementos radiantes utilizadas presentan simetría en cuadrante y están formadas por M aros concéntricos y que radian individualmente de manera isotrópica. El radio m -ésimo presenta m elementos por cuadrante y un radio ρ_m . La posición del elemento n -ésimo vendrá dada por

$$\begin{aligned} x_{mn} &= \rho_m \cos \frac{(2n-1)\pi}{4m} \\ y_{mn} &= \rho_m \sin \frac{(2n-1)\pi}{4m} \end{aligned} \quad (1)$$

El campo $F(\theta, \phi)$ vendrá dado por

$$F(\theta, \phi) = 4 \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^m \cos(kx_{mn} \sin \theta \cos \phi) \cos(ky_{mn} \sin \theta \sin \phi) \quad (2)$$

Dos métodos para tratar la entrada en la simulación:

1. Optimización de cada radio de anillo de manera individual (Ej. 1, 2 y 3).

Fijado el número de anillos se buscará el valor óptimo de cada uno de ellos, cumpliendo la restricción de que la separación entre adyacentes sea superior a $0,5\lambda$ para evitar el fenómeno de acoplo mutuo.

2. Utilización de subarrays anulares para mejorar los tiempos de cálculo (Ej. 4).

Una alternativa para rebajar el tiempo de computación del método se basa en utilizar un conjunto de anillos equiespaciados entre si en diferentes regiones anulares. Gráficamente podría esquematizarse de la siguiente manera:

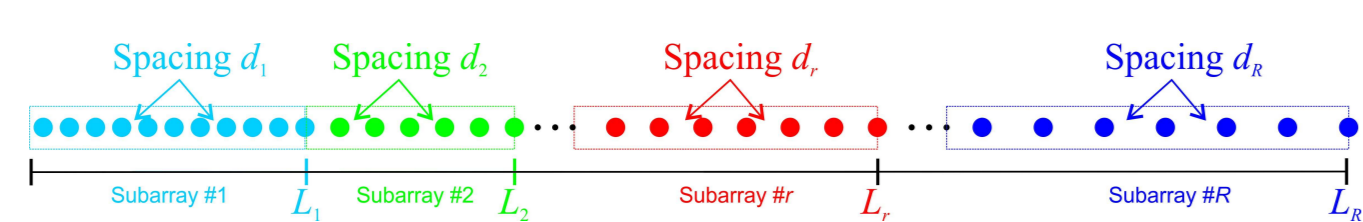


Fig. 1: Esquema gráfico de la disposición de anillos mediante el uso de subarrays. Cada punto representaría un anillo circular. El lado izquierdo del conjunto de puntos representaría el centro de la antena.

La función de coste utilizada en la optimización mediante *'Simulated Annealing'* será

$$C = c_1 \times \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^N [F(\theta_p) - env(\theta_p)]^2}{N}} + c_2 \times |BW - BW_d| \quad (3)$$

donde $env(\theta)$ es la función envolvente que contiene los máximos del diagrama de Taylor (posicionados en los ángulos θ_p) BW_d es el ancho de haz a $-3dB$ de dicho diagrama y los coeficientes c_1 y c_2 son pesos utilizados para ponderar los dos términos de la función de coste.

RESULTADOS

Todos los ejemplos presentados se basan en la obtención de un diagrama Taylor con parámetro $\bar{n} = 5$ y nivel de lóbulos laterales (SLL) de $-25dB$

Ejemplo 1: Cálculo de RMS en la región $\theta \in (0^\circ, 90^\circ)$. Elementos con radiación isotrópica.

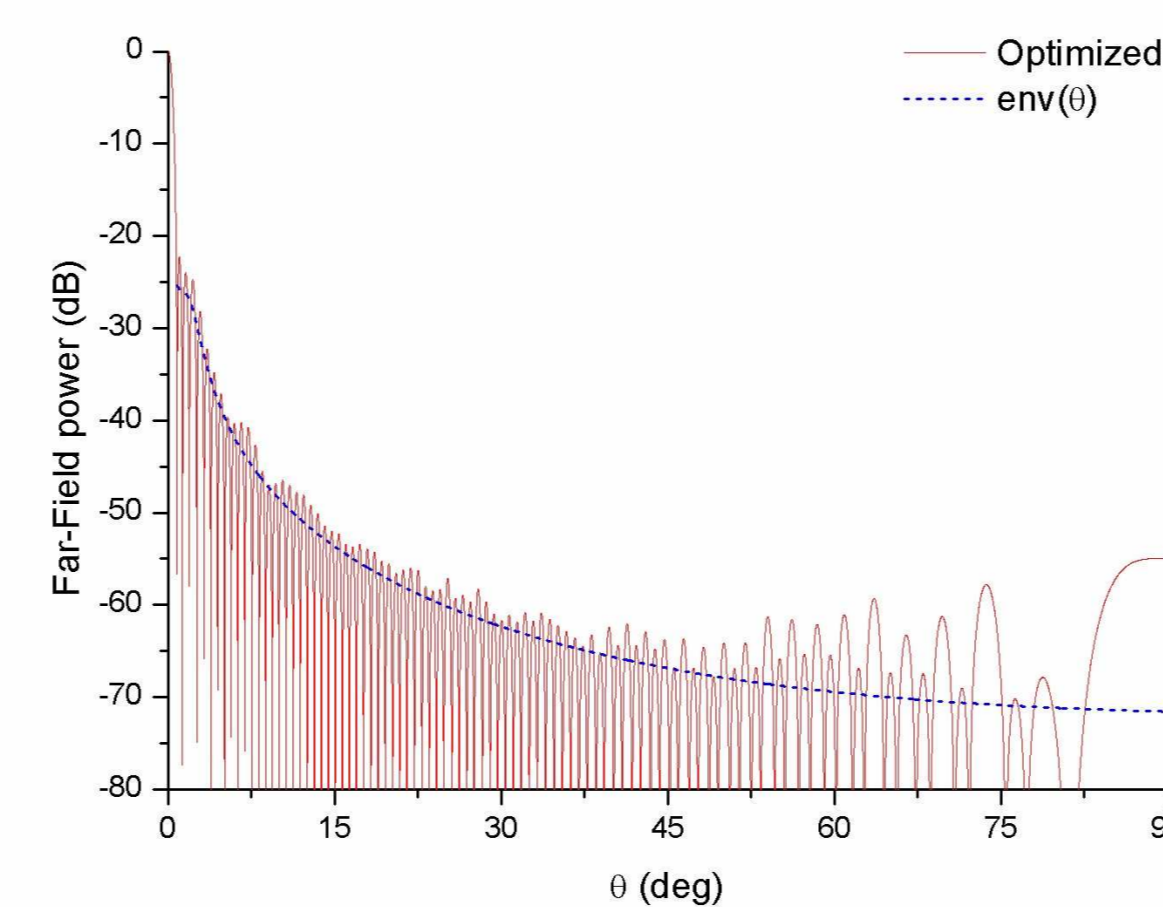


Fig. 2: Diagrama de radiación de la antena resultante. Valor de RMS en $\theta \in (0^\circ, 90^\circ)$ de $3,4 dB$. $SLL = -22,2 dB$. Máxima directividad del diagrama de $49,5 dBi$.

Ejemplo 2: Cálculo de RMS en la región $\theta \in (0^\circ, 50^\circ)$. Elementos con radiación isotrópica.

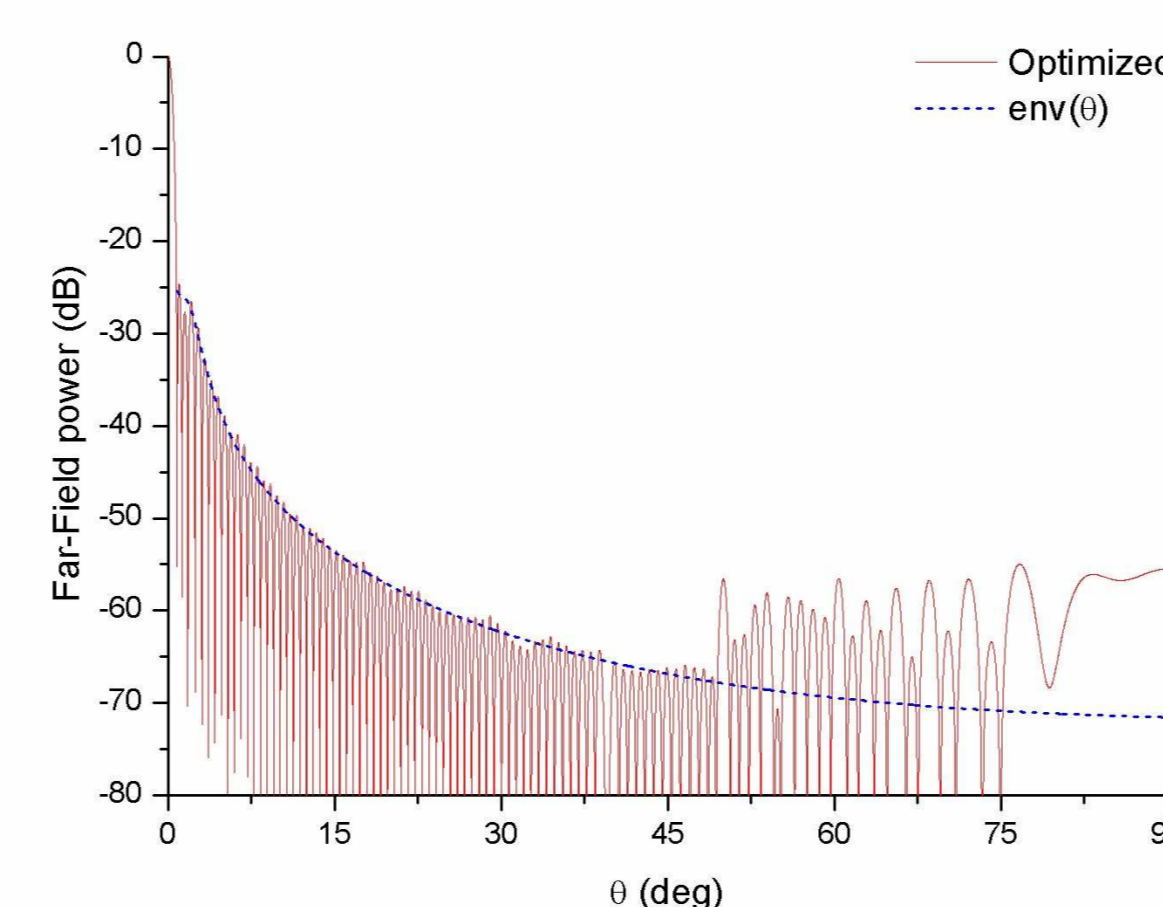


Fig. 3: Diagrama de radiación de la antena resultante. Valor de RMS en $\theta \in (0^\circ, 50^\circ)$ de $0,7 dB$. $SLL = -24,7 dB$. Máxima directividad del diagrama de $49,5 dBi$.

Ejemplo 3: Cálculo de RMS en la región $\theta \in (0^\circ, 50^\circ)$. Elementos con radiación no isotrópica.

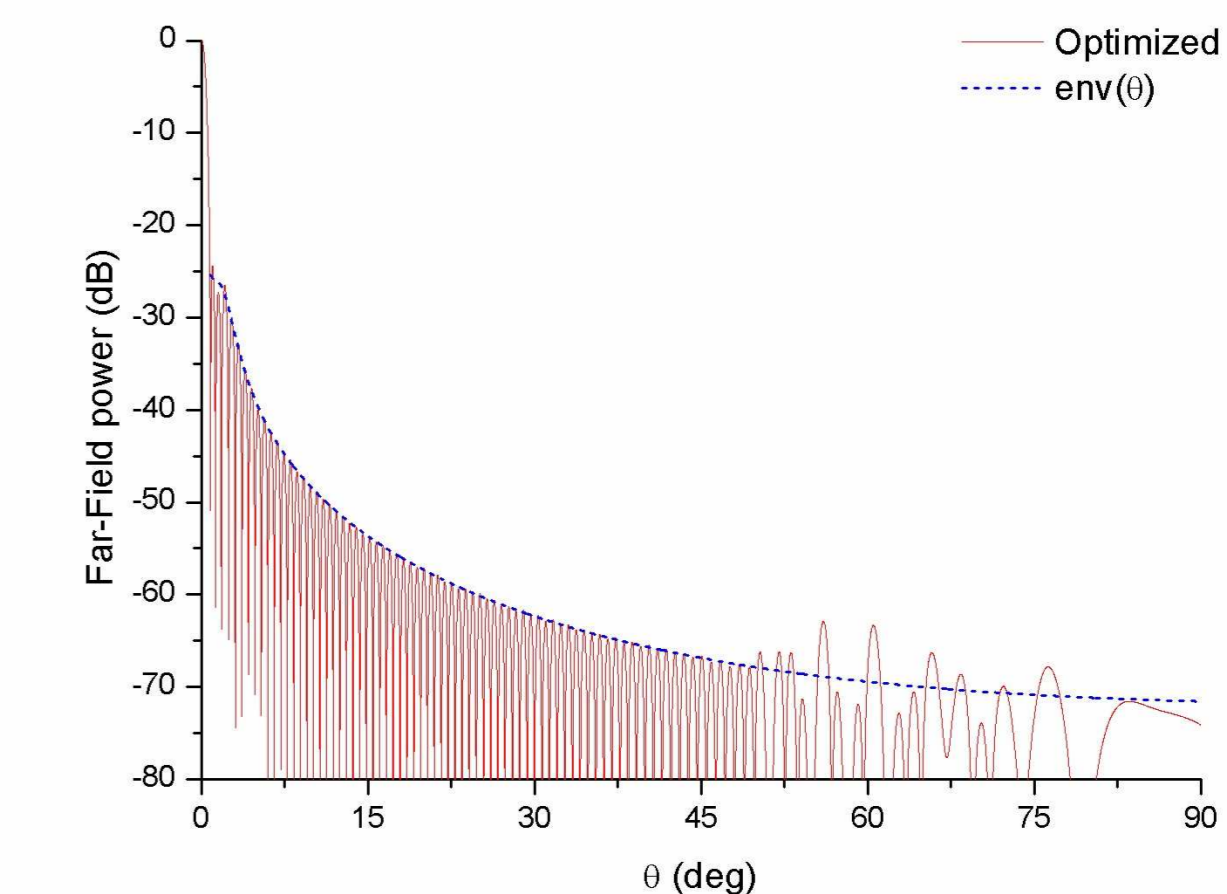


Fig. 4: Diagrama de radiación de la antena resultante. Factor elemento (radiación no isotrópica) modelado mediante la función $\cos^q \theta$, siendo $q = 2$ y un taper (o caída) de $-20 dB$ a $\theta = 90^\circ$. Valor de RMS en $\theta \in (0^\circ, 50^\circ)$ de $0,7 dB$. $SLL = -24,5 dB$. Máxima directividad del diagrama de $46,9 dBi$.

Ejemplo 4: Array formado por subarrays. Cálculo de RMS en la región $\theta \in (0^\circ, 10^\circ)$. Elementos con radiación no isotrópica.

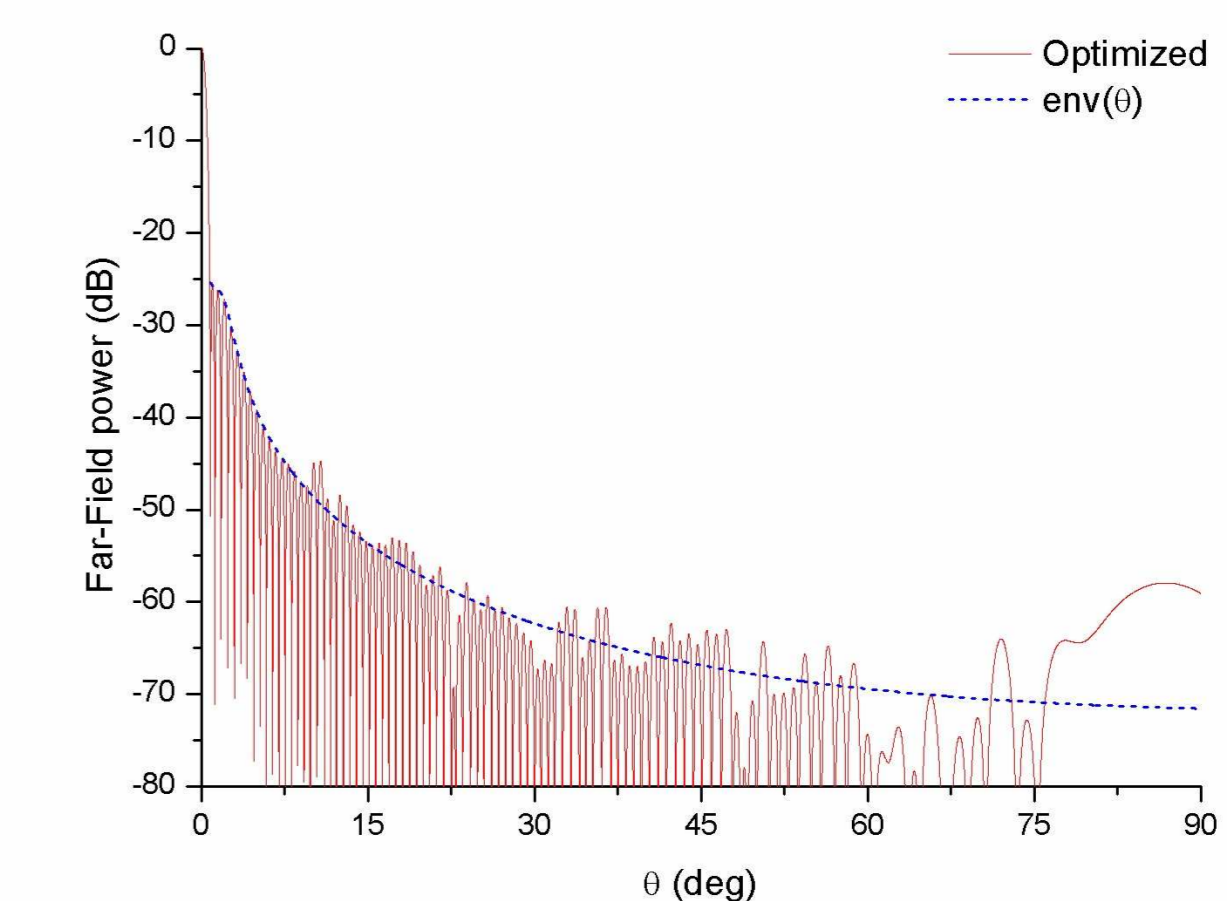


Fig. 5: Diagrama de radiación de la antena resultante. Factor elemento (radiación no isotrópica) modelado mediante la función $\cos^q \theta$, siendo $q = 2$ y un taper (o caída) de $-20 dB$ a $\theta = 90^\circ$. Valor de RMS en $\theta \in (0^\circ, 10^\circ)$ de $0,3 dB$. $SLL = -25,4 dB$. Máxima directividad del diagrama de $49,7 dBi$.

REFERENCIAS

- [1] M. Vicente-Lozano, F. Ares-Pena, and E. Moreno. Pencil-beam pattern synthesis with a uniformly excited multi-ring planar antenna. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 42, pp. 70-74, 2000.
- [2] T. Milligan. Space-tapered circular (ring) array. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 46, pp. 70-73, 2004.
- [3] T.T. Taylor. Design of circular apertures for narrow beamwidth and low sidelobes. *IRE Transaction on Antennas and Propagation*, vol. 8, pp. 17-22, 1960.