

CONTRIBUCIÓN AL SOFTWARE ZONA DE VISIBILIDAD DEL RADAR: MODELACIÓN DE PATRÓN DE RADIACIÓN DE ANTENAS.

Eleuterio Rolim Afonso¹, Pedro Arzola Morris²

1,2 Dpto. de Telecomunicaciones, ISPJAE

1teuafonso@gmail.com, [2 pedroa.morris@gmail.com](mailto:2pedroa.morris@gmail.com)

RESUMEN

Este trabajo responde a la necesidad de modelar las características direccionales (a partir de aquí CD) de antenas de Radar en el plano vertical con un patrón cosecante cuadrado (a partir de aquí CSC2) para lograr la predicción exacta de la zona de visibilidad de los radares (a partir de aquí ZVR) en el programa correspondiente al proyecto de radar ZVR en nuestra institución. En específico se empleará el método de síntesis de Woodward-Lawson, que ha sido seleccionado por su efectividad de baja carga computacional. En particular se describe el método como una forma de síntesis que obtiene una distribución de la fuente de radiación que logra una CD que se acerca substancialmente a la CD deseada por un método directo. El método está calificado como un algoritmo que siendo un modelo, se acerca substancialmente al comportamiento real de la antena.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son parte de una tesis de opcional grado de ingeniero en Telecomunicación y Electrónica presentada este año e se califica como muy buena. De esta forma se logra resolver el problema planteado para la obtención de la zona de visibilidad del radar mediante el programa ZVR, teniendo en cuenta la altura a que se analice el campo de radar para la localización de objetivos aéreos de carácter puntual o distribuido.

PALABRAS CLAVES: Antenas, Radar, Característica direccional.

CONTRIBUTION TO SOFTWARE VISIBILITY ZONE OF RADAR: MODELING ANTENNA RADIATION PATTERN.

ABSTRACT

This work responds to the need to model the directional characteristics (hereafter CD) Radar antenna in the vertical plane with a cosecant square pattern to achieve accurate prediction of the visibility zone of radar (hereafter ZVR) in the program for the project ZVR radar in our institution. Specifically employ the method of synthesis of Woodward-Lawson, which has been selected for its effectiveness low computational load.

In particular describes a method of synthesis which form a distribution of the radiation source that achieves substantially CD approaching the desired CD by a direct method. The method is described as an algorithm that being a model is substantially about the actual behavior of the antenna.

The results obtained in this study are part of an optional argument engineering degree in Telecommunications and Electronics introduced this year and is rated as very good. Thus is achieved to solve the problem of obtaining radar visibility zone ZVR program by taking into account the height at which the field is analyzed for locating radar aerial targets of punctual nature or distributed.

KEY WORDS: Antennas, Radar, Polar pattern.

INTRODUCCIÓN

En el estudio realizado sobre síntesis de diagramas direccionales de antenas y en particular la síntesis de diagramas conformados se hizo una consulta amplia, en particular de la IEEE con Antena de Propagación hasta el año 2000, Existen muchos métodos de síntesis, algunos se limitan a describir la distribución deseada en forma de polinomio, como el empleo de sus raíces, otros establecen criterios de realización que optimizan las síntesis bajo el criterio de la obtención del mínimo ángulo de radiación posible, para un tamaño dado del conjunto y para un determinado nivel de lóbulos secundarios, (a partir de aquí NLS), incluso se ha llegado a especificar individualmente el nivel de estos. Los métodos empleados con el desarrollo han posibilitado la síntesis de diagramas estrechos, amplios, de suma o resta, simétricos o asimétricos y conformados, incluyendo la conocida estructura de distribución de RADAR CSC2, con una zona de igual distancia y una zona de igual altura. Este último aspecto es el objetivo fundamental del presente trabajo.

DESARROLLO.

El método de Woodward-Lawson nos da un patrón de Radar tipo CSC2 y además se puede obtener un NLS aceptable. Es un método de baja complejidad en el que se puede controlar la amplitud y fase de un grupo de diagramas parciales ortogonales. Una vez que se obtiene el patrón sumario, conocida su distribución y con ayuda de este determinamos los coeficientes de excitación es decir la amplitud y Fase de cada elemento.

Para obtener las CD parciales de cada uno de los elementos emplearemos la ecuación de factor de arreglo siguiente:

$$s(m, \theta) = b_m(m) \left[\frac{\sin \left[\frac{k \cdot l}{2} \cdot (\cos(\theta) - \cos(\theta_m(m))) \right]}{\frac{k \cdot l}{2} \cdot (\cos(\theta) - \cos(\theta_m(m)))} \right] \quad (1)$$

Donde: b_m , coeficiente de excitación.

k , numero de onda.

l , longitud de la antena en longitudes de onda.

θ_m , ángulo de excitación.

La representación de las funciones compuestas $s_m(m)$ con coeficientes b_m diferentes de cero se muestra en la figura 1 mediante la ecuación (1).

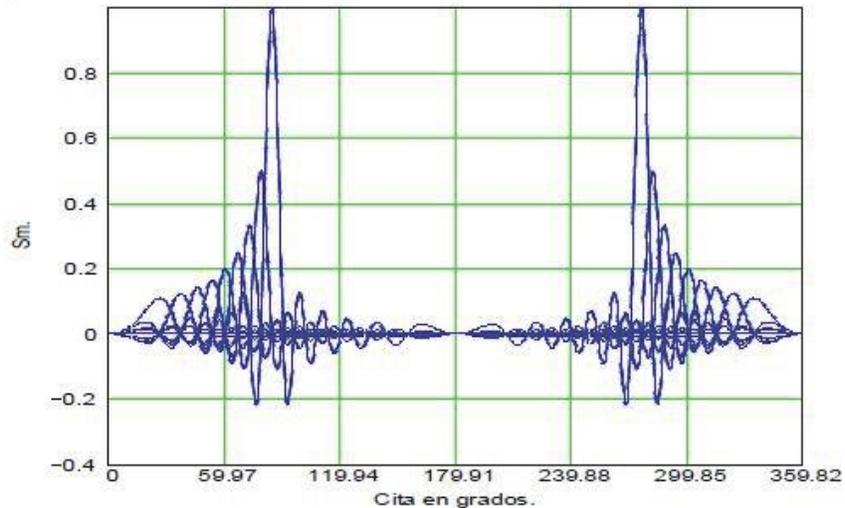


Figura 1: CD de cada una de las funciones parciales.

Con las Cd parciales obtenidas anteriormente se halla el patrón de antena que viene dado en forma de potencia lo que se representa en dB para menor compresión del trabajo, para una antena aceptable con L igual 15 l que se observa en la figura 2.

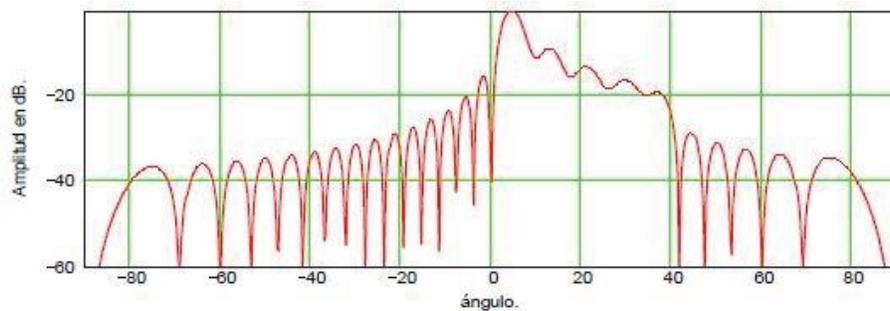


Figura 2: Función de potencia en dB de CD para L=15.

Se puede observar que el número de elementos influye considerablemente en el rizado del lóbulo principal y como es lógico, en el número de lóbulos secundarios, sin embargo, los niveles relativos no se ven afectados, tanto del rizado en la CD conformada, como en la región no conformada. Siendo más precisos, al aumentar el tamaño de la antena aumenta el número de rizados y se mantiene la variación de amplitud alrededor de 2 dB en la región de conformación del haz principal. Entre tanto es posible observar claramente que la diferencia que existe en diferentes CD en dB en los ángulos de interés, o sea, el patrón deseado va variando según el cambio de la característica de amplitud y fase que dependen del número de elementos a ser analizado, siendo más precisa su ubicación.

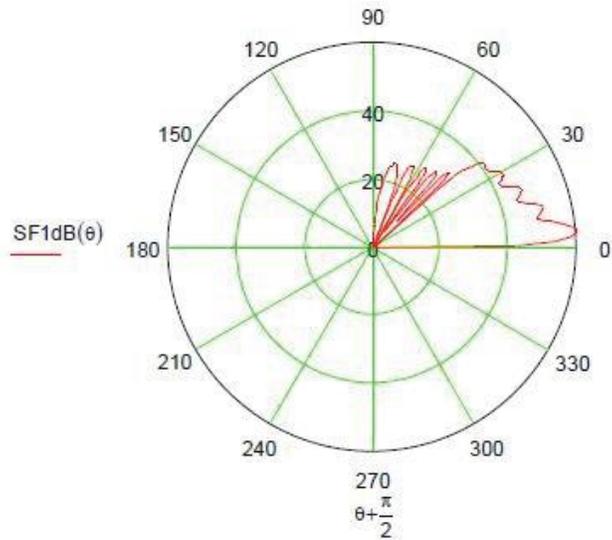
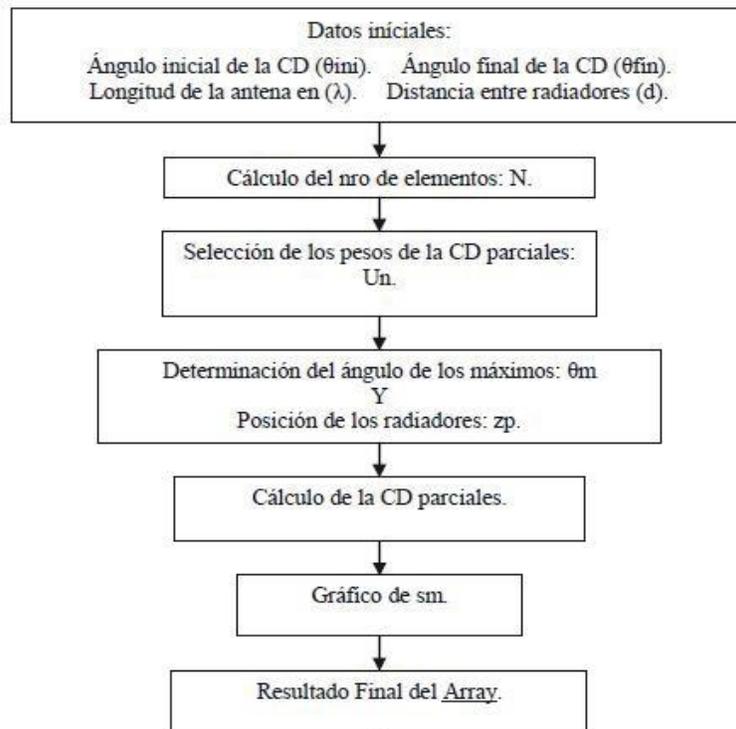


Figura 3: CD en dB en ángulos de interés.

Como conclusión se puede decir que el número del rizado y los lóbulos secundarios aumenta considerablemente con el aumento de L.

DIAGRAMA DEL ALGORITMO DE WOODWARD-LAWSON



ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AMPLITUD.

Un análisis de la distribución de amplitud muestra que las soluciones alcanzadas son realizables a priori. De cualquier manera, como el rizado y el NLS no depende de la longitud del arreglo, es suficiente una longitud de 10 longitudes de onda (21 elementos) para obtener una CD csc2 satisfactoria para el objetivo de esta investigación. En una prueba realizada para $L = 5$ (11 elementos de radiación), no se logra buenos resultados, lo que indica que el estudio de estos arreglos se realiza para antenas con un gran número de elementos, cuya cantidad será mayor a medida de que la CD deseada sea, en términos de conformación, más compleja.

La amplitud de la distribución en todos los casos muestra máximos en el centro de la antena y es decreciente hacia los bordes, de hecho este resultado indica que cumple un requisito principal para que sea realizable. Esto se debe a que, en términos de amplitud, la diferencia de amplitudes entre radiadores contiguos es pequeña, de modo que se obvia el fenómeno de Gibbs. Es necesario agregar que a medida que aumenta L , y por tanto, el número de elementos la diferencia en la excitación de amplitud de radiadores contiguos es menor. Sin embargo no basta con esto, por lo que es necesario analizar la distribución de fases y evaluar su efecto.

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE FASES.

La distribución de fases es casi lineal, como era de esperar debido al carácter finito del arreglo. Al acotar el número de elementos, la transformación no permite que la distribución de fases se produzca por una ley perfectamente lineal (que sitúa el máximo de la CD conformada con una radiación inclinada en el ángulo deseado). Esto se observa en el hecho de que al aumentar el número de elementos la ley de fases se hace más lineal (observe la diferencia entre el arreglo de $L = 10$ y $L = 35$). Para el arreglo de $L = 35$ el control de fase se repite con período π a lo largo del mismo, lo que dificulta su control, además en regiones intermedias del arreglo, donde la amplitud de la distribución es notable (-5 y 5λ) aparecen cambios de fase de 180 grados lo que focaliza regiones donde elementos contiguos con gran amplitud se hallan excitados en contrafase, por lo que la diferencia de amplitud se duplica; de modo que esta distribución es notablemente vulnerable al efecto del fenómeno de Gibbs, y se pierde el control de la excitación debido a la influencia mutua de los elementos contiguos. Por esta razón no resulta conveniente el resultado obtenido para $L = 35$.

Se observa que el diseñador debe tener en cuenta los resultados de la distribución de amplitud y fase en la antena, además, relacionar los resultados matemáticos con la práctica ingenieril de las antenas, criterio dado solamente por la experiencia y el conocimiento que se tenga.

Como se ha planteado anteriormente, a pesar de que un nivel máximo de lóbulos secundarios de -17 dB en el plano vertical es permisible para antenas de RADAR, para su empleo en ZVR se pueden eliminar realizando la valoración de la CD solamente en los ángulos de elevación de interés.

CONCLUSIONES

En este trabajo se aplica el método de Woodward-Lawson no solo porque da el mejor resultado sino también porque el método resulta simple y realizable en la práctica, aunque con algunas limitaciones en referencia a la longitud de los elementos que no debe ser menor que 21λ para un resultado satisfactorio. El mismo tiene bases teóricas convenientes para conformación de haz y se puede manipular la amplitud b_m para lograr el control de NLS intuitivamente. El método resulta ventajoso porque es el que más se asemeja a una CD del tipo csc^2 y además por la utilización de un arreglo de antenas simples. Finalmente el presente trabajo servirá para el mapeo de la ZVR de cualquier territorio, con una respuesta adecuada en función al ángulo de elevación con una ley csc^2 de la CD de una antena de RADAR.

REFERENCIAS

1. Milligan TA. Modern Antenna Design. New Jersey: John Wiley; 2005 [cited.
2. Balanis C, A . Antenna Theory Analysis and Design. New Jersey: John Wiley; 2005 [cited.
3. Collin RE. Antennas and Radiowave Propagation. New York: Mc Graw-Hill; 1985 [cited.
4. Kim YU, Elliot RS. Shaped-Pattern Synthesis Using Pure Real Distributions. IEEE Transactions on Antennas and Propagation; IEEE; 1998. p. 1645-9.
5. Kraus JD. Antennas for all Aplications. Estados Unidos: John Wiley; 2002 [cited.
6. Woodward PM, Lawson JD. The theoretical precision with which an arbitrary radiation pattern may be obtained from a source of finite size. IEEE; 1984.
7. Orchard HJ, Elliott RS, Stern GJ. Optimizing the synthesis of shaped antenna pattern. IEEE Transactions on Antennas and Propagation 1985; London. IEEE.
8. Martínez MJ, Ruiz MS, Ramos JL, Vega GA. Síntesis de Patrones de Radiación por medio de Arreglos Lineales de Antenas. Journal [serial on the Internet]. 2000 Date.
9. Arora JS. Introduction to Optimum Design. ESTADOS UNIDOS: McGraw-Hill; [cited.
10. Simon JC. Application de Periodic Function Approximation to Antenna Pattern Synthesis and Circuit Theory. Electromagnetic Wave Theory Symposium, IEEE Symp; 1985. IEEE