

DISEÑO DE REFLECTARRAY PARA RECEPCIÓN SIMULTÁNEA DE TV DESDE LOS SATÉLITES ASTRA E HISPASAT

J. Agustín Zornoza Ramírez, José A. Encinar Garcinuño

Departamento de Electromagnetismo y Teoría de Circuitos
Universidad Politécnica de Madrid
azr@etc.upm.es, encinar@etc.upm.es

RESUMEN

Se presenta el diseño de una antena reflectarray de un solo alimentador con dos haces separados 54.98° . Dicho ángulo se corresponde con el ángulo que hay entre los satélites Astra1 e Hispasat vistos desde Madrid. El reflector es elíptico de ejes 41 cm. y 37 cm. y la frecuencia central de diseño es 11.95 GHz. Los resultados presentados avalan la viabilidad de dicha antena.

1. INTRODUCCIÓN

Mediante el empleo de antenas reflectarrays es posible obtener una antena de doble haz de forma fácil y económica. Para ello simplemente se tiene que usar una distribución correcta del tamaño de los parches que forman el array reflector.

El aspecto exterior que presenta la antena es igual al de un reflectarray de un único haz: un foco y un reflector plano. Sin embargo, la diferencia viene dada por la distribución de los tamaños de los parches en el reflector, por la posición del foco y por el tamaño del reflector (para el caso de doble haz la superficie debería ser mayor en un factor de 2 si se quiere la misma ganancia que para un solo haz reflejado).

2. DISEÑO DE DOBLE HAZ

2.1. Planteamiento del problema

En un reflectarray multihaz, el campo reflejado en la superficie reflectora viene dado por la suma de las distribuciones de campo correspondientes a cada uno de los haces [1]. Para el caso particular de estudio, el reflectarray se ha diseñado de tal forma que se reflejan dos haces con la misma amplitud en las direcciones simétricas $\theta_1=27.49^\circ$, $\phi_1=90^\circ$ y $\theta_2=27.49^\circ$, $\phi_2=270^\circ$, como se muestra en la figura 1. El campo reflejado necesario en cada elemento del reflector plano vendrá dado por:

$$E(x_i, y_j) = 2A(x_i, y_j) \cos(k_0 \sin(27.49)y_j) \quad (1)$$

donde (x_i, y_j) es el punto central de cada parche, k_0 es la constante de propagación y $A(x_i, y_j)$ es la distribución de amplitud del campo reflejado para cada uno de los haces (igual para ambos haces).

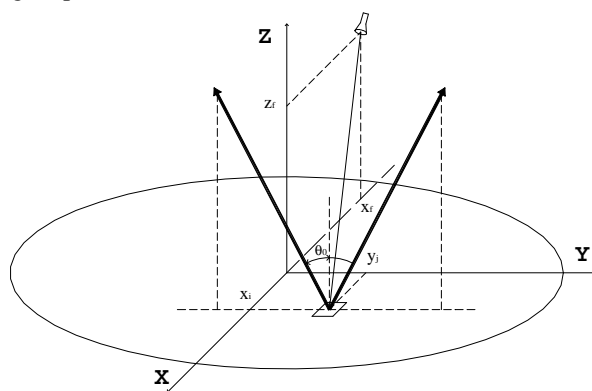


Figura 1. Esquema de reflectarray de doble haz diseñado.

Debido a la simetría de los haces reflejados el campo de la expresión 1 es real, pero por regla general suele ser complejo y así se considerará en el caso estudiado. Mientras que la fase del campo es posible obtenerla variando las dimensiones de cada uno de los parches que forman el reflectarray [2], no así el módulo ya que viene impuesto por el alimentador empleado. Por un lado para que la fase del campo reflejado coincida con la impuesta por (1) el desfase introducido en cada elemento debe ser,

$$\text{desfase}(x_i, y_j) = k_0 d(x_i, y_j) - \text{fase}(E(x_i, y_j)) \quad (2)$$

siendo $d(x_i, y_j)$ la distancia entre el alimentador y el parche situado en (x_i, y_j) . Por otro lado, el módulo de (1) tiene un comportamiento oscilatorio en y de periodo $y_T=27.175\text{mm}$, que no puede conseguirse con un alimentador tipo bocina (distribución de amplitud en coseno alzado).

2.2. Solución propuesta

En la figura 2 se representa exclusivamente el término del módulo del campo reflejado que produce la oscilación. Con círculos se destacan aquellos puntos equiespaciados $y_T/2$ que se caracterizan por presentar todos el mismo

valor. En el diseño propuesto se toma dicha distancia como periodo y se supone el campo en cada célula periódica constante para el cálculo de los diagramas de radiación. Los tamaños de los parches se ajustan para conseguir la fase del coeficiente de reflexión dada en (2). Con estas suposiciones el diagrama de radiación tiene dos haces. Es importante resaltar que el número de elementos en y debe ser par, de tal forma que las posiciones de los centros de los parches coincidan con los puntos remarcados de la figura 2.

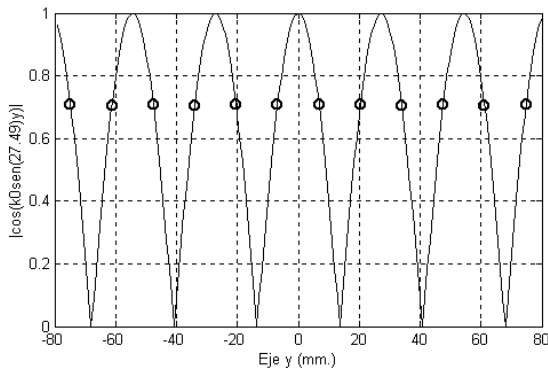


Figura 2. Oscilación en la amplitud del campo reflejado.

2.3. Reflectarray elíptico diseñado

El reflectarray diseñado emplea tecnología impresa multicapa [2] cuya configuración se muestra en la figura 3. El diseño se ha realizado para dos polarizaciones.

Características:

- Célula periódica cuadrada de lado: **13.6 mm.**
- Posición del alimentador: $x_f = -0.14m$, $y_f = 0m$, $z_f = 0.34m$
- Superficie reflectora: eje mayor **408 mm.** (30 parches)
eje menor **367 mm.** (27 parches)
638 parches en total

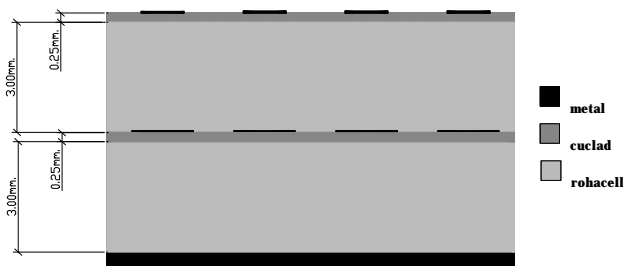


Figura 3. Corte transversal de la estructura multicapa.

2.4. Resultados

En la generación de los diagramas de radiación que se presentan a continuación se ha considerado en todo momento un alimentador tipo bocina con un pedestal de -10 dB en los extremos de la superficie reflectora.

En la figura 4 se presenta el corte en el plano $\phi=90^\circ$ del diagrama de radiación obtenido a las frecuencias 11.7, 11.95 y 12.2 GHz para la polarización x , siendo igual para la polarización y .

Es conocido que las antenas reflectarrays presentan bajos niveles de polarización contrapolar y un comportamiento en banda estrecha [3]. Se muestra en la figura 4 dicho comportamiento para una banda de 500 MHz, donde se observa un ligero desapuntamiento y una pequeña variación de la ganancia que se traducen en una pérdida máxima de 0.4 dB en la dirección de apuntamiento.

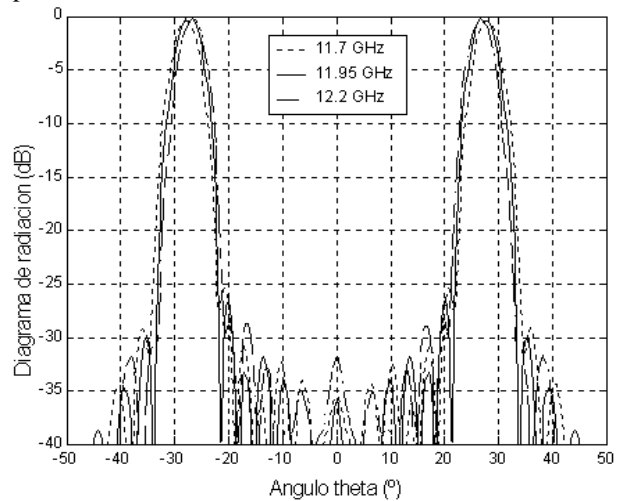


Figura 4. Diagrama de radiación en la polarización x .

3. CONCLUSIONES

Se ha diseñado un reflectarray elíptico de doble haz basado en tecnología impresa multicapa. Los diagramas de radiación obtenidos parecen indicar que el comportamiento es bueno en cuanto a directividad se refiere, pero por otro lado se aprecia una limitación en la respuesta en frecuencia. El siguiente paso a seguir pasa por la construcción de un prototipo que valide el proceso de diseño y la optimización del mismo de cara a aumentar la banda de frecuencias conseguida.

4. REFERENCIAS

- [1] Zornoza, J.A. y Encinar, J.A., "Diseño de reflectarrays multihaz y de haz conformado", XV Simposium Nacional U.R.S.I., Zaragoza, España, Sept. 2000, pp. 271-2.
- [2] Encinar, J.A., 'Design of Two-layer Printed Reflectarrays using Patches of Variable Size', IEEE Transactions on Antennas and Propagation, June 2001.
- [3] Huang, J., 'Capabilities of printed reflectarray antennas', International Symposium 1996, Boston, 1996, pp.131-4.