

Práctica 3: MATLAB AntennaDesigner

Objetivo: Familiarizarse con la aplicación *antennaDesigner* de MATLAB y estudiar las características básicas de una antena parabólica.

Material: Ordenador con licencia básica de MATLAB. Toolbox de antenas

Base teórica

Las antenas reflectoras, y en particular el reflector parabólico, son de las más utilizadas en aplicaciones donde se requiere una gran directividad a bajo coste. El reflector parabólico está formado por un paraboloide de revolución metálico con una antena alimentadora situada en el foco. La reflexión del campo en el reflector transforma una onda incidente con frentes de fase esféricos en una onda plana, consiguiendo en el plano de su apertura un campo en fase y bastante uniforme en amplitud, lo que supone un diagrama muy directivo en la dirección normal a dicho plano.

El reflector parabólico queda completamente determinado a partir de dos factores, que son el diámetro del reflector d y la longitud focal f . En el diseño es habitual utilizar también la profundidad del reflector d_{th} , que es la distancia entre el vertex y el plano de la apertura del reflector. La longitud focal es la distancia desde el vertex del paraboloide hasta el punto desde donde la emisión de una onda esférica daría lugar a un frente de onda perpendicular a la apertura del paraboloide, tal y como se muestra en la Figura 1.

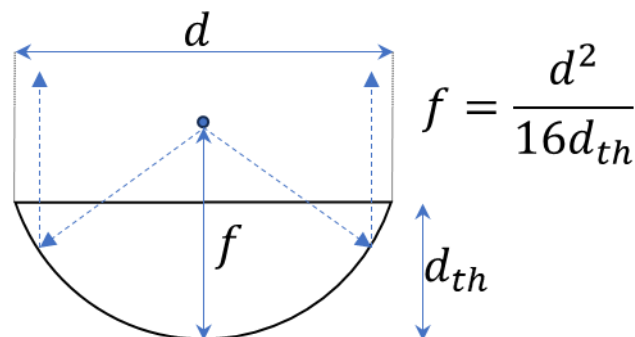


Figura 1. Parámetros de diseño para un reflector parabólico

Las antenas utilizadas como alimentadoras pueden ser de muchos tipos, aunque las más frecuentes son las bocinas cortas o los dipolos. En general la ganancia del elemento alimentador debe ser moderada para evitar que el lóbulo principal de radiación sea demasiado estrecho con respecto al diámetro del reflector, lo cual daría lugar a problemas de desfases entre el campo reflejado en el centro del reflector y el campo que se refleja en los bordes.

La ganancia para un reflector de diámetro d se puede escribir como:

$$G(dBi) \approx 10 \log_{10} \left[\eta \left(\frac{\pi d}{\lambda} \right)^2 \right]$$

; siendo η un factor de eficiencia denominado **eficiencia de iluminación**. η incluye distintos mecanismos parásitos, siendo 1 el valor máximo y 0.5 el valor típico. Asimismo, el diámetro suele ser 10 veces la longitud de onda.

También es posible hacer una estimación precisa y sencilla del ancho del lóbulo principal de radiación a potencia mitad (BW_{3dB} , o $HPBW$, según notación del toolbox de Antenas), utilizando la expresión:

$$BW_{3dB} \equiv HPBW \approx 70 \frac{\lambda}{d}$$

Una de las principales desventajas de las antenas parabólicas es que dependen de un elemento alimentador que debe estar necesariamente sujeto a una estructura de fijación, lo cual inevitablemente produce un efecto de sombra que reduce el factor de eficiencia. Para evitar que este efecto tenga una influencia significativa en la eficiencia de iluminación, es habitual encontrar diseños en los que el elemento alimentador está descentrado con respecto al foco de la parábola.

Tareas a realizar

1. Utilizar *antennaDesigner* para diseñar una antena parabólica con un alimentador de dipolo a la frecuencia que indicará el profesor. Para determinar las especificaciones con precisión, se recomienda utilizar la opción *settings*, y realizar la simulación a intervalos angulares de 0.5°.

Incluir en el informe las dimensiones finales de la antena, así como

- a. Diagrama de radiación 3D
- b. $|S_{11}|$
- c. Ganancia
- d. HPBW

Escribir para el informe una tabla donde se haga una comparativa de estos parámetros con respecto a los correspondientes a la antena alimentadora, operando sin reflector. Especificar los valores a la frecuencia de diseño.

Exportar el diseño del apartado 1 desde *antennaDesigner* a un script, utilizando el menu "Export" -> "Export as script".

Encontrar en el espacio de trabajo de MATLAB el valor de $|S_{11}|$ a la frecuencia central de diseño, y escribirlo en el informe.

2. Con la ayuda del script proporcionado en el anexo de este guión, modificar el script generado automáticamente por *antennaDesigner* en el apartado anterior para realizar las siguientes tareas:
 - a. Diseñar una antena de alimentación de dipolo a una frecuencia igual al doble de la frecuencia utilizada en el apartado 1.
 - b. Construir un reflector parabólico con la antena diseñada como alimentador, a la frecuencia del subapartado anterior.

- c. Calcular la directividad máxima del reflector diseñado, y representar el diagrama de radiación en 3D, la impedancia y el diagrama de radiación 2D en azimut para tres ángulos de elevación distintos: 0° , 45° y 90° .
3. Para el diseño realizado en el apartado 1, determinar cómo cambian los parámetros de los subapartados a-d al realizar las siguientes modificaciones:
 - a. Se realiza un offset del reflector respecto a la alimentación igual a un 30% del radio, en la dirección x.
 - b. Se realiza un offset del reflector respecto a la alimentación igual a un 30% del radio, en la dirección z.
 - c. Se duplica el radio y la longitud focal del reflector, manteniendo un offset nulo en las tres direcciones.
 4. Se realizará un ejercicio de simulación y visualización de campos guiado por el profesor en clase.
 5. Genera el informe con los resultados obtenidos en un fichero pdf con el siguiente nombre: 2023_P03_Apellido1Apellido2Nombre.pdf. Plazo: entregar informe al término de la sesión.

ANEXO

```

clear all; close all;
c=3e8; freq = 5e9; lambda=c/freq;
Frequencies=linspace(freq-0.2*freq,freq+0.2*freq,25)
Elevation=[0 45 90]; % Angles at which we want to plot patternAzimuth
R=0.3; % Radius of antenna aperture
FocalLength=0.15;
FeedLength=lambda/2; % Not the best value: we use a dipole strip. To be optimised
FeedWidth=6e-4;
Feed=dipole('Length', FeedLength, 'Width', FeedWidth, 'Tilt',90, 'TiltAxis',[1 0 0])
ant = reflectorParabolic('Exciter', Feed, 'FocalLength',FocalLength, 'Radius',R)
DdBi=max(max(pattern(ant,freq))) % Maximum Directivity
figure; pattern(ant, freq); set(gcf, 'Position', [500, 600, 600, 400])
figure; patternAzimuth(ant,freq,Elevation); set(gcf, 'Position', [500, 100, 600, 400])
figure; impedance(ant,Frequencies); set(gcf, 'Position', [1200, 600, 600, 400])
figure; Spar=sparameters(ant,Frequencies); rplot(Spar); set(gcf, 'Position', [1200, 100, 600, 400])

```