Dipolo en un diedro de 90º

Un dipolo de semibrazo H=λ/4 se sitúa paralelo, a una distancia a=λ/2, de un diedro de dos planos conductores perfectos, que forman un ángulo de 90º. El dipolo es paralelo al eje z, y los planos están situados en φ=π/4 , φ=-π/4

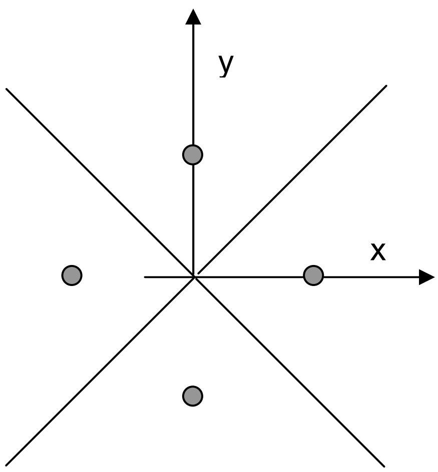
a) Obtener una expresión para el vector de radiación del dipolo, incluyendo el efecto de los planos de masa
b) Obtener una expresión para los campos radiados en todo el espacio
c) Representar gráficamente el diagrama en los planos E y H
d) Calcular la impedancia de entrada
e) Calcular la directividad

Solución

Vector de radiación

El vector de radiación de un dipolo alineado según el eje z es

$$\vec{N}_o = \hat{z}2kI_m\left(\frac{\cos k_z H - \cos kH}{k^2 - k_z^2}\right)$$



Los planos de masa se pueden analizar teniendo en cuenta las tres imágenes que aparecen

$$\vec{N} = \vec{N}_0\left(e^{jk_x a} - e^{jk_y a} + e^{-jk_x a} - e^{-jk_y a}\right)$$

$$\vec{N} = \vec{N}_0 2\left(\cos\left(k_x a\right) - \cos\left(k_y a\right)\right)$$

En la dirección del eje x

$$k_x = k\sin\theta\cos\phi = k$$

$$k_y = k\sin\theta\sin\phi = 0$$

$$\vec{N} = \vec{N}_0 2\left(\cos\left(ka\right) - 1\right) = \vec{N}_0 2\left(\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2}\right) - 1\right) = -4\vec{N}_0$$

Campos radiados

Los campos radiados se pueden calcular a partir del potencial vector

$$A_z = \frac{\mu e^{-jkr}}{4\pi r} 2I_m \frac{\cos(kH\cos\theta) - \cos kH}{k\sin^2\theta} 2\left(\cos\left(k_x a\right) - \cos\left(k_y a\right)\right)$$

En coordenadas esféricas es

$$A_\theta = -A_z \sin\theta$$
$$A_\phi = 0$$

Los campos radiados son

$$\vec{E} = -j\omega A_\theta \hat{\theta} = j\frac{e^{-jkr}}{r} 60 I_m \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta} 2\left(\cos\left(k_x a\right) - \cos\left(k_y a\right)\right)\hat{\theta}$$
$$\vec{H} = \frac{E_\theta}{\eta}\hat{\phi}$$

$$k_x = k\sin\theta\cos\phi$$
$$k_y = k\sin\theta\sin\phi$$

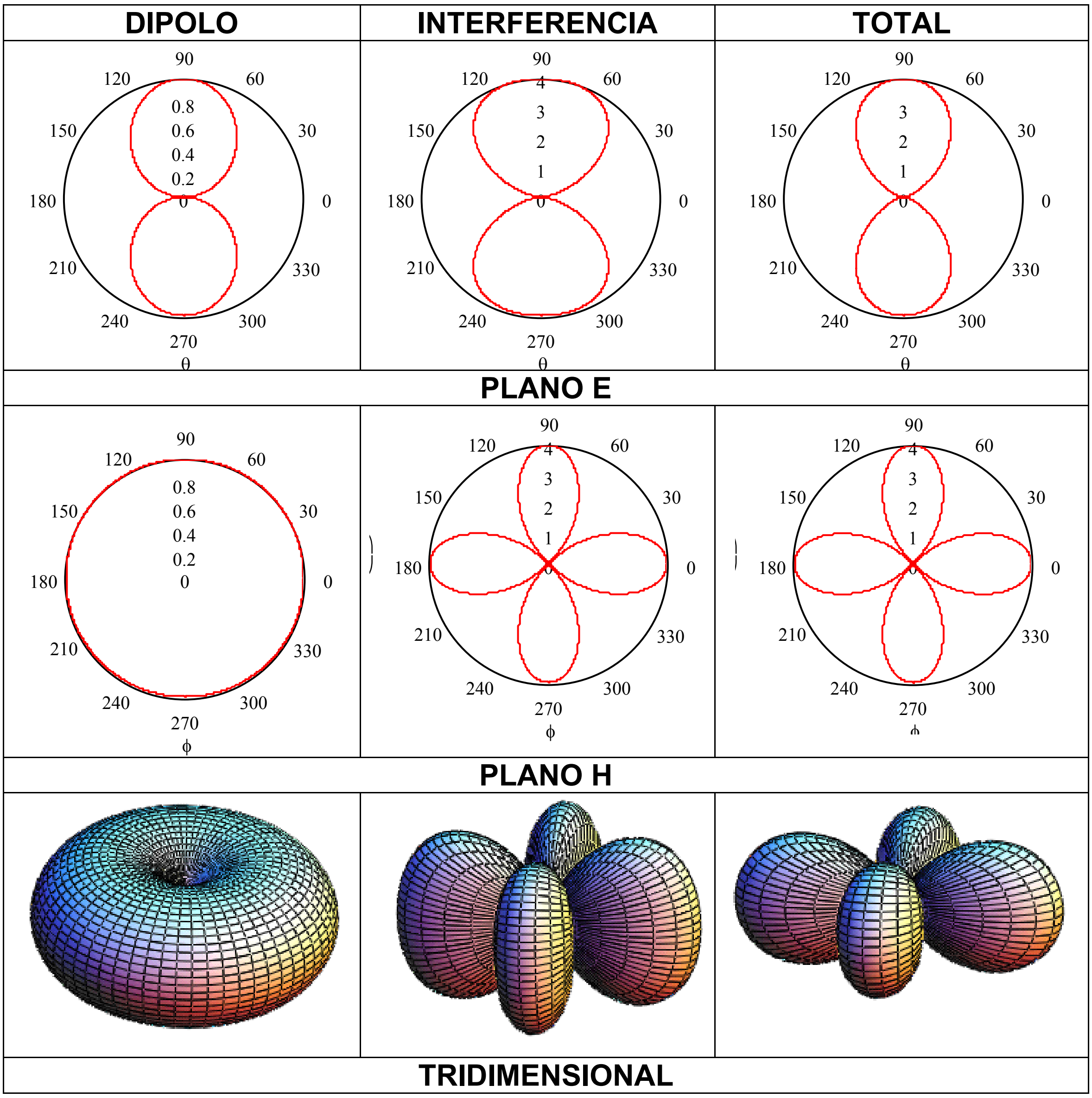
Diagramas de radiación

El Plano E es el definido por la dirección de máxima radiación (eje x) y el campo eléctrico en dicha dirección (polarización vertical). Por lo tanto el plano E es el XZ. El plano H es el XY. En la siguiente página se pueden ver los diagramas correspondientes al plano E y H del dipolo, de la interferencia debida a las cuatro antenas y el producto de ambos.

También se puede ver el diagrama tridimensional del dipolo, el factor de interferencia y el total.

Hay que notar que en realidad el campo sólo es diferente de cero en el interior del diedro. Por lo tanto los resultados para el campo total deben limitarse al sector correspondiente.

DIAGRAMAS DE RADIACIÓN



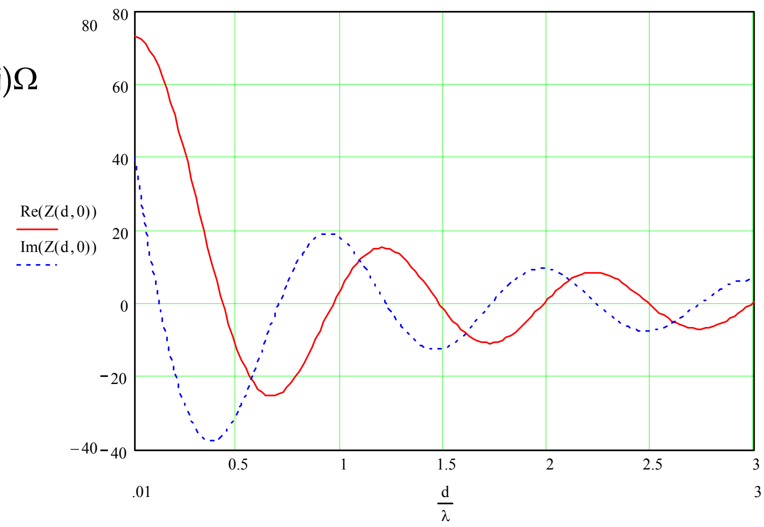
Impedancia de entrada

La impedancia se puede calcular a partir de la matriz de impedancias del dipolo y sus cuatro imágenes. Las imágenes tienen signos alternativamente positivos y negativos.

$$V_1 = z_{11}I_1 + z_{12}I_2 + z_{13}I_3 + z_{14}I_4$$
$$V_1 = \left(z_{11} - z_{12} + z_{13} - z_{14}\right)I_1$$

Las impedancias mutuas corresponden a las distancias de separación entre la antena y la imagen correspondiente.

Z11=(73+43j)Ω
Z12=Z14=(-25+1j)Ω
Z13=(4+18j)Ω
Z=(127+59j) Ω



Directividad

La Directividad se puede calcular a partir del campo radiado en la dirección de máxima radiación y la potencia total radiada.

La potencia total radiada se puede obtener a partir de la potencia entregada al dipolo, teniendo en cuenta la impedancia mutua.

$$D = \frac{P_{\max}}{\frac{W_r}{4\pi r^2}} = \frac{4\pi r^2 E_\theta^2}{\eta I^2 \operatorname{Re}(Z)} \qquad \left|E_\theta\right| = \frac{60 I_m}{r} 4$$

$$D = \frac{4\pi r^2 \left(\frac{240 I}{r}\right)^2}{\eta I^2 \operatorname{Re}(Z)} = \frac{4(240)^2}{120 \operatorname{Re}(Z)} = 15.2 = 11.8 \text{ dB}$$