

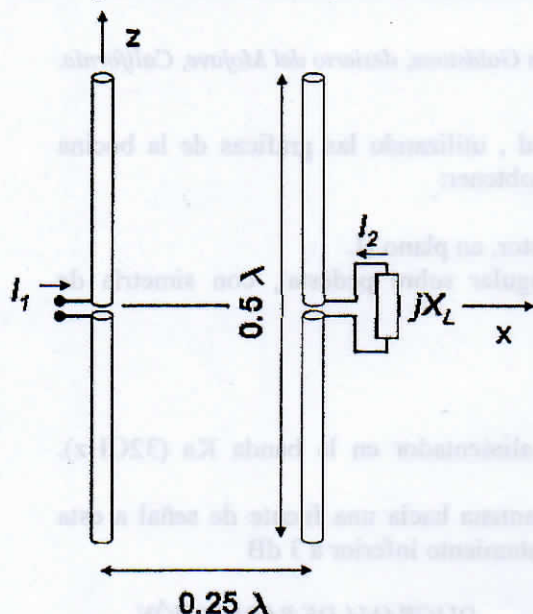


Profesores: S. Blanch, J. M. Rius, J. Romeu.

Informaciones adicionales:

- Duración 105 minutos.
- Las respuestas de los diferentes ejercicios se entregarán en hojas separadas.
- No se permiten libros ni apuntes.

Ejercicio 1) Una agrupación de dos dipolos de media onda como la de la figura se diseña para que tenga un comportamiento endfire, con el máximo en la dirección del eje $-x$ (dirección negativa del eje x).



- Encuentre la expresión de la relación de corrientes I_2/I_1 .
- Determine el valor de la diferencia de fase entre las corrientes para que la antenna tenga el máximo del diagrama en la dirección deseada.
- Determine el valor de la reactancia de carga en el dipolo 2, jX_L , para conseguir dicho valor de fase.
- Escriba la expresión del campo eléctrico radiado por la agrupación en función de I_1 .
- Encuentre la impedancia de entrada y la directividad de la antenna.

$$Z_{12}(d=0\lambda) = 73 + j42 \Omega$$

$$Z_{12}(d=0.25\lambda) = 41 - j28 \Omega$$

$$Z_{12}(d=0.5\lambda) = -12 - j30 \Omega$$

$$\vec{N}(\hat{r}) = \hat{z} 2 I_m \frac{\cos(kH \cos\theta) - \cos(kH)}{k \sin^2\theta}$$

$$\begin{pmatrix} \hat{r} \\ \hat{\theta} \\ \hat{\phi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin\theta \cos\phi & \sin\theta \sin\phi & \cos\theta \\ \cos\theta \cos\phi & \cos\theta \sin\phi & -\sin\theta \\ -\sin\phi & \cos\phi & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{x} \\ \hat{y} \\ \hat{z} \end{pmatrix}$$

Ejercicio 2) Se tiene una agrupación de elementos isotrópicos alineados según el eje z . El factor de agrupación $FA(\Psi)$ tiene ceros en $\Psi_n = \pm 60^\circ, \pm 90^\circ$ y un cero doble $\Psi_n = 180^\circ$.

- Encontrar los coeficientes a_n de la agrupación.

Se desea que la agrupación:

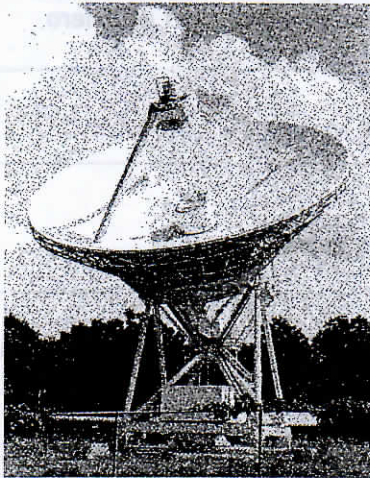
- tenga el máximo en $\theta=110^\circ$
- tenga un nulo en $\theta=0^\circ$
- la directividad sea la máxima posible

- Encontrar el espaciado d y la fase progresiva α entre los elementos.

- Representar el $FA(\theta)$

- Encontrar el ancho de haz entre ceros ($\Delta\theta_n$) y el nivel de lóbulo principal a secundario (NLPS).

Ejercicio 3) La Deep Space Network (DSN) de la NASA se construyó a partir de 1966 para realizar observaciones radioastronómicas y permitir la comunicación con naves espaciales, en particular las sondas Voyager 2 que entre 1977 y 1989 exploraron los planetas exteriores del sistema solar.



La antena principal está formada por un sistema de doble reflector Cassegrain de 70.1m de diámetro (ver figura), cuyo reflector principal tiene $f/D_a = 0.4235$. A efectos de diseño del alimentador, el sistema de doble reflector se puede estudiar como un reflector simple con una relación f/D_a equivalente de 1.68. La frecuencia de funcionamiento en banda X es de 8.42 GHz.

Antena principal de la DSN en Goldstone, desierto del Mojave, California.

Si el alimentador es una bocina estándar de 22dB de directividad, utilizando las gráficas de la bocina cónica modo TE₁₁ y suponiendo que es una bocina óptima ($s=3/8$) obtener:

- las dimensiones de la bocina en centímetros.
- el decaimiento en bordes de la apertura del reflector, en plano H.

Suponiendo que la ley de iluminación de la apertura es triangular sobre pedestal, con simetría de revolución,

- encontrar la eficiencia de iluminación.

La directividad medida de la antena es de 74.34 dB.

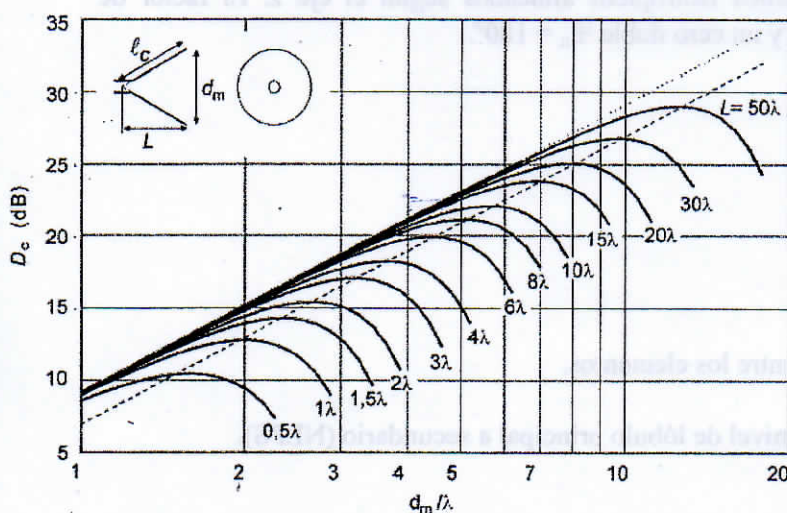
- ¿Cuál es la eficiencia total?

Para conseguir una mayor directividad, en 1989 se instaló un alimentador en la banda Ka (32GHz).

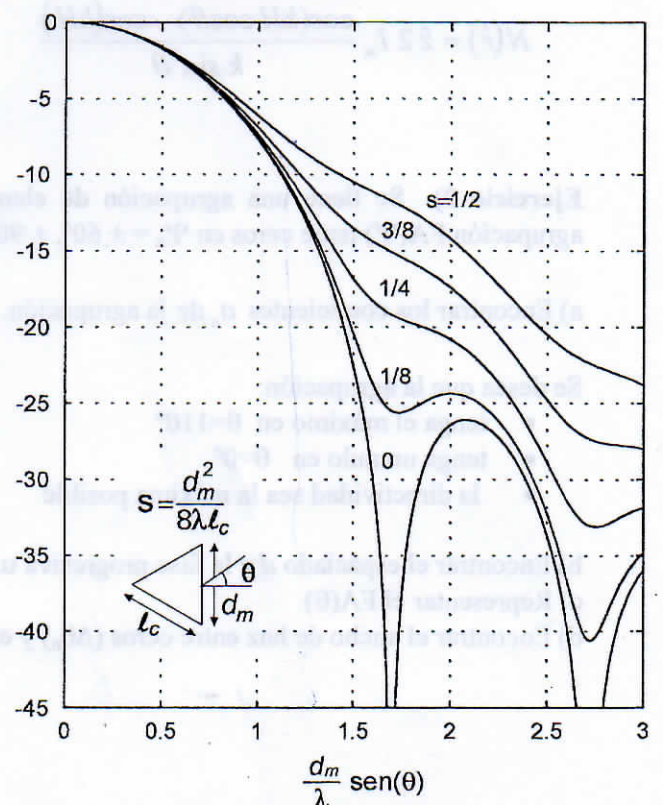
Suponiendo un valor razonable para la eficiencia total:

- estime la precisión necesaria para apuntar la antena hacia una fuente de señal a esta frecuencia con una pérdida de potencia por desapuntamiento inferior a 3 dB

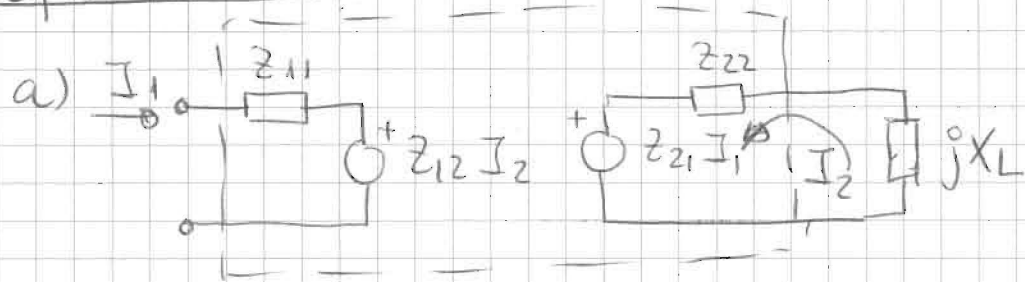
*DIRECTIVIDAD DE LA BOCINA
CÓNICA MODO TE₁₁*



*DIAGRAMA DE RADICACIÓN
EN PLANO H DE LA BOCINA
CÓNICA MODO TE₁₁ (en dB)*



Ejercicio 1



$$\frac{I_2}{I_1} = - \frac{Z_{21}}{Z_{22} + jX_L}$$

b) Máximo $-x \rightarrow \angle \left(\frac{I_2}{I_1} \right) = K_d = 90^\circ$

c) $\angle \left(\frac{I_2}{I_1} \right) = 90^\circ = 180^\circ + \angle(Z_{21}) - \angle(Z_{22} + jX_L)$
 $\angle(Z_{22} + jX_L) = 55.4^\circ$
 $\tan(55.4^\circ) = \frac{42 + X_L}{73} \rightarrow X_L = 64 \Omega$

d) $I_2/I_1 = 0.38 \angle 90^\circ$

$$\vec{E} = \theta j 60 I_1 \frac{e^{jkr}}{r} \frac{\cos(\pi/2 \cos\theta)}{\sin\theta} \left(1 + j 0.38 j \frac{\pi}{2} \sin\theta \cos\theta \right)$$

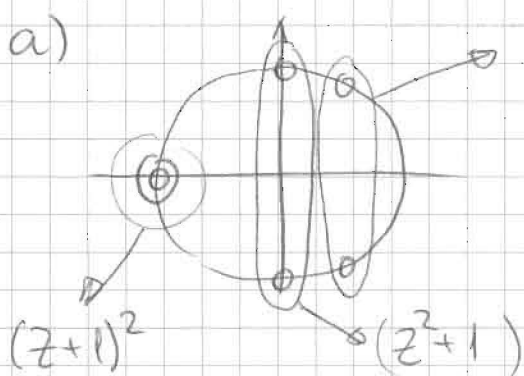
e) $Z_{in} = Z_{11} + Z_{12} \frac{I_2}{I_1} = 83.7 + j 57.5 \Omega$

$$|E|_{max} = 60 \cdot 1.38 \frac{|I_1|}{r}$$

$$D = \frac{|E|_{max}^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{|I_1|^2 83.7} = 2.73 = 4.3 \text{ dB}$$

Ejercicio 2

a)



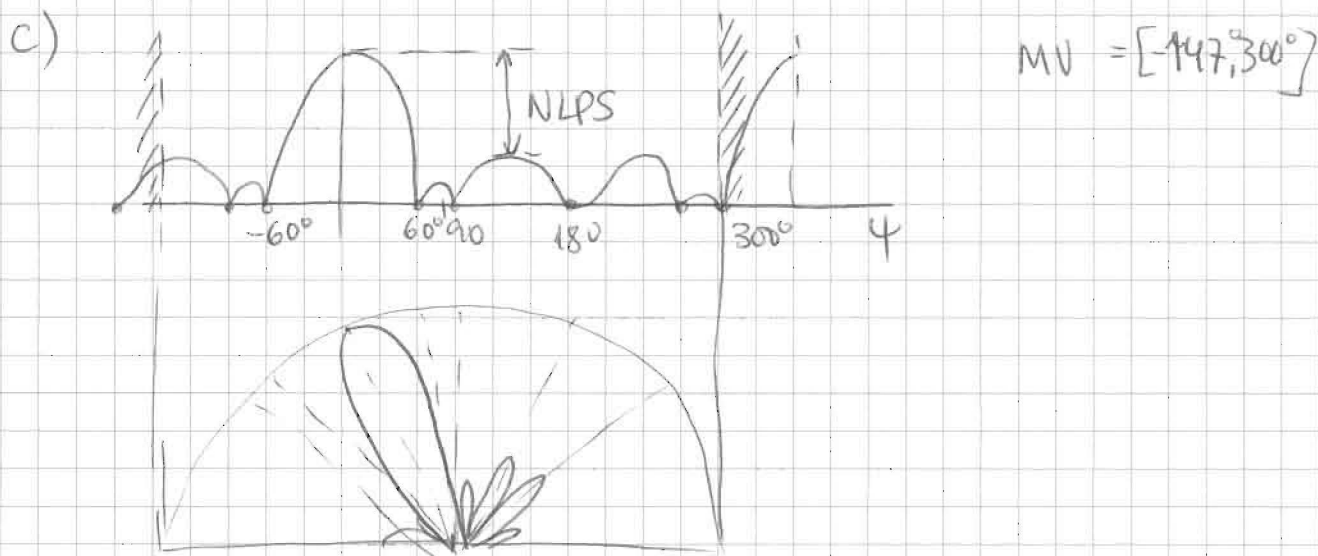
$$z^2 - 2 \cos 60^\circ + 1 = z^2 - z + 1$$

$$P(z) = (z^2 - z + 1)(z^2 + 1)(z + 1)^2$$

$$a_n = \{ 1 : 1 : 1 : 2 : 1 : 1 : 1 \}$$

b) Máxima directividad \rightarrow MV mayor posible sin lóbulos de difracción

$$\left. \begin{aligned} \psi_{\max} = 0 &= kd \cos \theta_{\max} + \alpha \\ \psi_{\text{extremo MV}} = 300^\circ &= kd + \alpha \end{aligned} \right\} \begin{aligned} d &= 0.62\lambda \\ \alpha &= 76^\circ \end{aligned}$$



d)

$$\begin{aligned} 60^\circ &= kd \cos \theta_{n1} + \alpha \rightarrow \theta_{n1} = 94.1^\circ \\ -60^\circ &= kd \cos \theta_{n2} + \alpha \rightarrow \theta_{n2} = 127.6^\circ \end{aligned} \quad \Delta \theta_n = 33.5^\circ$$

$$FA = \frac{\sin(\psi/2)}{\sin(\psi/2)} + 1$$

$$FA(\psi=0) = 8$$

$$1^\text{er lób. } |FA(\psi=75^\circ)| = 0.63$$

$$2^\text{o lób. } |FA(\psi=135^\circ)| = 2$$

$$NLPS = \frac{FA(\psi=0)}{FA(\psi=135^\circ)} = 4 = 12\text{dB}$$

Ejercicio 3

a) De la gráfica $\rightarrow d_m = 5.5\lambda = 19.6\text{ cm}$

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \pi \left(\frac{d_m}{2}\right)^2 \eta$$

$\eta \approx 0.5$

$$l_c = 10\lambda = 35.6\text{ cm.}$$

b) $\beta = 16.9^\circ$

$$Z(\beta) = \underbrace{40 \log(\cos(\beta/2))}_{-0.7 \text{ dB}} + \underbrace{10 \log(t(\beta))}_{-15.5 \text{ dB}} \approx -16.2 \text{ dB}$$

$$\frac{dm}{n} \sin(\beta) = 1.7$$

c)



$$E_a \approx (1 - 0.85 \frac{p}{D_a/2})$$

$$\eta_{il} = \frac{1}{\pi (\frac{D_a}{2})^2} \frac{\left| \int_0^{2\pi} \int_0^{D_a/2} (1 - 0.85 \frac{p}{D_a/2}) p \cdot d\rho d\phi \right|^2}{\int_0^{2\pi} \int_0^{D_a/2} (1 - 0.85 \frac{p}{D_a/2})^2 p d\rho d\phi}$$

$$\approx 0.83$$

d) $D = \frac{4\pi}{d^2} A_{geo} \eta_T \rightarrow \eta_T = 0.71$

e) $D = \frac{4\pi}{d^2} A_{ge} \eta_T \approx \frac{4\pi}{(\Delta\theta_3)^2} \rightarrow \Delta\theta_3 = 0.01^\circ$

\downarrow
 ≈ 0.7

Precisión necesaria $\rightarrow \frac{\Delta\theta_3}{2} = 0.005^\circ$

TEST

Permutación 0 : b c d a c b c d b d b b
" 1 : d a c c b c d b b b b d