

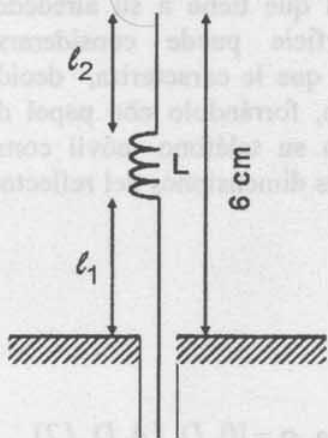


Profesores: S. Blanch, J. M. Rius, J. Romeu.

Informaciones adicionales:

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

Ejercicio 1) Para recibir la señal de TDT (bandas IV y V de UHF que comprenden el margen de frecuencias de 470 a 862 MHz) se desea diseñar un monopolo de pequeñas dimensiones (6 cm de altura). Para ello se opta por un monopolo cargado inductivamente para que sea resonante a la frecuencia central de la banda de frecuencias de interés.

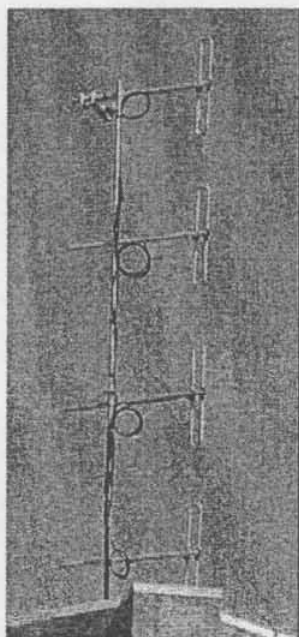


- Determine la posición de la carga inductiva para que a la frecuencia central de la banda de interés la resistencia de radiación del monopolo sea de 20Ω . Suponga que la distribución de corriente se puede aproximar por una función trapezoidal.
- Determine el valor de la inductancia L para que el monopolo sea resonante a la frecuencia central.
- Halle la reactancia de entrada de la antena a la frecuencia inferior de la banda.

$$Z_{0 \text{ monopolo}} = 150\Omega$$

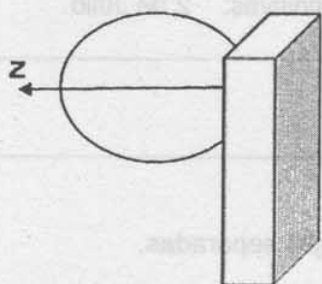
$$Z_{in ca} = -jZ_0 \cotan(kl)$$

Ejercicio 2) Se desea diseñar la alimentación de la agrupación que hay en el tejado del edificio Vertex de forma que tenga un máximo de radiación que ilumine el Campus Nord (6.38° por debajo del plano horizontal) y un nulo 19.47° por encima de dicho plano con objeto de evitar las interferencias provenientes de la Torre de Collserola. La agrupación tiene 4 dipolos doblados resonantes con espaciado $d = 3\lambda/4$.



- Obtener la fase progresiva necesaria para que el máximo tenga la dirección deseada, asumiendo que los coeficientes a_n son reales y positivos.
- Obtener la posición del cero del $FA(\psi)$, ψ_c , que genera el nulo de radiación especificado.
- Obtener los ceros del $FA(\psi)$ y los coeficientes de la alimentación a_n .
- Dibujar el diagrama de la agrupación de dipolos doblados en el plano E.
- Calcular el ancho de haz entre ceros en plano E, $\Delta\theta_c$ y el NLPS.

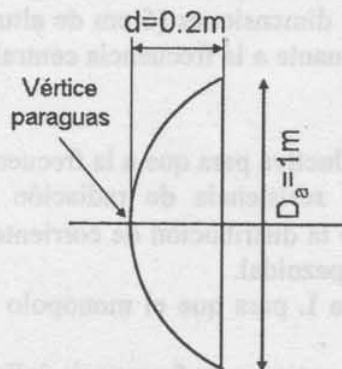
Ejercicio 3) El agente MacGyver se encuentra en una peligrosa misión y debe pedir auxilio con su teléfono móvil (GSM-900MHz), que tiene una antena tipo parche cuyo diagrama de radiación puede aproximarse por:



$$t(\theta) = \begin{cases} \cos^2 \theta, & 0 \leq \theta \leq \pi/2 \\ 0, & \pi/2 < \theta \leq \pi \end{cases}$$

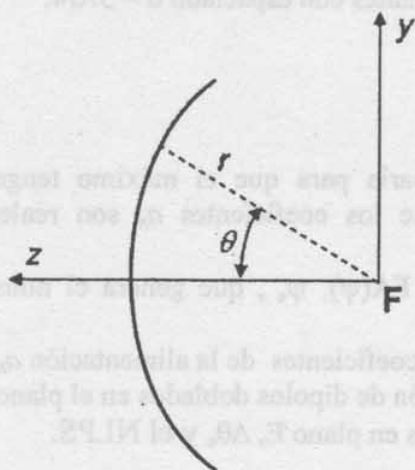


- a) Encontrar la directividad de la antena del teléfono móvil.



La directividad de la antena no es suficiente para tener el alcance deseado. Buscando entre los elementos que tiene a su alrededor encuentra un paraguas (cuya superficie puede considerarse parabólica) y, haciendo uso del ingenio que le caracteriza, decide construir con él un reflector parabólico, forrándolo con papel de aluminio de un bocadillo, y utilizando su teléfono móvil como alimentador del mismo. Toma nota de las dimensiones del reflector, que son las señaladas en la figura.

- b) ¿A qué distancia del vértice del paraguas debe colocar el teléfono móvil?
 c) Encontrar la eficiencia de desbordamiento del reflector.
 d) Encontrar la iluminación en la apertura del reflector para puntos situados a $\rho = [0, D_a/4, D_a/2]$ del centro de la apertura.
 e) Aproximando la iluminación en la apertura por una función triangular con simetría de revolución, encontrar la eficiencia de iluminación de la apertura del reflector.
 f) ¿Qué aumento de directividad consigue con el reflector frente al teléfono móvil solo? ¿En qué proporción podrá aumentar la distancia del enlace?



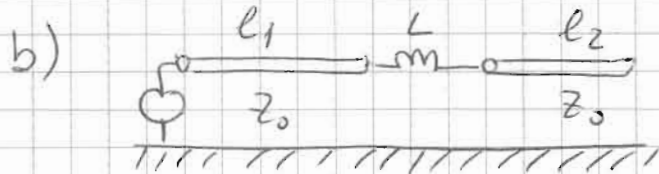
$$\begin{aligned} y^2 &= 4f(f-z) \\ r &= f / \cos^2(\theta/2) \\ y &= 2f \tan(\theta/2) \\ z &= f(1 - \tan^2(\theta/2)) \end{aligned}$$

EJERCICIO 1

a) $f_c = \frac{470 + 862}{2} = 666 \text{ MHz}$ $\lambda = 45 \text{ cm}$

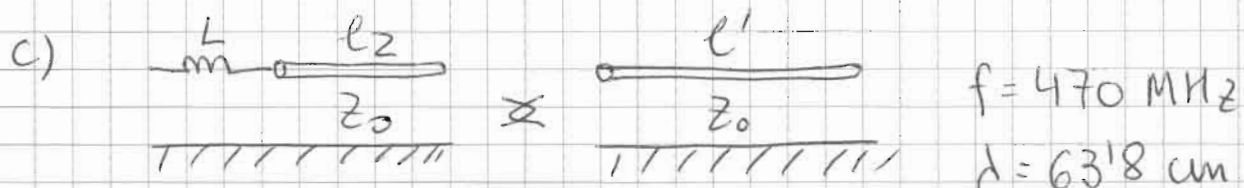
$$R_{\text{mon}} = 20 = \frac{1}{2} R_{\text{dip}} = \frac{1}{2} 80 \pi^2 \left(\frac{\text{lef dip}'}{\lambda} \right)^2$$

$$\text{lef dip} = 2l_1 + l_2 = l_1 + 6 \text{ cm} \rightarrow l_1 = 4.1 \text{ cm} \quad l_2 = 1.9 \text{ cm}$$



$$-j Z_0 \cot \beta (K(\frac{\lambda}{4} - l_1)) = -j Z_0 \cot \beta (K l_2) + j L \omega$$

$$\rightarrow L = 1.09 \cdot 10^{-7} \text{ H}$$



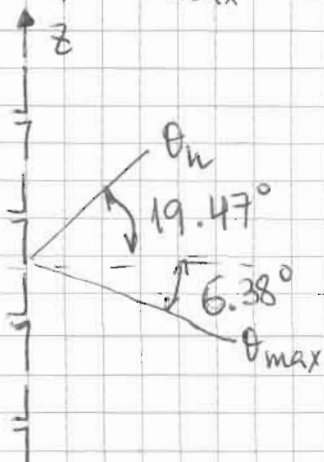
$$j L \omega - j Z_0 \cot \beta (K l_2) = -j Z_0 \cot \beta (K l')$$

$$\rightarrow l' = 3.13 \text{ cm}$$

$$X_{\text{in}} = -Z_0 \cot \beta (K(l_1 + l')) = -174 \Omega$$

EJERCICIO 2

a) $\psi_{\text{max}} = 0 = K d \cos \theta_{\text{max}} + \alpha$ $\theta_{\text{max}} = 90^\circ + 6.38^\circ$
 $\rightarrow \alpha = 30^\circ$

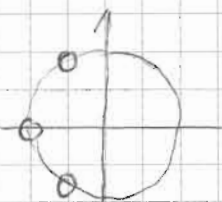


b) $\theta_n = 90^\circ - 19.47^\circ = 70.53^\circ$
 $\psi_c = 120^\circ$

c) 4 elementos \rightarrow 3 ceros

$a_n \in \mathbb{R}^+ \rightarrow \psi_n \rightarrow$ ceros complejos conjugados

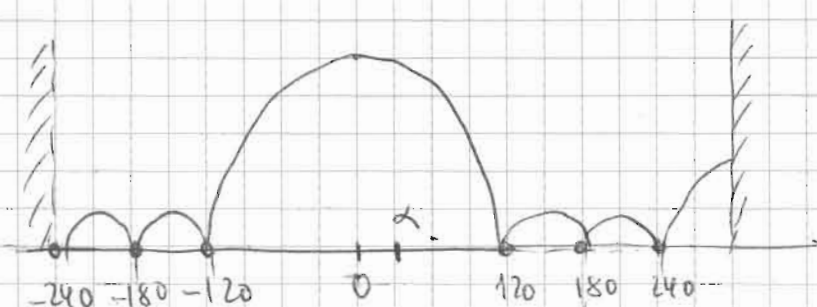
$$\psi_n = \pm 120^\circ, 180^\circ$$



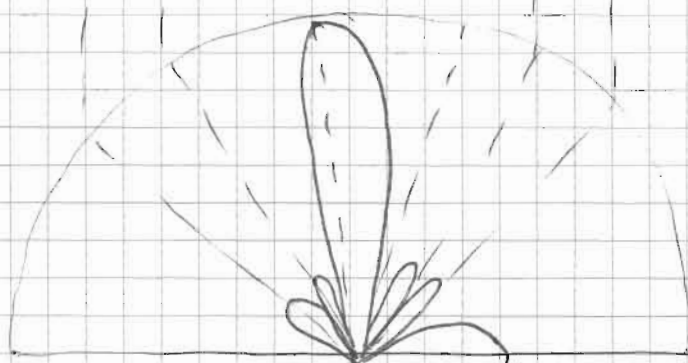
$$P(z) = (z+1) \underbrace{(z - e^{-j120^\circ})(z - e^{+j120^\circ})}_{z^2 + z + 1} = z^3 + z^2 + z + 1$$

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

d)



$$M.V = [-Kd + \alpha, Kd + \alpha] \\ = [-240^\circ, 300^\circ]$$



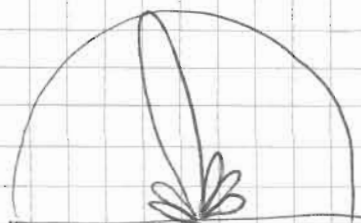
FA

x



Dipolo.

III



$$e) \pm 120^\circ = kd \cos \theta_n + d \left\{ \begin{array}{l} \theta_{n1} = 123.7^\circ \\ \theta_{n2} = 70.53^\circ \end{array} \right\} \Delta \theta_n = 53.2^\circ$$

$$FA(\psi) = \frac{\sin(3\psi/2) \sin(\psi/2)}{\sin^2(\psi/2)}$$

$$NLPS_{FA} = \frac{FA(\psi=0)}{FA(\psi=150^\circ)} = 15.8 = 24. \text{ dB}$$

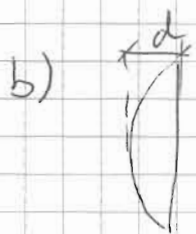
$$\psi = 150^\circ \rightarrow \theta = 63.6^\circ$$

$$\frac{t_{dip}(\theta_{max} = 96.38^\circ)}{t_{dip}(\theta = 63.6^\circ)} = \left(\frac{0.99}{0.855} \right)^2 = (1.15)^2 = 1.27 \text{ dB}$$

$$NLPS = 24. + 1.3 = 25.3 \text{ dB}$$

EJERCICIO 3

$$a) D = \frac{4\pi}{\int_0^{2\pi} \int_0^\pi \cos^2 \theta \sin \theta d\theta d\phi} = 6 = 7.8 \text{ dB}$$



$$b) y^2 = \frac{D_a}{2} = 4fd \quad f = 0.31 \text{ m}$$

$$c) \beta = 77.8^\circ$$

$$\eta_s = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^\beta 6 \cos^2 \theta \sin \theta d\theta d\phi = 1 - \cos^3 \beta = 0.99$$

$$d) \rho = 0 \rightarrow \theta = 0 \quad \tau = 0 \text{ dB} = 1$$

$$\rho = D_a/4 \rightarrow \theta = 43.9 \text{ dB} \quad \tau = -1.3 - 2.84 = -4.2 \text{ dB} = 0.62$$

$$\rho = D_a/2 \rightarrow \theta = \beta \quad \tau = -4.35 - 13.5 = -17.9 \text{ dB} = 0.12$$

$$e) \eta_{il} = \frac{1}{\pi \left(\frac{D_a}{2}\right)^2} \frac{\left| \int_0^{2\pi} \int_0^{D_a/2} \left(1 - \frac{\rho}{D_a/2}\right) \rho d\rho d\phi \right|^2}{\int_0^{2\pi} \int_0^{D_a/2} \left(1 - \frac{\rho}{D_a/2}\right)^2 \rho d\rho d\phi} = 0'66$$

$$f) D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \pi \left(\frac{D_a}{2}\right)^2 \underbrace{0'99 \cdot 0'66}_{\eta_T} = 58'6 = 17'7 \text{ dB}$$

$$\frac{D_{\text{reflec.}}}{D_{\text{móvil}}} = 9'76 = 9'9 \text{ dB}$$

$$\left(\frac{R'}{R}\right)^2 = 9'76 \quad \frac{R'}{R} = 3'12$$

TEST

Permutación	
0	c a a c d c a d d c d a
1	c a d a d d c a c d c a