

Tiempo total: 2 horas 20 minutos (Cuestiones 35 min.-25%-, Problemas 105 min.-75%-)

Test monorespuesta con penalización por respuesta incorrecta de 1/3.

Código de prueba: 230 11511 01 1 01

-
- 1 Una antena de Yagi-Uda está formada por los siguientes elementos:
- Dipolo activo de longitud 0.475λ , paralelo al eje z y centrado en $(0, 0, 0)$.
 - Dipolo parásito de longitud 0.5λ , paralelo al eje z y centrado en $(-0.15\lambda, 0, 0)$.
 - Dipolo parásito de longitud 0.45λ , paralelo al eje z y centrado en $(0.11\lambda, 0, 0)$.
- ¿Cuál será la dirección del máximo de radiación?
- a) $+\hat{x}$ b) $-\hat{x}$ c) $+\hat{y}$ d) $-\hat{y}$
- 2 En una espira elemental, al pasar de 1 a N vueltas manteniendo el mismo radio, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?
- a) La eficiencia de radiación aumenta.
b) Es necesario más hilo.
c) El área efectiva aumenta en un factor N^2 .
d) La longitud efectiva aumenta en un factor N.
- 3 El campo en el plano H de una ranura rectangular situada en el plano $z=0$, pequeña en términos de λ , con el lado largo alineado según el eje x, será de la forma:
- a) $E_\theta = E_0 \cos \theta$
b) $E_\theta = E_0$
c) $E_\phi = E_0 \cos \theta$
d) $E_\phi = E_0$
- 4 ¿Qué agrupación es más directiva?
- a) $a_n = \{1 : 4: 1\}$, $d = 0.2\lambda$, $\alpha = 0$
b) $a_n = \{1 : 4: 1\}$, $d = 0.2\lambda$, $\alpha = -0.4\pi$
c) $a_n = \{3 : 4: 3\}$, $d = 0.2\lambda$, $\alpha = 0$
d) $a_n = \{3 : 4: 3\}$, $d = 0.2\lambda$, $\alpha = -0.4\pi$
- 5 Entre dos dipolos cortos separados 20λ existe una cierta impedancia mutua. Si se dobla la longitud de uno de ellos (y sigue siendo corto) la impedancia mutua:
- a) Se dobla.
b) Se multiplica por cuatro.
c) Es la misma.
d) Aumenta en un factor $\sqrt{2}$
- 6 Un dipolo de media onda es resonante a la frecuencia f_1 . A la frecuencia $f_1(1+\Delta f)$, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?
- a) La reactancia de entrada será capacitiva y la resistencia de radiación mayor que 73Ω .
b) La reactancia de entrada será capacitiva y la resistencia de radiación menor que 73Ω .
c) La reactancia de entrada será inductiva y la resistencia de radiación mayor que 73Ω .
d) La reactancia de entrada será inductiva y la resistencia de radiación menor que 73Ω .

- 7 Un reflector parabólico está alimentado por una antena que optimiza su directividad. Al cambiar el alimentador por otro más directivo, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?
- La eficiencia de desbordamiento (η_s) aumenta.
 - La eficiencia de iluminación (η_{il}) disminuye.
 - La eficiencia total (η_T) disminuye.
 - La relación de lóbulo principal a secundario (NLPS) disminuye.
- 8 ¿Cuál es la relación delante/atrás de una agrupación binómica de 11 elementos con $d = \lambda/4$, $\alpha = 90^\circ$?
- 11
 - 2^{10}
 - 2^{11}
 - ∞
- 9 En una bocina plano E óptima, al aumentar la longitud ℓ_E , manteniendo iguales el resto de parámetros, se cumple que:
- La directividad disminuye.
 - La eficiencia de iluminación (η_{il}) aumenta.
 - El error de fase en el plano E de la apertura aumenta.
 - El error de fase en el plano H de la apertura aumenta.
- 10 La resistencia de radiación de una ranura doblada resonante es aproximadamente:
- 72Ω
 - 120Ω
 - 188Ω
 - 490Ω
- 11 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones respecto a la directividad de una agrupación uniforme de 6 dipolos elementales con espaciado $d = \lambda/2$ es incorrecta?
- La directividad del dipolo elemental es $D_{dip} = 1.5$.
 - La directividad del factor de la agrupación es $D_{FA} = 6$.
 - La directividad de la agrupación es $D = D_{dip} \times D_{FA} = 9$.
 - Si el espaciado fuera $d=0$, la directividad de la agrupación sería $D = 1.5$.
- 12 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa al cargar un monopolo corto con un capacete en el extremo?
- La antena es más pesada
 - La resistencia de radiación aumenta.
 - La antena se puede hacer resonante.
 - La directividad aumenta.



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS

ANTENAS

20 de Junio de 2008

Fecha notas provisionales: 1 de Julio

Periodo de alegaciones: 1 a 3 de Julio

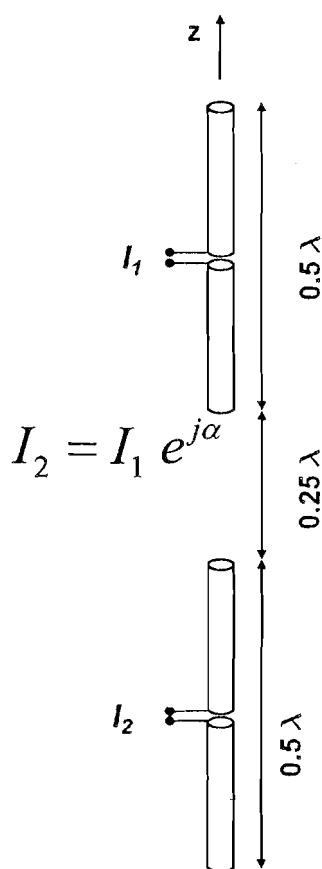
Fecha notas revisadas: 4 de Julio

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 antena está formada por la agrupación uniforme de dos dipolo colineales de longitud $\lambda/2$. Para controlar la dirección del máximo de radiación la corriente de uno de ellos se puede desfazar arbitrariamente una cantidad α .



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

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

$$Z_{11} = 73 + j42 \, \Omega$$

$$Z_{12} = 2 - j8 \, \Omega$$

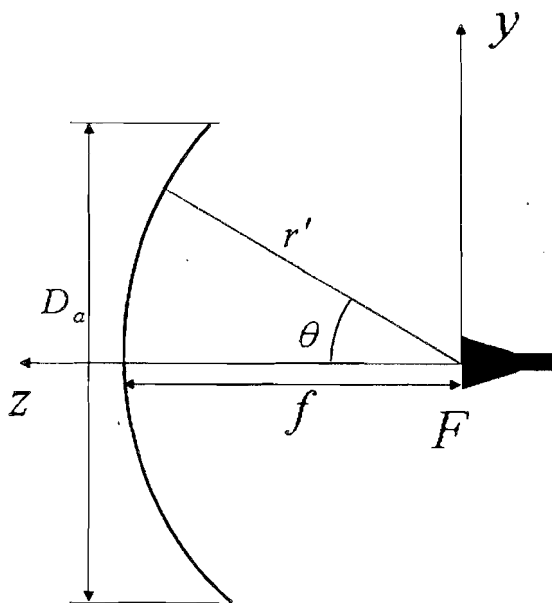
- Obtenga la expresión de la impedancia de entrada de cada dipolo y la expresión de la potencia total radiada por la agrupación en función del desfase α .
- Obtenga, para los casos en que la potencia radiada es máxima y mínima, la dirección del máximo del factor de agrupación.
- Para los dos casos anteriores obtenga el valor de la directividad de la antena en la dirección del máximo del factor de agrupación y exprese la en dB.

Ejercicio 2) Se ha diseñado una agrupación longitudinal de forma que radia un campo muy pequeño en un semiespacio. Los coeficientes de la alimentación son $a_n = \{1:4:7:7:4:1\}$ y el espaciado entre elementos es $d=\lambda/3$.

- Obtener los ceros, sabiendo que la agrupación puede descomponerse en la convolución de dos distribuciones y que una de ellas es binómica.
- Dibujar $FA(\psi)$ y $FA(\Phi)$, donde Φ es el ángulo que forma la dirección de observación con el eje de la agrupación.
- Calcular la directividad del factor de la agrupación, según la aproximación lineal.
- Calcular el ancho de haz entre ceros.
- Calcular el NLPS.
- Si la antenna básica son dipolos en $\lambda/2$ perpendiculares al eje de la agrupación, dibujar los diagramas en plano E y en plano H.

Ejercicio 3) Se desea alimentar un reflector parabólico simétrico con una antenna cuyo diagrama de radiación normalizado se puede aproximar por $t(\theta) = \cos^{18} \theta / 2$.

- Encontrar la f/D óptima para obtener la máxima directividad del reflector.
- Encontrar la eficiencia de iluminación (η_{il}) y la de desbordamiento (η_s).
- Hallar el ancho de haz a -3dB del diagrama del reflector.



Diámetro reflector = 2m

frecuencia = 10GHz

$$\eta_r = \cotg^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) \left| \int_0^\beta \sqrt{D_f(\theta)} \operatorname{tg} \left(\frac{\theta}{2} \right) d\theta \right|^2$$

$$y' = 2f \tan(\theta/2)$$

$$z' = f (1 - \tan^2(\theta/2))$$

$$r' = f / \cos^2(\theta/2)$$

EJERCICIO 1

Apartado a)

$$V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 = I_1(Z_{11} + Z_{12}e^{j\alpha})$$

$$V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 = I_2(Z_{22} + Z_{21}e^{-j\alpha})$$

$$Z_{in1} = Z_{11} + Z_{12}e^{j\alpha}$$

$$Z_{in2} = Z_{11} + Z_{12}e^{-j\alpha}$$

$$\begin{aligned} P_{rad} &= |I_1|^2 \operatorname{Re}(Z_{in1}) + |I_2|^2 \operatorname{Re}(Z_{in2}) = \\ &= |I_1|^2 (R_{11} + \operatorname{Re}[Z_{12}e^{j\alpha}] + R_{11} + \operatorname{Re}[Z_{12}e^{-j\alpha}]) = \\ &= |I_1|^2 (2R_{11} + 2R_{12}\cos\alpha) = \\ &= |I_1|^2 (2 \cdot 73 + 2 \cdot 2 \cdot \cos\alpha) \end{aligned}$$

Apartado b)

$$Pr_{\max} \rightarrow \alpha = 0$$

$$\theta_{\max} = 90^\circ$$

$$Pr_{\min} \rightarrow \alpha = 180^\circ$$

$$0 = Kd \cos \theta_{\max} + \alpha \quad \alpha = 48,2^\circ$$

Apartado c)

$$\vec{E} = j60I_r \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} \underbrace{\left[1 + e^{j(Kzd + \alpha)}\right]}_2$$

$$\theta_{\max} = 90^\circ \quad |E_{\max}| = \frac{120|I_1|}{r} \quad R_{in1} = R_{in2} = 75 \, \Omega$$

$$D = \frac{120^2 |I_1|^2 4\pi r^2}{r^2 120\pi |I_1|^2 2 \cdot 75} = 3,2 = 5,05 \, dB$$

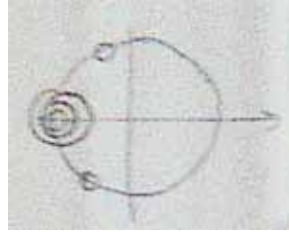
$$E_{\max} \Rightarrow 48^\circ \quad |E_{\max}| = \frac{0,67 \cdot 120|I_1|}{r} \quad R_{in} = 71 \, \Omega$$

$$D = \frac{0,67^2 \cdot 120^2 |I_1|^2 4\pi r^2}{r^2 120\pi |I_1|^2 2 \cdot 71} = 1,51 = 1,78 \, dB$$

EJERCICIO 2

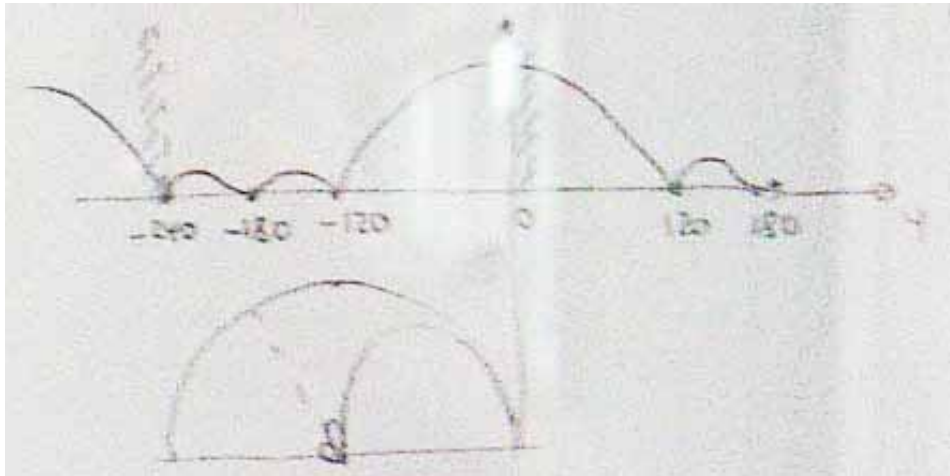
Apartado a) $P(z) = (z+1)^3(1+z+z^2)$

Ceros: 3 en 180° , 1 en 120° , 1 en -120°



Apartado b) $FA(\Psi) = 2^3 \cos^3\left(\frac{\Psi}{2}\right) \cdot \frac{\sin\left(3\frac{\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)}$

$MV = [-240^\circ, 0^\circ] \quad Kd = 120^\circ \quad \alpha = -120^\circ$



Apartado c) $D = \frac{4d}{\lambda} \frac{\left(\sum a_n\right)^2}{\sum (a_n)^2} = 5,81$

Apartado d) $\Delta\theta_n = 180^\circ$

Apartado e) $NLPS = \frac{FA(\Psi = 0)}{FA(\Psi = 150^\circ)} = \frac{24}{0,101} = 240 = 47,5dB$

Apartado f) Plano E



Plano H



EJERCICIO 3

Apartado a)

$$D_{\max} = \frac{4\pi}{\int_0^{2\pi} \int_0^\pi t(\theta) \sin\theta d\theta d\phi} = \frac{2}{\int_0^\pi \cos^{18} \frac{\theta}{2} \sin\theta d\theta} = \left\{ \begin{array}{l} \cos^{18} \frac{\theta}{2} = \left(\frac{1 + \cos\theta}{2} \right)^9 \\ \left(\frac{1 + \cos\theta}{2} \right) = t \\ -\frac{1}{2} \sin\theta d\theta = dt \end{array} \right\} = \frac{1}{\left[\frac{t^{10}}{10} \right]_0^1} = 10$$

$$\eta_T = \cotg^2\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot \left| \int_0^\beta \sqrt{10} \cos^9 \frac{\theta}{2} \cdot \tg \frac{\theta}{2} d\theta \right|^2 = \left\{ \begin{array}{l} \cos \frac{\theta}{2} = t \\ -\frac{1}{2} \sin\theta d\theta = dt \end{array} \right\} =$$

$$= 10 \cotg^2\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot \left| \int_{\cos \frac{\beta}{2}}^1 2t^8 dt \right|^2 = \frac{40}{81} \cotg^2\left(\frac{\beta}{2}\right) \left(1 - \cos^9\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)^2$$

$$\rightarrow \beta_{opt} = 55^\circ$$

β	η_T
30°	0,49
40°	0,68
50°	,078
55°	0,8
60°	0,78

Apartado b)

$$\eta_S = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^\beta D_f(\theta) \sin\theta d\theta d\phi}{\int_0^{2\pi} \int_0^\pi D_f(\theta) \sin\theta d\theta d\phi} = \frac{1}{2} \int_0^\beta 10 \left(\frac{1 + \cos\theta}{2} \right)^9 \sin\theta d\theta = 1 - \cos^{20} \frac{\beta}{2}$$

$$\beta = 55^\circ \rightarrow \eta_S = 0,9$$

$$\eta_{il} = \frac{\eta_T}{\eta_S} = 0,88$$

Apartado c)

$$D = \pi \left(\frac{D_{aper}}{2} \right)^2 \eta_T \frac{4\pi}{\lambda^2} = 35000$$

$$D \approx \frac{4\pi}{\Delta\theta_{-3dB}^2} \rightarrow \Delta\theta_{-3dB} = 1,08^\circ$$

SOLUCIONES DEL TEST

1	A
2	C
3	C
4	D
5	A
6	C
7	D
8	D
9	B
10	B
11	C
12	D