
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

11 de Abril de 2006

Duración: 60 minutos. Respuesta correcta: 1 punto, respuesta incorrecta: -1/3 puntos

CÓDIGO A

SOLUCIÓN: BCBCA DDBBB ACCBC

- Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo la potencia total radiada, los campos radiados varían en un factor
 - 1
 - 0,9
 - 0,8
 - 0,7
- Cuando situamos un plano conductor paralelo a un dipolo, su directividad, en el mejor de los casos aumenta en un máximo de
 - 1 dB
 - 3 dB
 - 6 dB
 - 9 dB
- Sobre un dipolo orientado en z , incide una onda de la forma $\vec{E} = (\hat{x} e^{j\frac{\pi}{4}} + \hat{z} e^{-j\frac{\pi}{4}}) e^{jk_y y}$. El desacoplo de polarización entre la onda y la antena es
 - 0 dB
 - 3 dB
 - 6 dB
 - 12 dB
- En una agrupación lineal cuyos elementos están espaciados $\lambda/2$, para producir un cambio en el apuntamiento del haz de 10° respecto a broadside, debemos introducir un desfase entre los elementos de la agrupación de aproximadamente
 - 10°
 - 20°
 - 30°
 - 40°
- Un dipolo presenta una impedancia de $Z_{in} = 10 - j200\Omega$, su longitud eléctrica es
 - Más corto que $\lambda/2$
 - Más largo que $\lambda/2$
 - Casi $\lambda/2$
 - Es necesario conocer además la directividad para saberlo
- Si un dipolo elemental orientado según \hat{z} y situado en el origen de coordenadas lo desplazamos hasta el punto $(0, 0, \lambda/2)$, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?
 - El máximo de radiación se produce para $\theta = \pi/2$
 - El campo eléctrico radiado está polarizado linealmente según $\hat{\theta}$
 - El diagrama de radiación de potencia es $\sin^2 \theta$
 - El ancho de haz a -3 dB se estrecha ligeramente
- Una espira elemental con forma cuadrada situada en el plano XY , produce campo radiado máximo tan sólo en las direcciones
 - $\theta = 0$
 - $\theta = \pi/2, \phi = 0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$
 - $\theta = \pi/2, \phi = \pi/4, 3\pi/4, 5\pi/4, 7\pi/4$
 - $\theta = \pi/2$
- Si comparamos dos agrupaciones uniformes de 5 antenas separadas $d = 0,4\lambda$, una *broadside* y la otra *endfire*,
 - El ancho de haz entre ceros es mayor en la agrupación *broadside*
 - La directividad es mayor en la *endfire*
 - La directividad es la misma
 - El NLPS es mayor en la *broadside*

-
9. Una agrupación uniforme de 5 antenas separadas $d=15$ cm y alimentadas en fase trabaja a una frecuencia de 1 GHz. Si se cambia la frecuencia de trabajo a 1,2 GHz, y las antenas continúan alimentadas en fase,
- El apuntamiento del máximo se desvía ligeramente
 - El NLPS no cambia
 - El ancho de haz entre ceros aumenta
 - La directividad disminuye
10. En una bocina sectorial plano H óptima de dimensiones $a = 2\lambda$ y $b = 0,4\lambda$,
- La directividad aumenta si aumentamos a
 - La directividad aumenta si aumentamos b
 - La directividad aumenta si disminuimos a
 - La directividad aumenta si acortamos la longitud de la bocina
11. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo el valor máximo del campo en la apertura, los campos en la dirección radial varían en un factor
- 0,63
 - 0,81
 - 0,9
 - 1
12. ¿Cuál es la mínima resistencia de radiación que se puede conseguir con dipolo de longitud $\lambda/2$ paralelo a un plano de masa, al variar la distancia a éste?
- 73Ω
 - 41Ω
 - 0Ω
 - 5Ω
13. En un array lineal uniforme de 9 antenas, al desconectar la antena central, el campo radiado en la dirección del máximo disminuye un valor
- 0 dB
 - 0,5 dB
 - 1 dB
 - 1,5 dB
14. Para una ranura cortada en un plano de masa en el plano YZ y cuyas dimensiones son $0,1\lambda$ en la dimensión Y , $\lambda/2$ en la dimensión Z , ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta
- La directividad es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - La resistencia de radiación es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - La polarización es ortogonal a la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - El campo eléctrico en la ranura está orientado según Y
15. ¿Cuál es la directividad de una espira en forma de triángulo equilátero de lado $a = 0,05\lambda$?
- 1
 - 1,3
 - 1,5
 - 1,64

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

ANTENAS

11 de Abril de 2006

Duración: 60 minutos. Respuesta correcta: 1 punto, respuesta incorrecta: -1/3 puntos

CÓDIGO B

SOLUCIÓN: ACACD CBBDA ADADC

1. Una espira elemental con forma cuadrada situada en el plano XY , produce campo radiado máximo tan sólo en las direcciones
 - a) $\theta = \pi/2$
 - b) $\theta = 0$
 - c) $\theta = \pi/2, \phi = \pi/4, 3\pi/4, 5\pi/4, 7\pi/4$
 - d) $\theta = \pi/2, \phi = 0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$
2. En una agrupación lineal cuyos elementos están espaciados $\lambda/2$, para producir un cambio en el apuntamiento del haz de 10° respecto a broadside, debemos introducir un desfase entre los elementos de la agrupación de aproximadamente
 - a) 20°
 - b) 40°
 - c) 30°
 - d) 10°
3. Para una ranura cortada en un plano de masa en el plano YZ y cuyas dimensiones son $0,1\lambda$ en la dimensión Y , $\lambda/2$ en la dimensión Z , ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta
 - a) La resistencia de radiación es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - b) La directividad es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - c) El campo eléctrico en la ranura está orientado según Y
 - d) La polarización es ortogonal a la de un dipolo con las mismas dimensiones
4. Una agrupación uniforme de 5 antenas separadas $d=15$ cm y alimentadas en fase trabaja a una frecuencia de 1 GHz. Si se cambia la frecuencia de trabajo a 1,2 GHz, y las antenas continúan alimentadas en fase,
 - a) La directividad disminuye
 - b) El ancho de haz entre ceros aumenta
 - c) El NLPS no cambia
 - d) El apuntamiento del máximo se desvía ligeramente
5. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo la potencia total radiada, los campos radiados varían en un factor
 - a) 0,8
 - b) 0,7
 - c) 1
 - d) 0,9
6. ¿Cuál es la mínima resistencia de radiación que se puede conseguir con dipolo de longitud $\lambda/2$ paralelo a un plano de masa, al variar la distancia a éste?
 - a) 41Ω
 - b) 73Ω
 - c) 0Ω
 - d) 5Ω
7. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo el valor máximo del campo en la apertura, los campos en la dirección radial varían en un factor
 - a) 1
 - b) 0,63
 - c) 0,81
 - d) 0,9
8. Sobre un dipolo orientado en z , incide una onda de la forma $\vec{E} = (\hat{x} e^{j\frac{\pi}{4}} + \hat{z} e^{-j\frac{\pi}{4}}) e^{jk_y y}$. El desacoplo de polarización entre la onda y la antena es
 - a) 6 dB
 - b) 3 dB
 - c) 0 dB
 - d) 12 dB

-
9. Un dipolo presenta una impedancia de $Z_{in} = 10 - j200\Omega$, su longitud eléctrica es
- a) Es necesario conocer además la directividad para saberlo
 - b) Más largo que $\lambda/2$
 - c) Casi $\lambda/2$
 - d) Más corto que $\lambda/2$
10. Cuando situamos un plano conductor paralelo a un dipolo, su directividad, en el mejor de los casos aumenta en un máximo de
- a) 6 dB
 - b) 3 dB
 - c) 9 dB
 - d) 1 dB
11. ¿Cuál es la directividad de una espira en forma de triángulo equilátero de lado $a = 0,05\lambda$?
- a) 1,5
 - b) 1,3
 - c) 1,64
 - d) 1
12. En una bocina sectorial plano H óptima de dimensiones $a = 2\lambda$ y $b = 0,4\lambda$,
- a) La directividad aumenta si acortamos la longitud de la bocina
 - b) La directividad aumenta si aumentamos a
 - c) La directividad aumenta si disminuimos a
 - d) La directividad aumenta si aumentamos b
13. Si comparamos dos agrupaciones uniformes de 5 antenas separadas $d = 0,4\lambda$, una *broadside* y la otra *endfire*,
- a) La directividad es mayor en la *endfire*
 - b) El NLPS es mayor en la *broadside*
 - c) El ancho de haz entre ceros es mayor en la agrupación *broadside*
 - d) La directividad es la misma
14. Si un dipolo elemental orientado según \hat{z} y situado en el origen de coordenadas lo desplazamos hasta el punto $(0, 0, \lambda/2)$, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?
- a) El máximo de radiación se produce para $\theta = \pi/2$
 - b) El diagrama de radiación de potencia es $\sin^2 \theta$
 - c) El campo eléctrico radiado está polarizado linealmente según $\hat{\theta}$
 - d) El ancho de haz a -3 dB se estrecha ligeramente
15. En un array lineal uniforme de 9 antenas, al desconectar la antena central, el campo radiado en la dirección del máximo disminuye un valor
- a) 0 dB
 - b) 0,5 dB
 - c) 1 dB
 - d) 1,5 dB

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

11 de Abril de 2006

Duración: 60 minutos. Respuesta correcta: 1 punto, respuesta incorrecta: -1/3 puntos

CÓDIGO C

SOLUCIÓN: ADBCD ACCBB ADBCA

1. En un array lineal uniforme de 9 antenas, al desconectar la antena central, el campo radiado en la dirección del máximo disminuye un valor
 - a) 1 dB
 - b) 0 dB
 - c) 1,5 dB
 - d) 0,5 dB
2. Cuando situamos un plano conductor paralelo a un dipolo, su directividad, en el mejor de los casos aumenta en un máximo de
 - a) 9 dB
 - b) 1 dB
 - c) 3 dB
 - d) 6 dB
3. En una agrupación lineal cuyos elementos están espaciados $\lambda/2$, para producir un cambio en el apuntamiento del haz de 10° respecto a broadside, debemos introducir un desfase entre los elementos de la agrupación de aproximadamente
 - a) 20°
 - b) 30°
 - c) 40°
 - d) 10°
4. Un dipolo presenta una impedancia de $Z_{in} = 10 - j200\Omega$, su longitud eléctrica es
 - a) Es necesario conocer además la directividad para saberlo
 - b) Más largo que $\lambda/2$
 - c) Más corto que $\lambda/2$
 - d) Casi $\lambda/2$
5. En una bocina sectorial plano H óptima de dimensiones $a = 2\lambda$ y $b = 0,4\lambda$,
 - a) La directividad aumenta si aumentamos a
 - b) La directividad aumenta si acortamos la longitud de la bocina
 - c) La directividad aumenta si disminuimos a
 - d) La directividad aumenta si aumentamos b
6. Si comparamos dos agrupaciones uniformes de 5 antenas separadas $d = 0,4\lambda$, una *broadside* y la otra *endfire*,
 - a) La directividad es mayor en la *endfire*
 - b) El ancho de haz entre ceros es mayor en la agrupación *broadside*
 - c) La directividad es la misma
 - d) El NLPS es mayor en la *broadside*
7. Una espira elemental con forma cuadrada situada en el plano XY , produce campo radiado máximo tan sólo en las direcciones
 - a) $\theta = 0$
 - b) $\theta = \pi/2$, $\phi = \pi/4, 3\pi/4, 5\pi/4, 7\pi/4$
 - c) $\theta = \pi/2$
 - d) $\theta = \pi/2$, $\phi = 0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$

-
8. ¿Cuál es la directividad de una espira en forma de triángulo equilátero de lado $a = 0,05\lambda$?
- 1,64
 - 1,3
 - 1,5
 - 1
9. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo el valor máximo del campo en la apertura, los campos en la dirección radial varían en un factor
- 0,81
 - 0,63
 - 1
 - 0,9
10. Si un dipolo elemental orientado según \hat{z} y situado en el origen de coordenadas lo desplazamos hasta el punto $(0, 0, \lambda/2)$, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?
- El diagrama de radiación de potencia es $\sin^2 \theta$
 - El ancho de haz a -3 dB se estrecha ligeramente
 - El campo eléctrico radiado está polarizado linealmente según $\hat{\theta}$
 - El máximo de radiación se produce para $\theta = \pi/2$
11. ¿Cuál es la mínima resistencia de radiación que se puede conseguir con dipolo de longitud $\lambda/2$ paralelo a un plano de masa, al variar la distancia a éste?
- 0Ω
 - 41Ω
 - 73Ω
 - 5Ω
12. Sobre un dipolo orientado en z , incide una onda de la forma $\vec{E} = (\hat{x} e^{j\frac{\pi}{4}} + \hat{z} e^{-j\frac{\pi}{4}}) e^{jk_y y}$. El desacoplo de polarización entre la onda y la antena es
- 6 dB
 - 12 dB
 - 0 dB
 - 3 dB
13. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo la potencia total radiada, los campos radiados varían en un factor
- 1
 - 0,9
 - 0,8
 - 0,7
14. Una agrupación uniforme de 5 antenas separadas $d=15$ cm y alimentadas en fase trabaja a una frecuencia de 1 GHz. Si se cambia la frecuencia de trabajo a 1,2 GHz, y las antenas continúan alimentadas en fase,
- La directividad disminuye
 - El ancho de haz entre ceros aumenta
 - El NLPS no cambia
 - El apuntamiento del máximo se desvía ligeramente
15. Para una ranura cortada en un plano de masa en el plano YZ y cuyas dimensiones son $0,1\lambda$ en la dimensión Y , $\lambda/2$ en la dimensión Z , ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta
- La resistencia de radiación es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - La polarización es ortogonal a la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - La directividad es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - El campo eléctrico en la ranura está orientado según Y

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

11 de Abril de 2006

Duración: 60 minutos. Respuesta correcta: 1 punto, respuesta incorrecta: -1/3 puntos

CÓDIGO D

SOLUCIÓN: BBCBA DABBD DADDA

1. Sobre un dipolo orientado en z , incide una onda de la forma $\vec{E} = (\hat{x} e^{j\frac{\pi}{4}} + \hat{z} e^{-j\frac{\pi}{4}}) e^{jk_y y}$. El desacoplo de polarización entre la onda y la antena es
 - a) 6 dB
 - b) 3 dB
 - c) 12 dB
 - d) 0 dB
2. En una agrupación lineal cuyos elementos están espaciados $\lambda/2$, para producir un cambio en el apuntamiento del haz de 10° respecto a broadside, debemos introducir un desfase entre los elementos de la agrupación de aproximadamente
 - a) 10°
 - b) 30°
 - c) 20°
 - d) 40°
3. Una espira elemental con forma cuadrada situada en el plano XY , produce campo radiado máximo tan sólo en las direcciones
 - a) $\theta = \pi/2, \phi = 0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$
 - b) $\theta = 0$
 - c) $\theta = \pi/2$
 - d) $\theta = \pi/2, \phi = \pi/4, 3\pi/4, 5\pi/4, 7\pi/4$
4. Para una ranura cortada en un plano de masa en el plano YZ y cuyas dimensiones son $0, 1\lambda$ en la dimensión Y , $\lambda/2$ en la dimensión Z , ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta
 - a) La directividad es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - b) La resistencia de radiación es la misma que la de un dipolo con las mismas dimensiones
 - c) El campo eléctrico en la ranura está orientado según Y
 - d) La polarización es ortogonal a la de un dipolo con las mismas dimensiones
5. En una bocina sectorial plano H óptima de dimensiones $a = 2\lambda$ y $b = 0, 4\lambda$,
 - a) La directividad aumenta si aumentamos b
 - b) La directividad aumenta si acortamos la longitud de la bocina
 - c) La directividad aumenta si aumentamos a
 - d) La directividad aumenta si disminuimos a
6. Cuando situamos un plano conductor paralelo a un dipolo, su directividad, en el mejor de los casos aumenta en un máximo de
 - a) 3 dB
 - b) 9 dB
 - c) 1 dB
 - d) 6 dB
7. Si comparamos dos agrupaciones uniformes de 5 antenas separadas $d = 0, 4\lambda$, una *broadside* y la otra *endfire*,
 - a) La directividad es mayor en la *endfire*
 - b) La directividad es la misma
 - c) El ancho de haz entre ceros es mayor en la agrupación *broadside*
 - d) El NLPS es mayor en la *broadside*

-
8. Una agrupación uniforme de 5 antenas separadas $d=15$ cm y alimentadas en fase trabaja a una frecuencia de 1 GHz. Si se cambia la frecuencia de trabajo a 1,2 GHz, y las antenas continúan alimentadas en fase,
- El apuntamiento del máximo se desvía ligeramente
 - El NLPS no cambia
 - El ancho de haz entre ceros aumenta
 - La directividad disminuye
9. Si un dipolo elemental orientado según \hat{z} y situado en el origen de coordenadas lo desplazamos hasta el punto $(0, 0, \lambda/2)$, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?
- El máximo de radiación se produce para $\theta = \pi/2$
 - El ancho de haz a -3 dB se estrecha ligeramente
 - El diagrama de radiación de potencia es $\sin^2 \theta$
 - El campo eléctrico radiado está polarizado linealmente según $\hat{\theta}$
10. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo la potencia total radiada, los campos radiados varían en un factor
- 0,7
 - 1
 - 0,8
 - 0,9
11. Si en una apertura rectangular uniforme, la distribución de campos se convierte en coseno en el eje horizontal y uniforme en el vertical, manteniendo el valor máximo del campo en la apertura, los campos en la dirección radial varían en un factor
- 0,9
 - 0,81
 - 1
 - 0,63
12. ¿Cuál es la directividad de una espira en forma de triángulo equilátero de lado $a = 0,05\lambda$?
- 1,5
 - 1,64
 - 1
 - 1,3
13. ¿Cuál es la mínima resistencia de radiación que se puede conseguir con dipolo de longitud $\lambda/2$ paralelo a un plano de masa, al variar la distancia a éste?
- 73Ω
 - 5Ω
 - 41Ω
 - 0Ω
14. Un dipolo presenta una impedancia de $Z_{in} = 10 - j200 \Omega$, su longitud eléctrica es
- Es necesario conocer además la directividad para saberlo
 - Casi $\lambda/2$
 - Más largo que $\lambda/2$
 - Más corto que $\lambda/2$
15. En un array lineal uniforme de 9 antenas, al desconectar la antena central, el campo radiado en la dirección del máximo disminuye un valor
- 1 dB
 - 0 dB
 - 1,5 dB
 - 0,5 dB

SOLUCIÓN

Cuestión 1 La directividad de una apertura rectangular de dimensiones $a \times b$ es:

$$D = \frac{|\vec{E}|_{max}^2 4\pi r^2}{\eta W_r} = \frac{4\pi}{\lambda^2} a b \eta_{il}$$

Si despejamos el campo radiado máximo:

$$|\vec{E}|_{max} = \sqrt{\frac{\eta W_r}{4\pi r^2} \frac{4\pi}{\lambda^2} a b \eta_{il}} = E_0 \sqrt{\eta_{il}}$$

donde E_0 es constante ya que en el enunciado de la cuestión dicen que la potencia radiada se mantiene constante. Tampoco cambian las dimensiones de la apertura ni la frecuencia. Por tanto el campo radiado máximo es proporcional a la raíz cuadrada de la eficiencia de iluminación, que cambia al modificar la distribución de campo en la apertura. Cuando la apertura era uniforme $\eta_{il} = 1$, y al pasar a ser coseno en un eje y uniforme en el otro,

$$\eta'_{il} = \eta_{il_x} \eta_{il_y} = \frac{8}{\pi^2} \cdot 1$$

Por tanto los campos varían en un factor

$$\frac{|\vec{E}'|_{max}}{|\vec{E}|_{max}} = \sqrt{\frac{\eta'_{il}}{\eta_{il}}} = \sqrt{\frac{8}{\pi^2}} = 0,9$$

Cuestión 2 Al poner un plano conductor paralelo al dipolo, podemos reforzar su radiación. En concreto, si éste se sitúa a $\lambda/4$ del dipolo la radiación (campo radiado máximo) se duplica en el mejor de los casos, y la potencia radiada se mantiene constante. Por tanto la directividad en el mejor de los casos se puede multiplicar por 4 (6 dB).

Cuestión 3 La onda incidente es circular, mientras que el dipolo recibe polarización lineal, el desacoplo es obviamente de 3 dB.

Cuestión 4 El máximo se produce cuando $\psi = kd \cos \theta_m + \alpha = 0$. Si queremos que θ_m se desvíe 10° de la dirección broadside, entonces $\theta_m = 90^\circ + 10^\circ = 100^\circ$. Y por tanto el desfase que debemos aplicar es

$$\alpha = -kd \cos(100^\circ) = -\pi \cos(100^\circ) = 30^\circ$$

Cuestión 5 Dado que la parte real de la impedancia es menor de 73 y que la parte imaginaria es negativa (dipolo capacitivo), el dipolo debe ser más corto que $\lambda/2$ ($H < \lambda/4$).

Cuestión 6 El hecho de desplazar el dipolo del origen sólo supone un cambio en la fase del campo radiado en campo lejano. Concretamente, el vector de radiación de un dipolo situado en el origen de coordenadas y orientado según \hat{z} es:

$$\vec{N} = I h \hat{z}$$

Y el campo radiado es:

$$\vec{E} = j\omega\mu \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} I h \sin \theta \hat{\theta} = E_0 \sin \theta \hat{\theta}$$

Si el dipolo lo situamos en $(0, 0, \lambda/2)$, el vector de radiación será:

$$\vec{N} = I h \hat{z} e^{jk_z \frac{\lambda}{2}}$$

Y el campo radiado:

$$\vec{E} = j\omega\mu \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} I h \sin \theta \hat{\theta} e^{jk_z \frac{\lambda}{2}} = E_0 \sin \theta \hat{\theta} e^{jk_z \frac{\lambda}{2}}$$

Podemos observar que el único cambio es en la fase del campo radiado, pero que el diagrama de radiación ($\sin \theta$), la polarización (lineal según $\hat{\theta}$), la dirección de máxima radiación ($\theta_m = \pi/2$) y el ancho de haz se mantienen.

Cuestión 7 Una espira elemental situada en el plano XY tiene un diagrama de radiación igual al de un dipolo elemental orientado según \hat{z} independientemente de la forma de la espira. Por tanto, el diagrama de radiación es $\sin \theta$ y el campo radiado máximo se produce para $\theta = \pi/2$. Para una agrupación uniforme broadside con $d = 0,4\lambda$ la directividad es aproximadamente:

Cuestión 8 Si miramos la Figura 1 en la que se compara la directividad de las agrupaciones *broadside* y *endfire* vemos que para $d = 0,4\lambda$ la agrupación *endfire* es más directiva.

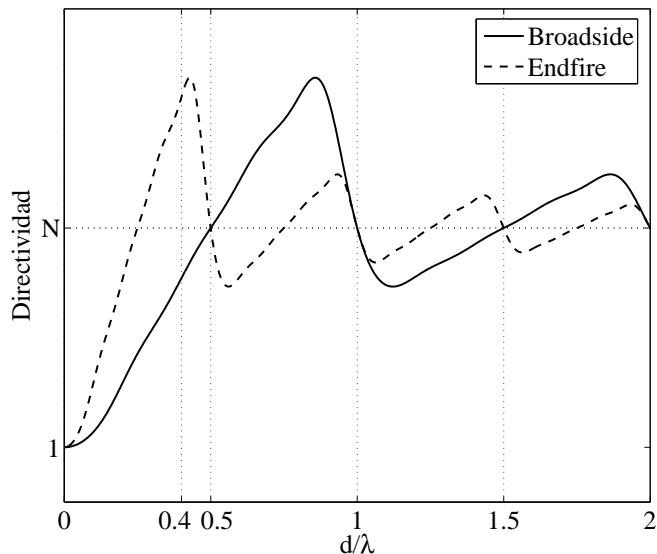


Figura 1 Directividad de una agrupación uniforme de N antenas en función del espaciado

De forma aproximada la directividad de la agrupación *endfire* con $d \leq 0,4\lambda$ es

$$D_{endfire} \simeq 4 \frac{d}{\lambda} N$$

Y para una *broadside*, la directividad con $d \leq 0,8\lambda$ es

$$D_{broadside} \simeq 2 \frac{d}{\lambda} N$$

Por tanto para $d = 0,4\lambda$ y $N = 5$:

$$D_{endfire} \simeq 4 \cdot 0,4 \cdot 5 = 8$$

$$D_{broadside} \simeq 2 \cdot 0,4 \cdot 5 = 4$$

Por otro lado, si observamos la Figura 2 observamos que el NLPS es el mismo para *broadside* y *endfire*, y también se puede apreciar que el ancho de haz del lóbulo principal es mayor en el caso *endfire*.

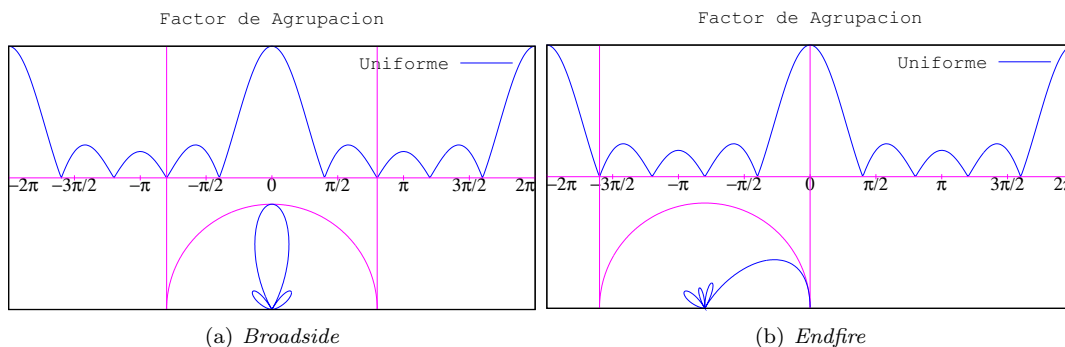


Figura 2 Cálculo mediante el método gráfico del diagrama de radiación de agrupaciones uniformes *broadside* y *endfire* de 5 antenas

Cuestión 9 A la frecuencia de 1 GHz la longitud de onda es 0,3 m y por tanto $d=0,5 \lambda$. Y a 1,2 GHz, la longitud de onda es 0,25 m y $d=0,6 \lambda$. Por tanto la longitud del margen visible aumenta ligeramente. En la Figura 3 se ha calculado mediante el método gráfico el diagrama de la agrupación a cada una de las dos frecuencias. Se puede observar que al pasar de 1 GHz a 1,2 GHz el máximo no se desvía, el NLPS no cambia, el ancho de haz entre ceros disminuye y la directividad aumenta (ver Figura 1).

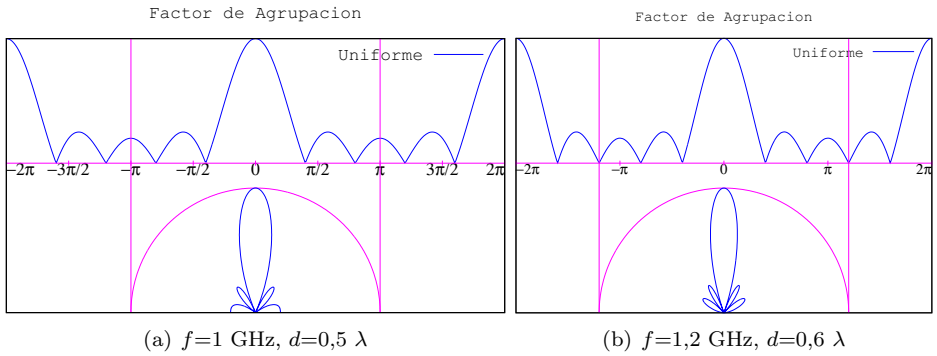


Figura 3 Cálculo mediante el método gráfico del diagrama de radiación de agrupaciones uniformes 5 antenas con $\alpha=0$ y $d=15$ cm.

Cuestión 10 En una bocina sectorial plano H óptima, la anchura de la boca de la bocina a es la que proporciona mayor directividad, por lo tanto aumentar o disminuir a hace que baje la directividad. Por otro lado acortar la longitud de la bocina hace que aumente el error de fase, y por tanto que disminuyan las eficiencias de iluminación, disminuyendo a su vez la directividad. En cambio si aumentamos la dimensión b , la bocina dejará de ser sectorial plano H y pasará a ser una bocina piramidal, y la directividad aumentará.

Cuestión 11 El campo radiado por una apertura rectangular separable es:

$$|\vec{E}| = \frac{1}{2\lambda r} |1 + \cos \theta| \cdot |F(k_x, a)| \cdot |G(k_y, b)|$$

donde F y G son respectivamente las transformadas de Fourier de las distribuciones de campo en la apertura en el eje x ($f(x')$) y en el eje y ($g(y')$).

Y el campo radiado máximo se produce en la dirección perpendicular a la boca de la apertura, es decir en $\theta = 0$, o lo que es lo mismo en $k_x = k_y = 0$. Por tanto el campo radiado máximo es:

$$|\vec{E}|_{max} = \frac{1}{\lambda r} \cdot |F(0, a)| \cdot |G(0, b)|$$

Si la distribución es uniforme en los dos ejes y el valor máximo de campo en la apertura es E_0 :

$$E_a(x', y') = E_0 \prod \left(\frac{x'}{a} \right) \prod \left(\frac{y'}{b} \right) = f(x') g(y')$$

$$F(K_x, a) = \text{TF} \{f(x')\} = \text{TF} \left\{ E_0 \prod \left(\frac{x'}{a} \right) \right\} = E_0 a \text{sinc} \left(\frac{k_x a}{2\pi} \right)$$

$$G(K_y, b) = \text{TF} \{g(y')\} = \text{TF} \left\{ \prod \left(\frac{y'}{b} \right) \right\} = b \text{sinc} \left(\frac{k_y b}{2\pi} \right)$$

$$F(0, a) = E_0 a$$

$$G(0, b) = b$$

Y si la distribución de campo en la apertura es coseno en el eje x y uniforme en el eje y , con el mismo valor máximo de campo E_0 :

$$E_a(x', y') = E_0 \cos \left(\frac{\pi}{a} x' \right) \prod \left(\frac{x'}{a} \right) \prod \left(\frac{y'}{b} \right) = f(x') g(y')$$

$$F(K_x, a) = \text{TF} \left\{ E_0 \cos \left(\frac{\pi}{a} x' \right) \prod \left(\frac{x'}{a} \right) \right\} = E_0 \frac{a}{2\pi} \frac{\cos \left(\frac{k_x a}{2} \right)}{\left(\frac{1}{2} \right)^2 - \left(\frac{k_x a}{2} \right)^2}$$

$$G(K_y, b) = \text{TF} \left\{ \prod \left(\frac{y'}{b} \right) \right\} = b \text{sinc} \left(\frac{k_y b}{2\pi} \right)$$

$$F(0, a) = E_0 \frac{2a}{\pi}$$

$$G(0, b) = b$$

Por tanto la relación entre campos radiados máximos será:

$$\frac{|\vec{E}'|'_{max}}{|\vec{E}'|_{max}} = \frac{\frac{1}{\lambda r} E_0 \frac{2a}{\pi} b}{\frac{1}{\lambda r} E_0 a b} = \frac{2}{\pi} = 0,63$$

Cuestión 12 Si tenemos un dipolo frente a un plano conductor a una distancia d , el efecto del plano conductor es el mismo que el de otro dipolo con corriente opuesta y a una distancia $2d$. El sistema de ecuaciones que relaciona las tensiones y corrientes de los dos dipolos es:

$$V_1 = z_{11} I_1 + z_{12} I_2$$

$$V_2 = z_{21} I_1 + z_{22} I_2$$

Como el dipolo imagen tiene corriente de alimentación opuesta, $I_2 = -I_1$:

$$V_1 = z_{11} I_1 - z_{12} I_1$$

Y la impedancia de entrada del dipolo es:

$$Z_{in} = \frac{V_1}{I_1} = z_{11} - z_{12} = R_a + jX_a$$

El valor mínimo de la resistencia de antena R_a que me piden lo puedo conseguir cuando la distancia al plano conductor d tiende a cero. Esto es así porque si $d \rightarrow 0$, entonces $z_{12} \rightarrow z_{11}$. Y entonces $Z_{in} \rightarrow 0$.

Cuestión 13 El polinomio de una agrupación uniforme de 9 antenas es:

$$p(z) = 1 + z + z^2 + z^3 + z^4 + z^5 + z^6 + z^7 + z^8$$

Y el factor de agrupación es:

$$FA(\Psi) = p(z = e^{j\Psi}) = e^{j\left(\frac{9-1}{2}\right)\Psi} \frac{\sin\left(\frac{9\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} = e^{j4\Psi} \frac{\sin\left(\frac{9\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)}$$

$$|FA(\Psi)| = \left| \frac{\sin\left(\frac{9\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} \right|$$

Cuando desconectamos el elemento central, el polinomio es:

$$p'(z) = 1 + z + z^2 + z^3 + z^4 + z^5 + z^6 + z^7 + z^8 - z^4$$

Y el factor de agrupación:

$$FA'(\Psi) = p'(z = e^{j\Psi}) = e^{j4\Psi} \frac{\sin\left(\frac{9\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} - e^{j4\Psi} = e^{j4\Psi} \left[\frac{\sin\left(\frac{9\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} - 1 \right]$$

$$|FA'(\Psi)| = \left| \frac{\sin\left(\frac{9\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} - 1 \right|$$

La máxima radiación se da cuando $\Psi = 0$. En ese caso $|FA(0)| = 9$ y $|FA'(0)| = 8$. La relación entre ambos valores es:

$$20 \log_{10} \left(\frac{|FA'(0)|}{|FA(0)|} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{8}{9} \right) = -1 \text{ dB}$$

Por tanto la radiación disminuye en 1 dB al desconectar el elemento central de la agrupación.

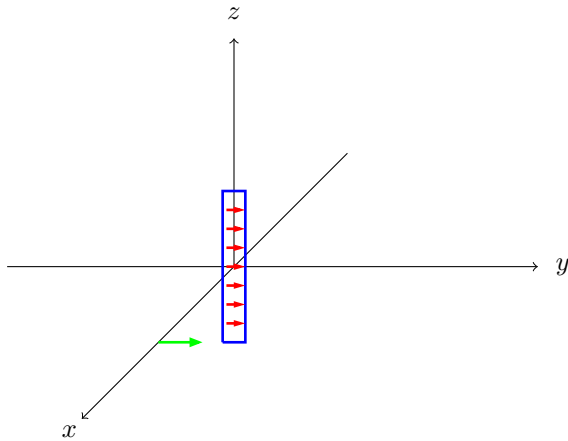


Figura 4 Ranura cortada en el plano YZ . En rojo el campo en la apertura, y el verde el campo radiado.

Cuestión 14 En la figura se muestra la ranura cortada en el plano YZ . Se puede observar que la polarización es ortogonal a la de un dipolo de las mismas dimensiones, y que el campo en la apertura de la ranura está orientado según y . El diagrama de radiación es el mismo que el de un dipolo de las mismas dimensiones, y por tanto la directividad también es la misma. La única afirmación incorrecta es la que se refiere a la resistencia de radiación, pues en la ranura la impedancia de entrada (Z_r) no es igual que la del dipolo (Z_d), sino que es (principio de Babinet):

$$Z_r = \frac{\eta^2}{Z_d}$$

Cuestión 15 Como se trata de una espira elemental ($a \ll \lambda$), la directividad es 1,5.