
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

17 de enero de 2005

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

CÓDIGO A

SOLUCIÓN: ACBDA ABBAB ABCAD

1. ¿Cuál de las siguientes antenas posee mayor directividad a 6 GHz?
 - a) Reflector de esquina
 - b) Antena tipo Yagi formada por un elemento activo y un reflector
 - c) Bocina óptima con una apertura de dimensiones $a \times b = 2\lambda \times \lambda$
 - d) Agrupación *broadside* uniforme de 6 dipolos resonantes espaciados $\lambda/2$
2. Una onda $\vec{E}(z = 0, t) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \sin(\omega t - \frac{\pi}{4}) \hat{y}$ propagándose hacia las z positivas tiene una polarización
 - a) Circular a izquierdas
 - b) Circular a derechas
 - c) Lineal
 - d) Elíptica
3. Un monopolo de 1 m de longitud a la frecuencia de 3 MHz tiene una directividad de
 - a) 1,5
 - b) 3
 - c) 1
 - d) 6
4. Dada una espira elemental situada en el plano XY , ¿En cuál de las siguientes antenas receptoras se recibirá más señal?
 - a) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(10\lambda, 0, 0)$
 - b) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(0, 10\lambda, 0)$
 - c) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} + \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
 - d) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} - \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
5. En una agrupación *broadside*, al aumentar el espaciado de $d = \lambda/2$ a $d = 3\lambda/4$,
 - a) La directividad aumenta
 - b) El NLPS aumenta
 - c) El ancho de haz entre ceros aumenta
 - d) El haz se desapunta
6. Una agrupación de 5 antenas con distribución de corrientes triangular posee un NLPS de
 - a) 19 dB
 - b) 9,54 dB
 - c) 26,8 dB
 - d) 9 dB
7. Si aumentamos ligeramente la longitud de un dipolo de $H = 5\lambda/8$,
 - a) La directividad aumenta
 - b) La longitud efectiva en la dirección perpendicular disminuye
 - c) La reactancia se hace más negativa
 - d) El ancho de haz entre ceros aumenta
8. ¿Con qué polarización emite una apertura rectangular de dimensiones $a \times b = 3\lambda \times 2\lambda$ alimentada con un campo uniforme $\vec{E} = E_0\hat{x}$?
 - a) Circular en todas las direcciones
 - b) Lineal en todas las direcciones
 - c) Lineal en la dirección perpendicular a la apertura y elíptica en el resto
 - d) Elíptica en todas las direcciones

-
9. Si cambiamos el desfase progresivo en una agrupación uniforme de 8 antenas separadas $\lambda/2$ de $\alpha = 0$ a $\alpha = -\pi$,
- El ancho de haz aumenta
 - La directividad aumenta
 - El NLPS disminuye
 - La directividad disminuye
10. Una bocina está alimentada por una guía rectangular de dimensiones $a_g=19,05$ mm y $b_g=9,525$ mm. Las dimensiones de la bocina son $L_H=9$ cm, $a=9$ cm y $b=9,525$ mm. La longitud de onda es $\lambda = 3$ cm. Su directividad será:
- 7,76 dB
 - 8,9 dB
 - 7,93 dB
 - 9,86 dB
11. ¿Cuántos ceros tiene el diagrama de radiación de la agrupación con espaciado $d = \lambda/4$, fase progresiva $\alpha = 0$ y polinomio $p(z) = (1 + z)(1 + 2z + z^2)$
- Ninguno
 - 1
 - 2
 - 3
12. Para una bocina piramidal óptima de boca cuadrada iluminada con el modo TE_{10} , ¿qué afirmación es cierta?
- No es posible aumentar la directividad
 - Si aumenta su longitud la directividad aumenta
 - Si disminuye el lado de la apertura la directividad aumenta
 - Si aumenta el lado de la apertura la directividad aumenta
13. Se alimenta un reflector parabólico con una bocina cónica, la relación f/D es 1 y el decaimiento en el borde $\tau = -10,5$ dB. ¿Qué efecto tendrá el pasar a $f/D = 1.5$?
- Aumenta la directividad
 - Aumenta la eficiencia total
 - Disminuye la eficiencia de desbordamiento
 - Disminuye la eficiencia de iluminación
14. ¿Qué eficiencia total tendrá un paraboloides cuyo diámetro es 4 veces su distancia focal, al situar una antena isotrópica en el foco?
- < 0.5
 - 0.5
 - 0.6
 - 0.7
15. ¿Cuál de las siguientes aperturas uniformes de distintas formas produce campos radiados máximos a igualdad de campos en la apertura ?
- Triángulo de lado a
 - Cuadrado de lado a
 - Hexágono de lado a
 - Círculo de radio a

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

17 de enero de 2005

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

CÓDIGO B

SOLUCIÓN: DBBDC ABBDA CDAAC

1. Si aumentamos ligeramente la longitud de un dipolo de $H = 5\lambda/8$,
 - a) El ancho de haz entre ceros aumenta
 - b) La directividad aumenta
 - c) La reactancia se hace más negativa
 - d) La longitud efectiva en la dirección perpendicular disminuye
2. Dada una espira elemental situada en el plano XY , ¿En cuál de las siguientes antenas receptoras se recibirá más señal?
 - a) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(0, 10\lambda, 0)$
 - b) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} - \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
 - c) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} + \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
 - d) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(10\lambda, 0, 0)$
3. ¿Qué eficiencia total tendrá un paraboloides cuyo diámetro es 4 veces su distancia focal, al situar una antena isotrópica en el foco?
 - a) 0.5
 - b) < 0.5
 - c) 0.7
 - d) 0.6
4. Si cambiamos el desfase progresivo en una agrupación uniforme de 8 antenas separadas $\lambda/2$ de $\alpha = 0$ a $\alpha = -\pi$,
 - a) La directividad disminuye
 - b) El NLPS disminuye
 - c) La directividad aumenta
 - d) El ancho de haz aumenta
5. ¿Cuál de las siguientes antenas posee mayor directividad a 6 GHz?
 - a) Bocina óptima con una apertura de dimensiones $a \times b = 2\lambda \times \lambda$
 - b) Agrupación *broadside* uniforme de 6 dipolos resonantes espaciados $\lambda/2$
 - c) Reflector de esquina
 - d) Antena tipo Yagi formada por un elemento activo y un reflector
6. Para una bocina piramidal óptima de boca cuadrada iluminada con el modo TE_{10} , ¿qué afirmación es cierta?
 - a) Si aumenta su longitud la directividad aumenta
 - b) No es posible aumentar la directividad
 - c) Si disminuye el lado de la apertura la directividad aumenta
 - d) Si aumenta el lado de la apertura la directividad aumenta
7. ¿Cuántos ceros tiene el diagrama de radiación de la agrupación con espaciado $d = \lambda/4$, fase progresiva $\alpha = 0$ y polinomio $p(z) = (1+z)(1+2z+z^2)$?
 - a) 3
 - b) Ninguno
 - c) 1
 - d) 2
8. Un monopolo de 1 m de longitud a la frecuencia de 3 MHz tiene una directividad de
 - a) 1
 - b) 3
 - c) 1,5
 - d) 6

-
9. En una agrupación *broadside*, al aumentar el espaciado de $d = \lambda/2$ a $d = 3\lambda/4$,
- El haz se desapunta
 - El NLPS aumenta
 - El ancho de haz entre ceros aumenta
 - La directividad aumenta
10. Una onda $\vec{E}(z = 0, t) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \sin(\omega t - \frac{\pi}{4}) \hat{y}$ propagándose hacia las z positivas tiene una polarización
- Lineal
 - Circular a derechas
 - Elíptica
 - Circular a izquierdas
11. ¿Cuál de las siguientes aperturas uniformes de distintas formas produce campos radiados máximos a igualdad de campos en la apertura ?
- Hexágono de lado a
 - Cuadrado de lado a
 - Círculo de radio a
 - Triángulo de lado a
12. Una bocina está alimentada por una guía rectangular de dimensiones $a_g=19,05$ mm y $b_g=9,525$ mm. Las dimensiones de la bocina son $L_H=9$ cm, $a=9$ cm y $b=9,525$ mm. La longitud de onda es $\lambda = 3$ cm. Su directividad será:
- 9,86 dB
 - 7,76 dB dB
 - 7,93 dB
 - 8,9 dB
13. ¿Con qué polarización emite una apertura rectangular de dimensiones $a \times b = 3\lambda \times 2\lambda$ alimentada con un campo uniforme $\vec{E} = E_0 \hat{x}$?
- Lineal en todas las direcciones
 - Elíptica en todas las direcciones
 - Circular en todas las direcciones
 - Lineal en la dirección perpendicular a la apertura y elíptica en el resto
14. Una agrupación de 5 antenas con distribución de corrientes triangular posee un NLPS de
- 19 dB
 - 26,8 dB
 - 9,54 dB
 - 9 dB
15. Se alimenta un reflector parabólico con una bocina cónica, la relación f/D es 1 y el decaimiento en el borde $\tau = -10,5$ dB. ¿Qué efecto tendrá el pasar a $f/D = 1.5$?
- Aumenta la directividad
 - Aumenta la eficiencia total
 - Disminuye la eficiencia de desbordamiento
 - Disminuye la eficiencia de iluminación

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

17 de enero de 2005

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

CÓDIGO C

SOLUCIÓN: ADCCD ADABD BDADC

1. Se alimenta un reflector parabólico con una bocina cónica, la relación f/D es 1 y el decaimiento en el borde $\tau = -10,5$ dB. ¿Qué efecto tendrá el pasar a $f/D = 1.5$?
 - a) Disminuye la eficiencia de desbordamiento
 - b) Aumenta la directividad
 - c) Disminuye la eficiencia de iluminación
 - d) Aumenta la eficiencia total
2. Una onda $\vec{E}(z = 0, t) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \sin(\omega t - \frac{\pi}{4}) \hat{y}$ propagándose hacia las z positivas tiene una polarización
 - a) Elíptica
 - b) Circular a izquierdas
 - c) Circular a derechas
 - d) Lineal
3. Dada una espira elemental situada en el plano XY , ¿En cuál de las siguientes antenas receptoras se recibirá más señal?
 - a) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(0, 10\lambda, 0)$
 - b) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} + \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
 - c) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} - \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
 - d) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(10\lambda, 0, 0)$
4. En una agrupación *broadside*, al aumentar el espaciado de $d = \lambda/2$ a $d = 3\lambda/4$,
 - a) El haz se desapunta
 - b) El NLPS aumenta
 - c) La directividad aumenta
 - d) El ancho de haz entre ceros aumenta
5. Una bocina está alimentada por una guía rectangular de dimensiones $a_g=19,05$ mm y $b_g=9,525$ mm. Las dimensiones de la bocina son $L_H=9$ cm, $a=9$ cm y $b=9,525$ mm. La longitud de onda es $\lambda = 3$ cm. Su directividad será:
 - a) 7,76 dB
 - b) 9,86 dB
 - c) 7,93 dB
 - d) 8,9 dB
6. ¿Con qué polarización emite una apertura rectangular de dimensiones $a \times b = 3\lambda \times 2\lambda$ alimentada con un campo uniforme $\vec{E} = E_0\hat{x}$?
 - a) Lineal en todas las direcciones
 - b) Circular en todas las direcciones
 - c) Lineal en la dirección perpendicular a la apertura y elíptica en el resto
 - d) Elíptica en todas las direcciones
7. Si aumentamos ligeramente la longitud de un dipolo de $H = 5\lambda/8$,
 - a) La directividad aumenta
 - b) La reactancia se hace más negativa
 - c) El ancho de haz entre ceros aumenta
 - d) La longitud efectiva en la dirección perpendicular disminuye

-
8. ¿Cuál de las siguientes aperturas uniformes de distintas formas produce campos radiados máximos a igualdad de campos en la apertura ?
- Círculo de radio a
 - Cuadrado de lado a
 - Hexágono de lado a
 - Triángulo de lado a
9. ¿Cuántos ceros tiene el diagrama de radiación de la agrupación con espaciado $d = \lambda/4$, fase progresiva $\alpha = 0$ y polinomio $p(z) = (1 + z)(1 + 2z + z^2)$
- 1
 - Ninguno
 - 3
 - 2
10. Una agrupación de 5 antenas con distribución de corrientes triangular posee un NLPS de
- 26,8 dB
 - 9 dB
 - 9,54 dB
 - 19 dB
11. Para una bocina piramidal óptima de boca cuadrada iluminada con el modo TE_{10} , ¿qué afirmación es cierta?
- Si disminuye el lado de la apertura la directividad aumenta
 - Si aumenta su longitud la directividad aumenta
 - No es posible aumentar la directividad
 - Si aumenta el lado de la apertura la directividad aumenta
12. Un monopolo de 1 m de longitud a la frecuencia de 3 MHz tiene una directividad de
- 1
 - 6
 - 1,5
 - 3
13. ¿Cuál de las siguientes antenas posee mayor directividad a 6 GHz?
- Reflector de esquina
 - Antena tipo Yagi formada por un elemento activo y un reflector
 - Bocina óptima con una apertura de dimensiones $a \times b = 2\lambda \times \lambda$
 - Agrupación *broadside* uniforme de 6 dipolos resonantes espaciados $\lambda/2$
14. Si cambiamos el desfase progresivo en una agrupación uniforme de 8 antenas separadas $\lambda/2$ de $\alpha = 0$ a $\alpha = -\pi$,
- La directividad disminuye
 - El NLPS disminuye
 - La directividad aumenta
 - El ancho de haz aumenta
15. ¿Qué eficiencia total tendrá un paraboloide cuyo diámetro es 4 veces su distancia focal, al situar una antena isotrópica en el foco?
- 0.5
 - 0.6
 - < 0.5
 - 0.7

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

17 de enero de 2005

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

CÓDIGO D

SOLUCIÓN: BDAAA DAAAB DBCDA

1. Un monopolo de 1 m de longitud a la frecuencia de 3 MHz tiene una directividad de
a) 1 b) 3 c) 6 d) 1,5
2. Dada una espira elemental situada en el plano XY , ¿En cuál de las siguientes antenas receptoras se recibirá más señal?
a) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(10\lambda, 0, 0)$
b) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} + \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
c) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I\hat{z}$ situado en $(0, 10\lambda, 0)$
d) Dipolo elemental con corriente $\vec{J} = I(\hat{x} - \hat{y})/\sqrt{2}$ situado en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$
3. Si aumentamos ligeramente la longitud de un dipolo de $H = 5\lambda/8$,
a) La longitud efectiva en la dirección perpendicular disminuye
b) La directividad aumenta
c) El ancho de haz entre ceros aumenta
d) La reactancia se hace más negativa
4. ¿Qué eficiencia total tendrá un paraboloides cuyo diámetro es 4 veces su distancia focal, al situar una antena isotrópica en el foco?
a) < 0.5 b) 0.5 c) 0.7 d) 0.6
5. Una bocina está alimentada por una guía rectangular de dimensiones $a_g=19,05$ mm y $b_g=9,525$ mm. Las dimensiones de la bocina son $L_H=9$ cm, $a=9$ cm y $b=9,525$ mm. La longitud de onda es $\lambda = 3$ cm. Su directividad será:
a) 8,9 dB b) 9,86 dB c) 7,76 dB dB d) 7,93 dB
6. Una onda $\vec{E}(z = 0, t) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})\hat{x} + \sin(\omega t - \frac{\pi}{4})\hat{y}$ propagándose hacia las z positivas tiene una polarización
a) Circular a derechas b) Elíptica c) Circular a izquierdas d) Lineal
7. ¿Con qué polarización emite una apertura rectangular de dimensiones $a \times b = 3\lambda \times 2\lambda$ alimentada con un campo uniforme $\vec{E} = E_0\hat{x}$?
a) Lineal en todas las direcciones
b) Lineal en la dirección perpendicular a la apertura y elíptica en el resto
c) Circular en todas las direcciones
d) Elíptica en todas las direcciones
8. Si cambiamos el desfase progresivo en una agrupación uniforme de 8 antenas separadas $\lambda/2$ de $\alpha = 0$ a $\alpha = -\pi$,
a) El ancho de haz aumenta
b) La directividad aumenta
c) El NLPS disminuye
d) La directividad disminuye

-
-
9. Una agrupación de 5 antenas con distribución de corrientes triangular posee un NLPS de
- a) 19 dB b) 9 dB c) 26,8 dB d) 9,54 dB
10. ¿Cuál de las siguientes antenas posee mayor directividad a 6 GHz?
- a) Agrupación *broadside* uniforme de 6 dipolos resonantes espaciados $\lambda/2$
- b) Reflector de esquina
- c) Bocina óptima con una apertura de dimensiones $a \times b = 2\lambda \times \lambda$
- d) Antena tipo Yagi formada por un elemento activo y un reflector
11. ¿Cuántos ceros tiene el diagrama de radiación de la agrupación con espaciado $d = \lambda/4$, fase progresiva $\alpha = 0$ y polinomio $p(z) = (1 + z)(1 + 2z + z^2)$
- a) 2 b) 1 c) 3 d) Ninguno
12. ¿Cuál de las siguientes aperturas uniformes de distintas formas produce campos radiados máximos a igualdad de campos en la apertura ?
- a) Hexágono de lado a
- b) Círculo de radio a
- c) Triángulo de lado a
- d) Cuadrado de lado a
13. Para una bocina piramidal óptima de boca cuadrada iluminada con el modo TE_{10} , ¿qué afirmación es cierta?
- a) No es posible aumentar la directividad
- b) Si aumenta el lado de la apertura la directividad aumenta
- c) Si aumenta su longitud la directividad aumenta
- d) Si disminuye el lado de la apertura la directividad aumenta
14. En una agrupación *broadside*, al aumentar el espaciado de $d = \lambda/2$ a $d = 3\lambda/4$,
- a) El haz se desapunta
- b) El ancho de haz entre ceros aumenta
- c) El NLPS aumenta
- d) La directividad aumenta
15. Se alimenta un reflector parabólico con una bocina cónica, la relación f/D es 1 y el decaimiento en el borde $\tau = -10,5$ dB. ¿Qué efecto tendrá el pasar a $f/D = 1.5$?
- a) Disminuye la eficiencia de desbordamiento
- b) Aumenta la directividad
- c) Disminuye la eficiencia de iluminación
- d) Aumenta la eficiencia total

SOLUCIÓN

Cuestión 1 La directividad de una bocina óptima de dimensiones $a \times b = 2\lambda \times \lambda$ es:

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot ab \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot 0,8 \cdot 0,8 = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot ab \cdot 0,5 = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot 2\lambda \cdot \lambda \cdot 0,5 = 12,56$$

La directividad de la agrupación broadside uniforme de 6 dipolos resonantes espaciados $\lambda/2$ se calcula teniendo en cuenta que en la dirección de máxima radiación el factor de agrupación vale 6, y que la potencia radiada es 6 veces la radiada por un solo dipolo:

$$D = \frac{|E|_{max}^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{W_r} = \frac{|\frac{60I_m}{r} 6|^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{6 \cdot 73 \cdot I_m^2} = \frac{|\frac{60I_m}{r}|^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{73 \cdot I_m^2} \cdot 6 = 1,64 \cdot 6 = 9,84$$

La directividad de una antena tipo Yagi formada por un elemento activo y un reflector la podemos calcular teniendo en cuenta que el campo en la dirección de máxima radiación se multiplica por dos (el del dipolo activo más el del dipolo parásito que se suman en fase, en el mejor de los casos), y que la potencia radiada es la de un solo dipolo, ya que el otro no está alimentado:

$$D = \frac{|E|_{max}^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{W_r} = \frac{|\frac{60I_m}{r} 2|^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{\text{Re}\{Z_{in}\} \cdot I_m^2} = \frac{|\frac{60I_m}{r}|^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{\text{Re}\{Z_{in}\} \cdot I_m^2} \cdot 4 = D_{1dipolo} \cdot 4 < 3,33 \cdot 4 = 13,32$$

Por último, si tenemos un dipolo frente a un reflector de esquina, al aplicar teoría de imágenes me aparecen tres dipolos más, de modo que el campo radiado máximo será 4 veces el de un solo dipolo, mientras que la potencia radiada es la de un solo dipolo ya que las imágenes no están alimentadas. De modo que la directividad será:

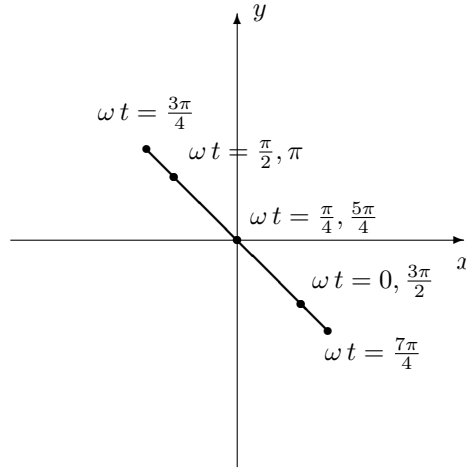
$$D = \frac{|E|_{max}^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{W_r} = \frac{|\frac{60I_m}{r} 4|^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{\text{Re}\{Z_{in}\} \cdot I_m^2} = \frac{|\frac{60I_m}{r}|^2}{\eta} \frac{4\pi r^2}{\text{Re}\{Z_{in}\} \cdot I_m^2} \cdot 16 = D_{1dipolo} \cdot 16 > 1,5 \cdot 16 = 24$$

Por tanto el reflector de esquina es la antena más directiva, aún cuando el dipolo que haya frente al reflector sea elemental.

Cuestión 2 Si dibujamos la figura que describe el campo eléctrico al variar el tiempo podremos averiguar el tipo y el signo de la polarización. Le daremos valores a ωt :

ωt	$\vec{E}(z=0, t)$
0	$\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{x} - \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{y}$
$\frac{\pi}{4}$	0
$\frac{\pi}{2}$	$-\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{x} + \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{y}$
$\frac{3\pi}{4}$	$-\hat{x} + \hat{y}$
π	$-\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{x} + \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{y}$
$\frac{5\pi}{4}$	0
$\frac{3\pi}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{x} - \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{y}$
$\frac{7\pi}{4}$	$\hat{x} - \hat{y}$

Si lo dibujamos:



Como se puede observar en la gráfica la polarización es lineal.

Otra posible forma de determinar la polarización es obtener el fasor del campo eléctrico en $z = 0$. Para ello desarrollamos la expresión temporal en suma de senos y cosenos de ωt :

$$\vec{E}(z = 0, t) = \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) \hat{x} + \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \hat{y}$$

$$\vec{E}(z = 0, t) = \left[\cos(\omega t) \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) - \sin(\omega t) \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right] \hat{x} + \left[\sin(\omega t) \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) - \cos(\omega t) \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \right] \hat{y}$$

$$\vec{E}(z = 0, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} [\cos(\omega t) - \sin(\omega t)] \hat{x} - \frac{1}{\sqrt{2}} [\cos(\omega t) - \sin(\omega t)] \hat{y}$$

$$\vec{E}(z = 0, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\hat{x} - \hat{y}) [\cos(\omega t) - \sin(\omega t)]$$

Por tanto el fasor de campo eléctrico será:

$$\vec{E}(z = 0) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\hat{x} - \hat{y}) (1 + j)$$

Descomponiendo la amplitud del campo en parte real e imaginaria:

$$\vec{E}_r = \frac{1}{\sqrt{2}} (\hat{x} - \hat{y})$$

$$\vec{E}_i = \frac{1}{\sqrt{2}} (\hat{x} - \hat{y})$$

Se cumple que:

$$\vec{E}_i \times \vec{E}_r = 0$$

Y por tanto la polarización es lineal.

Cuestión 3 A 3 MHz, la longitud de onda es:

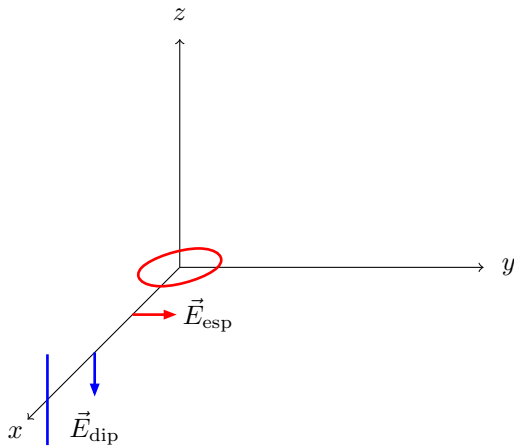
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^6} = 100 \text{ m}$$

Y por tanto un monopolo de 1 m es un monopolo corto. La directividad de un dipolo corto es la misma que la de un dipolo elemental (1,5). Y la directividad de un monopolo es el doble que la del dipolo correspondiente. Por tanto la directividad de un monopolo corto es 3.

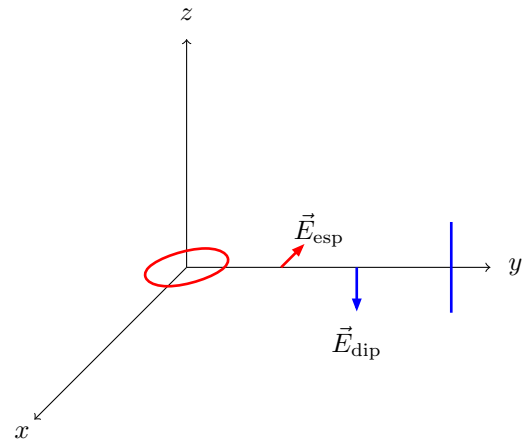
Cuestión 4 Si situamos una espira en el origen de coordenadas y situada en el plano XY , el campo radiado por ésta está polarizado linealmente según $\hat{\phi}$. Por tanto, un dipolo paralelo al eje z situado en el eje x (opción a) o en el eje y (opción b), están desacoplados con el campo que llega de la espira, y $C_p = 0$. En ambos casos no se recibiría ninguna potencia (ver figura).

Por otro lado, si situamos el dipolo en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$, pero orientado según $\hat{x} + \hat{y}$ (opción c), el campo radiado por la espira incide sobre el dipolo de tal manera que entra por un nulo del diagrama de recepción de éste. Por tanto en este caso tampoco se recibiría nada de señal.

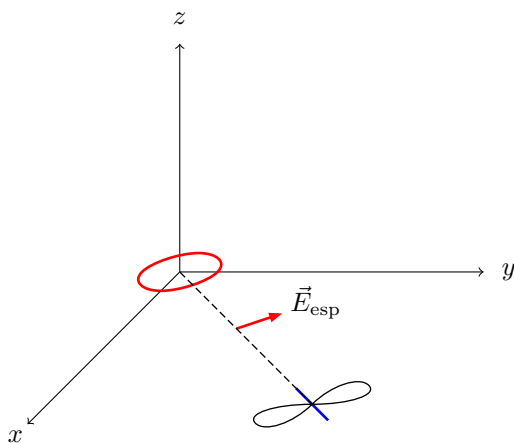
Finalmente, si el dipolo está en $(10\lambda, 10\lambda, 0)$, pero está orientado según $\hat{x} - \hat{y}$ (opción d), el campo radiado por la espira incide perpendicularmente sobre el dipolo (máximo del diagrama de recepción), y además el campo radiado por la espira está polarizado linealmente paralelo al dipolo, de modo que $C_p = 1$. Por tanto es este caso sí se recibiría señal.



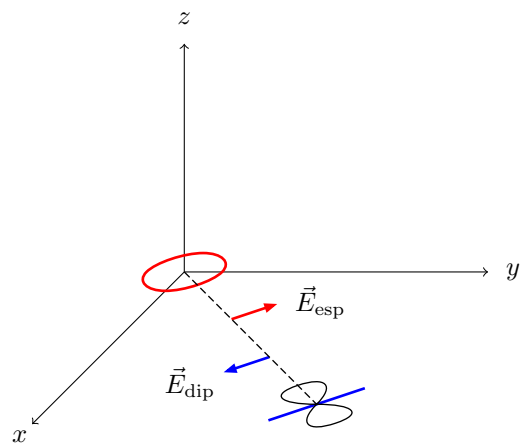
(a) $C_p = 0$



(b) $C_p = 0$



(c) $D_R = 0$



(d) $C_p = 1, D_R = D_{max}$

Cuestión 5 En una agrupación broadside, como $\alpha = 0$, el apuntamiento es siempre perpendicular al eje de la agrupación, independientemente del espaciado, como se puede apreciar en la figura.

Al aumentar el espaciado de $\lambda/2$ a $3\lambda/4$ el NLPS no aumenta ya que los lóbulos secundarios que hay en el margen visible para $d = \lambda/2$ siguen estando en el margen visible para $d = 3\lambda/4$. Al aumentar el espaciado entrarán nuevos lóbulos secundarios, por lo que el NLPS puede incluso disminuir, si entra un nuevo lóbulo secundario mayor que los que ya había, pero nunca aumentar.

El ancho de haz entre ceros disminuye al aumentar el espaciado, como se puede apreciar en la figura. Por otro lado, la directividad de una agrupación uniforme broadside aumenta al aumentar d/λ y vale $D = 2N d/\lambda$ hasta

un valor de $d/\lambda \simeq 0,8$. A partir de ahí comienza a disminuir. Por tanto al pasar de $d/\lambda = 0,5$ a $d/\lambda = 0,75$ la directividad aumenta.

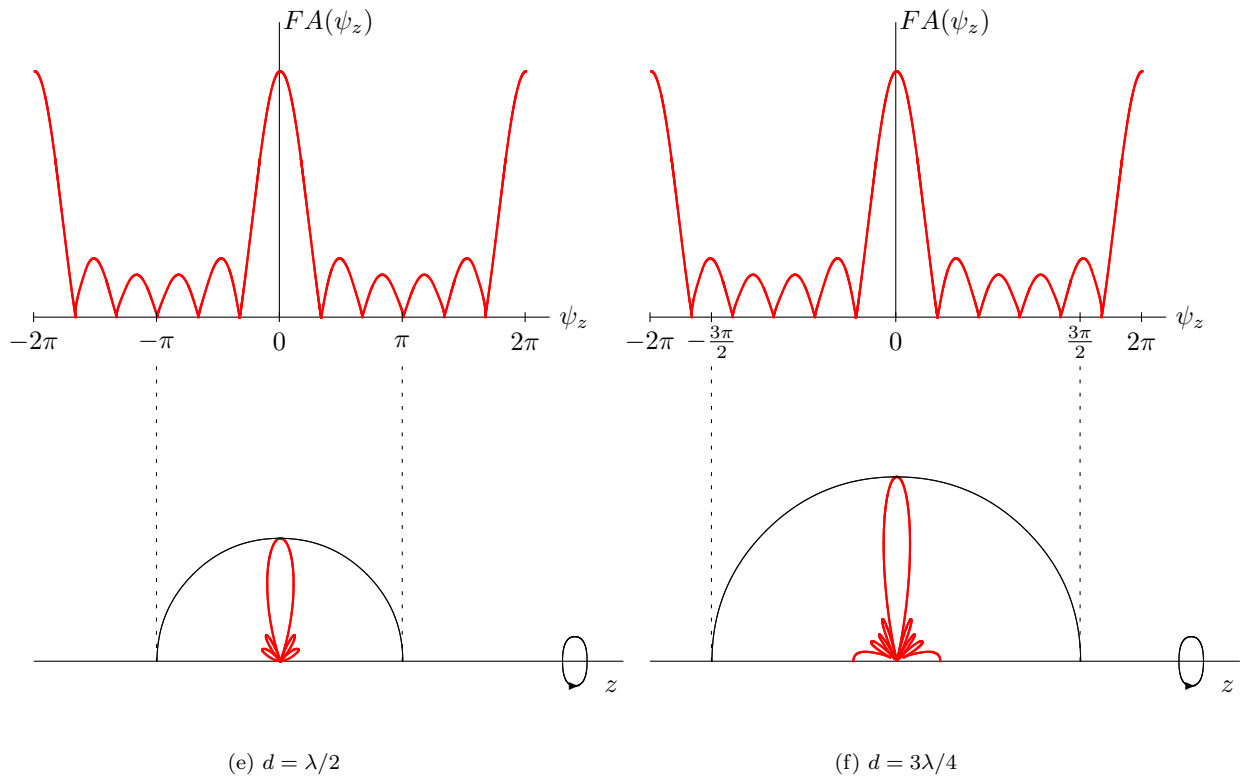


Figure 1: Diagrama de radiación de una agrupación uniforme broadside

Cuestión 6 Si el número de antenas fuera elevado, el NLPS sería de 26,8 dB. Pero como sólo son 5 antenas, es necesario calcular el valor del NLPS. El FA es:

$$FA = \left(\frac{\sin\left(\frac{N'\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} \right)^2$$

donde $N' = (N + 1)/2 = 3$. Por tanto el NLPS es:

$$NLPS = \left| \frac{FA(\Psi_{LP})}{FA(\Psi_{LS})} \right| = \left| \frac{FA(0)}{FA\left(\frac{3\pi}{N'}\right)} \right| = \left| \frac{N'^2}{\left(\frac{\sin\left(\frac{N'3\pi}{2N'}\right)}{\sin\left(\frac{3\pi}{2N'}\right)}\right)^2} \right| = N'^2 \left| \sin^2\left(\frac{3\pi}{2N'}\right) \right| = 3^2 \left| \sin^2\left(\frac{\pi}{2}\right) \right| = 9 = 19 \text{ dB}$$

Cuestión 7 Un dipolo de $H = 5\lambda/8$ es capacitivo. Si aumentamos ligeramente su longitud su reactancia disminuye, se acerca más al cortocircuito, es decir, a 0. Por tanto la reactancia se hace más positiva, no más negativa.

Por otro lado, el dipolo de $H = 5\lambda/8$ es el más directivo, así que cualquier cambio en su longitud, si la frecuencia permanece constante, hace que sea menos directivo.

Si la longitud aumenta, el lóbulo principal de hace más estrecho. Aún así la directividad baja porque los lóbulos secundarios aumentan, como se aprecia en la figura para el dipolo de longitud $H = 0,65\lambda$.

Finalmente, la longitud efectiva en la dirección perpendicular es directamente el área de la distribución de corrientes. Y si aumenta la longitud del dipolo $H = 5\lambda/8$ el área de la distribución de corriente disminuye.

Cuestión 8 Si nos fijamos en las expresiones del campo radiado por una apertura con polarización horizontal:

$$E_\theta = j \frac{e^{jkr}}{2\lambda r} \cos\phi \left(1 + \frac{\eta}{Z_0} \cos\theta \right) \iint_{S_0} E_x(x', y') e^{jk_x x'} e^{jk_y y'} dx' dy'$$

$$E_\phi = -j \frac{e^{jkr}}{2\lambda r} \sin\phi \left(\frac{\eta}{Z_0} + \cos\theta \right) \iint_{S_a} E_x(x', y') e^{jk_x x'} e^{jk_y y'} dx' dy'$$

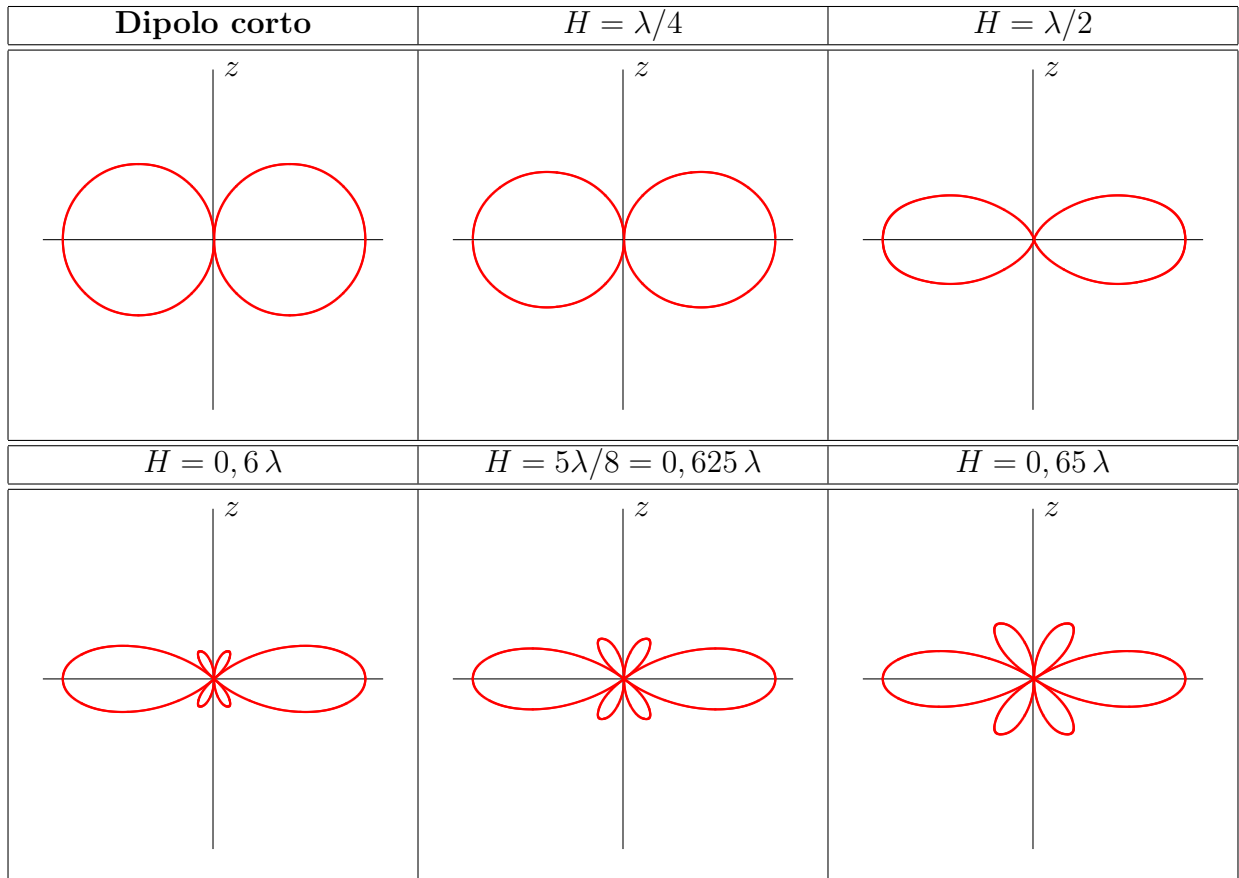


Table 1: Diagramas en el plano E (XZ)

vemos que las dos componentes de campo, E_θ y E_ϕ , están desfasadas 180° . Por lo tanto la polarización es lineal. Otra forma de verlo es descomponer el campo en parte real e imaginaria:

$$E_r = 0$$

$$j E_i = E_\theta \hat{\theta} + E_\phi \hat{\phi}$$

Se cumple que:

$$\vec{E}_i \times \vec{E}_r = 0$$

Y por tanto la polarización es lineal.

Cuestión 9 En la gráfica se muestra el diagrama de radiación de una agrupación uniforme de 8 antenas separadas $\lambda/2$ para unos desfases progresivos de 0 (broadside) y $-\pi$ (endfire) radianes. Se puede observar que el ancho de haz en la agrupación endfire es mayor, ya que el lóbulo principal está más próximo a los extremos del margen visible. Se observa también que el NLPS no cambia, ya que tanto el lóbulo principal como el secundario son los mismos en ambos casos. También se debe tener en cuenta que la directividad de una agrupación uniforme con antenas separadas $d = m\lambda/2$ es N (en este caso $N = 8$), independientemente del valor de α .

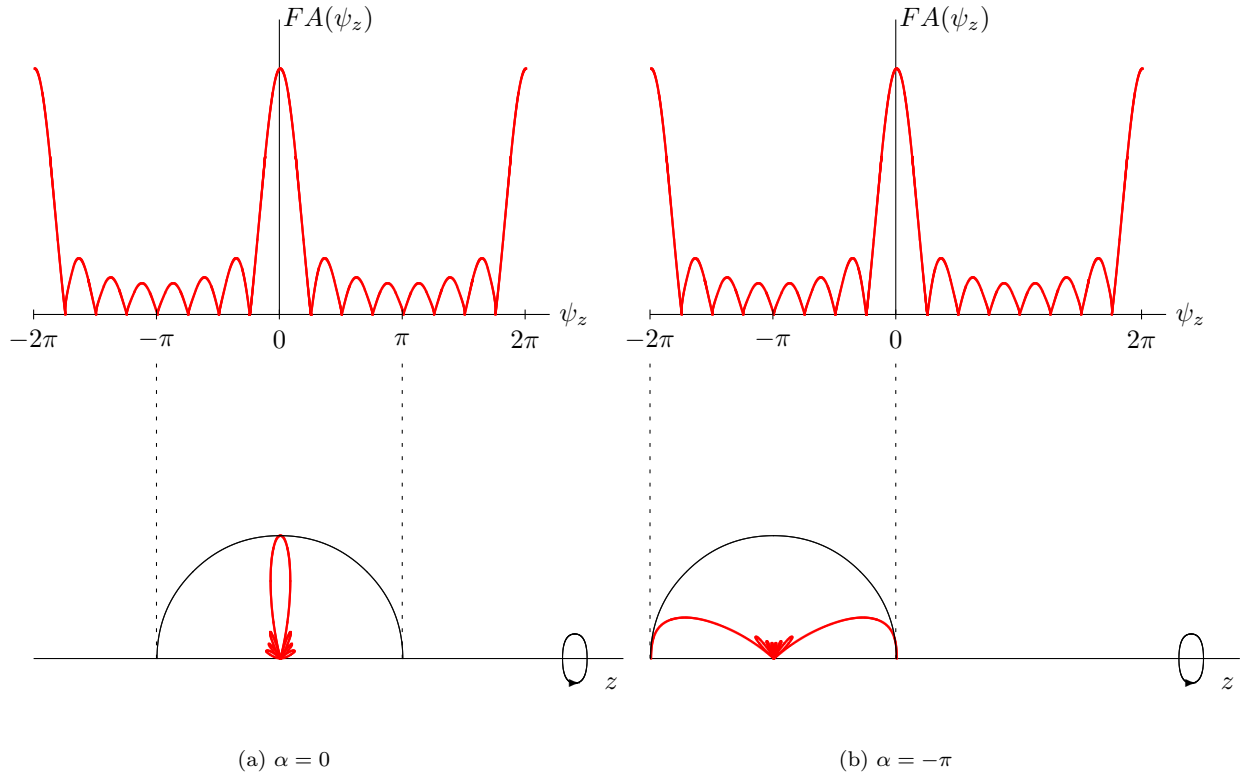


Figure 2: Diagrama de radiación de una agrupación uniforme de 8 antenas separadas $\lambda/2$

Cuestión 10 Observamos que $b = b_g$. Por tanto se trata de una bocina plano H, y no hay error de fase en el eje y ($s = 0$). Lo siguiente que podemos hacer es calcular el parámetro t que nos indica el error de fase en el eje x :

$$t = \frac{a^2}{8\lambda L_H} = \frac{0,09^2}{8 \cdot 0,03 \cdot 0,09} = \frac{3}{8}$$

Por tanto se trata de una bocina plano H óptima. Se puede comprobar que el valor de a coincide con el óptimo:

$$a_{opt} = \sqrt{3\lambda L_H} = \sqrt{3 \cdot 0,03 \cdot 0,09} = 9 \text{ cm}$$

Por tanto la directividad es:

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot ab \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \Gamma(t) \cdot G(s) = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot ab \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot 0,8 \cdot 1$$

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot ab \cdot 0,64 = \frac{4\pi}{0,03^2} \cdot 0,09 \cdot 0,009525 \cdot 0,5 = 7,66 = 8,9 \text{ dB}$$

Cuestión 11 El polinomio es:

$$p(z) = (1 + z)(1 + 2z + z^2) = (1 + z)^3$$

Este polinomio tiene un cero tripe en $z = -1$, es decir en $\Psi = \pi$. Y el margen visible de la agrupación es $\Psi \in [\alpha - kd, \alpha + kd] = [-\pi/2, \pi/2]$. Por tanto dentro del margen visible no hay ningún cero.

Cuestión 12 Si en una bocina piramidal mantenemos constante la longitud, existen una dimensiones para la boca (a y b) que hacen que su directividad sea máxima. Una bocina con esas dimensiones se dice que es óptima. Por tanto si en una bocina piramidal óptima aumentamos o disminuimos el alto o ancho de la boca, la directividad disminuye, pues ya no es la máxima.

Por otro lado, si aumentamos la longitud de una bocina manteniendo constantes el alto y ancho de la boca, los errores de fase disminuyen y la directividad aumenta.

Cuestión 13 Que el decaimiento en bordes sea de alrededor de $\tau = -10$ dB quiere decir que la eficiencia es óptima (η_t máxima). Por tanto al aumentar o disminuir la relación f/D , disminuye la eficiencia total, y por tanto la directividad.

Por otro lado, siempre que se aumenta la relación f/D disminuye la eficiencia de desbordamiento y aumenta la de iluminación.

Cuestión 14 Puesto que el diámetro del reflector es 4 veces la distancia focal ($f/D = 1/4$), el ángulo β es:

$$\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{1}{4\left(\frac{f}{D}\right)} = 1 \rightarrow \beta = \pi/2$$

Por tanto la apertura angular del reflector es $2\beta = \pi$, lo que quiere decir que como la antena es isotrópica, la mitad de la potencia radiada por la antena incide sobre el reflector y la otra mitad desborda el reflector. Por tanto la eficiencia de desbordamiento es $\eta_s = 0,5$. Y como el campo en la apertura no es uniforme, ya que el campo en el centro recorre menos distancia como onda esférica que el campo en el extremo del reflector, la eficiencia de iluminación es $\eta_{il} < 1$. Por tanto la eficiencia total es $\eta_t = \eta_s \eta_{il} < 0,5$.

Cuestión 15 El módulo del campo radiado por una apertura (suponiendo $Z_0 = \eta$) es:

$$|\vec{E}| = \frac{1}{2\lambda r}(1 + \cos\theta) \int \int_{S_a} E_a(x', y') e^{jk_x x'} e^{jk_y y'} dx' dy'$$

El máximo de campo radiado, si no hay desfase progresivo del campo en la apertura, se produce en la dirección perpendicular a la apertura ($\theta = 0$, $k_x = 0$, $k_y = 0$):

$$|\vec{E}(\theta = 0)| = \frac{1}{\lambda r} \int \int_{S_a} E_a(x', y') dx' dy'$$

Como el campo es uniforme $E_a(x', y') = E_0$:

$$|\vec{E}(\theta = 0)| = \frac{1}{\lambda r} E_0 S_a$$

donde S_a es el área de la apertura.

Por tanto la apertura que produzca mayor campo radiado máximo será la de mayor área. Las áreas de cada apertura son:

Triángulo de lado a : $S_a = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 = 0,43 a^2$

Cuadrado de lado a : $S_a = a^2$

Hexágono de lado a : $S_a = 6 \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 = 2,6 a^2$

Círculo de radio a : $S_a = \pi a^2 = 3,14 a^2$

Por tanto la apertura circular es la de mayor área, y la que producirá mayor campo radiado máximo.