

---

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

2 de Abril de 2008

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

CÓDIGO A

---

SOLUCIÓN: AAACC ADDCC BDBDD

1. Junto a un dipolo de autoimpedancia  $73 + j42\Omega$  se sitúa otro dipolo parásito de autoimpedancia  $60 - j60\Omega$  para formar una antena Yagi. El parásito actúa como
  - a) director
  - b) reflector
  - c) ambas
  - d) no funcionará con esa impedancia
2. ¿Qué agrupación de 3 antenas, espaciadas  $\lambda/2$ , y alimentadas en fase, tiene un nivel de lóbulo principal a secundario de 9,5 dB?
  - a) Uniforme
  - b) Triangular
  - c) Binómica
  - d) Ninguna de las anteriores
3. Fijado el valor de  $L_H$  en una bocina plano  $H$  óptima.
  - a) La directividad es la máxima para ese valor de  $L_H$
  - b) La eficiencia de iluminación es la máxima
  - c) La directividad y eficiencia son máximas
  - d) Directividad, eficiencia y adaptación son máximas
4. ¿Cuál será la NLPS de una apertura cuadrada con distribución de campos uniformes en el plano que contiene a la diagonal de la apertura y al máximo de radiación?
  - a) 13.2 dB
  - b) 19.8 dB
  - c) 26.4 dB
  - d) 39.6 dB
5. La longitud efectiva máxima de un dipolo de longitud total  $\lambda/2$  paralelo a un plano conductor y a  $\lambda/4$  de éste es
  - a)  $\lambda/(2\pi)$
  - b)  $\lambda/\pi$
  - c)  $2\lambda/\pi$
  - d) 0
6. Una agrupación uniforme broadside de  $N$  antenas isótropas separadas  $\lambda$  entre ellas posee en total 4 lóbulos en el diagrama de radiación. ¿Cuánto vale  $N$ ?
  - a) 2
  - b) 3
  - c) 4
  - d) 5
7. ¿Cuál es la impedancia de entrada de un dipolo doblado de longitud de semibrazo  $H = \lambda/4$ ?
  - a)  $292\Omega$
  - b)  $146 + j86\Omega$
  - c)  $73 + j43\Omega$
  - d)  $292 + j172\Omega$
8. En una bocina cónica óptima si aumentamos su longitud dejando constante el radio de la apertura la directividad
  - a) primero aumenta y luego disminuye lentamente
  - b) disminuye de forma oscilatoria
  - c) aumenta continuamente
  - d) aumenta tendiendo asintóticamente a un máximo

- 
9. En una apertura cuadrada uniformemente iluminada, al doblar la longitud de ambos lados manteniendo constante el nivel de campo en la apertura  $E_0$ , el campo radiado en la dirección del máximo aumenta en
- a) 3 dB                      b) 6 dB                      c) 12 dB                      d) 9 dB
10. La eficiencia de desbordamiento a 10 GHz de un reflector parabólico de relación  $f/D=0,25$  y diámetro  $D_a=1\text{m}$ , alimentado en el foco por un radiador isótropo, valdrá
- a) -0,3dB                      b) -1 dB                      c) -3 dB                      d) -6 dB
11. La directividad de un array uniforme broadside de 30 elementos separados  $\lambda/2$  vale
- a) 7,5 dB                      b) 15 dB                      c) 30 dB                      d) 45 dB
12. Si en un reflector parabólico centrado se dobla la potencia aplicada al alimentador
- a) La directividad aumenta 3 dB  
b) La directividad aumenta 6 dB  
c) El campo máximo se multiplica por un factor 2  
d) El campo máximo se multiplica por un factor  $\sqrt{2}$
13. Un array de elementos isótropos situados en el eje  $z$  tiene un margen visible que abarca  $[-5\pi/4, 3\pi/4]$ . El máximo apunta en la dirección
- a) broadside  
b)  $\theta = 75^\circ$   
c)  $\theta = 105^\circ$   
d) faltan datos
14. Sobre un dipolo de semibrazo  $H = \lambda/4$  situado en el plano  $XY$ , incide una onda cuyo fasor es  $\vec{E} = [(1 + j)\hat{x} + (1 - j)\hat{y}]e^{-jkz}$ . ¿Cuál debe ser la orientación del dipolo para recibir la máxima señal posible?
- a)  $\hat{x}$                       b)  $\hat{y}$                       c)  $\hat{x} + \hat{y}$                       d) indiferente
15. Un reflector parabólico alimentado por una bocina piramidal tiene una distribución de campo aproximadamente uniforme en la apertura. ¿Qué afirmación es incorrecta?
- a) La relación  $f/D$  es grande  
b) La eficiencia de desbordamiento es pequeña  
c) La eficiencia de polarización es grande  
d) El nivel en bordes es aproximadamente de -10 dB

---

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

2 de Abril de 2008

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

CÓDIGO B

---

SOLUCIÓN: ADBDD DABDC CADDD

- La directividad de un array uniforme broadside de 30 elementos separados  $\lambda/2$  vale
  - 15 dB
  - 45 dB
  - 30 dB
  - 7,5 dB
- Fijado el valor de  $L_H$  en una bocina plano  $H$  óptima.
  - Directividad, eficiencia y adaptación son máximas
  - La directividad y eficiencia son máximas
  - La eficiencia de iluminación es la máxima
  - La directividad es la máxima para ese valor de  $L_H$
- Junto a un dipolo de autoimpedancia  $73 + j42 \Omega$  se sitúa otro dipolo parásito de autoimpedancia  $60 - j60 \Omega$  para formar una antena Yagi. El parásito actúa como
  - reflector
  - director
  - ambas
  - no funcionará con esa impedancia
- ¿Cuál será la NLPS de una apertura cuadrada con distribución de campos uniformes en el plano que contiene a la diagonal de la apertura y al máximo de radiación?
  - 19.8 dB
  - 13.2 dB
  - 39.6 dB
  - 26.4 dB
- En una bocina cónica óptima si aumentamos su longitud dejando constante el radio de la apertura la directividad
  - disminuye de forma oscilatoria
  - primero aumenta y luego disminuye lentamente
  - aumenta continuamente
  - aumenta tendiendo asintóticamente a un máximo
- La eficiencia de desbordamiento a 10 GHz de un reflector parabólico de relación  $f/D=0,25$  y diámetro  $D_a=1m$ , alimentado en el foco por un radiador isótropo, valdrá
  - 6 dB
  - 0,3dB
  - 1 dB
  - 3 dB
- La longitud efectiva máxima de un dipolo de longitud total  $\lambda/2$  paralelo a un plano conductor y a  $\lambda/4$  de éste es
  - $2\lambda/\pi$
  - $\lambda/\pi$
  - $\lambda/(2\pi)$
  - 0
- ¿Qué agrupación de 3 antenas, espaciadas  $\lambda/2$ , y alimentadas en fase, tiene un nivel de lóbulo principal a secundario de 9,5 dB?
  - Triangular
  - Uniforme
  - Binómica
  - Ninguna de las anteriores

- 
9. Sobre un dipolo de semibrazo  $H = \lambda/4$  situado en el plano  $XY$ , incide una onda cuyo fasor es  $\vec{E} = [(1 + j)\hat{x} + (1 - j)\hat{y}] e^{-jkz}$ . ¿Cuál debe ser la orientación del dipolo para recibir la máxima señal posible?
- a)  $\hat{x} + \hat{y}$                       b)  $\hat{y}$                       c)  $\hat{x}$                       d) indiferente
10. Un reflector parabólico alimentado por una bocina piramidal tiene una distribución de campo aproximadamente uniforme en la apertura. ¿Qué afirmación es incorrecta?
- a) La eficiencia de polarización es grande  
b) La eficiencia de desbordamiento es pequeña  
c) El nivel en bordes es aproximadamente de -10 dB  
d) La relación  $f/D$  es grande
11. En una apertura cuadrada uniformemente iluminada, al doblar la longitud de ambos lados manteniendo constante el nivel de campo en la apertura  $E_0$ , el campo radiado en la dirección del máximo aumenta en
- a) 9 dB                      b) 3 dB                      c) 12 dB                      d) 6 dB
12. Un array de elementos isótropos situados en el eje  $z$  tiene un margen visible que abarca  $[-5\pi/4, 3\pi/4]$ . El máximo apunta en la dirección
- a)  $\theta = 75^\circ$   
b)  $\theta = 105^\circ$   
c) broadside  
d) faltan datos
13. Una agrupación uniforme broadside de  $N$  antenas isótropas separadas  $\lambda$  entre ellas posee en total 4 lóbulos en el diagrama de radiación. ¿Cuánto vale  $N$ ?
- a) 5                      b) 3                      c) 4                      d) 2
14. ¿Cuál es la impedancia de entrada de un dipolo doblado de longitud de semibrazo  $H = \lambda/4$ ?
- a)  $292\Omega$                       b)  $73 + j43\Omega$                       c)  $146 + j86\Omega$                       d)  $292 + j172\Omega$
15. Si en un reflector parabólico centrado se dobla la potencia aplicada al alimentador
- a) La directividad aumenta 3 dB  
b) La directividad aumenta 6 dB  
c) El campo máximo se multiplica por un factor 2  
d) El campo máximo se multiplica por un factor  $\sqrt{2}$

---

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

ANTENAS

2 de Abril de 2008

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

CÓDIGO C

---

SOLUCIÓN: ACACC DABAD DBAAD

1. ¿Qué agrupación de 3 antenas, espaciadas  $\lambda/2$ , y alimentadas en fase, tiene un nivel de lóbulo principal a secundario de 9,5 dB?
  - a) Uniforme
  - b) Binómica
  - c) Triangular
  - d) Ninguna de las anteriores
2. Si en un reflector parabólico centrado se dobla la potencia aplicada al alimentador
  - a) El campo máximo se multiplica por un factor 2
  - b) La directividad aumenta 3 dB
  - c) El campo máximo se multiplica por un factor  $\sqrt{2}$
  - d) La directividad aumenta 6 dB
3. La directividad de un array uniforme broadside de 30 elementos separados  $\lambda/2$  vale
  - a) 15 dB
  - b) 30 dB
  - c) 45 dB
  - d) 7,5 dB
4. Una agrupación uniforme broadside de  $N$  antenas isótropas separadas  $\lambda$  entre ellas posee en total 4 lóbulos en el diagrama de radiación. ¿Cuánto vale  $N$ ?
  - a) 5
  - b) 3
  - c) 2
  - d) 4
5. En una apertura cuadrada uniformemente iluminada, al doblar la longitud de ambos lados manteniendo constante el nivel de campo en la apertura  $E_0$ , el campo radiado en la dirección del máximo aumenta en
  - a) 3 dB
  - b) 9 dB
  - c) 12 dB
  - d) 6 dB
6. Sobre un dipolo de semibrazo  $H = \lambda/4$  situado en el plano  $XY$ , incide una onda cuyo fasor es  $\vec{E} = [(1 + j)\hat{x} + (1 - j)\hat{y}]e^{-jkz}$ . ¿Cuál debe ser la orientación del dipolo para recibir la máxima señal posible?
  - a)  $\hat{x} + \hat{y}$
  - b)  $\hat{x}$
  - c)  $\hat{y}$
  - d) indiferente
7. Un array de elementos isótropos situados en el eje  $z$  tiene un margen visible que abarca  $[-5\pi/4, 3\pi/4]$ . El máximo apunta en la dirección
  - a)  $\theta = 75^\circ$
  - b) broadside
  - c)  $\theta = 105^\circ$
  - d) faltan datos
8. ¿Cuál es la impedancia de entrada de un dipolo doblado de longitud de semibrazo  $H = \lambda/4$ ?
  - a)  $73 + j43\Omega$
  - b)  $292 + j172\Omega$
  - c)  $146 + j86\Omega$
  - d)  $292\Omega$

- 
- 
9. Un reflector parabólico alimentado por una bocina piramidal tiene una distribución de campo aproximadamente uniforme en la apertura. ¿Qué afirmación es incorrecta?
- a) El nivel en bordes es aproximadamente de -10 dB
  - b) La eficiencia de desbordamiento es pequeña
  - c) La eficiencia de polarización es grande
  - d) La relación  $f/D$  es grande
10. La eficiencia de desbordamiento a 10 GHz de un reflector parabólico de relación  $f/D=0,25$  y diámetro  $D_a=1\text{m}$ , alimentado en el foco por un radiador isótropo, valdrá
- a) -1 dB
  - b) -0,3dB
  - c) -6 dB
  - d) -3 dB
11. En una bocina cónica óptima si aumentamos su longitud dejando constante el radio de la apertura la directividad
- a) aumenta continuamente
  - b) disminuye de forma oscilatoria
  - c) primero aumenta y luego disminuye lentamente
  - d) aumenta tendiendo asintóticamente a un máximo
12. ¿Cuál será la NLPS de una apertura cuadrada con distribución de campos uniformes en el plano que contiene a la diagonal de la apertura y al máximo de radiación?
- a) 19.8 dB
  - b) 26.4 dB
  - c) 13.2 dB
  - d) 39.6 dB
13. La longitud efectiva máxima de un dipolo de longitud total  $\lambda/2$  paralelo a un plano conductor y a  $\lambda/4$  de éste es
- a)  $2\lambda/\pi$
  - b) 0
  - c)  $\lambda/(2\pi)$
  - d)  $\lambda/\pi$
14. Junto a un dipolo de autoimpedancia  $73 + j42\Omega$  se sitúa otro dipolo parásito de autoimpedancia  $60 - j60\Omega$  para formar una antena Yagi. El parásito actúa como
- a) director
  - b) reflector
  - c) ambas
  - d) no funcionará con esa impedancia
15. Fijado el valor de  $L_H$  en una bocina plano  $H$  óptima.
- a) Directividad, eficiencia y adaptación son máximas
  - b) La directividad y eficiencia son máximas
  - c) La eficiencia de iluminación es la máxima
  - d) La directividad es la máxima para ese valor de  $L_H$



- 
9. Fijado el valor de  $L_H$  en una bocina plano  $H$  óptima.
- a) La directividad es la máxima para ese valor de  $L_H$
  - b) La eficiencia de iluminación es la máxima
  - c) La directividad y eficiencia son máximas
  - d) Directividad, eficiencia y adaptación son máximas
10. Junto a un dipolo de autoimpedancia  $73 + j42\Omega$  se sitúa otro dipolo parásito de autoimpedancia  $60 - j60\Omega$  para formar una antena Yagi. El parásito actúa como
- a) reflector
  - b) director
  - c) ambas
  - d) no funcionará con esa impedancia
11. La eficiencia de desbordamiento a 10 GHz de un reflector parabólico de relación  $f/D=0,25$  y diámetro  $D_a=1m$ , alimentado en el foco por un radiador isótropo, valdrá
- a) -3 dB
  - b) -1 dB
  - c) -6 dB
  - d) -0,3dB
12. ¿Cuál es la impedancia de entrada de un dipolo doblado de longitud de semibrazo  $H = \lambda/4$ ?
- a)  $292\Omega$
  - b)  $292 + j172\Omega$
  - c)  $73 + j43\Omega$
  - d)  $146 + j86\Omega$
13. Un reflector parabólico alimentado por una bocina piramidal tiene una distribución de campo aproximadamente uniforme en la apertura. ¿Qué afirmación es incorrecta?
- a) La eficiencia de polarización es grande
  - b) El nivel en bordes es aproximadamente de -10 dB
  - c) La relación  $f/D$  es grande
  - d) La eficiencia de desbordamiento es pequeña
14. En una bocina cónica óptima si aumentamos su longitud dejando constante el radio de la apertura la directividad
- a) primero aumenta y luego disminuye lentamente
  - b) aumenta tendiendo asintóticamente a un máximo
  - c) disminuye de forma oscilatoria
  - d) aumenta continuamente
15. Si en un reflector parabólico centrado se dobla la potencia aplicada al alimentador
- a) El campo máximo se multiplica por un factor 2
  - b) La directividad aumenta 3 dB
  - c) El campo máximo se multiplica por un factor  $\sqrt{2}$
  - d) La directividad aumenta 6 dB

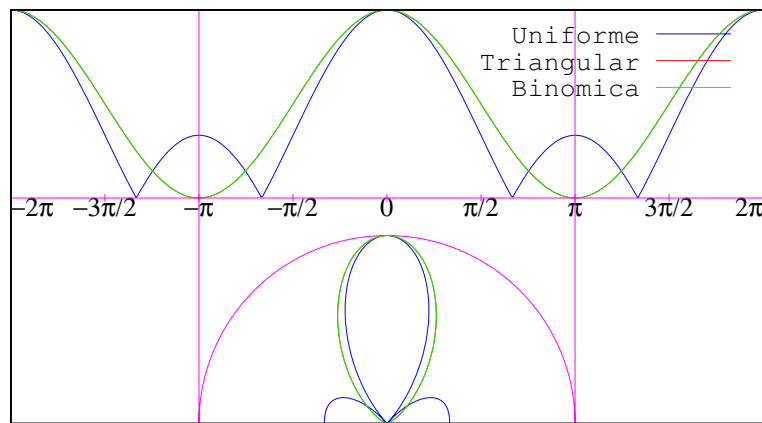
## SOLUCIÓN

**Cuestión 1** Como el dipolo parásito tiene una impedancia con parte real y parte imaginaria menores que  $73 + j43\Omega$ , se trata de un dipolo de longitud total menor que  $\lambda/2$ , es decir, de brazo  $H < \lambda/4$ . Por tanto se trata de un dipolo director.

**Cuestión 2** Como  $d = \lambda/2$  y  $\alpha = 0$ , el margen visible es  $\Psi \in [-\pi, \pi]$ . Como hay tres antenas, debe haber 2 ceros en el intervalo  $\Psi \in [0, 2\pi]$ . En el caso de la distribución uniforme esos ceros están en  $\Psi = 2\pi/3$  y  $\Psi = 4\pi/3$ , como se puede apreciar en la figura. En el caso de las distribuciones triangular y binómica hay un cero doble en  $\Psi = \pi$ . En consecuencia no hay lóbulo secundario para las agrupaciones triangular y binómica, y para la agrupación uniforme el nivel de lóbulo principal a secundario es:

$$\text{NLPS} = N \left| \sin \left( \frac{3\pi}{2N} \right) \right| = 3 \left| \sin \left( \frac{\pi}{2} \right) \right| = 3 = 9,5 \text{ dB}$$

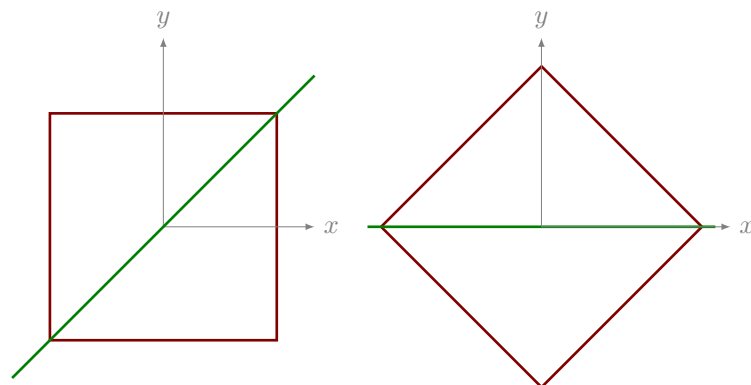
Factor de Agrupacion



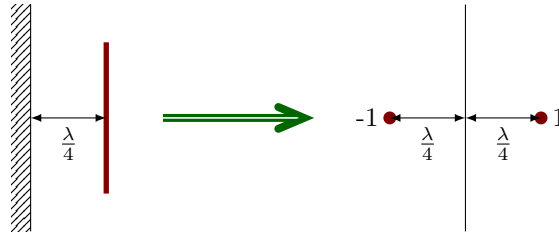
**Cuestión 3** Si fijamos el valor de  $L_H$  en una bocina plano  $H$  óptima, la directividad es la máxima posible, porque si aumentamos o disminuimos el ancho de la guía  $a$  la directividad empeora. Por otro lado la eficiencia de iluminación puede mejorar si disminuimos  $a$ , pero a costa de empeorar la directividad. Por tanto no pueden ser a la vez máximas la directividad y la eficiencia.

**Cuestión 4** Queremos saber el NLPS del diagrama de la apertura cuadrada en el plano formado por la diagonal del cuadrado y la perpendicular a la apertura (ver figura).

Podemos girar los ejes  $x$  e  $y$  tal y como se muestra en la figura de la derecha de modo que lo que tenemos es una apertura uniforme con forma de rombo y queremos saber el NLPS del diagrama en el plano  $XZ$ . En este plano el diagrama de radiación será la transformada de Fourier de un pulso triangular, cuya NLPS es 26,4 dB.



**Cuestión 5** Si aplicamos teoría de imágenes, el dipolo frente al plano de masa tiene como imagen otro dipolo con corriente de sentido contrario tal y como se muestra en la figura siguiente:



Por tanto el vector de radiación total será el producto del vector de radiación de un dipolo con  $H = \lambda/4$  por el factor de agrupación:

$$\vec{N} = \vec{N}_{\lambda/4} \cdot FA = \vec{N}_{\lambda/4} \cdot (e^{jk_x \lambda/4} - e^{-jk_x \lambda/4}) = \vec{N}_{\lambda/4} \cdot 2j \sin(k_x \lambda/4)$$

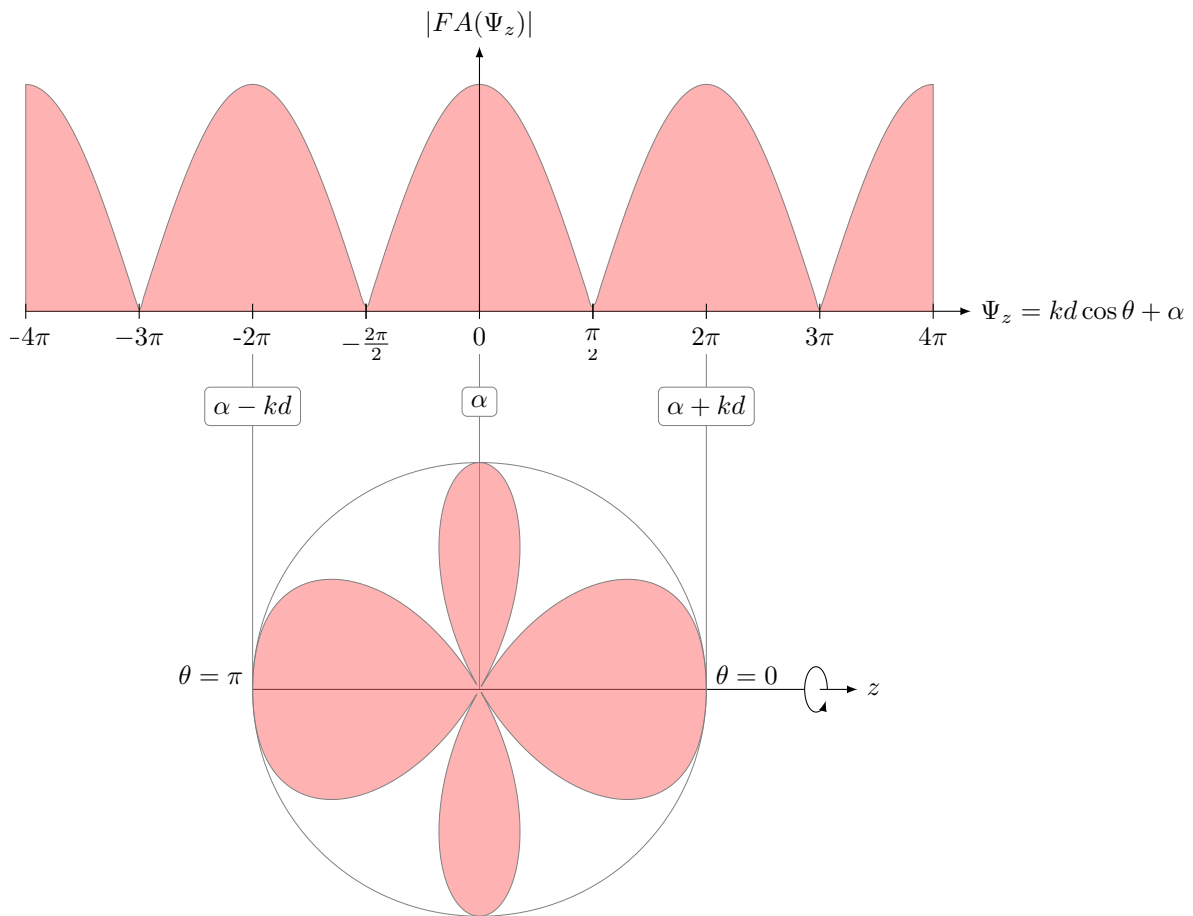
En el mejor de los casos (eje  $x$ ) se cumple que  $k_x = k$ , y el factor de agrupación vale:

$$FA|_{\text{eje } x} = 2j \sin(k_x \lambda/4)|_{\text{eje } x} = 2j \sin(k \lambda/4) = 2j \sin(\pi/2) = 2$$

Y por tanto la longitud efectiva en esa dirección será:

$$|\vec{l}_{\text{eje } x}| = \left| \frac{1}{I(0)} \vec{N}_{\perp} \right|_{\text{eje } x} = \left| \frac{1}{I(0)} \vec{N}_{\lambda/4, \perp} FA \right|_{\text{eje } x} = \frac{\lambda}{\pi} 2$$

**Cuestión 6** Como se trata de una agrupación uniforme broadside ( $\alpha = 0$ ) con una separación  $d = \lambda$ , el margen visible es  $\Psi \in [-2\pi, 2\pi]$ . Y para que existan 4 lóbulos en el diagrama de radiación en  $\theta$  debe haber 2 antenas (un único nulo de  $FA(\Psi)$  entre 0 y  $2\pi$ ), tal y como se muestra en la figura.



**Cuestión 7** La impedancia de entrada de un dipolo normal aislado con  $H = \lambda/4$  es  $73 + j 43 \Omega$ . La impedancia de entrada del dipolo doblado  $H = \lambda/4$  es 4 veces mayor que la del dipolo sin doblar. Por tanto:

$$Z_{dd}^{\lambda/4} = Z_d^{\lambda/4} = 4(73 + j 43) = 292 + j 172 \Omega$$

**Cuestión 8** La directividad de una bocina cónica es:

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \pi r^2 \eta_{il}$$

Si aumentamos la longitud de la bocina manteniendo la radio  $r$ , el error de fase disminuirá y la eficiencia de iluminación aumentará. Pero este aumento está acotado, porque por mucho que aumentemos la longitud de la bocina la eficiencia de iluminación será como máximo la de una boca de guía circular (sin error de fase), siempre menor que 1. Por tanto la directividad aumentará tendiendo asintóticamente a un máximo.

**Cuestión 9** El módulo del campo radiado por una apertura uniformemente iluminada es:

$$|\vec{E}| = \frac{1}{\lambda r} \left( \frac{1 + \cos \theta}{2} \right) |I(k_x, k_y)|$$

donde  $I(k_x, k_y)$  es la transformada de Fourier del campo en la apertura:

$$I(k_x, k_y) = \int \int E_a(x', y') e^{j k_x x'} e^{j k_y y'} dx' dy$$

En la dirección de máxima radiación ( $\theta = 0$ ):

$$|\vec{E}|_{max} = \frac{1}{\lambda r} |I(0, 0)|$$

$$I(0, 0) = \int \int E_a(x', y') dx' dy$$

Como el campo en la apertura es uniforme ( $E_a(x', y') = E_0 = \text{constante}$ ):

$$I(0, 0) = E_0 S$$

donde  $S = l^2$  es el área de la apertura cuadrada, siendo  $l$  el lado de la apertura.

Finalmente:

$$|\vec{E}|_{max} = \frac{1}{\lambda r} E_0 l^2$$

Si  $l$  se duplica, el nuevo campo radiado máximo será:

$$|\vec{E}'|_{max} = \frac{1}{\lambda r} E_0 (2l)^2 = 4 |\vec{E}|_{max}$$

Por lo que el aumento ha sido de

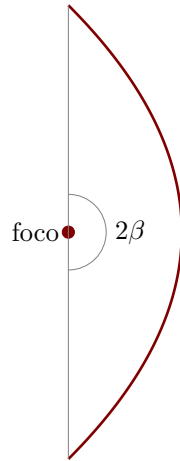
$$20 \log_{10}(4) = 12 \text{ dB}$$

**Cuestión 10** Para una relación  $f/D = 0,25$ , la apertura angular del reflector es:

$$\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{1}{4\left(\frac{f}{D}\right)} = 1 \rightarrow \beta = 90^\circ$$

tal y como se muestra en la figura.

Si la antena en el foco es isotrópica, la mitad de la potencia incidirá sobre el reflector, y la otra mitad no. por tanto la eficiencia de desbordamiento será  $\eta_s = 0,5 = -3 \text{ dB}$ .



**Cuestión 11** En una agrupación uniforme con  $d = \lambda/2$  la directividad es el número de elementos  $N$ . Como hay 30 antenas:

$$D = 10 \log_{10}(30) = 15 \text{ dB}$$

**Cuestión 12** La directividad de una antena depende de cómo se distribuya espacialmente la potencia, y no depende de la cantidad de potencia radiada. Por otro lado, la relación entre potencia radiada  $W_r$  y campo radiado máximo es:

$$D = \frac{|\vec{E}|_{max}}{\eta} \frac{4\pi r^2}{W_r}$$

Despejando el campo radiado:

$$|\vec{E}|_{max} = \sqrt{\frac{D \eta W_r}{4\pi r^2}}$$

De manera que si se duplica la potencia radiada el campo aumenta en un factor  $\sqrt{2}$ .

**Cuestión 13** Los límites de margen visible son  $\Psi_z \in [\alpha - kd, \alpha + kd]$ . Como en este caso el margen visible es  $[-5\pi/4, 3\pi/4]$ :

$$\alpha - kd = -5\pi/4$$

$$\alpha + kd = 3\pi/4$$

Despejando se obtiene que  $\alpha = -\pi/4$  y  $d = \lambda/2$ .

Por otro lado el máximo  $\theta_m$  se produce cuando  $\Psi_z = 0$ . Por tanto:

$$0 = kd \cos \theta_m + \alpha = \pi \cos \theta_m - \pi/4 \rightarrow \theta_m = \arccos(1/4) = 75^\circ$$

**Cuestión 14** para determinar la polarización de la onda incidente separamos su amplitud en parte real e imaginaria:

$$\vec{E}_r = \hat{x} + \hat{y}$$

$$\vec{E}_i = \hat{x} - \hat{y}$$

Como podemos comprobar se cumple que  $\vec{E}_r$  y  $\vec{E}_i$  son perpendiculares y del mismo módulo. Por tanto la polarización de la onda incidente es circular, y como la antena receptora recibe con polarización lineal, es indiferente su orientación.

**Cuestión 15** Para que una antena directiva como es una bocina piramidal ilumine de forma uniforme el reflector es necesario que el foco esté muy alejado del mismo, es decir, que la relación  $f/D$  sea grande. Eso implica que la eficiencia de desbordamiento será pequeña porque mucha de la potencia radiada por la bocina no incidirá en el reflector y se perderá. Por otro lado cuando la relación  $f/D$  es grande el reflector es bastante plano y hay poca polarización cruzada, es decir, la eficiencia de polarización es alta. Finalmente, si nos dicen que la distribución de campo es prácticamente uniforme en el reflector, no tiene sentido que el nivel en bordes (diferencia de campo del extremo de la parábola respecto al centro) sea de 10 dB.