

---

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

ANTENAS

6 de abril de 2005

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

CÓDIGO A

---

SOLUCIÓN: DBDCC AADCB DBBAA

1. La onda  $\vec{E} = (2\hat{y} + j\hat{z}) e^{jkx}$  incide sobre una espira contenida en el plano  $XY$  y situada en el origen de coordenadas. El coeficiente de desacoplo de polarización será:  
a) 0                                      b) 0,2                                      c) 0,4                                      d) 0,8
2. La relación entre el campo radiado máximo por un dipolo con  $H = \lambda/4$  y un dipolo doblado con  $H = \lambda/4$  con igual corriente a la entrada es:  
a) 1                                      b) 2                                      c) 4                                      d) 16
3. Si colocamos un plano de masa paralelo a un dipolo y a una distancia de  $\lambda/4$  de éste,  
a) La directividad no cambia  
b) La directividad aumenta en 2 dB  
c) La directividad aumenta en 3 dB  
d) La directividad aumenta en 6 dB
4. Si aumentamos la anchura  $a$  de una bocina plano H óptima,  
a) La NLPS aumenta  
b) El error de fase en los extremos de la bocina disminuye  
c) El ancho de haz aumenta  
d) La directividad aumenta
5. Si en una agrupación uniforme broadside de 5 antenas separadas  $d = \lambda/2$  aumentamos ligeramente la separación entre antenas:  
a) La NLPS aumenta  
b) El apuntamiento del haz principal cambia  
c) La directividad aumenta  
d) El ancho de haz aumenta
6. En una bocina piramidal óptima, la diferencia de fase entre el borde y el centro de su apertura es  
a) Mayor en el plano H  
b) Mayor en el plano E  
c) Igual en ambos planos  
d) Al ser óptima no hay tales diferencias de fase
7. Un reflector parabólico centrado presenta un nivel en bordes  $\tau = -6$  dB. Si se desea que la NLPS de la antena sea mayor, se deberá  
a) Poner un alimentador más directivo  
b) Aumentar la distancia focal,  $f$ , manteniendo el diámetro,  $D$ , constante  
c) Disminuir el diámetro, manteniendo la distancia focal constante  
d) Aumentar la potencia aplicada al alimentador
8. Dada una apertura circular uniforme de diámetro  $D$ , al sustituirla por otra cuadrada de lado  $D$ ,  
a) La NLPS aumenta  
b) El haz principal se ensancha  
c) La eficiencia de iluminación disminuye  
d) La directividad aumenta

- 
9. En una agrupación lineal de 5 dipolos paralelos separados  $d = \lambda/2$ , con alimentación uniforme en amplitud y fase,  $\alpha = 0$ , el plano E de la antena es
- El plano que contiene a los dipolos
  - El plano perpendicular a los dipolos
  - El plano perpendicular al eje de la agrupación
  - Como la polarización es circular no hay planos E o H
10. Sobre un dipolo orientado según el eje  $z$  incide una onda plana proveniente de la dirección  $+Y$ , cuya expresión es  $\vec{E}(y, t) = \cos(\omega t + ky + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \cos(\omega t + ky - \frac{\pi}{4}) \hat{z}$ . El desacople de polarización es
- 0 dB
  - 3 dB
  - 6 dB
  - 12 dB
11. ¿Cuál de los siguientes dipolos produce campos radiados máximos, a igualdad de potencia radiada?
- $H = \lambda/10$
  - $H = \lambda/4$
  - $H = 3\lambda/8$
  - $H = 5\lambda/8$
12. ¿Cuál es la caída en dB debido al diagrama en un reflector parabólico de  $f/D=1/4$  alimentado en su foco por una apertura elemental?
- 12 dB
  - 6 dB
  - 3 dB
  - 0 dB
13. ¿Cuál es la Directividad de una agrupación uniforme de 10 elementos alimentados en fase con un espaciado  $d = 0,4\lambda$ ?
- 1
  - Mayor que 1 y menor que 10
  - Igual a 10
  - Mayor que 10
14. ¿En qué factor mejora la Directividad de una lente dieléctrica alimentada en su foco por una apertura elemental al doblar el diámetro, manteniendo la relación  $f/D$ ?
- 4
  - 2
  - 1,41
  - 1
15. En un array lineal uniforme broadside de directividad  $D$  al doblar la corriente de alimentación la directividad pasa a ser
- $D$
  - $\sqrt{2}D$
  - $2D$
  - $4D$

---

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

ANTENAS

6 de abril de 2005

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

CÓDIGO B

---

SOLUCIÓN: BCBBB AADCB DDBAB

1. Un reflector parabólico centrado presenta un nivel en bordes  $\tau = -6$  dB. Si se desea que la NLPS de la antena sea mayor, se deberá
  - a) Aumentar la potencia aplicada al alimentador
  - b) Poner un alimentador más directivo
  - c) Disminuir el diámetro, manteniendo la distancia focal constante
  - d) Aumentar la distancia focal,  $f$ , manteniendo el diámetro,  $D$ , constante
2. Si aumentamos la anchura  $a$  de una bocina plano H óptima,
  - a) El error de fase en los extremos de la bocina disminuye
  - b) La directividad aumenta
  - c) El ancho de haz aumenta
  - d) La NLPS aumenta
3. ¿En qué factor mejora la Directividad de una lente dieléctrica alimentada en su foco por una apertura elemental al doblar el diámetro, manteniendo la relación  $f/D$ ?
  - a) 2
  - b) 4
  - c) 1
  - d) 1,41
4. En una agrupación lineal de 5 dipolos paralelos separados  $d = \lambda/2$ , con alimentación uniforme en amplitud y fase,  $\alpha = 0$ , el plano E de la antena es
  - a) Como la polarización es circular no hay planos E o H
  - b) El plano perpendicular al eje de la agrupación
  - c) El plano perpendicular a los dipolos
  - d) El plano que contiene a los dipolos
5. La onda  $\vec{E} = (2\hat{y} + j\hat{z}) e^{jkx}$  incide sobre una espira contenida en el plano XY y situada en el origen de coordenadas. El coeficiente de desacoplo de polarización será:
  - a) 0,4
  - b) 0,8
  - c) 0
  - d) 0,2
6. ¿Cuál es la caída en dB debido al diagrama en un reflector parabólico de  $f/D=1/4$  alimentado en su foco por una apertura elemental?
  - a) 6 dB
  - b) 12 dB
  - c) 3 dB
  - d) 0 dB
7. ¿Cuál de los siguientes dipolos produce campos radiados máximos, a igualdad de potencia radiada?
  - a)  $H = 5\lambda/8$
  - b)  $H = \lambda/10$
  - c)  $H = \lambda/4$
  - d)  $H = 3\lambda/8$
8. Si colocamos un plano de masa paralelo a un dipolo y a una distancia de  $\lambda/4$  de éste,
  - a) La directividad aumenta en 3 dB
  - b) La directividad aumenta en 2 dB
  - c) La directividad no cambia
  - d) La directividad aumenta en 6 dB

- 
9. Si en una agrupación uniforme broadside de 5 antenas separadas  $d = \lambda/2$  aumentamos ligeramente la separación entre antenas:
- El ancho de haz aumenta
  - El apuntamiento del haz principal cambia
  - La directividad aumenta
  - La NLPS aumenta
10. La relación entre el campo radiado máximo por un dipolo con  $H = \lambda/4$  y un dipolo doblado con  $H = \lambda/4$  con igual corriente a la entrada es:
- 4
  - 2
  - 16
  - 1
11. En un array lineal uniforme broadside de directividad  $D$  al doblar la corriente de alimentación la directividad pasa a ser
- $2D$
  - $\sqrt{2}D$
  - $4D$
  - $D$
12. Sobre un dipolo orientado según el eje  $z$  incide una onda plana proveniente de la dirección  $+Y$ , cuya expresión es  $\vec{E}(y, t) = \cos(\omega t + ky + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \cos(\omega t + ky - \frac{\pi}{4}) \hat{z}$ . El desacoplo de polarización es
- 12 dB
  - 0 dB
  - 6 dB
  - 3 dB
13. Dada una apertura circular uniforme de diámetro  $D$ , al sustituirla por otra cuadrada de lado  $D$ ,
- El haz principal se ensancha
  - La directividad aumenta
  - La NLPS aumenta
  - La eficiencia de iluminación disminuye
14. En una bocina piramidal óptima, la diferencia de fase entre el borde y el centro de su apertura es
- Mayor en el plano H
  - Igual en ambos planos
  - Mayor en el plano E
  - Al ser óptima no hay tales diferencias de fase
15. ¿Cuál es la Directividad de una agrupación uniforme de 10 elementos alimentados en fase con un espaciado  $d = 0,4\lambda$ ?
- 1
  - Mayor que 1 y menor que 10
  - Igual a 10
  - Mayor que 10

---

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

6 de abril de 2005

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

CÓDIGO C

---

SOLUCIÓN: DCBDD DADCD BBDBC

- ¿Cuál es la Directividad de una agrupación uniforme de 10 elementos alimentados en fase con un espaciado  $d = 0,4\lambda$ ?
  - Igual a 10
  - 1
  - Mayor que 10
  - Mayor que 1 y menor que 10
- La relación entre el campo radiado máximo por un dipolo con  $H = \lambda/4$  y un dipolo doblado con  $H = \lambda/4$  con igual corriente a la entrada es:
  - 16
  - 1
  - 2
  - 4
- Si aumentamos la anchura  $a$  de una bocina plano H óptima,
  - El error de fase en los extremos de la bocina disminuye
  - El ancho de haz aumenta
  - La directividad aumenta
  - La NLPS aumenta
- Si en una agrupación uniforme broadside de 5 antenas separadas  $d = \lambda/2$  aumentamos ligeramente la separación entre antenas:
  - El ancho de haz aumenta
  - El apuntamiento del haz principal cambia
  - La NLPS aumenta
  - La directividad aumenta
- Sobre un dipolo orientado según el eje  $z$  incide una onda plana proveniente de la dirección  $+Y$ , cuya expresión es  $\vec{E}(y, t) = \cos(\omega t + ky + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \cos(\omega t + ky - \frac{\pi}{4}) \hat{z}$ . El desacoplo de polarización es
  - 0 dB
  - 12 dB
  - 6 dB
  - 3 dB
- Dada una apertura circular uniforme de diámetro  $D$ , al sustituirla por otra cuadrada de lado  $D$ ,
  - El haz principal se ensancha
  - La NLPS aumenta
  - La eficiencia de iluminación disminuye
  - La directividad aumenta
- Un reflector parabólico centrado presenta un nivel en bordes  $\tau = -6$  dB. Si se desea que la NLPS de la antena sea mayor, se deberá
  - Poner un alimentador más directivo
  - Disminuir el diámetro, manteniendo la distancia focal constante
  - Aumentar la potencia aplicada al alimentador
  - Aumentar la distancia focal,  $f$ , manteniendo el diámetro,  $D$ , constante

- 
8. En un array lineal uniforme broadside de directividad  $D$  al doblar la corriente de alimentación la directividad pasa a ser
- a)  $4D$                                       b)  $\sqrt{2}D$                                       c)  $2D$                                       d)  $D$
9. ¿Cuál de los siguientes dipolos produce campos radiados máximos, a igualdad de potencia radiada?
- a)  $H = \lambda/4$                                       b)  $H = \lambda/10$                                       c)  $H = 5\lambda/8$                                       d)  $H = 3\lambda/8$
10. En una bocina piramidal óptima, la diferencia de fase entre el borde y el centro de su apertura es
- a) Igual en ambos planos  
b) Al ser óptima no hay tales diferencias de fase  
c) Mayor en el plano E  
d) Mayor en el plano H
11. ¿Cuál es la caída en dB debido al diagrama en un reflector parabólico de  $f/D=1/4$  alimentado en su foco por una apertura elemental?
- a) 3 dB                                      b) 6 dB                                      c) 12 dB                                      d) 0 dB
12. Si colocamos un plano de masa paralelo a un dipolo y a una distancia de  $\lambda/4$  de éste,
- a) La directividad aumenta en 3 dB  
b) La directividad aumenta en 6 dB  
c) La directividad no cambia  
d) La directividad aumenta en 2 dB
13. La onda  $\vec{E} = (2\hat{y} + j\hat{z}) e^{jkx}$  incide sobre una espira contenida en el plano  $XY$  y situada en el origen de coordenadas. El coeficiente de desacoplo de polarización será:
- a) 0                                      b) 0,2                                      c) 0,4                                      d) 0,8
14. En una agrupación lineal de 5 dipolos paralelos separados  $d = \lambda/2$ , con alimentación uniforme en amplitud y fase,  $\alpha = 0$ , el plano E de la antena es
- a) Como la polarización es circular no hay planos E o H  
b) El plano perpendicular al eje de la agrupación  
c) El plano perpendicular a los dipolos  
d) El plano que contiene a los dipolos
15. ¿En qué factor mejora la Directividad de una lente dieléctrica alimentada en su foco por una apertura elemental al doblar el diámetro, manteniendo la relación  $f/D$ ?
- a) 2                                      b) 1,41                                      c) 4                                      d) 1

---

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN**  
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
**ANTENAS** 6 de abril de 2005

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

CÓDIGO D

---

SOLUCIÓN: CBBA ADCAA CCCBD

1. Si colocamos un plano de masa paralelo a un dipolo y a una distancia de  $\lambda/4$  de éste,
  - a) La directividad aumenta en 3 dB
  - b) La directividad aumenta en 2 dB
  - c) La directividad aumenta en 6 dB
  - d) La directividad no cambia
2. Si aumentamos la anchura  $a$  de una bocina plano H óptima,
  - a) La NLPS aumenta
  - b) El ancho de haz aumenta
  - c) El error de fase en los extremos de la bocina disminuye
  - d) La directividad aumenta
3. Un reflector parabólico centrado presenta un nivel en bordes  $\tau = -6$  dB. Si se desea que la NLPS de la antena sea mayor, se deberá
  - a) Aumentar la distancia focal,  $f$ , manteniendo el diámetro,  $D$ , constante
  - b) Poner un alimentador más directivo
  - c) Aumentar la potencia aplicada al alimentador
  - d) Disminuir el diámetro, manteniendo la distancia focal constante
4. ¿En qué factor mejora la Directividad de una lente dieléctrica alimentada en su foco por una apertura elemental al doblar el diámetro, manteniendo la relación  $f/D$ ?
  - a) 4
  - b) 2
  - c) 1
  - d) 1,41
5. Sobre un dipolo orientado según el eje  $z$  incide una onda plana proveniente de la dirección  $+Y$ , cuya expresión es  $\vec{E}(y, t) = \cos(\omega t + ky + \frac{\pi}{4}) \hat{x} + \cos(\omega t + ky - \frac{\pi}{4}) \hat{z}$ . El desacoplo de polarización es
  - a) 3 dB
  - b) 12 dB
  - c) 0 dB
  - d) 6 dB
6. La relación entre el campo radiado máximo por un dipolo con  $H = \lambda/4$  y un dipolo doblado con  $H = \lambda/4$  con igual corriente a la entrada es:
  - a) 2
  - b) 16
  - c) 1
  - d) 4
7. Dada una apertura circular uniforme de diámetro  $D$ , al sustituirla por otra cuadrada de lado  $D$ ,
  - a) El haz principal se ensancha
  - b) La eficiencia de iluminación disminuye
  - c) La NLPS aumenta
  - d) La directividad aumenta
8. En una agrupación lineal de 5 dipolos paralelos separados  $d = \lambda/2$ , con alimentación uniforme en amplitud y fase,  $\alpha = 0$ , el plano E de la antena es
  - a) El plano que contiene a los dipolos
  - b) El plano perpendicular a los dipolos
  - c) El plano perpendicular al eje de la agrupación
  - d) Como la polarización es circular no hay planos E o H

- 
9. En una bocina piramidal óptima, la diferencia de fase entre el borde y el centro de su apertura es
- Mayor en el plano H
  - Al ser óptima no hay tales diferencias de fase
  - Igual en ambos planos
  - Mayor en el plano E
10. La onda  $\vec{E} = (2\hat{y} + j\hat{z}) e^{jkx}$  incide sobre una espira contenida en el plano  $XY$  y situada en el origen de coordenadas. El coeficiente de desacoplo de polarización será:
- 0,8
  - 0
  - 0,4
  - 0,2
11. ¿Cuál de los siguientes dipolos produce campos radiados máximos, a igualdad de potencia radiada?
- $H = 3\lambda/8$
  - $H = \lambda/4$
  - $H = 5\lambda/8$
  - $H = \lambda/10$
12. En un array lineal uniforme broadside de directividad  $D$  al doblar la corriente de alimentación la directividad pasa a ser
- $2D$
  - $4D$
  - $D$
  - $\sqrt{2}D$
13. ¿Cuál es la caída en dB debido al diagrama en un reflector parabólico de  $f/D=1/4$  alimentado en su foco por una apertura elemental?
- 12 dB
  - 0 dB
  - 6 dB
  - 3 dB
14. Si en una agrupación uniforme broadside de 5 antenas separadas  $d = \lambda/2$  aumentamos ligeramente la separación entre antenas:
- El ancho de haz aumenta
  - La directividad aumenta
  - El apuntamiento del haz principal cambia
  - La NLPS aumenta
15. ¿Cuál es la Directividad de una agrupación uniforme de 10 elementos alimentados en fase con un espaciado  $d = 0,4\lambda$ ?
- Igual a 10
  - 1
  - Mayor que 10
  - Mayor que 1 y menor que 10

---

## SOLUCIÓN

---

**Cuestión 1** Para calcular el coeficiente de desacoplo de polarización necesitamos saber la longitud efectiva de la espira en la dirección por la que le llega la onda (eje  $x$ ). El vector de radiación de una espira elemental situada en el plano  $XY$  en el origen de coordenadas es:

$$\vec{N} = jk\pi a^2 I \sin \theta \hat{\phi}$$

Y la longitud efectiva es:

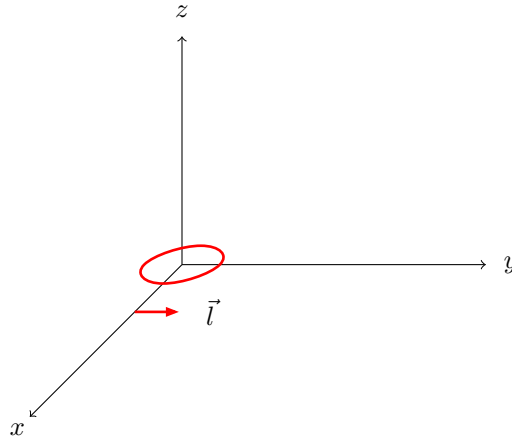
$$\vec{l} = \frac{1}{I(0)} \vec{N}_{\perp} = \frac{1}{I} jk\pi a^2 I \sin \theta \hat{\phi} = jk\pi a^2 \sin \theta \hat{\phi}$$

En el eje  $x$  se cumple que  $\theta = \pi/2$  y  $\phi = 0$ . Por tanto:

$$\hat{\phi} = -\sin \phi \hat{x} + \cos \phi \hat{y}$$

$$\hat{\phi}(\theta = \pi/2, \phi = 0) = \hat{y}$$

$$\vec{l}(\theta = \pi/2, \phi = 0) = jk\pi a^2 \hat{y} = l_0 \hat{y}$$



A esta misma conclusión se puede llegar sin tanto cálculo si tenemos en cuenta que la espira produce campo eléctrico según  $\hat{\phi}$ . Por tanto la longitud efectiva debe ser  $\vec{l} = l_0 \hat{\phi}$ . Y en el eje  $x$ ,  $\hat{\phi} = \hat{y}$ , tal y como se puede apreciar en la figura. Por tanto  $\vec{l} = l_0 \hat{y}$ . El coeficiente de desacoplo de polarización será:

$$C_p = \frac{|\vec{E}_i \cdot \vec{l}|^2}{|\vec{E}_i|^2 |\vec{l}|^2} = \frac{|(2\hat{y} + j\hat{z}) \cdot l_0 \hat{y}|^2}{|(2\hat{y} + j\hat{z})|^2 |l_0 \hat{y}|^2} = \frac{4l_0^2}{(4+1)l_0^2} = \frac{4}{5} = 0,8$$

**Cuestión 2** El campo radiado máximo por un dipolo de  $H = \lambda/4$  es:

$$|\vec{E}_d| = \frac{60 I_m}{r}$$

donde  $I_m$  es la corriente máxima, que en el dipolo resonante coincide con la corriente a la entrada.

En el dipolo doblado la corriente es  $I_{dd} = I_{par} + I_{impar}$ . Si  $H = \lambda/4$  sucede que  $I_{impar} = 0$ . De modo que la corriente del dipolo doblado es únicamente la del modo radiante ( $I_{dd} = I_{par}$ ).

Como me dicen que el dipolo y el dipolo doblado tienen la misma corriente a la entrada,  $I_{dd} = I_{par} = I_m$ . Y el dipolo radiante desde el punto de vista de radiación es como dos dipolos con corriente  $I_{par}$  muy juntos. O lo que es lo mismo, como un sólo dipolo de corriente  $2I_{par}$ . Así que el campo máximo producido por el dipolo doblado será:

$$|\vec{E}_{dd}| = \frac{60 \cdot 2I_{par}}{r} = \frac{60 \cdot 2I_m}{r} = 2 |\vec{E}_d|$$

**Cuestión 3** Si colocamos el dipolo a  $d = \lambda/4$  del plano de masa se produce una imagen a  $\lambda/2$ . Por tanto el factor de agrupación será (suponiendo el dipolo y la imagen a lo largo del eje  $x$  y paralelos al eje  $z$ ):

$$FA = e^{jk_x d} - e^{-jk_x d} = 2j \sin(k_x d)$$

En la dirección de máxima radiación (eje  $x$ ) el factor de agrupación será:

$$|FA| = |2j \sin(kd)| = 2 |\sin(\pi/2)| = 2$$

Por tanto el campo radiado en esa dirección será el doble del radiado por el dipolo aislado, mientras que la potencia radiada es la misma. Dada la relación entre directividad y campo radiado:

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

La directividad se aumenta en un factor de 4 al duplicarse el campo radiado máximo manteniéndose la potencia radiada. Es decir, la directividad aumenta en 6 dB.

**Cuestión 4** En una bocina plano H óptima la anchura  $a$  es la que proporciona mayor directividad. Por tanto, si  $a$  se modifica la bocina deja de ser óptima y la directividad disminuye.

Por otro lado, cuanto mayor sea  $a$  mayor será la diferencia de caminos entre el rayo que va al centro de la bocina y el que al extremo. Por tanto cuanto mayor sea  $a$  mayor será el error de fase.

Al aumentar el error de fase se produce un mayor efecto de relleno de nulos, y por tanto la NLPS disminuye y el ancho de haz aumenta.

**Cuestión 5** La directividad de una agrupación uniforme broadside aumenta linealmente hasta  $d \simeq 0,8\lambda$ . Por tanto si la separación es  $d = 0,5\lambda$  y la aumentamos ligeramente la directividad aumenta. Y como el margen visible aumenta, el ancho de haz del lóbulo principal disminuye ligeramente.

Por otro lado la NLPS no cambia si  $d$  aumenta ligeramente, y el apuntamiento no cambia si el desfase progresivo no cambia.

**Cuestión 6** En una bocina la diferencia de fase entre el centro y el borde es  $2\pi t$  en el plano H y  $2\pi s$  en el plano E. Si la bocina es óptima,  $t = 3/8 = 0,375$  y  $s = 1/4 = 0,25$ . Por tanto el error de fase es mayor en el plano H.

**Cuestión 7** Para aumentar la NLPS hay que conseguir que la distribución de campo en la apertura del reflector sea menos uniforme. Eso se consigue colocando un alimentador más directivo, pues de esa forma la diferencia de intensidad entre el rayo que va al centro del reflector y el que va al borde aumenta.

Si aumentamos la distancia focal manteniendo constante el diámetro aumentamos la eficiencia de iluminación y por tanto la distribución de campo es más uniforme. Lo mismo sucede si disminuimos el diámetro manteniendo la distancia focal.

Por último, aumentar la potencia aplicada al alimentador no tiene ningún efecto sobre el diagrama de radiación, la directividad, la NLPS, al ancho de haz, etc. Tan sólo afecta a la cantidad de potencia radiada y a la intensidad del campo radiado.

**Cuestión 8** Como se trata de aperturas uniformes, la eficiencia es 1, y por tanto el área efectiva coincide con el área geométrica. De esta forma la directividad será:

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_{geom} \eta = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_{geom}$$

Por tanto la antena más directiva será la de mayor área geométrica. Las áreas de cada apertura son:

**Apertura circular**  $A_{geom} = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 0,78 D^2$

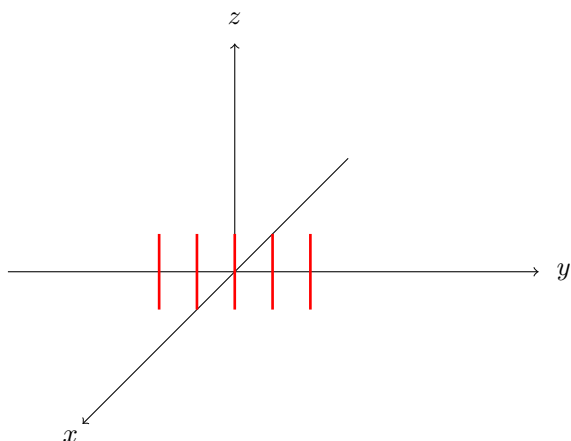
**Apertura cuadrada**  $A_{geom} = D^2$

Así que la apertura cuadrada será más directiva.

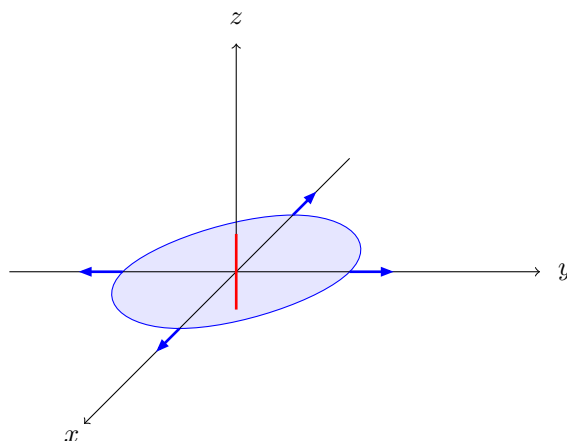
El diagrama de radiación de la apertura cuadrada en los planos  $XZ$  e  $YZ$  será la transformada de Fourier de un pulso rectangular, mientras que para la apertura circular será la transformada de Fourier de un pulso circular. Y el pulso rectangular es el que proporciona menor ancho de haz y menor NLPS.

**Cuestión 9** El diagrama de radiación es el producto del diagrama del dipolo y del factor de agrupación. Si suponemos que los dipolos son paralelos al eje  $z$  y están situados a lo largo del eje  $y$ , el diagrama del dipolo radia con mayor intensidad en el plano perpendicular al dipolo, es decir, en el plano  $XY$ . Por otro lado la agrupación es broadside, y por tanto el máximo de radiación se produce en el plano perpendicular al eje de la agrupación, es decir, en el plano  $XZ$ .

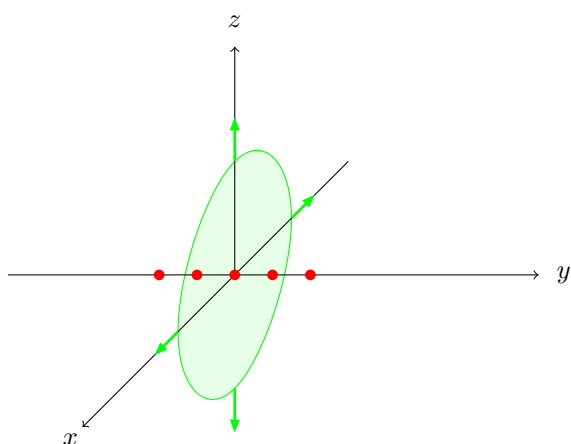
Por tanto el diagrama total, producto de los dos diagramas, será máximo en el eje  $x$ . En esa dirección el campo eléctrico está polarizado según  $\hat{z}$ . De modo que el plano E es el plano  $XZ$ , que es el plano perpendicular al eje de la agrupación.



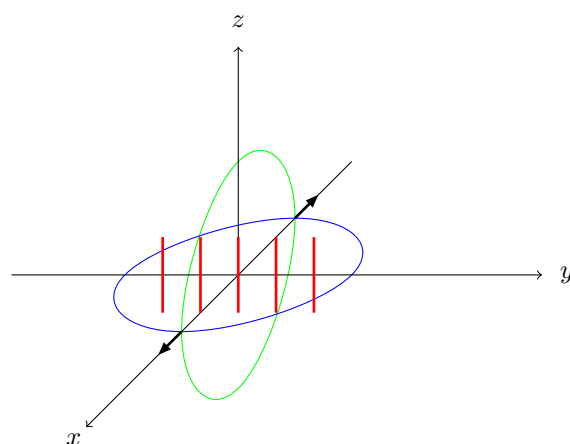
(a) Agrupación de dipolos



(b) Máxima radiación del dipolo (plano  $XY$ )

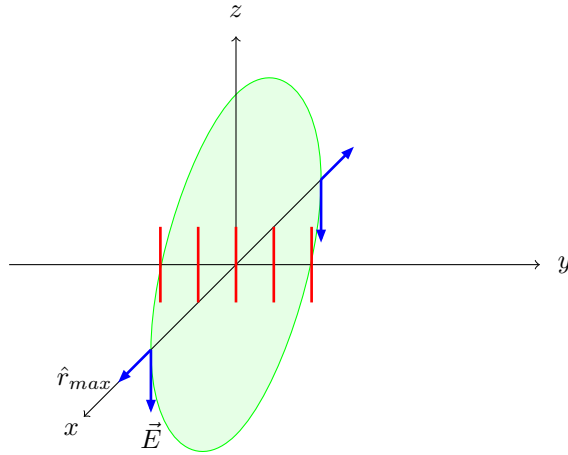


(c) Máxima radiación de la agrupación de antenas isotrópicas (plano  $XZ$ )



(d) Máxima radiación de la agrupación de dipolos (eje  $x$ )

**Figura 1**



**Figura 2** Dirección de máxima radiación y campo eléctrico en esa dirección. El plano H es el plano XZ

**Cuestión 10** En primer lugar obtendremos el fasor de la onda incidente. Para ello recordemos la relación entre el fasor  $\vec{E}(\vec{r})$  y la expresión instantánea  $\vec{E}(\vec{r}, t)$ :

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \mathcal{R}e \left\{ \vec{E}(\vec{r}) e^{j\omega t} \right\}$$

En nuestro caso la expresión instantánea es:

$$\vec{E}(y, t) = \cos\left(\omega t + ky + \frac{\pi}{4}\right) \hat{x} + \cos\left(\omega t + ky - \frac{\pi}{4}\right) \hat{z} = \mathcal{R}e \left\{ e^{j(\omega t + ky + \frac{\pi}{4})} \right\} \hat{x} + \mathcal{R}e \left\{ e^{j(\omega t + ky - \frac{\pi}{4})} \right\} \hat{z}$$

$$\vec{E}(y, t) = \mathcal{R}e \left\{ \left( e^{j\frac{\pi}{4}} \hat{x} + e^{-j\frac{\pi}{4}} \hat{z} \right) e^{jky} e^{j\omega t} \right\} = \mathcal{R}e \left\{ \vec{E}(y) e^{j\omega t} \right\}$$

Por tanto el fasor de la onda es:

$$\vec{E}(y) = \left( e^{j\frac{\pi}{4}} \hat{x} + e^{-j\frac{\pi}{4}} \hat{z} \right) e^{jky} = e^{j\frac{\pi}{4}} \left( \hat{x} + e^{-j\frac{\pi}{2}} \hat{z} \right) e^{jky} = e^{j\frac{\pi}{4}} \left( \hat{x} - j \hat{z} \right) e^{jky}$$

Si separamos la amplitud de la onda en parte real e imaginaria tendremos:

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

$$\vec{E}_i = -\hat{z}$$

Se cumple que  $\vec{E}_r \perp \vec{E}_i$  y que  $|\vec{E}_r| = |\vec{E}_i|$ . Por tanto la polarización es circular.

Y como la antena receptora recibe polarización lineal, tan sólo captará la mitad de la potencia, y

$$C_p = 0,5 = -3 \text{ dB}$$

Si no lo vemos de forma tan simple, podemos aplicar la fórmula para el cálculo de  $C_p$ :

$$C_p = \frac{|\vec{E}_i \cdot \vec{l}|^2}{|\vec{E}_i|^2 |\vec{l}|^2} = \frac{|(\hat{x} - j\hat{z}) \cdot l_0 \hat{z}|^2}{|\hat{x} - j\hat{z}|^2 |l_0 \hat{z}|^2} = \frac{l_0^2}{(1+1)l_0^2} = \frac{1}{2} = 0,5$$

**Cuestión 11** Dada la relación entre directividad y campo radiado:

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

y teniendo en cuenta que la potencia radiada no cambia, el dipolo de mayor directividad ( $H = 5\lambda/8$ ) será el que produzca mayor campo radiado máximo.

**Cuestión 12** La caída de campo en el reflector parabólico es:

$$\tau(\alpha) = \tau_d(\alpha) + \tau_c(\alpha) = 10 \log \left( \frac{D(\alpha)}{D(0)} \right) + 40 \log \left( \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right)$$

donde  $\tau_d$  es la caída debida al diagrama y  $\tau_c$  es la caída debida a la diferencia de caminos. En el extremo del reflector,  $\alpha = \beta$ , y la caída debida al diagrama en el extremo del reflector es:

$$\tau_d(\beta) = 10 \log \left( \frac{D(\alpha)}{D(0)} \right)$$

El valor de  $\beta$  se puede obtener a partir de la relación  $f/D$ :

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

Por otro lado el diagrama de radiación de la apertura elemental es:

$$t(\theta) = \left( \frac{1 + \cos \theta}{2} \right)^2$$

Por tanto la caída en el extremo del reflector debido al diagrama será:

$$\tau_d(\beta) = 10 \log \left( \frac{D_0 t(\beta)}{D_0} \right) = 10 \log \left( \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right)^2 \right)$$

$$\tau_d(\beta) = 10 \log \left( \left( \frac{1 + \cos \frac{\pi}{2}}{2} \right)^2 \right) = 10 \log \left( \frac{1}{4} \right) = -6 \text{ dB}$$

**Cuestión 13** Para una agrupación broadside la directividad aumenta de forma lineal hasta aproximadamente  $d/\lambda = 0,8$  de la forma:

$$D = 2N \frac{d}{\lambda}$$

De forma que para  $d = 0,5\lambda$  la directividad es  $N$ , y para  $d = 0,4\lambda$  la directividad es  $0,8N$ . Como en nuestro caso  $N = 10$ , la directividad es 8.

**Cuestión 14** La directividad de la lente será:

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_{geom} \eta_{il} \eta_s = \frac{4\pi}{\lambda^2} \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2 \eta_{il} \eta_s$$

Al mantenerse constante la relación  $f/D$  las eficiencias de iluminación y desbordamiento no cambian. Como el diámetro se duplica, la directividad aumentará en un factor de 4

**Cuestión 15** Aumentar la corriente de alimentación aumenta el campo radiado y la potencia radiada, pero la directividad se mantiene constante, ya que la distribución espacial del campo radiado es la misma.