
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

25 de Enero de 2006

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

CÓDIGO A

SOLUCIÓN: ADBBC CBCBC CBBBC

1. En una agrupación lineal uniforme de N elementos espaciados $\lambda/2$, si duplicamos el número de elementos, la directividad aumenta en
 - a) 3 dB
 - b) 6 dB
 - c) 9 dB
 - d) 12 dB
2. Dada una bocina piramidal óptima, si su eficiencia de iluminación en x es $\eta_x=0,64$, la eficiencia en y , η_y , será
 - a) 0,64
 - b) 1
 - c) $8/\pi$
 - d) 0,8
3. Una antena emite un campo radiado de la forma $\vec{E} = E_0 (e^{j\frac{\pi}{4}} \hat{x} + j e^{-j\frac{\pi}{4}} \hat{y})$ en la dirección del eje z . Su polarización es
 - a) Elíptica
 - b) Lineal
 - c) Circular a izquierdas
 - d) Circular a derechas
4. Si situamos una espira en el origen de coordenadas, estando contenida en el plano YZ , ¿cuál de los siguientes dipolos (todos de la misma longitud) recibe más señal?:
 - a) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en \hat{x}
 - b) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en $\hat{z} - \hat{y}$
 - c) Dipolo situado en $(100\lambda, 0, 0)$ y orientado en \hat{z}
 - d) Dipolo situado en $(0, 0, 100\lambda)$ y orientado en \hat{z}
5. La directividad de un dipolo doblado es:
 - a) El doble que la de uno sencillo
 - b) Cuatro veces la de uno sencillo
 - c) La misma que uno sencillo
 - d) Ninguna de las otras
6. Considere una agrupación lineal broadside de 5 dipolos elementales situada a lo largo del eje z . ¿Qué orientación de los dipolos producirá máximos de radiación **únicamente** en las direcciones $+\hat{x}$ y $-\hat{x}$?
 - a) \hat{x}
 - b) \hat{z}
 - c) \hat{y}
 - d) Ninguna de la otras
7. Si en un reflector parabólico con eficiencia total ($\eta_t = \eta_{il} \cdot \eta_s$) óptima sustituimos la antena en el foco por otra más directiva:
 - a) El NLPS disminuye
 - b) Para que la eficiencia total sea óptima de nuevo hay que aumentar f/D
 - c) El ancho de haz entre ceros disminuye
 - d) La eficiencia de iluminación aumenta
8. Una bocina sectorial plano H con $a = 4\lambda$ y $L_H = 4\lambda$. Si a disminuye ligeramente,
 - a) El error de fase aumenta
 - b) La directividad disminuye
 - c) El NLPS aumenta
 - d) La eficiencia de iluminación disminuye

-
9. Una antena con longitud efectiva $\vec{l} = (1 + \cos \theta) \cos \phi \hat{\theta} + 2j \sin \theta \hat{\phi}$ situada en el origen de coordenadas recibe la incidencia de la onda $\vec{E} = (\hat{z} - j\hat{y}) e^{jkx}$. El coeficiente de desacoplo de polarización será:
- a) 0,3 b) 0,1 c) 0,9 d) 0,5
10. Si en una agrupación lineal uniforme broadside de 20 radiadores isotrópicos separados 3 cm entre sí la frecuencia pasa de 5 a 10 GHz,
- a) El NLPS aumenta
b) El ancho de haz entre ceros aumenta
c) La directividad no cambia
d) El área efectiva se mantiene constante
11. Una onda se propaga en la dirección $+\hat{x}$. A gran distancia se sitúa un dipolo corto, que gira alrededor de dicho eje y contenido en el plano YZ . Se mide en el dipolo una tensión que es constante, para todos los ángulos. ¿Qué afirmación es correcta?
- a) La antena receptora tiene polarización circular
b) La polarización de la onda es lineal
c) La polarización de la onda es circular
d) La onda y la antena tienen la misma polarización
12. En una agrupación lineal uniforme, endfire de 5 elementos isotrópicos espaciados $\lambda/4$, si aumentamos el número de elementos a 7, la relación delante atrás mejora en
- a) 0 dB b) 3 dB c) 6 dB d) 9 dB
13. La directividad de una ranura resonante de longitud total $\lambda/2$ es
- a) 1,5 b) 1,64 c) 3 d) 1
14. ¿Qué combinación de antenas se podría utilizar para producir polarización circular en el eje z , con la alimentación apropiada?
- a) Dipolo orientado según \hat{x} y ranura según \hat{y}
b) Dipolo más ranura colineales orientados según \hat{x}
c) Ranura orientada según \hat{x} y espira contenida en el plano YZ
d) Dipolo orientado según \hat{y} y espira contenida en el plano YZ
15. ¿Qué parámetro cambia entre una apertura romboidal y una cuadrada uniformes de la misma área, iluminadas por un campo de la misma amplitud?
- a) Directividad
b) El campo radiado en la dirección de máxima radiación
c) El ancho de haz en el plano E
d) Potencia radiada

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

25 de Enero de 2006

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

CÓDIGO B

SOLUCIÓN: DAACC ADBCC ACDBB

1. Si en un reflector parabólico con eficiencia total ($\eta_t = \eta_{il} \cdot \eta_s$) óptima sustituimos la antena en el foco por otra más directiva:
 - a) La eficiencia de iluminación aumenta
 - b) El NLPS disminuye
 - c) El ancho de haz entre ceros disminuye
 - d) Para que la eficiencia total sea óptima de nuevo hay que aumentar f/D
2. Si situamos una espira en el origen de coordenadas, estando contenida en el plano YZ , ¿cuál de los siguientes dipolos (todos de la misma longitud) recibe más señal?:
 - a) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en $\hat{z} - \hat{y}$
 - b) Dipolo situado en $(0, 0, 100\lambda)$ y orientado en \hat{z}
 - c) Dipolo situado en $(100\lambda, 0, 0)$ y orientado en \hat{z}
 - d) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en \hat{x}
3. ¿Qué combinación de antenas se podría utilizar para producir polarización circular en el eje z , con la alimentación apropiada?
 - a) Dipolo más ranura colineales orientados según \hat{x}
 - b) Dipolo orientado según \hat{x} y ranura según \hat{y}
 - c) Dipolo orientado según \hat{y} y espira contenida en el plano YZ
 - d) Ranura orientada según \hat{x} y espira contenida en el plano YZ
4. Una antena con longitud efectiva $\vec{l} = (1 + \cos \theta) \cos \phi \hat{\theta} + 2j \sin \theta \hat{\phi}$ situada en el origen de coordenadas recibe la incidencia de la onda $\vec{E} = (\hat{z} - j\hat{y}) e^{jkx}$. El coeficiente de desacoplo de polarización será:
 - a) 0,5
 - b) 0,9
 - c) 0,1
 - d) 0,3
5. En una agrupación lineal uniforme de N elementos espaciados $\lambda/2$, si duplicamos el número de elementos, la directividad aumenta en
 - a) 9 dB
 - b) 12 dB
 - c) 3 dB
 - d) 6 dB
6. En una agrupación lineal uniforme, endfire de 5 elementos isotrópicos espaciados $\lambda/4$, si aumentamos el número de elementos a 7, la relación delante atrás mejora en
 - a) 3 dB
 - b) 0 dB
 - c) 6 dB
 - d) 9 dB
7. Una onda se propaga en la dirección $+\hat{x}$. A gran distancia se sitúa un dipolo corto, que gira alrededor de dicho eje y contenido en el plano YZ . Se mide en el dipolo una tensión que es constante, para todos los ángulos. ¿Qué afirmación es correcta?
 - a) La onda y la antena tienen la misma polarización
 - b) La antena receptora tiene polarización circular
 - c) La polarización de la onda es lineal
 - d) La polarización de la onda es circular
8. Una antena emite un campo radiado de la forma $\vec{E} = E_0 (e^{j\frac{\pi}{4}} \hat{x} + j e^{-j\frac{\pi}{4}} \hat{y})$ en la dirección del eje z . Su polarización es
 - a) Circular a izquierdas
 - b) Lineal
 - c) Elíptica
 - d) Circular a derechas

-
9. La directividad de un dipolo doblado es:
- a) Ninguna de las otras
 - b) Cuatro veces la de uno sencillo
 - c) La misma que uno sencillo
 - d) El doble que la de uno sencillo
10. Dada una bocina piramidal óptima, si su eficiencia de iluminación en x es $\eta_x=0,64$, la eficiencia en y , η_y , será
- a) $8/\pi$
 - b) 1
 - c) 0,8
 - d) 0,64
11. ¿Qué parámetro cambia entre una apertura romboidal y una cuadrada uniformes de la misma área, iluminadas por un campo de la misma amplitud?
- a) El ancho de haz en el plano E
 - b) El campo radiado en la dirección de máxima radiación
 - c) Potencia radiada
 - d) Directividad
12. Si en una agrupación lineal uniforme broadside de 20 radiadores isotrópicos separados 3 cm entre sí la frecuencia pasa de 5 a 10 GHz,
- a) El área efectiva se mantiene constante
 - b) El NLPS aumenta
 - c) La directividad no cambia
 - d) El ancho de haz entre ceros aumenta
13. Una bocina sectorial plano H con $a = 4 \lambda$ y $L_H = 4 \lambda$. Si a disminuye ligeramente,
- a) La directividad disminuye
 - b) La eficiencia de iluminación disminuye
 - c) El error de fase aumenta
 - d) El NLPS aumenta
14. Considere una agrupación lineal broadside de 5 dipolos elementales situada a lo largo del eje z . ¿Qué orientación de los dipolos producirá máximos de radiación **únicamente** en las direcciones $+\hat{x}$ y $-\hat{x}$
- a) \hat{x}
 - b) \hat{y}
 - c) \hat{z}
 - d) Ninguna de las otras
15. La directividad de una ranura resonante de longitud total $\lambda/2$ es
- a) 1,5
 - b) 1,64
 - c) 3
 - d) 1

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

25 de Enero de 2006

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

CÓDIGO C

SOLUCIÓN: DAADC CDCDA BDACA

- La directividad de una ranura resonante de longitud total $\lambda/2$ es
 - 3
 - 1,5
 - 1
 - 1,64
- Dada una bocina piramidal óptima, si su eficiencia de iluminación en x es $\eta_x=0,64$, la eficiencia en y , η_y , será
 - 0,8
 - 0,64
 - 1
 - $8/\pi$
- Si situamos una espira en el origen de coordenadas, estando contenida en el plano YZ , ¿cuál de los siguientes dipolos (todos de la misma longitud) recibe más señal?:
 - Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en $\hat{z} - \hat{y}$
 - Dipolo situado en $(100\lambda, 0, 0)$ y orientado en \hat{z}
 - Dipolo situado en $(0, 0, 100\lambda)$ y orientado en \hat{z}
 - Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en \hat{x}
- La directividad de un dipolo doblado es:
 - Ninguna de las otras
 - Cuatro veces la de uno sencillo
 - El doble que la de uno sencillo
 - La misma que uno sencillo
- Si en una agrupación lineal uniforme broadside de 20 radiadores isotrópicos separados 3 cm entre sí la frecuencia pasa de 5 a 10 GHz,
 - El NLPS aumenta
 - El área efectiva se mantiene constante
 - La directividad no cambia
 - El ancho de haz entre ceros aumenta
- Una bocina sectorial plano H con $a = 4\lambda$ y $L_H = 4\lambda$. Si a disminuye ligeramente,
 - La directividad disminuye
 - El error de fase aumenta
 - El NLPS aumenta
 - La eficiencia de iluminación disminuye
- Si en un reflector parabólico con eficiencia total ($\eta_t = \eta_{il} \cdot \eta_s$) óptima sustituimos la antena en el foco por otra más directiva:
 - El NLPS disminuye
 - El ancho de haz entre ceros disminuye
 - La eficiencia de iluminación aumenta
 - Para que la eficiencia total sea óptima de nuevo hay que aumentar f/D

-
8. ¿Qué parámetro cambia entre una apertura romboidal y una cuadrada uniformes de la misma área, iluminadas por un campo de la misma amplitud?
- Potencia radiada
 - El campo radiado en la dirección de máxima radiación
 - El ancho de haz en el plano E
 - Directividad
9. Una onda se propaga en la dirección $+\hat{x}$. A gran distancia se sitúa un dipolo corto, que gira alrededor de dicho eje y contenido en el plano YZ . Se mide en el dipolo una tensión que es constante, para todos los ángulos. ¿Qué afirmación es correcta?
- La polarización de la onda es lineal
 - La antenna receptora tiene polarización circular
 - La onda y la antenna tienen la misma polarización
 - La polarización de la onda es circular
10. Considere una agrupación lineal broadside de 5 dipolos elementales situada a lo largo del eje z . ¿Qué orientación de los dipolos producirá máximos de radiación **únicamente** en las direcciones $+\hat{x}$ y $-\hat{x}$
- \hat{y}
 - Ninguna de las otras
 - \hat{z}
 - \hat{x}
11. En una agrupación lineal uniforme, endfire de 5 elementos isotrópicos espaciados $\lambda/4$, si aumentamos el número de elementos a 7, la relación delante atrás mejora en
- 6 dB
 - 3 dB
 - 0 dB
 - 9 dB
12. Una antenna emite un campo radiado de la forma $\vec{E} = E_0 (e^{j\frac{\pi}{4}} \hat{x} + j e^{-j\frac{\pi}{4}} \hat{y})$ en la dirección del eje z . Su polarización es
- Circular a izquierdas
 - Circular a derechas
 - Elíptica
 - Lineal
13. En una agrupación lineal uniforme de N elementos espaciados $\lambda/2$, si duplicamos el número de elementos, la directividad aumenta en
- 3 dB
 - 6 dB
 - 9 dB
 - 12 dB
14. Una antenna con longitud efectiva $\vec{l} = (1 + \cos \theta) \cos \phi \hat{\theta} + 2j \sin \theta \hat{\phi}$ situada en el origen de coordenadas recibe la incidencia de la onda $\vec{E} = (\hat{z} - j\hat{y}) e^{jkx}$. El coeficiente de desacoplo de polarización será:
- 0,5
 - 0,9
 - 0,1
 - 0,3
15. ¿Qué combinación de antenas se podría utilizar para producir polarización circular en el eje z , con la alimentación apropiada?
- Dipolo más ranura colineales orientados según \hat{x}
 - Ranura orientada según \hat{x} y espira contenida en el plano YZ
 - Dipolo orientado según \hat{x} y ranura según \hat{y}
 - Dipolo orientado según \hat{y} y espira contenida en el plano YZ

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ANTENAS

25 de Enero de 2006

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

CÓDIGO D

SOLUCIÓN: BCABD BBBCB AACBD

1. Una antena emite un campo radiado de la forma $\vec{E} = E_0 (e^{j\frac{\pi}{4}} \hat{x} + j e^{-j\frac{\pi}{4}} \hat{y})$ en la dirección del eje z . Su polarización es
 - a) Circular a izquierdas
 - b) Lineal
 - c) Circular a derechas
 - d) Elíptica
2. Si situamos una espira en el origen de coordenadas, estando contenida en el plano YZ , ¿cuál de los siguientes dipolos (todos de la misma longitud) recibe más señal?:
 - a) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en \hat{x}
 - b) Dipolo situado en $(100\lambda, 0, 0)$ y orientado en \hat{z}
 - c) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en $\hat{z} - \hat{y}$
 - d) Dipolo situado en $(0, 0, 100\lambda)$ y orientado en \hat{z}
3. Si en un reflector parabólico con eficiencia total ($\eta_t = \eta_{il} \cdot \eta_s$) óptima sustituimos la antena en el foco por otra más directiva:
 - a) Para que la eficiencia total sea óptima de nuevo hay que aumentar f/D
 - b) El NLPS disminuye
 - c) La eficiencia de iluminación aumenta
 - d) El ancho de haz entre ceros disminuye
4. ¿Qué combinación de antenas se podría utilizar para producir polarización circular en el eje z , con la alimentación apropiada?
 - a) Dipolo orientado según \hat{x} y ranura según \hat{y}
 - b) Dipolo más ranura colineales orientados según \hat{x}
 - c) Dipolo orientado según \hat{y} y espira contenida en el plano YZ
 - d) Ranura orientada según \hat{x} y espira contenida en el plano YZ
5. Si en una agrupación lineal uniforme broadside de 20 radiadores isotrópicos separados 3 cm entre sí la frecuencia pasa de 5 a 10 GHz,
 - a) El ancho de haz entre ceros aumenta
 - b) El área efectiva se mantiene constante
 - c) El NLPS aumenta
 - d) La directividad no cambia
6. Dada una bocina piramidal óptima, si su eficiencia de iluminación en x es $\eta_x=0,64$, la eficiencia en y , η_y , será
 - a) 1
 - b) 0,8
 - c) 0,64
 - d) $8/\pi$
7. Una bocina sectorial plano H con $a = 4\lambda$ y $L_H = 4\lambda$. Si a disminuye ligeramente,
 - a) La directividad disminuye
 - b) El NLPS aumenta
 - c) El error de fase aumenta
 - d) La eficiencia de iluminación disminuye

-
8. Una antena con longitud efectiva $\vec{l} = (1 + \cos \theta) \cos \phi \hat{\theta} + 2j \sin \theta \hat{\phi}$ situada en el origen de coordenadas recibe la incidencia de la onda $\vec{E} = (\hat{z} - j\hat{y}) e^{jkx}$. El coeficiente de desacople de polarización será:
- a) 0,3 b) 0,1 c) 0,9 d) 0,5
9. Considere una agrupación lineal broadside de 5 dipolos elementales situada a lo largo del eje z . ¿Qué orientación de los dipolos producirá máximos de radiación **únicamente** en las direcciones $+\hat{x}$ y $-\hat{x}$?
- a) \hat{x} b) Ninguna de la otras c) \hat{y} d) \hat{z}
10. En una agrupación lineal uniforme de N elementos espaciados $\lambda/2$, si duplicamos el número de elementos, la directividad aumenta en
- a) 12 dB b) 3 dB c) 9 dB d) 6 dB
11. Una onda se propaga en la dirección $+\hat{x}$. A gran distancia se sitúa un dipolo corto, que gira alrededor de dicho eje y contenido en el plano YZ . Se mide en el dipolo una tensión que es constante, para todos los ángulos. ¿Qué afirmación es correcta?
- a) La polarización de la onda es circular
b) La polarización de la onda es lineal
c) La onda y la antena tienen la misma polarización
d) La antena receptora tiene polarización circular
12. ¿Qué parámetro cambia entre una apertura romboidal y una cuadrada uniformes de la misma área, iluminadas por un campo de la misma amplitud?
- a) El ancho de haz en el plano E
b) Potencia radiada
c) Directividad
d) El campo radiado en la dirección de máxima radiación
13. En una agrupación lineal uniforme, endfire de 5 elementos isotrópicos espaciados $\lambda/4$, si aumentamos el número de elementos a 7, la relación delante atrás mejora en
- a) 0 dB b) 9 dB c) 3 dB d) 6 dB
14. La directividad de un dipolo doblado es:
- a) Ninguna de las otras
b) La misma que uno sencillo
c) Cuatro veces la de uno sencillo
d) El doble que la de uno sencillo
15. La directividad de una ranura resonante de longitud total $\lambda/2$ es
- a) 3 b) 1,5 c) 1 d) 1,64

SOLUCIÓN

Cuestión 1 La directividad para ese espaciado es directamente proporcional al número de elementos, por lo que al duplicar su número, la directividad se duplica. En dB se traduce en un incremento de 3 dB.

Cuestión 2 Una bocina piramidal óptima presenta una eficiencia de iluminación de 0.5 aproximadamente. Si la eficiencia en x es de 0,64, la eficiencia en la dimensión y debe ser $\eta_y = 0,5/0,64 = 0,8$.

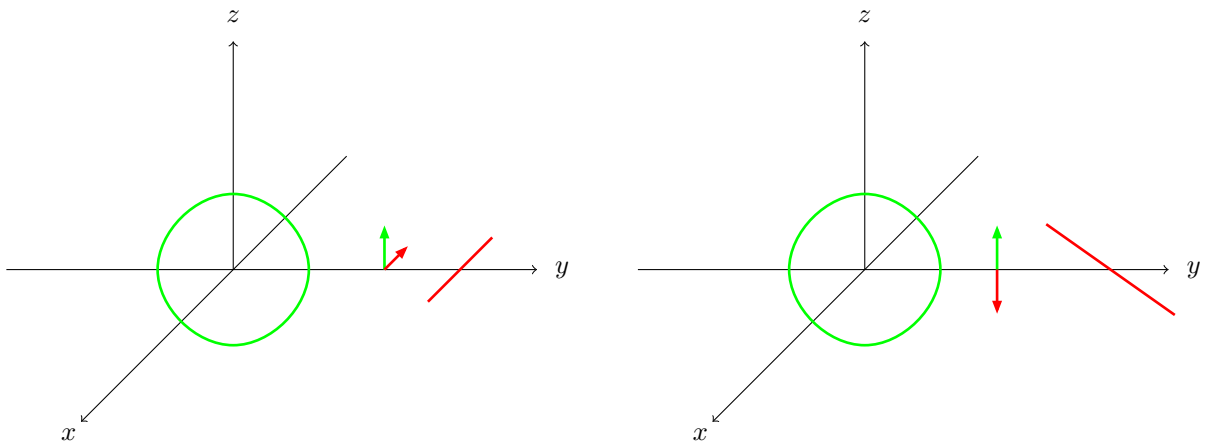
Cuestión 3 Los fasores de ambas componentes ortogonales tienen el mismo módulo y la misma fase por lo que la polarización es lineal.

Cuestión 4 La potencia recibida por el dipolo W_R será:

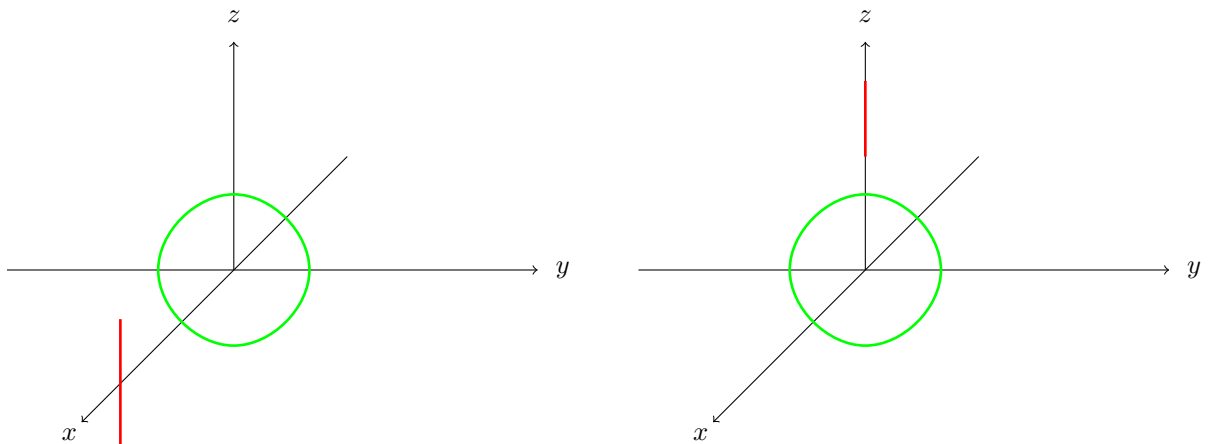
$$W_R = W_T D_T D_R \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 C_p$$

donde W_T es la potencia radiada por la espira, D_T es la directividad de la espira, D_R es la directividad del dipolo, R es la distancia de la espira al dipolo, y C_p es el coeficiente de desacople de polarización.

Como se muestra en la figura, el caso del dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en $\hat{z} - \hat{y}$ es el único en el que la potencia recibida por el dipolo no es cero, ya que en el resto de casos o bien C_p , o D_T o D_R son cero.



(a) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en \hat{x} . $D_T = 1,5$, $D_R = 1,5$, $C_p = 0$ (b) Dipolo situado en $(0, 100\lambda, 0)$ y orientado en $\hat{z} - \hat{y}$. $D_T = 1,5$, $D_R = 1,5 \sin^2(45^\circ)$, $C_p = 1$



(c) Dipolo situado en $(100\lambda, 0, 0)$ y orientado en \hat{z} . $D_T = 0$, $D_R = 1,5$ (d) Dipolo situado en $(0, 0, 100\lambda)$ y orientado en \hat{z} . $D_T = 1,5$, $D_R = 0$

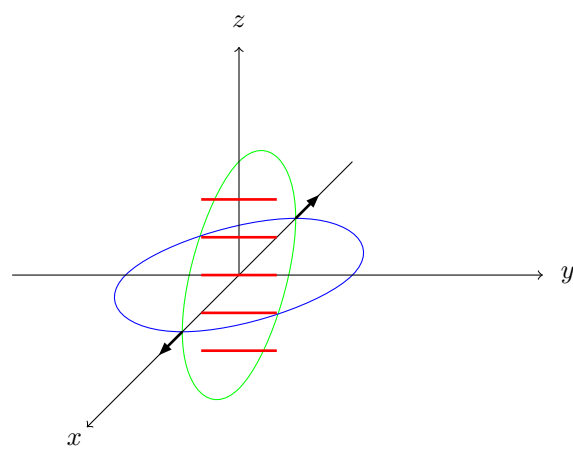
Cuestión 5 Aunque la intensidad del campo radiado por un dipolo doblado en todas las direcciones es el doble que el de un dipolo sencillo (sin doblar), el diagrama de radiación normalizado es exactamente el mismo y por lo tanto su directividad también lo es.

Cuestión 6 Una agrupación lineal broadside situada a lo largo del eje z tiene un máximo de radiación en cualquier dirección perpendicular al eje de la agrupación, es decir, es omnidireccional en el plano XY . El diagrama total será el producto del diagrama de la agrupación por el del dipolo. El diagrama del dipolo es omnidireccional en un plano perpendicular al dipolo.

Si los dipolos se orientan según \hat{x} , el diagrama del dipolo será nulo en las direcciones $\pm\hat{x}$, luego esa no es la orientación adecuada.

Si los dipolos se orientan según \hat{z} , el diagrama del dipolo será omnidireccional en el plano XY , al igual que el diagrama de la agrupación, luego las direcciones $\pm\hat{x}$ son de máxima radiación pero no son las únicas.

Si los dipolos se orientan según \hat{y} , el diagrama del dipolo será omnidireccional me el plano XZ (ver la línea verde en la figura), mientras que el diagrama de la agrupación lo es en el plano XY (línea azul en la figura). Por tanto el producto será máximo **únicamente** en las direcciones $\pm\hat{x}$, tal y como se muestra en la figura.



Cuestión 7 Para que la eficiencia total sea óptima en un reflector el decaimiento en bordes debido a la diferencia de caminos y a la directividad de la antena en el foco ($\tau = \tau_c + \tau_d$) debe ser de -10 dB.

Si la eficiencia es óptima y se sustituye la antena en el foco por otra más directiva, el nivel en bordes τ disminuirá ya que τ_d disminuirá. Por tanto la distribución de campo en la apertura del reflector será menos uniforme, con más diferencia de potencia entre el centro y el borde de la apertura. Como consecuencia el NLPS aumentará, el ancho de haz entre ceros aumentará, y la eficiencia de iluminación disminuirá.

Para conseguir que de nuevo la eficiencia sea óptima hay que aumentar $\tau_c = 40 \log_{10}(\cos(\beta/2))$ para compensar la disminución producida en τ_d de forma que de nuevo $\tau = \tau_c + \tau_d$ sea -10 dB. Una forma de conseguirlo es aumentando f/D y por tanto disminuyendo β .

Cuestión 8 Para que la bocina sea óptima y la directividad sea máxima debe suceder que

$$a = a_{opt} = \sqrt{3 \lambda L_H} = \sqrt{3 \lambda 4 \lambda} = 3,46 \lambda$$

Como en nuestro caso $a = 4 \lambda > a_{opt}$, si disminuimos ligeramente a nos acercamos más del óptimo y la directividad aumentará.

Por otro lado, si a disminuye, el error de fase ($t = a^2/(8\lambda L_H)$) también disminuye. Y en consecuencia tanto el NLPS como la eficiencia de iluminación aumentan.

Cuestión 9 La fórmula del coeficiente de desacoplo de polarización es:

$$C_p = \frac{|\vec{E}_i \cdot \vec{l}(\theta_i, \phi_i)|^2}{|\vec{E}_i|^2 |\vec{l}(\theta_i, \phi_i)|^2}$$

donde θ_i, ϕ_i son los ángulos por los que la onda incidente llega a la antena. En este caso la onda incidente llega por la dirección \hat{x} , por tanto $\theta_i = \pi/2$ y $\phi_i = 0$. Por tanto:

$$\vec{l}(\theta_i, \phi_i) = (1 + \cos(\pi/2)) \cos 0 \hat{\theta} + 2j \sin(\pi/2) \hat{\phi} = \hat{\theta} + 2j \hat{\phi}$$

Por otro lado,

$$\hat{\theta}(\theta = \pi/2, \phi_i = 0) = -\hat{z}$$

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

Finalmente:

$$\vec{l}(\theta_i, \phi_i) = -\hat{z} + 2j \hat{y}$$

Y C_p será:

$$C_p = \frac{|(\hat{z} - j\hat{y}) \cdot (-\hat{z} + 2j\hat{y})|^2}{|\hat{z} - j\hat{y}|^2 |-\hat{z} + 2j\hat{y}|^2} = \frac{(-1 + 2)}{(1 + 1) \cdot (1 + 4)} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Cuestión 10 Como la agrupación es lineal uniforme broadside ($\alpha = 0$), el máximo de radiación está en la dirección perpendicular al eje de la agrupación independientemente de otros factores (espaciado entre antenas, número de antenas, frecuencia). A la frecuencia de 5 GHz la longitud de onda es $\lambda_1 = 6$ cm. Por tanto la separación entre antenas es $d = \lambda_1/2 = 3$ cm. En este caso el margen visible será:

$$\Psi \in [\alpha - k_1 d, \alpha + k_1 d] = \left[-\frac{2\pi}{\lambda_1} d, \frac{2\pi}{\lambda_1} d \right] = [-\pi, \pi]$$

Si la frecuencia aumenta a 10 GHz, la longitud de onda ahora es $\lambda_2 = 3$ cm. Por tanto ahora el espaciado entre antenas es $d = \lambda_2 = 3$ cm. Y el nuevo margen visible es:

$$\Psi \in [\alpha - k_2 d, \alpha + k_2 d] = \left[-\frac{2\pi}{\lambda_2} d, \frac{2\pi}{\lambda_2} d \right] = [-2\pi, 2\pi]$$

Al aumentar el margen visible el ancho de haz entre ceros disminuye. Por otro lado el NLPS no cambia porque el lóbulo principal y el secundario son los mismos que antes. Y la directividad tampoco cambia porque para una agrupación lineal uniforme con espaciado d múltiplo de $\lambda/2$ la directividad es N , y a ambas frecuencias se da esta circunstancia.

Por último si la directividad no cambia pero sí lo hace la frecuencia (y por tanto la longitud de onda), el área efectiva cambiará, dado que

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

Cuestión 11 El dipolo receptor capta una polarización lineal. Si lo giramos y siempre capta la misma potencia es porque la onda incidente sobre él es una polarización circular.

En caso contrario, si la onda incidente tuviera polarización elíptica, la potencia recibida hubiera sido máxima cuando el dipolo se hubiera situado paralelo al eje mayor de la elipse, y mínima cuando se hubiera alineado con el eje menor.

Y si la onda incidente hubiera tenido polarización lineal, la potencia recibida por el dipolo hubiera sido máxima al alinearse el dipolo con la polarización incidente, y nula cuando se situara perpendicular a dicha polarización.

Cuestión 12 En una agrupación lineal uniforme endfire el margen visible es:

$$\Psi \in [\alpha - k d, \alpha + k d] = [-k d - k d, -k d + k d] = [-2k d, 0]$$

Como $d = \lambda/4$:

$$\Psi \in [-\pi, 0]$$

De modo que:

$$\Psi = k d \cos \theta + \alpha = k d \cos \theta - k d = k d (\cos \theta - 1) = \frac{\pi}{2} (\cos \theta - 1)$$

El máximo de radiación se produce cuando $\Psi = 0$. Por tanto:

$$\Psi_m = 0 = \frac{\pi}{4} (\cos \theta_m - 1) \rightarrow \theta_m = 0$$

La relación delante atrás será la relación entre el valor del factor de agrupación en $\theta = 0$ (delante) y $\theta = \pi$ (detrás):

$$\frac{D}{A} = \frac{FA(\theta = 0)}{FA(\theta = \pi)} = \frac{FA(\Psi = 0)}{FA(\Psi = -\pi)} = \frac{p(z = e^{j0})}{p(z = e^{-j\pi})} = \frac{p(z = 1)}{p(z = -1)}$$

Para $N = 5$:

$$p(z) = \frac{z^5 - 1}{z - 1}$$

$$\frac{D}{A} = \frac{5}{1} = 5$$

Y para $N = 7$:

$$p(z) = \frac{z^7 - 1}{z - 1}$$

$$\frac{D}{A} = \frac{7}{1} = 7$$

El cociente entre ambas relaciones D/A es $7/5 = 3$ dB.

En las figuras 1(e) y 1(f) se ha calculado el diagrama de radiación de la agrupación para $N = 5$ y $N = 7$ para que se vea mejor la ubicación de las direcciones de delante y de atrás.

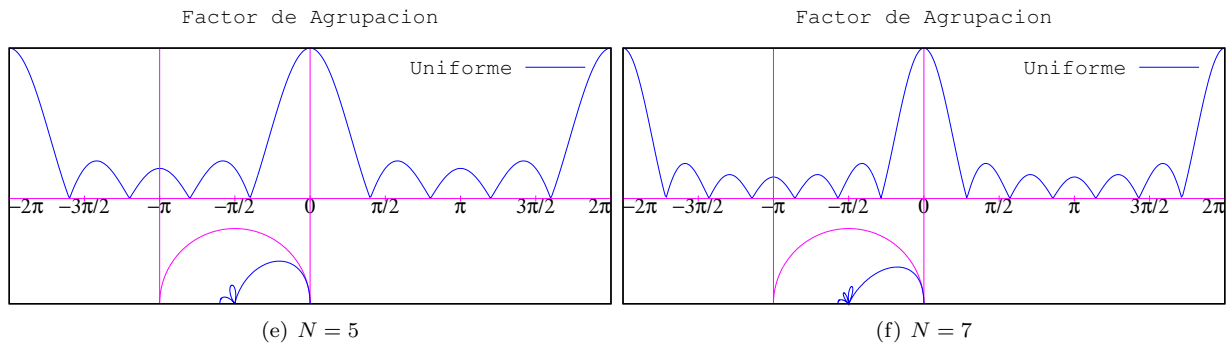


Figura 1 Cálculo del diagrama de radiación mediante el método gráfico

Cuestión 13 La ranura de longitud $\lambda/2$ tiene el mismo diagrama que el dipolo de la misma longitud, por tanto la directividad es la misma ($D = 1,64$).

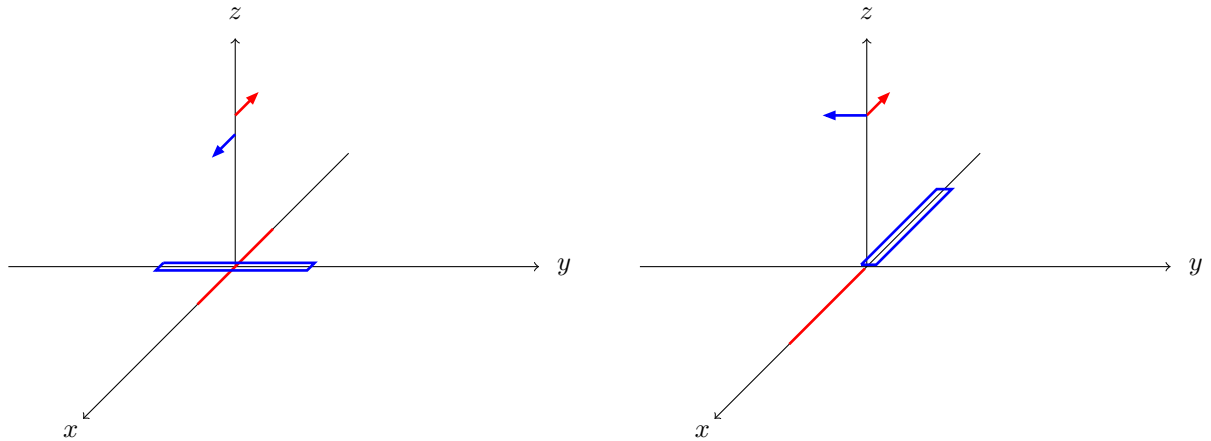
Cuestión 14 Para que se produzca una polarización circular debemos tener dos componentes de campo perpendiculares y desfasadas 90° . De todas las opciones que se ofrecen, la única combinación de antenas que puede producir la polarización circular en el eje z son el dipolo y la ranura colineales y orientadas según \hat{x} , ya que en ese caso en el eje z el dipolo produce campo polarizado según \hat{x} y la ranura campo polarizado según \hat{y} . En el resto de opciones que se ofrecen las dos antenas producen polarizaciones lineales con la misma orientación, por lo que la suma de las dos ondas sigue siendo una polarización lineal (ver figura).

Cuestión 15 Cuando una apertura es uniforme (campo constante en la superficie de la apertura), la eficiencia de iluminación es 1. Por tanto la directividad es:

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

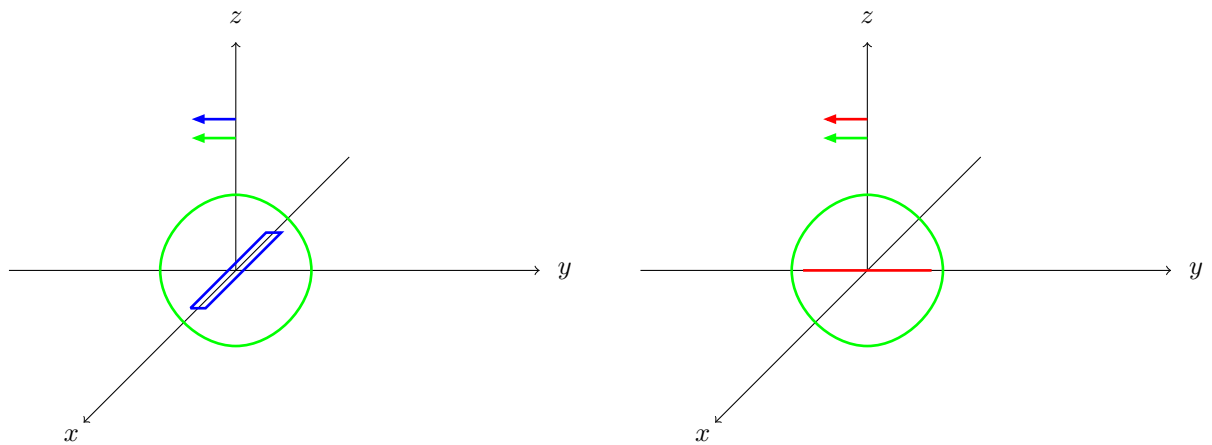
donde A_{geom} es el área geométrica de la apertura. Si las dos aperturas uniformes tienen el mismo área geométrica, entonces tienen la misma directividad. Por otro lado, la potencia que radia una apertura se puede calcular como:

$$W_{rad} = \frac{1}{\eta} \int \int_{S_a} |\vec{E}_a|^2 dS_a$$



(a) Dipolo en rojo y ranura en azul. La polarización resultante es lineal

(b) Dipolo en rojo y ranura en azul. La polarización resultante puede ser circular si los campos están desfasados 90°



(c) Ranura en azul y espira en verde. La polarización resultante es lineal

(d) Dipolo en rojo y espira en verde. La polarización resultante es lineal

Y como el campo en la apertura es constante:

$$W_{rad} = \frac{|\vec{E}_a|^2}{\eta} S_a$$

donde $S_a = A_{geom}$ es el área de la apertura. Por tanto las dos aperturas irradian la misma potencia puesto que tienen el mismo campo en la apertura.

Atendiendo a la fórmula de la directividad:

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

si las dos aperturas uniformes tienen la misma directividad y la misma potencia radiada, entonces el campo radiado máximo ha de ser también el mismo.

Finalmente, la diferencia entre una y otra apertura estará en la forma del diagrama de radiación, ya que una apertura es cuadrada y la otra romboidal. De modo que en los planos XZ e YZ los diagramas de radiación serán en un caso la transformada de Fourier de un pulso rectangular y en el otro de un pulso triangular. Por tanto el ancho de haz en el plano E será diferente.