



*Universidad de Granada*

**Curso 2013-2014**

# Antenas y Propagación



## ***Relación de Problemas***

***Tema 5: Agrupaciones de Antenas lineales***

Profesor: Ignacio Sánchez García

4º Curso de Ingeniero de Telecomunicación

Curso 2013-2014



## RELACIÓN DE PROBLEMAS 5:

### Agrupaciones de Antenas lineales

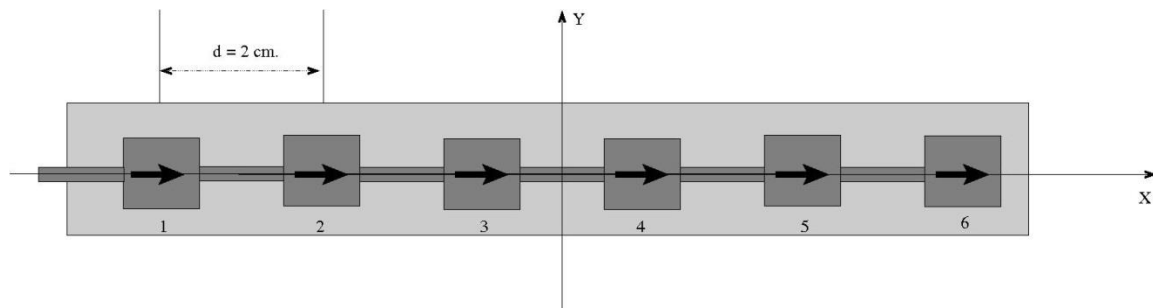
1. Se dispone de un array lineal de 6 elementos isotrópicos separados entre sí una distancia  $d$ . Suponiendo que los centros de los elementos están dispuestos sobre el eje  $Z$ , calcule:
  - a. La secuencia de alimentación y la separación entre antenas para que, siguiendo una distribución de fase progresiva (módulo constante) se obtenga un diagrama de máxima directividad con la dirección de máxima radiación en  $\theta = 10^\circ$  y un nulo de radiación en  $\theta = 180^\circ$
  - b. Dibujar el diagrama de radiación en el espacio eléctrico identificando el margen visible. A partir de este diagrama hacer una representación aproximada del diagrama de radiación en el espacio real.
  - c. Evaluar el ancho de haz entre ceros y el ancho de haz a  $-3$  dB
  - d. Obtener la directividad de la agrupación.
2. Se dispone de un array lineal de 6 antenas dipolo resonante separados entre sí una distancia  $d$ . Suponiendo que los centros de los elementos están dispuestos sobre el eje  $Z$ , calcule:
  - a. La secuencia de alimentación y la separación entre antenas para que, siguiendo una distribución de fase progresiva (módulo constante) se obtenga un diagrama de máxima directividad con la dirección de máxima radiación en  $\theta = 0^\circ$  y un nulo de radiación en  $\theta = 180^\circ$
  - b. Evaluar los valores exactos del ancho de haz entre ceros y del ancho de haz a  $-3$  dB
  - c. Obtener la directividad de la agrupación.
3. Se dispone de un array lineal de 5 elementos dispuestos sobre el eje  $X$ .
  - a. Los elementos son dipolos cortos situados de forma paralela según el eje  $Y$  y equiespaciados. Los elementos son excitados según una distribución uniforme en amplitud y de fase progresiva. Calcule la fase progresiva y la separación entre dipolos para que el lóbulo principal, en el plano perpendicular a los dipolos, apunte a  $\theta_0 = 10^\circ$  respecto de la normal a la agrupación y presente máxima directividad
  - b. Suponiendo que los elementos están equiespaciados  $d = \lambda/2$ , calcule el valor de la fase progresiva para obtener un array de tipo endfire, así como la directividad tanto con los dipolos cortos colocadas de forma paralela entre sí como de forma colineal.
  - c. Sustituyendo ahora los elementos dipolo corto por bocinas cuyo diagrama de campo es de la forma  $\cos^q(\theta)$ , con  $q = 2.5$  y  $\theta \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$ , equiespaciado  $d = \lambda/2$  y con excitaciones tales que configuran una agrupación tipo broadside, calcule: los anchos de haz a  $-3$  dB, la directividad y el nivel del lóbulo secundario.



4. Diseñar una antena de tipo array con las siguientes especificaciones:
- La antena está formada por 6 elementos equiespaciados.
  - La alimentación con amplitud uniforme y un desfase progresivo  $\alpha$ .
  - El eje de la agrupación es el eje X.
  - La posición del lóbulo principal es  $\theta = 20^\circ$ .
  - En la posición  $\theta = 0^\circ$  el nivel de campo será de 3 dB por debajo del que presente su máximo.

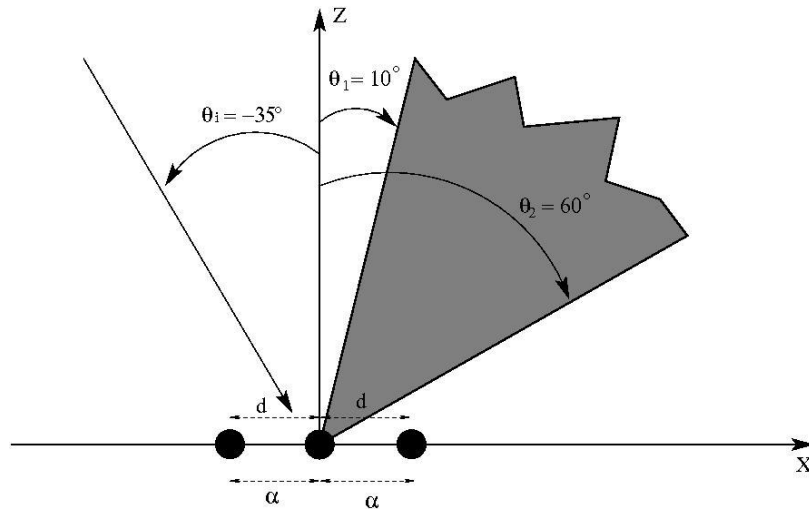
Se pide calcular:

- a. El valor de la fase progresiva para que los lóbulos apunten en las direcciones deseadas.
  - b. El valor del equiespaciado entre elementos para que los lóbulos apunten en las direcciones indicadas en las especificaciones
  - c. La posición del primer nulo a la izquierda del lóbulo principal
  - d. El ancho de haz a -3 dB del diagrama de radiación
5. Diseñar un array que permita realizar beamscanning (escaneo mediante variación del lóbulo principal) variando la frecuencia de trabajo. El array está formado por 6 parches rectangulares alimentados en serie, es decir, con amplitud uniforme y desfase progresivo con dicho desfase proporcional a  $n \cdot d$  con  $n$  el número del elemento ( $n=1,2,3,\dots,6$ ) y  $d$  la separación entre elementos ( $d=2$  cm). Los elementos serán emplazados en el eje X considerando el plano XZ como plano de trabajo.



Determinar:

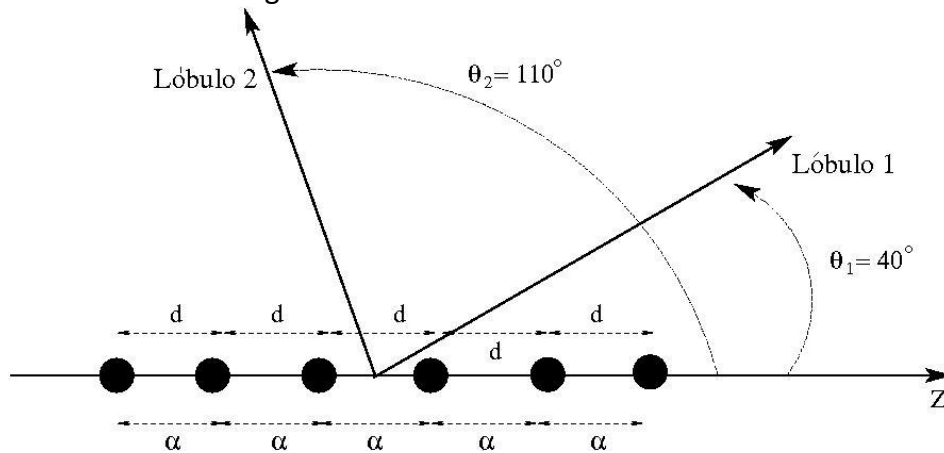
- a. La dirección de apuntamiento del lóbulo principal a las frecuencias de 12 y 15 GHz
  - b. El ancho entre ceros para las frecuencias del apartado anterior.
6. Obtener el ancho de haz a -3 dB en el espacio real para un array de  $N$  antenas equiespaciadas una distancia  $d$  y alimentadas con una distribución de corriente uniforme. Particularizar para el caso de una agrupación broadside.
7. Con objeto de implementar un sistema de localización en interiores a la frecuencia de 868 MHz, se desea diseñar una antena para dar cobertura a la zona sombreada de la siguiente figura:



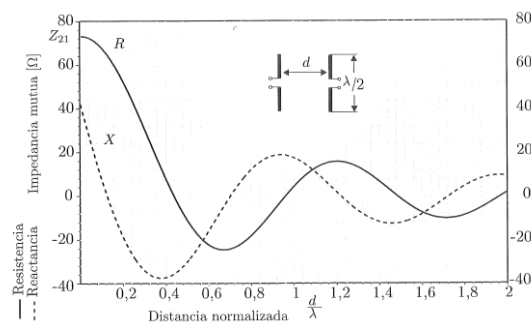
Para ello se utilizará un array cuyos elementos son dipolos eléctricamente cortos orientados según el eje Y y cuyos centros están colocados en el eje X, estando separados una distancia  $d$ . Los dipolos son alimentados con amplitud uniforme y fase progresiva  $\alpha$ .

- Determinar el valor de  $\alpha$  y de  $d$  para que el ancho de haz a -3 dB del lóbulo principal del array se corresponda con la zona sombreada. Hallar la posición del máximo del diagrama y el margen visible
  - Teniendo en cuenta las características del diagrama de radiación, ¿cree que la recepción de una señal interferente que incide con un ángulo de  $-35^\circ$  podría distorsionar la señal recibida en la dirección del lóbulo principal (área sombreada)? Justifique la respuesta.
- Diseñar una agrupación de elementos equiespaciados  $d = \lambda/4$  tal que presente de máximo de radiación en la dirección  $\theta = 90^\circ$  y 2 nulos en  $\theta_{c1} = 26^\circ$  y  $\theta_{c2} = 154^\circ$ . Suponga que los elementos de la agrupación están alineados en el eje Z. En el diseño hay que indicar el número de antenas que la conforman, los coeficientes de alimentación y el diagrama de radiación.
  - Sintetizar una agrupación de elementos con una separación entre antenas de  $\lambda/4$  y en configuración transversal de tal forma que aproxime, con un error inferior al 5%, su diagrama de radiación a la función
 
$$t_n(\theta) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 < \theta < \frac{\pi}{2} \\ 0 & \text{si } \frac{\pi}{2} < \theta < \pi \end{cases}$$
  - Se desea diseñar una antena que permita establecer dos radioenlaces. Para ello, se requiere que el diagrama de radiación de la antena presente dos lóbulos principales. La antena está formada por 6 elementos equiespaciados  $d$  y alimentados con amplitud

uniforme y desfase progresivo  $\alpha$ . El eje de la agrupación es el eje Z y la posición de los lóbulos la mostrada en la figura.



11. Diseñar una agrupación binómica transversal de cuatro dipolos cortos paralelos al eje Z y centrados en el eje X en  $x=\pm d/2, \pm 3d/2$  con  $d=\lambda/2$ . Para ello encontrar los coeficientes de excitación y la expresión de los campos eléctricos en cualquier dirección del espacio. Rediseñar la agrupación anterior para convertirla en una de Chebyshev con nivel de lóbulo principal a secundario de 40 dB, obteniendo los nuevos coeficientes de excitación.
12. Suponga una distribución de 3 dipolos de media longitud de onda paralelos y orientados en la dirección del eje x. La alimentación de las antenas es 1:2:1 y el espaciado de  $\lambda/2$  con fase progresiva nula.
  - a. Dibujar el diagrama de ceros, el  $|FA(\Psi)|$  y el factor de la agrupación en el espacio real.
  - b. Obtener la directividad del factor de array (supuesto los elementos isotrópicos)
  - c. Obtener la expresión del campo radiado en cualquier dirección del espacio.
  - d. Utilizando la gráfica de impedancias mutuas entre dipolos paralelos, calcular la impedancia de entrada de cada dipolo.
  - e. Calcular la directividad de la agrupación de dipolos





13. Diseñar una agrupación de antenas endfire formada por 4 radiadores isotrópicos distanciados entre sí  $\lambda/4$ . Se desea que dicha agrupación presente nulos en las direcciones  $\theta=180^\circ$  y  $\theta=95^\circ$ , con el máximo apuntando en la dirección del eje z. La frecuencia de trabajo es de 10 GHz.
- Dibujar el diagrama de ceros del polinomio de la agrupación en el plano complejo.
  - A partir de los ceros del polinomio, dibuje  $|F_A(\Psi)|$  de forma aproximada y el diagrama de radiación.
  - Obtener una expresión para el polinomio característico. Indique el módulo y fase de las corrientes de alimentación de cada uno de los elementos de la agrupación
  - Calcular el NLPS del diagrama de la agrupación

Relaciones matemáticas útiles:

- $|e^{j\Psi} + 1| = \left| 2 \cos\left(\frac{\Psi}{2}\right) \right|$
- $|e^{2j\Psi} + Ae^{j\Psi} + 1| = |A + 2 \cos(\Psi)|$
- 

14. Calcular la distribución de amplitudes normalizadas al elemento central de un array de tres antenas para que el nivel del lóbulo lateral esté a 0.1 del lóbulo central. El espaciado entre antenas es de  $\lambda/2$ .