

PROPAGACIÓN Y TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

Grado Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones Móviles y Espaciales Curso 19-20.
PRUEBA FORMATIVA 1. FUNDAMENTOS DE ANTENAS Y ANTENAS DE HILO

10/10/2019
(1h20)

Nombre alumno:

1. Una antena tiene un diagrama de radiación cónico con una intensidad de radiación normalizada dada por: $U(\theta) = 1$ para $0 < \theta < 45^\circ$ y $U(\theta) = 0$ para $45^\circ < \theta < 180^\circ$. También se ha medido su adaptación obteniéndose una ROE de $s=1.8$ a la frecuencia de trabajo. Calcule el ángulo sólido a que equivale la antena, su directividad y su ganancia en dBs. (1 pto)

$$\Omega_A = \int_0^{\pi/4} \int_0^{2\pi} 1 \cdot \sin\theta \, d\theta \, d\phi = -\cos\theta \Big|_0^{\pi/4} \cdot 2\pi = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right) \cdot 2\pi \approx 0,586 \pi \text{ sr}$$

$$D = \frac{4\pi}{\Omega_A} = \frac{4\pi}{0,586\pi} \approx 6,83$$

$$s = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad |\Gamma| = \frac{s-1}{s+1} = \frac{0,8}{2,8} = \frac{2}{7}$$

$$(1 - |\Gamma|^2) = 1 - \frac{4}{49} = \frac{45}{49}$$

$$G = \frac{45}{49} \cdot 6,83 = 6,27 \Rightarrow 10 \log_{10} G = 7,97 \text{ dB}$$

2. Describa los diferentes parámetros que se utilizan en los pasos intermedios para el cálculo del diagrama de radiación a partir del campo radiado por una antena como el mostrado abajo. Describa y enuncie cada uno de los pasos indicando las características matemáticas de las magnitudes físicas involucradas y sus unidades hasta obtener el diagrama de radiación de la antena. (1 pto)

$$\vec{E} = \left[\sqrt{5} \sin\theta \hat{\theta} + \frac{1-j}{\sqrt{3}} \cos\phi \hat{\phi} \right] \frac{e^{-jkr}}{r} \quad (1)$$

$$\langle \vec{S} \rangle = \frac{1}{2\eta} [|E_\theta|^2 + |E_\phi|^2] = \frac{1}{2\eta} \left[5 \sin^2\theta + \frac{2}{3} \cos^2\phi \right] \frac{1}{r^2} \left[\frac{W}{m^2} \right] \text{ vector}$$

$$U = r^2 \langle S \rangle = \frac{1}{2\eta} \left[5 \sin^2\theta + \frac{2}{3} \cos^2\phi \right] [W] \text{ es escalar.}$$

$$U_{\max} = \frac{1}{2\eta} \left(5 + \frac{2}{3} \right) = \frac{17}{6\eta}$$

$$r(\theta, \phi) = \frac{U}{U_{\max}} = \frac{15 \sin^2\theta + 2 \cos^2\phi}{17} \quad \begin{matrix} \text{adimensional} \\ \text{escalar.} \end{matrix}$$

3. Un fabricante le vende una antena con una ganancia de -2.5dB. ¿Es posible, o se ha equivocado? ¿Qué eficiencia máxima tendría una antena así? (1 pto)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

ganancia

$$e = 56,2\%$$

para

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



microstrip (impresión)

y sus antenas, por ejemplo las bocinas, si permiten propagar esas potencias..

Un radar tiene que tener una antena directiva

- un parche puede tener alrededor de 6-8 dB de D.
- nuestra bocina tiene de apertura $20\lambda^2$

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

$$D_{bocina} = \frac{20\lambda^2 \cdot 4\pi}{\lambda^2} \approx 251 \approx 24 \text{ dB.}$$

$D_b \gg D_{parche}$ elegimos la bocina.

5. Contraponga las principales características que diferencian al campo próximo de la antena con la aproximación de campo lejano desarrollada en el curso. (1 pto)

En clase lo vimos para el dipolo infinitesimal., sin entrar en detalles.

En la aproximación de campo lejano.

$\vec{E} \perp \vec{H}$ y ambos a la dirección de prop. \hat{z} onda TEM.

$\frac{|E|}{|H|} = \eta$, el campo E var $\propto \frac{1}{r}$ con la distancia.
onda esférica, campos E y H en fase.

En el campo próximo a la antena, \vec{E} y \vec{H} no son transversales $E_z \neq 0$ \neq componentes longitudinales.

El campo E tiene variaciones del tipo $\propto \frac{1}{r}, \frac{1}{r^2}$ y $\frac{1}{r^3}$

Los objetos (metálicos) situados en las proximidades, modifican el campo original cambiando la respuesta de la antena.

6. Una antena de directividad 19 radia una potencia de 3 kilovatios. Obtenga el valor del campo eléctrico radiado en la dirección de máxima radiación a 30km de la antena. ¿Qué potencia sería necesario radiar por la antena para mantener el anterior valor a una distancia de 300km? (1 pto)

$$P_{rad} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 19}{4\pi \cdot (30 \cdot 10^3)^2} = 5,04 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

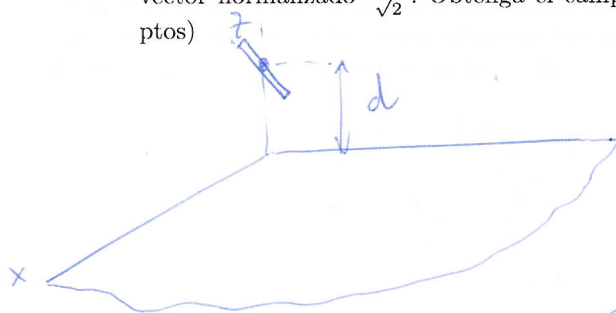
$$\frac{|E_i|^2}{2\eta} = 5,04 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

$$|E_i|^2 = \frac{19}{5000} \Rightarrow |E_i| = 0,062 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

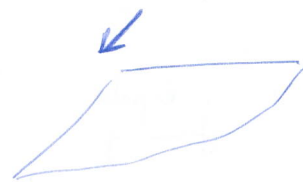
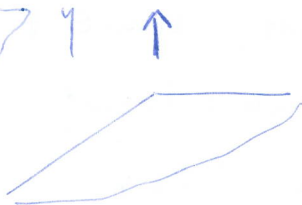
$$\frac{P_{in} \cdot 19}{4\pi \cdot (300 \cdot 10^3)^2} = 5,04 \cdot 10^{-6} \quad P_{in} = 300000 \text{ W}$$

300 kW para compensar $\frac{1}{10^2}$ en distancia.

7. A una distancia $d = \lambda/2$ en vertical sobre un plano conductor perfecto situado en $z=0$ se coloca un dipolo infinitesimal excitado por una corriente I_0 . Dicho dipolo esta orientado según la dirección dada por el siguiente vector normalizado $\frac{\hat{x} + \hat{z}}{\sqrt{2}}$. Obtenga el campo radiado por dicho dipolo en cualquier dirección del espacio. (1.5 ptos)



Es la sum de un dipolo en \hat{x} y otro en \hat{z} , los dos con corriente $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$



$$\begin{aligned} & \uparrow + e^{+jk\frac{\lambda}{2}\hat{z}\cdot\hat{z}} \leftarrow + \\ & \uparrow + \downarrow e^{-jk\frac{\lambda}{2}\hat{z}\cdot\hat{z}} \rightarrow - \end{aligned}$$

$$\bar{A}_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \angle \frac{e^{-jkz}}{z} \hat{z} \quad \bar{A}_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \angle \frac{e^{-jkx}}{x}$$

$$\bar{E} = -j\omega \bar{A}$$

$$\bar{E}_{total} = \bar{E}_{dipz} + \bar{E}_{dipx} = -j\omega \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\ell}{\sqrt{2}} \frac{e^{-jkz}}{z} [-\sin\theta \hat{\theta} + \cos\theta \cos\phi \hat{\phi} + \sin\phi \hat{\phi}]$$

Con el +a de las imágenes podemos modelar el plano conductor como dos arrays de dos dipolos

$$\text{como } \uparrow e^{+j\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2}\cos\theta} + e^{-j\pi\cos\theta} \Rightarrow 2\cos(\pi\cos\theta)$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

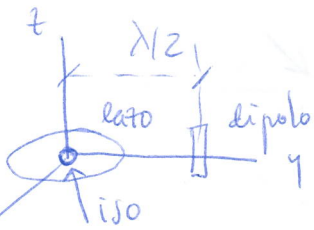
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

θ	0	30	45	60	75	90	105	120	135	150
$\sin \theta$	0	0,5	0,707	0,866	0,966	1	0,966	0,866	0,707	0,5
$\sin^2 \theta$	0	0,25	0,5	0,75	0,933	1	0,933	0,75	0,5	0,25
z	0	0,2	0,72	0,98	0,39	0,01	0,23	0,0001	0,11	0

El diagrama tiene un max en 28° en 30° y 150° en $0^\circ, 90^\circ, 50^\circ$ y 70°

9. Calcule el campo radiado en todas las direcciones del espacio y el diagrama de radiación producidos por la siguiente configuración de antenas elementales. Un lazo pequeño situado en el origen de coordenadas en el plano XY, un dipolo corto, de misma amplitud máxima de campo y orientado según \hat{z} , colocado a una distancia $d = \lambda/2$ en el eje \hat{y} y un radiador isotrópico con polarización $\hat{\phi}$ situado en el origen de amplitud doble y en oposición de fase. (1.5 pts)



$$\begin{aligned} \vec{E}_{\text{lazo}} &= E_0 \sin \theta \hat{\phi} \frac{e^{-jkr}}{r} \\ \vec{E}_{\text{dipolo}} &= E_0 \sin \theta \hat{\theta} \frac{e^{-jkr}}{r} \\ \vec{E}_{\text{iso}} &= E_0 \hat{\phi} \frac{e^{-jkr}}{r} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{E}_{\text{rad}} &= \left[E_0 \sin \theta \hat{\phi} + E_0 \sin \theta \hat{\theta} e^{jk \frac{\lambda}{2} \hat{y} \cdot \hat{a}} - 2 E_0 \hat{\phi} \right] \frac{e^{-jkr}}{r} \\ &= E_0 \frac{e^{-jkr}}{r} \left[(\sin \theta - 2) \hat{\phi} + \sin \theta e^{i \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} \sin \theta \sin \phi} \hat{\theta} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U = r^2 \langle S \rangle &= E_0^2 \left[(\sin \theta - 2)^2 + \sin^2 \theta \right] \\ &= E_0^2 \left[2 \sin^2 \theta - 2 \sin \theta + 4 \right] \end{aligned}$$

$$r(\theta, \phi) = \frac{2 \sin^2 \theta - 2 \sin \theta + 4}{4} = \frac{\sin \theta (\sin \theta - 1)}{2} + 1$$