

$$\mu = \mu_r \mu_0$$

Buen conductor

### Ejercicio 1

Calcular la constante de propagación  $\gamma$  para un material que tiene  $\mu_r = 1$ ,  $\varepsilon_r = 8$  y  $\sigma = 2,5 \cdot 10^{-13}$  S/m, si la frecuencia de la onda es 1,6 MHz.  $\gamma = j\omega\sqrt{\mu\varepsilon}$

### Ejercicio 2

$$\alpha_{dB} = 10 \log(P_2/P_1) = \alpha_{NP} = \ln(P_2/P_1)$$

Obtener el factor de conversión entre Np y dB  $= 10 \frac{\ln(P_2/P_1)}{\ln(10)} \Rightarrow \alpha_{dB} = 4,343 \alpha_{NP}$

### Ejercicio 3

¿A qué frecuencia puede considerarse la tierra un dieléctrico perfecto, si  $\sigma = 5 \cdot 10^{-3}$  S/m,  $\mu_r = 1$  y  $\varepsilon_r = 8$ ?  
¿Puede suponerse  $\alpha = 0$  a dicha frecuencia?

### Ejercicio 4

Calcular la constante de propagación  $\gamma$  a una frecuencia de 500 kHz para un medio en el cual  $\mu_r = 1$ ,  $\varepsilon_r = 15$  y  $\sigma = 0$ . ¿A qué velocidad se propagará una onda electromagnética en este medio?

### Ejercicio 5

Calcular la constante de propagación  $\gamma$  a una frecuencia de 400 MHz para un medio en el cual  $\varepsilon_r = 16$ ,  $\mu_r = 4,5$  y  $\sigma = 0,6$  S/m. Obtener la relación entre la velocidad de propagación en el medio y la velocidad de propagación en el vacío.

### Ejercicio 6

En un medio parcialmente conductor,  $\varepsilon_r = 18,5$ ,  $\mu_r = 800$  y  $\sigma = 1$  S/m. Obtener  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\eta$  y la velocidad de propagación para una frecuencia de 1 GHz. Determinar  $\mathbf{H}$ , dado  $\mathbf{E} = 50e^{-\alpha z}e^{j(\omega t - \beta z)}$  V/m  $\hat{x}$ .

### Ejercicio 7

Una onda plana se propaga por un medio no magnético. Determinar la constante dieléctrica del medio si:

- 1) La impedancia intrínseca es  $200 \Omega$ .
- 2) La longitud de onda a 10 GHz es 1,5 cm.

### Ejercicio 8

Calcular la profundidad de penetración  $\delta$  a una frecuencia de 1,6 MHz en el aluminio, cuya conductividad es  $\sigma = 3,82 \cdot 10^7$  S/m y su permeabilidad relativa  $\mu_r = 1$ . Calcular también el factor de propagación  $\gamma$  y la velocidad de propagación.

### Ejercicio 9

Calcular la impedancia intrínseca  $\eta$ , la constante de propagación  $\gamma$  y la velocidad de propagación  $v$  en un medio conductor en el que  $\sigma = 5,8 \cdot 10^7$  S/m y  $\mu_r = 1$ , a una frecuencia de 100 MHz.

### Ejercicio 10

Para la plata,  $\sigma = 3 \cdot 10^6$  S/m. ¿A qué frecuencia la profundidad de penetración  $\delta$  será de 1 mm?

## Ejercicio 11

Para el cobre,  $\sigma = 5,8 \cdot 10^7$  S/m. ¿A qué frecuencia la constante de fase  $\beta = 3,71 \cdot 10^5$  rad/m?

## Ejercicio 12

La amplitud del campo eléctrico  $\mathbf{E}$  dentro de un líquido es 10 V/m y las constantes son:  $\mu_r = 1$ ,  $\varepsilon_r = 20$  y  $\sigma = 0,5$  S/m. Calcular la amplitud de  $\mathbf{E}$  a una distancia de 10 cm dentro del medio para las frecuencias:

- 5 MHz.
- 50 MHz.
- 500 MHz.

## Ejercicio 13

Determinar las pérdidas en dB/km de una onda que se propaga en tierra seca a una frecuencia de 500 kHz. Los parámetros de la tierra seca a dicha frecuencia son  $\sigma = 1 \cdot 10^{-3}$  S/m,  $\mu_r = 1$  y  $\varepsilon_r = 10$ .

## Ejercicio 14

La nieve recién caída tiene una  $\tan(\delta) = 0,02$  y una constante dieléctrica  $\varepsilon_r = 1,2$  a una frecuencia de 1 MHz. Calcular la pérdida en dB/km para una onda plana que se propaga en la nieve recién caída a una frecuencia de 1 MHz.

## Ejercicio 15

Un submarino con su antena justo debajo de la superficie del agua recibe una señal de 1 kHz que registra 20 dB por encima del nivel de ruido.

- 1) ¿Cuanto puede sumergirse el submarino antes de que pierda la señal?
- 2) ¿Qué longitud es la de su antena dipolar  $\lambda/2$ ?

## Ejercicio 16

Calcular la atenuación en dB para una distancia de 5 veces la profundidad de penetración.

## Ejercicio 17

Una onda plana de 3 GHz se propaga en un medio no magnético con  $\tan(\delta) = 0,05$  y una constante dieléctrica  $\varepsilon_r = 2,5$ .

- 1) Calcular la distancia a la cual se reducirá a la mitad la amplitud de la onda.
- 2) Calcular la impedancia intrínseca, la longitud de onda y la velocidad de propagación.

## Ejercicio 18

En el espacio libre, una onda que se propaga en el sentido positivo de  $z$  tiene un campo eléctrico  $\mathbf{E} = 50e^{j(\omega t - \beta z)}$  V/m  $\hat{x}$ . Calcular la potencia media que cruza un área circular de radio 2,5 m.

## Ejercicio 19

En el espacio libre,  $\mathbf{E} = 150e^{j(\omega t - \beta z)}$  V/m  $\hat{x}$ . Demostrar que la potencia total que atraviesa un disco circular de radio 10 cm en un plano  $z = \text{constante}$  es 1 W.

## Ejercicio 20

En coordenadas esféricas, la onda esférica

$$\mathbf{E} = \frac{100}{r} \sin(\theta) e^{j(\omega t - \beta z)} \text{ V/m } \hat{\theta} \quad \mathbf{H} = \frac{0,265}{r} \sin(\theta) e^{j(\omega t - \beta z)} \text{ A/m } \hat{\phi}$$

representa el campo a grandes distancias de un dipolo en el espacio libre. Calcular la potencia media que atraviesa un cascarón hemisférico de  $r = 1 \text{ km}$ ,  $0 \leq \theta \leq \pi$ .

## Ejercicio 21

En el espacio libre,  $\mathbf{E} = 150e^{j(\omega t - \beta z)} \text{ V/m } \hat{x}$ . Calcular la potencia media que atraviesa un área rectangular de lados 30 mm y 15 mm, en un plano  $z = 0$ .

## Ejercicio 22

Una onda plana se propaga en el espacio libre con una amplitud del campo eléctrico  $E = 10 \text{ V/m}$ . Calcular:

- 1) El valor máximo del vector de Poynting.
- 2) El valor medio del vector de Poynting.
- 3) La amplitud del campo magnético.

## Ejercicio 23

Una onda plana en el espacio libre, de frecuencia 10 MHz, tiene un vector de Poynting de valor medio  $2 \text{ W/m}^2$ . Calcular:

- 1) La longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda.
- 2) La amplitud del campo eléctrico y del campo magnético.

## Ejercicio 24

La densidad de potencia de toda la radiación electromagnética del sol en la superficie terrestre es  $1400 \text{ W/m}^2$ .

- 1) Calcular el valor cuadrático medio del campo eléctrico  $E$  en la Tierra, suponiendo que toda la luz solar se concentra en una sola frecuencia.
- 2) Suponiendo que el sol irradia isotrópicamente, ¿cual es la potencia que emerge del sol? La distancia entre el sol y la Tierra es de  $1,49 \cdot 10^8 \text{ km}$ .
- 3) Calcular la potencia total recibida por la Tierra. El radio de la Tierra es de  $6,37 \cdot 10^3 \text{ km}$ .

## Ejercicio 25

Un transmisor de 11 GHz irradia su potencia isotrópicamente en el espacio libre. Asumiendo que la potencia irradiada es 50 mW, a una distancia de 3 km, calcular:

- 1) Densidad de potencia media.
- 2) Amplitudes y valores eficaces de los campos eléctrico y magnético.