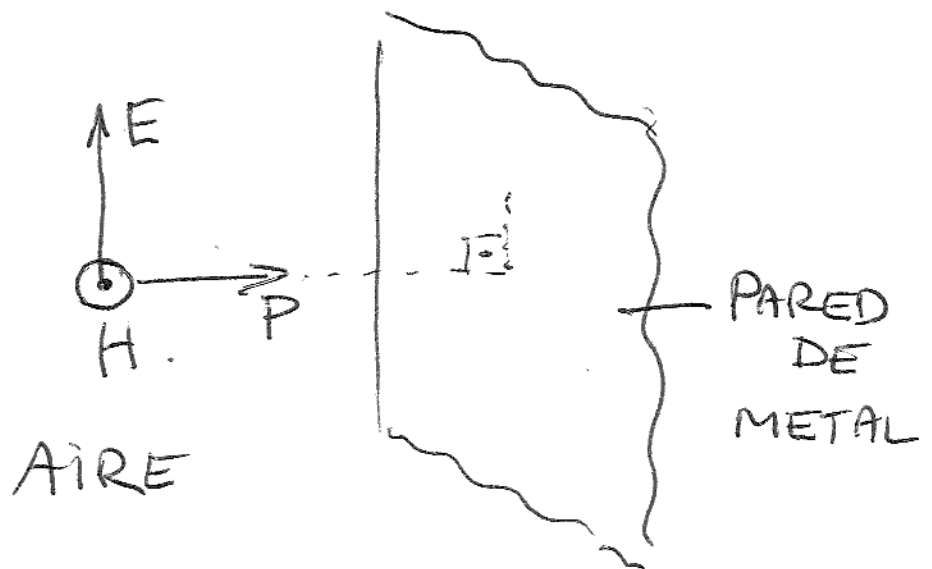


## EJEMPLO HORNO A MICROONDAS

EL HORNO A MICROONDAS ES UNA CAVIDAD CERRADA, PARA ESTUDIAR EL PROBLEMA SE CONSIDERA UN PROBLEMA EQUIVALENTE SIMPLIFICADO, EN EL CUAL UNA ONDA PLANA INCIDE SOBRE  $1\text{m}^2$  DE METAL ( $\sigma = 10^7\text{S/m}$ ) A UNA FRECUENCIA  $f = 2,45\text{GHz}$ .



LA PARED ES DE ACERO CON :

$\sigma = 10^7\text{S/m}$ ,  $\mu = 200\mu_0$ ,  $\epsilon = \epsilon_0$ .

LA  $\langle P \rangle = 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  INCIDE PERPENDICULARMENTE A LA PARED.

SE PIDE CALCULAR LA POTENCIA DISIPADA

RESOLUCION :

$$\langle P \rangle_i = \frac{E_i^2}{2Z_0} \Rightarrow E_i = \sqrt{2Z_0 \langle P \rangle_i}$$

INCIDENTE A LA PARED.

$$E_i = \sqrt{2 \cdot 377\Omega \cdot 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = 868 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$H = \frac{E}{Z_0} = \frac{868}{377} = 2,3 \frac{A}{m}$$

EL COEF. DE TRANSMISION ES:

$$T = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

$$Z_2 = \sqrt{\frac{j\omega\mu_2}{\sigma_2 + j\omega\epsilon_2}} = \sqrt{\frac{j2\pi \cdot 2,45 \cdot 10^9 \cdot 4\pi \cdot 200 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{10^7 + j2\pi \cdot 2,45 \cdot 10^9 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12}}}$$

$$Z_2 = 0,439 + j0,439$$

$$|T| \approx 0,0033$$

$$T = 0,0033 e^{j0,784(\text{rad})}$$

$$E_2 = E_i \cdot T = 2,86 e^{j0,784} \frac{V}{m}$$

$$H_2 = \frac{E_2}{Z_2}$$

$$H_2 = \frac{2,86 e^{j0,784} \frac{V}{m}}{(0,439 + j0,439) \Omega} = \frac{2,86 e^{j0,784}}{0,62 e^{j\pi/4}} \frac{A}{m}$$

$$H_2 = 4,61 e^{-j0,0013982} \frac{A}{m}$$

$$\langle \vec{P}_2 \rangle = \frac{1}{2} \text{Re}(\vec{E}_2 \times \vec{H}_2^*)$$

$$\langle P_2 \rangle = \frac{1}{2} 2,86 \cdot 4,61 \cos(0,785 \text{ rad}) = 6,59 \frac{W}{m^2} \cdot \cos(0,785) = 4,66 \frac{W}{m^2}$$

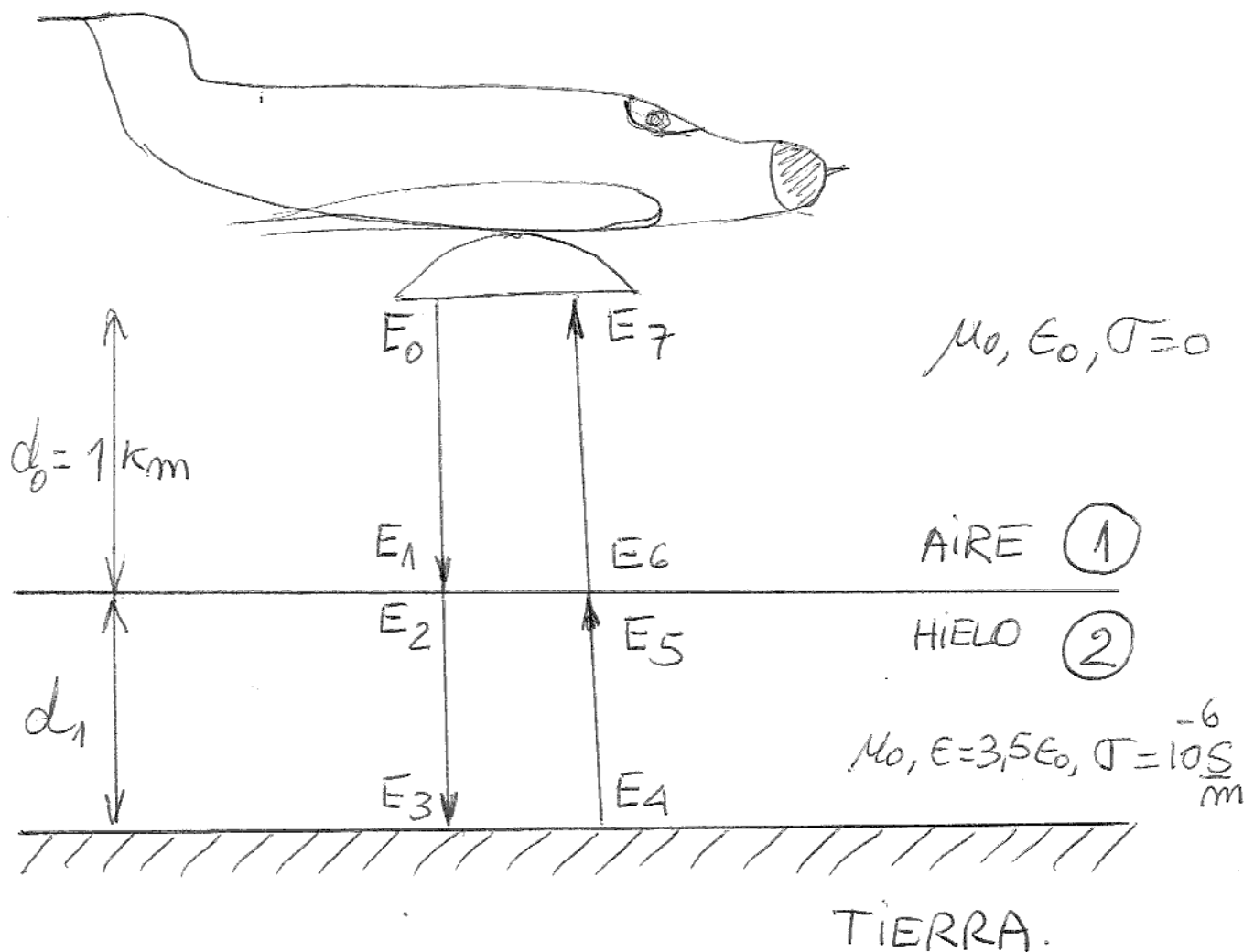
PARA UNA SUPERFICIE DE  $1m^2$

$$W = 4,66 W$$

disipada

POTENCIA DISIPADA EN LA  
PARED METÁLICA DE ACERO

## EJEMPLO RADAR



PARA INVESTIGAR EL ESPESOR DEL HIELO POLAR UN AVION ESTA EQUIPADO CON UN RADAR QUE OPERA A UNA FRECUENCIA DE  $10 \text{ GHz}$ . LA IDEA ES MEDIR EL TIEMPO DE UN PULSO ANTES TO, QUE VUELVE AL RECEPTOR. CONOCIENDO LA VELOCIDAD EN EL HIELO Y EN EL AIRE, Y LAS PROPIEDADES DEL HIELO A  $10 \text{ GHz}$ .

$$\mu = \mu_0$$

$$\epsilon = 3,5\epsilon_0$$

$$\sigma = 10^{-6} \text{ S/m}$$

SUPONIENDO QUE LA ANTENA TRANSMISORA ES UN FOCO ISOTRÓPICO PUNTUAL Y TIENE UNA  $P = 1 \text{ kW}$ , Y LLEGA A LA SUPERFICIE DEL HIELO COMO ONDA PLANA CALCULAR:

2) Si  $d_1 = 10 \text{ km}$  Y LA TIERRA ES PERFECTAMENTE REFLECTORA, CALCULAR  $E_2$ , QUE ES EL CAMPO RECIBIDO.

SI SE CONSIDERA UN FOCO ISOT. PUNTUAL RADIANTE EN EL CENTRO DE LA ESFERA



$$r = 1 \text{ km}$$

$$\langle P \rangle = \frac{E_1^2}{2Z_0} \quad E_1 = \sqrt{2Z_0 \langle P \rangle}$$

$$\langle P \rangle = \frac{W_{\text{RAD}}}{S_{\text{UP}}} = \frac{W_{\text{RAD}}}{4\pi r^2}$$

POTENCIA TOTAL RADIADA EN EL CENTRO DE LA ESFERA

$$E_1 = \sqrt{2Z_0 \frac{W_{\text{RAD}}}{4\pi r^2}} = \sqrt{2 \cdot 377 \Omega \frac{1000 \text{ W}}{4\pi (1000 \text{ m})^2}}$$

$$E_1 = 0,2449 \frac{\text{V}}{\text{m}} \approx 0,245 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$E_2 = E_1 \cdot T_{12}$$

DONDE EL COEFICIENTE DE TRANSMISION ES:

$$T_{12} = \frac{2 Z_{hielo}}{Z_{hielo} + Z_0}$$

$$Z_{hielo} = \frac{Z_0}{\sqrt{3,5}} = \frac{377 \Omega}{\sqrt{3,5}} = 201,5 \Omega$$

$$T_{12} = \frac{2 \cdot 201,5}{201,5 + 377} = 0,697$$

POR LO TANTO

$$E_2 = E_1 T_{12} = 0,245 \frac{V}{m} \cdot 0,697 = 0,17 \frac{V}{m}$$

PARA CALCULAR  $E_3$  SE DEBE CALCULAR

$$\langle P_3 \rangle = \frac{E_2^2}{2 Z_{hielo}} \quad \leftarrow \langle P \rangle \text{ AL LLEGAR AL SUELO.}$$

$$\langle P_2 \rangle = \frac{E_2^2}{2 Z_{hielo}} \quad \leftarrow \langle P \rangle \text{ AL CRUZAR LA INTERFAZ}$$

$$E_4 = +\Gamma E_3 \quad \Gamma = -1 \text{ (TIERRA REF. PERF.)}$$

UNA MANERA SIMPLIFICADA DE CALCULAR  $E_7$ :

PARA CALCULAR  $E_7$ , SIN CONSIDERAR LAS INTERFACES NI LA TIERRA

$$\frac{W_{RAD}}{4\pi r^2} \Big|_{r=22\text{km}} = \frac{1000W}{4\pi (22\text{km})^2} = \langle P_7 \rangle$$

$$E_7 = \sqrt{\frac{2 Z_0 W_{RAD}}{4\pi r^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 377 \cdot 1000W}{4\pi (22000m)^2}} = 0,0111 \frac{V}{m}$$

$$E_7' = \frac{T_{12}}{0,69} \cdot \frac{T_{21}}{0,65} \cdot \frac{\Gamma}{-1} \cdot E_7 = 5 \cdot 10^{-3} \frac{V}{m} \quad \leftarrow \text{AQUI CONSIDERE LAS INTERFACES}$$

SE DEBEN CONSIDERAR TAMBIEN LAS  
PÉRDIDAS EN EL HIELO, PARA LLEGAR AL RESULTADO

$$E = E_0 e^{-\alpha x}$$

COMO RECORRE 22km DE HIELO.

$$\frac{E}{E_0} = e^{-\alpha x}$$

$$\alpha = ?$$

$$\gamma = \sqrt{j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)}$$

$$\gamma = \underbrace{(0,00010 + j39,2)}_{\alpha} \frac{1}{m}$$

$$\frac{E}{E_0} = e^{-0,00010 \cdot 22000} = 0,11.$$

ATENUACIÓN EN  
VECES POR EL  
HIELO.

$$E_2'' = E_2' \cdot 0,11 = 0,55 \cdot 10^{-3} \frac{V}{m} = \boxed{0,55 \frac{mV}{m}}$$

CUANDO SE ESTUDIE LA ECUACIÓN DE  
FRIIS SE VA A PODER CALCULAR EL BA-  
LANCE DE POTENCIAS DE UN RADIO  
ENLACE