

HORNO de MICROONDAS

Dr. Andrés Ozols

FIUBA

2006

CRONICA DE UN VIAJE FOTÓNICO:

1-Conceptos

a-Onda Electromagnética

E Campo Eléctrico

$$[E]=V/m$$

B Campo de Inducción

$$[B]= Wb /m^2=T$$

Onda transversal

$$E \perp B \quad E = c B$$

Onda estacionaria

b- Flujo de energía \equiv Vector de Poynting

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

$$[S]=w/m^2$$

c- Densidad de Energía

$$[U] = \text{J/m}^3$$

$$U = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$$

si $E = c B$

$$U = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} = \varepsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{\mu_0}$$

d- Cavity Resonante

En las paredes condiciones de contorno

$$E_t = 0 \text{ V/m}$$

$$B_n = 0 \text{ Wb/m}^2$$

$$B_z = B_0 \cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right) \cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right) \cos\left(\frac{p\pi z}{c}\right)$$

$$E_z = E_0 \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right) \sin\left(\frac{p\pi z}{c}\right)$$

$$m=0, 1, 2, 3, \dots$$

$$n=1, 2, 3, \dots$$

$$p=1, 2, 3, \dots$$

Frecuencia resonante

$$f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{\epsilon\mu}} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2 + \left(\frac{p}{c}\right)^2}$$

Constantes:

Permitividad del vacío

$$\epsilon_0 = 8.851012 \text{Coul}^2 / (\text{Nm}^2)$$

Permeabilidad del vacío

$$\mu_0 = 1.26 \cdot 10^{-6} \text{ (Wb s) / (Coul m)}$$

Permeabilidad

μ

Velocidad de la luz

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad c = (\epsilon_0 \mu_0)^{-1/2}$$

2-Problema

Calcular:

Densidad de energía

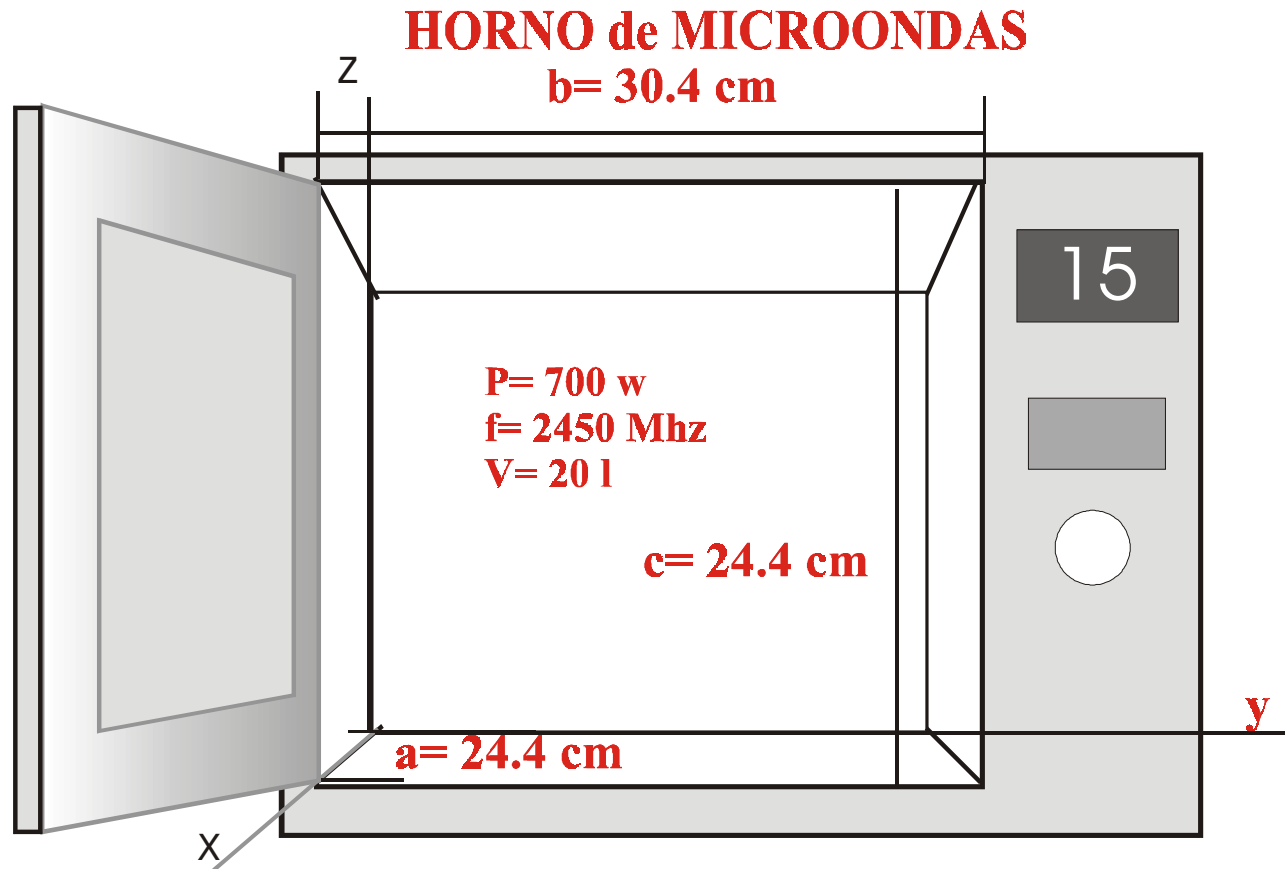
- E_0 y B_0 en la cavidad
- Modos de vibración
- Densidad de Estados
- Distribución de energía en la cavidad

Datos técnicos:

$P = 700$ w de consumo

$F = 2450$ Mhz de frecuencia de operación.

$V = 20$ l de capacidad



Resolución

Densidad de energía

1º Hipótesis Horno≡Cavidad Resonante

Sup= [2x(0.304x0.244)+2x(0.244x0.244)]m²=0.2674 m²
superficie excluyendo puerta y piso potencia irradiada por las paredes:

$$P_S = \frac{P}{S_{\text{Sup}}} = \frac{700\text{w}}{0.2674\text{m}^2} = 2617.8\text{w} / \text{m}^2$$

2º Hipótesis $P_S \approx S = cU$

$$U \approx \frac{P_S}{c_0} = \frac{2617.8\text{w} / \text{m}^2}{3.10^8 \text{m} / \text{s}} = 8.72610^{-6} \text{J} / \text{m}^3 = 8.726 \mu\text{J} / \text{m}^3$$

E_0 y B_0 en la cavidad

$$U = \varepsilon_0 E_0^2 = \frac{B_0^2}{\mu_0}$$

$$E = \sqrt{\frac{U}{\varepsilon_0}} \cong \sqrt{\frac{8.726 \cdot 10^{-6} \text{ J / m}^3}{8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Coul / (N m}^2)}} = 993 \text{ V / m}$$

$$B = \frac{E}{c} \cong \frac{993 \text{ V / m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m / s}} = 3.31 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

MODOS DE VIBRACIÓN

$$\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2 + \left(\frac{p}{c}\right)^2 = \left(\frac{2f}{c}\right)^2 = \left(\frac{2 \times 2.4510^9 \text{ Hz}}{310^8 \text{ m/s}}\right)^2 = 266.2 \text{ m}^{-2}$$

$$16.8m^2 + 10.8n^2 + 16.8p^2 = 266.2$$

Las soluciones

$$m=4 \quad n=0 \quad p=4$$

$$B_z = B_0 \cos\left(\frac{4\pi z}{c}\right)$$

$$E_z=0$$

no permitido

$$m=0 \quad n=4 \quad p=0$$

$$B_z = B_0 \cos\left(\frac{4\pi y}{b}\right)$$

$$E_z=0$$

no permitido

MODOS DE VIBRACIÓN

$$m=1 \quad n=3 \quad p=3$$

$$B_z = B_0 \cos\left(\frac{3\pi x}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi y}{b}\right) \cos\left(\frac{3\pi z}{c}\right) \quad E_z = E_0 \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{3\pi y}{b}\right) \cos\left(\frac{3\pi z}{c}\right)$$

$$m=3 \quad n=3 \quad p=1$$

$$B_z = B_0 \cos\left(\frac{3\pi x}{a}\right) \cos\left(\frac{3\pi y}{b}\right) \cos\left(\frac{\pi z}{c}\right) \quad E_z = E_0 \sin\left(\frac{3\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{3\pi y}{b}\right) \cos\left(\frac{\pi z}{c}\right)$$

DENSIDAD DE ESTADOS

Número de ondas estacionarias por intervalo de frecuencia

$$N(f) \approx \frac{8\pi V}{c_0^3} f^2 = \frac{8\pi \cdot 0.02 \text{ m}^3}{(310^8 \text{ m/s})^3} (2.4510^9 \text{ 1/s})^2 = 1.1210^{-7} \text{ s}$$

DENSIDAD DE ESTADOS

Número de ondas estacionarias por intervalo de frecuencia

$$N(f) \approx \frac{8\pi V}{c_0^3} f^2 = \frac{8\pi \cdot 0.02 \text{m}^3}{(310^8 \text{m/s})^3} (2.4510^9 \text{1/s})^2 = 1.1210^{-7} \text{s}$$

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN LA CAVIDAD

la longitud de onda de radiación

$$\lambda = \frac{c_0}{f} = \frac{310^8 \text{m/s}}{2.4510^9 \text{1/s}} = 0.122 \text{m} = 12.2 \text{cm}$$

$B = 0.304 \text{ m} = 5 (\lambda/2)$

$A = c = 0.244 \text{ m} = 4 (\lambda/2)$ **6 nodos estacionarios con disipación máxima**

