FÍSICA TEÓRICA 1 – 2do. Cuatrimestre de 2024

GUÍA 5 - ONDAS PLANAS EN CONDUCTORES

Problema 6: Reflexión y transmisión en un buen conductor

Propuestas de ejercicios:

Actualicen la última versión de la guía 5 que tiene corregido el ítem (d) del problema 6: *Demostrar que para un buen conductor el coeficiente de intensidad reflejada es*

$$r = \frac{\mathbf{E_r} \cdot \mathbf{E_r^*}}{\mathbf{E_0} \cdot \mathbf{E_0^*}} = \frac{E_r E_r^*}{E_0 E_0^*} = RR^* = |R|^2 \approx 1 - 2\delta k_0 \cos\theta \,.$$

En el pizarrón llegamos a calcular R, faltó hacer el cálculo de r.

1) Mostrar que los campos reales dentro del conductor $\mathbb{R}\mathrm{e}[\mathbf{E}]$ y $\mathbb{R}\mathrm{e}[\mathbf{B}]$ no forman terna derecha con $\mathbf{k}_f$. Recordar la definición que hicimos en clase para el vector número de onda complejo:

$$\mathbf{k} = \mathbf{k}_f + i\,\mathbf{k}_a \quad ; \quad \mathbf{k}_f, \mathbf{k}_a \in \mathbb{R}^3$$

donde $\mathbf{k}_f$ está asociado a la velocidad de fase y $\mathbf{k}_a$ está asociado a la atenuación dentro del conductor. Para escribir el campo eléctrico en el caso TE que resolvimos trabajen con la expresión

$$\mathbb{R}\mathrm{e}[\mathbf{E}] = |E|\, e^{-k'z}\, \cos\left(\mathbf{k}_f \cdot \mathbf{r} - \omega t + \phi\right) \hat{x}$$

en donde $|E|$ y ϕ se asumen conocidos a partir del coeficiente de transmisión T que obtuvimos en clase; $E = |E|\, e^{i\phi} = T\, E_0$.

2) Calcular el vector de Poynting $\mathbf{S}$ dentro del conductor: ¿En qué dirección se propaga la energía instantánea trasmitida?

3) Calcular el promedio temporal (en un período) $< \mathbf{S} >$. ¿En qué dirección viaja la energía promediada?

4) Estudiar el balance de energía promedio dentro del conductor: Tomar una columna de área unidad que se extiende desde la superficie del conductor hasta una distancia z dentro de él, usando la aproximación de buen conductor. Esto involucra el cálculo del vector de Poynting y el de la energía disipada por efecto Joule dentro del conductor:

$$\frac{d}{dt}\left(\int_{\mathrm{V}} d^3r\; u\right) + \oint_{\partial\mathrm{V}} d^2r\; \mathbf{n}\cdot\mathbf{S} = -\int_{\mathrm{V}} d^3r\; \mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$$

donde

$$u = \frac{1}{8\pi}(\mathbf{E}\cdot\mathbf{D} + \mathbf{H}\cdot\mathbf{B})$$

$$\mathbf{S} = \frac{c}{4\pi}\,\mathbf{E}\times\mathbf{H}$$

(El volumen V sería un cilindro de sección unidad A y de longitud z).