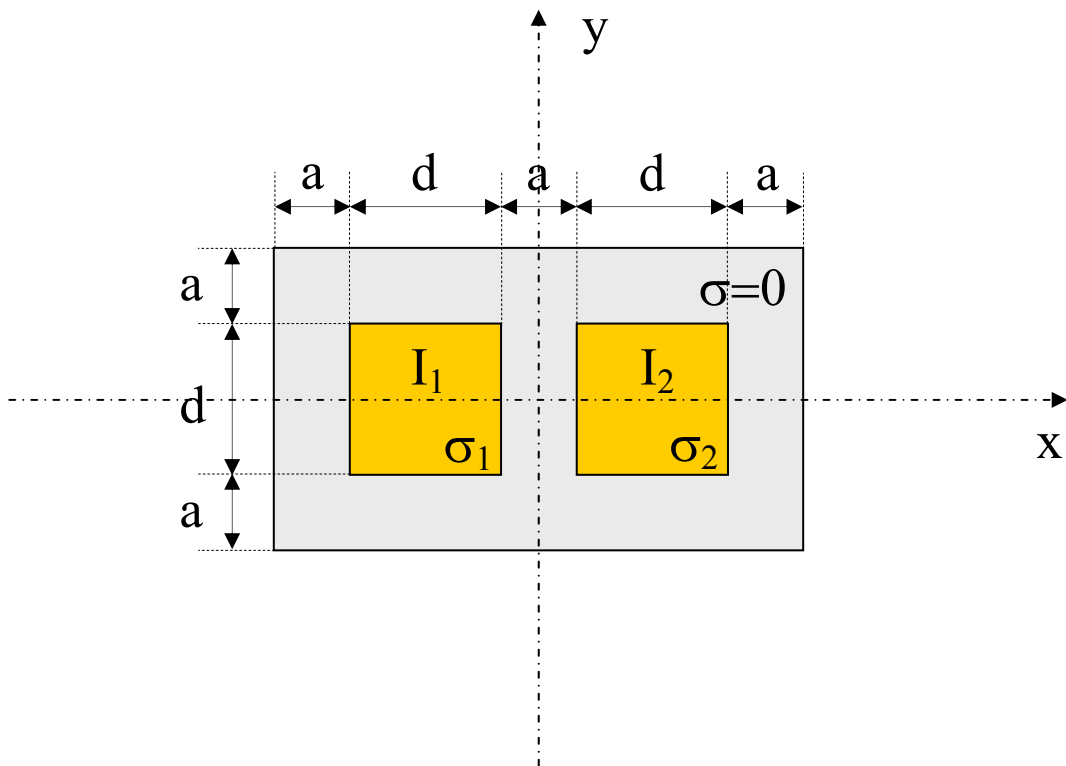


Esempio

Effetto pelle 2D

Linea bifilare rettilinea



$$a = 1\text{mm}, \quad d = 2\text{mm},$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 = 5.8 \cdot 10^7 \text{ S/m (rame)},$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_2 = 1\text{A}$$

Calcolo della resistenza

Formula analitica nel caso stazionario

$$R_{DC} = \frac{1}{\sigma_1 S_1} + \frac{1}{\sigma_2 S_2} \left[\frac{\Omega}{m} \right]$$

$$S_1 = S_2 = d^2, \quad \sigma_1 = \sigma_2 = 5.8 \cdot 10^7 \text{ S/m (rame)}$$

$$R_{DC} = 8.62069 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

Formule per il calcolo della resistenza a partire dalla soluzione numerica FEM nel caso quasi stazionario (a regime sinusoidale)

Dalle perdite per effetto Joule

$$P = \iint_{S_1} \frac{|\mathbf{j}(x, y)|^2}{\sigma} dx dy \left[\frac{W}{m} \right]$$

$$R_{AC} = 2 \frac{P}{|\dot{\mathbf{i}}|^2} \left[\frac{\Omega}{m} \right]$$

Dalla definizione di impedenza

$$\dot{\mathbf{i}}_e = -j\omega\sigma \iint_S \dot{\mathbf{A}}(x, y) dx dy \Rightarrow \dot{\mathbf{i}}_s = \dot{\mathbf{i}} - \dot{\mathbf{i}}_e \Rightarrow \dot{\mathbf{j}}_s = \frac{\dot{\mathbf{i}}_s}{S}$$

$$\dot{\mathbf{V}} = \frac{\dot{\mathbf{j}}_s}{\sigma} \left[\frac{V}{m} \right] \Rightarrow R_{AC} = \operatorname{Re}\{Z\} = \operatorname{Re}\left\{ \frac{\dot{\mathbf{V}}}{\dot{\mathbf{i}}} \right\} \left[\frac{\Omega}{m} \right]$$

Profondità di penetrazione : $\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \sigma \mu_0}} \text{ [m]}$

Calcolo della resistenza

Risultati

f (Hz)	δ (mm)	passi	triangoli	energy error %	resistenza (Ω /m)	Δ resistenza DC %
10	21	8	576	0.8593	0.0086207	$1.2 \cdot 10^{-4}$
$10 \cdot 10^3$	0.66	9	738	0.7009	0.0102180	18.5
$100 \cdot 10^3$	0.2	11	1219	0.9328	0.0272700	216
$10 \cdot 10^6$	0.02	15	3537	0.9486	0.2755600	3096