

單位長度的導體電阻 R

這個參數的計算利用了

波印亭向量 (指向導體內部)

導體有損耗，必定有 z 方向的電場分量， $\tilde{E}_z = \tilde{E}$

配合 x 方向的 $\tilde{H}_x = \tilde{H}$

可得到 $\frac{1}{2} \text{Re} \{ \tilde{E} \times \tilde{H}^* \}$

這是單位面積的平均功率，

這個功率代表著歐姆損耗，

電磁能量轉換成熱能，

透過這個功率密度，

就可以定義 R

$$\frac{1}{2} \text{Re} \{ \tilde{E} \times \tilde{H}^* \} = \frac{1}{2} |\tilde{I}|^2 R$$

導體有電阻，代表不會有
真正的表面電流密度
但為了方便計算，或者
說方便定義，假設這時
導體內的電流僅存在表面
這時會有 $\tilde{H}_x = \tilde{J}_{su}$

$$\text{定義： } Z_s = \frac{E_z}{J_{su}} = \frac{E_z}{H_x} = \eta_c = (1+j) \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}} = R_s + j X_s$$

$$\tilde{E}_z = \tilde{J}_{su} Z_s$$

$$\tilde{E} \times \tilde{H}^* = \hat{y} \tilde{E}_z \tilde{H}_x^*$$

$$= \hat{y} \tilde{J}_{su} Z_s \tilde{J}_{su}^*$$

$$= \hat{y} |\tilde{J}_{su}|^2 Z_s$$

$$\frac{1}{2} \text{Re} \{ \tilde{E} \times \tilde{H}^* \} = \frac{1}{2} |\tilde{J}_{su}|^2 R_s = P_o$$

對於平行板傳輸線

單位長度上的功率密度

$$P_{\text{avg}} \times 2 = \frac{1}{2} |\tilde{J}_{\text{su}}|^2 R_s W \times 2$$

$$= \frac{1}{2} W^2 |\tilde{J}_{\text{su}}|^2 \frac{R_s}{W} \times 2$$

$$= \frac{1}{2} |\tilde{I}|^2 \left(\frac{R_s}{W} \times 2 \right)$$

$$R = 2 \left(\frac{R_s}{W} \right)$$

雙線傳輸線

$$P_{\text{avg}} \times 2\pi a \times 2$$

$$= \frac{1}{2} |\tilde{J}_{\text{su}}|^2 R_s \times 2\pi a \times 2$$

$$= \frac{1}{2} |\tilde{I}|^2 \left(\frac{R_s}{2\pi a} \times 2 \right)$$

$$R = \frac{R_s}{\pi a}$$

同軸電纜

$$P_{\text{avg}} \times (2\pi a + 2\pi b)$$

$$= \frac{1}{2} |\tilde{J}_{\text{su}}|^2 R_s \times 2\pi a + \frac{1}{2} |\tilde{J}_{\text{su}}|^2 R_s \times 2\pi b$$

$$= \frac{1}{2} |\tilde{I}|^2 \left(\frac{R_s}{2\pi a} \right) + \frac{1}{2} |\tilde{I}|^2 \left(\frac{R_s}{2\pi b} \right)$$

$$= \frac{1}{2} |\tilde{I}|^2 \left(\frac{R_s}{2\pi a} + \frac{R_s}{2\pi b} \right)$$

$$R = \frac{R_s}{2\pi} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$$

$$\tilde{Z}_s \triangleq \frac{\tilde{E}_z}{\tilde{J}_{\text{su}}} = \frac{\tilde{E}_z}{\tilde{H}_x} = \eta_c = (1+j) \sqrt{\frac{\pi f \mu_c}{\sigma_c}} = R_s + jX_s$$

$$R_s = \sqrt{\frac{\pi f \mu_c}{\sigma_c}}$$