

Duální obvody - odvození základních rovnic. Úvod - odvození ztrátového úhlu kondenzátoru.

$R_s, C_s, (R_p, C_p)$ = vyjádření odporu a kapacity v seriovém (paralelním) zapojení

1. vyjádření seriovým náhradním schematem.

$$U_s = U_{R_s} + U_{C_s} = I.R_s + I \frac{1}{j\omega.C_s} \quad \text{tg}d_s = \frac{U_{R_s}}{U_{C_s}} = \frac{I.R_s}{\frac{I}{\omega.C_s}} = \omega.R_s.C_s$$

2. vyjádření paralelním náhradním schematem

$$I_p = I_{R_p} + I_{C_p} = \frac{U}{R_p} + \frac{U}{\frac{1}{j\omega.C_p}} = \frac{U}{R_p} + U.j\omega.C_p \quad \text{tg}d_p = \frac{I_{R_p}}{I_{C_p}} = \frac{\frac{U}{R_p}}{U.\omega.C_p} = \frac{1}{\omega.R_p.C_p}$$

Protože se jedná se o ztrátový úhel stejného kondenzátoru, musí být ztrátový cinitel stejný pro oba druhy zapojení.

$$\text{tg}d_s = \omega.R_s.C_s = \frac{1}{\omega.R_p.C_p} = \text{tg}d_p \quad \frac{1}{\text{tg}d_s} = \frac{1}{\omega.R_s.C_s} = \omega.R_p.C_p = \frac{1}{\text{tg}d_p} \quad \frac{1}{\text{tg}d} = Q \quad \text{tg}d = \frac{1}{Q}$$

Pro duální obvod musí platit rovnocenná schemata. Obe schemata popíšeme rovnicemi (levá strana seriové zapojení, pravá strana paralelní zapojení)

$$R_s + \frac{1}{j\omega.C_s} = \frac{R_p \cdot \frac{1}{j\omega.C_p}}{R_p + \frac{1}{j\omega.C_p}} = \frac{\frac{R_p}{j\omega.C_p}}{1 + \frac{R_p}{j\omega.C_p}} = \frac{R_p}{1 + j\omega.R_p.C_p} \quad \text{usmerníme jmenovatele} \frac{(1 - j\omega.R_p.C_p)}{(1 - j\omega.R_p.C_p)}$$

$$R_s - j \frac{1}{\omega.C_s} = \frac{R_p.(1 - j\omega.R_p.C_p)}{(1 + j\omega.R_p.C_p)(1 - j\omega.R_p.C_p)} = \frac{R_p - j\omega.R_p^2.C_p}{1 + (\omega.R_p.C_p)^2}$$

$$R_s - j \frac{1}{\omega.C_s} = \frac{R_p}{1 + (\omega.R_p.C_p)^2} - j \frac{\omega.(R_p)^2.C_p}{1 + (\omega.R_p.C_p)^2}$$

Provedeme porovnání reálných částí rovnice

$$R_s = \frac{R_p}{1 + (\omega.R_p.C_p)^2} = R_p \frac{1}{1 + (\omega.R_p.C_p)^2} \quad (\omega.R_p.C_p)^2 = \frac{1}{\text{tg}^2 d} = Q^2$$

$$R_s = R_p \frac{1}{1 + Q^2}$$

Provedeme porovnání imaginárních částí rovnice

$$-\frac{1}{\omega.C_s} = -\frac{\omega.(R_p)^2.C_p}{1 + (\omega.R_p.C_p)^2} \quad \omega.C_s = \frac{1 + (\omega.R_p.C_p)^2}{\omega.(R_p)^2.C_p} \quad \omega.C_s = \frac{1}{\omega.(R_p)^2.C_p} + (\omega.C_p)$$

$$\omega.C_s = \omega.C_p + \frac{1}{\omega.(R_p)^2.C_p} \quad \omega.C_s = \omega.C_p \left(1 + \frac{1}{\omega^2.(R_p)^2.(C_p)^2}\right) \quad \text{provedeme úpravu výrazu}$$

$$C_s = C_p \left(1 + \frac{1}{(\omega.R_p.C_p)^2}\right) \quad \frac{1}{(\omega.R_p.C_p)^2} = \text{tg}^2 d$$

$$C_s = C_p(1 + tg^2 \mathbf{d})$$