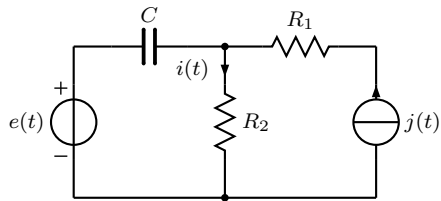


1.

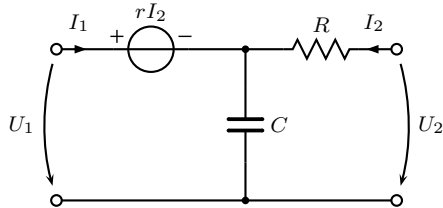


Laske resistanssin R_2 pätöteho, kun $e(t) = \sin(\omega_1 t)$ V ja $j(t) = 1 + 2 \sin(\omega_2 t)$ A.

$$\omega_1 = 2 \text{ rad/s} \quad \omega_2 = 3 \text{ rad/s} \quad R_1 = 2 \Omega$$

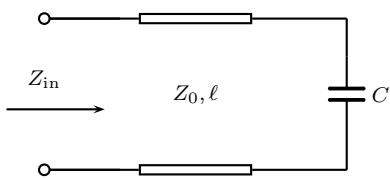
$$R_2 = 2 \Omega \quad C = 1 \text{ F.}$$

2.



Laske kuvan kaksiportin z -parametrit.

3.



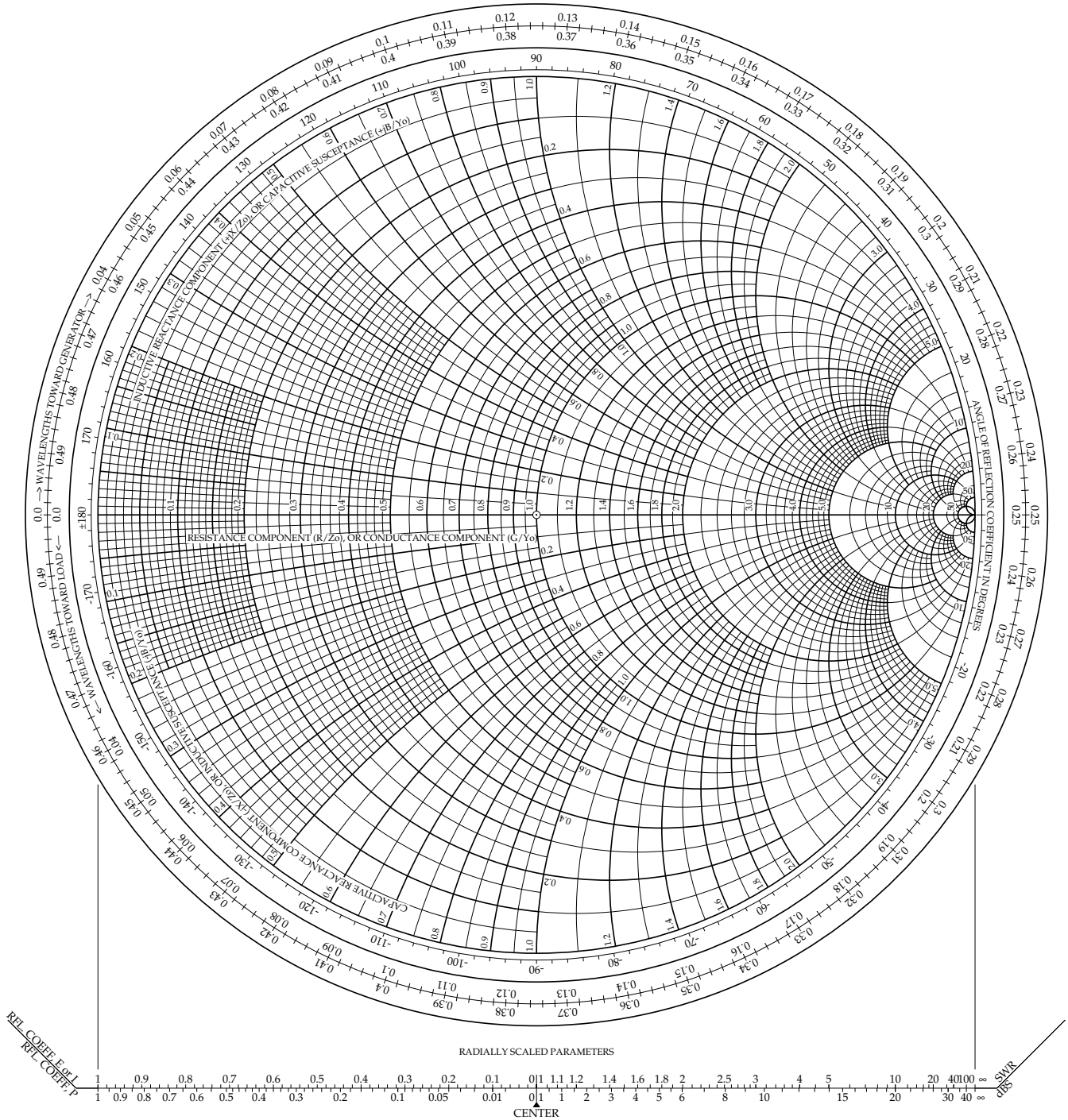
Laske syöttöpisteimpedanssi Z_{in} . Häviöttömän siirto-johdon ominaisimpedanssi on $Z_0 = 50 \Omega$, pituus $\ell = \frac{2\lambda}{5}$ ja kuorma $C = 55 \text{ pF}$. Systemiä syötetään taajuudella $f = 2,9 \text{ GHz}$.

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \cos(\beta\ell) & jZ_0 \sin(\beta\ell) \\ jY_0 \sin(\beta\ell) & \cos(\beta\ell) \end{bmatrix}$$

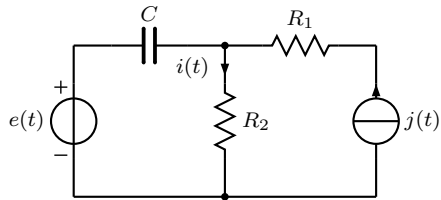
Jos käytit Smithin karttaa, palauta se osana vastaustasi.

Elektroniikan ja nanotekniikan laitos

Aalto ELEC



0.1



Laske resistanssin R_2 pätöteho, kun $e(t) = \sin(\omega_1 t)$ V ja $j(t) = 1 + 2 \sin(\omega_2 t)$ A.

$$\begin{aligned} \omega_1 &= 2 \text{ rad/s} & \omega_2 &= 3 \text{ rad/s} & R_1 &= 2 \Omega \\ R_2 &= 2 \Omega & C &= 1 \text{ F}. \end{aligned}$$

Resistanssin R_2 virta DC:llä, kun $J = 1$ A:

$$I_0 = 1 \text{ A.}$$

jolloin $P_0 = R_2 I_0^2 = 2 \text{ W}$.

Kulmataajuudella ω_1 , kun $E_1 = 1/\sqrt{2}$ V

$$I_1 = \frac{E_1}{R_2 + \frac{1}{j\omega_1 C}} = 0,343 / \underline{14,04^\circ} \text{ A}$$

jolloin $P_1 = R_2 |I_1|^2 = 0,235 \text{ W}$.

Kulmataajuudella ω_2 , kun $J_2 = 2/\sqrt{2}$ A

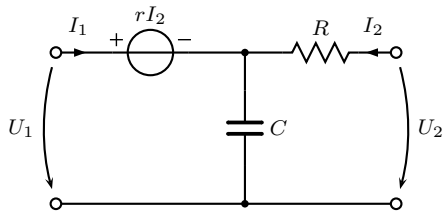
$$I_2 = \frac{\frac{1}{j\omega_2 C}}{\frac{1}{j\omega_2 C} + R_2} J_2 = 0,2325 / \underline{-80,53^\circ} \text{ A}$$

ja tällä taajuudella teho $P_2 = R_2 |I_2|^2 = 0,108 \text{ W}$.

Kysytty kokonaisteho voidaan laskea summaamalla tehot $P = P_0 + P_1 + P_2 = 2,3434 \text{ W}$ tai

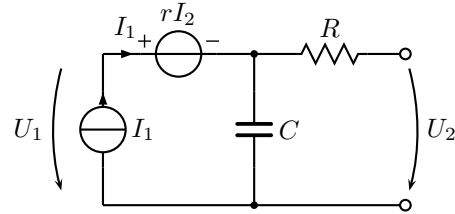
$$P = R_2 (|I_0|^2 + |I_1|^2 + |I_2|^2) = 2,3434 \text{ W}.$$

0.2



Laske kuvan kaksiportin z -parametrit.

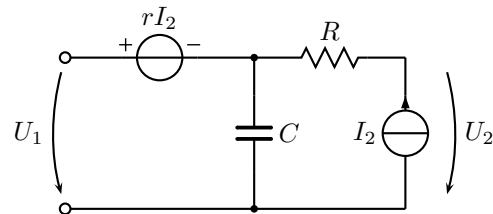
Lasketaan z_{11} ja z_{21} laittamalla heräte porttiin 1. I_2 on nyt nolla ja ohjattu lähde vastaa oikosulkua.



$$z_{11} = \frac{U_1}{I_1} \Big|_{I_2=0} = \frac{1}{sC}$$

$$z_{21} = \frac{U_2}{I_1} \Big|_{I_2=0} = \frac{1}{sC}$$

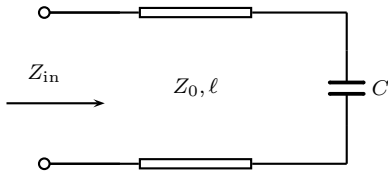
Lasketaan seuraavaksi z_{22} ja z_{12} laittamalla heräte porttiin 2:



$$z_{22} = \frac{U_2}{I_2} \Big|_{I_1=0} = R + \frac{1}{sC}$$

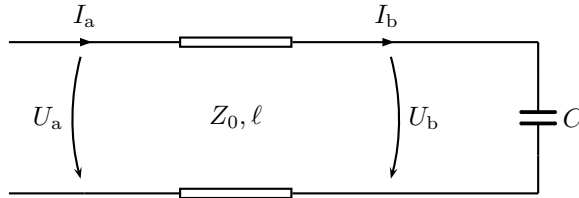
$$z_{12} = \frac{U_1}{I_2} \Big|_{I_1=0} = r + \frac{1}{sC}$$

0.3



Laske syöttöpisteimpedanssi Z_{in} . Häviöttömän siirtojohdon ominaisimpedanssi on $Z_0 = 50 \Omega$, pituus $\ell = \frac{2\lambda}{5}$ ja kuorma $C = 55 \text{ pF}$. Systeemiä syötetään taajuudella $f = 2,9 \text{ GHz}$.

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \cos(\beta\ell) & jZ_0 \sin(\beta\ell) \\ jY_0 \sin(\beta\ell) & \cos(\beta\ell) \end{bmatrix}$$



$$\beta\ell = \frac{2\pi}{\lambda}\ell = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{2\lambda}{5} = \frac{4\pi}{5}$$

Ratkaistaan johdon alkupäästä näkyvä impedanssi:

$$Z_{in} = \frac{U_a}{I_a} = \frac{\cos(\beta\ell)U_b + jZ_0 \sin(\beta\ell)I_b}{j\frac{1}{Z_0} \sin(\beta\ell)U_b + \cos(\beta\ell)I_b} = \frac{\cos \frac{4\pi}{5} Z_C I_b + jZ_0 \sin \frac{4\pi}{5} I_b}{j\frac{1}{Z_0} \sin \frac{4\pi}{5} Z_C I_b + \cos \frac{4\pi}{5} I_b} = \frac{\cos \frac{4\pi}{5} \frac{1}{j2\pi fC} + jZ_0 \sin \frac{4\pi}{5}}{j\frac{1}{Z_0} \sin \frac{4\pi}{5} \frac{1}{j2\pi fC} + \cos \frac{4\pi}{5}}$$

Sijoittamalla lukuarvot saadaan

$$Z_{in} = \frac{-0,8090 \frac{1}{j1,002} + j29,39}{j0,02 \cdot 0,5878 \frac{1}{j1,002} - 0,8090} \approx -j37,87\Omega.$$