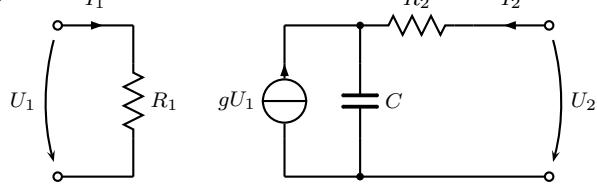


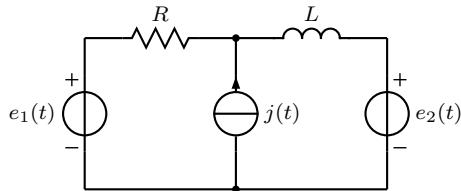
Vastaa KOLMEEN tehtävään!

1.



Laske oheisen kaksiportin z -parametrit.

2.

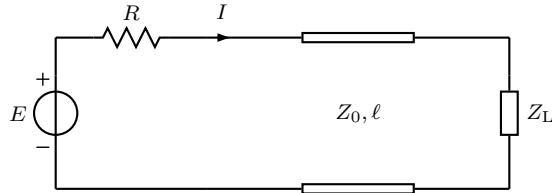


Laske resistanssissa R kuluva teho, kun

$$\begin{aligned} e_1(t) &= 1 \text{ V}, \\ j(t) &= \sin(\omega_1 t + 90^\circ) \text{ A}, \\ e_2(t) &= \sin(\omega_2 t) \text{ V}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= 10 \Omega & L &= 100 \text{ mH} & \omega_1 &= 100 \text{ rad/s} \\ \omega_2 &= 200 \text{ rad/s}. \end{aligned}$$

3.

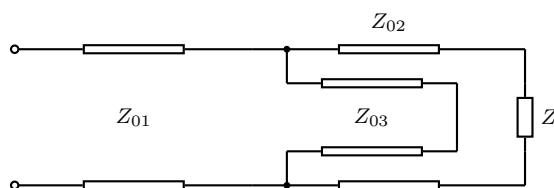


Laske virta I ketjumatriisiin avulla. Siirtojohdon ominaisimpedanssi $Z_0 = 75 \Omega$ ja pituus $\ell = \frac{3\lambda}{4}$. Kuorman impedanssi on $Z_L = (30 - j22,5) \Omega$.

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

$$R = 50 \Omega \quad E = 1/0^\circ \text{ V} \quad f_0 = 100 \text{ MHz}.$$

4.

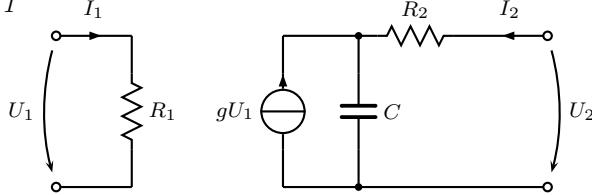
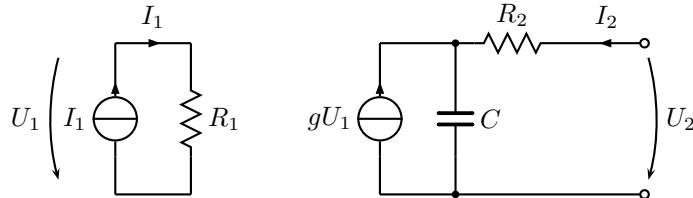


Valitse siirtojohtojen 2 ja 3 pituudet siten, että kuorma Z on sovitettu johdolle 1. Yksi oikea ratkaisu riittää. Siirtojohdot ovat häviöttömiä.

$$\begin{aligned} Z &= [30 - j70] \Omega & Z_{01} &= 50 \Omega & Z_{02} &= 50 \Omega \\ Z_{03} &= 50 \Omega. \end{aligned}$$

Jos käytit Smithin karttaa, palauta se osana vastaustasi.

0.1

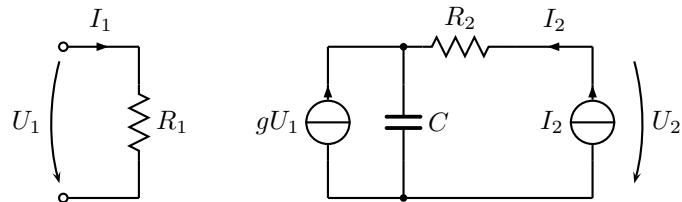
Laske oheisen kaksiportin z -parametrit.Kytketään porttiin 1 virtualähde I_1 ja jätetään portti 2 auki:

$$z_{11} = \left. \frac{U_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = R_1$$

Koska $I_2 = 0$, on resistanssin R_2 jännite nolla. Tällöin

$$U_2 = gU_1 \frac{1}{sC} = gR_1 I_1 \frac{1}{sC}$$

$$z_{21} = \left. \frac{U_2}{I_1} \right|_{I_2=0} = \frac{gR_1}{sC}$$

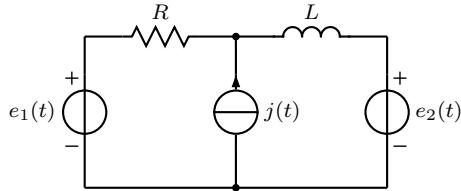
Kytketään porttiin 2 virtualähde I_2 ja jätetään portti 1 auki:

$$z_{12} = \left. \frac{U_1}{I_2} \right|_{I_1=0} = 0.$$

Koska $I_1 = 0$, on myös $U_1 = 0$ ja $gU_1 = 0$.

$$z_{22} = \left. \frac{U_2}{I_2} \right|_{I_1=0} = R_2 + \frac{1}{sC}$$

0.2



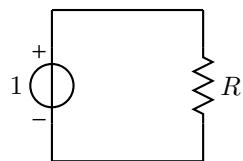
Laske resistanssissa R kuluva teho, kun

$$\begin{aligned} e_1(t) &= 1 \text{ V}, \\ j(t) &= \sin(\omega_1 t + 90^\circ) \text{ A}, \\ e_2(t) &= \sin(\omega_2 t) \text{ V}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= 10 \Omega & L &= 100 \text{ mH} & \omega_1 &= 100 \text{ rad/s} \\ \omega_2 &= 200 \text{ rad/s}. \end{aligned}$$

Ratkaistaan tehot kolmella eri taajuudella.

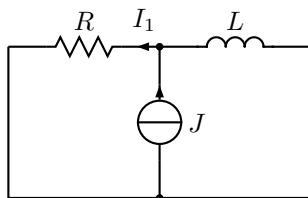
DC:



Resistanssin jännite on 1 V, eli teho

$$P_{dc} = \frac{|U|^2}{R} = 0,1 \text{ W}.$$

$\omega = \omega_1$:



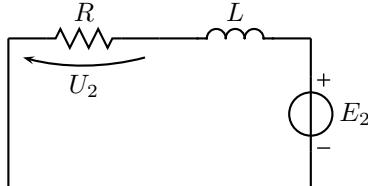
Virta saadaan virranjaolla

$$I_1 = \frac{j\omega_1 L}{R + j\omega_1 L} J = \frac{j10}{10 + j10} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} / 90^\circ = \frac{1}{2} / 135^\circ \text{ A}$$

ja täten teho on

$$P_1 = R|I_1|^2 = 2,5 \text{ W}$$

$\omega = \omega_2$:



$$U_2 = \frac{R}{R + j\omega_2 L} E_2 = \frac{10}{10 + j20} \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{10}} / -63.4^\circ$$

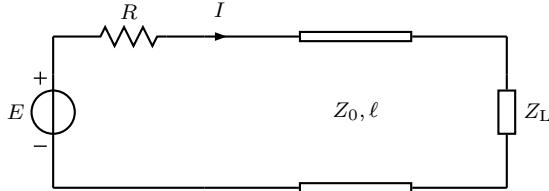
ja teho

$$P_2 = \frac{|U|^2}{R} = 0,01 \text{ W}$$

Kokonaisteho saadaan summaamalla tehot yhteen

$$P = P_{dc} + P_1 + P_2 = 0,1 + 2,5 + 0,01 = 2,61 \text{ W}$$

0.3



Laske virta I ketjumatriisiin avulla. Siirtojohdon ominaisimpedanssi $Z_0 = 75 \Omega$ ja pituus $\ell = \frac{3\lambda}{4}$. Kuorman impedanssi on $Z_L = (30 - j22,5) \Omega$.

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

$$R = 50 \Omega \quad E = 1/0^\circ \text{ V} \quad f_0 = 100 \text{ MHz.}$$

Etenevän aallon aallonpituuus

$$\beta\ell = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{3\lambda}{4} = \frac{3\pi}{2}$$

Ketjumatriisista saadaan

$$Z_{\text{in}} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{\cos(\beta\ell) \cdot U_2 + jZ_0 \sin(\beta\ell) I_2}{jY_0 \sin(\beta\ell) U_2 + \cos(\beta\ell) I_2} = \frac{\cos(\beta\ell) \cdot \frac{U_2}{I_2} + jZ_0 \sin(\beta\ell)}{jY_0 \sin(\beta\ell) \frac{U_2}{I_2} + \cos(\beta\ell)} = \frac{\cos(\beta\ell) \cdot Z_L + jZ_0 \sin(\beta\ell)}{jY_0 \sin(\beta\ell) Z_L + \cos(\beta\ell)}$$

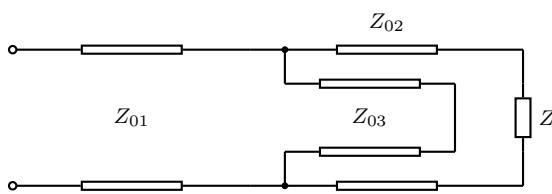
Koska $\sin(\frac{3\pi}{2}) = -1$ ja $\cos(\frac{3\pi}{2}) = 0$, niin

$$Z_{\text{in}} = \frac{\cos(\beta\ell) \cdot Z_L + jZ_0 \sin(\beta\ell)}{jY_0 \sin(\beta\ell) + \cos(\beta\ell)} = \frac{-jZ_0}{-jY_0 Z_L} = (120 + j90) \Omega$$

Näin ollen virta

$$I = \frac{E}{R + Z_{\text{in}}} = \frac{1}{170 + j90} = (4,6 - j2,4) \text{ mA} = 5,2/ -27,9^\circ \text{ mA}$$

0.4



Valitse siirtojohtojen 2 ja 3 pituudet siten, että kuorma Z on sovitettu johdolle 1. Yksi oikea ratkaisu riittää. Siirtojohdot ovat häviöttömiä.

$$Z = [30 - j70] \Omega \quad Z_{01} = 50 \Omega \quad Z_{02} = 50 \Omega \\ Z_{03} = 50 \Omega.$$

Koska sovitus tehdään rinnakkaisstubbilla, käytetään impedanssien sijaista admittansseja. Normalisoidaan kuormaimpedanssi jakamalla johdon ominaisimpedanssilla Z_{02} . $\Rightarrow z = 0,6 - j1,4$ Sijoitetaan saatu arvo Smithin diagrammille ja peilataan keskipisteen kautta admittanssiksi. Siirrytään generaattoriin pään kunnes admittanssin reaaliosaa on tasan 1. Liikuttu matka on $\ell_2 = 0,185\lambda - 0,09\lambda = 0,095\lambda$. Imaginaariosa on noin 1,88. Tarvitaan rinnakkaisstubi, jonka alkupäästä näkyvä admittanssi on $-j1,88$. Kuljetaan oikosulkua vastaavasta kohdasta (admittanssi ääretön) generaattoriin pään kunnes päästään admittanssiin $-j1,88$ Kuljettu matka $\ell_3 = 0,328\lambda - 0,25\lambda = 0,078\lambda$.

