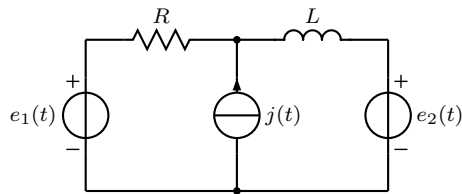


1.



Laske resistanssissa R kuluva teho, kun

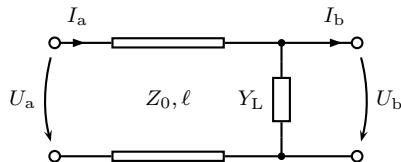
$$e_1(t) = 2 \text{ V},$$

$$j(t) = \sin(\omega_1 t + 90^\circ) \text{ A},$$

$$e_2(t) = 5 \sin(\omega_2 t) \text{ V}.$$

$$R = 5 \ \Omega \quad L = 50 \text{ mH} \quad \omega_1 = 100 \text{ rad/s} \\ \omega_2 = 200 \text{ rad/s}.$$

2.



a) Määritä kuvan systeemin ketjuparametrit. Siirtojohto on häviötön.

b) Mikä on a-portista näkyvä impedanssi Z_{in} , kun johdon pituus $l = \lambda/8$, $Z_0 = 50 \ \Omega$ ja admittanssi $Y_L = 0,1 \text{ S}$.

$$\underline{K} = \begin{bmatrix} \cos \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

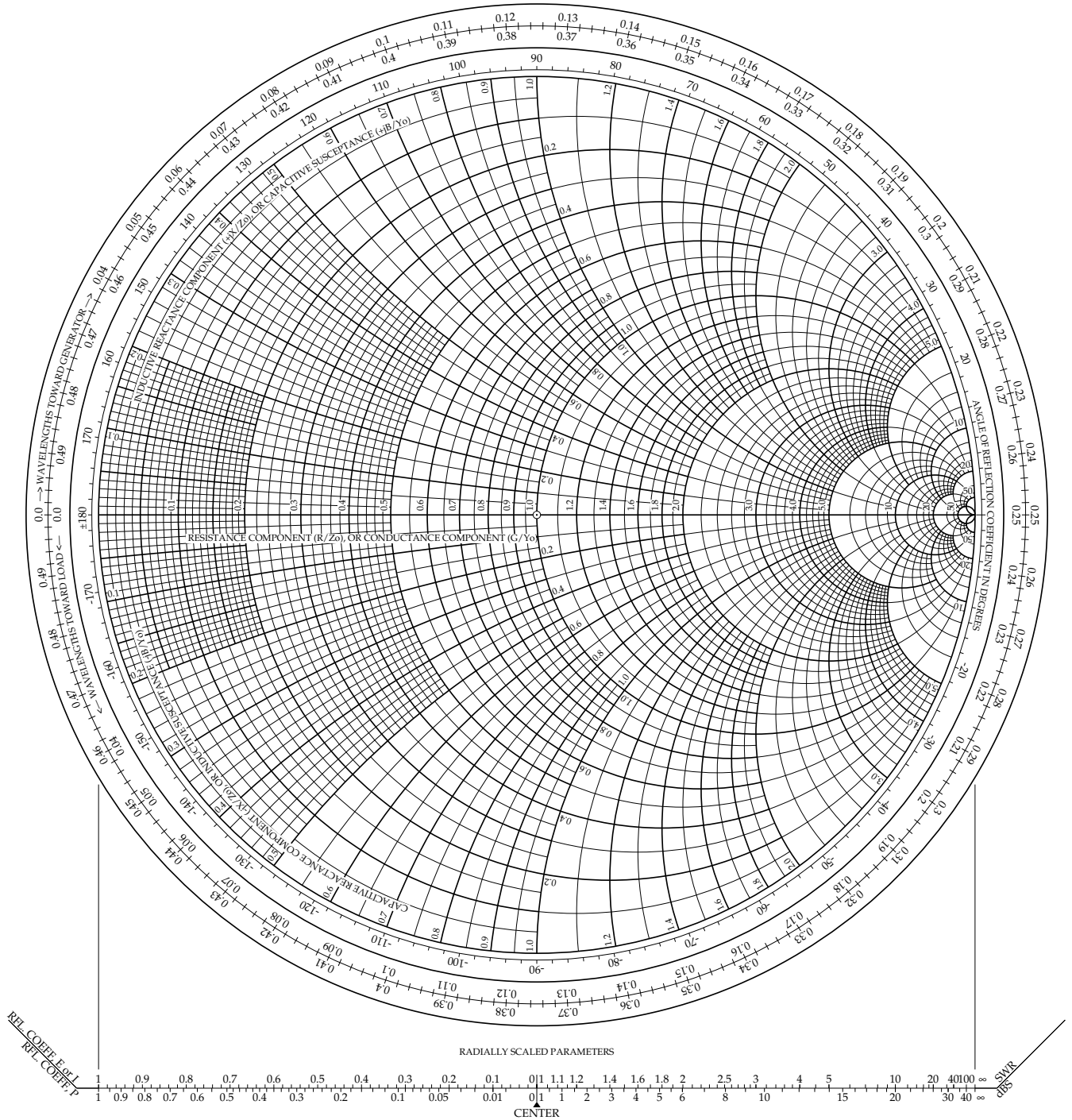
3.

Valitse oikea vaihtoehto. Jokaisessa kohdassa on vain yksi oikea vastaus. Vastaukseksi riittää pelkkä kirjain.

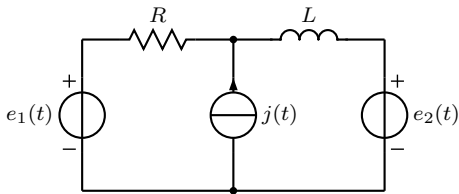
1. Jos taajuus on 10 GHz, johto alkaa toimia siirtojohtona, kun sen pituus on suuruusluokkaa
 - (a) 3 cm
 - (b) 30 cm
 - (c) 3 m
 - (d) 30 m
2. Siirtojohdolla etenevä jännite on muotoa $U(z) = U^+ e^{-\gamma z}$. Häviöttömällä johdolla etenemiskerroin γ on
 - (a) positiivinen.
 - (b) negatiivinen.
 - (c) puhtaasti reaalinen.
 - (d) puhtaasti imaginaarinen.
3. Häviöttömällä johdolla siirryttäessä vakiona pysyy heijastuskertoimen
 - (a) reaaliosa.
 - (b) imaginaariosa.
 - (c) itseisarvo.
 - (d) vaihe.
4. Oikosulkuun päätetyn häviöttömän siirtojohdon alkupäässä näkyvä impedanssi
 - (a) on aina reaalinen tai nolla.
 - (b) on aina imaginaarinen tai nolla.
 - (c) ei riipu johdon pituudesta.
 - (d) ei riipu taajuudesta.
5. Avoimesti päätetyn häviöttömän johdon heijastuskerroin ρ on
 - (a) -1
 - (b) 0.
 - (c) +1.
 - (d) ääretön.
6. Jos siirtojohto on sovitettu ($\rho=0$), seisovan aallon suhde SAS on tällöin
 - (a) -1
 - (b) 0.
 - (c) +1.
 - (d) ääretön.

Elektroniikan ja nanotekniikan laitos

Aalto ELEC



0.1



Laske resistanssissa R kuluva teho, kun

$$e_1(t) = 2 \text{ V},$$

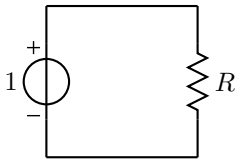
$$j(t) = \sin(\omega_1 t + 90^\circ) \text{ A},$$

$$e_2(t) = 5 \sin(\omega_2 t) \text{ V}.$$

$$R = 5 \Omega \quad L = 50 \text{ mH} \quad \omega_1 = 100 \text{ rad/s} \\ \omega_2 = 200 \text{ rad/s}.$$

Ratkaistaan tehot kolmella eri taajuudella.

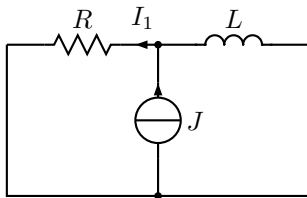
DC:



Resistanssin jännite on 1 V, eli teho

$$P_{\text{dc}} = \frac{|U|^2}{R} = 0,8 \text{ W}.$$

$\omega = \omega_1$:



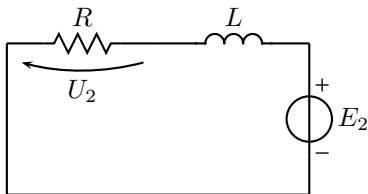
Virta saadaan virranjaolla

$$I_1 = \frac{j\omega_1 L}{R + j\omega_1 L} J = \frac{j5}{5 + j5} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} / 90^\circ = \frac{1}{2} / 135^\circ \text{ A}$$

ja täten teho on

$$P_1 = R|I_1|^2 = 1,25 \text{ W}$$

$\omega = \omega_2$:



$$U_2 = \frac{R}{R + j\omega_2 L} E_2 = \frac{5}{5 + j10} \frac{5}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{5}{2}} / -63.4^\circ$$

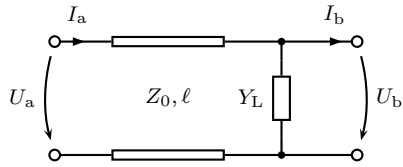
ja teho

$$P_2 = \frac{|U|^2}{R} = 0,5 \text{ W}$$

Kokonaisteho saadaan summaamalla tehot yhteen

$$P = P_{\text{dc}} + P_1 + P_2 = 0,8 + 1,25 + 0,5 = 2,55 \text{ W}$$

0.2



a) Määritä kuvan systeemin ketjuparametrit. Siirtojohto on häviötön.

b) Mikä on a-portista näkyvä impedanssi Z_{in} , kun johdon pituus $\ell = \lambda/8$, $Z_0 = 50 \Omega$ ja admittanssi $Y_L = 0,1 \text{ S}$.

$$\underline{K} = \begin{bmatrix} \cos \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

a) Koko systeemin ketjuparametrit saadaan kertomalla siirtojohtoon ja admittanssin ketjumatriisit:

$$\begin{bmatrix} \cos \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y_L & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta + jZ_0 Y_L \sin \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta + Y_L \cos \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

b) Siirtojohtoon sähköinen pituus on

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

eli näin ollen

$$\cos \theta = \sin \theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Ratkaistaan impedanssi ketjumatriisista

$$\begin{bmatrix} U_a \\ I_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta + jZ_0 Y_L \sin \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta + Y_L \cos \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_b \\ I_b \end{bmatrix}$$

jakamalla jännite U_a virralla I_a :

$$Z_{in} = \frac{U_a}{I_a} = \frac{(\cos \theta + jZ_0 Y_L \sin \theta)U_b + jZ_0 \sin \theta I_b}{(jY_0 \sin \theta + Y_L \cos \theta)U_b + \cos \theta I_b}$$

Koska $I_b = 0$, saadaan

$$Z_{in} = \frac{1 + jZ_0 Y_L}{jY_0 + Y_L} = \frac{1 + j5}{0,1 + j0,02} \Omega = 50 / \underline{67,38^\circ} \Omega$$

Valitse oikea vaihtoehto. Jokaisessa kohdassa on vain yksi oikea vastaus. Vastaukseksi riittää pelkkä kirjain.

1. Jos taajuus on 10 GHz, johto alkaa toimia siirtojohtona, kun sen pituus on suuruusluokkaa
 - (a) 3 cm
 - (b) 30 cm
 - (c) 3 m
 - (d) 30 m
 2. Siirtojohdolla etenevä jännite on muotoa $U(z) = U^+ e^{-\gamma z}$. Häviöttömällä johdolla etenemiskerroin γ on
 - (a) positiivinen.
 - (b) negatiivinen.
 - (c) puhtaasti reaalin.
 - (d) puhtaasti imaginaarinen.
 3. Häviöttömällä johdolla siirryttäessä vakiona pysyy heijastuskertoimen
 - (a) reaaliosa.
 - (b) imaginaariosa.
 - (c) itseisarvo.
 - (d) vaihe.
 4. Oikosulkuun päätetyn häviöttömän siirtojohtoon alkupäässä näkyvä impedanssi
 - (a) on aina reaalin tai nolla.
 - (b) on aina imaginaarinen tai nolla.
 - (c) ei riipu johdon pituudesta.
 - (d) ei riipu taajuudesta.
 5. Avoimesti päätetyn häviöttömän johdon heijastuskerroin ρ on
 - (a) -1
 - (b) 0.
 - (c) +1.
 - (d) ääretön.
 6. Jos siirtojohto on sovitettu ($\rho=0$), seisovan aallon suhde SAS on tällöin
 - (a) -1
 - (b) 0.
 - (c) +1.
 - (d) ääretön.
-

Oikea rivi: 1a, 2d, 3c, 4b, 5c, 6c.

(Kohdat 3-6 voi pohtia Smithin kartan avulla.)