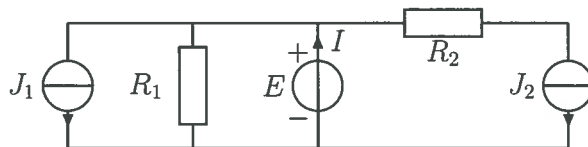
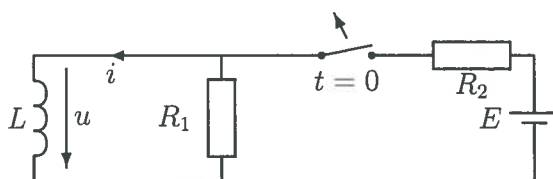


1. välikoe 27.10.2005. Saat vastata vain neljään tehtävään!

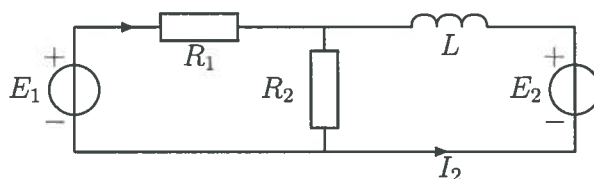
1. Laske virta  $I$ .  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $E = 10 \text{ V}$ ,  $J_1 = 2 \text{ A}$ ,  $J_2 = 3 \text{ A}$ .



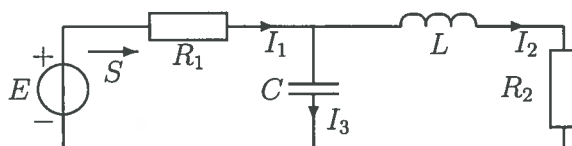
2. Laske kelan jännite  $u$  ajan funktiona sen jälkeen, kun tasajännitelähde irrotetaan piiristä avaamalla kytkin hetkellä  $t = 0$ .  $L = 1 \text{ H}$ ,  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $E = 10 \text{ V}$ .



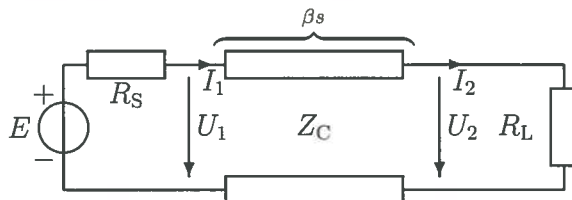
3. Laske virta  $I_2$ .  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $L = \frac{1}{4} \text{ H}$ ,  $\omega = 8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ,  $E_1 = 10 \angle 90^\circ = 10j \text{ V}$ ,  $E_2 = 10 \angle 0^\circ \text{ V}$ .



4. Ainakin omien laskujeni mukaan piirin virrat ovat seuraavat:  $I_1 = -2 + j \text{ A}$ ,  $I_2 = 1 + 2j \text{ A}$ ,  $I_3 = -3 - j \text{ A}$ . Laske jännitelähteen piiriin syöttämä näennäisteho  $S$ .  $R_1 = R_2 = 2 \Omega$ ,  $j\omega L = 2j \Omega$ ,  $j\omega C = 0,5j \Omega$ .



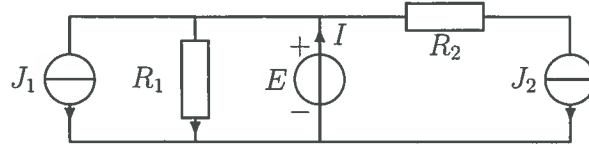
5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi tehtävistä 1-4 pois! Siirtojohdon alkupään jännite on  $U_1 = 10 \text{ V}$ . Laske johdon loppupään jännite  $U_2$ . Jännitelähde on sinimuotoinen, piiriä tarkastellaan jatkuvassa tilassa.  $Z_C = 50 \Omega$ ,  $R_L = 150 \Omega$ ,  $\beta_s = 90^\circ$ .



Tämän välikokeen voi uusia tai suorittaa myös ma 9.1.2006. Koetehtävien ratkaisut ovat ilmoitustaululla. Kurssin palautejärjestelmä on avattu, käy osoitteessa <http://palaute.ee.hut.fi>, saat vielä yhden lisäpisteen!

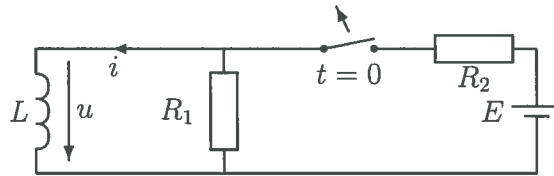
1. välikoe 27.10.2005. Saat vastata vain neljään tehtävään!

1. Laske virta  $I$ .  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $E = 10 \text{ V}$ ,  $J_1 = 2 \text{ A}$ ,  $J_2 = 3 \text{ A}$ .

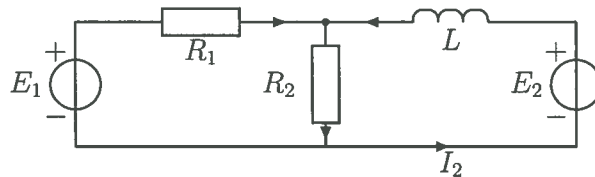


$$I = J_1 + \frac{E}{R_1} + J_2 = 10 \text{ A} \quad (1)$$

2. Laske kelan jännite  $u$  ajan funktiona sen jälkeen, kun tasajännitelähde irrotetaan piiristä avaamalla kytkin hetkellä  $t = 0$ .  $L = 1 \text{ H}$ ,  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $E = 10 \text{ V}$ . Laskuharjoitustehtävä:  $u(t) = -R_1 \cdot \frac{E}{R_2} \cdot e^{-t/(L/R_1)} = -100 e^{-100t} \text{ V}$ .



3. Laske virta  $I_2$ .  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $L = \frac{1}{4} \text{ H}$ ,  $\omega = 8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ,  $E_1 = 10 \angle 90^\circ = 10j \text{ V}$ ,  $E_2 = 10 \angle 0^\circ \text{ V}$ .



$$\begin{cases} -E_1 + R_1 I_1 + R_2 (I_1 + I_2) = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{E_1 - R_2 I_2}{R_1 + R_2} \\ -R_2 (I_1 + I_2) - j\omega L I_2 + E_2 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\Rightarrow -R_2 \frac{E_1 - R_2 I_2}{R_1 + R_2} - R_2 I_2 - j\omega L I_2 + E_2 = 0 \quad (3)$$

$$-\frac{R_2 E_1}{R_1 + R_2} + \frac{R_2^2 I_2}{R_1 + R_2} - R_2 I_2 - j\omega L I_2 + E_2 = 0 \quad (4)$$

$$-\frac{2}{3} 10j + \frac{4}{3} I_2 - 2I_2 - j2I_2 + 10 = 0 \quad (5)$$

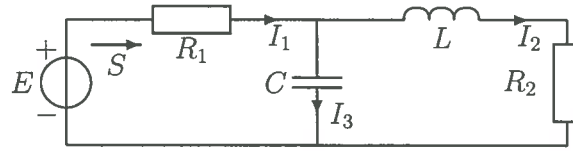
$$I_2 = \frac{-10 + \frac{2}{3} 10j}{\frac{4}{3} - 2 - j2} = \frac{-30 + 20j}{4 - 6 - j6} = \frac{15 - 10j}{1 + j3} \quad (6)$$

$$I_2 = \frac{(15 - 10j)(1 - j3)}{1^2 + 3^2} = \frac{15 - 30 - 10j - 45j}{10} \quad (7)$$

$$I_2 = -1,5 - 5,5j = 5,7 \angle -105^\circ \text{ A} \quad (8)$$

$$(I_1 = 1 + 7j) \quad (I_1 + I_2 = -0,5 + 1,5j) \quad (9)$$

4. Ainakin omien laskujeni mukaan piirin virrat ovat seuraavat:  $I_1 = -2 + j$  A,  $I_2 = 1 + 2j$  A,  $I_3 = -3 - j$  A. Laske jännitelähteen piiriin syöttämä näennäisteho  $S$ .  $R_1 = R_2 = 2 \Omega$ ,  $j\omega L = 2j \Omega$ ,  $j\omega C = 0,5j \Omega$ .



$$E = R_1 I_1 + \frac{1}{j\omega C} I_3 = 2 \cdot (-2 + j) + \frac{1}{0,5j} (-3 - j) \quad (10)$$

$$E = -4 + 2j + 6j - 2 = -6 + 8j \quad (11)$$

$$S = EI_1^* = (-6 + 8j)(-2 - j) = 12 + 8 - 16j + 6j = 20 - 10j \text{ VA} \quad (12)$$

Tarkistus:

$$S = \overbrace{R_1 I_1}^{U_{R1}} I_1^* + \overbrace{(R_2 + j\omega L_2) I_2}^{U_{LR2}} I_2^* + \overbrace{\frac{1}{j\omega C} I_3}^{U_C} I_3^* \quad (13)$$

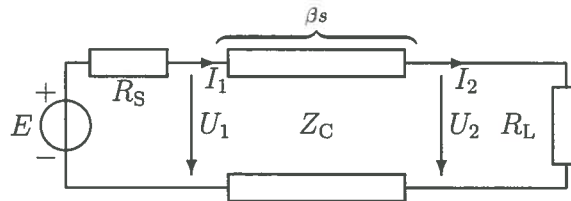
$$= R_1 |I_1|^2 + (R_2 + j\omega L_2) |I_2|^2 + \frac{1}{j\omega C} |I_3|^2 \quad (14)$$

$$= 2(4 + 1) + (2 + j2)(1 + 4) - j2(9 + 1) \quad (15)$$

$$= 10 + 10 + 10j - 20j = 20 - 10j \text{ VA} \quad (16)$$

OK

5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi tehtävistä 1-4 pois! Siirtojohtoon alkupään jännite on  $U_1 = 10$  V. Laske johdon loppupään jännite  $U_2$ . Jännitelähde on sinimuotoinen, piiriä tarkastellaan jatkuvassa tilassa.  $Z_C = 50 \Omega$ ,  $R_L = 150 \Omega$ ,  $\beta s = 90^\circ$ .



$$\begin{cases} U_1 = U_2 \cos \beta s + jZ_C I_2 \sin \beta s \\ I_1 = j\frac{U_2}{Z_C} \sin \beta s + I_2 \cos \beta s \end{cases} \quad (17)$$

$$\begin{cases} U_1 = U_2 \cos 90^\circ + jZ_C \frac{U_2}{R_L} \sin 90^\circ \\ I_1 = j\frac{U_2}{Z_C} \sin 90^\circ + \frac{U_2}{R_L} \cos 90^\circ \end{cases} \quad (18)$$

$$\begin{cases} U_1 = jZ_C \frac{U_2}{R_L} \Rightarrow U_2 = \frac{R_L}{jZ_C} U_1 \\ I_1 = j\frac{U_2}{Z_C} \end{cases} \quad (19)$$

$$U_2 = -j30 = 30 \angle -90^\circ \text{ V} \quad (I_1 = 0,6 \text{ A}) \quad (20)$$

Johdon alkupäästä lähtevä teho on yhtä suuri kuin kuormavastuksessa lämmöksi muuttuva teho, koska johto on häviötön (häviöttömyys jäi tosin tehtävässä toteamatta):

$$P = \text{Re}[U_1 I_1^*] = 6 \text{ W} = \text{Re}[|U_2|^2 / R_L].$$