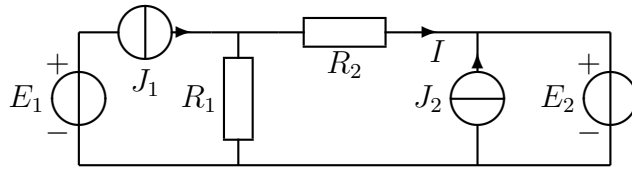


ELEC-C4210 SÄHKÖTEKNIikka JA ELEKTRONIIKKA Kimmo Silvonon

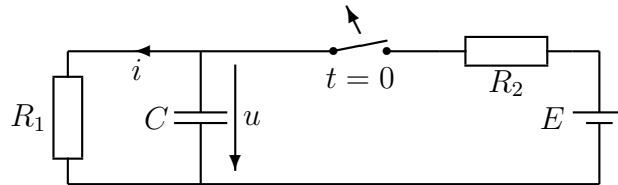
1. välikoe 23.10.2017. **Saat vastata vain neljään tehtävään!**

Sallitut: Kako, [gr.] laskin, [MAOL], [sanakirjan käytöstä on sovittava valvojan kanssa!]

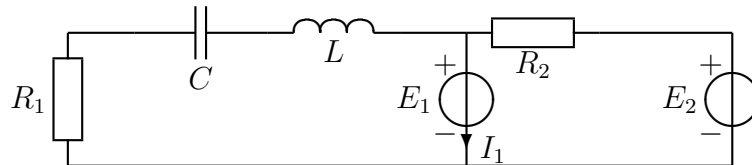
1. Laske virta I . $J_1 = 2 \text{ A}$, $J_2 = 3 \text{ A}$, $E_1 = 10 \text{ V}$, $E_2 = 2 \text{ V}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$.



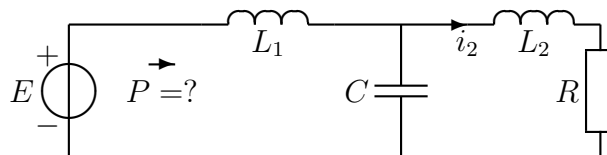
2. Kondensaattorissa on vastusten ja E :n määräämä (täysi) alkujännite. Laske virta i ajan funktiona, kun tasajännitelähde $E = 10 \text{ V}$ irrotetaan piiristä avaamalla kytkin hetkellä $t = 0$. $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ mF}$.



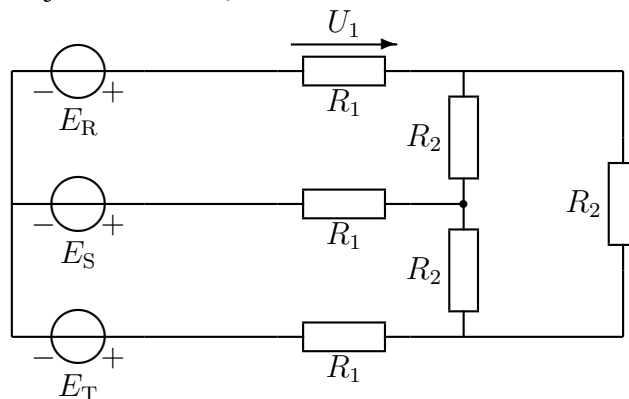
3. Laske virta I_1 . $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $C = 0,01 \text{ F}$, $L = 2 \text{ H}$, $\omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, $E_1 = 20\angle 0^\circ \text{ V}$, $E_2 = 20\angle 90^\circ \text{ V}$.



4. Laske jännitelähteen luovuttama pätöteho P . Virta tunnetaan: $i_2 = 4 \cdot \sin(\omega t + 150^\circ) \text{ A}$. $R = 2 \Omega$, $L_1 = 1 \text{ H}$, $L_2 = 2 \text{ H}$, $C = 0,5 \text{ F}$, $\omega = 2 \frac{1}{\text{s}}$.



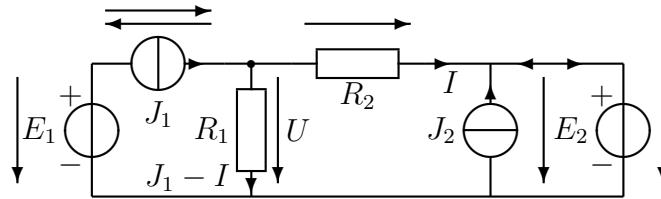
5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi tehtävistä 1–4 pois! Kuvassa on symmetrinen kolmi- vaihejärjestelmä. Laske jännite U_1 . $E_R = 230\angle 0^\circ \text{ V}$, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 54 \Omega$, ($\omega = 100\pi \text{ rad/s}$).



Huom; Vastaa vain neljään tehtävään! Tulokset tulevat Mycoon viimeistään torstaina, ratkaisut heti. Tehtäväpaperia ei tarvitse palauttaa.

Kun käytät omia virta- tai jännitemerkintöjä, määrittele ne joko tehtäväpaperin tai vastauspaperin kuvassa! Jos et valitse virralle tai jännitteelle suuntaa, et voi kirjoittaa yhtälöä. Katso ykköstehtävän ratkaisusta, mikä on oikea jännitelähteen etumerkki suhteessa esimerkiksi vastusten jännitteisiin!

1. Laske virta I . $J_1 = 2 \text{ A}$, $J_2 = 3 \text{ A}$, $E_1 = 10 \text{ V}$, $E_2 = 2 \text{ V}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$.



Virtalähteen J_1 jännitteen suunnan ja jännitelähteen E_2 virran suunnan saa valita vapaasti, mutta kumpaakaan ei tarvita yhtälöissä.

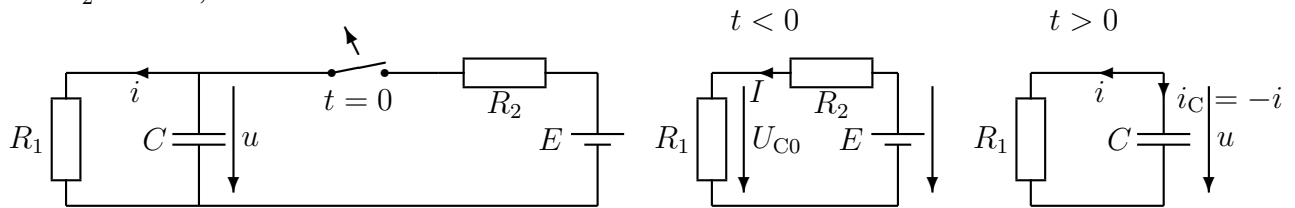
$$U = R_1(J_1 - I) \quad (1)$$

$$-U + R_2I + E_2 = 0 \quad (2)$$

$$-R_1(J_1 - I) + R_2I + E_2 = 0 \quad (3)$$

$$I = \frac{-E_2 + R_1J_1}{R_1 + R_2} = 1 \text{ A} \quad (4)$$

2. Kondensaattorissa on vastusten ja E :n määräämä (täysi) alkujännite. Laske virta i ajan funktiona, kun tasajännitelähde $E = 10 \text{ V}$ irrotetaan piiristä avaamalla kytkin hetkellä $t = 0$. $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ mF}$.



$$-(R_1 + R_2)I + E = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R_1 + R_2} = 5 \text{ mA} \quad (5)$$

$$U_{C0} = R_1I = 5 \text{ V} \quad (6)$$

$$i_C = C \frac{du}{dt} = -i \quad (7)$$

$$-R_1i + u = 0 \quad (8)$$

$$-R_1 \left(-C \frac{du}{dt} \right) + u = 0 \quad \leftarrow u(t) = Ae^{-t/\tau} \quad (9)$$

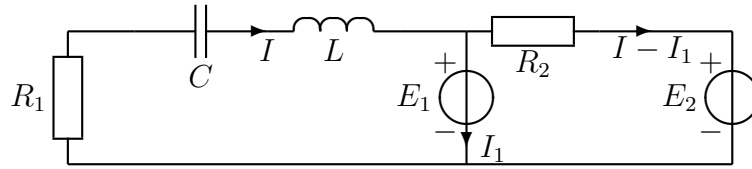
$$R_1C \frac{-A}{\tau} e^{-t/\tau} + Ae^{-t/\tau} = 0 \Rightarrow \tau = R_1C = 10 \text{ s} \quad (10)$$

$$U_{C0} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = Ae^{-0/\tau} = A \Rightarrow A = 5 \text{ V} \quad (11)$$

$$u(t) = U_{C0}e^{-t/10\text{s}} \quad (12)$$

$$i(t) = \frac{u(t)}{R_1} = 5e^{-t/10\text{s}} \text{ mA} \quad (13)$$

3. Laske virta I_1 . $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $C = 0,01 \text{ F}$, $L = 2 \text{ H}$, $\omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, $E_1 = 20\angle 0^\circ \text{ V}$, $E_2 = 20\angle 90^\circ \text{ V}$.



$$\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C} + j\omega L \right) I + E_1 = 0 \Rightarrow I = \frac{-E_1}{R_1 + \frac{1}{j\omega C} + j\omega L} \quad (14)$$

$$-E_1 + R_2(I - I_1) + E_2 = 0 \quad (15)$$

$$\frac{-R_2 E_1}{R_1 + \frac{1}{j\omega C} + j\omega L} + E_2 - E_1 = R_2 I_1 \quad (16)$$

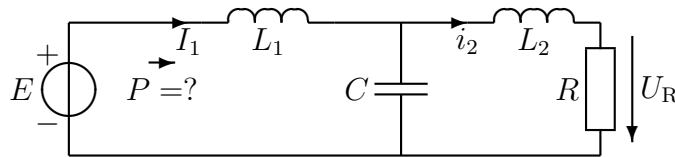
$$I_1 = \frac{-E_1}{R_1 + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} + \frac{E_2 - E_1}{R_2} \quad (17)$$

$$= \frac{-20}{10 + j(20 - 10)} + \frac{20j - 20}{5} \quad (18)$$

$$= \frac{-2}{1 + j} + 4j - 4 = -1 + j + 4j - 4 = -5 + 5j \quad (19)$$

$$= 7,07\angle 135^\circ \text{ A} \quad (20)$$

4. Laske jännitelähteen luovuttama pätöteho P . Virta tunnetaan: $i_2 = 4 \cdot \sin(\omega t + 150^\circ) \text{ A}$. $R = 2 \Omega$, $L_1 = 1 \text{ H}$, $L_2 = 2 \text{ H}$, $C = 0,5 \text{ F}$, $\omega = 2 \frac{1}{\text{s}}$.



L ja C eivät kuluta pätötehoa, joten $P = P_R$.

$$I_2 = \frac{4}{\sqrt{2}} \angle 150^\circ \text{ A} \quad (21)$$

$$S_R = U_R I_2^* = R |I_2|^2 = 16 \text{ W} \quad (22)$$

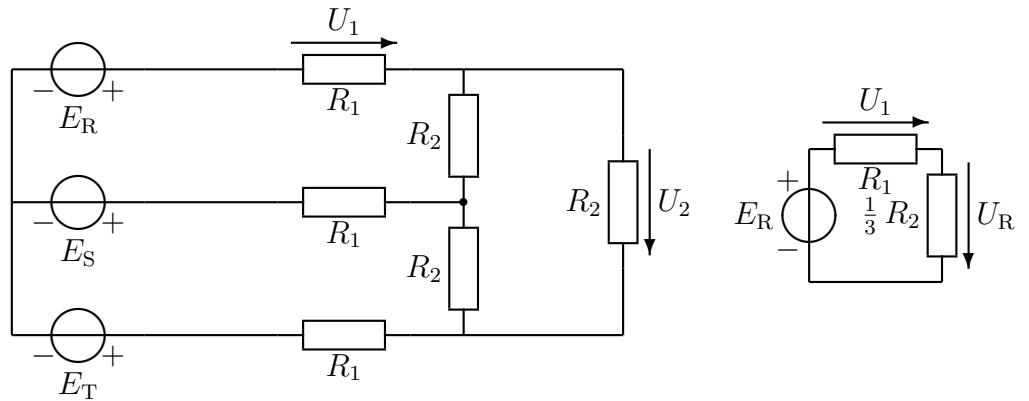
Pienten pyörittelyjen jälkeen saadaan myös (tätä ei tarvita):

$$I_1 = 10,198 \angle -63,7^\circ \text{ A} \quad (23)$$

$$E = 8 \angle 15^\circ \text{ V} \quad (24)$$

$$P = \text{Re}[E I_1^*] = |8 \angle 15^\circ \cdot 10,198 \angle 63,7^\circ| \cos 78,7^\circ \text{ W} \quad (25)$$

5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi tehtävistä 1–4 pois! Kuvassa on symmetrinen kolmi-
vaihejärjestelmä. Laske jännite U_1 . $E_R = 230\angle 0^\circ$ V, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 54 \Omega$, ($\omega = 100\pi$ rad/s).



$$I_R = \frac{E_R}{R_1 + \frac{1}{3}R_2} = \frac{230}{23} \text{ A} \quad (26)$$

$$U_1 = R_1 I_R = 50\angle 0^\circ \text{ V} \quad (27)$$

Meinasin kysyä U_2 :sta. Se laskettaisiin näin:

$$U_2 = U_{RT} = -U_{TR} = -\sqrt{3}U_{RS}\angle -240^\circ \quad (28)$$

$$= \sqrt{3}U_{RS}\angle 180^\circ - 240^\circ = \sqrt{3}U_R\angle 30^\circ - 60^\circ \quad (29)$$

$$= \sqrt{3} \frac{\frac{1}{3}R_2}{R_1 + \frac{1}{3}R_2} E_R\angle -30^\circ \quad (30)$$

Ehkä oli hyvä, että en kysynyt...