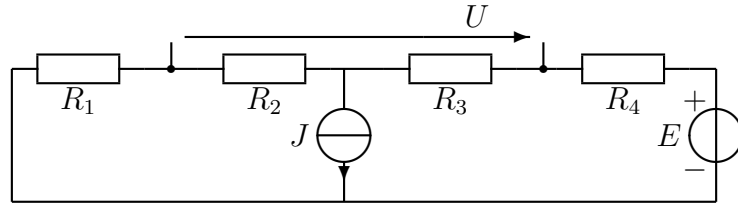


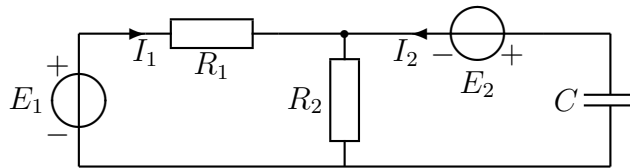
**Tentti 1.4.2019. Saat vastata vain neljään tehtävään!**

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

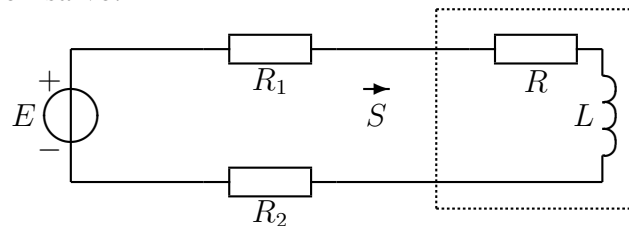
1. Laske jännite  $U$ .  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$ ,  $J = 2 \text{ A}$ ,  $E = 3 \text{ V}$ .



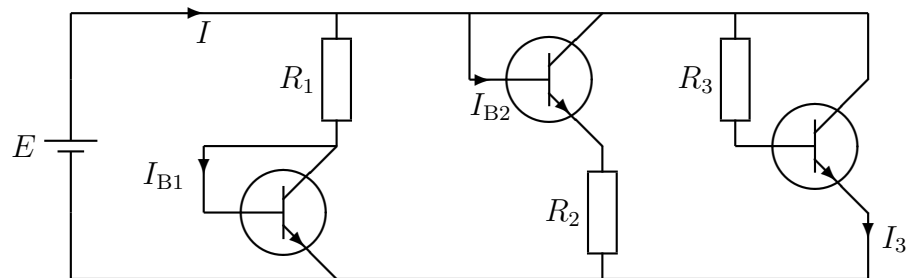
2. Laske virta  $I_1$ .  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $C = 0,2 \text{ F}$ ,  $\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ,  $E_1 = 4\angle 0^\circ \text{ V}$ ,  $E_2 = (1 + 7j) \text{ V}$ .



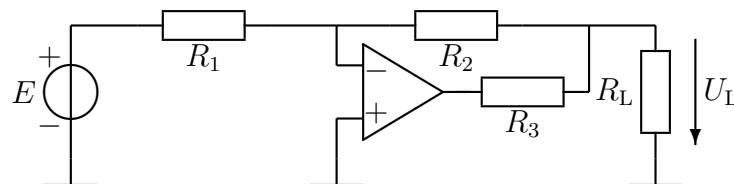
3. Kelan ( $\omega L = 20 \Omega$ ) ja vastuksen sarjaankytkentänä mallinnettu kuorma ottaa kompleksisen tehon  $S = 100 + j200 \text{ VA}$ . Syöttöjohdon resistanssit ovat  $R_1 = R_2 = 3 \Omega$ . Laske jännitelähteen  $E$  jännitteen tehollisarvo.



4. Laske virta  $I$ . Voit laskea osavirrat yksi kerrallaan.  $E = 4,7 \text{ V}$ ,  $R_1 = R_2 = 2,0 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 40 \text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 199$ ,  $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ .



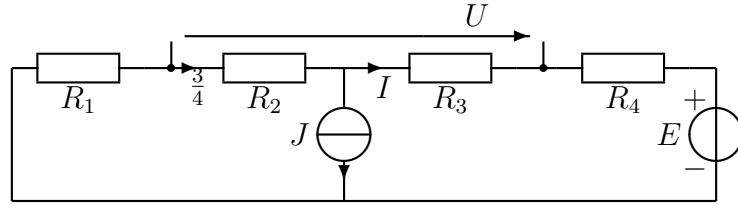
5. Laske jännite  $U_L$ .  $E = 1 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 100 \Omega$ ,  $R_L = 1000 \Omega$ .



**Oikeat ratkaisut ja tulokset tulevat tällä viikolla viime syksyn kurssin sivulle MyCoon.**

**Hyvää loppukevättä, t. X**

1. Laske jännite  $U$ .  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$ ,  $J = 2 \text{ A}$ ,  $E = 3 \text{ V}$ .

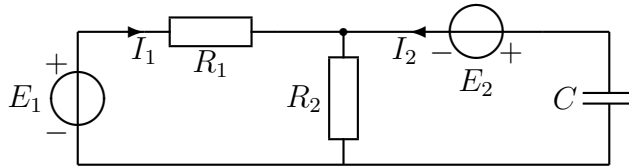


$$(R_1 + R_2)(I + J) + (R_3 + R_4)I + E = 0 \quad (1)$$

$$\Rightarrow I = -\frac{(R_1 + R_2)J + E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = -\frac{15}{12} \text{ A} \quad (2)$$

$$U = R_2(I + J) + R_3I = -1 \text{ V} \quad (3)$$

2. Laske virta  $I_1$ .  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $C = 0,2 \text{ F}$ ,  $\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ,  $E_1 = 4\angle 0^\circ \text{ V}$ ,  $E_2 = (1 + 7j) \text{ V}$ .



$$-E_1 + R_1I_1 + R_2(I_1 + I_2) = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{E_1 - R_1I_1 - R_2I_1}{R_2} \quad (4)$$

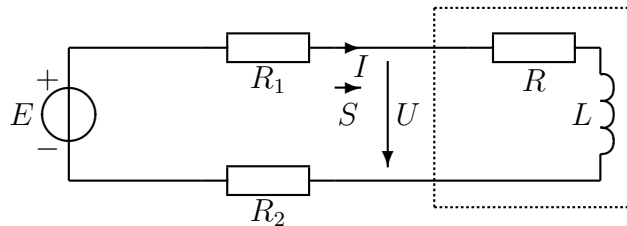
$$-R_2(I_1 + I_2) - E_2 - \frac{1}{j\omega C}I_2 = 0 \quad (5)$$

$$\Rightarrow -R_2I_1 - E_2 - \left(R_2 + \frac{1}{j\omega C}\right) \frac{E_1 - R_1I_1 - R_2I_1}{R_2} = 0 \quad (6)$$

$$\Rightarrow -2I_1 - 1 - 7j - \left(2 + \frac{1}{j0,4}\right) \frac{4 - 2I_1 - 2I_1}{2} = 0 \quad (7)$$

$$I_1 = \frac{1 + 7j + (2 - j2,5)2}{-2 + (2 - j2,5)2} = \frac{5 + 2j}{2 - 5j} = \frac{(5 + 2j)(2 + 5j)}{4 + 25} = \frac{0 + 29j}{4 + 25} = 1\angle 90^\circ \text{ A} \quad (8)$$

3. Kelan ( $\omega L = 20 \Omega$ ) ja vastuksen sarjaankytkentänä mallinnettu kuorma ottaa kompleksisen tehon  $S = 100 + j200 \text{ VA}$ . Syöttöjohdon resistanssit ovat  $R_1 = R_2 = 3 \Omega$ . Laske jännitelähteen  $E$  jännitteen tehollisarvo.



$$S = UI^* = U \left( \frac{U}{R + j\omega L} \right)^* = \frac{UU^*}{R - j\omega L} = \frac{|U|^2(R + j\omega L)}{R^2 + (\omega L)^2} \quad (9)$$

$$= \frac{\overbrace{R|U|^2}^{100}}{R^2 + (\omega L)^2} + \frac{\overbrace{j\omega L|U|^2}^{j200}}{R^2 + (\omega L)^2} \quad \omega L = 20 \Rightarrow R = 10 \quad (10)$$

$$\Rightarrow |U|^2 = 100 \frac{R^2 + (\omega L)^2}{R} = 100 \frac{10^2 + 20^2}{10} = 5000 \quad (11)$$

$$-E + R_1I + U + R_2I = 0 \quad (12)$$

$$E = U + (R_1 + R_2) \frac{U}{R + j\omega L} = U + (R_1 + R_2) \frac{U(R - j\omega L)}{R^2 + (\omega L)^2} \quad (13)$$

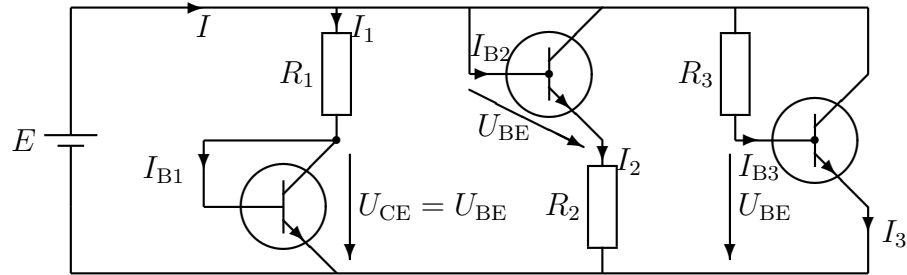
$$\frac{E}{U} = 1 + (R_1 + R_2) \frac{R - j\omega L}{R^2 + (\omega L)^2} = 1 + 6 \frac{10 - j20}{10^2 + 20^2} = \frac{560 - j120}{500} \quad (14)$$

$$\left| \frac{E}{U} \right|^2 = \frac{560^2 + 120^2}{500^2} \Rightarrow |E|^2 = \frac{56^2 + 12^2}{50^2} 5000 \quad (15)$$

$$|E| = 81 \text{ V} \quad (16)$$

Virran kulma on tuntematon ja siksi myös jännitteen kulma on tuntematon, mutta käytännössä sen voi itse valita mihin tahansa arvoon. Tehollisarvolla ei ole kulmaa. Jos korotit kompleksilukuja toiseen, et muistanut, ettei kompleksilukuja koroteta koskaan toiseen.

**4. Laske virta  $I$ .** Voit laskea osavirrat yksi kerrallaan.  $E = 4,7 \text{ V}$ ,  $R_1 = R_2 = 2,0 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 40 \text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 199$ ,  $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ .



$$-E + R_1 \overbrace{(\beta + 1)I_{B1}}^{I_1} + U_{BE1} = 0 \Rightarrow I_{B1} = \frac{E - U_{BE1}}{R_1(\beta + 1)} = 10 \mu\text{A} \quad (17)$$

$$-E + U_{BE2} + R_2 \overbrace{(\beta + 1)I_{B2}}^{I_2} = 0 \Rightarrow I_{B2} = \frac{E - U_{BE2}}{R_2(\beta + 1)} = 10 \mu\text{A} \quad (18)$$

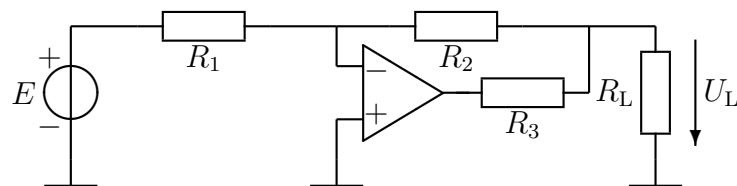
$$-E + R_3 I_{B3} + U_{BE3} = 0 \Rightarrow I_{B3} = \frac{E - U_{BE3}}{R_3} = 100 \mu\text{A} \quad (19)$$

$$I = \overbrace{(\beta + 1)I_{B1}}^{I_1} + \overbrace{I_{B2} + \beta I_{B2}}^{I_2} + \overbrace{I_{B3} + \beta I_{B3}}^{I_3} \quad (20)$$

$$= (\beta + 1)(I_{B1} + I_{B2} + I_{B3}) = 200 \cdot 120 \mu\text{A} \quad (21)$$

$$= 24 \text{ mA} \quad (22)$$

**5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi tehtävistä 1–4 pois.** Laske jännite  $U_L$ .  $E = 1 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 100 \Omega$ ,  $R_L = 1000 \Omega$ .



$$I_1 = \frac{E - U_-}{R_1} = \frac{E}{R_1} \quad (23)$$

$$I_2 = \frac{U_- - U_L}{R_2} = -\frac{U_L}{R_2} \Rightarrow \quad (24)$$

$$U_L = -R_2 I_2 = -4,7 \text{ V} \quad (25)$$