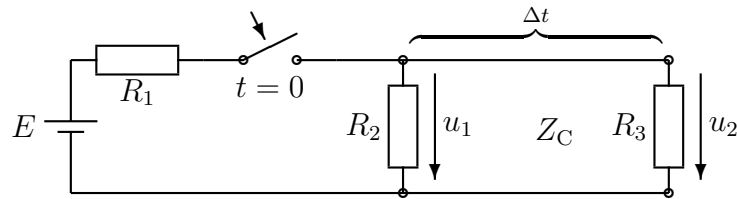


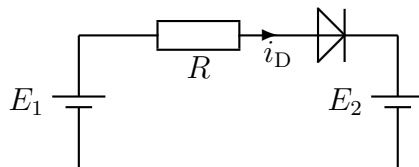
2. välikoe 7.12.2015. Saat vastata vain neljään tehtävään!

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

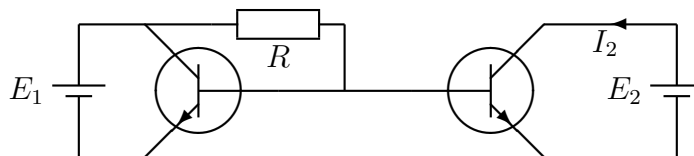
1. Laske jännite $u_2(t_1)$. $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, $Z_C = 50 \Omega$, $E = 10 \text{ V}$, $t_1 = 4\Delta t$.



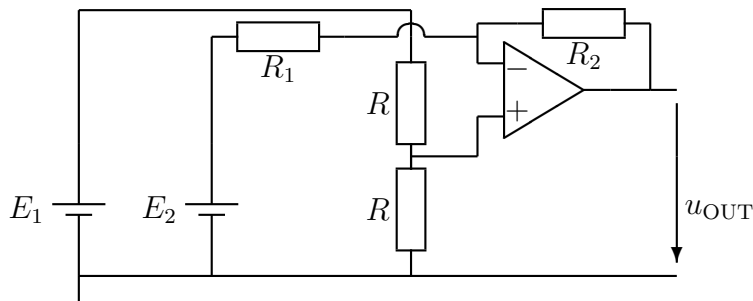
2. Laske virta i_D iteroimalla. $E_1 = 12 \text{ V}$, $E_2 = 3,7 \text{ V}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$, $I_S = 11 \text{ nA}$, $nU_T = 50 \text{ mV}$.



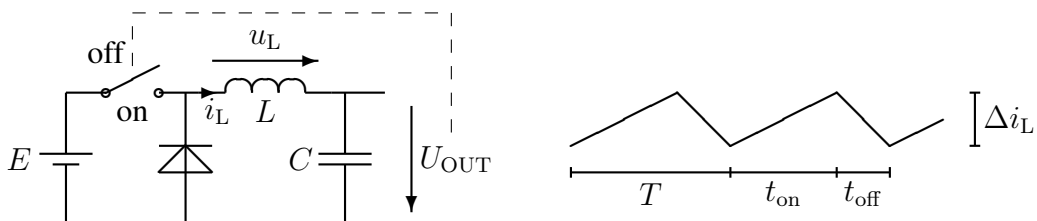
3. Laske virta I_2 . $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $E_1 = 5 \text{ V}$, $E_2 = 4 \text{ V}$, $R = 100 \text{ k}\Omega$, $\beta_1 = 98$, $\beta_2 = 120$.



4. Mitä arvoja saa u_{OUT} , kun E_2 vaihtelee välillä $0 \dots 5 \text{ V}$? $E_1 = 5 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R = 100 \text{ k}\Omega$.



5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi vk-tehtävistä 1–4 pois! Hakkuriteholähteen *Off*-tilassa $u_L \approx -U_{OUT}$ ja *on*-tilassa $u_L \approx E - U_{OUT}$. Laske $D = \frac{t_{on}}{T}$, jos $U_{OUT} = 5 \text{ V}$. $E = 7 \text{ V}$, $C = 0,33 \text{ mF}$, $L = 0,33 \text{ mH}$.



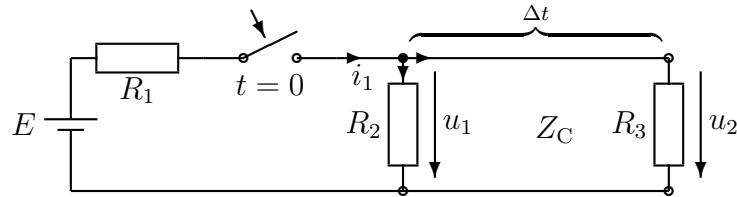
Tulokset tulevat **Mycoon** ylihuomenna, ratkaisut tänään. Anna anonymiä **kurssipalautetta!** Autat kehittämään opetusta. Palautteenantajat saavat yhden lisäpisteen!

Käännä!

2. välikoe 7.12.2015. Saat vastata vain neljään tehtävään!

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

1. Laske jännite $u_2(t_1)$. $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, $Z_C = 50 \Omega$, $E = 10 \text{ V}$, $t_1 = 4\Delta t$.



$$-E + R_1 i_1 + u_1(0) = 0 \Rightarrow -E + R_1 \left(\frac{u_1(0)}{R_2} + \frac{u_1(0)}{Z_C} \right) + u_1(0) = 0 \quad (1)$$

$$\Rightarrow u_1(0) = \frac{E}{\frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{Z_C} + 1} = \frac{E}{4} \quad (2)$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 50 \Omega \quad (3)$$

$$\rho_1 = \frac{R_{12} - Z_C}{R_{12} + Z_C} = 0 \quad (4)$$

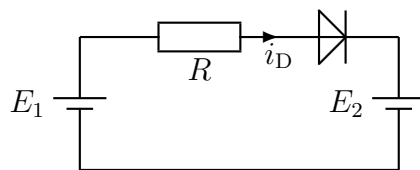
$$\rho_2 = \frac{R_3 - Z_C}{R_3 + Z_C} = \frac{1}{3} \quad (5)$$

$$\tau_2 = 1 + \rho_2 = \frac{4}{3} \quad (6)$$

$$u_2(t \geq \Delta t) = \tau_2 u_1(0) = \frac{E}{3} = 3,33 \text{ V} \quad (7)$$

2,5 V korkea aalto heijastuu johdon loppupäästä hetkellä Δt ja saavuttaa johdon alkupään hetkellä $2\Delta t$. Siellä ei enää tapahdu uutta heijastusta, joten lopputila on saavutettu; lopputilanne olisi voitu laskea suoraan vastuksista jättämällä siirtojohto pois välistä.

2. Laske virta i_D iteroimalla. $E_1 = 12 \text{ V}$, $E_2 = 3,7 \text{ V}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$, $I_S = 11 \text{ nA}$, $nU_T = 50 \text{ mV}$.



$$-E_1 + R i_D + u_D + E_2 = 0 \quad (8)$$

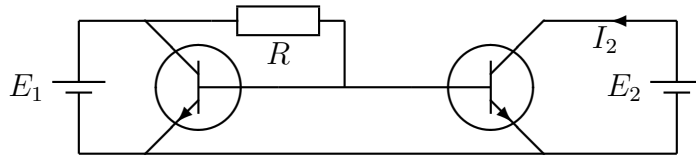
$$i_D = I_S (e^{u_D/nU_T} - 1) \approx I_S e^{20u_D} \quad (9)$$

$$u_D = E_1 - E_2 - R I_S e^{20u_D} \quad (10)$$

$$\Rightarrow u_D \approx 0,558 \text{ V} \quad (11)$$

$$i_D \approx \frac{8,3 - 0,558}{10\text{k}} \approx 0,77 \text{ mA} \quad (12)$$

3. Laske virta I_2 . $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $E_1 = 5 \text{ V}$, $E_2 = 4 \text{ V}$, $R = 100 \text{ k}\Omega$, $\beta_1 = 98$, $\beta_2 = 120$.

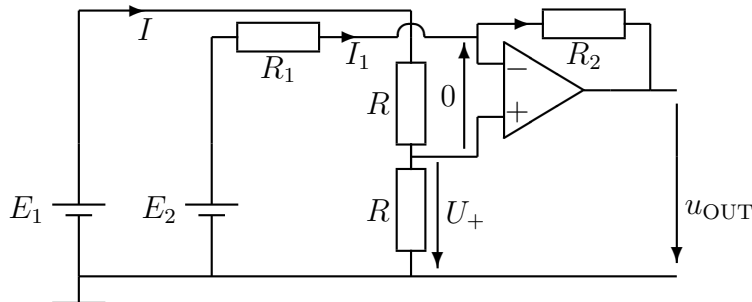


$$-E_1 + R(I_{B1} + I_{B2}) + U_{BE} = 0 \quad (13)$$

$$U_{BE1} = U_{BE2} \Rightarrow I_{B1} \approx I_{B2} \quad (14)$$

$$I_2 = \beta_2 I_{B2} = \beta_2 \frac{E_1 - U_{BE}}{2R} = 2,58 \text{ mA} \quad (15)$$

4. Mitä arvoja saa u_{OUT} , kun E_2 vaihtelee välillä $0 \dots 5 \text{ V}$? $E_1 = 5 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R = 100 \text{ k}\Omega$.



$$-E_1 + 2RI = 0 \Rightarrow I = \frac{E_1}{2R} \Rightarrow U_+ = RI = \frac{E_1}{2} = 2,5 \text{ V} \quad (16)$$

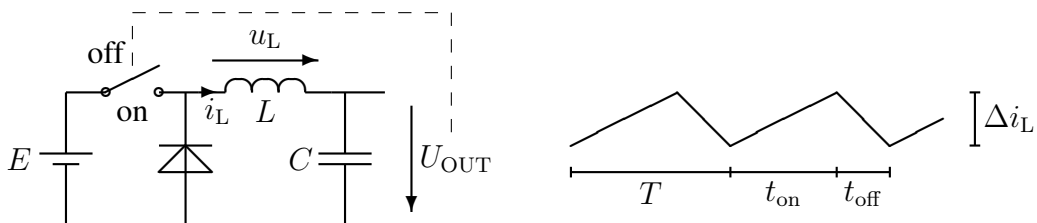
$$-E_2 + R_1 I_1 - 0 + U_+ = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{E_2 - U_+}{R_1} \quad (17)$$

$$-U_+ + 0 + R_2 I_1 + U_{\text{OUT}} = 0 \Rightarrow U_{\text{OUT}} = U_+ - R_2 I_1 \quad (18)$$

$$U_{\text{OUT}} = U_+ - R_2 \frac{E_2 - U_+}{R_1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) U_+ - \frac{R_2}{R_1} E_2 = 1,25 \dots 3,75 \text{ V} \quad (19)$$

Tällä järjestelyllä operaatiovahvistinta voidaan syöttää yksipuolisesta käyttöjännitteestä; operaatiovahvistimen negatiivisen käyttöjännitteen liitäntä kytketään maahan. E_2 on signaalilähde, esim. Arduinon portti. Kaikki operaatiovahvistimet eivät pääse edes 1,25 voltin päähän käyttöjännitteistä, mutta monet pääsevät. Tällöin käyttöjännitteeksi riittää 5 V eli E_1 .

5. Jos lasket tämän tehtävän, jätä yksi vk-tehtävistä 1–4 pois! Hakkuriteholähteen *Off*-tilassa $u_L \approx -U_{\text{OUT}}$ ja *on*-tilassa $u_L \approx E - U_{\text{OUT}}$. Laske $D = \frac{t_{\text{on}}}{T}$, jos $U_{\text{OUT}} = 5 \text{ V}$. $E = 7 \text{ V}$, $C = 0,33 \text{ mF}$, $L = 0,33 \text{ mH}$.



$$u_L = L \Delta i_L / \Delta t \quad (20)$$

$$(E - U_{\text{OUT}}) t_{\text{on}} = L \Delta(+i_L) \quad (21)$$

$$(0 - U_{\text{OUT}}) t_{\text{off}} = L \Delta(-i_L) \quad (22)$$

$$(E - U_{\text{OUT}}) t_{\text{on}} = U_{\text{OUT}}(T - t_{\text{on}}) \quad (23)$$

$$E t_{\text{on}} = U_{\text{OUT}} T \Rightarrow \frac{t_{\text{on}}}{T} = \frac{U_{\text{OUT}}}{E} = \frac{5}{7} = 71,4\% \quad (24)$$

ELEC-C4210 SÄHKÖTEKNIikka JA ELEKTRONIIKKA

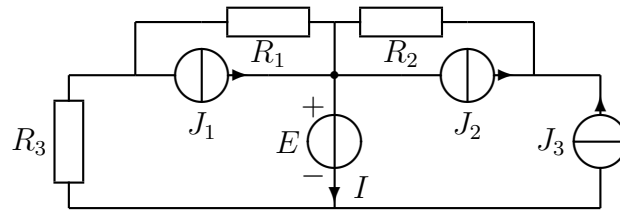
Kimmo Silvonen, Aalto ELEC

Tentti 7.12.2015. Saat vastata vain neljään tehtävään!

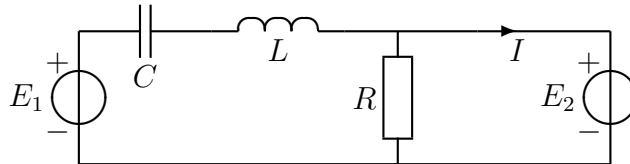
Sallitut: Kako, [gr.] laskin, [MAOL], [sanakirjan käytöstä on sovittava valvojan kanssa!]

Valitse neljä tehtävää seuraavista: 2, 4, 5, 6, 7

6. Laske virta I . $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $E = 10 \text{ V}$, $J_1 = 2 \text{ A}$, $J_2 = 1 \text{ A}$, $J_3 = 5 \text{ A}$.



7. Laske virta I . $R = 10 \Omega$, $C = 0,02 \text{ F}$, $L = 1,5 \text{ H}$, $\omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, $E_1 = -10 + 10j \text{ V}$, $E_2 = 10 \angle 180^\circ \text{ V}$.



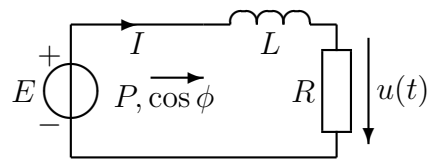
S-55.1100 SÄHKÖTEKNIikka JA ELEKTRONIIKKA

Huom! Vanhan kurssin tentti 7.12.2015.

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

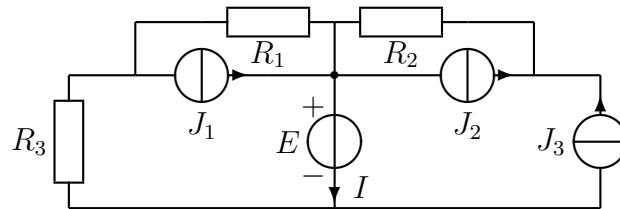
Valitse neljä tehtävää seuraavista: 2, 3, 4, 6, 7, 8

8. Tunnettu virta ($I = 2 \angle 0^\circ \text{ A}$) syöttää piiriin pätötehon $P = 276 \text{ W}$ tehokertoimella $\cos \phi = 0,6$, $f = 50 \text{ Hz}$. Laske vastuksen jännite $u(t)$ ajan funktiona. Jännite, vastus ja kela ovat valitettavasti tuntemattomat.



Käännä!

6. Laske virta I . $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $E = 10 \text{ V}$, $J_1 = 2 \text{ A}$, $J_2 = 1 \text{ A}$, $J_3 = 5 \text{ A}$.

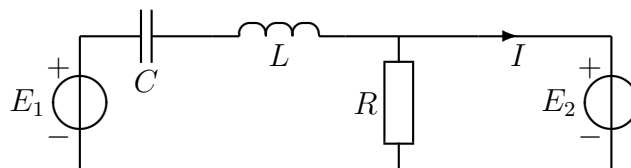


$$-E + R_1 \overbrace{I_1}^{I_3+J_1} + R_3 I_3 = 0 \quad (25)$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{E - R_1 J_1}{R_1 + R_3} = 1 \text{ A} \quad (26)$$

$$I_3 + I = J_3 \Rightarrow I = J_3 - I_3 = 4 \text{ A} \quad (27)$$

7. Laske virta I . $R = 10 \Omega$, $C = 0,02 \text{ F}$, $L = 1,5 \text{ H}$, $\omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, $E_1 = -10 + 10j \text{ V}$, $E_2 = 10 \angle 180^\circ \text{ V}$.



$$-E_1 + \frac{1}{j\omega C} I_1 + j\omega L I_1 + E_2 = 0 \quad (28)$$

$$-R(I_1 - I) + E_2 = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{E_2}{R} + I \quad (29)$$

$$-E_1 + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \underbrace{I_1}_{\frac{E_2}{R} + I} + E_2 = 0 \quad (30)$$

$$-(-10 + 10j) + j10 \left(\frac{-10}{10} + I \right) - 10 = 0 \quad (31)$$

$$I = \frac{10 + (-10 + 10j)}{j10} + 1 = 2 = 2 \angle 0^\circ \text{ A} \quad (32)$$

8. Vanha tehtävä, ks. tenttitehtäväkokoelma.