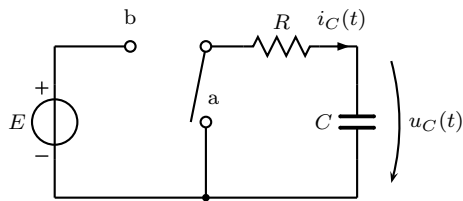


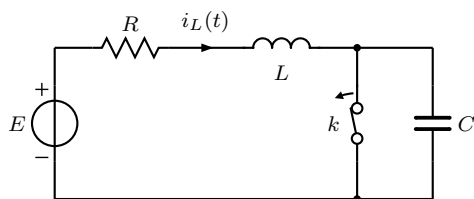
1.



Oheinen virtapiiri on jatkuvuustilassa ennen kuin kytkin käännetään hetkellä $t = 1$ s asennosta a asentoon b.

- a) Laske ensiksi jännitteelle u_C ja virralle i_C alkuarvo ennen kytkimen kääntämistä ja lopputila kytkimen kääntämisen jälkeen.
- b) Hahmottele ajanhetkestä $t = 0$ eteenpäin kuvaaja jännitteelle $u_C(t)$.
- c) Hahmottele ajanhetkestä $t = 0$ eteenpäin kuvaaja virralle $i_C(t)$.

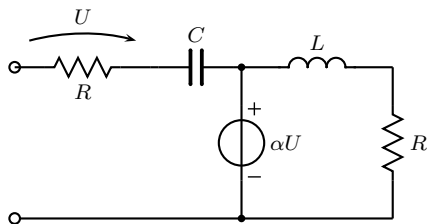
2.



Tasajännitelähteen syöttämässä RLC -piirissä avataan kytkin k hetkellä $t = 0$. Piiri on aluksi jatkuvuustilassa. Laske virta $i_L(t)$.

$$E = 12 \text{ V} \quad R = 4 \text{ } \Omega \quad L = 0,1 \text{ H} \\ C = 0,02 \text{ F.}$$

3.

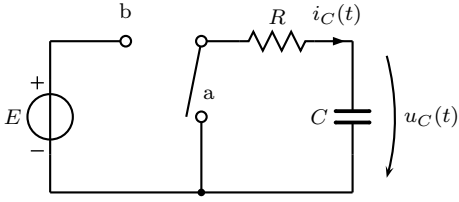


a) Laske sisäänmenoadmittanssi $Y_{in}(s)$.

b) Onko piiri stabiili, jos $\alpha = -\frac{3}{2}$? Perustele vastauksesi.

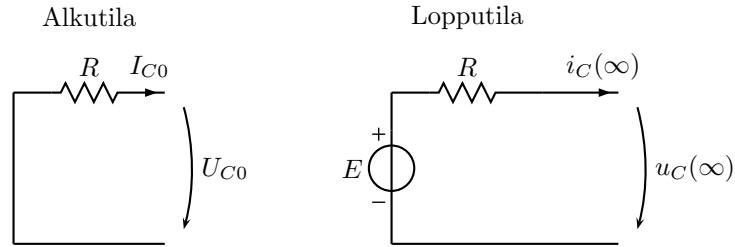
$$C = 1 \text{ F} \quad L = 1 \text{ H} \quad R = 1 \text{ } \Omega.$$

0.1



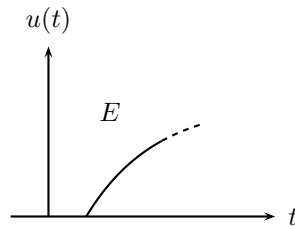
Oheinen virtapiiri on jatkuvuustilassa ennen kuin kytkin käännetään hetkellä $t = 1$ s asennosta a asentoon b.
 a) Laske ensiksi jännitteelle u_C ja virralle i_C alkuarvo ennen kytkimen kääntämistä ja lopputila kytkimen kääntämisen jälkeen.
 b) Hahmottele ajanhetkestä $t = 0$ eteenpäin kuvaaja jännitteelle $u_C(t)$.
 c) Hahmottele ajanhetkestä $t = 0$ eteenpäin kuvaaja virralle $i_C(t)$.

a)

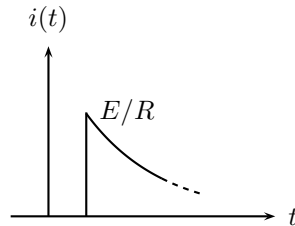


Tasajännitteellä kapasitanssi vastaa avointa piiriä. Alussa kapasitanssi on varaukseton eli $U_{C0} = 0$ V, ja silloin myös virta on nolla eli $I_{C0} = 0$ A. Lopputilanteessa muutosilmiön tapahduttua $u_C(\infty) = E$ ja virta on nolla (ei suljettua virtapiiriä).

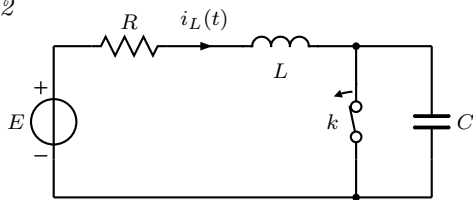
b) Kapasitanssin jännite ei voi muuttua äkisti, joten se kasvaa nolasta arvoon E eksponentiaalisesti yhtälön $u_C(t) = A + Be^{st}$ mukaisesti.



c) Kapasitanssin virta voi muuttua äkillisesti. Ennen kytkimen avaamista virta on nolla, mutta hyppää arvoon E/R , kun kytkin avataan ja laskee sen jälkeen takaisin nolaaan eksponentiaalisesti ($i_C(t) = A + Be^{st}$).



0.2



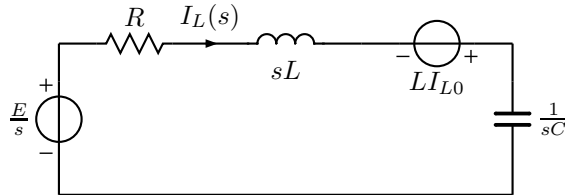
Tasajännitelähteen syöttämässä RLC -piirissä avataan kytkin k hetkellä $t = 0$. Piiri on aluksi jatkuvuustilassa. Laske virta $i_L(t)$.

$$E = 12 \text{ V} \quad R = 4 \text{ } \Omega \quad L = 0,1 \text{ H} \\ C = 0,02 \text{ F.}$$

Ratkaistaan alkuarvot:

$$I_{L0} = \frac{E}{R} = 3 \text{ A}, \quad U_{C0} = 0.$$

Laplace-muunnettu piiri, kun $t \geq 0$:



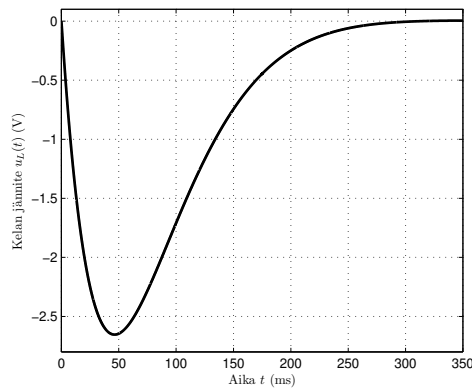
$$I_L(s) = \frac{\frac{E}{s} + LI_{L0}}{R + sL + \frac{1}{sC}} = \frac{C(E + sLI_{L0})}{s^2LC + sRC + 1}$$

Lukuarvot:

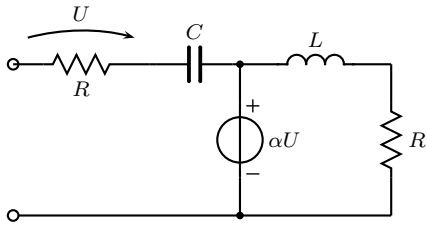
$$I_L(s) = \frac{0,006s + 0,24}{0,002s^2 + 0,08s + 1} = \frac{3s + 120}{s^2 + 40s + 500} = \frac{3(s + 20) + 6 \cdot 10}{(s + 20)^2 + 10^2}$$

Käänteismuunnos:

$$i_L(t) = 3 \cdot e^{-20t} (\cos(10t) + 2 \sin(10t)) \text{ V, kun } t \geq 0$$



0.3

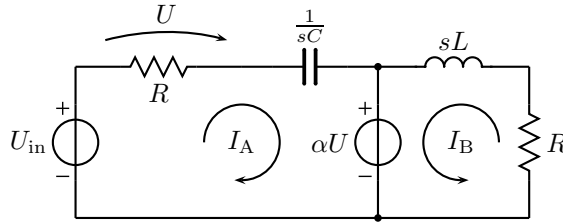


a) Laske sisäänmenoadmittanssi $Y_{in}(s)$.

b) Onko piiri stabiili, jos $\alpha = -\frac{3}{2}$? Perustele vastauksesi.

$$C = 1 \text{ F} \quad L = 1 \text{ H} \quad R = 1 \text{ } \Omega.$$

a) Laitetaan jännitelähde porttiin. $U = RI_A$



Kirjoitetaan silmukayhtälöt:

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{sC} + R & 0 \\ 0 & R + sL \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{in} - \alpha RI_A \\ -\alpha RI_A \end{bmatrix}$$

Siirretään ohjattujen lähteiden termit vasemmalle puolelle yhtälötä

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{sC} + R + \alpha R & 0 \\ \alpha R & R + sL \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{in} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ratkaistaan I_A :

$$I_A = \frac{(R + sL)U_{in}}{(\frac{1}{sC} + R + \alpha R)(R + sL)} = \frac{U_{in}}{\frac{1}{sC} + R + \alpha R}$$

Sisäänmenoadmittanssi on:

$$Y_{in}(s) = \frac{I_A}{U_{in}} = \frac{1}{\frac{1}{sC} + R + \alpha R} = \frac{s}{(1 + \alpha)s + 1}$$

b) Systemifunktio yksinkertaistuu muotoon

$$Y_{in}(s) = \frac{s}{-\frac{1}{2}s + 1}$$

Ratkaistaan nimittäjän nollakohdat: $-\frac{1}{2}s + 1 = 0 \Rightarrow s = 2$.

Napa $s = 2$ on oikeassa puolitasossa eli piiri ei ole stabiili.