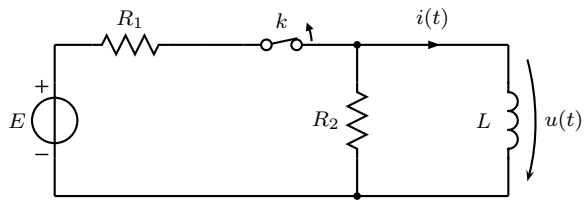
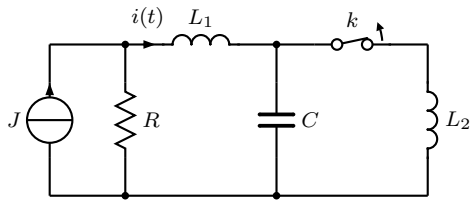


1.



- Kytкин avataan, kun $t = 0$. E on tasajännitelähde.
- Laske kelan virta $i(0)$ jatkuvuustilassa ennen kytkimen avaamista.
 - Hahmottele kelan virta $i(t)$ ajan funktiona.
 - Hahmottele kelan jännite $u(t)$ ajan funktiona.

2.

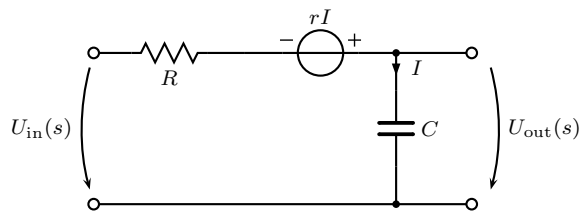


Oheisen piirin kytkin k avataan hetkellä $t = 0$. Tätä ennen piiri on jatkuvuustilassa. Muodosta induktanssin L_1 virran $i(t)$ lauseke.

$$R = 4 \Omega \quad C = 1/8 \text{ F} \quad L_1 = 2 \text{ H}$$

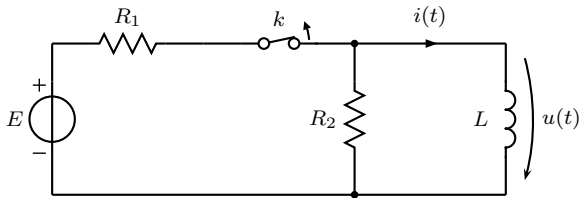
$$L_2 = 5 \text{ H} \quad J = 9 \text{ A.}$$

3.



- Muodosta $H(s) = \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}$.
- Millä r :n arvolla (r reaalinen) piiri on stabiili?

0.1



Kytкин avataan, kun $t = 0$. E on tasajännitelähde.

a) Laske kelan virta $i(0)$ jatkuvuustilassa ennen kytkimen avaamista.

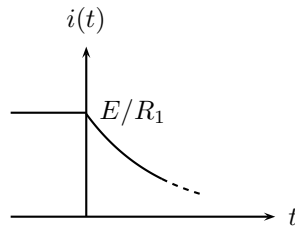
b) Hahmottele kelan virta $i(t)$ ajan funktiona.

c) Hahmottele kelan jännite $u(t)$ ajan funktiona.

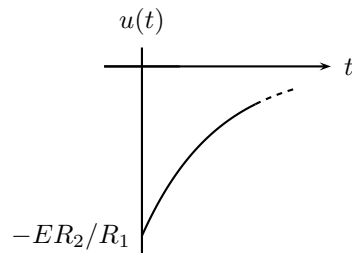
a)

$$i(0) = I_{L0} = \frac{E}{R_1}$$

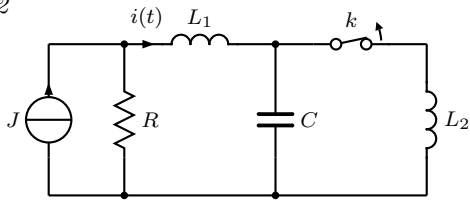
b) Kelan virta on jatkuva. Ennen kytkimen avaamista virta on alkuarvon suuruinen E/R ja lähestyy nollaa kytkimen avaamisen jälkeen.



c) Kelan jännite voi muuttua äkillisesti. Ennen kytkimen avaamista jännite on nolla, jännite hyppää yhtäkkiä kun kytkin avataan ja laskee sen jälkeen eksponentiaalisesti nollaan.



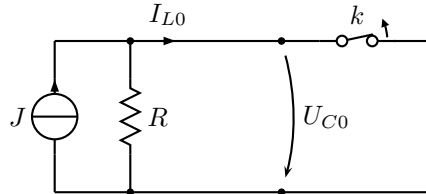
0.2



Oheisen piirin kytkin k avataan hetkellä $t = 0$. Tätä ennen piiri on jatkuvuustilassa. Muodosta induktanssin L_1 virran $i(t)$ lauseke.

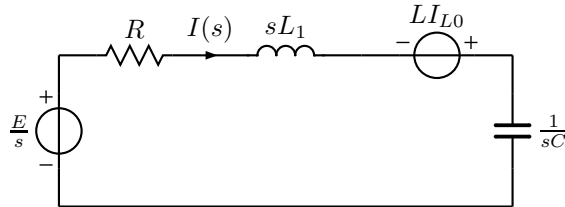
$$R = 4 \Omega \quad C = 1/8 \text{ F} \quad L_1 = 2 \text{ H} \\ L_2 = 5 \text{ H} \quad J = 9 \text{ A.}$$

Ratkaistaan induktanssin alkuvirta ja kondensaattorin alkujännite.



Induktanssin alkuvirta $I_{L0} = J$ ja $U_{C0} = 0$.

Kytкин aukaistaan hetkellä $t = 0$. Muodostetaan Laplace-muunnettu piiri, ja lähdemuunnetaan virtalähde, $E = RJ$.



$$\frac{E}{s} + LI_{L0} = RI + sLI + \frac{1}{sC}I$$

ratkaistaan

$$I(s) = \frac{\frac{E}{s} + LI_{L0}}{R + sL + \frac{1}{sC}} = \frac{\frac{E}{L} + sI_{L0}}{s^2 + s\frac{R}{L} + \frac{1}{LC}}$$

sijoitetaan lukuarvot

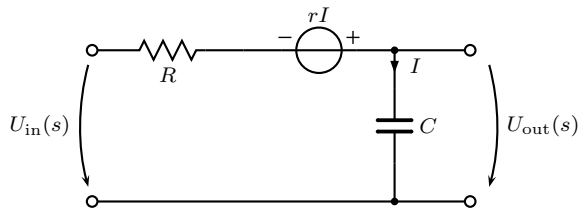
$$I(s) = \frac{\frac{4 \cdot 9}{2} + 9s}{s^2 + s\frac{4}{2} + \frac{1}{2 \cdot 1/8}} = \frac{18 + 9s}{s^2 + 2s + 4} = \frac{18 + 9s}{(s+1)^2 + (\sqrt{3})^2} = \frac{9(s+1) + 9}{(s+1)^2 + (\sqrt{3})^2}$$

$$I(s) = 9 \frac{(s+1)}{(s+1)^2 + (\sqrt{3})^2} + \frac{9}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{(s+1)^2 + (\sqrt{3})^2}$$

Käänteismuunnetaan:

$$i(t) = 9e^{-t} \cos(\sqrt{3}t) + \frac{9}{\sqrt{3}}e^{-t} \sin(\sqrt{3}t) \text{ A}$$

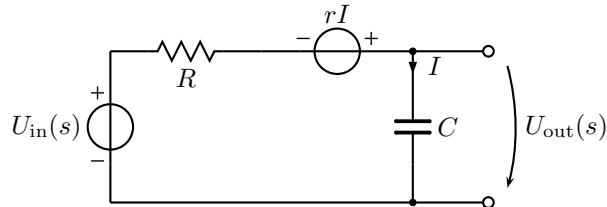
0.3



a) Muodosta $H(s) = \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}$.

b) Millä r :n arvolla (r reaallinen) piiri on stabiili?

a) Laitetaan sisään tuloon lähde U_{in} ja lasketaan U_{out} .



Tehtävän voi ratkaista kirjoittamalla silmukayhtälön tai jännitteenjaon avulla.

$$\left[R + \frac{1}{sC} \right] [I] = [U_{\text{in}} + rI]$$

Siirretään lähde-termi

$$\left[R + \frac{1}{sC} - r \right] [I] = [U_{\text{in}}]$$

Tästä saadaan ratkaistua virta

$$I = \frac{U_{\text{in}}}{R + \frac{1}{sC} - r}$$

Ulostulojännite on

$$U_{\text{out}} = \frac{1}{sC} \cdot I = \frac{1}{sC} \cdot \frac{U_{\text{in}}}{R + \frac{1}{sC} - r} = \frac{U_{\text{in}}}{1 + sC(R - r)}$$

Siirtofunktio

$$H(s) = \frac{1}{1 + sC(R - r)}$$

b) Siirtofunktion napojen tulee sijaita vasemmassa puolitasossa tai imaginaariakselilla yksinkertaisena, joten s :n kertoimen tulee olla positiivinen. Tämä toteutuu, kun $r \leq R$.