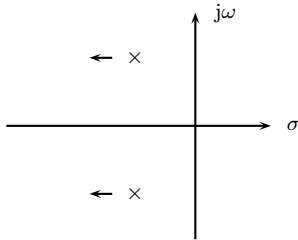


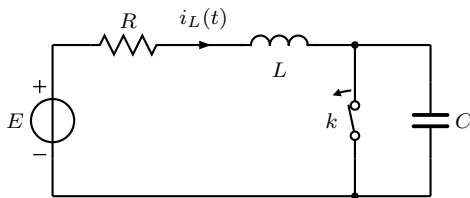
1.



Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- a) Miksi muutokset kelan ja kondensaattorin tilassa tapahtuvat vähitellen?
- b) Onko kondensaattorin virta aina jatkuva?
- c) Kuinka aika-alueen signaali muuttuu, jos systeemi-funktion navat siirtyvät kuvan nuolien suuntaan?
- d) Mitä tapahtuu piirin hyvyysluvulle  $Q$  napojen siirtyessä kuvan mukaisesti?

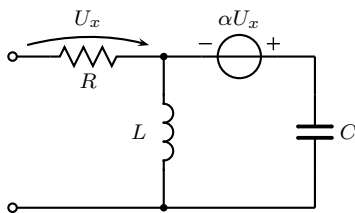
2.



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

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

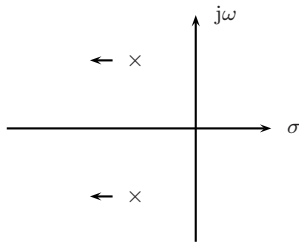
3.



- a) Laske piirin syöttöpisteadmittanssi  $Y(s)$ .
- b) Onko piiri stabiili, kun  $\alpha = \frac{1}{2}$ ? Perustele vastauksesi.

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

0.1



Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Miksi muutokset kelan ja kondensaattorin tilassa tapahtuvat vähitellen?
- Onko kondensaattorin virta aina jatkuva?
- Kuinka aika-alueen signaali muuttuu, jos systeemi-funktion navat siirtyvät kuvan nuolien suuntaan?
- Mitä tapahtuu piirin hyvyysluvulle  $Q$  napojen siirtyessä kuvan mukaisesti?

---

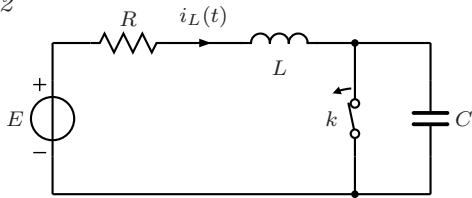
a) Kela ja kondensaattori ovat energiaa varastoivia komponentteja ja tämä aiheuttaa piiriin hitautta, koska energian äkillinen muutos vaatisi äärettömän tehon.

b) Kondensaattorin virran ei tarvitse olla jatkuva, jännitteen kylläkin.

c) Napojen siirtyessä kauemmaksi imaginaariakselista häviöt lisääntyvät eli signaali (sinimuotoinen värähtely) vaimenee nopeammin.

d) Häviöiden lisääntyessä hyvyysluku  $Q$  pienenee.

0.2



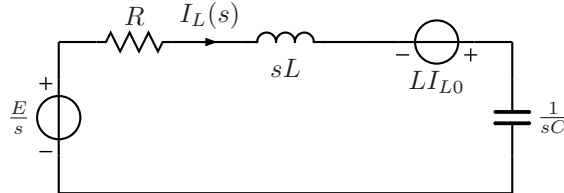
Tasajännitelähteen syöttämässä  $RLC$ -piirissä avataan kytkin  $k$  hetkellä  $t = 0$ . Piiri on aluksi jatkuvuustilassa. Laske virta  $i_L(t)$ .

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

Ratkaistaan alkuarvot:

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

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



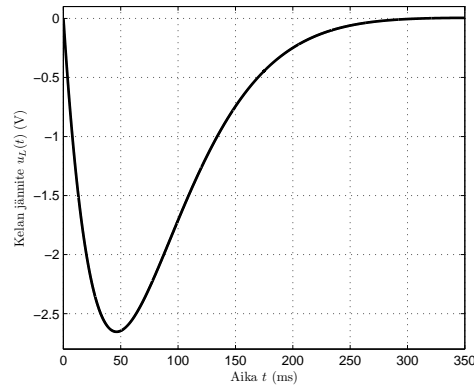
$$I_L(s) = \frac{\frac{E}{s} + LI_{L0}}{R + sL + \frac{1}{sC}} = \frac{C(E + sLI_{L0})}{s^2LC + sRC + 1}$$

Lukuarvot:

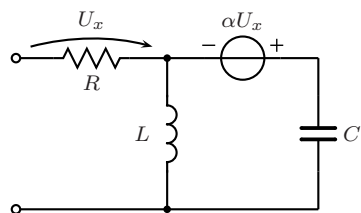
$$I_L(s) = \frac{0,006s + 0,24}{0,002s^2 + 0,08s + 1} = \frac{3s + 120}{s^2 + 40s + 500} = \frac{3(s + 20) + 6 \cdot 10}{(s + 20)^2 + 10^2}$$

Käänteismuunnos:

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



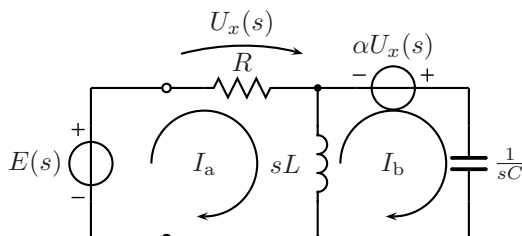
0.3



- a) Laske piirin syöttöpisteadmittanssi  $Y(s)$ .  
 b) Onko piiri stabiili, kun  $\alpha = \frac{1}{2}$ ? Perustele vastauksesi.

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

- a) Syöttöpisteadmittanssin lausekkeiden laskemiseksi kytketään jänniteheräte  $E$  ja muodostetaan lähteestä saatavan virran  $I_a$  lauseke.



Muodostetaan silmukkayhtälöt:

$$\begin{bmatrix} R + sL & -sL \\ -sL & sL + \frac{1}{sC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E(s) \\ \alpha U_x(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E(s) \\ \alpha R \cdot I_a \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R + sL & -sL \\ -(\alpha R + sL) & sL + \frac{1}{sC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ratkaistaan  $I_a$ :

$$\begin{aligned} I_a &= \frac{\begin{vmatrix} E & -sL \\ 0 & sL + \frac{1}{sC} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R + sL & -sL \\ -(\alpha R + sL) & sL + \frac{1}{sC} \end{vmatrix}} = \frac{sL + \frac{1}{sC}}{(R + sL)(sL + \frac{1}{sC}) - sL(\alpha R + sL)} \cdot E \\ &= \frac{s^2 CL + 1}{(R + sL)(s^2 CL + 1) - s^2 CL(\alpha R + sL)} \cdot E = \frac{s^2 CL + 1}{s^2 CL(1 - \alpha)R + sL + R} \cdot E \end{aligned}$$

Syöttöpisteadmittanssi:

$$Y(s) = \frac{I_a}{E} = \frac{s^2 CL + 1}{s^2 CL(1 - \alpha)R + sL + R} = \frac{s^2 + 1}{s^2(1 - \alpha) + s + 1}$$

b)

Navat ovat

$$\frac{1}{2}s^2 + s + 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad s_1, s_2 = -1 \pm \sqrt{-1} = -1 \pm j$$

Napojen reaaliosa on negatiivinen eli navat ovat vasemmassa puolitasossa ja piiri on stabiili.