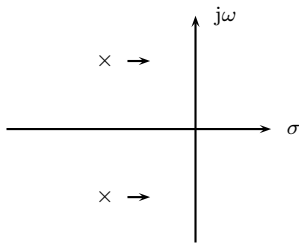


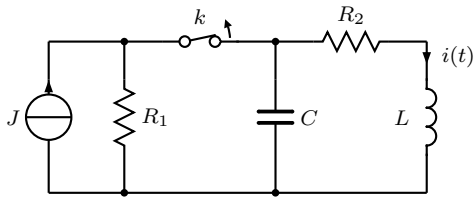
1.



Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- a) Miksi muutokset kelan ja kondensaattorin tilassa tapahtuvat vähitellen?
- b) Onko kelan jännite aina jatkuva?
- c) Kuinka aika-alueen signaali muuttuu, jos systeemi-funktion navat siirtyvät kuvan nuolien suuntaan?

2.

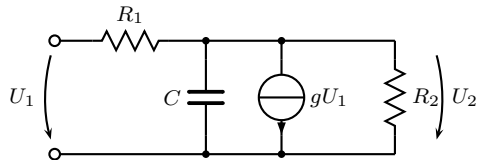


Tasavirtalähteen syöttämä piiri on jatkuvuustilassa ennen kytkimen avaamista. Laske virta $i(t)$ kytkimen avaamisen jälkeen.

$$J = 6 \text{ A} \quad C = 0.2 \text{ F} \quad L = 0.5 \text{ H}$$

$$R_1 = 1 \text{ } \Omega \quad R_2 = 2 \text{ } \Omega.$$

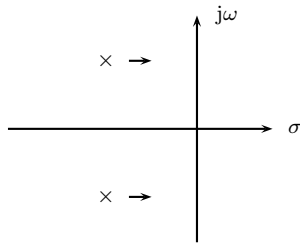
3.



- a) Laske siirtoimpedanssi $Z_{21}(s) = \frac{U_2}{I_1}$.
- b) Millä g :n arvoilla piiri on stabiili?

$$C = 1 \text{ F} \quad R_1 = 1 \text{ } \Omega \quad R_2 = \frac{1}{2} \text{ } \Omega.$$

0.1



Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Miksi muutokset kelan ja kondensaattorin tilassa tapahtuvat vähitellen?
- Onko kelan jännite aina jatkuva?
- Kuinka aika-alueen signaali muuttuu, jos systeemi-funktion navat siirtyvät kuvan nuolien suuntaan?

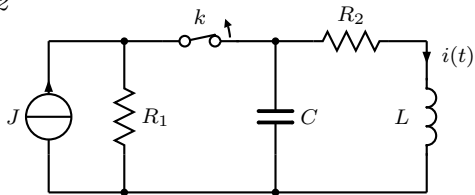
a) Kela ja kondensaattori ovat energiaa varastoivia komponentteja ja tämä aiheuttaa piiriin hitautta, koska energian äkillinen muutos vaatisi äärettömän tehon.

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

c) Napojen siirtyessä lähemmäksi imaginääriakselia häviöt pienenevät eli signaali (sinimuotoinen värähtely) vaimenee hitaammin.

TAI: Napojen ollessa imaginääriakselilla amplitudi pysyy vakiona ja kun navat siirtyvät oikeaan puolitasoon, piiristä tulee epästabiili.

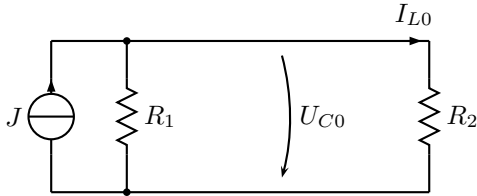
0.2



Tasavirtalähteen syöttämä piiri on jatkuvuustilassa ennen kytkimen avaamista. Laske virta $i(t)$ kytkimen avaamisen jälkeen.

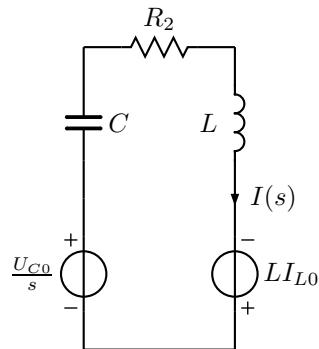
$$J = 6 \text{ A} \quad C = 0.2 \text{ F} \quad L = 0.5 \text{ H}$$

$$R_1 = 1 \ \Omega \quad R_2 = 2 \ \Omega.$$



$$I_{L0} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} J = 2 \text{ A}$$

$$U_{C0} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} J = 4 \text{ V}$$



$$I(s) = \frac{LI_{L0} + \frac{U_{C0}}{s}}{\frac{1}{sC} + sL + R_2} = \frac{sLCI_{L0} + U_{C0}C}{s^2LC + sR_2C + 1} = \frac{s \cdot 0,2 + 0,8}{s^2 \cdot 0,1 + s \cdot 0,4 + 1} = \frac{2s + 8}{s^2 + 4s + 10}$$

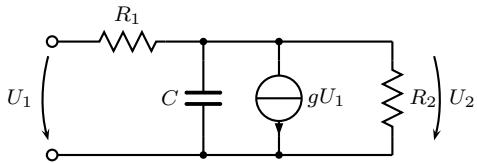
Etsitään käänneismuunnos:

$$I(s) = \frac{2s + 8}{s^2 + 4s + 10} = \frac{2(s + 2) + 4}{(s + 2)^2 + 6}$$

Käänneismuunnos:

$$\Rightarrow i(t) = (2 \cos \sqrt{6}t + \frac{4}{\sqrt{6}} \sin \sqrt{6}t) e^{-2t} \varepsilon(t) \text{ A}$$

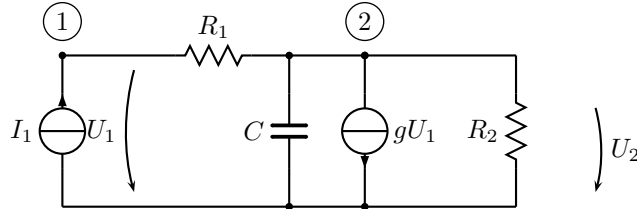
0.3



- a) Laske siirtoimpedanssi $Z_{21}(s) = \frac{U_2}{I_1}$.
 b) Millä g :n arvoilla piiri on stabiili?

$$C = 1 \text{ F} \quad R_1 = 1 \text{ } \Omega \quad R_2 = \frac{1}{2} \text{ } \Omega.$$

a) Lisätään porttiin virtalähde siirtofunktion laskemiseksi.



Kirjoitetaan solmumatriisi:

$$\begin{bmatrix} G_1 & -G_1 \\ -G_1 & G_1 + G_2 + sC \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1 \\ -gU_1 \end{bmatrix}$$

Siirretään ohjatun lähteen termi toiselle puolelle

$$\begin{bmatrix} G_1 & -G_1 \\ -G_1 + g & G_1 + G_2 + sC \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ratkaistaan

$$U_2 = \frac{(-G_1 + g)I_1}{G_1^2 + G_1G_2 + sCG_1 - G_1^2 + gG_1} = \frac{(-G_1 + g)I_1}{G_1G_2 + sCG_1 + gG_1}$$

eli

$$Z_{21} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{G_1 - g}{sCG_1 + G_1(g + G_2)} = \frac{1 - g}{s + g + 2}$$

b) Stabiilin piirin siirtofunktion navat eli nimittäjän nollakohdat sijaitsevat vasemmassa s -puolitasossa tai $j\omega$ -akselilla yksinkertaisina.

Stabiilisuusehto

$$g + 2 \geq 0 \text{ eli } g \geq -2$$