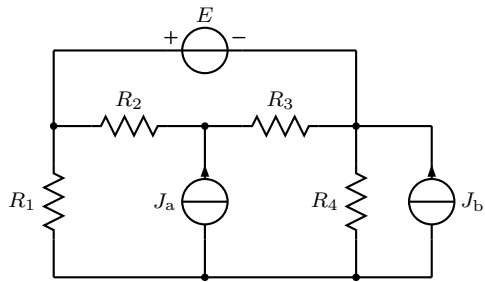


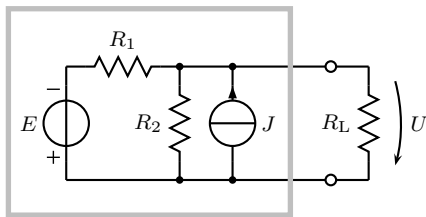
1.



Laske kerrostamismenetelmää käyttäen vastuksessa R_2 lämmöksi muuttuva teho P_{R_2} .

$$\begin{aligned} E &= 2 \text{ V} & J_a &= 3 \text{ A} & J_b &= 4 \text{ A} \\ R_1 &= 1 \ \Omega & R_2 &= 2 \ \Omega & R_3 &= 3 \ \Omega \\ R_4 &= 4 \ \Omega. \end{aligned}$$

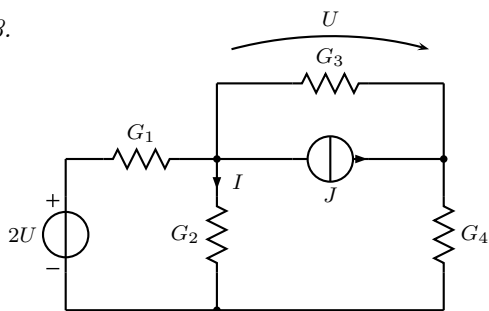
2.



- a) Muodosta laatikon piiristä Théveninin lähde.
- b) Mikä on U , kun piiriin kytketään kuorma R_L ?

$$\begin{aligned} J &= 12 \text{ A} & E &= 4 \text{ V} & R_1 &= 2 \ \Omega \\ R_2 &= 3 \ \Omega & R_L &= 24/5 \ \Omega. \end{aligned}$$

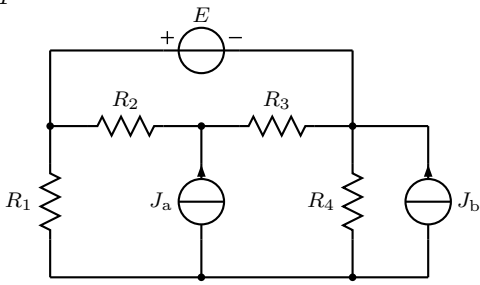
3.



Laske virta I kuvan esittämässä piirissä.

$$\begin{aligned} G_1 &= 1 \text{ S} & G_2 &= \frac{2}{3} \text{ S} & G_3 &= 1 \text{ S} \\ G_4 &= 2 \text{ S} & J &= \frac{3}{3} \text{ A}. \end{aligned}$$

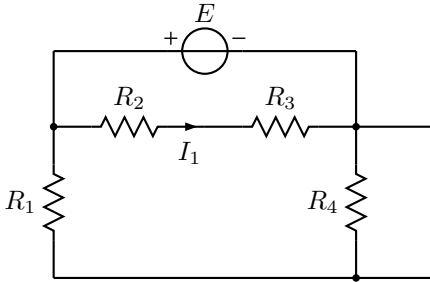
0.1



Laske kerrostamismenetelmää käyttäen vastuksessa R_2 lämmöksi muuttuva teho P_{R_2} .

$$\begin{aligned} E &= 2 \text{ V} & J_a &= 3 \text{ A} & J_b &= 4 \text{ A} \\ R_1 &= 1 \ \Omega & R_2 &= 2 \ \Omega & R_3 &= 3 \ \Omega \\ R_4 &= 4 \ \Omega. \end{aligned}$$

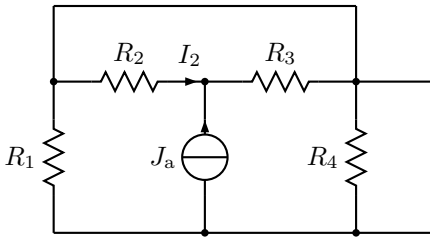
Jännitelähteen vaikutus:



Sammutetaan virtalähteet ja ratkaistaan virta I_1 . Lähdejännite E vaikuttaa sarjaankytkennän R_2 - R_3 yli. Virta saadaan Ohmin lailla.

$$I_1 = \frac{E}{R_2 + R_3} = \frac{2}{5} \text{ A}$$

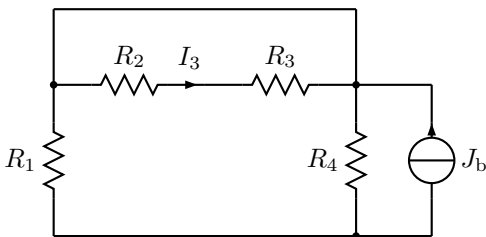
J_a :n vaikutus:



Virranjakosäännöstä

$$I_2 = -\frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot J_a = -\frac{9}{5} \text{ A}$$

J_b :n vaikutus:



$$I_3 = 0 \text{ A}$$

koska oikosulku pitää sarjaankytkennän R_2 - R_3 jännitteen nollassa.

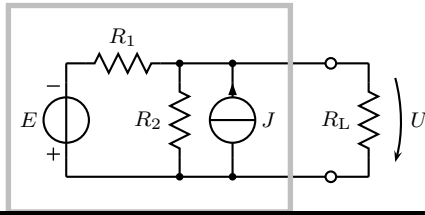
Kokonaisvirta:

$$I_{R_2} = I_1 + I_2 + I_3 = -\frac{7}{5} \text{ A}$$

Tehohäviö:

$$P_{R_2} = R_2 I_{R_2}^2 = \frac{98}{25} \text{ W} \approx 3,92 \text{ W}$$

0.2

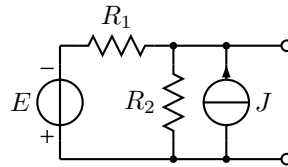


- a) Muodosta laatikon piiristä Théveninin lähde.
 b) Mikä on U , kun piiriin kytketään kuorma R_L ?

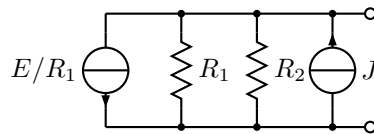
$$J = 12 \text{ A} \quad E = 4 \text{ V} \quad R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 3 \Omega \quad R_L = 24/5 \Omega.$$

Muodostetaan ensin Théveninin lähde eli määritetään E_T ja R_T .



Ratkaisemisessa voisi käyttää tyhjäkäyntijännitettä, oikosulkuvirtaa ja passiivisen piirin resistanssia, mutta esitetään tässä ratkaisu piirimuunnosten avulla. Tehdään ensin lähdemuunnos:



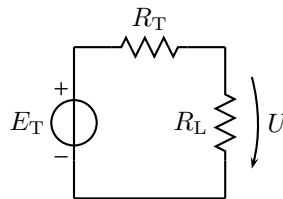
Yhdistetään rinnankytkety virtalähteet ja vastukset:

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6}{5} \Omega$$

$$J_T = J - \frac{E}{R_1} = 10 \text{ A}$$

Tehdään jälleen lähdemuunnos, jolloin saadaan kysytty Théveninin lähde

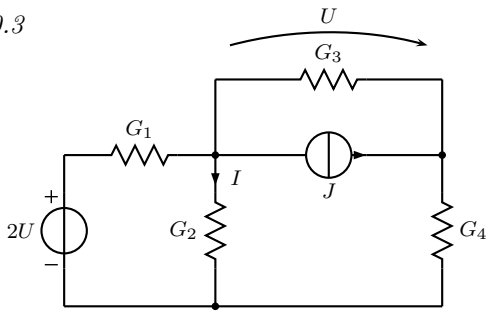
$$E_T = R_T J_T = 12 \text{ V}$$



b-kohdan jännite saadaan suoraan jännitteenjaolla

$$U = \frac{R_L}{R_T + R_L} E_T = \frac{48}{5} \text{ V} \approx 9,6 \text{ V}$$

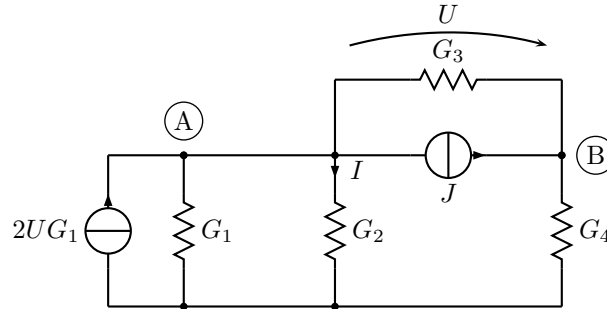
0.3



Laske virta I kuvan esittämässä piirissä.

$$\begin{aligned} G_1 &= 1 \text{ S} & G_2 &= \frac{2}{3} \text{ S} & G_3 &= 1 \text{ S} \\ G_4 &= 2 \text{ S} & J &= \frac{2}{3} \text{ A}. \end{aligned}$$

Solmumenetelmällä:



Kirjoitetaan solmuyhtälöt, $U = U_A - U_B$:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2G_1(U_A - U_B) - J \\ J \end{bmatrix}$$

Siirretään ohjatun lähteen termit:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 - 2G_1 & -G_3 + 2G_1 \\ -G_3 & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -J \\ J \end{bmatrix}$$

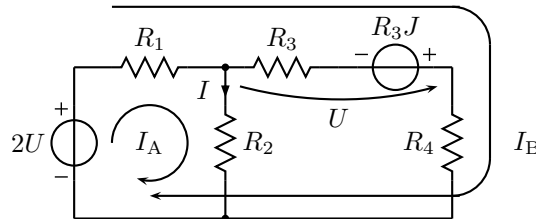
Sijoitetaan lukuarvot:

$$\begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{2}{3} \\ \frac{2}{3} \end{bmatrix}$$

Ratkaistaan U_A ja lasketaan kysytty virta:

$$U_A = -\frac{8}{9} \text{ V}, \quad I = G_2 U_A = \frac{2}{3} \left(-\frac{8}{9}\right) \text{ A} = -\frac{16}{27} \text{ A}.$$

Silmukkamenetelmällä:



Kirjoitetaan silmukayhtälöt, huomaa että $U = R_3 I_B - R_3 J$:

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 & R_1 \\ R_1 & R_1 + R_3 + R_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2U \\ 2U + R_3 J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2R_3 I_B - 2R_3 J \\ 2R_3 I_B - R_3 J \end{bmatrix}$$

Siirretään ohjatun lähteen termit:

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 & R_1 - 2R_3 \\ R_1 & R_1 + R_4 - R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2R_3 J \\ -R_3 J \end{bmatrix}$$

Sijoitetaan lukuarvot:

$$\begin{bmatrix} \frac{5}{2} & -1 \\ 1 & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_A \\ I_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{4}{3} \\ -\frac{2}{3} \end{bmatrix}$$

Ratkaistaan I_A :

$$I_A = -\frac{16}{27} \text{ A}$$