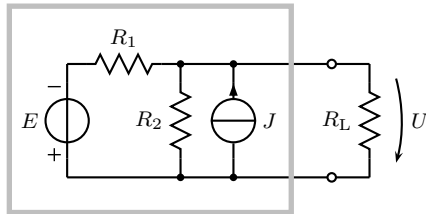


1.

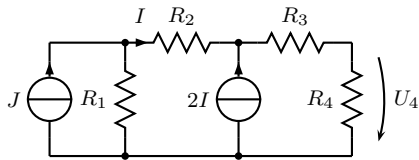


- a) Muodosta laatikon piiristä Théveninin lähde.
 b) Mikä on U , kun piiriin kytketään kuorma R_L ?

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

$$R_2 = 8 \text{ } \Omega \quad R_L = 24/5 \text{ } \Omega.$$

2.

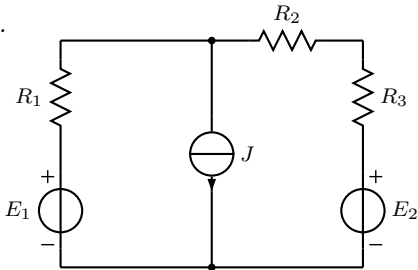


Laske jännite U_4 solmumenetelmän avulla.

$$R_1 = 1 \text{ } \Omega \quad R_2 = 1/2 \text{ } \Omega \quad R_3 = 1/3 \text{ } \Omega$$

$$R_4 = 1/6 \text{ } \Omega \quad J = 2 \text{ A.}$$

3.

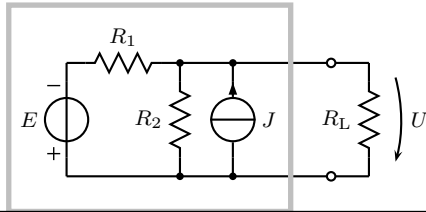


Laske resistanssin R_3 kuluttama teho P .

$$E_1 = 2 \text{ V} \quad E_2 = 3 \text{ V} \quad J = 2 \text{ A}$$

$$R_1 = 4 \text{ } \Omega \quad R_2 = 5 \text{ } \Omega \quad R_3 = 3 \text{ } \Omega.$$

0.1

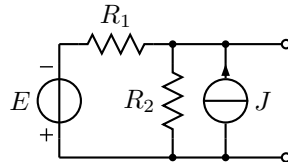


- a) Muodosta laatikon piiristä Théveninin lähde.
 b) Mikä on U , kun piiriin kytketään kuorma R_L ?

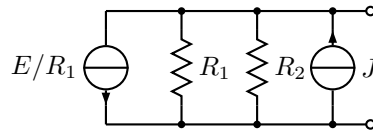
$$J = 12 \text{ A} \quad E = 4 \text{ V} \quad R_1 = 2 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 8 \text{ } \Omega \quad R_L = 24/5 \text{ } \Omega.$$

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:



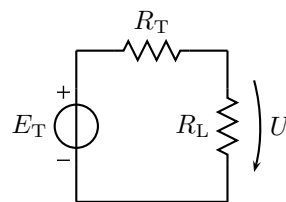
Yhdistetään rinnankytketyt virtalähteet ja vastukset:

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8}{5} \text{ } \Omega$$

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

Tehdään jälleen lähdemuunnos, jolloin saadaan kysytty Théveninin lähde

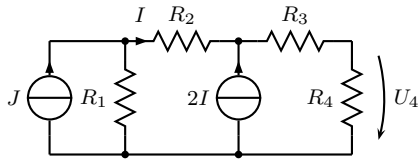
$$E_T = R_T J_T = 16 \text{ V}$$



b-kohdan jännite saadaan suoraan jännitteenjaolla

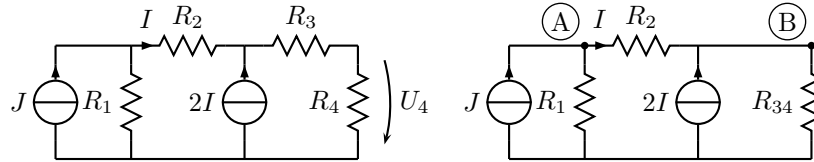
$$U = \frac{R_L}{R_T + R_L} E_T = 12 \text{ V}$$

0.2



Laske jännite U_4 solmumenetelmän avulla.

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \Omega & R_2 &= 1/2 \Omega & R_3 &= 1/3 \Omega \\ R_4 &= 1/6 \Omega & J &= 2 \text{ A}. \end{aligned}$$



Solmuyhtälöt voisi kirjoittaa alkuperäiselle piirille, jolloin tulee 3×3 matriisi, mutta tässä ratkaisussa sarjaan-kytketyt vastukset on ensin yhdistetty ($R_{34} = 1/2 \Omega$), jolloin solmuyhtälöt tarvitsee kirjoittaa vain kahdelle solmulle.

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 & -G_2 \\ -G_2 & G_2 + G_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ 2I \end{bmatrix}$$

Piiristä nähdään, että $I = G_2(U_A - U_B)$.

Siirretään ohjatuista lähteistä syntyneet termit yhtälön oikealta puolelta sen vasemmalle puolelle:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 & -G_2 \\ -3G_2 & 3G_2 + G_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ 0 \end{bmatrix}$$

Sijoitetaan annetut lukuarvot:

$$\begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -6 & 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

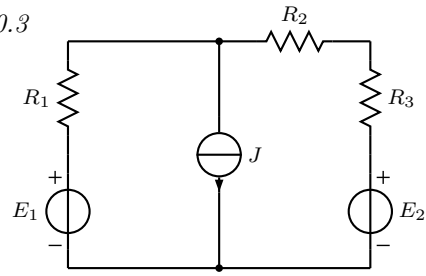
Ratkaistaan U_B :

$$U_B = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ -6 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -6 & 8 \end{vmatrix}} = 1 \text{ V}$$

Kysytty U_4 saadaan lopuksi jännitteenjaolla:

$$U_4 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_B = \frac{U_B}{3} = \frac{1}{3} \text{ V}$$

0.3

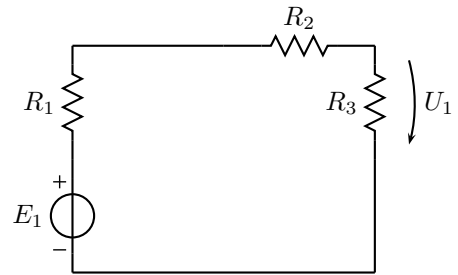


Laske resistanssin R_3 kuluttama teho P .

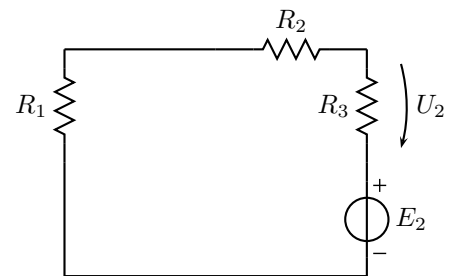
$$E_1 = 2 \text{ V} \quad E_2 = 3 \text{ V} \quad J = 2 \text{ A}$$

$$R_1 = 4 \text{ } \Omega \quad R_2 = 5 \text{ } \Omega \quad R_3 = 3 \text{ } \Omega.$$

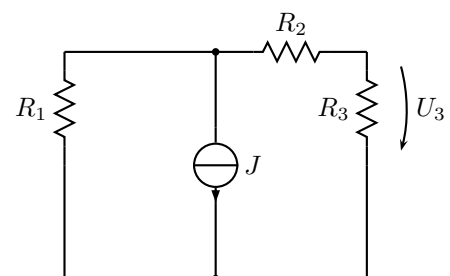
Ratkaistaan tehtävä kerrostamalla ja käyttämällä jännitteen- ja virranjakokaavoja. Tässä ratkaisussa on laskettu jännite vastuksen yli, mutta voisi laskea myös virran.



$$U_1 = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} E_1 = \frac{3}{4 + 5 + 3} \cdot 2 \text{ V} = \frac{1}{2} \text{ V}$$



$$U_2 = -\frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} E_2 = -\frac{3}{4 + 5 + 3} \cdot 3 \text{ V} = -\frac{3}{4} \text{ V}$$



$$I_3 = -\frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} J = -\frac{4}{4 + 5 + 3} \cdot 2 \text{ A} = -\frac{2}{3} \text{ A}$$

$$U_3 = R_3 I_3 = -3 \cdot \frac{2}{3} \text{ V} = -2 \text{ V}$$

Kokonaisjännite:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = \frac{1}{2} - \frac{3}{4} - 2 \text{ V} = -2\frac{1}{4} \text{ V}$$

Kysytty teho

$$P = \frac{U^2}{R_3} = \frac{27}{16} \text{ W} \approx 1,69 \text{ W}$$

Tehtävä ratkeaa helposti myös piiriuunnosten avulla!