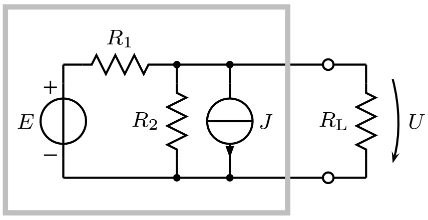
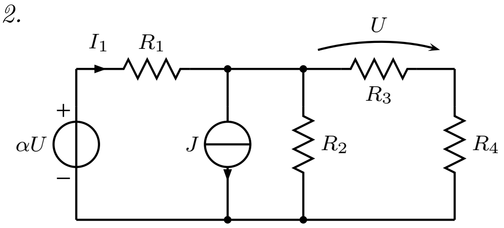
1.



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

$$J = 4 \text{ A} \quad E = 3 \text{ V} \quad R_1 = 1/2\ \Omega$$
$$R_2 = 2\ \Omega \quad R_L = 4\,\Omega.$$

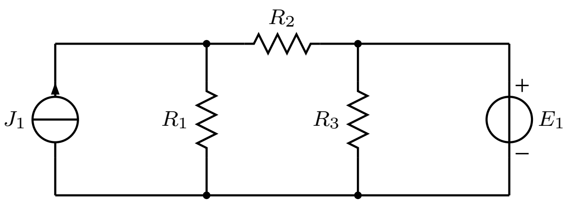
2.



Laske piirin virta I_1 silmukkamenetelmällä.

$$J = 2\,\text{A} \quad \alpha = 2 \quad R_1 = 1\,\Omega$$
$$R_2 = 2\,\Omega \quad R_3 = 3\,\Omega \quad R_4 = 1\,\Omega.$$

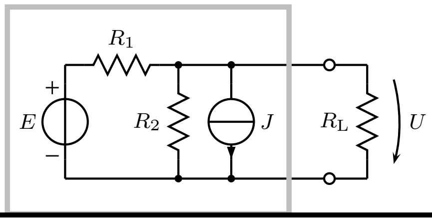
3.



Laske vastuksen R_1 kuluttama teho.

$$R_1 = 1\ \Omega \quad R_2 = 2\ \Omega \quad R_3 = 3\ \Omega$$
$$J_1 = 6\,\text{A} \quad E_1 = 4\,\text{V}.$$

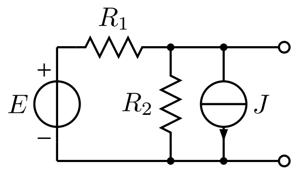
0.1



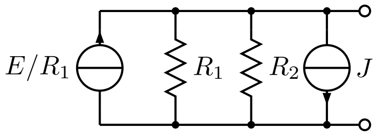
a) Muodosta laatikon piiristä Théveninin lähde.
b) Mikä on U, kun piiriin kytketään kuorma R_L?

$$J = 4\ \mathrm{A} \quad E = 3\ \mathrm{V} \quad R_1 = 1/2\ \Omega$$
$$R_2 = 2\ \Omega \quad R_\mathrm{L} = 4\,\Omega.$$

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:



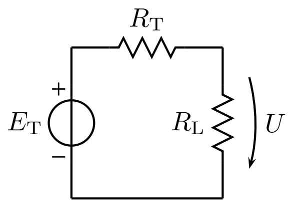
Yhdistetään rinnankytketyt virtalähteet ja vastukset:

$$R_\mathrm{T} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2}{5}\,\Omega$$

$$J_\mathrm{T} = \frac{E}{R_1} - J = 2\,\mathrm{A}$$

Tehdään jälleen lähdemuunnos, jolloin saadaan kysytty Théveninin lähde

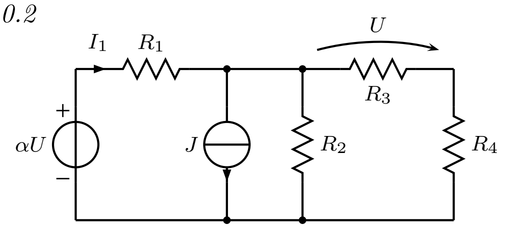
$$E_\mathrm{T} = R_\mathrm{T} J_\mathrm{T} = \frac{4}{5}\,\mathrm{V}$$



b-kohdan jännite saadaan suoraan jännitteenjaolla

$$U = \frac{R_\mathrm{L}}{R_\mathrm{T} + R_\mathrm{L}} E_\mathrm{T} = \frac{8}{11}\,\mathrm{V} \approx 0{,}727\,\mathrm{V}$$

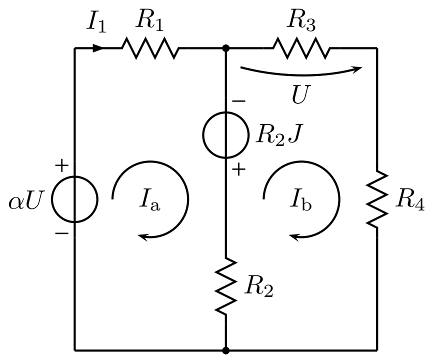
0.2



Laske piirin virta I_1 silmukkamenetelmällä.

$$J = 2\,\mathrm{A} \qquad \alpha = 2 \qquad R_1 = 1\,\Omega$$
$$R_2 = 2\,\Omega \quad R_3 = 3\,\Omega \quad R_4 = 1\,\Omega.$$

Muutetaan virtalähde jännitelähteeksi ja valitaan kuvan mukaiset silmukkavirrat I_a ja I_b.



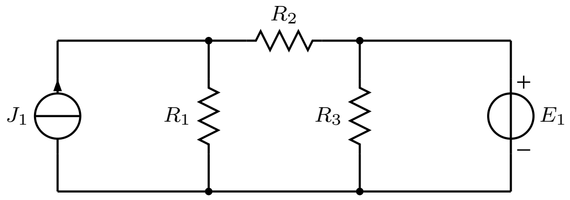
$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 & -R_2 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_\mathrm{a} \\ I_\mathrm{b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha U + R_2 J \\ -R_2 J \end{bmatrix}$$

Ohjattu lähde voidaan lausua silmukkavirtojen avulla: $\alpha U = \alpha R_3 I_\mathrm{b}$. Siirretään termi yhtälön toiselle puolelle.

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 & -R_2 - \alpha R_3 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_\mathrm{a} \\ I_\mathrm{b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_2 J \\ -R_2 J \end{bmatrix}$$

$$I_\mathrm{a} = \frac{\begin{vmatrix} R_2 J & -R_2 - \alpha R_3 \\ -R_2 J & R_2 + R_3 + R_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R_1 + R_2 & -R_2 - \alpha R_3 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_4 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 4 & -8 \\ -4 & 6 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & -8 \\ -2 & 6 \end{vmatrix}} = -\frac{8}{2} = -4\,\mathrm{A}.$$

0.3

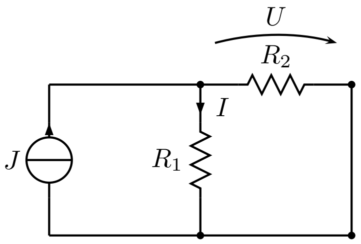


Laske vastuksen R_1 kuluttama teho.

$$R_1 = 1\ \Omega \quad R_2 = 2\ \Omega \quad R_3 = 3\ \Omega$$
$$J_1 = 6\,\mathrm{A} \quad E_1 = 4\,\mathrm{V}.$$

Ratkaistaan kerrostamismenetelmällä laskemalla lähteiden vaikutus erikseen. (Tässä on laskettu sekä jännite että virta mutta riittää laskea vain toinen.)

Virtalähteen vaikutus:

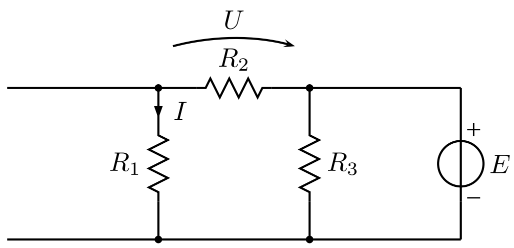


Virranjako:

$$I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} J = \frac{2}{1+2} \cdot 6\,\mathrm{A} = 4\,\mathrm{A}$$

$$U = R_1 I = 4\,\mathrm{V}$$

Jännitelähteen vaikutus:



$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{4}{1+2}\,\mathrm{A} = \frac{4}{3}\,\mathrm{A}$$
$$U = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = \frac{1}{3} \cdot 4 = \frac{4}{3}\,\mathrm{V}$$

Vastuksen R_2 virta ja jännite

$$I = \frac{R_2 J + E}{R_1 + R_2} = 4 + \frac{4}{3} = \frac{16}{3}\,\mathrm{A}$$

$$U = \frac{R_2(R_2 J + E)}{R_1 + R_2} = 4 + \frac{4}{3}\,\mathrm{V} = \frac{16}{3}\,\mathrm{V}$$

Teho voidaan laskea joko virran tai jännitteen perusteella

$$P_{\mathrm{R1}} = R_1 I^2 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{256}{9}\,\mathrm{W} \approx 28{,}4\,\mathrm{W}$$