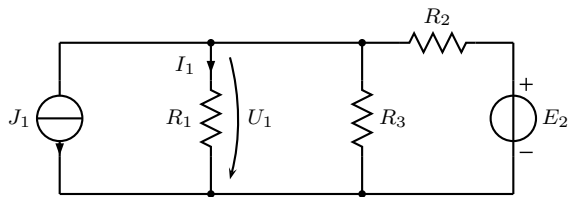


1.

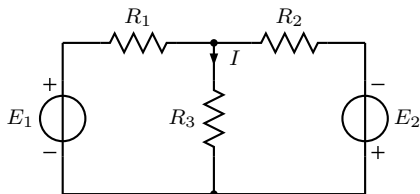


Laske Nortonin menetelmällä  $U_1$  ja  $I_1$ .

$$R_1 = 12 \Omega \quad R_2 = 4 \Omega \quad R_3 = 3 \Omega$$

$$J_1 = 1 \text{ A} \quad E_2 = 8 \text{ V.}$$

2.



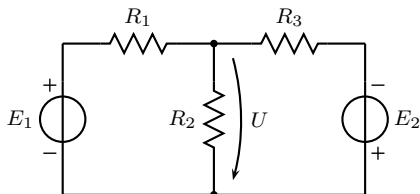
Laske kerrostamalla virta  $I$  ja  $R_3$ :ssä kuluva teho  $P$ .

Använd superposition metod att definiera strömmen  $I$  och effecten  $P$  som konsumerats i resistoren  $R_3$ .

$$R_1 = 5 \Omega \quad R_2 = 3 \Omega \quad R_3 = 4 \Omega$$

$$E_1 = 5 \text{ V} \quad E_2 = 3 \text{ V.}$$

2.



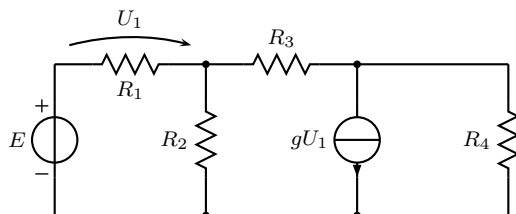
Laske kerrostamalla jännite  $U$  ja  $R_2$ :ssä kuluva teho  $P$ .

Använd superposition metod att definiera spänningen  $U$  och effecten  $P$  som konsumerats i resistoren  $R_2$ .

$$R_1 = 5 \Omega \quad R_2 = 4 \Omega \quad R_3 = 3 \Omega$$

$$E_1 = 5 \text{ V} \quad E_2 = 3 \text{ V.}$$

3.



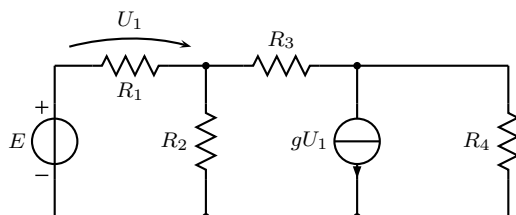
Laske jännite  $U_1$  kuvan mukaisessa piirissä.

Beräkna spänningen  $U_1$  i kretsen.

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

$$R_4 = 1 \Omega \quad g = \frac{1}{3} \text{ S} \quad E = 9 \text{ V.}$$

3.



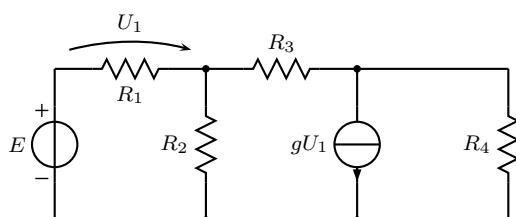
Laske jännite  $U_1$  kuvan mukaisessa piirissä.

Beräkna spänningen  $U_1$  i kretsen.

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

$$R_4 = 1 \Omega \quad g = \frac{1}{2} \text{ S} \quad E = 2 \text{ V.}$$

3.



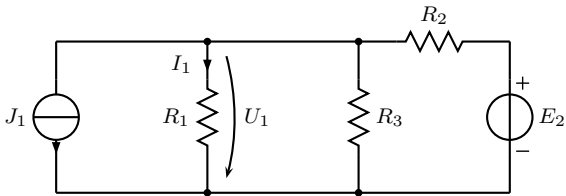
Laske jännite  $U_1$  kuvan mukaisessa piirissä.

Beräkna spänningen  $U_1$  i kretsen.

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

$$R_4 = 2 \Omega \quad g = 2 \text{ S} \quad E = 3 \text{ V.}$$

0.1

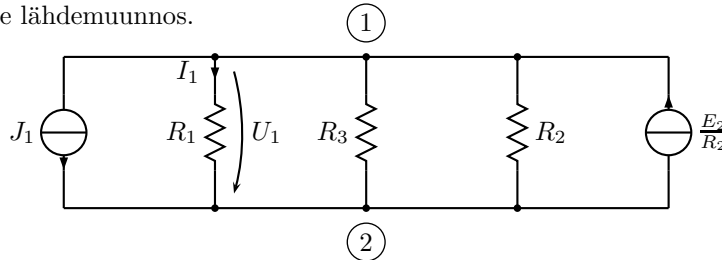


Laske Nortonin menetelmällä  $U_1$  ja  $I_1$ .

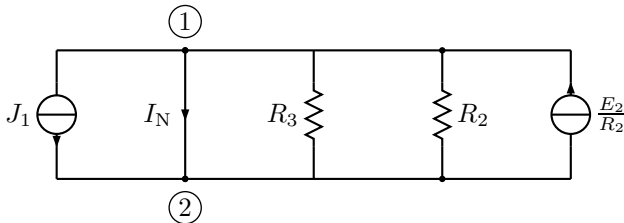
$$R_1 = 12 \Omega \quad R_2 = 4 \Omega \quad R_3 = 3 \Omega$$

$$J_1 = 1 \text{ A} \quad E_2 = 8 \text{ V}.$$

Tehdään aluksi  $E_2$ :lle lähdemuunnos.

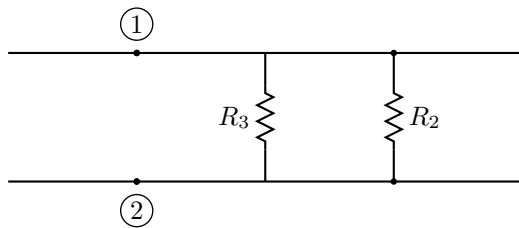


Lasketaan oikosulkuvirta korvaamalla kuormavastus  $R_1$  oikosululla. Nortonin lähteen lähdevirta on virran  $I_N$  suuruinen.



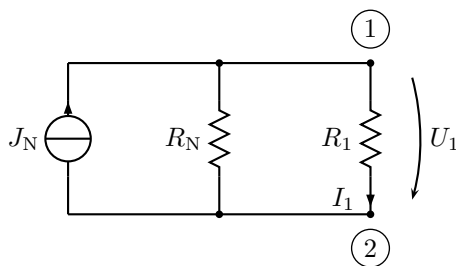
$$I_N = \frac{E_2}{R_2} - J_1 = 2 \text{ A} - 1 \text{ A} = 1 \text{ A} = J_N$$

Lasketaan seuraavaksi passiivisen piirin resistanssi eli poistetaan oikosulku, sammutetaan ohjaamattomat lähteet ja lasketaan solmujen 1 ja 2 välinen resistanssi.



$$R_N = \frac{R_3 R_2}{R_3 + R_2} = \frac{12}{7} \Omega$$

Muodostetaan Nortonin lähde ja lisätään kuormavastus  $R_1$ .



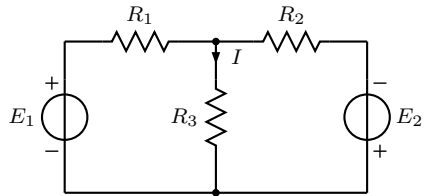
Virranjakosäännöllä

$$I_3 = \frac{R_N}{R_N + R_1} J_N = \frac{\frac{12}{7} \Omega}{\frac{12}{7} \Omega + 12 \Omega} 1 \text{ A} = \frac{1}{8} \text{ A}$$

Ohmin laista

$$U_1 = R_1 I_1 = 12 \Omega \cdot \frac{1}{8} \text{ A} = 1,5 \text{ V}$$

0.2

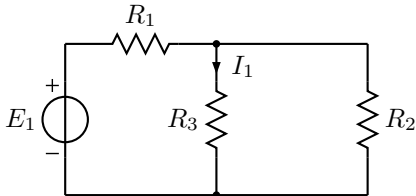


Laske kerrostamalla virta  $I$  ja  $R_3$ :ssä kuluva teho  $P$ .

Använd superposition metod att definiera strömmen  $I$  och effecten  $P$  som konsumerats i resistoren  $R_3$ .

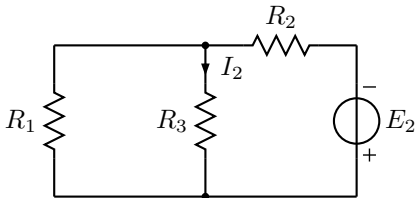
$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \Omega & R_2 &= 3 \Omega & R_3 &= 4 \Omega \\ E_1 &= 5 \text{ V} & E_2 &= 3 \text{ V}. \end{aligned}$$

Sammutetaan ensin lähde  $E_2$  ja lasketaan lähteen  $E_1$  vaikutus.



$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{E_1}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = \\ &= \frac{R_2 E_1}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = \frac{15}{47} \text{ A} \end{aligned}$$

Seuraavaksi sammutetaan  $E_1$  ja tutkitaan  $E_2$ :n vaikutusta.

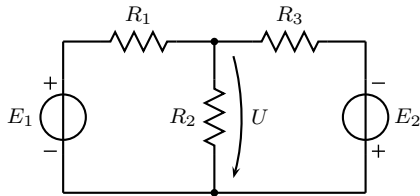


$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{R_1}{R_1 + R_3} \cdot \frac{-E_2}{R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}} = \\ &= \frac{-R_1 E_2}{R_2 R_1 + R_2 R_3 + R_1 R_3} = -\frac{15}{47} \text{ A} \end{aligned}$$

Kokonaisvirta on osavirtojen summa.

$$I = I_1 + I_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad P = I^2 R_3 = 0$$

0.2

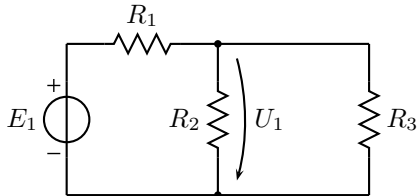


Laske kerrostamalla jännite  $U$  ja  $R_2$ :ssä kuluva teho  $P$ .

Använd superposition metod att definiera spänningen  $U$  och effekten  $P$  som konsumerats i resistoren  $R_2$ .

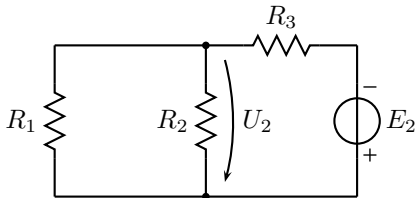
$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \, \Omega & R_2 &= 4 \, \Omega & R_3 &= 3 \, \Omega \\ E_1 &= 5 \, \text{V} & E_2 &= 3 \, \text{V}. \end{aligned}$$

Sammutetaan ensin lähde  $E_2$  ja lasketaan lähteen  $E_1$  vaikutus.



$$U_1 = \frac{\frac{R_3 R_2}{R_3 + R_2}}{R_1 + \frac{R_3 R_2}{R_3 + R_2}} \cdot E_1 = \frac{60}{47} \, \text{V}$$

Seuraavaksi sammutetaan  $E_1$  ja tutkitaan  $E_2$ :n vaikutusta.

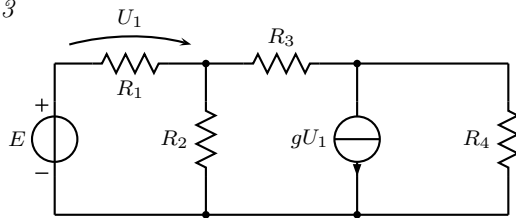


$$U_2 = \frac{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \cdot (-E_2) = -\frac{60}{47} \, \text{V}$$

Kokonaisjännite on osajännitteiden summa.

$$U = U_1 + U_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad P = \frac{U^2}{R_2} = 0$$

0.3

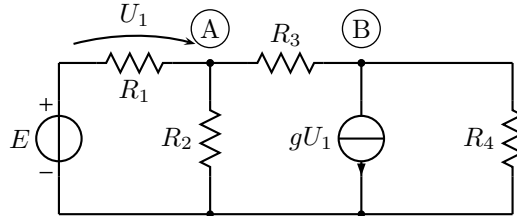


Laske jännite  $U_1$  kuvan mukaisessa piirissä.

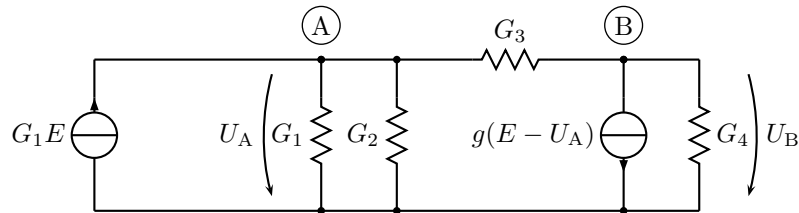
Beräkne spänningen  $U_1$  i kretsen.

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{1}{2} \Omega & R_2 &= 2 \Omega & R_3 &= 3 \Omega \\ R_4 &= 1 \Omega & g &= \frac{1}{3} \text{ S} & E &= 9 \text{ V}. \end{aligned}$$

Tehtävä on tässä ratkaistu solmumenetelmällä, mutta silmukkamenetelmä sopii aivan yhtä hyvin.



Valitaan alin solmu referenssisolmuksi. Solmujännitteiden avulla lausuttuna  $U_1 = E - U_A$ . Muutetaan jännitelähde virtalähteeksi.



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

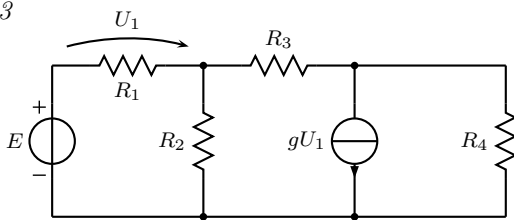
$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 - g & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 E \\ -gE \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{17}{6} & -\frac{1}{3} \\ -\frac{2}{3} & \frac{4}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 18 \\ -3 \end{bmatrix}$$

$$U_A = \frac{\begin{vmatrix} G_1 E & -G_3 \\ -gE & G_3 + G_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 - g & G_3 + G_4 \end{vmatrix}} = \frac{G_1(G_3 + G_4) - gG_3}{(G_1 + G_2)(G_3 + G_4) + G_3(G_4 - g)} \cdot E = \frac{207}{32} \text{ V}$$

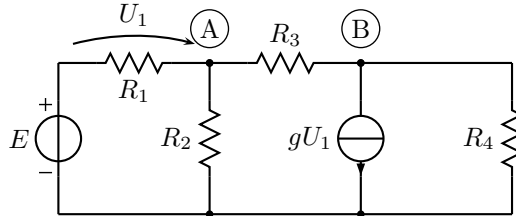
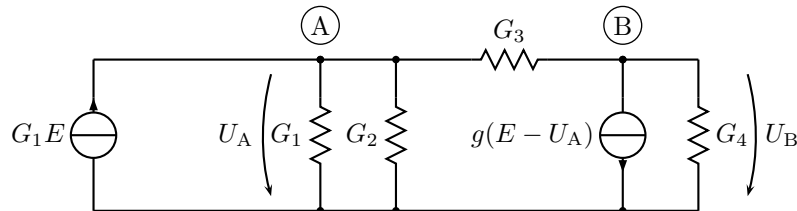
$$U_1 = E - U_A = \frac{81}{32} \text{ V} \approx 2,53 \text{ V}$$

0.3

Laske jännite  $U_1$  kuvan mukaisessa piirissä.Beräknä spänningen  $U_1$  i kretsen.

$$\begin{aligned} R_1 &= 3 \, \Omega & R_2 &= \frac{1}{2} \, \Omega & R_3 &= 2 \, \Omega \\ R_4 &= 1 \, \Omega & g &= \frac{1}{2} \, \text{S} & E &= 2 \, \text{V}. \end{aligned}$$

Tehtävä on tässä ratkaistu solmumenetelmällä, mutta silmukkamenetelmä sopii aivan yhtä hyvin.

Valitaan alin solmu referenssisolmuksi. Solmujännitteiden avulla lausuttuna  $U_1 = E - U_A$ . Muutetaan jännitelähde virtalähteeksi.

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

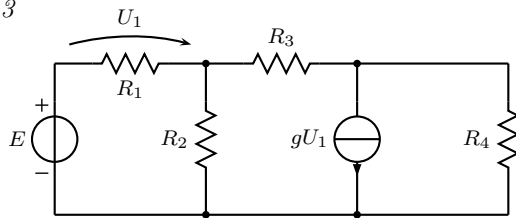
$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 - g & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 E \\ -gE \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{17}{6} & -\frac{1}{2} \\ -1 & \frac{3}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$U_A = \frac{\begin{vmatrix} G_1 E & -G_3 \\ -gE & G_3 + G_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 - g & G_3 + G_4 \end{vmatrix}} = \frac{G_1(G_3 + G_4) - gG_3}{(G_1 + G_2)(G_3 + G_4) + G_3(G_4 - g)} \cdot E = \frac{2}{15} \text{ V}$$

$$U_1 = E - U_A = \frac{28}{15} \text{ V} \approx 1,866 \text{ V}$$

0.3

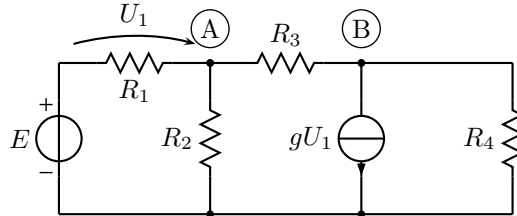


Laske jännite  $U_1$  kuvan mukaisessa piirissä.

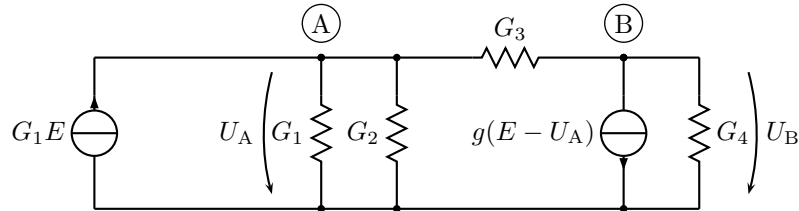
Beräkne spänningen  $U_1$  i kretsen.

$$\begin{aligned} R_1 &= 3 \, \Omega & R_2 &= 1 \, \Omega & R_3 &= \frac{1}{2} \, \Omega \\ R_4 &= 2 \, \Omega & g &= 2 \, \text{S} & E &= 3 \, \text{V}. \end{aligned}$$

Tehtävä on tässä ratkaistu solmumenetelmällä, mutta silmukkamenetelmä sopii aivan yhtä hyvin.



Valitaan alin solmu referenssisolmuksi. Solmujännitteiden avulla lausuttuna  $U_1 = E - U_A$ . Muutetaan jännitelähde virtalähteeksi.



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

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 - g & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1 E \\ -gE \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{10}{3} & -2 \\ -4 & \frac{5}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -6 \end{bmatrix}$$

$$U_A = \frac{\begin{vmatrix} G_1 E & -G_3 \\ -gE & G_3 + G_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_3 - g & G_3 + G_4 \end{vmatrix}} = \frac{G_1(G_3 + G_4) - gG_3}{(G_1 + G_2)(G_3 + G_4) + G_3(G_4 - g)} \cdot E = -\frac{57}{2} \, \text{V}$$

$$U_1 = E - U_A = 31,5 \, \text{V}$$