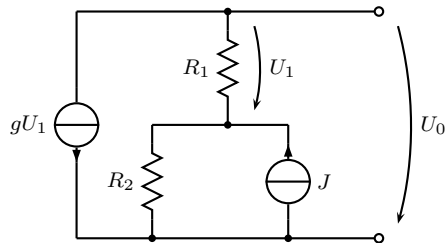


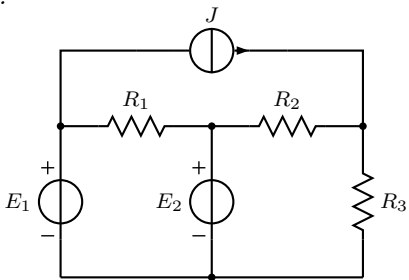
1.



Laske kuvan mukaisen piirin tyhjäkäyntijännite  $U_0$  solmumenetelmää käyttäen.

$$J = 1 \text{ A} \quad g = 20 \text{ mS} \quad R_1 = 10 \Omega \\ R_2 = 30 \Omega.$$

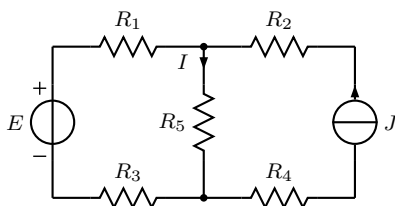
2.



Laske vastuksessa  $R_2$  kuluva teho  $P_2$ .

$$R_1 = 1 \Omega \quad R_2 = 2 \Omega \quad R_3 = 3 \Omega \\ E_1 = 5 \text{ V} \quad E_2 = 6 \text{ V} \quad J = 3 \text{ A}.$$

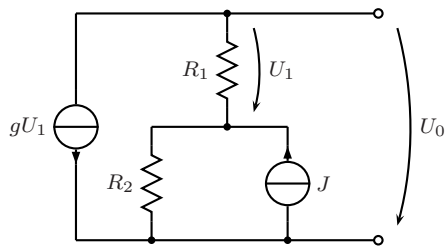
3.



Laske Nortonin menetelmällä vastuksen  $R_5$  virta  $I$ .

$$J = 1 \text{ A} \quad E = 2 \text{ V} \quad R_1 = 1 \Omega \\ R_2 = 3 \Omega \quad R_3 = 5 \Omega \quad R_4 = 7 \Omega \\ R_5 = 9 \Omega.$$

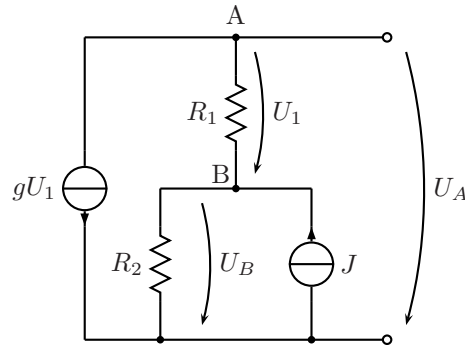
0.1



Laske kuvan mukaisen piirin tyhjäkäyntijännite  $U_0$  solmumenetelmää käyttäen.

$$J = 1 \text{ A} \quad g = 20 \text{ mS} \quad R_1 = 10 \Omega \\ R_2 = 30 \Omega.$$

Valitaan alin solmu referenssisolmuksi ja nimetään solmut. Ohjaava jännite  $U_1 = U_A - U_B$ .



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

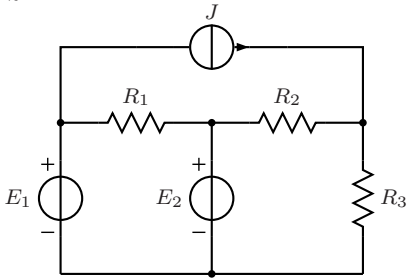
Siirretään ohjattu lähde yhtälön vasemmalle puolelle.

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

Ratkaistaan Cramerin säännöllä.

$$U_0 = U_A = \frac{(G_1 + g)J}{(G_1 + g)(G_1 + G_2) + G_1(-G_1 - g)} = \frac{G_1 + g}{G_2(G_1 + g)} J = \frac{J}{G_2} = 30 \text{ V}.$$

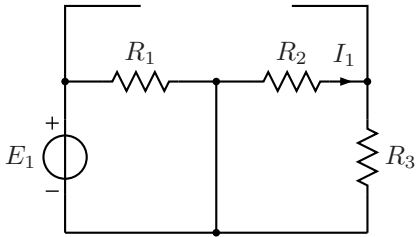
0.2



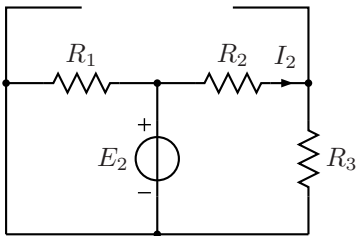
Laske vastuksessa  $R_2$  kuluva teho  $P_2$ .

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \, \Omega & R_2 &= 2 \, \Omega & R_3 &= 3 \, \Omega \\ E_1 &= 5 \, \text{V} & E_2 &= 6 \, \text{V} & J &= 3 \, \text{A}. \end{aligned}$$

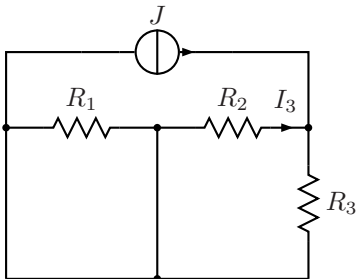
Ratkaistaan ensin vastuksen läpi kulkeva virta kerrostamalla.



$$I_1 = 0 \, \text{A}$$



$$I_2 = \frac{E_2}{R_2 + R_3} = \frac{6}{5} \, \text{A}$$



Virranjakosääntö:

$$I_3 = -\frac{R_3}{R_2 + R_3} J = -\frac{9}{5} \, \text{A}$$

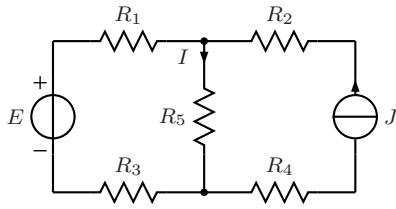
Kokonaisvirta:

$$I = 0 + \frac{E_2}{R_2 + R_3} - \frac{R_3}{R_2 + R_3} J = -\frac{3}{5} \, \text{A}$$

Lopuksi lasketaan teho:

$$P = UI = R_2 I^2 = R_2 \left( 0 + \frac{E_2}{R_2 + R_3} + \frac{R_3}{R_2 + R_3} J \right)^2 = \frac{18}{25} \, \text{W} = 0.72 \, \text{W}$$

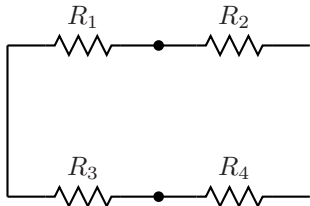
0.3



Laske Nortonin menetelmällä vastuksen  $R_5$  virta  $I$ .

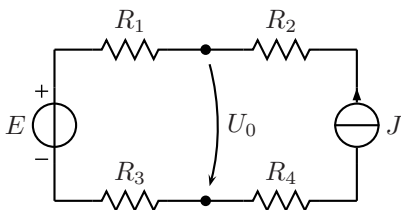
$$\begin{aligned} J &= 1 \text{ A} & E &= 2 \text{ V} & R_1 &= 1 \text{ } \Omega \\ R_2 &= 3 \text{ } \Omega & R_3 &= 5 \text{ } \Omega & R_4 &= 7 \text{ } \Omega \\ R_5 &= 9 \text{ } \Omega. \end{aligned}$$

Ratkaistaan ensin passiivisen piirin resistanssi:



$$R_N = R_1 + R_3 = 6 \text{ } \Omega$$

Seuraavaksi voidaan laskea tyhjäkäyntijännite.

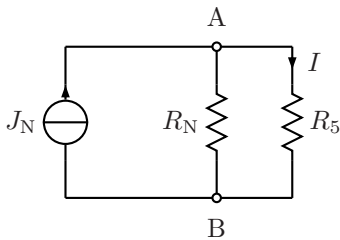


$$U_0 = (R_1 + R_3)J + E = 8 \text{ V}$$

Nortonin lähteen arvon (jonka olisi voinut laskea myös oikosulkuvirran avulla) on

$$J_N = \frac{U_0}{R_N} = \frac{(R_1 + R_3)J + E}{R_1 + R_3} = J + \frac{E}{R_1 + R_3} = \frac{4}{3} \text{ A.}$$

Muodostetaan Nortonin lähde ja ratkaistaan kysytty virta.



$$I = \frac{R_N}{R_N + R_5} J_N = \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{3} \text{ A} = \frac{8}{15} \text{ A} \approx 0,533 \text{ A}$$