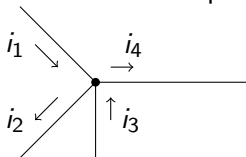


Kirchoffin lait

Esimerkki 1.

Esimerkki 2.

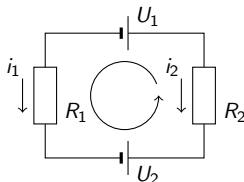
Kirchoffin ensimmäinen laki: Missä tahansa virtapiirin liitoskohdassa pisteeseen saapuvien sähkövirtojen summa on yhtä suuri kuin siitä poistuvien sähkövirtojen summa.



$$i_1 + i_3 = i_2 + i_4$$

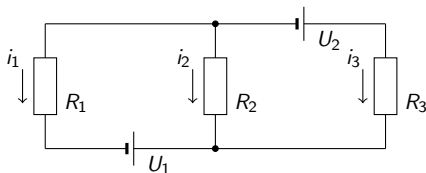
$$\Leftrightarrow i_1 - i_2 + i_3 - i_4 = 0$$

Kirchoffin toinen laki: Suljetussa johdinsilmukassa järjestyksessä laskettu potentiaalierojen summa on nolla.



$$-U_1 - R_1 i_1 + U_2 + R_2 i_2 = 0$$

Esimerkki 1. Laske virrat, kun oheisessa kytkennässä $U_1 = 2.0\text{V}$, $U_2 = 5.0\text{V}$, $R_1 = 200\Omega$, $R_2 = 500\Omega$ ja $R_3 = 300\Omega$.



Kirchoffin ensimmäisestä laista saamme

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0.$$

Kirchoffin toisesta laista saamme

$$-U_2 - R_2 i_2 + R_3 i_3 = 0$$

$$-R_1 i_1 + U_1 + R_2 i_2 = 0$$

Aiheet

Kirchoffin lait

Esimerkki 1.

Esimerkki 2.

Sijoitetaan parametrien arvot $U_1 = 2.0\text{V}$, $U_2 = 5.0\text{V}$,
 $R_1 = 200\Omega$, $R_2 = 500\Omega$ ja $R_3 = 300\Omega$ yhtälöihin

$$\begin{aligned}i_1 + i_2 + i_3 &= 0, \\-U_2 - R_2 i_2 + R_3 i_3 &= 0, \\-R_1 i_1 + U_1 + R_2 i_2 &= 0,\end{aligned}$$

ja järjestetään yhtälöt sieviksi:

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ -500\Omega i_2 + 300\Omega i_3 = 5.0\text{V} \\ -200\Omega i_1 + 500\Omega i_2 = -2.0\text{V} \end{cases}$$

Jaetaan vielä toinen ja kolmas yhtälö ohmilla, jolloin yhtälöryhmä menee muotoon:

Aiheet

Kirchoffin lait

Esimerkki 1.

Esimerkki 2.

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ -500i_2 + 300i_3 = 5.0\text{A} \\ -200i_1 + 500i_2 = -2.0\text{A} \end{cases}$$

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & -500 & 300 \\ -200 & 500 & 0 \end{vmatrix} = -310\,000$$

$$\begin{aligned} D_1 &= \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 5.0\text{A} & -500 & 300 \\ -2.0\text{A} & 500 & 0 \end{vmatrix} \\ &= +0 - 5.0\text{A} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 500 & 0 \end{vmatrix} + (-2.0\text{A}) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -500 & 300 \end{vmatrix} \\ &= 900\text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ -500i_2 + 300i_3 = 5.0\text{A} \\ -200i_1 + 500i_2 = -2.0\text{A} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 5.0\text{A} & 300 \\ -200 & -2.0\text{A} & 0 \end{vmatrix} \\ &= -0 + 5.0\text{A} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -200 & 0 \end{vmatrix} - (-2.0\text{A}) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 300 \end{vmatrix} \\ &= 1600\text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ -500i_2 + 300i_3 = 5.0\text{A} \\ -200i_1 + 500i_2 = -2.0\text{A} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & -500 & 5.0\text{A} \\ -200 & 500 & -2.0\text{A} \end{vmatrix} \\ &= +0 - 5.0\text{A} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -200 & 500 \end{vmatrix} + (-2.0\text{A}) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -500 \end{vmatrix} \\ &= -2500\text{A} \end{aligned}$$

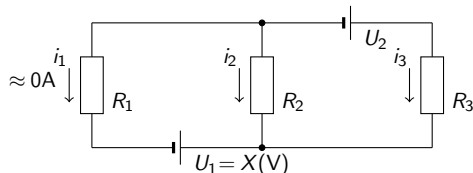
Siis:

$$i_1 = \frac{D_1}{D} = \frac{900\text{A}}{-310\,000} = -2.90\text{mA}$$

$$i_2 = \frac{D_2}{D} = \frac{1600\text{A}}{-310\,000} = -5.16\text{mA}$$

$$i_3 = \frac{D_3}{D} = \frac{-2500\text{A}}{-310\,000} = 8.06\text{mA}$$

Esimerkki 2. Edellisen esimerkin kytkennässä etsimme jännitelähteelle U_1 sellainen arvo, että virta vastuksen R_1 läpi on nolla (pieni). Merkitään $U_1 = X$. Tämä merkintä korostaa sitä, että olemme nyt etsimässä oikeata arvoa X :lle.



Yhtälöryhmä muuttuu muotoon

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ -500i_2 + 300i_3 = 5.0\text{A} \\ -200i_1 + 500i_2 = -XA \end{cases}$$

Aiheet

Kirchoffin lait

Esimerkki 1.

Esimerkki 2.

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ -500i_2 + 300i_3 = 5.0A \\ -200i_1 + 500i_2 = -XA \end{cases}$$

Ratkaisemme vain ensimmäisen muuttujan $i_1 = D_1/D$:n (muuta emme nyt tarvitse). D_1 pitää laskea uudelleen, mutta D on sama kuin edellisessä esimerkissä.

$$\begin{aligned} D_1 &= \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 5.0A & -500 & 300 \\ -XA & 500 & 0 \end{vmatrix} \\ &= +0 - 5.0A \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 500 & 0 \end{vmatrix} + (-XA) \cdot \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -500 & 300 \end{vmatrix} \\ &= (2500 - 800X)A \end{aligned}$$

Aiheet

Kirchoffin lait

Esimerkki 1.

Esimerkki 2.

Siis

$$i_1 = \frac{D_1}{D} = \frac{(2500 - 800X)A}{-310000},$$

ja $i_1 = 0A$, jos

$$\begin{aligned} 2500 - 800X &= 0 \\ \Leftrightarrow X &= \frac{2500}{800} = 3.125(V) \end{aligned}$$