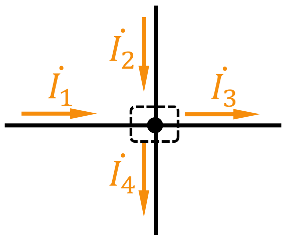
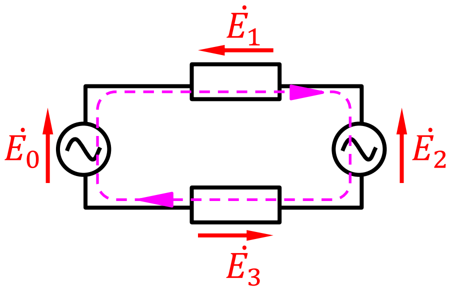
キルヒホッフの法則（１）

■ 電流の法則（第１法則）：
任意の節点に流入する電流の和は
流出する電流の和に等しい




$$\dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \dot{I}_3 + \dot{I}_4$$

■ 電圧の法則（第２法則）：
任意の閉路に沿って
一回りしたときの電圧の和はゼロ



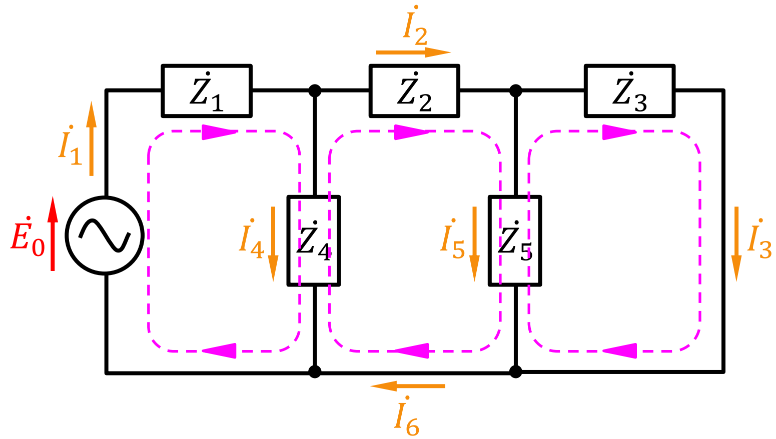

$$\dot{E}_0 - \dot{E}_1 - \dot{E}_2 - \dot{E}_3 = 0$$

《キルヒホッフの法則と回路方程式》

１）全ての辺に電流$\dot{I}_x$を割り当てる。（辺の数＝未知数の数）→6

２）１つの節点を除き,第１法則より電流の方程式をたてる。
（節点の数ー１＝独立な式の数）→3

３）全ての最小の面を閉路として、第２法則より電圧の方程式をたてる。 （最小の面の数＝独立な式の数）→3




グラフ理論より「$\underbrace{\text{辺の数}}_{6}$＝（$\underbrace{\text{頂点の数ー１}}_{3}$）＋$\underbrace{\text{面の数}}_{3}$」は必ず成立する。

よって、上記１）～３）の手順で、未知数の数だけ、
独立な式を作ることができ、必ず方程式を解くことができる。

キルヒホッフの法則（２）

《閉路電流法》

１）全ての最小の面を閉路として、閉路電流$\dot{I}_x$を割り当てる。　（閉路の数＝未知数の数）　→3

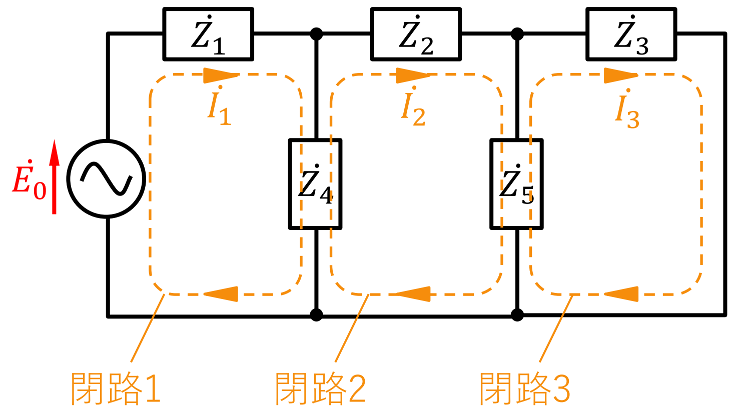
２）閉路に沿って、第２法則より電圧の方程式をたてる。

※閉路電流が重なっている辺では、重ね合わせた電流で電圧降下（逆起電力）を計算する。

閉路1：　$\dot{E}_0 - \dot{Z}_1 \dot{I}_1 - \dot{Z}_4(\dot{I}_1 - \dot{I}_2) = 0$

閉路2：　$-\dot{Z}_2 \dot{I}_2 - \dot{Z}_5(\dot{I}_2 - \dot{I}_3) - \dot{Z}_4(\dot{I}_2 - \dot{I}_1) = 0$

閉路3：　$-\dot{Z}_3 \dot{I}_3 - \dot{Z}_5(\dot{I}_3 - \dot{I}_2) = 0$



キルヒホッフの法則（付録）　《行列式による連立方程式の解法：クラメルの公式》

■ 変数が２ケの場合

$$\left\{\begin{array}{l} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{array}\right. \quad \xrightarrow{\text{行列で表すと}} \quad \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \qquad A = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{bmatrix}$$

サリューの規則（たすきがけ）

行列式 det$A$ を求める

$$\mathrm{det}A = |A| = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = \overset{①}{a_1b_2} - \overset{②}{b_1a_2}$$

連立方程式の解は、$x = \dfrac{1}{|A|}\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}$　$y = \dfrac{1}{|A|}\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}$　で求められる。

<u>キルヒホッフの法則（付録）</u>　　《行列式による連立方程式の解法：クラメルの公式》

■ 変数が３ケの場合

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = d_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z = d_2 \\ a_3x + b_3y + c_3z = d_3 \end{cases}$$

行列で表すと ⇨

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \qquad A = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix}$$

サリューの規則（たすきがけ）

行列式 det$A$ を求める

$$\det A = |A| = \begin{array}{c|ccc|c} + & a_1 & b_1 & c_1 & - \\ + & a_2 & b_2 & c_2 & - \\ + & a_3 & b_3 & c_3 & - \\ \text{④} & a_1 & b_1 & c_1 & \text{①} \\ \text{⑤} & a_2 & b_2 & c_2 & \text{②} \\ \text{⑥} & & & & \text{③} \end{array}$$

$$= \overset{\text{①}}{a_1b_2c_3} + \overset{\text{②}}{a_2b_3c_1} + \overset{\text{③}}{a_3b_1c_2} - \overset{\text{④}}{a_3b_2c_1} - \overset{\text{⑤}}{a_1b_3c_2} - \overset{\text{⑥}}{a_2b_1c_3}$$

（注意）
サリューの規則（たすきがけ）は、
４×４以上の行列式には適用できない。

連立方程式の解は、

$$x = \frac{1}{|A|}\begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \qquad y = \frac{1}{|A|}\begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix} \qquad z = \frac{1}{|A|}\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}$$

で求められる。