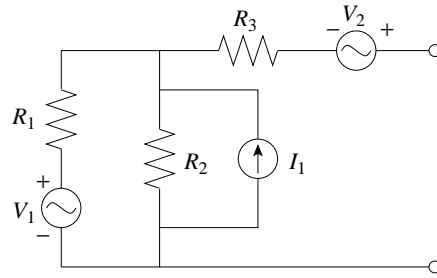


## 電気回路 II 宿題 (第 6 回)

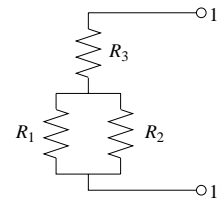
課題 1 下図の回路のテブナン等価回路とノルトン等価回路を求めよ



解答

- 内部抵抗  $Z_0$

$$\begin{aligned} Z_0 &= (R_1 // R_2) + R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 \\ &= \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1 + R_2} \end{aligned}$$



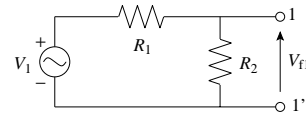
- 開放電圧  $V_f$

重ね合わせの理を利用して求める

- 電圧源  $V_1$  のみがあるとき

( $R_3$  には電流が流れないので無視する)

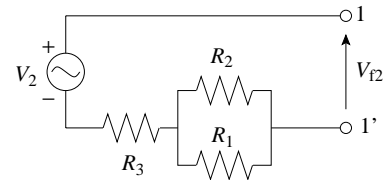
$$V_{f1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1$$



- 電圧源  $V_2$  のみがあるとき

(回路に電流は流れない(電圧降下はない))

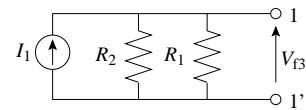
$$V_{f2} = V_2$$



- 電流源  $I_1$  のみがあるとき

( $R_3$  には電流が流れないので無視する)

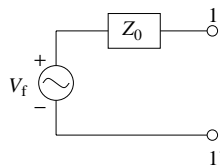
$$V_{f3} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_1$$



したがって, 開放電圧  $V_f$  は

$$V_f = V_{f1} + V_{f2} + V_{f3} = \frac{R_2 V_1 + (R_1 + R_2) V_2 + R_1 R_2 I_1}{R_1 + R_2}$$

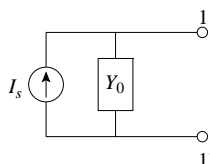
以上より, 以下のテブナン等価回路が書ける.



$$\begin{aligned} V_f &= \frac{R_2 V_1 + (R_1 + R_2) V_2 + R_1 R_2 I_1}{R_1 + R_2} \\ Z_0 &= \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1 + R_2} \end{aligned}$$

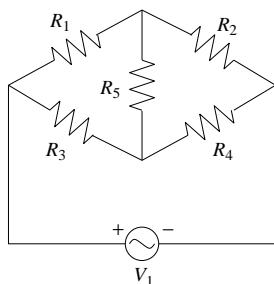
ノルトン等価回路の導出

上で求めたテブナン等価回路より, ノルトン等価回路は以下のように書ける.



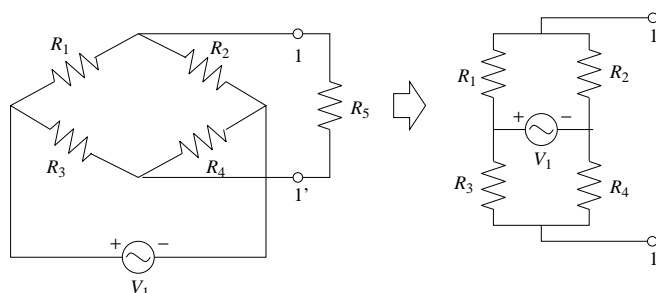
$$\begin{aligned} Y_0 &= \frac{1}{Z_0} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \\ I_s &= Y_0 V_f = \frac{R_2 V_1 + (R_1 + R_2) V_2 + R_1 R_2 I_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \end{aligned}$$

課題2 下図の回路の  $R_5$  に流れる電流を，テブナン等価回路を利用して求めよ．



解答

下図のように回路を考えて，端子  $1 - 1'$  から見たテブナン等価回路を考える



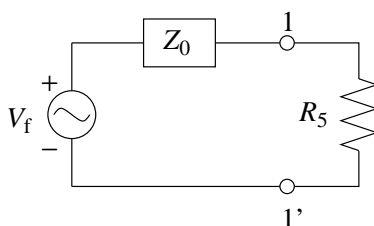
• 内部抵抗  $Z_0$

$$\begin{aligned} Z_0 &= (R_1 // R_2) + (R_3 // R_4) = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \\ &= \frac{R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} \end{aligned}$$

• 開放電圧  $V_f$

$$V_f = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 - \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_1 = \frac{R_2 R_3 - R_4 R_1}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} V_1$$

以上より，テブナンの定理を用いて以下の回路を得る



したがって，抵抗  $R_5$  を流れる電流は

$$I = \frac{V_f}{R_5 + Z_0} = \frac{(R_2 R_3 - R_4 R_1) V_1}{R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2) + (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) R_5}$$