

課題 1

図 1 に示す回路のテブナン等価回路，ノルトン等価回路を求めよ

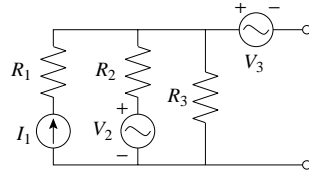
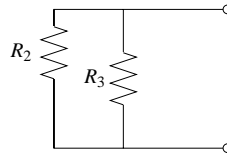


図 1

解答

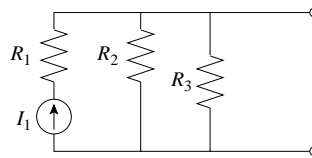
内部インピーダンスは

$$Z_0 = (R_2 // R_3) = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

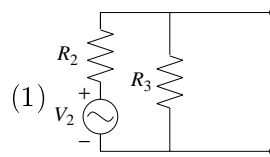


重ね合わせの理を用いると

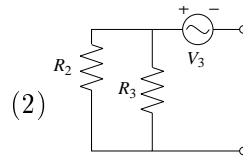
$$V_{f1} = (R_2 // R_3) I_1 = \frac{R_2 R_3 I_1}{R_2 + R_3}$$



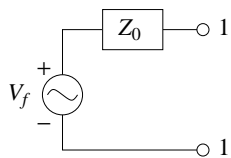
$$V_{f2} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_2$$



$$V_{f3} = -V_3$$



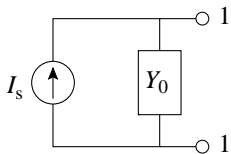
以上より，以下のテブナン等価回路が書ける



$$Z_0 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$V_f = V_{f1} + V_{f2} + V_{f3} = \frac{R_3 (R_2 I_1 + V_2)}{R_2 + R_3} - V_3$$

また，ここ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求まる



$$Y_0 = Z_0^{-1} = \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3}$$

$$I_s = \frac{V_f}{Z_0} = I_2 + \frac{V_2}{R_2} - \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3} V_3$$

課題 2

図 2 のブリッジ回路が平衡しているものとする． R_1 に直列に R_0 を接続したとき，検流計に流れる電流を求めよ．

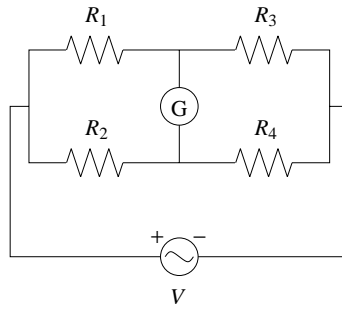


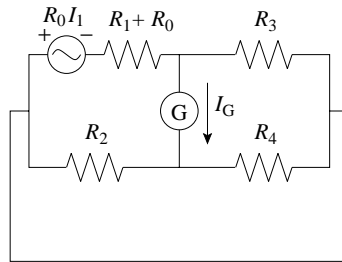
図 2

解答

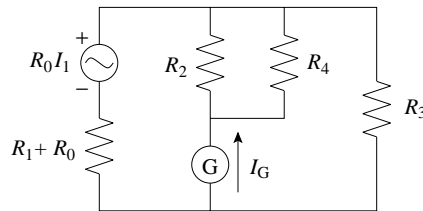
図 2 の抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 は

$$I_1 = \frac{V}{R_1 + R_3}$$

補償定理より $R_1 \rightarrow R_1 + R_0$ としたときの電流の変化は以下の図のようにして考えることができる．



上図を整理すると以下の回路図が書ける



求める電流 I_G は

$$\begin{aligned} I_G &= -\frac{R_0 I_1}{R_0 + R_1 + (R_2 // R_3 // R_4)} \cdot \frac{R_3}{(R_2 // R_4) + R_3} \\ &= -\frac{R_0 I_1}{R_0 + R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_4 R_2}} \cdot \frac{R_3}{\frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} + R_3} \\ &= -\frac{R_0 I_1}{R_0 + R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_4 R_2}} \cdot \frac{R_3}{\frac{R_2 R_4 + R_2 R_3 + R_4 R_3}{R_2 + R_4}} \\ &= -\frac{R_0 R_3 (R_2 + R_4) I_1}{(R_0 + R_1)(R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_4 R_2) + R_2 R_3 R_4} \\ &= -\frac{R_0 R_3 (R_2 + R_4)}{(R_0 + R_1)(R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_4 R_2) + R_2 R_3 R_4} \cdot \frac{V}{R_1 + R_3} \end{aligned}$$

電流は下から上に流れる．