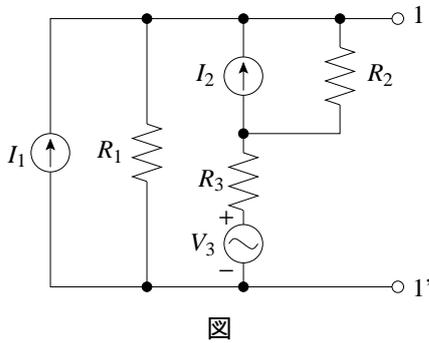


電気回路演習 第 10 回 (平成 22 年 6 月 21 日 (月))

演習

図の回路について以下の設問に答えなさい。なお、電源の角周波数を  $\omega$  とする。



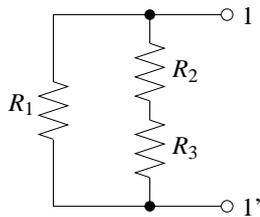
図

1. 端子  $1-1'$  から見たノルトン等価回路を求めなさい。
2. 端子  $1-1'$  から見たテブナン等価回路を求めなさい。(設問 (a) の結果から求めるのではなく、内部インピーダンス、開放電圧を計算して等価回路を求めること)

演習解答

1. ● 内部アドミタンス  $Y_0$  の計算

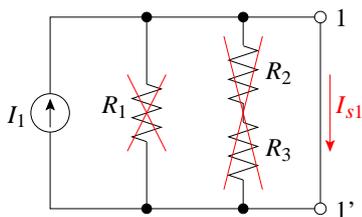
電圧源を短絡し、電流源を開放すると、内部アドミタンス  $Y_0$  は



$$Y_0 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1(R_2 + R_3)}$$

- 短絡電流  $I_s$  の計算

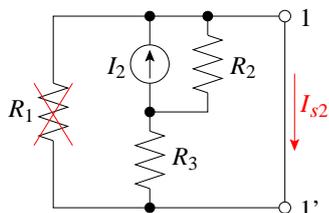
- 電流源  $I_1$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除き、端子  $1-1'$  を短絡したときに流れる電流  $I_{s1}$  は



$$I_{s1} = I_1$$

( $1-1'$  が短絡 (電位差 0 に) されると、 $R_1$  の両端の電位差は 0、 $R_2 + R_3$  の両端の電位差は 0 なので  $R_1$  および  $R_2 + R_3$  には電流は流れない)

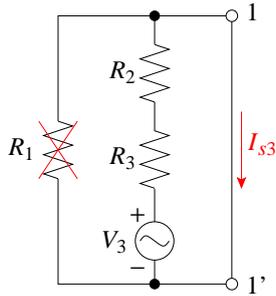
- 電流源  $I_2$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除き、端子  $1-1'$  を短絡したときに流れる電流  $I_{s2}$  は



$$I_{s2} = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_2$$

( $1-1'$  が短絡 (電位差 0 に) されると、 $R_1$  の両端の電位差は 0 なので  $R_1$  には電流は流れない)

- 電圧源  $V_3$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除き、端子  $1-1'$  を短絡したときに流れる電流  $I_{s3}$  は



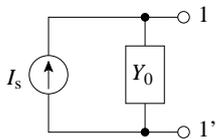
$$I_{s3} = \frac{V_3}{R_2 + R_3}$$

( $1-1'$  が短絡 (電位差 0 に) されると、 $R_1$  の両端の電位差は 0 なので  $R_1$  には電流は流れない)

よって短絡電流  $I_s$  は重ね合わせの理を用いると

$$I_s = I_{s1} + I_{s2} + I_{s3} = I_1 + \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_2 + \frac{V_3}{R_2 + R_3}$$

以上よりノルトン等価回路は

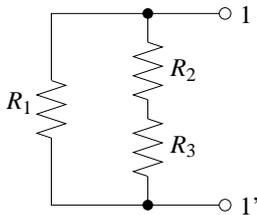


$$Y_0 = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1(R_2 + R_3)}$$

$$I_s = I_1 + \frac{R_2 I_2 + V_3}{R_2 + R_3}$$

## 2. 内部インピーダンス $Z_0$ の計算

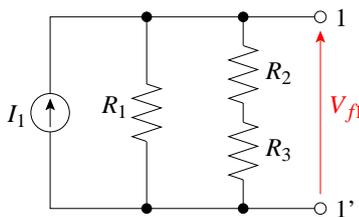
電圧源を短絡し、電流源を開放すると、内部インピーダンス  $Z_0$  は



$$Z_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

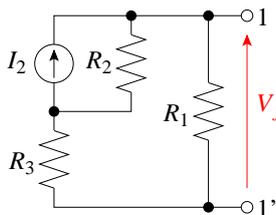
## ● 開放電圧 $V_f$ の計算

- 電流源  $I_1$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除いた場合の端子  $1-1'$  の電圧  $V_{f1}$  は



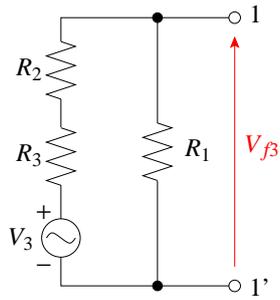
$$V_{f1} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} I_1$$

- 電流源  $I_2$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除いた場合の端子  $1-1'$  の電圧  $V_{f2}$  は



$$V_{f2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} I_2$$

- 電圧源  $V_3$  だけを残し, その他の電圧源, 電流源を取り除いた場合の端子  $1 - 1'$  の電圧  $V_{f3}$  は

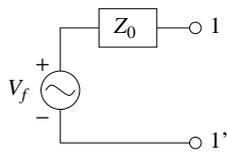


$$V_{f3} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} V_3$$

よって開放電圧  $V_f$  は重ね合わせの理を用いると

$$V_f = V_{f1} + V_{f2} + V_{f3} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} I_1 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} I_2 + \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} V_3$$

以上よりテブナン等価回路は

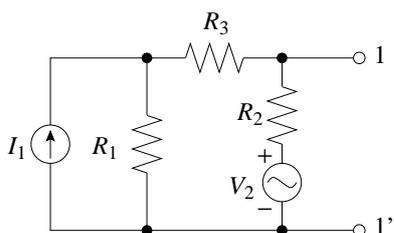


$$Z_0 = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_f = \frac{R_1(R_2 + R_3)I_1 + R_1 R_2 I_2 + R_1 V_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

小テスト

図の回路について以下の設問に答えなさい。なお、電源の角周波数を  $\omega$  とする。



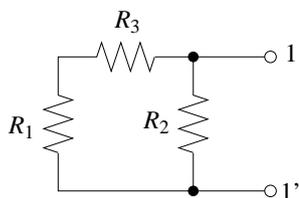
図

1. 端子 1 - 1' から見たノルトン等価回路を求めなさい。
2. 端子 1 - 1' から見たテブナン等価回路を求めなさい。

小テスト解答

1. ● 内部アドミタンス  $Y_0$  の計算

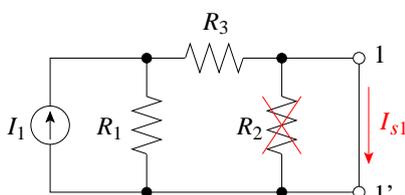
電圧源を短絡し、電流源を開放すると、内部アドミタンス  $Y_0$  は



$$Y_0 = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_3} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2(R_1 + R_3)}$$

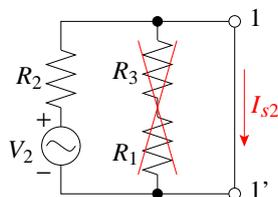
- 短絡電流  $I_s$  の計算

- 電流源  $I_1$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除き、端子 1 - 1' を短絡したときに流れる電流  $I_{s1}$  は



$$I_{s1} = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I_1$$

- 電圧源  $V_2$  だけを残し、その他の電圧源、電流源を取り除き、端子 1 - 1' を短絡したときに流れる電流  $I_{s2}$  は

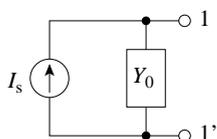


$$I_{s2} = \frac{V_2}{R_2}$$

よって短絡電流  $I_s$  は重ね合わせの理を用いると

$$I_s = I_{s1} + I_{s2} = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I_1 + \frac{V_2}{R_2}$$

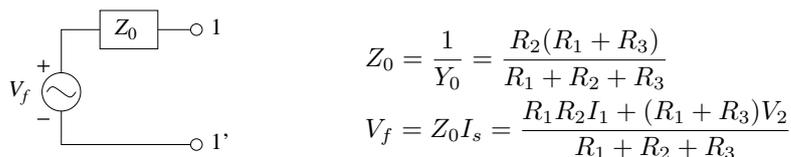
以上よりノルトン等価回路は



$$Y_0 = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2(R_1 + R_3)}$$

$$I_s = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I_1 + \frac{V_2}{R_2}$$

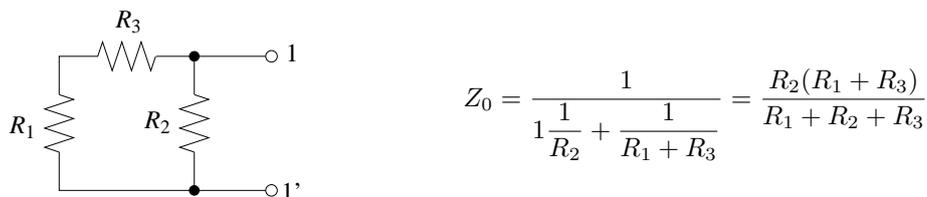
2. 設問 (a) で求めたノルトン等価回路より



別解 (設問 (a) の結果を用いずに求める)

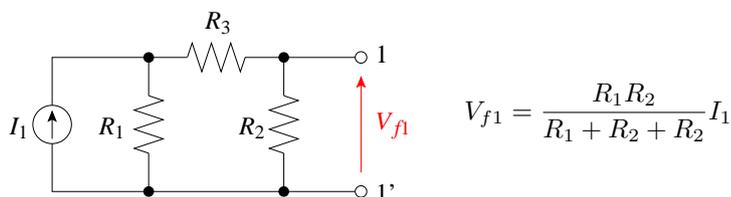
- 内部インピーダンス  $Z_0$  の計算

電圧源を短絡し，電流源を開放すると，内部アドミタンス  $Y_0$  は

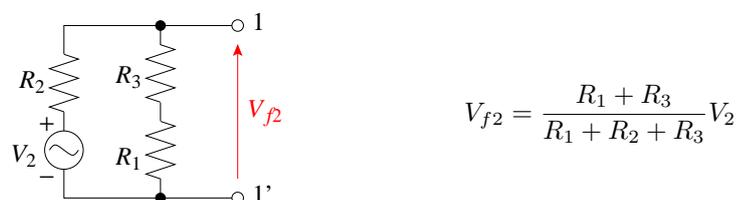


- 開放電圧  $V_f$  の計算

- 電流源  $I_1$  だけを残し，その他の電圧源，電流源を取り除いた場合の端子  $1 - 1'$  の電圧  $V_{f1}$  は



- 電圧源  $V_2$  だけを残し，その他の電圧源，電流源を取り除いた場合の端子  $1 - 1'$  の電圧  $V_{f2}$  は



よって開放電圧  $V_f$  は重ね合わせの理を用いると

$$V_f = V_{f1} + V_{f2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} I_1 + \frac{R_1 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_2$$

以上よりテブナン等価回路は

