

電気回路演習 第 8 回 (平成 21 年 6 月 08 日 (月))

演習

1. 図 1 に示す変成器を含む回路において以下の設問に答えなさい。

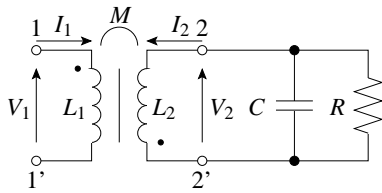


図 1

- (a) 図 1 の変成器に対する基本式の交流表現式を示しなさい。
 (b) I_2 , C , R を用いて V_2 を表しなさい。
 (c) 設問 (a), (b) の結果から, 電流 I_1 , L_1 , L_2 , M , C , R を用いて電流 I_2 を表しなさい。
 (d) 端子 1-1' から変成器をみたときのインピーダンス Z_1 を求めなさい。
2. 図 2 に示す理想変成器を含む回路において以下の設問に答えなさい。

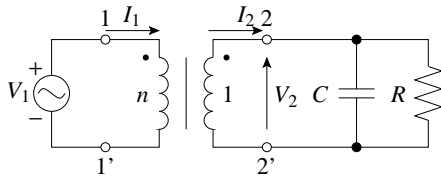


図 1

- (a) インピーダンス変換を利用して 1 次側にまとめた回路を書きなさい。また得られた回路のインピーダンス Z_1 を求めなさい。
 (b) インピーダンス変換を利用して, 2 次側にまとめた回路を書きなさい。また得られた回路のインピーダンス Z_2 を求めなさい。

演習解答

1. (a) $V_1 = j\omega L_1 I_1 - j\omega M I_2$

$$V_2 = -j\omega M I_1 + j\omega L_2 I_2$$

(b) $V_2 = -I_2 \frac{R}{1 + j\omega CR}$

- (c) 設問 (a) の結果の第 2 式に, 設問 (b) の結果を代入すると

$$-\frac{R}{1 + j\omega CR} I_2 = -j\omega M I_1 + j\omega L_2 I_2$$

$$\left(\frac{R}{1 + j\omega CR} + j\omega L_2 \right) I_2 = j\omega M I_1$$

$$I_2 = \frac{j\omega M}{\frac{R}{1 + j\omega CR} + j\omega L_2} I_1 = \frac{j\omega M(1 + j\omega CR)}{R + j\omega L_2(1 + j\omega CR)} I_1 = \frac{j\omega M(1 + j\omega CR)}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega L_2} I_1$$

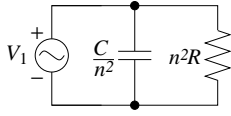
- (d) 設問 (a) の結果の第 1 式に, 設問 (c) の結果を代入すると

$$\begin{aligned} V_1 &= j\omega L_1 I_1 + \frac{\omega^2 M^2}{\frac{R}{1 + j\omega CR} + j\omega L_2} I_1 = \left\{ j\omega L_1 + \frac{\omega^2 M^2(1 + j\omega CR)}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega L_2} \right\} I_1 \\ &= \frac{j\omega L_1 R(1 - \omega^2 L_2 C) - \omega^2 L_1 L_2 + \omega^2 M^2(1 + j\omega CR)}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega L_2} I_1 \end{aligned}$$

よって、インピーダンス Z_1 は

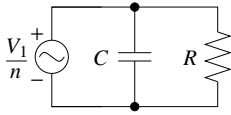
$$\begin{aligned} Z_1 = \frac{V_1}{I_1} &= j\omega L_1 + \frac{\omega^2 M^2}{\frac{R}{1+j\omega CR} + j\omega L_2} = j\omega L_1 + \frac{\omega^2 M^2(1+j\omega CR)}{R - \omega^2 CL_2 R + j\omega L_2} \\ &= \frac{\omega^2(M^2 - L_1 L_2) + j\omega(L_1 - \omega^2 CL_1 L_2 + \omega^2 M^2 C)R}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega L_2} \\ &= \frac{\omega^2(M^2 - L_1 L_2) + j\omega\{L_1 + \omega^2 C(M^2 - L_1 L_2)\}R}{R(1 - \omega^2 L_2 C) + j\omega L_2} \end{aligned}$$

2. (a)



$$Z_1 = \frac{1}{\frac{j\omega C}{n^2} + \frac{1}{n^2 R}} = \frac{n^2 R}{1 + j\omega CR}$$

(b)



$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}} = \frac{R}{1 + j\omega CR}$$

小テスト

図 1 に示す変成器を含む回路において以下の設問に答えなさい

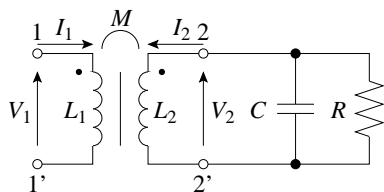


図 1

- (a) 図 1 の変成器に対する基本式の交流表現式を示しなさい。
- (b) 変成器の 2 次側に流れる電流 I_2 を V_2 , C , R を用いて表しなさい。
- (c) 設問 (a), (b) の結果から, 電圧 V_2 を用いて電流 I_1 を求めなさい。
- (d) 設問 (a) ~ (c) の結果を用いて, 電圧 V_1 と V_2 の比 V_1/V_2 を求めなさい。

小テスト解答

(a) $V_1 = j\omega L_1 I_1 + j\omega M I_2$

$$V_2 = j\omega M I_1 + j\omega L_2 I_2$$

(b) $I_2 = -\left(j\omega C + \frac{1}{R}\right) V_2$

(c) 設問 (a) の結果の第 2 式より

$$j\omega M I_1 = V_2 - j\omega L_2 I_2$$

上式に設問 (b) の結果を代入すると

$$j\omega M I_1 = \left(1 - \omega^2 C L_2 + \frac{j\omega L_2}{R}\right) V_2$$

よって

$$I_1 = \left(\frac{L_2}{MR} + j\frac{\omega^2 C L_2 - 1}{\omega M}\right) V_2$$

(d) 設問 (b), (c) の結果を, 設問 (a) の結果の第 1 式に代入すると

$$V_1 = j\omega L_1 \left(\frac{L_2}{MR} + j\frac{\omega^2 C L_2 - 1}{\omega M}\right) V_2 - j\omega M \left(j\omega C + \frac{1}{R}\right) V_2$$

よって電圧の比 V_1/V_2 は

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{L_1}{M} (1 - \omega^2 C L_2) + \omega^2 C M + j \left(\frac{\omega L_1 L_2}{MR} - \frac{\omega M}{R}\right) \\ &= \frac{L_1}{M} + \frac{\omega^2 C}{M} (M^2 - L_1 L_2) + j \frac{\omega}{MR} (L_1 L_2 - M^2) \end{aligned}$$