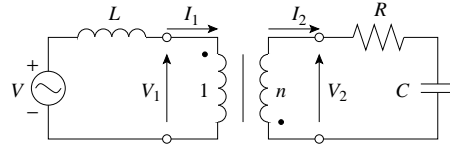


電気回路演習 II 第 3 回 (平成 19 年 10 月 26 日 (金))

演習

図に示す理想変成器を含む回路の電圧 V_2 , 電流 I_2 を以下の 3 通りの手順で求め、答が一致することを確認せよ。ここで、電源の角周波数は ω とする。

1. 理想変成器の電圧、電流の関係式から求める。
 - (a) 一次側の電圧 V_1 と二次側の電圧 V_2 の関係を書け。
 - (b) 一次側の電流 I_1 と二次側の電流 I_2 の関係を書け。
 - (c) V_2 と I_2 の関係を R, C, ω を用いて書け。
 - (d) キルヒホッフの電圧則より、 V を L, I_1, V_1, ω を用いて表せ。
 - (e) (a)~(d) で求めた式から、 $L = \frac{3}{\pi}$ mH, $C = \frac{1}{2\pi}$ mF, $R = 20 \Omega, V = 10 \text{ V}, f = 50 \text{ Hz}, n = 10$ である場合に対して、 I_2, V_2 を求めよ。
2. インピーダンス変換作用を利用して、二次側の素子を一次側に移して求める。
 - (a) 二次側の R と C を一次側に移した回路を書け。
 - (b) (a) の回路より、1(e) で与えられた数値に対して、 V_1, I_1 を求めよ。
 - (c) V_1, I_1 から、1(a),(b) で求めた関係を利用して V_2, I_2 を求めよ。
3. インピーダンス変換作用を利用して、一次側の素子を二次側に移して求める。
 - (a) 一次側の V と L を二次側に移した回路を書け。
 - (b) (a) の回路より、1(e) で与えられた数値に対して、 V_2, I_2 を求めよ。



解答

1. (a) $V_1 : V_2 = 1 : -n \rightarrow V_1 = -\frac{1}{n}V_2$ 10
- (b) $I_1 : I_2 = 1 : -\frac{1}{n} \rightarrow I_1 = -nI_2$ 10
- (c) $V_2 = \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right) I_2$ 5
- (d) $V = j\omega L I_1 + V_1$ 5
- (e) 与えられた数値を代入すると ($\omega L = 0.3, \omega C = 0.05$)

$$V_1 = -0.1V_2$$

$$I_1 = -10I_2$$

$$V_2 = 20(1 - j)I_2$$

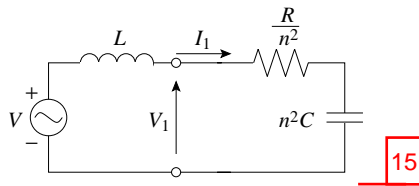
$$10 = j0.3I_1 + V_1 = -j3I_2 - 0.1V_2 = -j3I_2 - 2(1 - j)I_2 = -(2 + j)I_2$$

以上より

$$I_2 = \frac{10}{-(2 + j)} = -\frac{10(2 - j)}{2^2 + 1^2} = -4 + j2 \text{ A} \quad \text{5}$$

$$V_2 = 20(1 - j)I_2 = 20(1 - j)(-4 + j2) = -40 + j120 \text{ V} \quad \text{5}$$

2. (a) 二次側の R と C を一次側に移すと



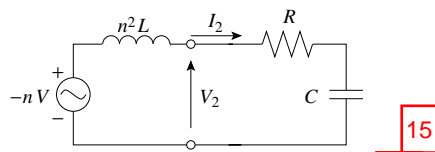
(b) 図より

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{\frac{R}{n^2} + \frac{1}{j\omega n^2 C}}{\frac{R}{n^2} + j\omega L + \frac{1}{j n^2 \omega C}} V = \frac{0.2 - j0.2}{0.2 + j0.3 - j0.2} \cdot 10 = \frac{20(1-j)}{2+j} = \frac{20(1-j)(2-j)}{2^2+1^2} \\
 &= 4(1-j3) = 4 - j12 \text{ V} \quad \boxed{5} \\
 I_1 &= \frac{V}{\frac{R}{n^2} + j\omega L + \frac{1}{j n^2 \omega C}} = \frac{10}{0.2 + j0.3 - j0.2} = \frac{100}{2+j} = \frac{100(2-j)}{2^2+1^2} \\
 &= 20(2-j) = 40 - j20 \text{ A} \quad \boxed{5}
 \end{aligned}$$

(c)

$$\begin{aligned}
 V_2 &= -10V_1 = -40 + j120 \text{ V} \quad \boxed{5} \\
 I_2 &= -0.1I_1 = -4 + j2 \text{ A} \quad \boxed{5}
 \end{aligned}$$

3. (a) 一次側の V と L を二次側に移すと



(b) 図より

$$\begin{aligned}
 V_2 &= \frac{R + \frac{1}{j\omega C}}{R + j\omega n^2 L + \frac{1}{j\omega C}} (-nV) = \frac{20 - j20}{20 + j30 - j20} (-100) = \frac{-200(1-j)}{2+j} \\
 &= \frac{-200(1-j)(2-j)}{2^2+1^2} = -40(1-j3) = -40 + j120 \text{ V} \quad \boxed{5} \\
 I_2 &= \frac{-nV}{R + j\omega n^2 L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{-100}{20 + j30 - j20} = \frac{-10}{2+j} = \frac{-10(2-j)}{2^2+1^2} \\
 &= -2(2-j) = -4 + j2 \text{ A} \quad \boxed{5}
 \end{aligned}$$

その他の採点基準

単位の無いもの：

1点減点

力率の進みか遅れかを明記しないもの：

1点減点

式変形の単純な計算ミス：

90%程度の点数を与える

式を整理していないもの：

80%程度の点数を与える

(分数の分母分子に分数がある、

約分がされていない、

実部と虚部が分離されていない等)

解法がわかっていると思われるもの：

60~75%程度の点数を与える

(例：20 15 or 10, 15 10, 10, 6, 5 3)

小テスト

図に示す理想変成器を含む回路の電圧 V_1 , 電流 I_1 を以下の 2 通りの手順で求め、答が一致することを確認せよ。ここで、電源の角周波数は ω とする。

1. インピーダンス変換作用を利用して、二次側の素子を一次側に移して求める。

(a) 二次側の C を一次側に移した回路を書け。

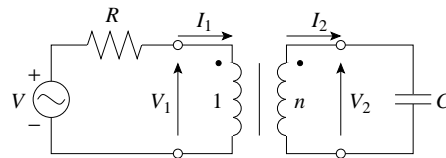
(b) (a) の回路より、 $R = 0.3 \Omega$, $C = \frac{1}{250\pi} \text{ F}$, $V = 10 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $n = 5$ の場合に対して、 V_1 , I_1 を求めよ。

2. インピーダンス変換作用を利用して、一次側の素子を二次側に移して求める。

(a) 一次側の V と R を二次側に移した回路を書け。

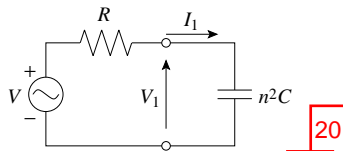
(b) (a) の回路より、1(b) で与えられた数値に対して、 V_2 , I_2 を求めよ。

(c) (b) の結果より、 V_1 , I_1 を求めよ。



解答

1. (a) 二次側の素子を一次側に移すと

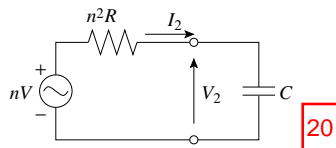


(b) 図より

$$V_1 = \frac{\frac{1}{j\omega n^2 C}}{R + \frac{1}{j\omega n^2 C}} V = \frac{-j0.1}{0.3 - j0.1} \cdot 10 = \frac{-j10}{3 - j} = \frac{-j10(3 + j)}{3^2 + 1^2} = \frac{10(1 - j3)}{10} = 1 - j3 \text{ V} \quad \boxed{10}$$

$$I_1 = \frac{V}{R + \frac{1}{j\omega n^2 C}} = \frac{10}{0.3 - j0.1} = \frac{100}{3 - j} = \frac{100(3 + j)}{3^2 + 1^2} = 30 + j10 \text{ A} \quad \boxed{10}$$

2. (a) 一次側の素子を二次側に移すと



(b) 図より

$$V_2 = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{n^2 R + \frac{1}{j\omega C}} nV = \frac{-j2.5}{7.5 - j2.5} \cdot 5 \cdot 10 = \frac{-j50}{3 - j} = \frac{-j50(3 + j)}{3^2 + 1^2} = \frac{50(1 - j3)}{10} = 5 - j15 \text{ V} \quad \boxed{10}$$

$$I_2 = \frac{nV}{n^2 R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{5 \cdot 10}{7.5 - j2.5} = \frac{20}{3 - j} = \frac{20(3 + j)}{3^2 + 1^2} = 6 + j2 \text{ A} \quad \boxed{10}$$

(c)

$$V_1 = \frac{V_2}{n} = \frac{5 - j15}{5} = 1 - j3 \text{ V } \boxed{10}$$
$$I_1 = nI_2 = 5(6 + j2) = 30 + j10 \text{ A } \boxed{10}$$

その他の採点基準

単位の無いもの :

1点減点

力率の進みか遅れかを明記しないもの :

1点減点

式変形の単純な計算ミス :

90%程度の点数を与える

式を整理していないもの :

80%程度の点数を与える

(分数の分母分子に分数がある、

約分がされていない、

実部と虚部が分離されていない等)

解法がわかっていると思われるもの :

60~75%程度の点数を与える

(例 : 20 15 or 10, 15 10, 10, 6, 5 3)