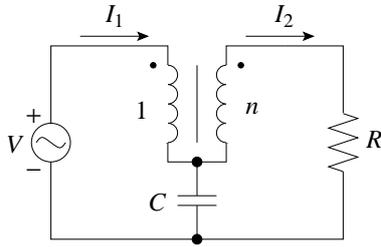


平成 22 年度電気回路 I 第 1 回 宿題

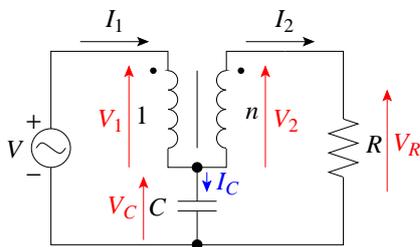
宿題

理想変成器を含む以下の回路に流れる電流  $I_1, I_2$  を求めよ。ただし,  $R = 40 \Omega, C = \frac{3}{4\pi} \text{ mF}, n = 4, V = 100 \text{ V}$ , 電源の周波数  $f = 50 \text{ Hz}$  とする。



解答

下図のように各部の電流, 電圧を定義する。



まず, 理想変成器の 1 次側と 2 次側の電流と電圧の関係は

$$\begin{aligned} V_2 &= nV_1 \\ I_2 &= \frac{1}{n}I_1 \end{aligned}$$

である。次に, コンデンサ  $C$  に流れる電流を  $I_C$ , コンデンサ  $C$  および抵抗  $R$  にかかる電圧を  $V_C, V_R$  とすると, それらは以下のように表現できる。

$$\begin{aligned} I_C &= I_1 - I_2 \\ V_C &= \frac{I_C}{j\omega C} = \frac{I_1 - I_2}{j\omega C} = \frac{(n-1)I_2}{j\omega C} \\ V_R &= RI_2 \end{aligned}$$

キルヒホッフの電圧則とこれらの関係式を用いると以下のように  $V_1$  と  $I_2$  に関する連立一次方程式を得る。

$$V = V_1 + V_C \quad \rightarrow \quad V = V_1 + \frac{(n-1)I_2}{j\omega C} \quad \rightarrow \quad V_1 = V - \frac{(n-1)I_2}{j\omega C} \quad (1)$$

$$V_2 + V_C = V_R \quad \rightarrow \quad nV_1 + \frac{(n-1)I_2}{j\omega C} = RI_2 \quad (2)$$

これを解くために, 式 (1) の  $V_1$  を式 (2) に代入すると  $I_2$  は以下のように求まる。

$$\begin{aligned} nV - \frac{n(n-1)I_2}{j\omega C} + \frac{(n-1)I_2}{j\omega C} &= RI_2 \quad \rightarrow \quad nV - \frac{(n-1)^2 I_2}{j\omega C} = RI_2 \\ \rightarrow \quad \left\{ R + \frac{(n-1)^2}{j\omega C} \right\} I_2 &= nV \quad \rightarrow \quad \left( 40 - j3^2 \cdot \frac{40}{3} \right) I_2 = 3 \cdot 100 \\ \rightarrow \quad 40(1 - j3) I_2 &= 400 \quad \rightarrow \quad I_2 = \frac{400}{40(1 - j3)} = 1 + j3 \text{ A} \end{aligned}$$

$I_2$  が求まると理想変成器の関係式より  $I_1$  は以下のように求まる。

$$I_1 = nI_2 = 4(1 + j3) \text{ A}$$