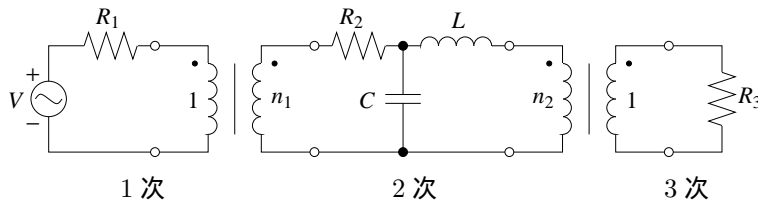


電気回路 II 第 2 回 宿題

宿題

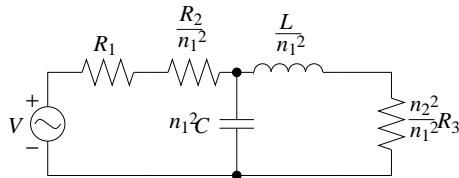
理想変成器を含む以下の回路を考えて、便宜的に 1 次, 2 次, 3 次を以下のように定義する．以下の設問に答えよ．



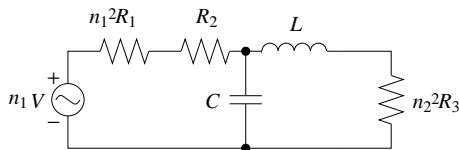
1. (a) インピーダンス変換を利用して 1 次側にまとめた回路を書きなさい．
 (b) インピーダンス変換を利用して 2 次側にまとめた回路を書きなさい．
 (c) インピーダンス変換を利用して 3 次側にまとめた回路を書きなさい．
2. $L \rightarrow 0, C \rightarrow \infty$ として, $V = 120 \text{ V}, n_1 = n_2 = n, R_1 = 1 \Omega, R_2 = 100 \Omega, R_3 = 10 \Omega$ とする．
 (a) $n = 10$ のときに各抵抗で消費される電力と電源が供給する電力を求めよ．
 (b) $n = 1$ のときに各抵抗で消費される電力と電源が供給する電力を求めよ．

解答

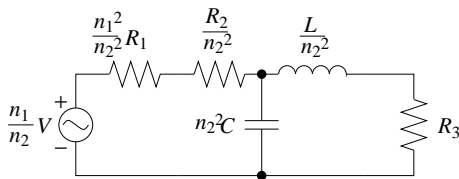
1. (a) 1 次側にまとめると, 2 次側のインピーダンスは $\frac{1}{n_1^2}$ 倍に, 3 次側のインピーダンスは $n_2^2 \cdot \frac{1}{n_1^2}$ 倍に変換される．(コンデンサのインピーダンスは静電容量の逆数に比例するので, インピーダンスが $\frac{1}{n_1^2}$ 倍になるということは, 静電容量が n_1^2 倍になることに等しい)



- (b) 2 次側にまとめると, 1 次側のインピーダンスは n_1^2 倍に, 電圧は n_1 倍に, 3 次側のインピーダンスは n_2^2 倍に変換される



- (c) 3 次側にまとめると, 2 次側のインピーダンスは $\frac{1}{n_2^2}$ 倍に, 1 次側のインピーダンスは $n_1^2 \cdot \frac{1}{n_2^2}$ 倍に変換される．また, 1 次側の電圧は $n_1 \cdot \frac{1}{n_2}$ 倍に変換される．



2. $L \rightarrow 0, C \rightarrow \infty$ として, $V = 120 \text{ V}, n_1 = n_2 = n, R_1 = 1 \Omega, R_2 = 100 \Omega, R_3 = 10 \Omega$ とする．
 (a) 例えば, 1 次側に変換した回路を考えると

$$R_1 = 1 \Omega, \quad \frac{R_2}{n_1^2} = 1 \Omega, \quad \frac{n_2^2}{n_1^2} R_3 = R_3 = 10 \Omega$$

となり，合成抵抗は $R_t = 12 \Omega$ ，電源から流れ出る電流は，

$$I_1 = \frac{V}{R_t} = \frac{120}{12} = 10 \text{ A}$$

2次側，3次側に流れる電流は

$$I_2 = \frac{I_1}{n_1} = 1 \text{ A}, \quad I_3 = n_2 I_2 = 10 \text{ A}$$

したがて，各抵抗で消費される電力は

$$P_{R_1} = \bar{V}_{R_1} I_1 = R_1 |I_1|^2 = 1 \cdot 10^2 = 100 \text{ W}$$

$$P_{R_2} = \bar{V}_{R_2} I_2 = R_2 |I_2|^2 = 100 \cdot 1^2 = 100 \text{ W}$$

$$P_{R_3} = \bar{V}_{R_3} I_3 = R_3 |I_3|^2 = 10 \cdot 10^2 = 1000 \text{ W}$$

電源が供給する電力は

$$P = \bar{V} I_1 = 120 \cdot 10 = 1200 \text{ W}$$

(b) 設問 (a) と同様にして，1次側に変換した回路を考えると

$$R_1 = 1 \Omega, \quad \frac{R_2}{n_1^2} = 100 \Omega, \quad \frac{n_2^2}{n_1^2} R_3 = R_3 = 10 \Omega$$

となり，合成抵抗は $R_t = 111 \Omega$ ，電源から流れ出る電流は，

$$I_1 = \frac{V}{R_t} = \frac{120}{111} = \frac{120}{111} = \frac{40}{37} \text{ A}$$

2次側，3次側に流れる電流は

$$I_2 = \frac{I_1}{n_1} = \frac{40}{37} \text{ A}, \quad I_3 = n_2 I_2 = \frac{40}{37} \text{ A}$$

したがて，各抵抗で消費される電力は

$$P_{R_1} = \bar{V}_{R_1} I_1 = R_1 |I_1|^2 = 1 \cdot \left(\frac{40}{37}\right)^2 \simeq 1.169 \text{ W}$$

$$P_{R_2} = \bar{V}_{R_2} I_2 = R_2 |I_2|^2 = 100 \cdot \left(\frac{40}{37}\right)^2 \simeq 116.9 \text{ W}$$

$$P_{R_3} = \bar{V}_{R_3} I_3 = R_3 |I_3|^2 = 10 \cdot \left(\frac{40}{37}\right)^2 \simeq 11.69 \text{ W}$$

電源が供給する電力は

$$P = \bar{V} I_1 = 120 \cdot \frac{40}{37} \simeq 129.7 \text{ W}$$