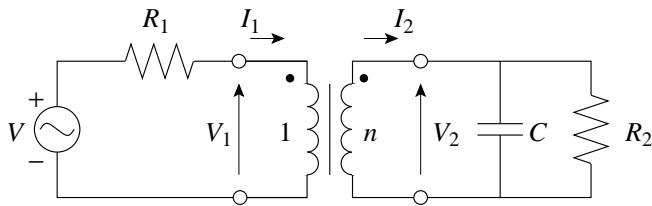


宿題

下図の回路の電流 I_1 , I_2 , 電圧 V_1 , V_2 を求めよ.



2次側の負荷を1次側に変換し下図のように表す. 2次側の負荷の合成インピーダンスは

$$\frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R_2}{1 + j\omega CR_2}$$

であるので

$$Z_L = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{R_2}{1 + j\omega CR_2}$$

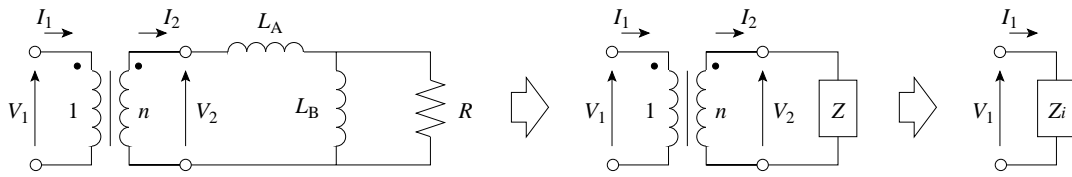
したがって, 1次側の電流, 電圧は

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{V}{R_1 + Z_L} = \frac{V}{R_1 + \frac{1}{n^2} \cdot \frac{R_2}{1 + j\omega CR_2}} \\ &= \frac{n^2(1 + j\omega CR_2)V}{(n^2R_1 + R_2) + j\omega n^2 CR_1 R_2} \\ &= \frac{n^2(1 + j\omega CR_2)\{(n^2R_1 + R_2) - j\omega n^2 CR_1 R_2\}V}{(n^2R_1 + R_2)^2 + (\omega n^2 CR_1 R_2)^2} \\ &= \dots \end{aligned}$$

$$V_1 = Z_L \cdot I_1 = \dots$$

$$I_2 = \frac{I_1}{n} = \dots$$

$$V_2 = nV_1 = \dots$$



上記の回路の2次側の合成インピーダンス Z は

$$Z = j\omega L_A + (j\omega L_B // R) = j\omega L_A + \frac{j\omega L_B R}{j\omega L_B + R}$$

と表される．したがって1次側から見たインピーダンス Z_i は

$$Z_i = \frac{Z}{n^2} = \frac{1}{n} \left(j\omega L_A + \frac{j\omega L_B R}{j\omega L_B + R} \right)$$

である．いま

$$L_B = L_2, \quad L_A = n^2 L_1 - L_2, \quad n = \frac{L_2}{M}$$

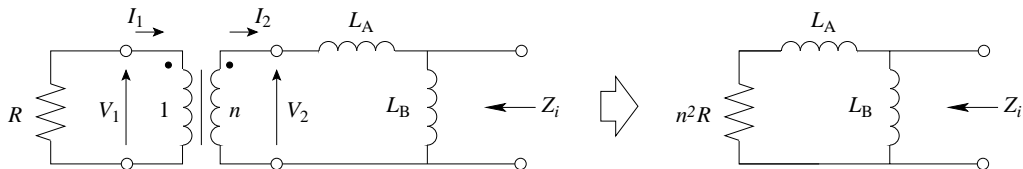
を代入すると

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

この結果は，教科書の図 7.10 で $Z_L = R$ の場合の式 (7.21) と一致している．

(参考)

次に，下図のように，1次側に負荷 R を置いた場合を考える．



このとき，上図右のように1次側の抵抗を2次側に移動して考えると，右側から回路を見込んだインピーダンス Z_i は

$$Z_i = (j\omega L_A + n^2 R) // j\omega L_B = \frac{j\omega L_B (j\omega L_A + n^2 R)}{j\omega (L_A + L_B) + n^2 R}$$

である．いま

$$L_B = L_2, \quad L_A = n^2 L_1 - L_2, \quad n = \frac{L_2}{M}$$

を代入すると

$$Z_i = \frac{j\omega L_2 \{ j\omega (n^2 L_1 - L_2) + n^2 R \}}{j\omega n^2 L_1 + n^2 R} = \frac{j\omega L_2 (j\omega n^2 L_1 + n^2 R) + \omega^2 L_2^2}{j\omega n^2 L_1 + n^2 R} = j\omega L_2 + \frac{\omega^2 M^2}{j\omega L_1 + R}$$

となる．

したがって，教科書の演習問題 7.5 で述べられているように，課題の回路から抵抗 R を取り除いた回路が，(一般の) 変成器の等価回路になっていることがわかる．