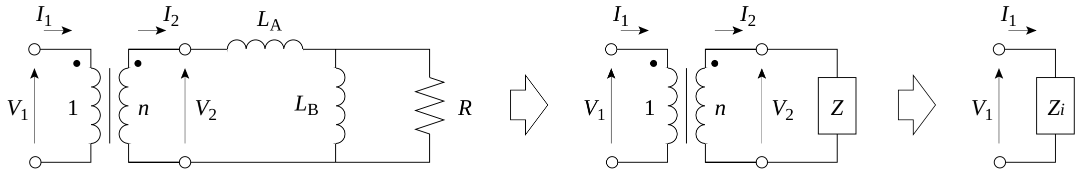
電気回路 II 宿題 (第２回)



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

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

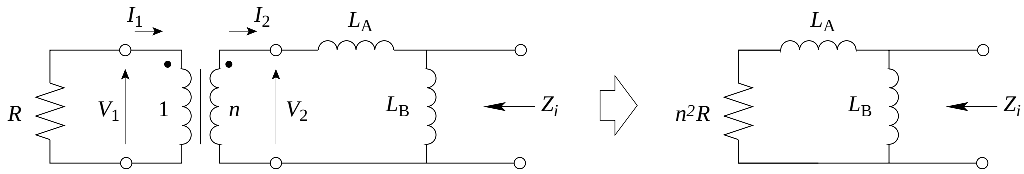
を代入すると

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

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

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

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

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

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．