

電気回路演習 第 11 回 (平成 22 年 6 月 28 日 (月))

演習

1. 図 1 に示す回路において以下の設問に答えなさい。なお、電源の角周波数を  $\omega$  とする。

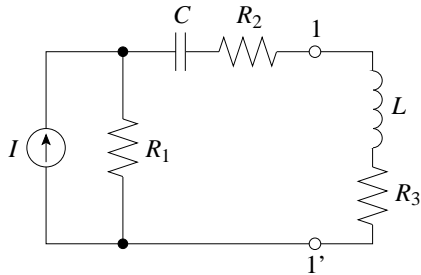


図 1

- (a) 端子  $1 - 1'$  から左側の回路のテブナン等価回路を求めなさい。  
 (b) 抵抗  $R_3$  での消費電力  $P$  を最大にするための  $R_3, L$  の値を求めなさい。また、このときの  $R_3$  での最大消費電力  $P_{\max}$  を求めなさい。
2. 図 2 に示す回路において以下の設問に答えなさい。なお、 $X_0$  はリアクタンスを表し、電源の角周波数を  $\omega$  とする。

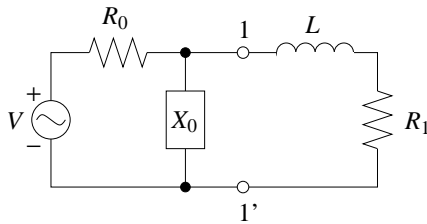
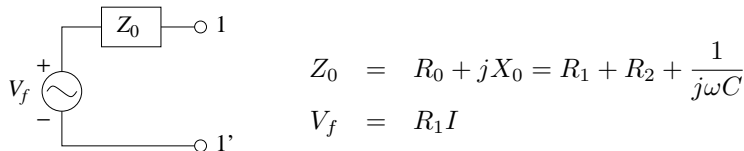


図 2

- (a) 端子  $1 - 1'$  から左側の回路のノルトン等価回路を求めなさい。  
 (b) 抵抗  $R_1$  で消費される電力を最大にする  $R_0, X_0$  の値を求めなさい。また、このときリアクタンス  $X_0$  にはコイルとコンデンサのどちらの素子が適当であるか答えなさい。  
 (c) 設問 (b) の状態において、 $R_1$  での消費電力を求めなさい。

演習解答

1. (a)



- (b) 端子  $1 - 1'$  より右側の回路のインピーダンス  $Z_L$  は

$$Z_L = R_3 + j\omega L$$

である。最大電力伝送定理より共役整合の条件を考えると

$$Z_{L,\text{opt}} = Z_0^*$$

$$Z_{L,\text{opt}} = R_{3,\text{opt}} + j\omega L_{\text{opt}}$$

$$Z_0^* = R_0 - jX_0 = R_1 + R_2 + \frac{j}{\omega C}$$

上式より

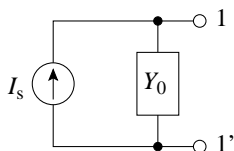
$$R_{3,\text{opt}} = R_1 + R_2$$

$$L_{\text{opt}} = \frac{1}{\omega^2 C}$$

また,  $R_3$  での最大消費電力  $P_{\text{max}}$  は

$$P_{\text{max}} = \frac{|V_f|^2}{4R_0} = \frac{R_1^2 |I|^2}{4(R_1 + R_2)}$$

2. (a)



$$Y_0 = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{jX_0} = \frac{R_0 + jX_0}{jX_0 R_0} = \frac{X_0 - jR_0}{R_0 X_0}$$

$$I_s = \frac{V}{R_0}$$

(b) 端子  $1 - 1'$  より右側の回路のアドミタンス  $Y_L$  は

$$Y_L = \frac{1}{R_1 + j\omega L} = \frac{R_1 - j\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2}$$

である. 最大電力伝送定理より共役整合の条件を考えると

$$Y_{L,\text{opt}} = Y_0^*$$

$$Y_0^* = \frac{1}{R_0} - \frac{1}{jX_0} = \frac{1}{R_0} + \frac{j}{X_0}$$

上式より

$$\frac{R_1}{R_1^2 + (\omega L)^2} = \frac{1}{R_0}$$

$$\frac{-\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} = \frac{1}{X_0}$$

よって, 抵抗  $R_1$  の消費電力が最大となる  $R_0, X_0$  は

$$R_0 = \frac{R_1^2 + (\omega L)^2}{R_1}$$

$$X_0 = -\frac{R_1^2 + (\omega L)^2}{\omega L}$$

である. また,  $X_0$  の値は負であるのでコンデンサが適切な素子である.

(c)

$$P_{\text{max}} = \frac{R_0 |I_s|^2}{4} = \frac{|V|^2}{4R_0} = \frac{1}{4} \cdot \frac{R_1 |V|^2}{R_1^2 + (\omega L)^2}$$

小テスト

1. 図1に示す回路において以下の設問に答えなさい。なお、電源の角周波数を  $\omega$  とする。

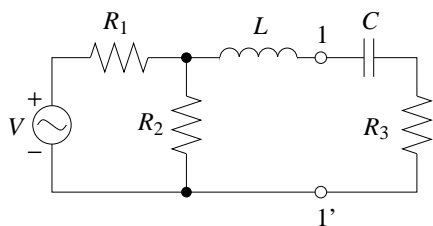


図1

- (a) 端子  $1 - 1'$  から左側の回路のテブナン等価回路を求めなさい。  
 (b) 抵抗  $R_3$  での消費電力  $P$  が最大となる  $R_3, C$  を求めなさい。また、消費電力の最大値  $P_{\max}$  を求めなさい。
2. 図2に示す回路において以下の設問に答えなさい。なお、電源の角周波数を  $\omega$  とする。

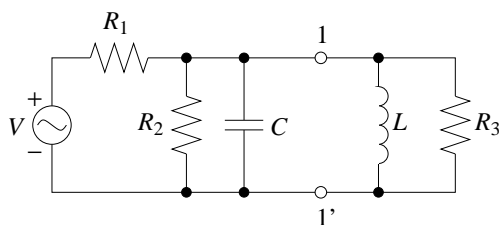
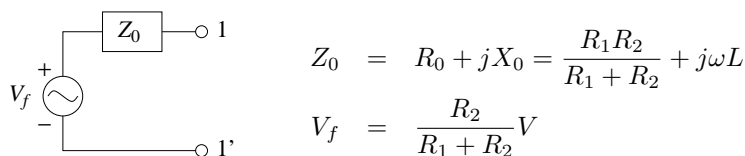


図2

- (a) 端子  $1 - 1'$  から左側の回路のノルトン等価回路を求めなさい。  
 (b) 抵抗  $R_3$  で消費される電力  $P$  が最大となる  $R_3, L$  を求めなさい。また、消費電力の最大値  $P_{\max}$  を求めなさい。

小テスト解答

1. (a)



- (b) 端子  $1 - 1'$  より右側の回路のインピーダンス  $Z_L$  は

$$Z_L = R_3 + \frac{1}{j\omega C}$$

最大電力伝送定理より共役整合の条件を考えると

$$Z_{L,\text{opt}} = Z_0^*$$

$$Z_{L,\text{opt}} = R_{3,\text{opt}} + \frac{1}{j\omega C_{\text{opt}}}$$

$$Z_0^* = R_0 - jX_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} - j\omega L$$

上式より

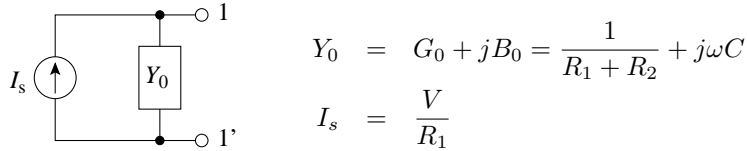
$$R_{3,\text{opt}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$C_{\text{opt}} = \frac{1}{\omega^2 L}$$

また,  $R_3$  での最大消費電力  $P_{\max}$  は

$$P_{\max} = \frac{|V_f|^2}{4R_0} = \frac{\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)^2}{4 \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} |V|^2 = \frac{R_2}{4R_1(R_1 + R_2)} |V|^2$$

2. (a)



(b) 端子  $1 - 1'$  より右側の回路のアドミタンス  $Y_L$  は

$$Y_L = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{j\omega L}$$

である．最大電力伝送定理より共役整合の条件を考えると

$$Y_{L,\text{opt}} = Y_0^*$$

$$Y_{L,\text{opt}} = \frac{1}{R_{3,\text{opt}}} + \frac{1}{j\omega L_{\text{opt}}}$$

$$Y_0^* = G_0 - jB_0 = \frac{1}{R_1 + R_2} - j\omega C$$

上式より

$$R_{3,\text{opt}} = R_1 + R_2$$

$$L_{\text{opt}} = \frac{1}{\omega^2 C}$$

$$P_{\max} = \frac{|I_s|^2}{4G_0} = \frac{\frac{|V|^2}{R_1^2}}{4 \cdot \frac{1}{R_1 + R_2}} = \frac{R_1 + R_2}{4R_1^2} |V|^2$$