厦门大学《电路分析》课程期末试卷

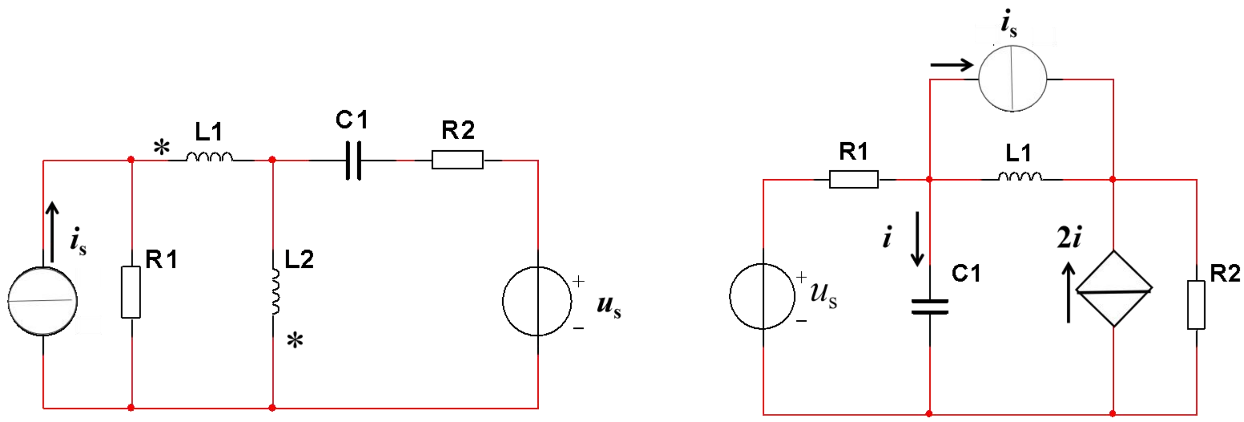
电子科学与技术 学院___系 2019 年级 电子大类专业

主考教师：　　　　_试卷类型：（A 卷）

题 1 [10%]

[1] 如图 1(a)所示，已知 L_1 和 L_2 的互感为 M，在不进行去耦合等效的情况下，请直接用回路电流法列出正弦稳态下的相量方程（不必求解）。

[2] 如图 1(b)所示，请用结点电压法列出正弦稳态下的相量方程（不必求解）。

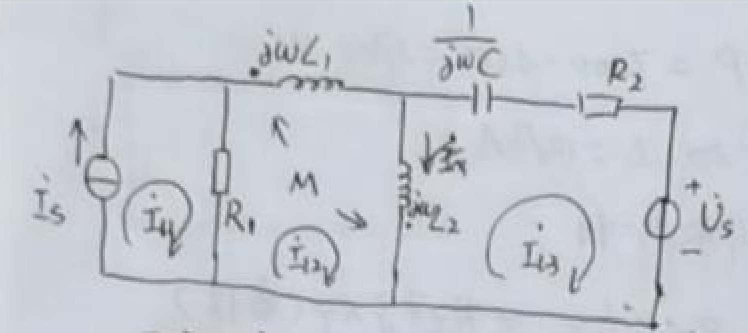


(a)　　　　　　　　　　　　(b)

图 1

解答：

（1）

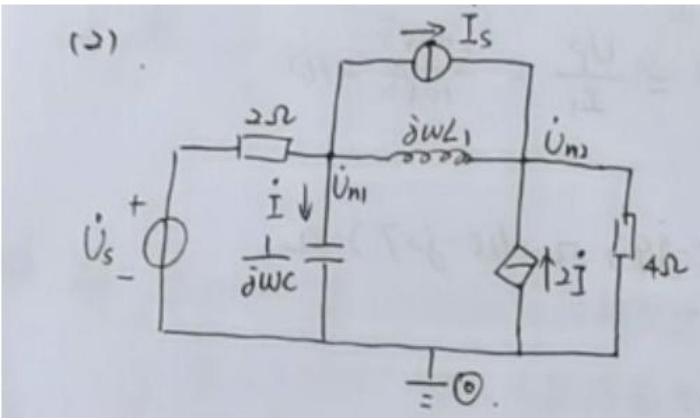


回路电流法

$$
\begin{cases}
\dot{I}_{l1} = \dot{I}_s \\
-R_1 + (R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2)\dot{I}_{l2} - j\omega L_2 \dot{I}_{l3} + j\omega M(\dot{I}_{l3} - \dot{I}_{l2}) = 0 \\
-j\omega L_2 \dot{I}_{l2} + (j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C} + R)\dot{I}_{l3} + j\omega M \dot{I}_{l2} = -\dot{U}_s
\end{cases}
$$

（2）

(2)



结点电压法.

$$\left(\frac{1}{2}+j\omega C+\frac{1}{j\omega L_1}\right)\dot{U}_{n1}-\frac{1}{j\omega L_1}\dot{U}_{n2}=\frac{1}{2}\dot{U}_S-\dot{I}_S$$

$$-\frac{1}{j\omega L_1}\dot{U}_{n1}+\left(\frac{1}{j\omega L_1}+\frac{1}{4}\right)\dot{U}_{n2}=2\dot{I}+\dot{I}_S$$

$$\dot{I}=j\omega C\dot{U}_{n1}$$

题 2[10%] 如图 2 所示理想变压器电路中，已知$u_S=100\angle 0°$ V，R1=10^4Ω，R_2=1Ω。当 n 为何值时，负载 R_2 获得最大功率，并求该最大功率值。

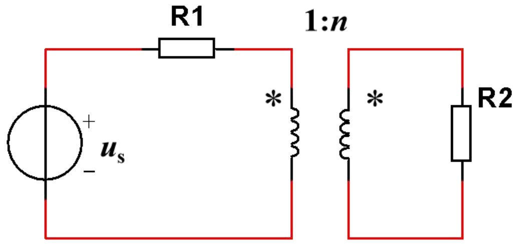


图 2

解答：

题2. 解：将次边回路 1Ω 电阻折算到原边回路的电阻为 $\frac{1}{n^2}$，

∴ 当 $\frac{1}{n^2}=10^4$ 时，可获得最大功率，为 $P_{max}=\frac{100^2}{4\times 10^4}=0.25W$.

题 3[15%] 如图 3 所示正弦稳态电路中，已知$\dot{U}_S=6\angle 0°$ V，负载 Z_L 可调节。

[1] 画出 Z_L 以外电路的戴维宁等效电路，求出开路电压$\dot{U}_{oc}$和短路电流$\dot{I}_{sc}$；

[2] 当 Z_L 为何值时能获得最大功率？求此最大功率。

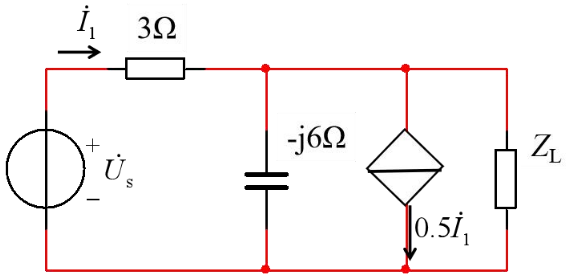
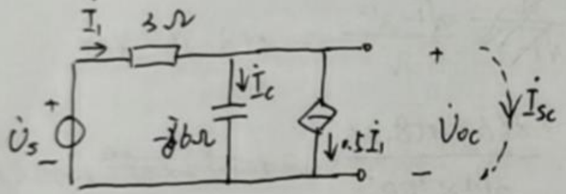


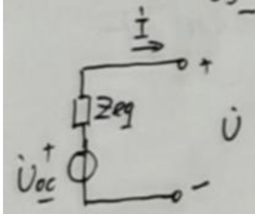
图 3

解答：

题3

解：(1) 将 Z_L 以外电路进行戴维宁等效.





$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_s - \dot{U}_{oc}}{3}$$

$$\dot{I}_c = \dot{I}_1 - 0.5\dot{I}_1 = 0.5\dot{I}_1$$

$$\dot{U}_{oc} = -j6\dot{I}_c = -j3\dot{I}_1 = -j3\times\frac{\dot{U}_s - \dot{U}_{oc}}{3} = -j(6\angle 0^\circ - \dot{U}_{oc})$$

$\therefore \dot{U}_{oc} = -4.24\angle -45^\circ$ V.

将端口短路 有 $\dot{I}_c = 0$.

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_s}{3} = 2\angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{sc} = \dot{I}_1 - 0.5\dot{I}_1 = 0.5\dot{I}_1 = \cancel{\frac{6\angle 0^\circ}{3}\times 0.5} = 1\angle 0^\circ \text{ A}$$

题3(续)

(2). $Z_{eq} = \dfrac{\dot{U}_{oc}}{\dot{I}_{sc}} = \dfrac{4.24\angle -45^\circ}{1\angle 0^\circ} = 4.24\angle -45^\circ = 3-j3$ (Ω)

当 $Z_L = Z_{eq}^* = 3+j3$ Ω 时 Z_L 取得最大功率 $P_{max} = \dfrac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \dfrac{4.24\times 4.24}{4\times 3} = 1.5$ W

题 4[15%] 如图 4 所示为一个 RLC 串联电路，已知外加正弦激励 $u_s = 200\sqrt{2}\cos(314t+\frac{\pi}{3})$ V，RL 串联电压有效值为 200V，电容 C 两端电压有效值为 200V，I 为 2A。

[1] 利用相量法求解电容 C 值，RL 串联阻抗模值|Z|；

[2] 画出该电路电压 $\dot{U}_S$、$\dot{U}_1$、$\dot{U}_2$ 和电流 $\dot{I}$ 的相量图；

[3] 求电阻 R 和电感 L 的值。

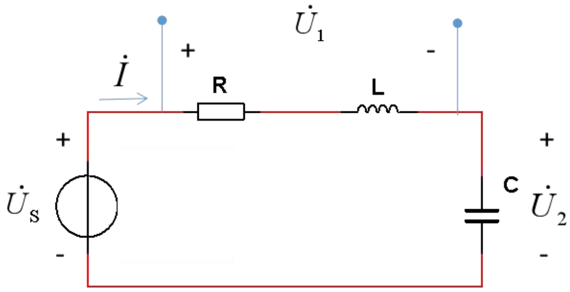
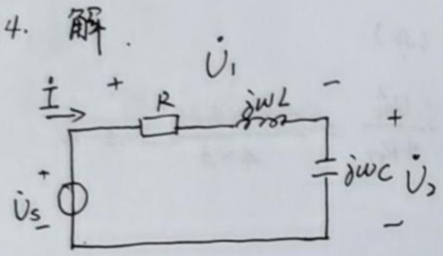


图 4

解答：

题4. 解.



(1) ∵ $U_2 = 200V$ $I = 2A$.

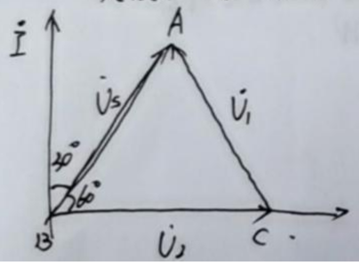
$X_C = \frac{U_2}{I} = \frac{200}{2}\Omega = 100\Omega = \frac{1}{\omega C}$

$C = \frac{1}{\omega \times 100} = \frac{1}{314 \times 100} = 31.85\ \mu F$ (小数点后两位保留)

$|Z| = |R + jX_L| = \frac{U_1}{I} = \frac{200}{2}\Omega = 100\Omega$.

根据 R.L.C 串联电路中各自两端电压与电流的相位夹角关系，

以及 $U_S = 200V = U_1 = U_2$. 可知 $\dot{U}_S$. $\dot{U}_1$. $\dot{U}_2$ 和 $\dot{I}$ 的相位关系



$\dot{U}_1 = 200\angle 120^\circ$ $\dot{U}_2 = 200$ $\dot{I} = 2\angle 90^\circ$

$Z = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = 100\angle 30^\circ = 86.6 + j50\Omega$.

∴ $R = 86.6\Omega$. $L = \frac{50}{\omega} = \frac{50}{314} \approx 0.16\ H$

题 5[15%] 如图 5 所示正弦稳态电路中，ω=314rad/s, R 和 Z_1 并联，U=100V，R=20Ω，感性负载 Z_1 的电流 I_1 为 10A，该感性负载对应的功率因数λ_1=0.5。

[1] 求感性负载 Z_1 吸收的有功功率；

[2] 求电源发出的视在功率，总电流 I 和总功率因数；

[3] 在保持负载消耗总有功功率不变的情况下，限制电路的总电流为 11A，需要并联最小多大的电容。

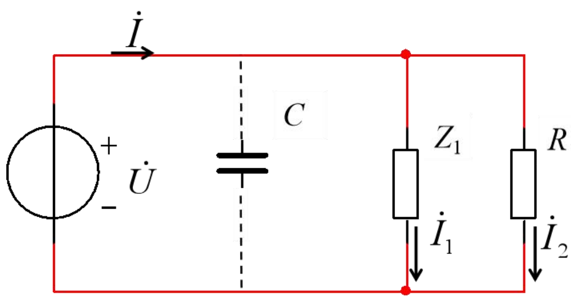


图 5

解答：

5. 解 (1). 感性负载 Z_1 所吸收的有功功率

$$P_{Z1} = UI_1\lambda_1 = 100\times10\times0.5 = 500W$$

(2). Z_1 吸收的无功功率为 $Q_{Z1} = UI_1\times\sqrt{1-\lambda_1^2} = 500\sqrt{3} = 866$ Var

R 吸收的有功功率为 $P_R = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{20} = 500W$

电源的视在功率 $S = \sqrt{P^2+Q^2}$

$$= \sqrt{(P_{Z1}+P_R)^2+Q_{Z1}^2}$$

$$= \sqrt{1000^2+866^2}$$

$$= 1322.86 \text{ VA}$$

电源的电流为 $I = \frac{S}{U} = \frac{1322.86}{100} = 13.23A$

总功率因数 $\lambda = \frac{P}{S} = \frac{1000}{1322.86} = 0.756$

(3). 当 $P = 1000W$ 不变 I 限制为 $11A$ 时

新的总功率因数 $\lambda' = \frac{P}{UI} = \frac{1000}{100\times11} = 0.909$

无功功率 $Q' = P\times\frac{\sqrt{1-\lambda'^2}}{\lambda'} = 458.26$ Var

$$C = \frac{Q_{Z1}-Q'}{\omega U^2} = \frac{866-458.26}{314\times100^2} = \cancel{1.297\times10^{-4}}\ 1.30\times10^{-4}\ F$$

题 6[15%] 如图 6 所示对称三相电路中，三相电源线电压 U_l=300V，Δ 连接负载阻抗（容性）吸收功率 P=4500W，三相电源提供的功率 P_S=7200W，线路阻抗 Z_1=（3+j3）Ω。

[1] 求线路阻抗平均功率；

[2] 求线电流 I_l；

[3] 求负载阻抗 Z。

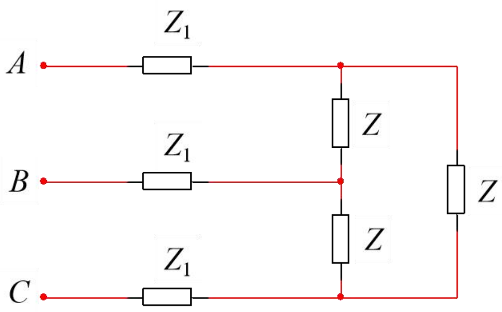


图 6

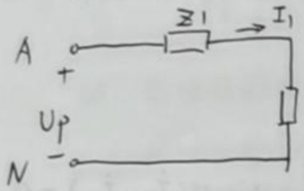
解答：

6. 解：(1). 线路阻抗 Z_1 消耗的平均功率.

$$P_{Z_1} = 3Re[Z_1]I_1^2 = P_S - P = 7200-4500=2700\ W.$$

(2) 又∵ $P_{Z_1} = 3\times3\times I_1^2 = 2700 \Rightarrow I_1 = 10\sqrt{3}A$

(3). 将△形负载等效成Y形负载 并取其一相.



$Z_Y = \frac{1}{3}Z = R_Y \mp jX_Y$ (容性)

$U_P = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = 100\sqrt{3}\ V.$

由消耗平均功率可知 $R_Y = Re[Z_Y] = \frac{P}{3I_1^2} = \frac{4500}{3(10\sqrt{3})^2} = 5\Omega$.

由负载阻抗为容性. 可知.

$$|Z_1+Z_Y| = \sqrt{(3+5)^2+(3-X_Y)^2} = \frac{U_P}{I_1} = \frac{100\sqrt{3}}{10\sqrt{3}} = 10$$

$X_Y = 9\Omega$.

∴△形负载阻抗 $Z = 3Z_Y = 3(5-j9)\Omega = (15-j27)\Omega$.

题 7[20%] 如图 7 所示电路中，已知 U=200V，$\omega=10^4$rad/s，R=100 Ω，L_1=30mH, L_2=10mH，M=10mH。

[1] 画出去耦合等效电路；

[2] 当电路发生并联谐振时，求电容 C 的值；

[3] 当电路发生并联谐振时，求电流 I、I_1、I_2 和 I_3 的值。

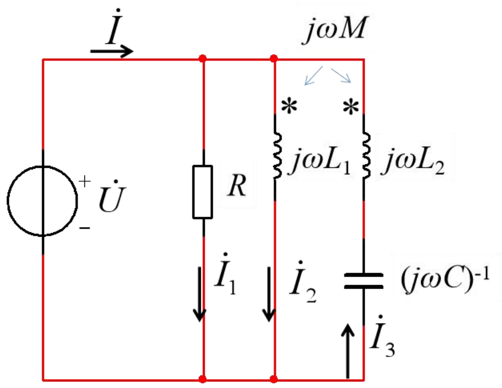
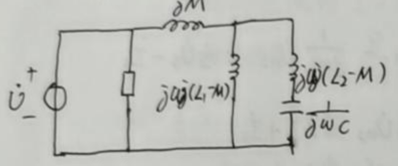


图 7

解答：

7. 解：(1). 去耦合等效电路.



(2). 并联谐振时. $\frac{1}{j\omega(L_1-M)}+\frac{1}{j\omega(L_2-M)-j\frac{1}{\omega C}}=0$

$$C=\frac{1}{\omega^2(L_1+L_2-2M)}=0.5\,\mu F.$$

(3). 并联谐振时 $I=I_1=\frac{U}{R}=\frac{200}{100}=2A$.

此时.并联支路电压等于电源电压.

$$I_2=I_3=\frac{U}{\omega(L_1-M)}=\frac{200}{10^4\times(30-10)\times10^{-3}}=1A$$

(注：$\dot{I}_2$与$\dot{I}_3$相反).