2013 级 电路分析基础 A 课程试卷 A 卷及答案

开课学院： 信息与电子学院　　　　　任课教师：______

试卷用途：☐期中　■期末　☐补考

考试形式：☐开卷　☐半开卷　■闭卷

考试日期： 2015 年 1 月 19 日　　所需时间： 120 分钟

考试允许带： 文具、计算器 入场

班级：______　学号：______　姓名：______

考生承诺：“我确认本次考试是完全通过自己的努力完成的。”

考生签名：

题序	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
满分	18	14	18	10	10	10	10	10	100
得分									
评卷人									

注意：1. 试卷正面答题，背面草稿；2. 试卷不允许拆开；3. 分析计算题要写过程。

一、本题包含 3 个小题（每小题 6 分，共 18 分）

1. 电路如图 1.1 所示，（1）求电流 I；（2）求电路中 A 点的电位。

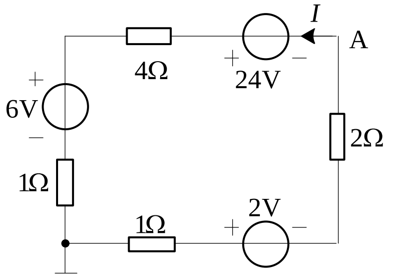


图1. 1

解：

$$I=\frac{24-6-2}{4+1+1+2}=2\text{A}$$

$$U_A=-24+4I+6+I=-8\text{V}$$

2. 电路如图 1.2 所示，（1）求电流 I；（2）求电压 U。

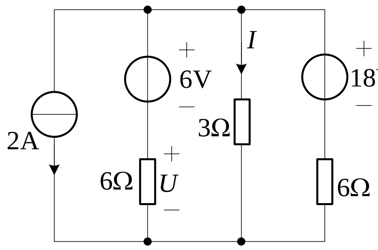
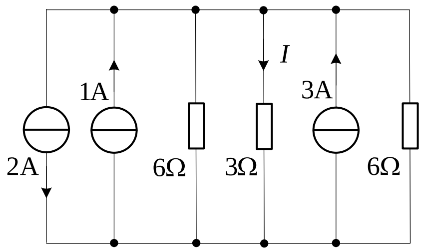


图1. 2



解：利用电源等效变换后，简化为：

$$I=(-2+1+3)\times\frac{3}{6//6+3}=2\times\frac{1}{2}=1\text{A}$$

$$U=3I-6=-3\text{V}$$

3. 图 1.3 所示为一 RLC 串联电路，$u_s(t)=10\sqrt{2}\cos(2500t+15°)\text{V}$，当电容 $C=8\mu\text{F}$ 时，电路发生谐振。试求电感 L 的值，求电阻 R 所消耗的平均功率和电路的品质因数 Q。

解：

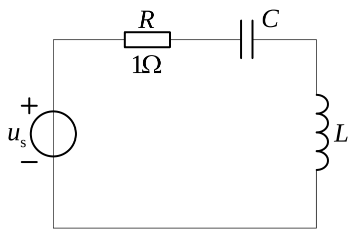


图1. 3

$$L=\frac{1}{\omega_0{}^2C}=\frac{1}{2500^2\times8\times10^{-6}}=0.02\text{H}$$

$$P=\frac{U_S{}^2}{R}=\frac{10^2}{1}=100\text{W}$$

$$Q=\frac{\omega_0L}{R}=\frac{2500\times0.02}{1}=50$$

二、本题包含 2 个小题（每小题 7 分，共 14 分）

1. 电路如图 2.1 所示，求电压 u_o。

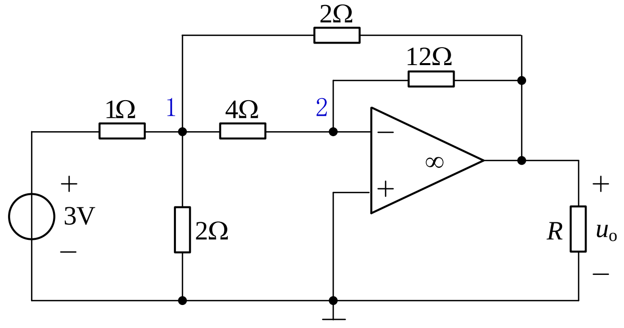


图2. 1

解：

列写 1 点和 2 点的节点方程：

$$\begin{cases}(\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{2})u_1-\frac{1}{4}u_2-\frac{1}{2}u_0=\frac{3}{1}\\ -\frac{1}{4}u_1+(\frac{1}{4}+\frac{1}{12})u_2-\frac{1}{12}u_0=0\end{cases}$$

由虚短得：

$$\because u_2=u_+=0$$

代入：

$$\begin{cases}\frac{9}{4}u_1-\frac{1}{2}u_0=3\\ 3u_1+u_0=0\end{cases}$$

$$\therefore u_0=-2.4\text{V}$$

2. 电路如图 2.2 所示，已知 I_s=5mA，$u_s(t)=10\sqrt{2}\cos(10^4t)\text{V}$，电路已处于稳态。求电流 $i(t)$ 及其有效值 I。

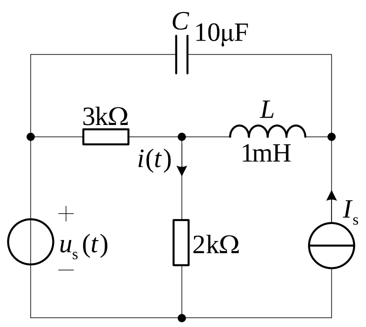


图2. 2

解：1）直流电流源 I_s=5mA 单独作用时，

$$I_0=\frac{3}{2+3}\times5\text{mA}=3\text{mA}$$

2）$u_s(t)$单独作用时，由于 $\omega L=\frac{1}{\omega C}=10\Omega$ ，LC 回路发生串联谐振，相当于短路，有

$$i_1(t)=\frac{u_s(t)}{2\times10^3}=5\sqrt{2}\cos(10^4t)\text{mA}$$

$$\therefore i(t)=I_0+i_1(t)=[3+5\sqrt{2}\cos(10^4t)]\text{mA}$$

$$I=\sqrt{3^2+5^2}=5.83\text{mA}$$

三、本题包含 3 个小题（每小题 6 分，共 18 分）

1. 二阶电路如图 3.1 所示，开关打开前电路已达稳态，试求 $u_C(0_+), i_L(0_+), \left.\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}\right|_{0_+}$ 。

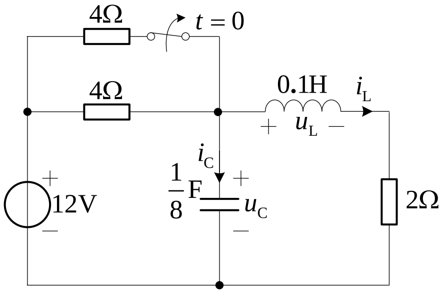


图3. 1

解：

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = \frac{12}{4//4+2} = 3\text{A}$$

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 3\times 2 = 6\text{V}$$

换路后，

$$i_R(0_+) = \frac{12-u_C(0_+)}{4} = \frac{6}{4} = 1.5\text{A}$$

$$i_R(0_+) = i_C(0_+) + i_L(0_+)$$

$$\therefore i_C(0_+) = -1.5\text{A}$$

$$i_C(t) = C\frac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t}$$

$$\left.\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}\right|_{0_+} = \frac{i_C(0_+)}{C} = -12\text{V/s}$$

2. 正弦稳态电路如图 3.2 所示，若 $\omega = 2\text{rad/s}$ ，求自 ab 端向右看的输入阻抗 Z_{ab}，并用两个串联元件表示等效相量模型。

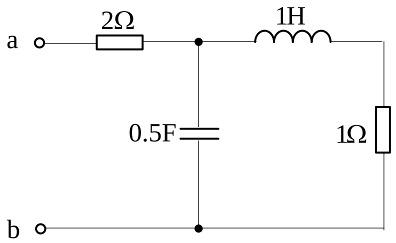
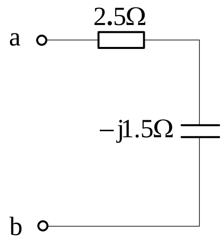


图3. 2

解：

$$\mathrm{j}\omega L = \mathrm{j}2\Omega \qquad -\mathrm{j}\frac{1}{\omega C} = -\mathrm{j}\Omega$$

$$Z_{ab} = 2+\frac{-\mathrm{j}\times(1+\mathrm{j}2)}{-\mathrm{j}+1+\mathrm{j}2} = 2+\frac{1-\mathrm{j}3}{2} = (2.5-\mathrm{j}1.5)\Omega$$



3. 电路的相量模型如图 3.3 所示，欲使 32Ω 电阻能获得最大功率，求理想变压器的变比 n，并求 32Ω 电阻所获得的最大功率 P_{max}。

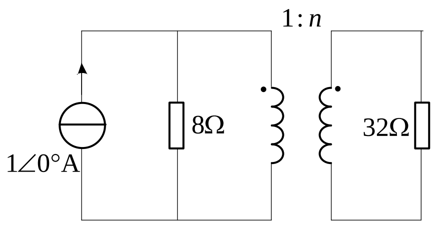


图3. 3

解：阻抗变换：

$$\frac{32}{n^2} = 8$$

$$n = 2$$

最大功率：

$$P_{max} = \left(\frac{I_S}{2}\right)^2\times 8 = \left(\frac{1}{2}\right)^2\times 8 = 2\text{W}$$

四、（10 分）电路如图 4 所示，已知 r =2。（1）当负载电阻 R_L=1 时，求负载电流 I_L 及负载电阻 R_L 消耗的功率；（2）求当负载电阻 R_L 为何值时可获得最大功率，并求出此最大功率。

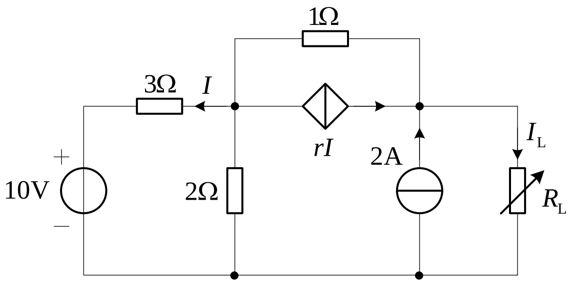
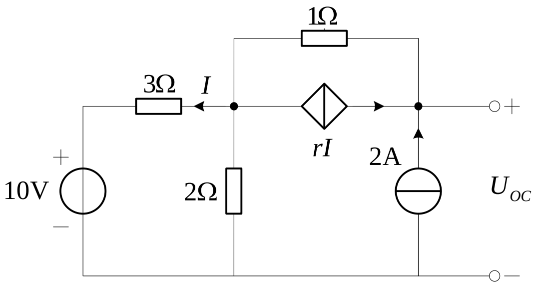
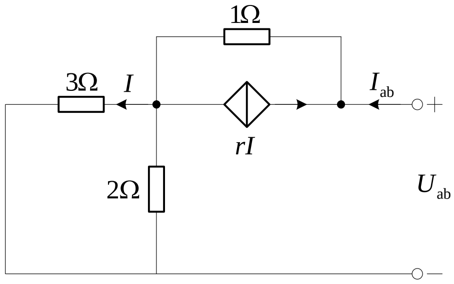


图4



解：（1）应用戴维南定理，先将 R_L 断开，求开路电压，利用网孔分析法：



$$\begin{cases} 5I - 2\times 2 = -10 \\ -2I + 2\times 2 = U_{oc} - (2I+2)\times 1 \end{cases}$$

$$\therefore I = -\frac{6}{5}\text{A} \quad U_{oc} = 6\text{V}$$

施加电压源求等效电阻 R_i

$$\because I = \frac{2}{3+2} I_{ab}$$

$$U_{ab} = 1\times(2I + I_{ab}) + 3I = 3I_{ab}$$

$$\therefore R_i = \frac{U_{ab}}{I_{ab}} = 3\Omega$$

$$I_L = \frac{U_{oc}}{R_i + R_L} = \frac{6}{1+3} = 1.5\text{A}$$

$$P_L = I_L{}^2 R_L = 1.5^2 \times 1 = 2.25\text{W}$$

（2）

$$R_L = R_i = 3\Omega$$

$$P_{L\max} = \frac{U_{oc}{}^2}{4R_i} = \frac{6^2}{4\times 3} = 3\text{W}$$

五、（10 分）电路如图 5 所示，开关打开前电路处于稳态，（1）求电压 $u_c(t)$（$t \geq 0$）；（2）求电流 $i_L(t)$（$t \geq 0$）；（3）求电压 $u(t)$（$t>0$）。

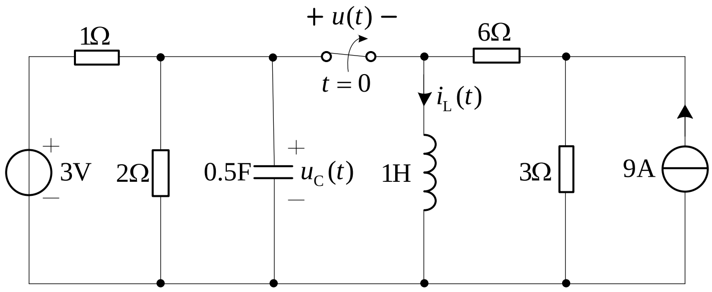


图5

解：1）开关打开前电路为稳态，电容相当于开路，电感相当于短路。

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 0\text{V}$$

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = 9\times\frac{3}{6+3} + \frac{3}{1} = 6\text{A}$$

$$R_C = 1//2 = \frac{2}{3}\Omega$$

$$\tau_C = R_C \cdot C = \frac{2}{3}\times 0.5 = \frac{1}{3}s$$

$$u_C(\infty) = 3\times\frac{2}{1+2} = 2\text{V}$$

$$\therefore u_C(t) = u_C(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) = 2(1-e^{-3t})\text{V} \quad t \geq 0$$

2) $$R_L = 6+3 = 9\Omega$$

$$\tau_C = \frac{L}{R_L} = \frac{1}{9}s$$

$$i_L(\infty) = 9\times\frac{3}{6+3} = 3\text{A}$$

$$i_L(t) = i_L(\infty) + [i_L(0_+) - i_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = 3+3e^{-9t}\text{A} \quad t \geq 0$$

3)

$$u_L(t) = L\frac{\text{d}i_L(t)}{\text{d}t} = -27e^{-9t}\text{V}$$

$$u(t) = u_C(t) - u_L(t) = [2(1-e^{-3t})\text{V} + 27e^{-9t}]\text{V} \quad t \geq 0$$

六、（10 分）二阶电路如图 6 所示，换路前电路处于稳态。

（1）试列写 $t\geq 0$ 时以 $i_L(t)$为变量的电路微分方程；

（2）求电路的固有频率（特征根），并判断响应的类型（临界阻尼，过阻尼，欠阻尼）；

（3）求电流 $i_L(t)$（$t\geq 0$）。

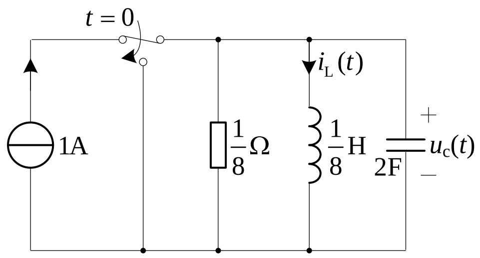


图6

解：（1） $i_L(0_+)=i_L(0_-)=1\,\text{A},\ \ u_C(0_+)=u_C(0_-)=0$

$$u_L(t)=L\frac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}=u_C(t),\ i_C(t)=C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$$

$$i_R+i_L+i_C=0$$

$$\frac{L}{R}\frac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}+i_L+LC\frac{\mathrm{d}^2i_L}{\mathrm{d}t^2}=0$$

$$\frac{\mathrm{d}^2i_L}{\mathrm{d}t^2}+4\frac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}+4i_L=0$$

（2）特征方程： $s^2+4s+4=0$

特征根 $s_1=s_2=-2$

故电流 $i_L(t)$为临界阻尼响应。

（3）

$$\begin{cases} i_L(t)=(K_1+K_2t)e^{-2t} \\ u_C(t)=L\dfrac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}=\dfrac{1}{8}(-2K_1+K_2-2K_2t)e^{-2t} \end{cases}$$

$$\because i_L(0_+)=1\,\text{A},\ \ u_C(0_+)=0$$

$$\begin{cases} i_L(0)=(K_1+K_2t)e^{-2t}\Big|_0=1 \\ u_C(0)=L\dfrac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}\Big|_0=\dfrac{1}{8}(-2K_1+K_2-2K_2t)e^{-2t}\Big|_0=\dfrac{1}{8}(-2K_1+K_2)=0 \end{cases}$$

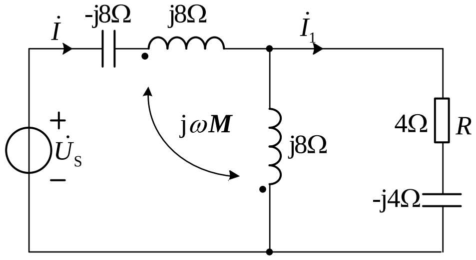
得： $K_1=1,\ \ K_2=2$

$$\therefore i_L(t)=(1+2t)e^{-2t}\,\text{A}\quad t\geq 0$$

八、（10 分）电路的相量模型如图 8 所示，已知 ωM=4Ω，$\dot{U}_S = 20\angle 0°\text{V}$ 。试求：

（1）电流 $\dot{I}$ ，$\dot{I}_1$；

（2）电阻 R 所消耗的平均功率 P。



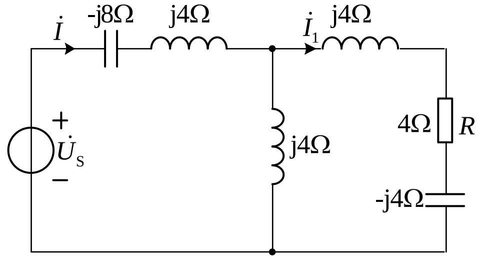


图8

解：1)总电流：

$$\dot{I} = \frac{20\angle 0°}{-j8 + j4 + \dfrac{j4\times(j4+4-j4)}{j4+j4+4-j4}} = \frac{20\angle 0°}{-j4 + \dfrac{j4}{1+j1}} = (5+j5)\text{A}$$

分流：

$$\dot{I}_1 = \frac{j4}{4+j4}\dot{I} = \frac{j4}{4+j4}(5+j5) = j5\text{A}=5\angle 90°\text{A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{4}{4+j4}\dot{I} = \frac{4}{4+j4}(5+j5) = 5\text{A}$$

2)

$$P_R = I_1^2 R = 5^2 \times 4 = 100\text{W}$$