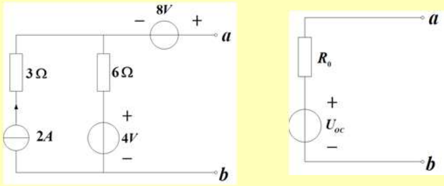
2015级《电路分析基础A》试题及解答

一、（本题共10分，包含2个小题）

1. (4分)若将图1.1(a)所示电路等效变换为图1.1(b)所示电路，试求电压U_{OC}和电阻R_0。



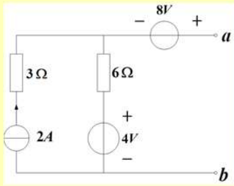
(a) (b)

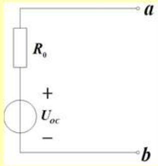
图1.1

解：求ab端的戴维南等效电路。

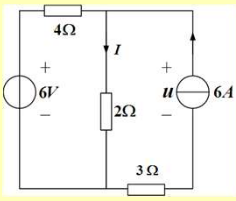
$$U_{OC}=8+4+2\times6=24V$$

$$R_0=6\Omega$$





2. （6分）电路如图1.2所示，（1）求电流I；（2）求电流源的功率P。



解：（1）

$$I=\frac{4}{2+4}\times6A+\frac{6V}{4+2}=5A$$

（2）设电流源两端的电压为u，则电流源的功率为

$$u=2I+3\times6=28V$$

$$P=-u\times6A=-168W$$

二、（本题共14分，包含2个小题）

1.（6分）电路如图2.1所示，(1)求电路的转移电压比$H=\frac{\dot U_o}{\dot U_i}$

(2)若图示电路中仅能改变电阻R_L的参数，则R_L的参数为何值时，R_L消耗的功率最大。

解：（1）

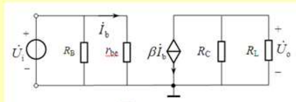


图 2.1

$$H=\frac{\dot U_o}{\dot U_i}=\frac{-\beta\dot I_b(R_C//R_L)}{\dot U_i}$$

其中，$\dot I_b=\frac{\dot U_i}{r_{be}}$，$R_C//R_L=\frac{R_CR_L}{R_C+R_L}$ ∴ $H=\frac{-\beta R_CR_L}{r_{be}(R_C+R_L)}$

(2) 当$R_L=R_C$时，R_L消耗的功率最大。

2. （8分）电路如图2.2所示，已知U_S = 20V，R_1 = 2Ω，R_2 = 3Ω，R_3 = 6Ω，L=2H。开关S合于a时，电路已处于稳态，t = 0时将开关S合向b，试求开关S合向b后的$i_L(t)$及$u_L(t)$。

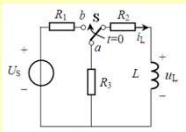


图 2.2

解： $i_L(0_+)=i_L(0_-)=0$

$$i_L(\infty)=\frac{20}{2+3}=4A,\quad \tau=\frac{L}{R}=0.4s$$

$$i_L(t)=i_L(\infty)+[i_L(0_+)-i_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}=(4-4e^{-2.5t})\varepsilon(t)A$$

$$u_L(t)=L\frac{di_L}{dt}=(20e^{-2.5t})\varepsilon(t)V$$

三、（本题共16分，包含2个小题）

1.（8分）在图3.1所示的正弦交流稳态电路相量模型中，已知有效值I_1 = 10A，有效值U_1 = 100V，

（1）求有效值I_2；

（2）求有效值I_0；

（3）求有效值U_0。

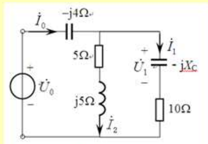


图 3.1

解： (1) $X_C=\frac{U_1}{I_1}=\frac{100}{10}=10\Omega$

(2) 设 $\dot I_1=10\angle0^\circ A$，则 $\dot U_1=-jX_C\dot I_1=-j100V$

$$\dot U_2=\dot U_1+10\dot I_1=-j100+100=100\sqrt2\angle-45^\circ V$$

$$\dot I_2=\frac{\dot U_2}{5+j5}=-j20A \quad \therefore I_0=\sqrt{I_1^2+I_2^2}=10\sqrt5\approx22.36A$$

(3) $\dot U_0=-j4\dot I_0+\dot U_2=20-j140V$ $\therefore U_0=\sqrt{20^2+140^2}=141.4V$

2．（8分）电路如图3.2所示，已知$u_S(t)$=20cos(100t+30°)V，$i_S(t)$=5cos200tA，（1）求电流$i(t)$ 和$i(t)$的有效值I；（2）求电压$u(t)$；（3）求电压源的瞬时功率$p(t)$。

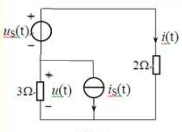


图 3.2

解: (1)　$u_S(t)$单独作用时

$$i_1(t)=\frac{u_S(t)}{3+2}=4\cos(100t+30^\circ)A$$

$i_S(t)$单独作用时

$$i_2(t)=-\frac{3}{3+2}i_S(t)=-3\cos(200t)A$$

$$\therefore\quad i(t)=i_1(t)+i_2(t)=(4\cos(100t+30^\circ)-3\cos 200t)A$$

有效值：$I=\sqrt{\frac{1}{2}(4^2+3^2)}=\frac{5}{\sqrt{2}}\approx 3.54A$

7

2．（8分）电路如图3.2所示，已知$u_S(t)$=20cos(100t+30°)V，$i_S(t)$=5cos200tA，（1）求电流$i(t)$ 和$i(t)$的有效值I；（2）求电压$u(t)$；（3）求电压源的瞬时功率$p(t)$。

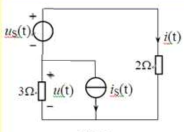


图 3.2

(2)　$u(t)=-(i_S+i)\times 3$

$$=(-12\cos(100t+30^\circ)-6\cos 200t)V$$

(3)　$p(t)=-(u_S i)$

$$=-20\cos(100t+30^\circ)\left[4\cos(100t+30^\circ)-3\cos 200t\right]$$

$$=\left(-80\cos^2(100t+30^\circ)+60\cos(100t+30^\circ)\cos 200t\right)W$$

8

四、（10分）电路如图4所示，（1）求电流I；（2）求受控源的功率P，并判断是吸收功率还是提供功率。

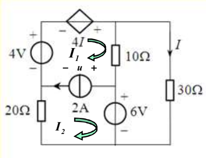


图 4

解: (1)　列网孔方程

$$\begin{cases}10I_1+u-4-4I=10I\\20I_2-u+6=0\\40I-10I_1=6\end{cases}$$

辅助方程：$I_1-I_2=2$

解方程可得：$I=\frac{28}{53}\approx 0.528A$

(2)　由上列方程可得：$I_1=4I-0.6=1.513A$

$P=-4I*I_1=-3.196W$　　提供功率

9

五、（10分） 在图5所示的二阶电路中，已知$u_S(t)$=20ε(t)，R = 5Ω，电路的全响应为 $u_C(t)=(4e^{-t}-2e^{-4t})+20V$，$t$>0。（1）列出图示电路以$u_C(t)$为变量的二阶微分方程；（2）求电路中元件$L$和$C$的参数；（3）计算阻尼电阻，判断电路处于欠阻尼、临界阻尼还是过阻尼情况。

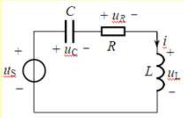


图 5

解: $\because\quad LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+RC\frac{du_C}{dt}+u_C=u_S$

又　$s_1=-1,\ s_2=-4$

则　特征方程为　$s^2+5s+4=0$

(1)　$\frac{d^2u_C}{dt^2}+5\frac{du_C}{dt}+4u_C=80$

(2)　由上式可知，$LC=\frac{1}{4}$，$RC=\frac{5}{4}$

$\therefore C=0.25F$，　$L=1H$

(3)　$R_d=2\sqrt{\frac{L}{C}}=4\Omega<R=5\Omega$　　∴电路处于过阻尼。

10

六、（10分）如图6所示电路中有两组耦合电感，第一组耦合电感 L_1=1.5H，L_2=1H，M_1=1H ，第二组耦合电感L_3=3H，L_4=2H，M_2=2H。已知两组耦合电感之间无互感存在，且已知$u_s=60\sqrt{2}\cos 2t$ V，R_1=4Ω，R_2=R_3=8Ω， C=0.25F，试求电流$i_1(t)$和$i_2(t)$。

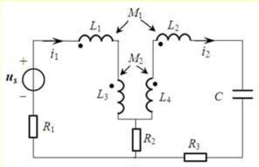
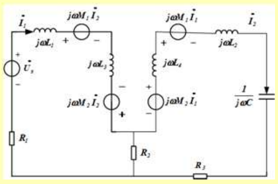


图 6

解：将图6转化成相量模型



$\dot{U}_s=60\angle 0^\circ V$

$\omega=2\qquad\therefore\frac{1}{j\omega C}=-j2$

$j\omega L_1=j3\Omega$，　$j\omega L_2=j2\Omega$

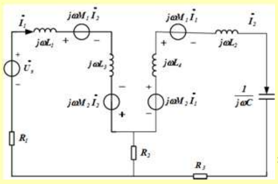
$j\omega L_3=j6\Omega$，　$j\omega L_4=j4\Omega$

$j\omega M_1=j2\Omega$，　$j\omega M_2=j4\Omega$

11

沿顺时针方向列网孔方程

$$\begin{cases}(R_1+R_2+j\omega L_1+j\omega L_3)\dot{I}_1-R_2\dot{I}_2=\dot{U}_s+jM_2\dot{I}_2-jM_1\dot{I}_2\\-R_2\dot{I}_1+(R_2+R_3+j\omega L_2+j\omega L_4+\frac{1}{j\omega C})\dot{I}_2=jM_2\dot{I}_1-jM_1\dot{I}_1\end{cases}$$



化简方程得：

$$\begin{cases}(12+j9)\dot{I}_1-(8+j2)\dot{I}_2=60\\(8+j2)\dot{I}_2=(4+j)\dot{I}_1\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\dot{I}_1=\frac{15}{2+j2}=\frac{15}{2\sqrt{2}}\angle-45^\circ A\\\dot{I}_2=0.5\dot{I}_1=\frac{15}{4\sqrt{2}}\angle-45^\circ A\end{cases}$$

$$\therefore\quad\begin{cases}i_1(t)=7.5\cos(2t-45^\circ)A\\i_2(t)=3.75\cos(2t-45^\circ)A\end{cases}$$

12

七、（9分）由理想运算放大器构成的电路如图7所示，已知：G_1=2S，G_2=1S，G_3=0.5S，G_4=0.5S，G_5=4S，G_6=3S，试求u_0与u_{i1}、u_{i2}之间的运算关系式。

解：列写关于节点A和运放输入端的节点方程

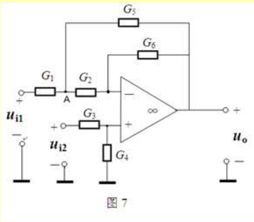


图 7

$$(u_{i1}-u_A)G_1=(u_A-u_-)G_2+(u_A-u_o)G_5$$
$$(u_A-u_-)G_2=(u_--u_o)G_6$$
$$(u_{i2}-u_+)G_3=u_-G_4\text{，}\quad u_+=u_-$$

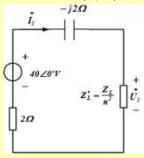
代入数值得：

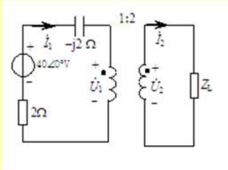
$$0.5u_{i2}=u_-\text{，}\quad u_A=2u_{i2}-3u_o$$
$$7u_A=2u_{i1}+4u_o+0.5u_{i2}$$
$$\therefore\quad u_o=\frac{27}{50}u_{i2}-\frac{2}{25}u_{i1}$$

13

八、（9分）电路相量模型如图8所示，（1）当阻抗Z_L=4+j4Ω时，求电压相量 $\dot{U}_1$ 和电流相量 $\dot{I}_1$ ；（2）若Z_L可任意改变，则当Z_L为何值时可获最大功率，并求此最大功率P_{max}。

解法1：将 Z_L 折合到原边，等效电路图如下：





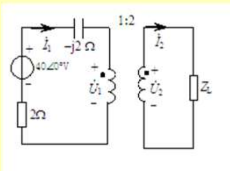
$$(1)\quad n=2$$
$$\therefore\quad Z'_L=\frac{Z_L}{n^2}=1+j$$

$$\dot{I}_1=\frac{40}{2-j2+1+j}=\frac{40}{3-j}=4\sqrt{10}\angle18.43^\circ\approx12.65\angle18.43^\circ A$$
$$\dot{U}_1=\frac{1+j}{3-j}\dot{U}_s=8\sqrt{5}\angle63.43^\circ\approx17.89\angle63.43^\circ A$$

14

解法2： $\dot{U}_2=2\dot{U}_1$，$\dot{I}_1=2\dot{I}_2$

对初、次级回路列写KVL方程



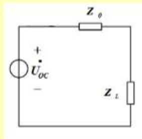
$$(2-j2)\dot{I}_1+\dot{U}_1=40\text{，}\quad \dot{U}_2=Z_L\dot{I}_2$$

联立方程解得：

$$\dot{I}_1=\frac{40}{3-j}=12+j4=4\sqrt{10}\angle18.43^\circ A=12.65\angle18.43^\circ A$$
$$\dot{U}_1=\frac{1}{4}Z_L\dot{I}_1=(1+j)4\sqrt{10}\angle18.43^\circ=8\sqrt{5}\angle63.43^\circ V$$

15

(2) 将初级回路的元件折合到次级回路中可得：



$$\dot{U}_{OC}=n\dot{U}_S=80\angle0^\circ V$$
$$Z_0=n^2(2-j2)=(8-j8)\Omega$$

$\therefore\quad Z_L=Z_0^*=(8+j8)\Omega$ 时可获得最大功率P_{max}

$$P_{max}=\frac{U_{OC}^2}{4R_0}=\frac{80^2}{32}=200W$$

16

九、（本题共12分，包含2个小题）

1.（6分）已知三相电源线电压的有效值U_{AB}=380V，频率$f=50$Hz，三角形联结的三相对称负载如图9.1所示，已知Z_1=Z_2=Z_3=Z，三相负载吸收的总功率为3600W，功率因数为0.6（感性）。

（1）求Z；（2）若要在不改变负载工作状况的条件下提高功率因数，应接入什么补偿元件？应如何连接？试画在图9.1中。（3）欲使功率因数提高到0.9（感性），补偿元件的参数应为多少？

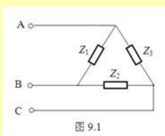


图 9.1

解： (1) 由题意可知，$P=3U_{AB}I_{AB}\cos\varphi=3600$

其中，$\cos\varphi=0.6$，$U_{AB}=380$

故 $I_{AB}=\dfrac{3600}{3\times380\times0.6}=5.26A$

$\therefore\quad |Z|=\dfrac{U_{AB}}{I_{AB}}=\dfrac{380}{5.26}=72.2\Omega$，又$\varphi=arccos0.6=53.13^\circ$

$\therefore\quad Z=72.2\angle53.13^\circ\Omega$

17

九、（本题共12分，包含2个小题）

1.（6分）已知三相电源线电压的有效值U_{AB}=380V，频率$f=50$Hz，三角形联结的三相对称负载如图9.1所示，已知Z_1=Z_2=Z_3=Z，三相负载吸收的总功率为3600W，功率因数为0.6（感性）。

（1）求Z；（2）若要在不改变负载工作状况的条件下提高功率因数，应接入什么补偿元件？应如何连接？试画在图9.1中。（3）欲使功率因数提高到0.9（感性），补偿元件的参数应为多少？

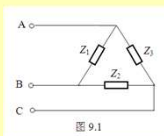


图 9.1

(2) 应并联接入电容元件进行补偿。

(3) 欲使功率因数提高到0.9，即$\cos\varphi_1=0.9$

则 $\varphi_1=arccos0.9=25.84^\circ$

补偿后电容 $C=\dfrac{P/3}{\omega U^2}(\tan\varphi-\tan\varphi_1)$

$$=\frac{1200}{2\pi\times50\times380^2}(\tan53.13^\circ-\tan25.84^\circ)$$
$$=22.46\mu F$$

18

2. （6分）一阶动态电路如图9.2所示，已知当L=2H，$i_L(0)$=0，$i_s(t)$=2ε(t)A时，零状态响应为$u_R(t)$=(2+0.25e^{-t})ε(t)V。若将电路中电流源改换成$i_s(t)$=4ε(t)A，电感L改换成C=1F的电容，其余不变，试求改换后的零状态响应$u_R(t)$。

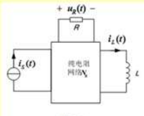


图 9.2

解： 由题意可知，$\tau_L = \dfrac{L}{R_0} = 1$，$\therefore R_0 = 2\Omega$

$u_R(0) = 2.25V$，$u_R(\infty) = 2V$

若将L换成C，且i_S不变

则$u_R'(0) = 2V$，$u_R'(\infty) = 2.25V$，$\tau' = R_0C = 2s$

故$u_R'(t) = \left[2.25 + (2 - 2.25)e^{-\frac{t}{2}}\right]\varepsilon(t)V$

19

2. （6分）一阶动态电路如图9.2所示，已知当L=2H，$i_L(0)$=0，$i_s(t)$=2ε(t)A时，零状态响应为$u_R(t)$=(2+0.25e^{-t})ε(t)V。若将电路中电流源改换成$i_s(t)$=4ε(t)A，电感L改换成C=1F的电容，其余不变，试求改换后的零状态响应$u_R(t)$。

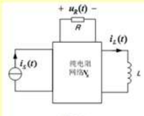


图 9.2

$u_R'(t) = \left[2.25 + (2 - 2.25)e^{-\frac{t}{2}}\right]\varepsilon(t)V = (2.25 - 0.25e^{-\frac{t}{2}})\varepsilon(t)V$

将i_S换成$4\varepsilon(t)A$，由线性性质可得零状态响应

$u_R(t) = (4.5 - 0.5e^{-\frac{t}{2}})\varepsilon(t)V$

20