2007年硕士研究生《电路》试题参考答案

一、解：设4V电压源的电流为I_x，可列结点方程为

$$\begin{cases}8U_1-3U_2-5U_3=4\\ U_2=I\\ -5U_1+11U_3=I_x\end{cases}\qquad 补充方程\begin{cases}U_3-U_2=4\\ I=5(U_1-U_3)\end{cases}$$

可求得 $U_1=-2^V$，$U_2=-5^V$，$U_3=-1^V$，$P_{受控源}=50W$（吸收）

二、解：由叠加定理，有 $I=k_1I_S+k_2U_S$

且10Ω电阻消耗的功率 $P=10I^2$

当$P_1=360^W$时，$I_1=\sqrt{P_1/10}=6^A$，$I_1=2k_1+5k_2=6$

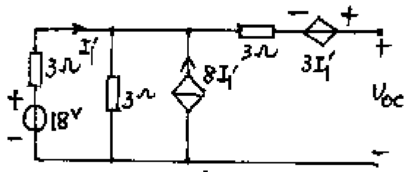
当$P_2=640^W$时，$I_2=\sqrt{P_2/10}=8^A$，$I_2=k_1+15k_2=8$

∴ $k_1=2$，$k_2=0.4$，$I=2I_S+0.4U_S$

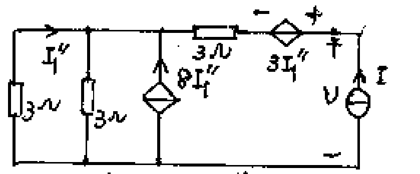
当$U_S=20^V$，$I_S=3^A$时，$I_3=2\times3+0.4\times20=14^A$

$P_3=10\times I_3^2=1960^W$

三、解：利用戴维南定理将a、b左边部分等效



$U_{oc}=3I_1'-3I_1'+18=18^V$



$U=3I_1''+3I-3I_1''=3I$，$R_{eq}=3Ω$

∴ 当 $R_L=R_{eq}=3Ω$ 时，吸收最大功率

$$P_{max}=\frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}}=\frac{18^2}{4\times3}=27^W$$

四、解：电路的相量模型如图所示

$\dot U=Z\dot I_S=(3+j4)\times2\angle30^\circ$

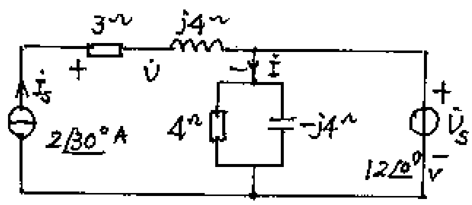
$=10\angle83.1^\circ\ V$

∴ $u(t)=10\sqrt2\cos(100t+83.1^\circ)\ V$

$\dot I=Y\dot U_S=(\frac14+\frac1{-j4})\times12\angle0^\circ$

$=\frac{\sqrt2}{4}\angle45^\circ\times12\angle0^\circ=3\sqrt2\angle45^\circ\ A$

∴ $i(t)=6\cos(100t+45^\circ)\ A$



五、解：51：由U_2与I同相位这一条件可知此电路发生并联谐振，整个电路发生谐振，导纳Y为实数，即

$\mathrm{Im}[Y]=\mathrm{Im}\left[\frac{1}{10+jX_L}+\frac{1}{10-j10}\right]=0$

$\therefore X_L=10\Omega$ 时，电路发生谐振

S2：设 $\dot{I}_1=I_1\angle 0^\circ$ 为参考相量，$\dot{I}_1$ 的参考方向如图中所示，则有

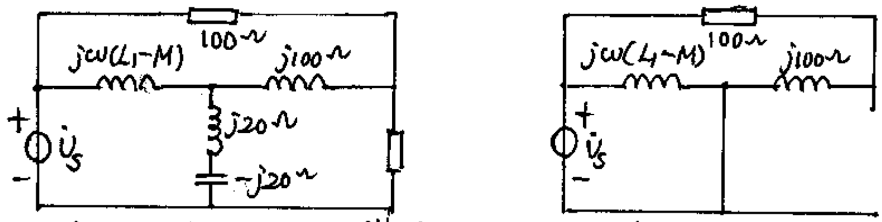
$\dot{I}_1=2\angle 0^\circ$ A，$\dot{U}_2=(10-j10)\dot{I}_1=10\sqrt{2}\angle -45^\circ\times 2\angle 0^\circ=20\sqrt{2}\angle -45^\circ$ V

$\dot{I}_2=\frac{\dot{U}_2}{10+j10}=\frac{20\sqrt{2}\angle -45^\circ}{10\sqrt{2}\angle 45^\circ}=2\angle -90^\circ$ A，$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2=2\sqrt{2}\angle -45^\circ$ A

$\dot{U}_S=10\dot{I}+\dot{U}_2=20\sqrt{2}\angle -45^\circ+20\sqrt{2}\angle -45^\circ=40\sqrt{2}\angle -45^\circ$ V

$\therefore U_S=40\sqrt{2}$ V

六. 解：去耦等效电路如下图，设 $\dot{U}_S=100\angle 0^\circ$ V



求除 Z 之外电路的戴维南等效电路

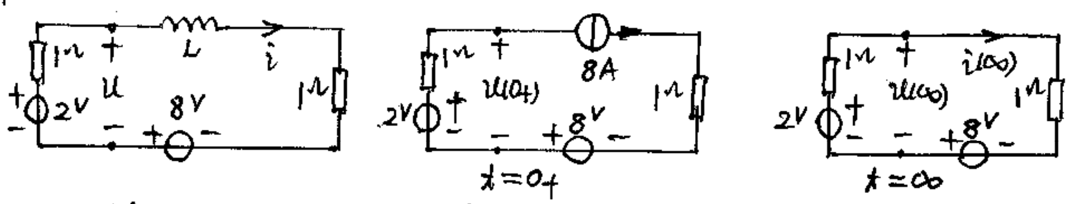
$\dot{U}_{oc}=\frac{j100}{100+j100}\dot{U}_S=\frac{100\angle 90^\circ}{100\sqrt{2}\angle 45^\circ}\times 100\angle 0^\circ=50\sqrt{2}\angle 45^\circ$ V

$Z_{eq}=100//j100=50\sqrt{2}\angle 45^\circ\ \Omega=50+j50\ \Omega$

$\therefore$ 当 $Z=Z_{eq}^*=50-j50\Omega$ 时获得最大功率

$P_{max}=\frac{U_{oc}^2}{4\mathrm{Re}[Z]}=\frac{(50\sqrt{2})^2}{4\times 50}=25$ W

七. 解：开关 S 断开前，$i(0_-)=8$ A，开关 S 断开后可等效如下图



初始值：$i(0_+)=i(0_-)=8$ A，$u(0_+)=-8+2=-6$ V

稳态值：$i(\infty)=5$ A，$u(\infty)=-3$ V

时间常数：$\tau=L/R=0.5$ s

$\therefore i(t)=5+3e^{-2t}$ A，$t\geq 0$

$u(t)=-3-3e^{-2t}$ V，$t\geq 0$

八. 解：为求二阶电路的全响应，先由题图求出初始值

$u_C(0_-)=2$ V，$i_L(0_-)=1$ A

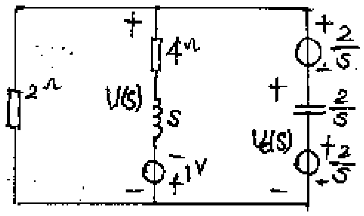
作运算电路如后图，由弥尔曼定理可求出

$$V(s)=\frac{-\frac{1}{4+s}+2}{\frac{1}{2}+\frac{1}{4+s}+\frac{s}{2}}=\frac{4(4+s)-2}{(1+s)(4+s)+2}$$

$$=\frac{4s+14}{s^2+5s+6}=\frac{6}{s+2}-\frac{2}{s+3}$$

$$\therefore U_c(s)=V(s)-\frac{2}{s}=\frac{6}{s+2}-\frac{2}{s+3}-\frac{2}{s}$$

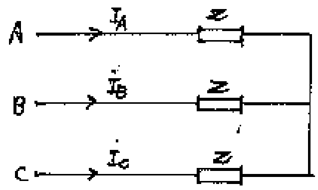
则 $u_c(t)=L^{-1}[U_c(s)]=-2+6e^{-2t}-2e^{-3t}\ \mathrm{V}$



九、解：对称三相电路中，线电压、线电流、相电压、相电流均呈对称关系

$\therefore \dot{I}_B=5\angle 180^\circ\ \mathrm{A}$，$\dot{I}_C=5\angle 60^\circ\ \mathrm{A}$

设三相负载接成Y型，如图所示，则



$\dot{U}_{AB}=Z(\dot{I}_A-\dot{I}_B)=Z(5\angle 60^\circ-5\angle 180^\circ)$

$=|Z|\angle\varphi_z\cdot 5\sqrt{3}\angle -30^\circ$

又 $\dot{U}_{AB}=380\angle 0^\circ\ \mathrm{V}$，$\therefore \varphi_z=30^\circ$

$P=\sqrt{3}U_l I_l\cos 30^\circ=\sqrt{3}\times 380\times 5\times\frac{\sqrt{3}}{2}=2850\ \mathrm{W}$

十、解：S1：先将11'左边部分用戴维南定理等效

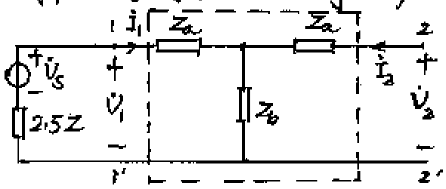
$\dot{U}_{oc}=\dot{U}_S\quad(\because \dot{U}_{oc}=2\times\frac{Z_2}{Z_1+Z_2}\dot{U}_S)$

$Z_{eq}=Z_3+2^2(Z_1/\!/Z_2)=2.5Z$

S2：原电路等效为右图（因N为线性无源对称双口网络）

$$\because\begin{cases}\dot{U}_1=Z_{11}\dot{I}_1+Z_{12}\dot{I}_2=(Z_a+Z_b)\dot{I}_1+Z_b\dot{I}_2\\ \dot{U}_2=Z_{21}\dot{I}_1+Z_{22}\dot{I}_2=Z_b\dot{I}_1+(Z_a+Z_b)\dot{I}_2\end{cases}$$

又 $\dot{U}_1=\dot{U}_S-2.5Z\dot{I}_1$



$\therefore$ 22'端开路时，$\dot{I}_2=0$

$\dot{I}_1=\frac{\dot{U}_S}{Z_a+Z_b+2.5Z}$，$\dot{U}_{oc}=\dot{U}_2=Z_b\dot{I}_1=\frac{Z_b}{Z_a+Z_b+2.5Z}\dot{U}_S=\frac{1}{6}\dot{U}_S$

22'端短路时，$\dot{U}_2=0$

$\dot{I}_1=\frac{\dot{U}_S}{Z_a+Z_a/\!/Z_b+2.5Z}$，$\dot{I}_{sc}=-\dot{I}_2=\frac{Z_b}{Z_a+Z_b}\dot{I}_1=\frac{Z_b\dot{U}_S}{(Z_a+Z_b)(Z_a+Z_a/\!/Z_b+2.5Z)}=\frac{\dot{U}_S}{11Z}$

S3：由S2中所得关系式，可求出

$Z_a=\frac{17}{14}Z$，$Z_b=\frac{52}{70}Z$

$\therefore Z_{11}=Z_a+Z_b=\frac{137}{70}Z$

$Z_{12}=Z_{21}=Z_b=\frac{52}{70}Z$

即为所求。