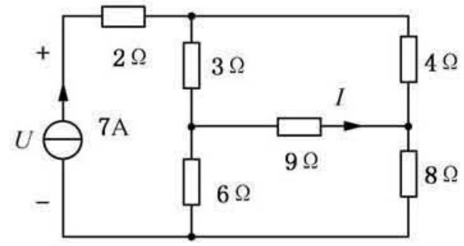
西南交通大学 2006 年《电路分析》考研试题与答案

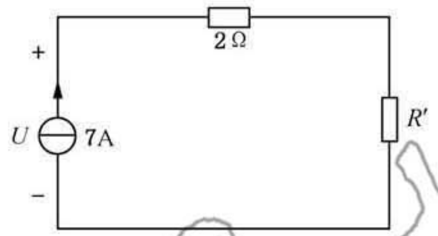
一、（20 分）本题有 2 小题。

1．求图示电路的 U 和 I。



解：依题图所示，右边 4 个电阻（3Ω×8Ω–4Ω×6Ω）构成一平衡电桥，于是 I–0。

右边等效电阻 $R'=12\,//\,9=\dfrac{12\times 9}{12+9}=\dfrac{36}{7}\Omega$，此时电路等效为：

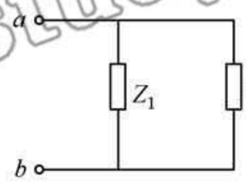


依 KVL 得：

$$U–（2+U=\left(2+\frac{36}{7}\right)\times 7=50\text{V}）\times 7–50\text{V}$$

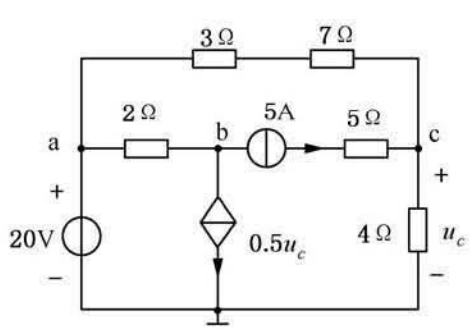
2．已知图示电路吸收的无功 Q–300var，且知 Z_1 吸收的无功 Q_1 –-180var。求 Z_2 吸收的无功 Q_2，

并说明 Z_1、Z_2 的阻抗性质。



解：由功率平衡知 $Q_2=Q-Q_1$–480Var，则 Z_1 为容性负载，Z_2 为感性负载

二、（15 分）电路如图所示，用结点电压法求电压 u_c 及 u_{ab}。



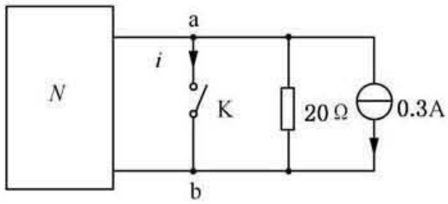
解：参考结点如图所设，设 a 点对参考结点电压为 U_a，于是：$U_a=20\text{V}$。
对 c 结点列结点电压方程得：

$$\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{10}\right)U_c-\frac{1}{10}U_a=5\text{V}$$

解得：$U_c=20\text{V}$。流过 2Ω 电阻的电流 $I_{ab}=5+0.5U_c=15\text{A}$，故：

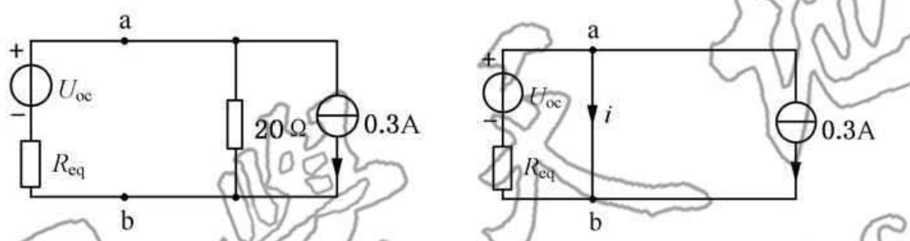
$$U_{ab}=15\times2\text{V}=30\text{V}$$

三、（15 分）图示电路，已知开关 K 打开时 $u_{ab}=4\text{V}$，开关 K 闭合时 $i=1.2\text{A}$。求网络 N 的戴维南等效电路。



解：设网络系统 N 的开路电压为 U_{oc}，等效电阻为 R_{eq}。
当开关 K 打开时，电路如下图（a）所示，列写 U_{oc} 的关系式为：

$$U_{oc}=R_{eq}\left(\frac{U_{ab}}{20}+0.3\right)+4 \quad ①$$

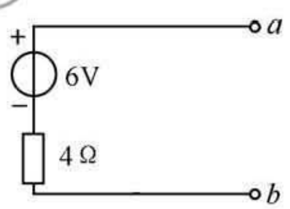


（a）　　　　　　　　　　　　（b）

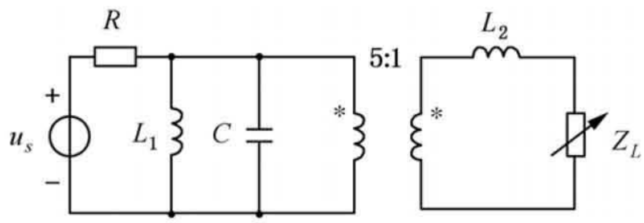
开关 K 闭合时，电路如上图（b）所示（20Ω 电阻短路）。此时：

$$U_{oc}=(i+0.3)R_{eq} \quad ②$$

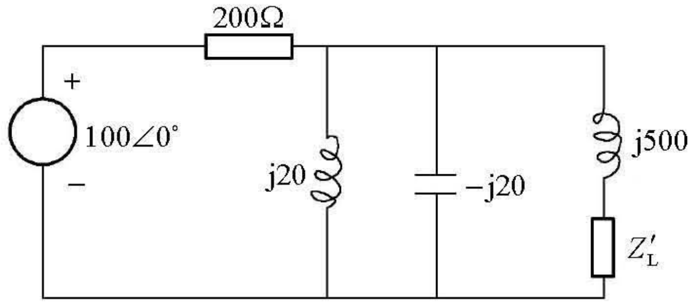
代入 $U_{ab}=4\text{V}$，$I=1.2\text{A}$，联立①、②式得：$U_{oc}=6\text{V}$，$R_{eq}=4\Omega$。
故网络 N 的戴维南等效电路为：



四、（15 分）图示电路，已知 $u_s=100\sqrt{2}\sin100t(\text{V})$，$L_1=L_2=20\text{mH}$，$C=50\mu\text{F}$，$R=200\Omega$。问负载 Z_L 取何值可获最大功率？其最大功率是多少？



解：副边折算到原边，画出相量电路如下所示：



L_1 和 C 并联谐振。故 $Z'_{\mathrm{L}}=25Z_{\mathrm{L}}=(200-\mathrm{j}500)\Omega$ 时，Z_{L} 获最大功率，此时：

$$Z_{\mathrm{L}}=(8\text{-}\mathrm{j}20)\Omega$$

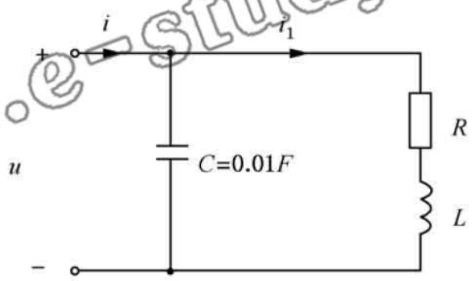
对应的最大功率为：

$$P_{\max}=\frac{100^2}{4\times 200}\mathrm{W}=12.5\mathrm{W}$$

五、（15 分）已知电路中 $u=100+100\sqrt{2}\cos 10t(\mathrm{V})$，$i_1=10+10\cos(10t-45^\circ)(\mathrm{A})$。求：

（1）R、L 的值。

（2）$i(t)$及其有效值。

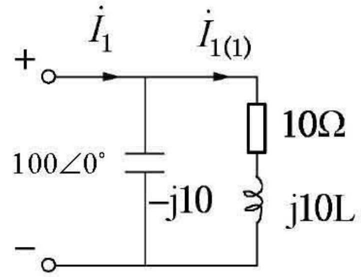


解：

（1）直流 U_0=100V 作用下，电容视为断路，电感视为短路，此时 $I_{(0)}=I_{1(0)}$=10A，则：

$$R=\frac{100}{10}\Omega=10\Omega。$$

交流 $\dot{U}_1=100\angle 0^\circ$ 作用下，$\dot{I}_{1(1)}=\dfrac{10}{\sqrt{2}}\angle-45^\circ$ L-45°A，相量电路如下图所示：



于是 $10+j10L=\dfrac{100\angle 0^\circ}{\dfrac{10}{\sqrt{2}}\angle 45^\circ}=10+j10$，所以可得：

$$L=1\text{H}$$

（2）交流作用下，$\dot{I}_1=\dot{I}_{1(1)}+\dfrac{100\angle 0^\circ}{-j10}=5+j5=5\sqrt{2}\angle 45^\circ\text{ A}$

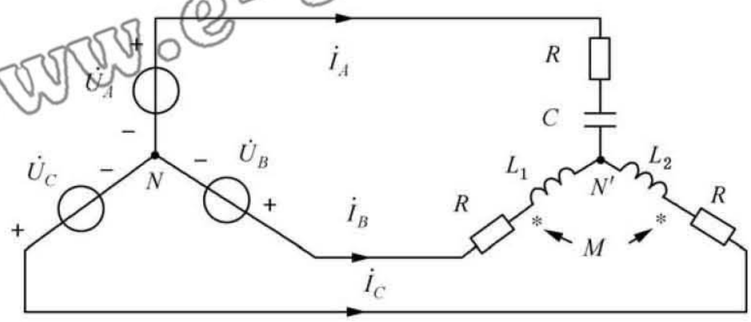
故 $i(t)=10+10\cos(10t+45^\circ)\text{A}$，有效值为：

$$I(t)=\sqrt{10^2+\left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2}=5\sqrt{6}\text{ A}$$

六、（15 分）三相电路如图。三相电源对称，已知 $\dot{U}_{AB}=380\angle 30^\circ\text{V}$，$R=8\Omega$，$\omega L_1=\omega L_2=16\Omega$，$\omega M=10\Omega$，$\dfrac{1}{\omega C}=4\Omega$，求：

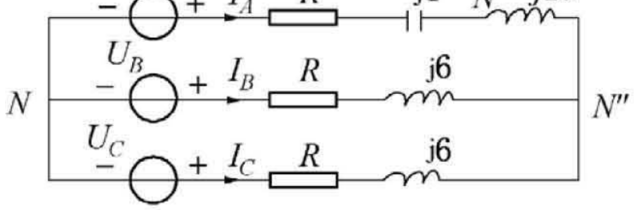
（1）线电流 $\dot{I}_A$、$\dot{I}_B$、$\dot{I}_C$ 及中点间电压 $\dot{U}_{N'N}$。

（2）三相电源发出的总的有功功率、瞬时功率。



解：

（1）互感消去法画出等效电路如下图所示（N″为去耦后的连接点）：



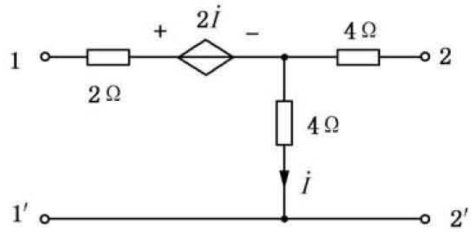
又$\dot{U}_{\mathrm{A}}=220\angle 0^{\circ}\mathrm{V}$，于是：

$$\dot{I}_{\mathrm{A}}=\frac{220\angle 0^{\circ}}{8+\mathrm{j}6}=22\angle -37^{\circ}，\dot{I}_{\mathrm{B}}=22\angle -157^{\circ}，\dot{I}_{\mathrm{C}}=22\angle 83^{\circ}$$

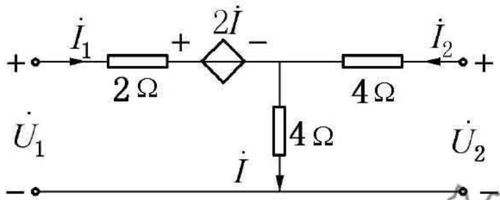
$$\dot{U}_{\mathrm{NN}}=\dot{U}_{\mathrm{N'N}}-\dot{U}_{\mathrm{N''N'}}=-\dot{U}_{\mathrm{N''N'}}=\dot{U}_{\mathrm{N'N''}}=\mathrm{j}10\times\dot{I}_{\mathrm{A}}=22\angle 53^{\circ}$$

（2）$P=3U_{\mathrm{P}}I_{\mathrm{P}}\cos\varphi=3\times220\times22\times\cos37^{\circ}=11616\mathrm{W}$，此即为瞬时功率。

七、（13 分）求图示双口网络的 Z 参数和 Y 参数矩阵。



解：标出电压电流参考方向，如下图所示：



列 KVL 方程得：$\begin{cases}\dot{U}_1=2\dot{I}_1+6\dot{I}\\ \dot{U}_2=4\dot{I}_2+4\dot{I}\end{cases}$

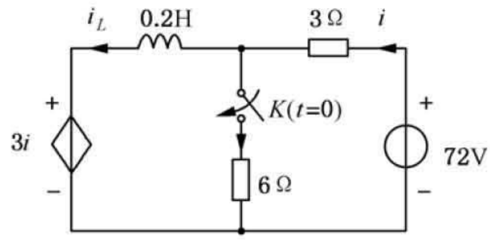
依 KCL 得：$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2$。代入上式整理得：

$$\begin{cases}\dot{U}_1=8\dot{I}_1+6\dot{I}_2\\ \dot{U}_2=4\dot{I}_1+8\dot{I}_2\end{cases}$$

故 Z 参数为：$Z=\begin{bmatrix}8\Omega & 6\Omega\\ 4\Omega & 8\Omega\end{bmatrix}$

Y 参数矩阵为：$Y=Z^{-1}=\dfrac{1}{40}\begin{bmatrix}8S & -6S\\ -4S & 8S\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\dfrac{1}{5}S & -\dfrac{3}{20}S\\ -\dfrac{1}{10}S & \dfrac{1}{5}S\end{bmatrix}$

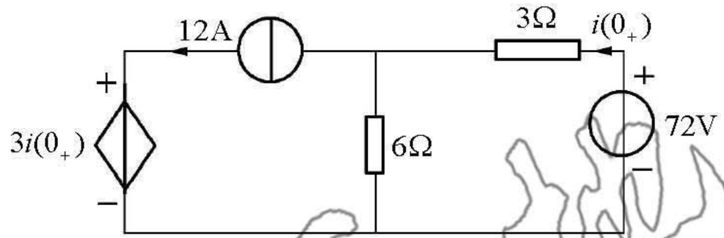
八、（15 分）$t<0$ 时电路处于稳态，$t=0$ 时开关 K 闭合。用时域法求 $t\geqslant 0$ 时的电流 $i_{\mathrm{L}}(t)$、$i(t)$。



解：$t<0$ 时，依 KVL 得：

$$3i(0_-)+3i(0_+)=72\text{V}$$

所以 $I_L(0_-)=I(0_-)=12$ A，$t=0_+$时，电路等效为：



依 KVL 得：$72=3i(0_+)+6[I(0_+)-12]$

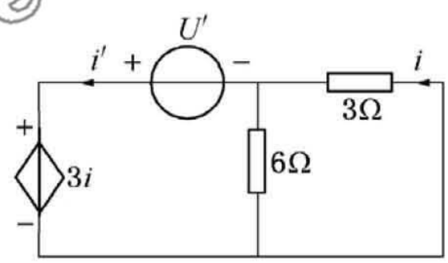
于是：$i(0_+)=16$A

$t\geq0$ 时，依 KVL 得：

$$\begin{cases}72=3i_P+3i_P\\72=3i_P+6(i_P-i_{LP})\end{cases}$$

故稳态时 $i_P=12$A，$i_{Lp}=6$A。

外加电源法求从电感元件看过去的等效电阻 R_{eq}。解题电路如下图所示：



于是 $i'=i+\dfrac{3i}{6}=\dfrac{3}{2}i$，又 $u'=6i$，所以：

$$R_{eq}=\frac{u'}{\lambda'}=4\Omega，\ \tau=\frac{L}{R}=\frac{0.2}{4}=\frac{1}{20}\text{s}$$

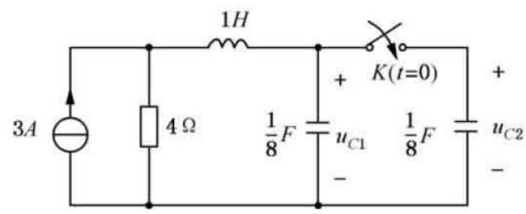
据三要素得：

$$i_L(t)=i_{LP}+[i_L(0_+)-i_{LP}]e^{-\frac{1}{\tau}t}=(6+6e^{-20t})\text{A}，\ i(t)=(12+4e^{-20t})\text{A}$$

九、（15 分）电路如图。$t<0$ 时电路处于稳态，且 $u_{C2}(0\_)=0$，$t=0$ 时开关 K 闭合。要求：

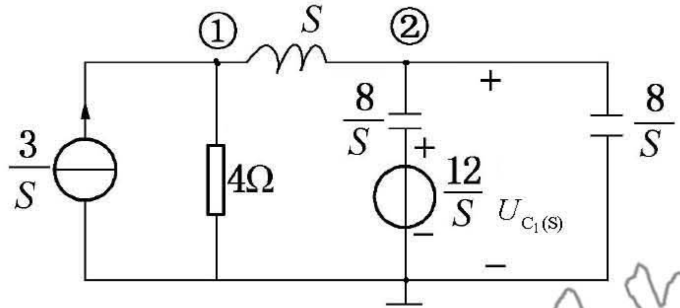
（1）画出 $t\geqslant0$ 时的 s 域运算电路。

（2）求$t \geqslant 0$时的$u_{C1}(t)$。



解：

（1）$t<0$电路处于稳态，$U_C(0_-)=12V$，$i_L(0_-)=0$，故$t \geq 0$时，可画出s域运算电路如下：



（2）依上图，结点①、②及参考结点如图所设，则：

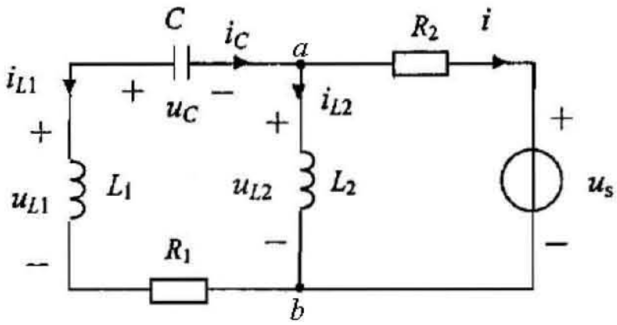
$$\begin{cases} \left(\dfrac{1}{4}+\dfrac{1}{S}\right)U_{①}-\dfrac{1}{S}U_{C_1(S)}=\dfrac{3}{S} \\ -\dfrac{1}{S}U_{①}+\left(\dfrac{1}{S}+\dfrac{S}{8}+\dfrac{S}{8}\right)U_{C_1(S)}=\dfrac{\frac{12}{S}}{\frac{8}{S}} \end{cases}$$

所以：$U_{C_1(S)}=\dfrac{6S^2+24S+48}{S^3+4S^2+4S}=\dfrac{12}{S}-\dfrac{6}{S+2}-\dfrac{12}{(S+2)^2}$

故：

$$U_{C_1(t)}=\mathrm{d}^{-1}[U_{C_1(S)}]=12-6\mathrm{e}^{-2t}-12t\mathrm{e}^{-2t} \quad (t \geq 0)$$

十、（12分）写出图示电路的状态方程，并写成矩阵形式。



解：以电容电压U_C及电感电流I_{L1}、I_{L2}作状态变量，可得电路的状态方程如下：

$$\begin{cases} C\cdot\dfrac{\mathrm{d}U_C}{\mathrm{d}t} = -i_{L1} \\ L_1\cdot\dfrac{\mathrm{d}i_{L1}}{\mathrm{d}t} = U_C - (R_1+R_2)i_{\mathrm{L1}} - R_2 i_{\mathrm{L2}} + U_{\mathrm{S}} \\ L_2\cdot\dfrac{\mathrm{d}i_{\mathrm{L2}}}{\mathrm{d}t} = -R_2 i_{\mathrm{L1}} - R_2 i_{\mathrm{L2}} + U_{\mathrm{S}} \end{cases}$$

写成矩阵形式如下：

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_{\mathrm{C}} \\ \dot{i}_{\mathrm{L1}} \\ \dot{i}_{\mathrm{L2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\dfrac{1}{C} & 0 \\ \dfrac{1}{L_1} & -\dfrac{R_1+R_2}{L_1} & -\dfrac{R_2}{L_1} \\ 0 & -\dfrac{R_2}{L_2} & -\dfrac{R_2}{L_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_C \\ i_{\mathrm{L1}} \\ i_{\mathrm{L2}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \dfrac{1}{L_1} \\ \dfrac{1}{L_2} \end{bmatrix} U_{\mathrm{S}}$$