第一章

1． 图 1-1 所示电路，求 8V 电压源提供的功率。

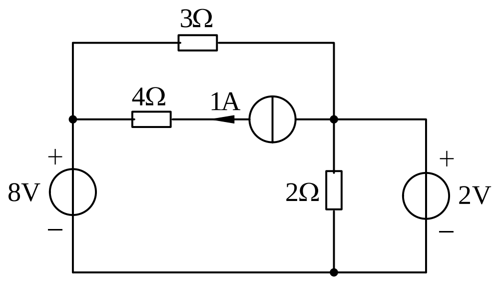


图 1-1

【解】如图 1-1，

由 KVL、KCL 及元件 VAR 得

$$I_1 = \frac{8-2}{3} = 2\text{A}$$

$$I = I_1 - 1 = 2\text{-}1 = 1\text{A}$$

$$P = 8I = 8\text{W}$$

2. 求图 1-2 中 3A 电流源吸收的功率和 4V 电压源提供的功率。

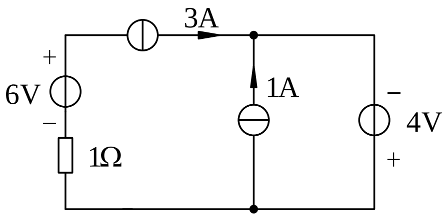
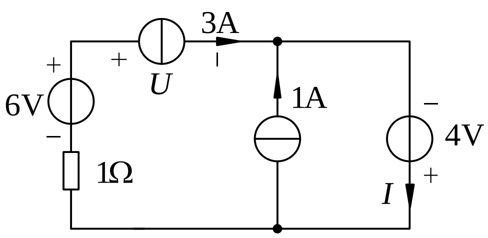


图 1-2

【解】



$$I = 1 + 3 = 4\text{A} \qquad P_{4V} = 4\times 4 = 16\text{W}$$

$$U = 6 - 1\times 3 + 4 = 7\text{V} \qquad P_{3A} = 3\times 7 = 21\text{W}$$

第二章

1. 已知电路图 2-1 中电流 I_0=1A，试求 a、b 两端间的电压 U_{ab}

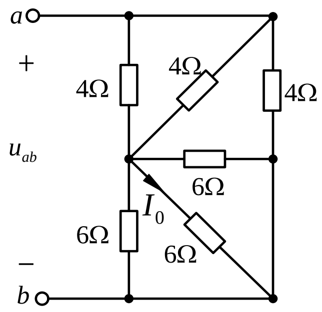
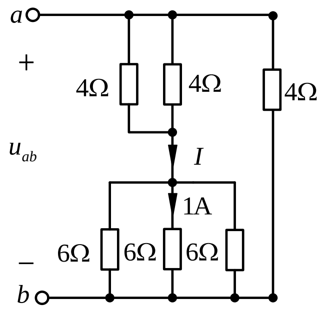


图 2-1

【解】将上述电路改画为如下电路



I=3A

u_{ab}=4/2×3+1×6=12V

2. 求图 2-2 所示电路中 a、b 端的输入电阻 R_{in} 。

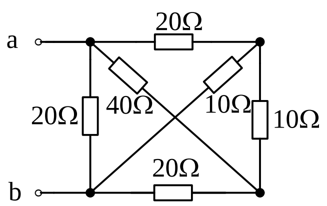
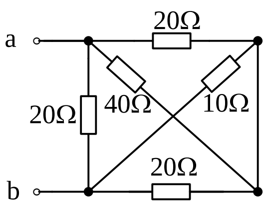


图 2-2

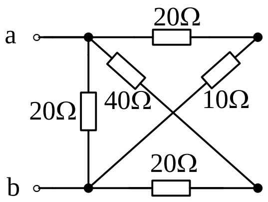
【解】

法 1： 由电桥平衡得



$$R_{in}=\left[\left(20\parallel 10\right)+\left(40\parallel 20\right)\right]\parallel 20$$
$$=20\parallel 20$$
$$=10\Omega$$

法 2：由电桥平衡得



$$R_{in}=\left[\left(20+10\right)\parallel\left(40+20\right)\right]\parallel 20$$
$$=20\parallel 20$$
$$=10\Omega$$

3. 求图 2-3 所示电路的输入电阻 R_{ab}。

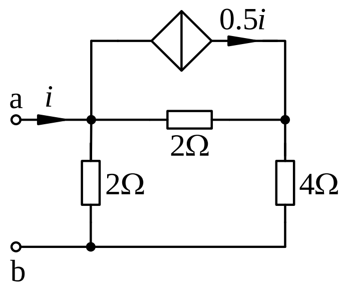
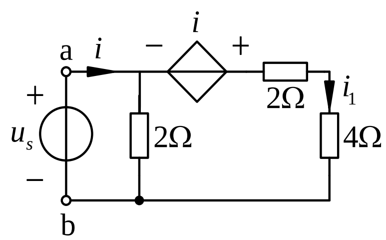


图 2-3

【解】
外加电压源或电流源



$$u_s=-0.5\times 2i+(2+4)i_1$$

$$u_s=(i-i_1)\times 2$$

联立求解： $R_{\text{ab}}=\dfrac{u_s}{i}=\dfrac{5}{4}\Omega$

4. 电路如图 2-4 所示，试用等效化简法求电路中的电压 U 。

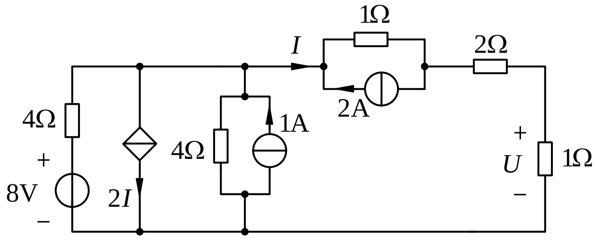
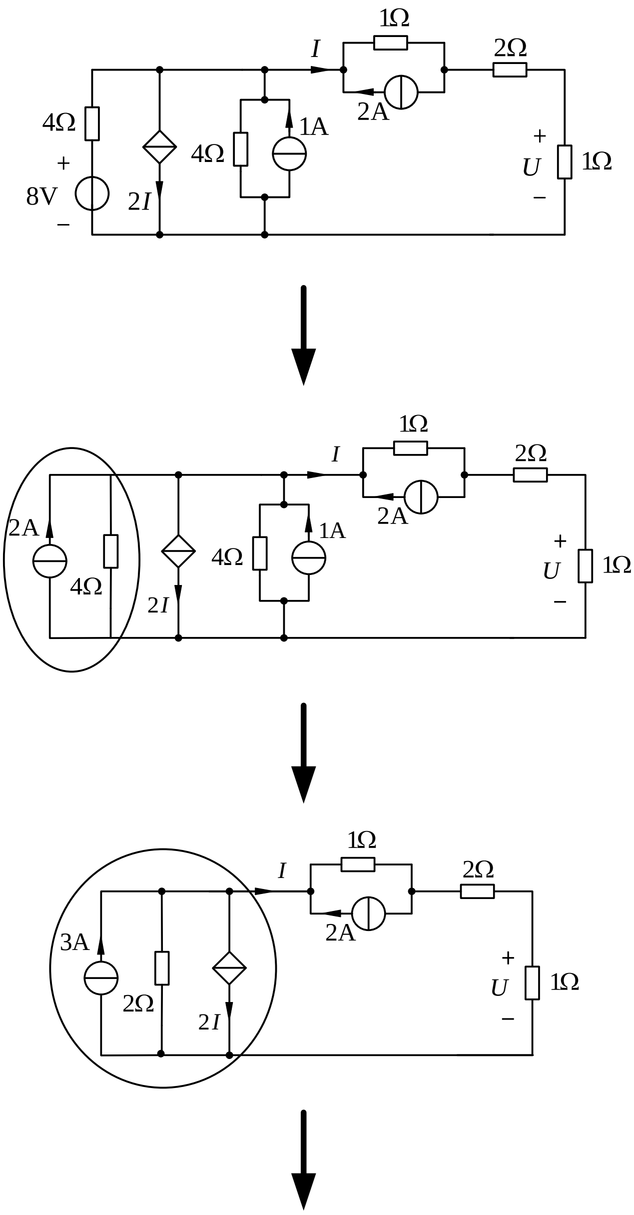
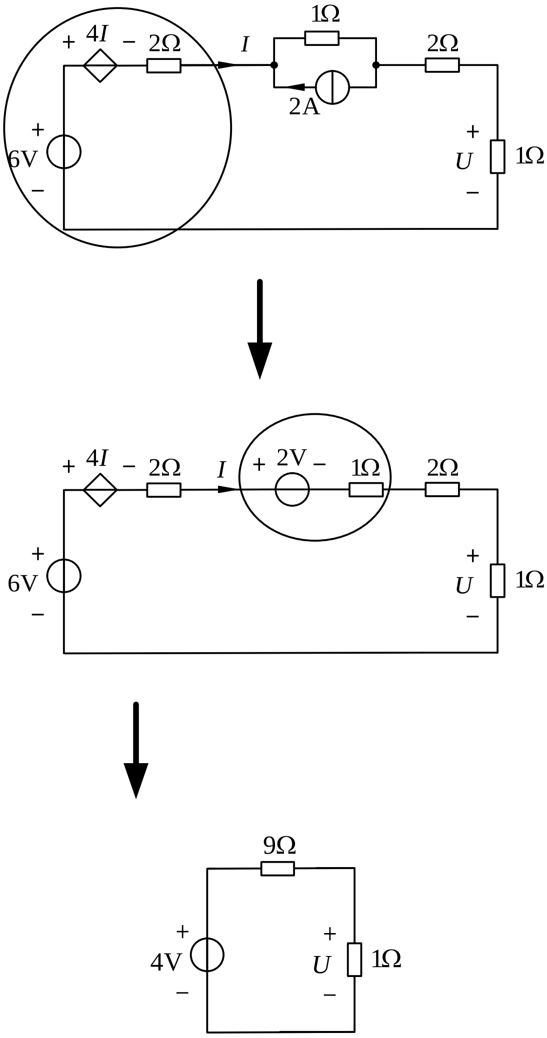


图 2-4

【解】





$U = 0.4\text{V}$

第三章

1. 试列写图 3-1 所示电路的节点电压方程（仅用节点电压表示）。

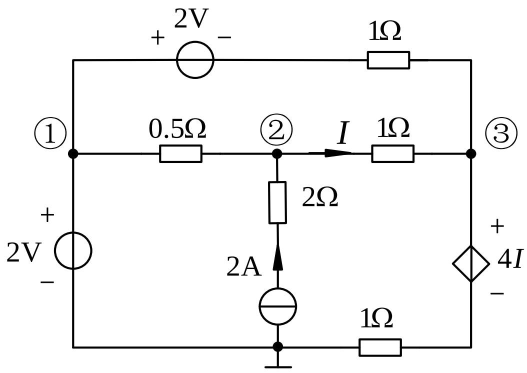


图 3-1

【解】

$$\begin{cases} U_{n1}=2 \\ -2U_{n1}+(2+1)U_{n2}-U_{n3}=2 \\ -U_{n1}-U_{n2}+(1+1+1)U_{n3}=4I-2 \end{cases}$$

增立： $U_{n2}-U_{n3}=I$

整理：$$\begin{cases} U_{n1}=2 \\ -2U_{n1}+3U_{n2}-U_{n3}=2 \\ -U_{n1}-5U_{n2}+7U_{n3}=-2 \end{cases}$$

2. 试列写图 3-2 所示电路的网孔电流方程（仅用网孔电流表示）。

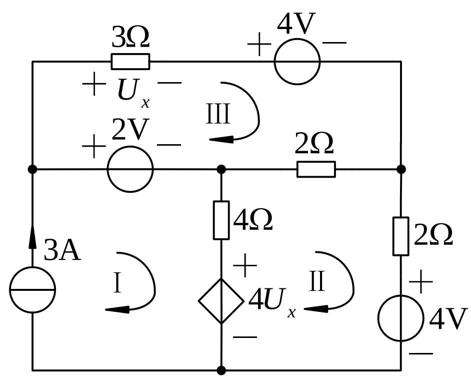


图 3-2

【解】

$$\begin{cases} I_{m1}=3 \\ -4I_{m1}+\left(4+2+2\right)I_{m2}-2I_{m3}=4U_x-4 \\ -2I_{m2}+\left(3+2\right)I_{m3}=2-4 \end{cases}$$

补充 $U_x = 3I_{m3}$

整理：$\begin{cases} I_{m1} = 3 \\ -4I_{m1} + 8I_{m2} - 14I_{m3} = -4 \\ -2I_{m2} + 5I_{m3} = -2 \end{cases}$

3. 正弦稳态电路如图 3-3 所示，$u_S(t) = 8\sqrt{2}\sin(10t + 30^0)\text{V}$，$i_S(t) = 6\sin(10t - 70^0)\text{A}$，列写相量形式的节点电压方程。（仅用节点电压表示）

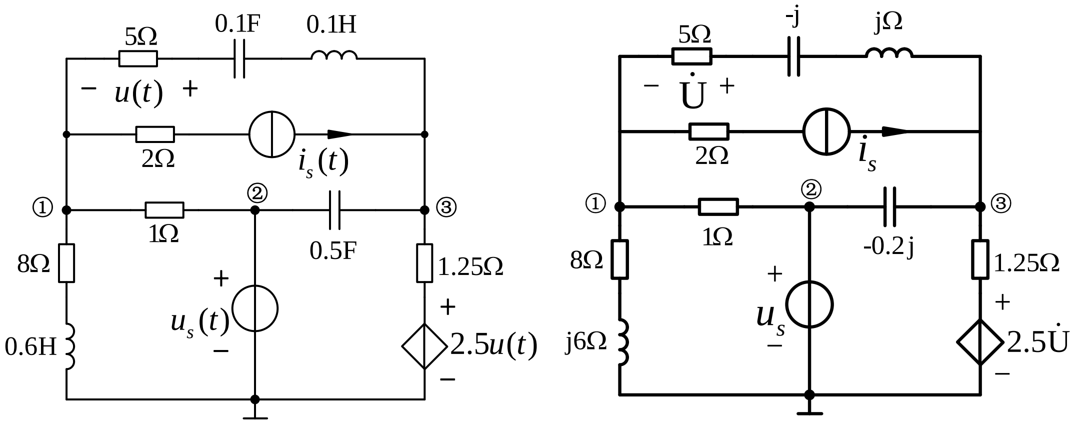


图 3-3

【解】

1) $\omega\text{L}=0.6\times10=6\Omega$　$\omega\text{L}=0.1\times10=1\Omega$　$\omega\text{C}=10\times0.5=5S$　$\omega\text{C}=10\times0.1=1S$　$\dot{U}_s = 8\angle30^0$　$\dot{I}_s = 3\sqrt{2}\angle-70^0$

2) $\dot{\text{U}}_{\text{n2}} = 8\angle30^0$

3) $\dot{\text{U}}_{\text{n3}} - \dot{\text{U}}_{\text{n1}} = \dot{U}$

4) $\left(\frac{1}{8+j6}+1+\frac{1}{5}\right)\dot{U}_{n1} - \dot{U}_{n2} - \frac{1}{5}\dot{U}_{n3} = -3\sqrt{2}\angle-70^0$

$(1.28-0.06j)\dot{U}_{n1} - \dot{U}_{n2} - 0.2\dot{U}_{n3} = 3\sqrt{2}\angle110^0$

5) $\left(\frac{1}{1.25}+5j+\frac{1}{5}\right)\dot{U}_{n3} - 5j\dot{U}_{n2} - \frac{1}{5}\dot{U}_{n1} = 2\dot{U}$，$(1+5j)\dot{U}_{n3} - 5j\dot{U}_{n2} - 0.2\dot{U}_{n1} = 2\left(\dot{\text{U}}_{\text{n3}} - \dot{\text{U}}_{\text{n1}}\right)$

$(-1+5j)\dot{U}_{n3} - 5j\dot{U}_{n2} + 1.8\dot{U}_{n1} = 0$

4. 列写图 3-4 所示电路相量形式的节点电压方程（仅用节点电压表示）。

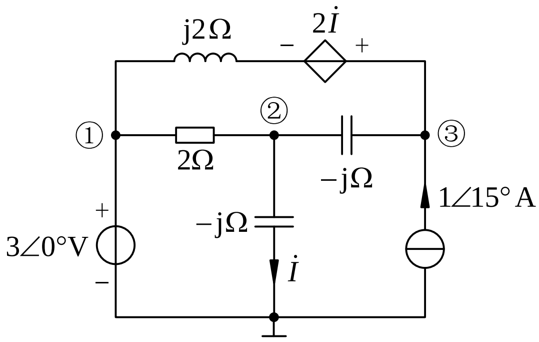


图 3-4

【解】

对各节点

$$\dot{U}_{\mathrm{n1}} = 3\angle 0°$$

$$-\frac{1}{2}\dot{U}_{\mathrm{n1}} + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{-\mathrm{j}} + \frac{1}{-\mathrm{j}}\right)\dot{U}_{\mathrm{n2}} - \frac{1}{-\mathrm{j}}\dot{U}_{\mathrm{n3}} = 0$$

$$-\frac{1}{\mathrm{j}2}\dot{U}_{\mathrm{n1}} - \frac{1}{-\mathrm{j}}\dot{U}_{\mathrm{n2}} + \left(\frac{1}{\mathrm{j}2} + \frac{1}{-\mathrm{j}}\right)\dot{U}_{\mathrm{n3}} = 1\angle 15° + \frac{2\dot{I}}{\mathrm{j}2}$$

对受控源控制量

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_{\mathrm{n2}}}{-\mathrm{j}}$$

整理

$$\dot{U}_{\mathrm{n1}} = 3\angle 0°$$

$$-\frac{1}{2}\dot{U}_{\mathrm{n1}} + \left(\frac{1}{2} + 2\mathrm{j}\right)\dot{U}_{\mathrm{n2}} - \mathrm{j}\dot{U}_{\mathrm{n3}} = 0$$

$$\frac{1}{2}\mathrm{j}\dot{U}_{\mathrm{n1}} - (1+\mathrm{j})\dot{U}_{\mathrm{n2}} + \frac{1}{2}\mathrm{j}\dot{U}_{\mathrm{n3}} = 1\angle 15°$$

第四章

1. 图 4-1 所示电路中，N_S 为线性含源网络。已知当 $i_s=0$ 时，$i=-1\text{A}$；当 $i_s=1\text{A}$ 时，$i=2\text{A}$；求当 $i=0$ 时，电流源 i_s 的大小。

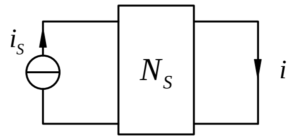


图 4-1

【解】

由叠加和齐性定理可得

$$i=k_1+k_2 i_s$$

代入条件可得

$$\begin{cases}-1=k_1+k_2\cdot 0\\ 2=k_1+k_2\cdot 1\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}k_1=-1\\ k_2=3\end{cases}$$

所以

$$i=-1+3i_s$$

当 $i=0$ 时

$$0=-1+3i_s\Rightarrow i_s=\frac{1}{3}\text{A}$$

2. 如图 4-2 所示电路中负载 R_L 可调，求 R_L 为何值时负载获得最大功率，并求此最大功率值。

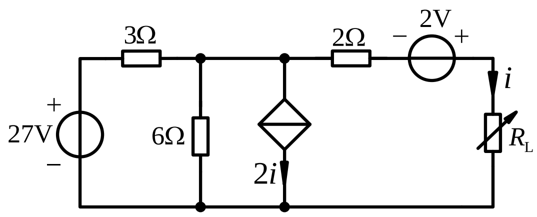
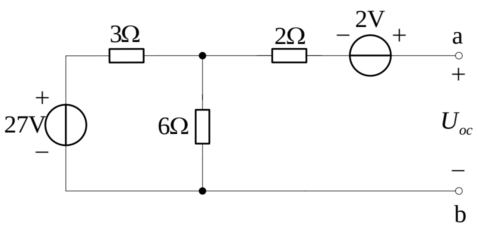


图 4-2

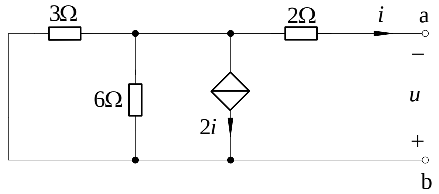
【解】

（1）求开路电压 U_oc。电路如图所示。



$$U_{oc}=\frac{6}{3+6}\times 27+2=20\text{V}$$

（2）求戴维南等效电阻 R_eq，电路如图所示。



$u=(2i+i)\times(6//3)+2i=8i$

$R_{eq}=\dfrac{u}{i}=8\Omega$

（3）当 $R_L=R_{eq}=8\Omega$ 时，其上获得最大功率，

此最大功率为 $P_{\max}=\dfrac{U^2_{\text{oc}}}{4R_{eq}}=\dfrac{20^2}{4\times8}$=12.5W

3. 如图 4-3 所示电路中，N 为含有独立源的线性电阻网络。已知当 $U=4\text{V}$ 时，$I=10\text{A}$；$U=6\text{V}$ 时，$I=12\text{A}$。求当 $U=8\text{V}$ 时电流 I 的值。

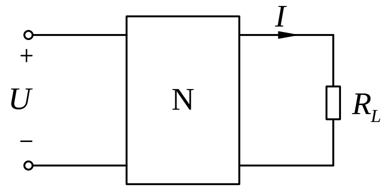
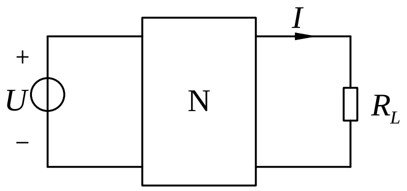


图 4-3

【解】

由替代定理将 U 所在的开路支路用电压为 U 的电压源替代，如图所示



由叠加定理和齐次性定理可得　$I=\alpha+\beta U$

代入已知条件得 $\begin{cases}10=\alpha+4\beta\\12=\alpha+6\beta\end{cases}$　解得 $\begin{cases}\alpha=6\\\beta=1\end{cases}$

即 $I=6+U$

所以当 $U=8\text{V}$ 时，$I=6+8=14\text{A}$

4. 图 4-4 所示电路中，N_S 为线性含源网络。已知当 $i_s=0$ 时，$i=-1\text{A}$；当 $i_s=1\text{A}$ 时，$i=2\text{A}$；求当 $i=0$ 时，电流源 i_s 的大小。

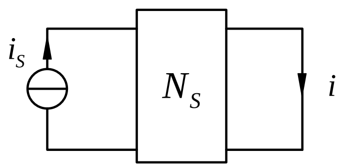


图 4-4

【解】
由叠加和齐性定理可得

$$i = k_1 + k_2 i_s$$

代入条件可得

$$\begin{cases} -1 = k_1 + k_2 \cdot 0 \\ 2 = k_1 + k_2 \cdot 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = -1 \\ k_2 = 3 \end{cases}$$

所以

$$i = -1 + 3i_s$$

当 $i = 0$ 时 $$0 = -1 + 3i_s \Rightarrow i_s = \frac{1}{3}\text{A}$$

5. 电路如图 4-5 所示，N_s 是一个线性含源网络，已知：$U_{s1} = -1\text{V}$，$U_{s2} = -1\text{V}$ 时，$U = 1\text{V}$；$U_{s1} = 0$，$U_{s2} = 1\text{V}$ 时，$U = 2\text{V}$；$U_{s1} = -1\text{V}$，$U_{s2} = 0$ 时，$U = -1\text{V}$。求：（1）U_{s1} 和 U_{s2} 为任意值时，电压 U 的表达式；（2）$U_{s1} = 2\text{V}$，$U_{s2} = -2\text{V}$ 时，U 的值。

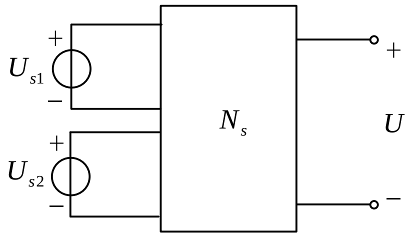


图 4-5

【解】
（1）N 是一个线性含源网络，U 是 U_{s1} 和 U_{s2} 及 Ns 三部分电源共同作用的结果。

由齐次定理，可设 $U = K_1 U_{s1} + K_2 U_{s2} + U_3$，

其中 U_3 表示 Ns 内部电源单独作用时对 U 的贡献，又由已知（1），（2），（3），代入可得

$$\begin{cases} 1 = -K_1 - K_2 + U_3 \\ 2 = K_2 + U_3 \\ -1 = -K_1 + U_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_1 = 5 \\ K_2 = -2 \\ U_3 = 4 \end{cases}$$

得： 电压 U 的表达式 $U = -5U_{s1} - 2U_{s2} + 4$

（2）$U_{s1} = 2$，$U_{s2} = -2$ 时，

$$U = 5 \times 2 - 2 \times (-2) + 4 = 18\text{V}$$

第七章

1. 列写图 7-1 所示电路以 $u_C(t)$ 为输出的输入—输出方程。

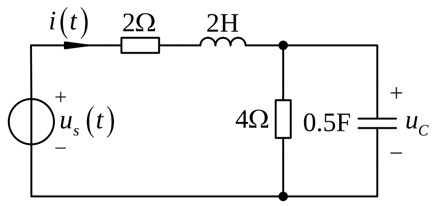


图 7-1

【解】由 KVL 得

$$2\frac{di}{dt}+2i+u_C=u_s$$

$$i=\frac{u_C}{4}+0.5\frac{du_C}{dt}$$

整理得：

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{3}{2}\cdot\frac{du_C}{dt}+\frac{3}{2}u_C=u_s$$

2. 列写图 7-2 所示电路中以电容电压 u_C 和电感电流 i_L 为变量的状态方程。

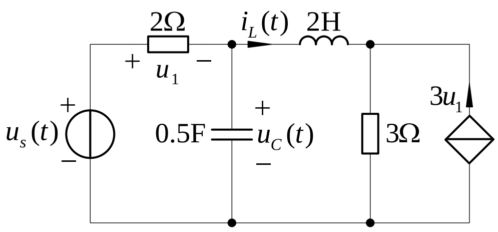


图 7-2

【解】

由基尔霍夫定律和元件 VAR 得

$$\begin{cases}0.5\dfrac{du_C}{dt}=\dfrac{u_1}{2}-i_L=\dfrac{u_s-u_C}{2}-i_L\\[2mm]2\dfrac{di_L}{dt}=u_C-(i_L+3u_1)\times 3=u_C-\left[i_L+3(u_s-u_C)\right]\times 3\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\dfrac{du_C}{dt}=-u_C-2i_L+u_s\\[2mm]\dfrac{di_L}{dt}=5u_C-1.5i_L-4.5u_s\end{cases}$$

状态方程的矩阵形式为

$$\begin{bmatrix}\dfrac{du_C}{dt}\\[2mm]\dfrac{di_L}{dt}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-1 & -2\\ 5 & -1.5\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_C\\ i_L\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\ -4.5\end{bmatrix}u_s(t)$$

3. 电路如图 7-3 所示，试列写以电容电压 u_C，电感电流 i_{L1}、i_{L2} 为状态变量的状态方程。

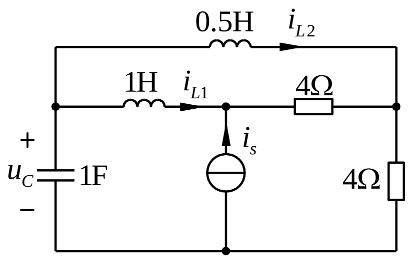


图 7-3

【解】

对于电容： $$\frac{du_c}{dt} = -i_{L1} - i_{L2}$$

对于电感 L_1： $$\frac{di_{L1}}{dt} = u_C - u_{R_1} - u_{R2}$$

$$i_{R1} = i_{L1} + i_s，\quad i_{R_2} = i_{L1} + i_s + i_{L2}，\quad u_{R_1} = 4i_{R1} = 4i_{L1} + 4i_s，\quad u_{R_2} = 4i_{R2} = 4i_{L1} + 4i_{L2} + 4i_s$$

所以： $\frac{di_{L1}}{dt} = u_C - \left(4i_{L1} + 4i_s\right) - \left(4i_{L1} + 4i_{L2} + 4i_s\right) = u_C - 8i_{L1} - 4i_{L2} - 8i_s$

对于电感 L_2： $$0.5\frac{di_{L2}}{dt} = u_C - 4i_{L1} - 4i_{L2} - 4i_s$$

对于电感 L_2： $$\frac{di_{L2}}{dt} = 2u_C - 8i_{L1} - 8i_{L2} - 8i_s$$

整理成矩阵形式：

$$\begin{bmatrix} \frac{du_c}{dt} \\ \frac{di_{L1}}{dt} \\ \frac{di_{L2}}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1 & -8 & -4 \\ 2 & -8 & -8 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u_C \\ i_{L1} \\ i_{L2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -8 \\ -8 \end{bmatrix} i_s$$

4. 图 7-4 所示电路中，N_0 为不含独立电源的电阻性网络，已知当 $u_s(t) = 12\varepsilon\left(t\right)$ V，响应 $u(t) = 12 + 4e^{-t}$V（t>0），当 $u_s(t) = 24\varepsilon\left(t\right)$ V 时，响应 $u(t) = 24 - 6e^{-t}$V（t>0），求零输入响应。

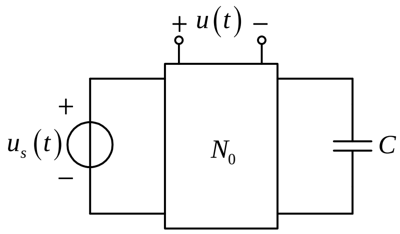


图 7-4

【解】

$$\begin{cases} u_x(t)+u_f(t)=12+4e^{-t} \\ u_{Cx}(t)+2u_f(t)=24-6e^{-t} \end{cases}$$

解之得：$\begin{cases} u_x(t)=14e^{-t} \\ u_f(t)=12-10e^{-t} \end{cases}$

零输入响应：$u(t)=14e^{-t}\mathrm{V}\ (t>0)$

5. 求图 7-5 所示电路的单位冲击响应 u_C 。

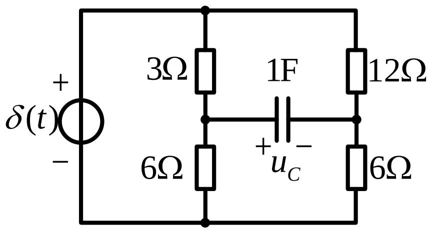
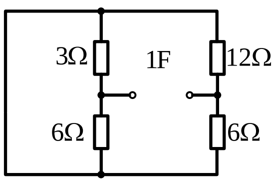


图 7-5

【解】利用三要素法：

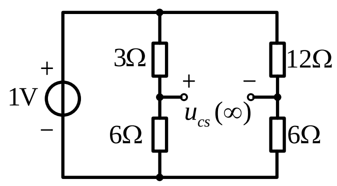
（1）$u_c(0_-)=0$

（2）求 R_{in} 和 τ



$$R_{in}=3//6+12//6=2+4=6\Omega，所以\tau=R_{in}C=6s$$

（3）求 $u_c(\infty)$



$$u_c(\infty)=\frac{2}{3}-\frac{1}{3}=\frac{1}{3}\mathrm{V}$$

所以单位阶跃响应为：　$u_{cs}(t)=\frac{1}{3}(1-e^{-\frac{t}{6}})\mathrm{V}$；

则单位冲击响应为：$u_c(t)=\dfrac{du_{cs}(t)}{dt}=\dfrac{1}{3}(1-e^{-\frac{t}{6}})\varepsilon(t)=\dfrac{1}{18}e^{-\frac{t}{6}}\varepsilon(t)$

6. 求如图 7-6 所示电路的冲击响应 u_c(t)。

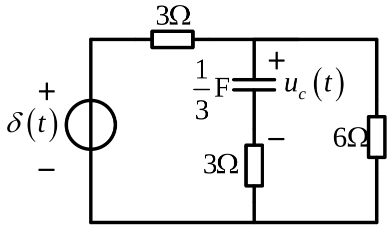
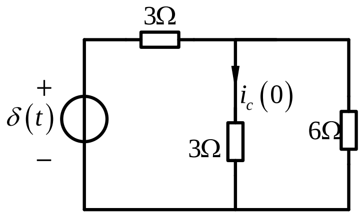


图 7-6

【解】

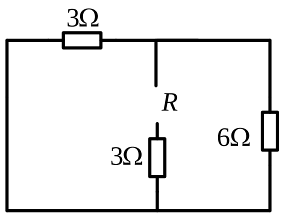
1）求 $i_c(0)$



$$i_c(0)=\frac{\delta(t)}{3+3//6}\times\frac{6}{3+6}=\frac{2}{15}\delta(t)\text{A}$$

$$u_c(0_+)=\frac{1}{C}\int_{0_-}^{0_+}i_c(0)\text{dt}=\frac{3}{1}\int_{0_-}^{0_+}\frac{2}{15}\delta(t)\text{dt}=\frac{2}{5}\text{V}$$

2）



$$R=3//6+3=5\Omega \qquad \tau=RC=5\times\frac{1}{3}=\frac{5}{3}S$$

3）

$$u_c(\text{t})=u_c(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}}=\frac{2}{5}e^{-\frac{3}{5}t}\varepsilon(\text{t})\text{V}$$

7. 图 7-7 所示电路中，开关动作前电路已达稳态，已知 $u_s(t)=100\sin10t$。$t=0$ 时开关从 1 合至 2，求 $t\geq0$ 时电容电压 $u_C(t)$。

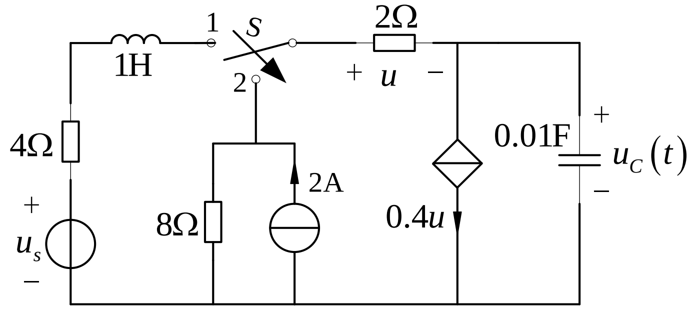
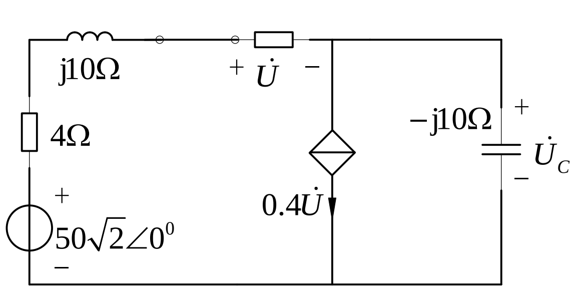
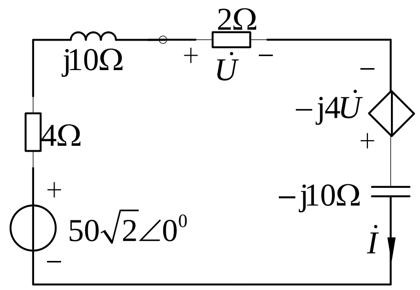


图 7-7

【解】

1）求电容电压起始值





$\omega L = 10\times 1 = 10\Omega \quad \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{10\times 0.01} = 10\Omega \qquad \dot{U}_s = 50\sqrt{2}\angle 0^\circ$

$6\dot{I} + \text{j}4\times 2\times \dot{I} = 50\sqrt{2}\angle 0^\circ$

$$\dot{I} = \frac{50\sqrt{2}\angle 0^\circ}{6+8\text{j}} = \frac{50\sqrt{2}\angle 0^\circ}{10\angle 53^\circ} = 5\sqrt{2}\angle -53^\circ \text{ A}$$

$$\dot{U}_C = 5\sqrt{2}\angle -53^\circ \times 10\angle -90^\circ - 4\angle -90^\circ \times 10\sqrt{2}\angle -53^\circ = 10\sqrt{2}\angle -143^\circ \text{ V}$$

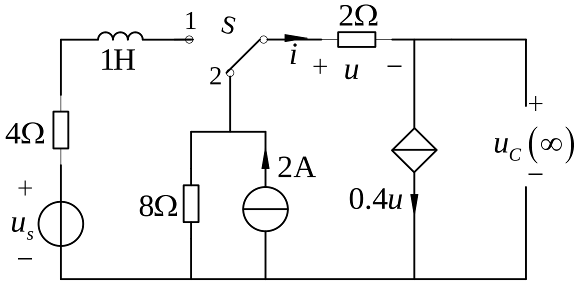
$$u_C(t) = 20\sin\left(10t - 143^\circ\right) \text{ V}$$

$$u_C(0_-) = 20\sin\left(-143^0\right) = -12\text{V}$$

由换路定则

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = -12\text{V}$$

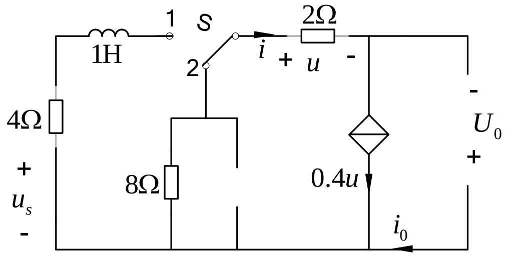
2）求电容电压稳态值



$i=\frac{u}{2}\qquad \frac{u}{2}-0.4u=0\qquad u=0$

$u_C(\infty)=2\times 8=16\text{V}$

3）求时间常数



$u_0=10i$

$i_0=i-0.4u=i-0.4\times 2\times i=0.2i$

$R=\frac{u_0}{i_0}=\frac{10i}{0.2i}=50\Omega$

$\tau=RC=50\times 0.01=0.5s$

4）代入三要素公式

$u_C(t)=u_C(\infty)+\left(u_C(0_+)-u_C(\infty)\right)e^{-\frac{t}{\tau}}$

$=16+\left(-12-16\right)e^{-2t}$

$=16-28e^{-2t}\text{V}$

8． 如图 7-8 所示电路中，电压源$u_s(t)=10\sqrt{2}\sin(t+45°)\text{V}$，开关动作前电路已达稳态，在$t=0$时开关 S 打开，求$t>0$时电容电压$u_c(t)$。

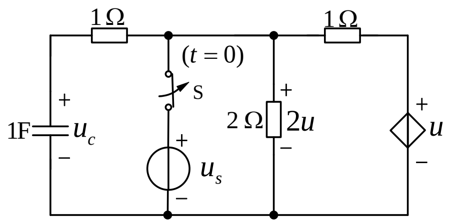
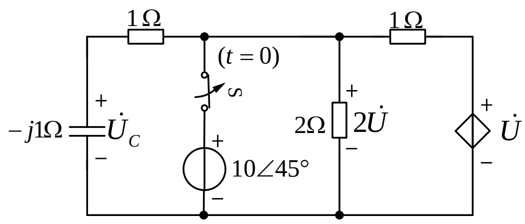


图 7-8

【解】

（1）求$u_C(0_+)$

作相量模型



$$\dot{U}_C = \frac{10\angle 45°}{1-j1}\cdot -j1 = 5\sqrt{2}\angle 0°\text{V}$$

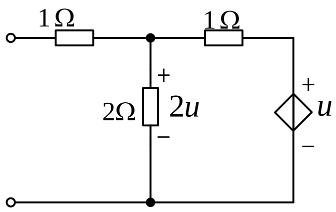
$$u_C(t) = 10\sin(t)\text{V}$$

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

（2）求 $u_C(\infty)$

$$u_C(\infty) = 0\ \text{V}$$

（3）求时间常数



$$R_{eq} = 2\Omega$$

$$\tau = R_{eq}C = 2\text{s}$$

$$u_C(t) = u_C(\infty) + \left[u_C(0_+) - u_C(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}} = 0\text{V} \qquad (t \geq 0_+)$$

第八、九章

1. 某网络的输入阻抗 $Z = 20\angle 60°\Omega$，外加电压 $\dot{U} = 100\angle -30°\text{V}$，求此网络消耗的平均功率与功率因数。

【解】

$$\cos\theta = \cos 60° = 0.5(\text{滞后})$$

$$I = \frac{U}{|Z|} = \frac{100}{20} = 5\,\text{A}$$

$$P = UI\cos\varphi = 100\times 5\times 0.5 = 250\,\text{W}$$

2. 图 2 所示正弦稳态电路中，已知 $u_s(t) = 220\sqrt{2}\sin(314t + 45^\circ)\text{V}$，电流表读数为 5A，功率表读数为 880W，无源网络呈现容性。试求无源网络串联等效电路中的电阻参数 R 和电容参数 C。

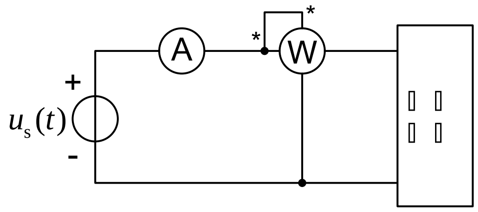


图 2

【解】 $$|Z| = \frac{U}{I} = \frac{220}{5} = 44(\Omega)$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{880}{220\times 5} = 0.8\text{，}\quad \sin\varphi = -0.6$$

$$R = |Z|\cos\varphi = 44\times 0.8 = 35.2(\Omega)$$

$$X = |Z|\sin\varphi = 44\times(-0.6) = -26.4(\Omega)$$

$$C = -\frac{1}{\omega X} = -\frac{1}{314\times(-26.4)} = 120.6(\mu\text{F})$$

3. 图 3 所示正弦稳态电路中，电压表 V_1 的示数为 40V，电压表 V_2 的示数为 100V，电压表 V_3 的示数为 70V。求端口电压 $\dot{U}$ 的有效值。

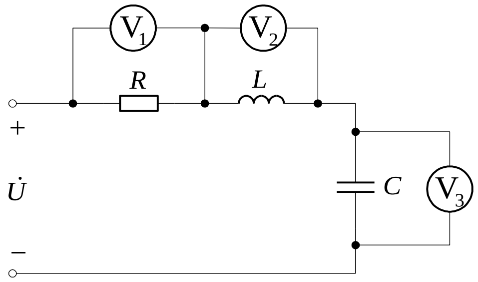


图 3

【解】$U=\sqrt{U_R^2+\left(U_L-U_C\right)^2}=\sqrt{40^2+\left(100-70\right)^2}=50\text{V}$

4. 图 4 所示正弦稳态电路中，已知电流 $I_2=10\text{A}$。（1）求电流 I_1、I 和电压 U；（2）求该电路吸收的有功功率 P、无功功率 Q、视在功率 S 和复功率 $\tilde{S}$。

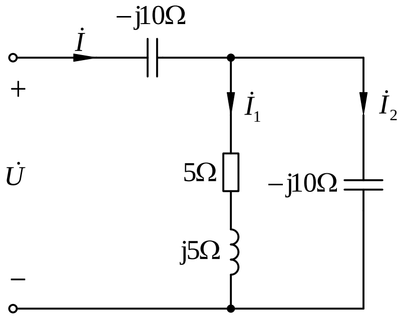


图 4

【解】

（1）令 $\dot{I}_2=10\angle 0°\text{A}$

$$\dot{U}_{C2}=-j10\times 10\angle 0°=100\angle -90°\text{V}$$

即 I_1 为 $10\sqrt{2}\text{A}$。

$$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2=-j10\text{A}=10\angle -90°\text{A}$$

I 为 10A

$$\dot{U}_C=-j10\times(-j10)=-100\text{V}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_{C2}+\dot{U}_C=-j100-100=100\sqrt{2}\angle -135°\text{V}$$

U 为 $100\sqrt{2}\text{V}$

（2）$P=I_1^2R=\left(10\sqrt{2}\right)^2\times 5=1000\text{W}$

$$Q=UI\sin\left(-135°-\left(-90°\right)\right)=-1000\text{var}$$

$$S=UI=1000\sqrt{2}\text{VA}$$

$$\tilde{S}=1000-j1000\text{VA}$$

5. 如图 5 所示正弦稳态电路中，电流表 A 的读数为 20A，电流表 A_1 的读数为 16A，电流表 A_2 的读数为 16A，利用相量图法求电流表 A_3 的读数。

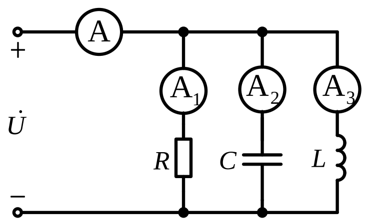
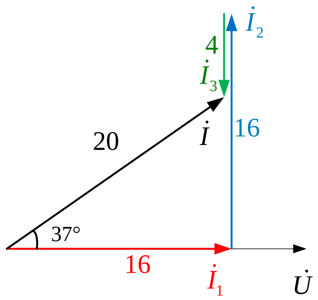


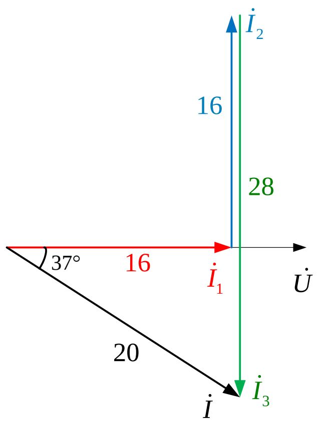
图 5

【解】

以电压$\dot{U}$作为参考相量



容性电路：A3 的读数为 4A



感性电路：A3 的读数为 28A

6. 图 6 所示正弦稳态电路中，已知阻抗 Z_1 消耗的平均功率为 80W，功率因数为 0.8（感性）；阻抗 Z_2 消耗的平均功率为 30W， 功率因数为 0.6（容性）。求电路的功率因数。

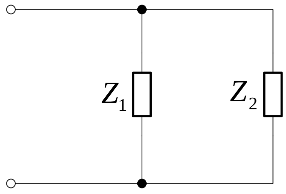


图 6

【解】

对于阻抗 Z_1，因为其消耗的平均功率 $P_1=80\text{W}$， $\lambda_1=0.8$（感性），所以

$$S_1=\frac{P_1}{\lambda_1}=\frac{80}{0.8}=100\text{VA}\text{，}\quad Q_1=\sqrt{S_1^2-P_1^2}=\sqrt{100^2-80^2}=60\,\text{var}$$

因为阻抗 Z_2 消耗的平均功率 $P_2=30\text{W}$， $\lambda_2=0.6$（容性），所以

$$S_2=\frac{P_2}{\lambda_2}=\frac{30}{0.6}=50\text{VA}\text{，}\quad Q_2=-\sqrt{S_2^2-P_2^2}=\sqrt{50^2-30^2}=-40\,\text{var}$$

阻抗 Z_1 和 Z_2 并联后总阻抗消耗的平均功率、无功功率和视在功率分别为

$$P=P_1+P_2=80+30=110\text{W}\text{，}\quad Q=Q_1+Q_2=60-40=20\,\text{var}$$

$$S=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{110^2+20^2}=111.8\text{VA}$$

因此，阻抗 Z_1 和 Z_2 并联后总阻抗的功率因数为

$$\lambda=\frac{P}{S}=\frac{110}{111.8}=0.984\ \text{（感性）}$$

7. 如图 7 所示电路，电压 U=150V，电流 $\boldsymbol{I_1=I_2=I_3}$，功率表示数为 1500W，求 R 及 X_L，X_C。

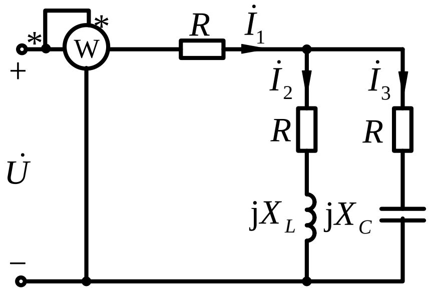


图 7

【解法 1】

由于 $I_1=I_2=I_3=I$

根据 $I_2=I_3$ 且两条支路承受相同电压 $\dot{U}'$，则可知 $X_L=-X_C=X$

$\dot{I}_2+\dot{I}_3=I\angle\theta+I\angle-\theta=2I\cos\theta=I$

所以 $\cos\theta=0.5$，所以 $\theta=60°$，所以 $X=\sqrt{3}R$

所以端口看进去的整体阻抗为

$Z=R+\dfrac{(R+jX)(R-jX)}{(R+jX)+(R-jX)}=\dfrac{R^2+X^2}{2R}+R=3R$ 可知其为纯阻性，所以

$$U=\left(\frac{R^2+X^2}{2R}+R\right)\cdot I\Rightarrow 150=3R\cdot I\Rightarrow R\cdot I=50$$

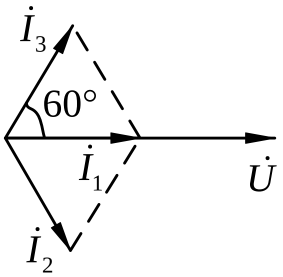
又由于 $P_{all}=3I^2R=1500\text{W}$，所以 $I^2R=500\text{W}$

根据 $I^2R=500\text{W}$，所以 $I=10\text{A}$

所以　$R=5\Omega, X_L=5\sqrt{3}\Omega, X_C=-5\sqrt{3}\Omega$

【解法 2】

由于 $I_1=I_2=I_3=I$，利用相量图



根据 $P_{all}=UI=150\times I=1500\text{W}$，所以 $I=10\text{A}$

又由于 $P_{all}=3I^2R=1500\text{W}$，所以 $I^2R=500\text{W}$

所以 $R=5\Omega$

可知 $X_L=-X_C=\sqrt{3}R$

所以　$X_L=5\sqrt{3}\Omega, X_C=-5\sqrt{3}\Omega$

8. 正弦稳态电路如图 8 所示，已知 $u_s(t)$ 的有效值为 5V，$\omega=2\text{rad/s}$，电压表 V 读数为 4V。（1）画出电路的相量模型；（2）用相量图法求电感 L（令 $u(t)$ 的初相为 0°）。

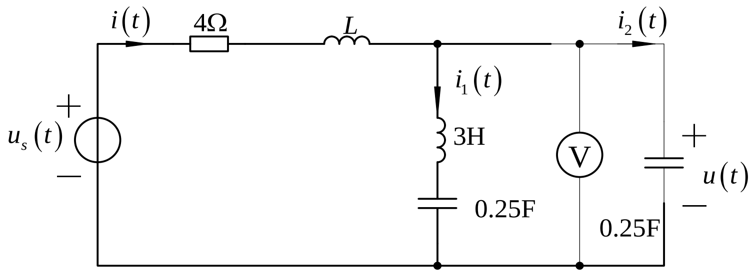
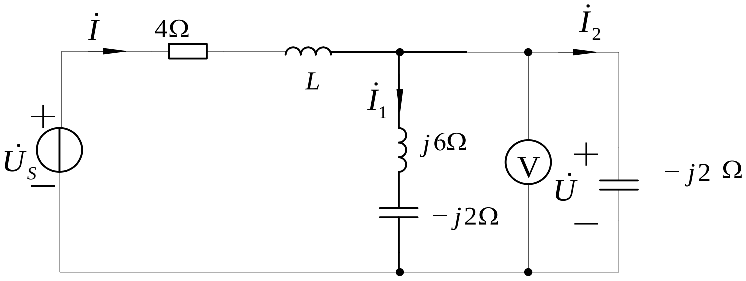


图 8

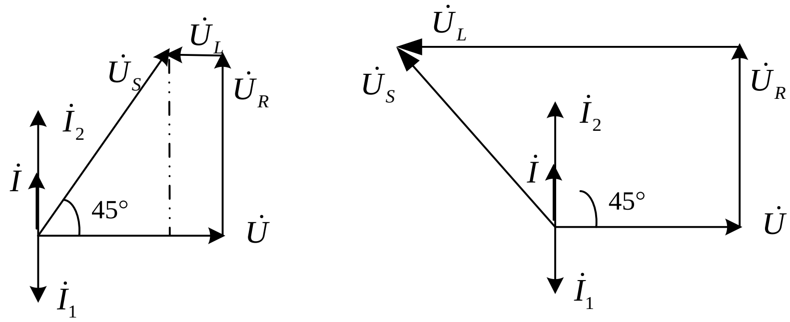
【解】

1）　电路相量模型为



2）设：并联支路电压为$\dot{U}=4\angle 0°\text{V}$，

相量图：



3）$\dot{I}_1=\dfrac{\dot{U}}{j6-j2}=\dfrac{4\angle 0^\circ}{j4}=1\angle -90^\circ\text{A}$

$$\dot{I}_2=\frac{\dot{U}}{-j2}=\frac{4\angle 0^\circ}{-j2}=2\angle 90^\circ\text{A}$$

$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2=2\angle 90^\circ+1\angle -90^\circ=1\angle 90^\circ\text{A}$

$\dot{U}_R=\dot{I}\times 4=4\angle 90^\circ\text{V}$

$\dot{U}_L=\dot{U}_S-\dot{U}_L-\dot{U}_R$

$\dot{U}_L=\dot{U}_S-\dot{U}_L-\dot{U}_R$

$U_L=\sqrt{U_S^2-U_R^2}+U=1\text{V}$ 或 $U_L=\sqrt{U_S^2-U_R^2}-U=7\text{V}$

所以：$L=\dfrac{U}{\omega I}=0.5H$ 或 $L=\dfrac{U}{\omega I}=3.5H$

9. 正弦稳态电路如图 9 所示，以$\dot{U}$为参考相量，定性画出该电路的相量图。

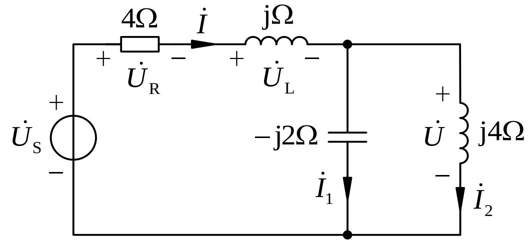
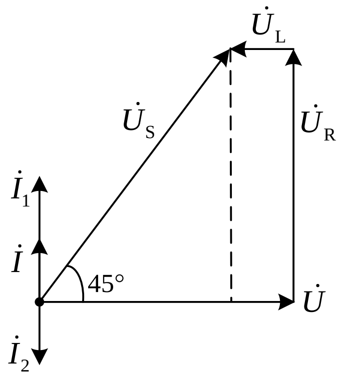


图 9

【解】相量图：



10. 如图 10 所示正弦稳态电路中，$u_S(t)=20\sin\left(5t+45^\circ\right)\text{V}$，$i_S(t)=\sqrt{2}\cos\left(5t-90^\circ\right)\text{A}$，负载 Z_L 可变。试问 Z_L 为何值时其获得最大功率？并求此最大功率 $P_{\max}$。

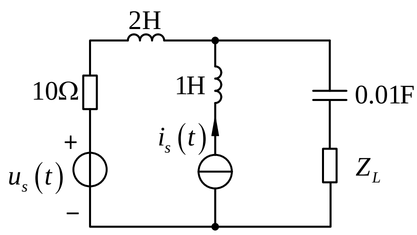
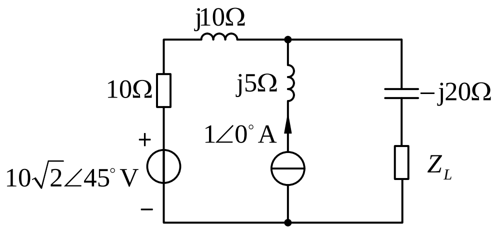


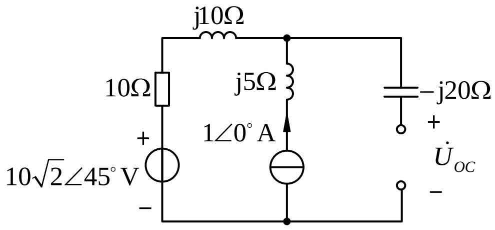
图 10

【解】

相量模型为

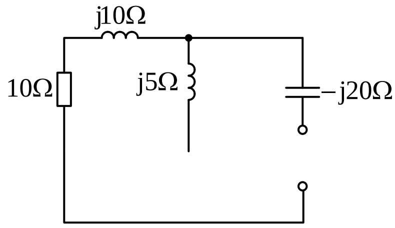


（1）求开路电压$\dot{U}_{OC}$



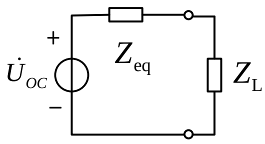
$$\dot{U}_{OC}=10\sqrt{2}\angle 45^{\circ}+(10+\mathrm{j}10)\cdot 1\angle 0^{\circ}=20+\mathrm{j}20\mathrm{V}$$

（2）除源求等效阻抗 Z_{eq}



$$Z_{\mathrm{eq}}=10-\mathrm{j}10\Omega$$

（3）戴维南等效电路



当 $Z_{\mathrm{L}}=Z_{\mathrm{eq}}{}^{*}=10+\mathrm{j}10\Omega$ 可获得最大功率