1. 图示电路中，电源三相对称。当开关 S 闭合时，电流表的读数均为 5A 。求：开关 S 打开后各电流表的读数。

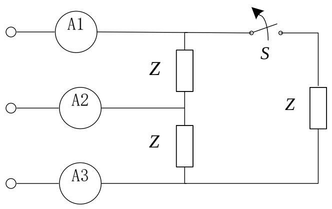


图 1

【解】：开关 S 打开后，电流表 A_2 中的电流与负载对称时的电流相同。
而 A_1、A_3 中的电流等于于负载对称时的相电流。
因此电流表 A_2 的读数=5A ，电流表 A_1、A_3 的读数为：

$$I_1 = I_3 = 5/\sqrt{3} = 2.89A$$

2. 图 2 所示电路，三相电源对称，$U_{AB} = 380\text{V}, Z = 6 - \text{j}8\Omega, Z_A = 38\angle -83.1^\circ \Omega$ 求 $\dot{I}_A$

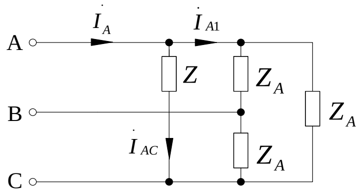


图 2

【解】：设 $\dot{U}_A = 200\angle 0^\circ \text{V}$, 则

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AC} + \dot{I}_{A1} = \frac{\dot{U}_{AC}}{Z} + \frac{\dot{U}_A}{Z_A/3} = \frac{380\angle -30^\circ}{6 - \text{j}8} + \frac{220\angle 0^\circ \times 3}{38\angle -83.1^\circ} = 49\angle 40.97^\circ (\text{A})$$

3. 图 3 示对称三相电路，线路阻抗 $Z_l = (1 + \text{j}3)\Omega$,， 三角形负载阻抗 $Z = (15 + \text{j}15)\Omega$,，负载消耗的总功率为 4.5kW。求三相电源提供的功率 P_S。

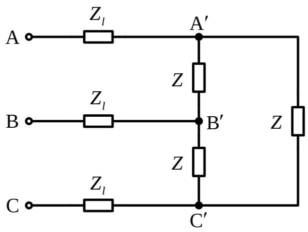


图 3

【解】1）因为 有功功率是负载电阻上消耗的功率，所以 $P_Z = 3 \times I_{P_\triangle}^2 \times 15 = 4500\text{W}$

$$I_{P_\triangle} = \sqrt{\frac{P_Z}{3R}} = \sqrt{\frac{4500}{3 \times 15}} = 10\text{A}, \quad I_l = \sqrt{3} I_{P_\triangle} = 10\sqrt{3}\text{A}$$

电源提供的有功功率等于线路电阻上消耗的功率和三角形负载电阻消耗的功率之和

$$P = 3 \times I_l^2 \times 1 + P_Z = 3 \times \left(10\sqrt{3}\right)^2 \times 1 + 4500 = 5400\text{W} = 5.4\text{kW}$$

4. 如图 4 所示稳态电路中，$u_s(t) = 12 + 20\sqrt{2}\sin 10t + 8\sqrt{2}\sin(20t + 30^\circ)\text{V}$ 。已知 $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 2\Omega$ $L_1 = 0.1\text{H}, C_1 = 0.025\text{F}$ $L_2 = 0.05\text{H}, C_2 = 0.2\text{F}$。求（1）电流 $i_1(t)$；（2）求功率表的读数 W。

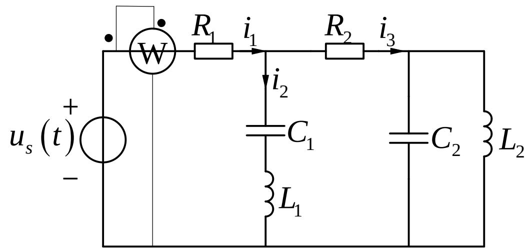
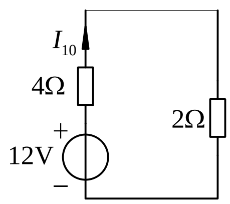


图 4

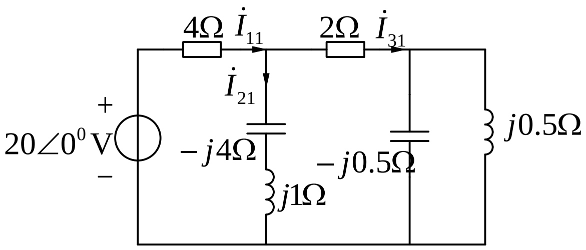
【解】:

（1）　恒定分量 $U_0 = 12\text{V}$ 单独作用。

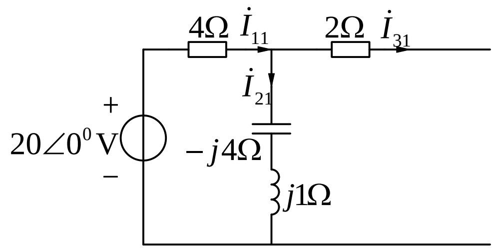


$$I_{10} = \frac{12}{4+2} = 2\text{A}$$

（2）$u_1(t) = 20\sqrt{2}\sin(10t)\text{V}$ 单独作用，相量模型如图(a)所示。



（a）



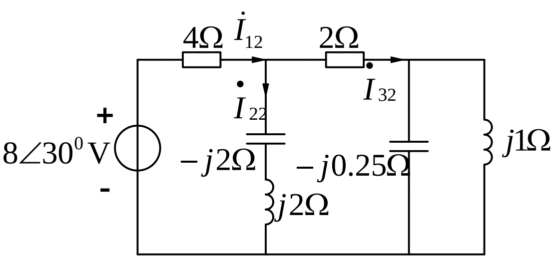
(b)

$\omega L_1 = 1\Omega, \dfrac{1}{\omega C_1} = 4\Omega$ $\omega L_2 = 0.5\Omega, \dfrac{1}{\omega C_2} = 0.5\Omega$　L_2, C_2 电路发生并联谐振，相当于开路，电路如图（b）所示

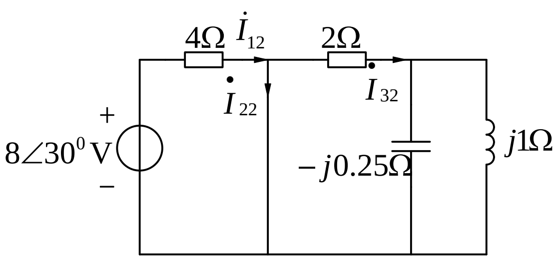
$$\dot{I}_{11} = \dot{I}_{21} = \frac{20\angle 0^\text{o}}{4-j3} = 4\angle 37\text{A}$$

$$i_{11}(t) = 4\sqrt{2}\sin\left(10t + 37^\text{o}\right)\text{A}$$

（3）$u_2(t) = 8\sqrt{2}\sin\left(20t + 30^\text{o}\right)$ 单独作用。相量模型如图(c)所示。



（b）



（d）

$\omega L_1 = 20 \times 0.1 = 2\Omega, \dfrac{1}{\omega C_1} = \dfrac{1}{20 \times 0.025} = 2\Omega$ $\omega L_2 = 1\Omega, \dfrac{1}{\omega C_2} = 0.25\Omega$　L_1, C_1 电路发生串联谐振，相当于短路,等效电路如图（c）所示。

$$\dot{I}_{12} = \dot{I}_{22} = \frac{8\angle 30^\text{o}}{4} = 2\angle 30^0\text{A}$$

$$i_{12}(t) = 2\sqrt{2}\sin\left(20t + 30^\text{o}\right)\text{A}$$

$$i_1(t) = I_{10} + i_{11}(t) + i_{12}(t) = 2 + 4\sqrt{2}\sin\left(10t + 37^\text{o}\right) + 2\sqrt{2}\sin\left(20t + 30^\text{o}\right)\text{A}$$

功率表的读数 W，即是电源发出的有功功率 P。$P=P_0+P_1+P_1=12\times2+20\times4\times0.8+8\times2=104\text{W}$

5. 某线性网络的冲击响应 $h(t)=\left(e^{-t}+e^{-2t}\right)\varepsilon(t)$，求当激励为 $u_s(t)=e^{-3t}\varepsilon(t)\text{V}$ 时的响应 $r(t)$。

【解】 网络函数 $H(s)=\dfrac{1}{(s+1)}+\dfrac{1}{(s+2)}$，$U_S(s)=\dfrac{1}{s+3}$

则 $R(s)=H(s)U_S(s)=\left(\dfrac{1}{(s+1)}+\dfrac{1}{(s+2)}\right)\dfrac{1}{(s+3)}=\dfrac{0.5}{s+1}+\dfrac{1}{s+2}-\dfrac{1.5}{s+3}$

取拉式反变换得 $r(t)=\left(0.5e^{-t}+e^{-2t}-1.5e^{-3t}\right)\varepsilon(t)(\text{A})$

6.电路如图 6 所示，开关 S 合上前电路处于稳态。在 $t=0$ 时闭合开关 S，用拉式变换法求 $t>0$ 时的电压 $u_L(t)$ 和 $i(t)$。

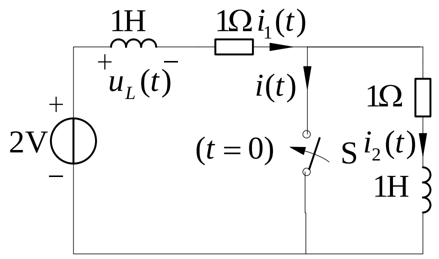
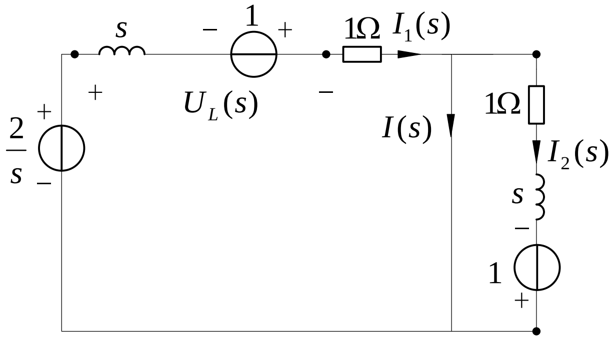


图 6

【解】

由于开关 S 打开前电路已处于稳态，所以，有 $i_1(0_-)=i_2(0_-)=\dfrac{2}{2}=1(\text{A})$

运算电路如下



所以

$$I_1(s)=\frac{\frac{2}{s}+1}{s+1}=\frac{s+2}{s(s+1)}=\frac{2}{s}-\frac{1}{s+1}$$

$$I_2(s)=\frac{1}{s+1}$$

$$I(s)=I_1(s)-I_2(s)=\frac{2}{s}-\frac{2}{s+1}$$

$$U_L(s)=sI(s)-1=s\left(\frac{2}{s}-\frac{2}{s+1}\right)-1=1-\frac{2s}{s+1}=1-\frac{2s+2-2}{s+1}1-2+\frac{2}{s+1}=-1+\frac{2}{s+1}$$

取拉式反变换得：

$u_L(t) = -\delta(t) + 2e^{-t}(\text{V}) \quad (t > 0)$【1 分】

$i(t) = 2(1-e^{-t})(\text{A}) \quad (t > 0)$【1 分】

7. 图 7 所示电路中，已知 $R_1 = 4\Omega$，$R_2 = 6\Omega$。开关 S 断开时，测得 $U_1 = 5\text{V}$，$U_2 = 3\text{V}$，$U_3 = 9\text{V}$；S 接通时，测得 $U_1 = 4\text{V}$，$U_2 = 2\text{V}$，$U_3 = 8\text{V}$。求双口网络 N 的开路电阻参数矩阵 $\mathbf{R}$。

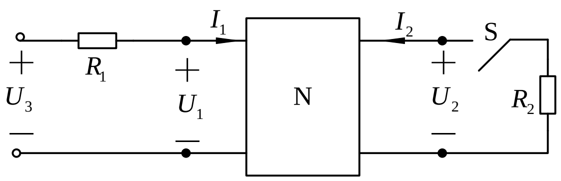


图 7

解：网络 N 的开路电阻参数方程为

$$\begin{cases} U_1 = R_{11}I_1 + R_{12}I_2 \\ U_2 = R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \end{cases}$$

由 KVL：$U_3 = R_1 I_1 + U_1 = 4I_1 + U_1$

当 S 断开时，$I_2 = 0$

由题意 $\begin{cases} 5 = R_{11}I_1 \\ 3 = R_{21}I_1 \\ 9 = 4I_1 + 5 \end{cases}$ （3 分） 解得：$\begin{cases} R_{11} = 5\Omega \\ R_{21} = 3\Omega \end{cases}$

当 S 闭合时：$U_2 = -R_2 I_2 = -6I_2 = 2$ 即 $I_2 = -\dfrac{1}{3}\text{A}$

代入到上述方程中得：$\begin{cases} 4 = R_{11}I_1 + R_{12}I_2 = 5I_1 + R_{12}\left(-\dfrac{1}{3}\right) \\ 2 = R_{21}I_1 + R_{22}I_2 = 3I_1 + R_{22}\left(-\dfrac{1}{3}\right) \\ 8 = 4I_1 + 4 \end{cases}$ （3 分） 解得：$\begin{cases} R_{12} = 3\Omega \\ R_{22} = 3\Omega \end{cases}$

所以双口网络 N 的开路电阻参数矩阵为 $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 5 & 3 \\ 3 & 3 \end{bmatrix}\Omega$

8. 图 8 中 N 为不含独立源对称互易二端口网络，当 R_L=∞时，U_2=4V，I_1=2A，试求：1）二端口网络 N 的传输参数；2）R_L 取多大时，$U_2 = 2\text{V}$？

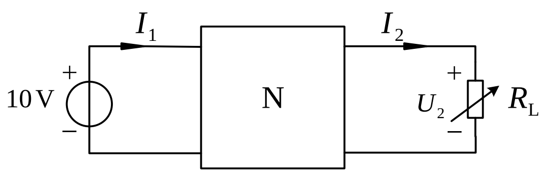


图 8

【解】（1）求传输参数。

由电路所标电压电流参考方向和传输参数的定义有

$$\begin{cases} U_1 = AU_2 + BI_2 \\ I_1 = CU_2 + DI_2 \end{cases}$$

因为$R_L = \infty$时，由题知$I_2 = 0\text{A}, U_2 = 4\text{V}$，$I_1 = 2\text{A}$，$U_1 = 10\text{V}$，所以

$$A = \left.\frac{U_1}{U_2}\right|_{I_2=0} = \frac{10}{4} = 2.5\text{，} \qquad C = \left.\frac{I_1}{U_2}\right|_{I_2=0} = \frac{2}{4} = 0.5$$

又因为网络 N 为对称互易双口网络，所以

$$\begin{cases} AD - BC = 1 \\ D = A = 2.5 \end{cases} \qquad \Rightarrow \qquad B = \frac{AD-1}{C} = \frac{2.5^2-1}{0.5} = 10.5$$

则传输参数矩阵为

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 2.5 & 10.5\Omega \\ 0.5\text{S} & 2.5 \end{bmatrix}$$

每系数 1 分，写出 T 参数矩阵形式 1 分（共 5 分）

（2）求R_L。

$$\begin{cases} U_1 = 2.5U_2 + 10.5I_2 \\ U_1 = 10 \\ U_2 = 2 \\ I_2 = \dfrac{U_2}{R_L} \end{cases}$$

所以 $$10 = 2.5 \times 2 + \frac{2 \times 10.5}{R_L} \qquad \Rightarrow \qquad R_L = 4.2\Omega$$

9.图 9 所示电路中，D 为理想二极管，U_1为直流电压源，试确定理想二极管导通时U_2的取值范围。

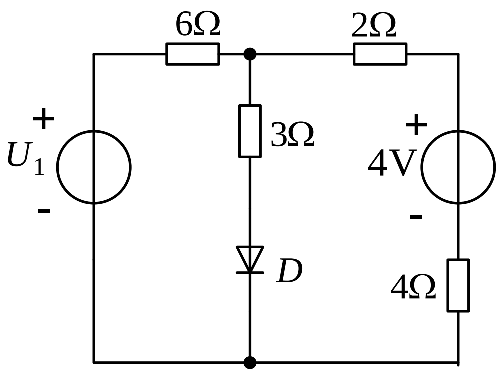


图 9

【解】：求二极管和3Ω 电阻串联支路的开路电压

$$U_{oc} = U_1 - \frac{U_1 - 4}{6+2+4} \times 6 = U_1 - \frac{6U_1 - 24}{12} = \frac{U_1}{2} + 2$$

若要二极管导通，则

$$U_{oc} = \frac{U_1}{2} + 2 \geq 0$$

故U_1的取值范围为：

$$U_1 > -4\text{V}$$

10. 图 10 电路中，非线性电阻的 VAR 为 $u = i^2\left(i>0\right)$。求（1）a 、b 左侧的戴维南等效电路；（2）电流 i 和 i_s 。

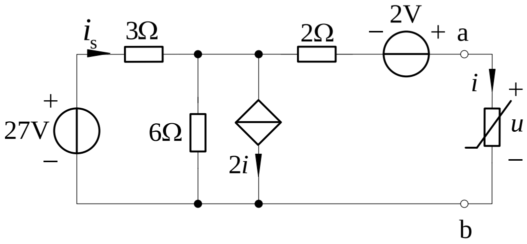
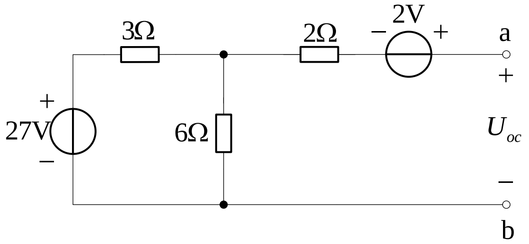
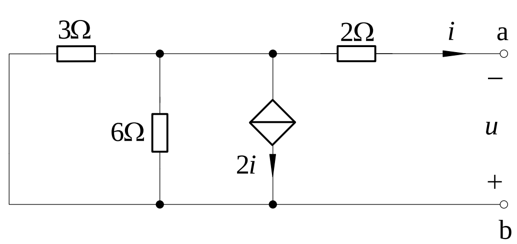


图 10

【解】（1）求开路电压 u_{oc}。电路如图（a）所示。



（a）



（b）

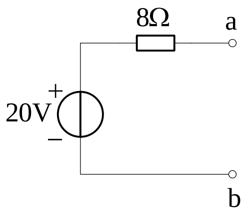
$$U_{oc} = \frac{6}{3+6} \times 27 + 2 = 20\text{V}$$

（2）求戴维南等效电阻 R_0 电路如图（b）所示。

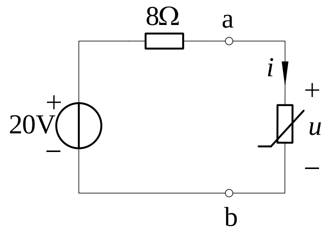
$$u = \left(2i + i\right) \times \left(6 // 3\right) + 2i = 8i$$

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

所以 a b 左侧的戴维南等效电路如图（c）所示。



（c）



（d）

（3）求电流 i 和电压 u 。电路如图 4（d）所示。

$$\begin{cases} u = -8i + 20 \\ u = i^2 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad i^2 + 8i - 20 = 0$$

解之得

$$\begin{cases} i = -10\text{A} \\ u = i^2 = 100\text{V} \end{cases}, \qquad \begin{cases} i = 2\text{A} \\ u = i^2 = 4\text{V} \end{cases}$$

（4）由 KCL 得：$i_s = \dfrac{u-2+2i}{6} + 2i + i = \dfrac{4-2+2\times2}{6} + 2\times2 + 2 = 7\text{A}$