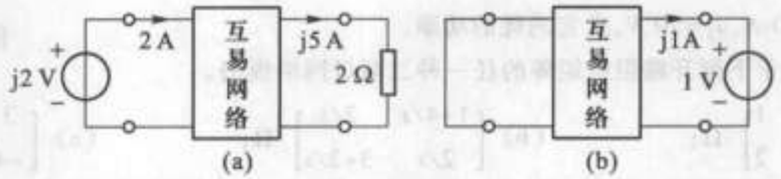
答案 10.2

10.2 一个互易网络的两组测量值如图题 10.2 所示。试根据这些测量值求 Y 参数。



解：图(a)中

$$\dot{I}_1 = 2\text{A},\ \dot{U}_1 = \text{j}2\text{V},\ \dot{U}_2 = 2\times \text{j}5 = \text{j}10\text{V},\ \dot{I}_2 = -\text{j}5\text{A}$$

由 $\boldsymbol{Y}$ 参数方程得：

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = 2 = \text{j}2\times Y_{11} + \text{j}10\times Y_{12} & (1) \\ \dot{I}_2 = -\text{j}5 = \text{j}2\times Y_{21} + \text{j}10\times Y_{22} & (2) \end{cases}$$

由图(b)得

$$\dot{I}_2 = -\text{j}\text{A} = Y_{22}\times 1\text{V} \qquad (3)$$

对互易网络有：

$$Y_{12} = Y_{21} \qquad (4)$$

由式(3) 得：

$Y_{22} = -\text{j}1\text{S}$，代入式(2) 得：$Y_{21} = Y_{12} = (\text{j}5 - 2.5)\text{S}$

再代入式(1)得：

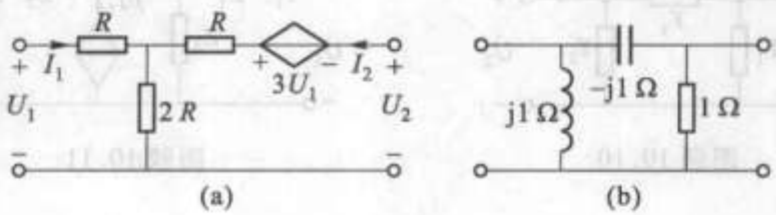
$$Y_{11} = (12.5 - \text{j}26)\text{S}$$

所以

$$\boldsymbol{Y} = \begin{bmatrix} 12.5-\text{j}26 & \text{j}5-2.5 \\ \text{j}5-2.5 & \text{-j}1 \end{bmatrix}\text{S}$$

答案 10.3

10.3 求图示各二端口网络的 Z 参数。



解 (a)：按网孔列写 KVL 方程得

$$\begin{cases}(R+2R)I_1+2RI_2=U_1 & (1)\\ 2RI_1+(R+2R)I_2=U_2+3U_1 & (2)\end{cases}$$

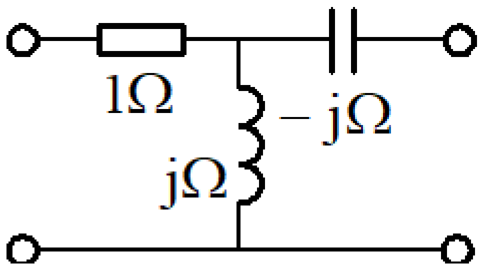
将式(1)代入式(2)整理得

$$\begin{cases}U_1=3RI_1+2RI_2\\ U_2=-7RI_1-3RI_2\end{cases}$$

所以

$$\boldsymbol{Z}=\begin{bmatrix}3R & 2R\\ -7R & -3R\end{bmatrix}$$

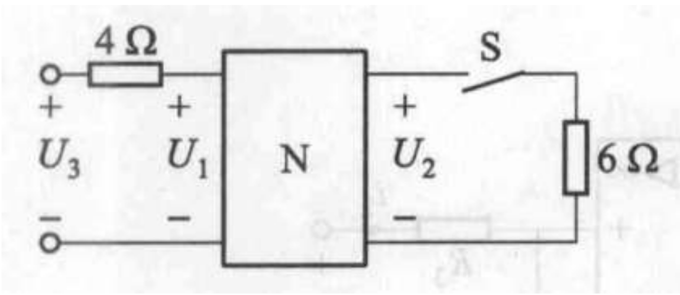
(b) 将 Δ 联接的三个阻抗转换成 Y 形联接，如下图所示，由此电路可直接写出 Z 参数



$$\boldsymbol{Z}=\begin{bmatrix}1+\mathrm{j} & \mathrm{j}\\ \mathrm{j} & 0\end{bmatrix}\Omega$$

答案 10.5

10-5 图示二端口网络，当开关 S 断开时测得 $U_3=9$ V，$U_1=5$ V，$U_2=3$ V；开关 S 接通时测得 $U_3=8$ V，$U_1=4$ V，$U_2=2$ V。求网络 N 的传输参数矩阵 $\boldsymbol{A}$。



解：当开关断开时

$$U_1=5\text{V}，\ I_1=\frac{U_3-U_1}{4\Omega}=1\text{A}\ ，I_2=0\ ，U_2=3\text{V}$$

由传输参数方程得：

$$\begin{cases}5=A_{11}\times 3\\ 1=A_{21}\times 3\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A_{11}=5/3\\ A_{21}=1/3\end{cases}$$

当开关接通时

$$U_1 = 4\text{V},\quad I_1 = \frac{U_3 - U_1}{4\Omega} = 1\text{A},\quad U_2 = 2\text{V},\quad -I_2 = \frac{U_2}{6\Omega} = \frac{1}{3}\text{A}$$

由参数方程又得

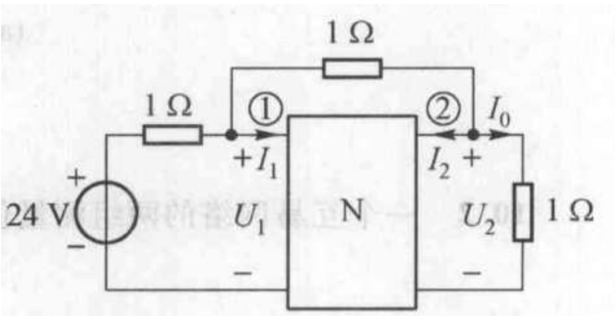
$$\begin{cases} 4 = \frac{5}{3} \times 2 + \frac{1}{3} \times A_{12} \\ 1 = \frac{1}{3} \times 2 + \frac{1}{3} \times A_{22} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_{12} = 2 \\ A_{22} = 1 \end{cases}$$

所以

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 5/3 & 2\Omega \\ 1/3\text{S} & 1 \end{bmatrix}$$

答案 10.7

10.7 已知由二端口网络组成的电路如图 10.7 所示，若该二端口网络的 $\boldsymbol{Y}$ 参数矩阵为 $\boldsymbol{Y} = \begin{bmatrix} 0.4 & -0.2 \\ -0.2 & 0.6 \end{bmatrix}$ S，试根据已知条件求 I_0。



解：Y 参数方程：

$$\begin{cases} I_1 = Y_{11} \times U_{n1} + Y_{12} \times U_{n2} \\ I_2 = Y_{21} \times U_{n1} + Y_{22} \times U_{n2} \end{cases}$$

节点的 KCL：

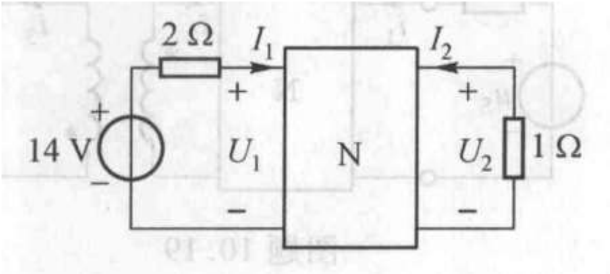
$$\begin{cases} \frac{24 - U_{n1}}{1} = I_1 + \frac{U_{n1} - U_{n2}}{1} \\ \frac{U_{n1} - U_{n2}}{1} = I_2 + I_0 \end{cases}$$

$$U_{n2} = I_0 \times 1$$

联立解得 $I_0 = 6\text{A}$

答案 10.12

10.12 图示电路中二端口网络 N 的电阻参数矩阵为 $R=\begin{bmatrix}4 & 2\\ 4 & 5\end{bmatrix}\ \Omega$，求二端口 N 的端口电压 U_1 和 U_2。



解：电阻参数方程：

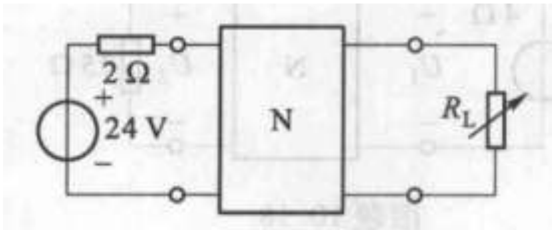
$$\begin{cases}U_1=4I_1+2I_2\\ U_2=4I_1+5I_2\end{cases}$$

$$\begin{cases}\dfrac{14-U_1}{2}=I_1\\ U_2=-I_2\times 1\end{cases}$$

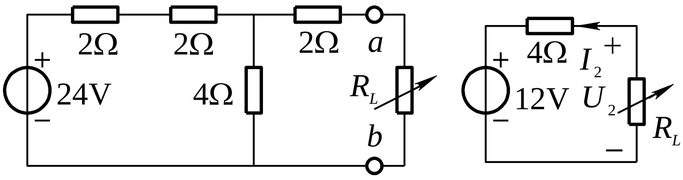
联立解得 $\begin{cases}U_1=8\text{V}\\ U_2=2\text{V}\end{cases}$

答案 10.13

10.13 图示二端口网络 N 的阻抗参数矩阵为 $Z=\begin{bmatrix}6 & 4\\ 4 & 6\end{bmatrix}\ \Omega$。问 R_L 为何值时可获得最大功率，并求出此



解：方法一，将二端口网络用 T 形电路等效，如图 14.13(b)所示。



(b) (c)

由图(b)得 a，b 端口的开路电压

$$U_{\text{OC}}=\frac{4}{4+2+2}\times 24\text{V}=12\text{V}$$

等效电阻

$$R_{\text{i}}=\frac{1}{2}\times 4\Omega+2\Omega=4\Omega$$

戴维南等效电路如图(c)所示。

所以当 $R_L=4\Omega$ 时它可获得最大功率。

$$P_{\max}=\frac{U_{\mathrm{OC}}^2}{4R_{\mathrm{i}}}=\frac{12^2}{4\times 4}=9\mathrm{W}$$

方法二，由二端口参数和端口条件得出戴维南等效电路。
由二端口网络 N 的阻抗参数矩阵和端口参数得：

$$U_1=24\mathrm{V}-2\Omega\times I_1=6\Omega\times I_1+4\Omega\times I_2 \qquad (1)$$

$$U_2=4\Omega\times I_1+6\Omega I_2 \qquad (2)$$

由式(1)得：

$$I_1=3\mathrm{A}-0.5I_2$$

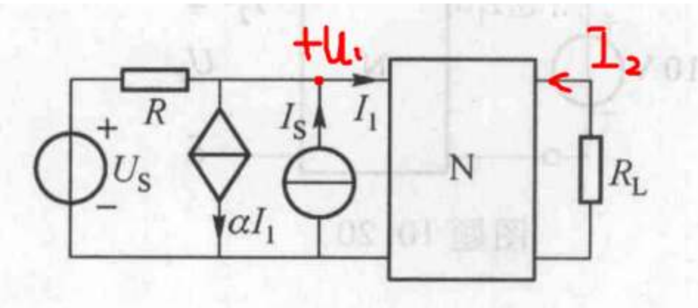
代入式(2)

$$U_2=12\mathrm{V}+4\Omega I_2$$

由此表达式写出戴维南等效电路如图(c)所示。求最大功率与上述相同。

答案 10.15

10.15 图示电路中，$U_s=1$ V，$R=1$ Ω，$I_s=1$ A，$\alpha=1$，试给出 R_L 获得最大功率的条件及最大功率值。其中二端口网络的传输参数矩阵为 $A=\begin{bmatrix}1 & 2\,\Omega\\ 3\mathrm{S} & 4\end{bmatrix}$。



解：传输参数方程：

$$\begin{cases}U_1=U_2-2I_2\\ I_1=3U_2-4I_2\end{cases}$$

左边等效电路：

$$U_{\mathrm{OC}}=2\mathrm{V}，\quad R_i=2\Omega \qquad \begin{cases}\dfrac{2-U_1}{2}=I_1\\ U_2=-I_2\times R_{\mathrm{L}}\end{cases}$$

$$P=\frac{4}{49R_{\mathrm{L}}+\dfrac{100}{R_{\mathrm{L}}}+140}\le\frac{1}{70}\mathrm{W}，\quad R_{\mathrm{L}}=\frac{10}{7}\Omega$$