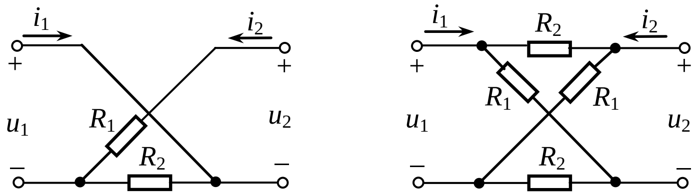
第 6 章　二端口网络

6-1　求题图 6-1 所示各网络的 ***G***、***R*** 参数。



(a)　　(b)

题图 6-1

解　（a）直接列方程：

$$\begin{cases} i_1 = \dfrac{u_1}{R_2} + \dfrac{u_1 + u_2}{r_1} \\ i_2 = \dfrac{u_1 + u_2}{R_1} \end{cases}$$

所以 ***G*** 参数矩阵为

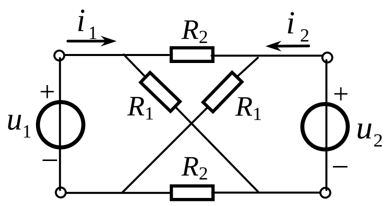
$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} & \dfrac{1}{R_1} \\ \dfrac{1}{R_1} & \dfrac{1}{R_1} \end{bmatrix}$$

R 参数矩阵为

$$\boldsymbol{R} = \boldsymbol{G}^{-1} = \begin{bmatrix} R_2 & -R_2 \\ -R_2 & R_1 + R_2 \end{bmatrix}$$

R 参数也可直接列写方程得到。

（b）求 ***G*** 参数。可用加压求流方法，如题图 6-1(c)所示。



题图 6-1(c)

即用端口电压表示端口电流。根据叠加原理，有

$$i_1 = \frac{u_1}{R_1 // R_2 + R_1 // R_2} - \frac{u_2}{R_1 // R_2 + R_1 // R_2}\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

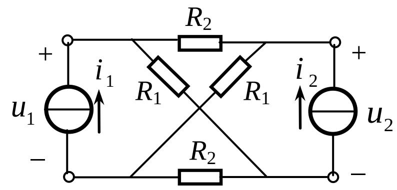
$$i_2 = -\frac{u_1}{R_1 // R_2 + R_1 // R_2}\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) + \frac{u_2}{R_1 // R_2 + R_1 // R_2}$$

即 **G** 参数为

$$G=\begin{bmatrix}\dfrac{R_1+R_2}{2R_1R_2} & -\dfrac{R_1-R_2}{2R_1R_2}\\ -\dfrac{R_1-R_2}{2R_1R_2} & \dfrac{R_1+R_2}{2R_1R_2}\end{bmatrix}$$

此方法与根据定义分别求各参数的方法是类似的。

R 参数可由 **G** 参数经变换得到，也可由加流求压法得到，电路如题图 6-1(d)所示。



题图 6-1(d)

即用端口电流表示端口电压。根据叠加原理，有

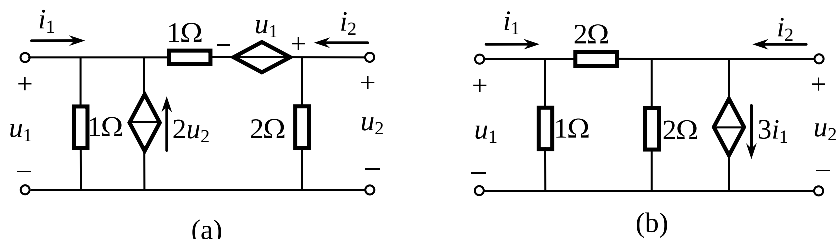
$$u_1=(R_1+R_2)//(R_1+R_2)i_1+\frac{i_2}{2}\times(R_1-R_2)$$

$$u_2=\frac{i_1}{2}\times(R_1-R_2)+(R_1+R_2)//(R_1+R_2)i_1$$

R 参数矩阵为

$$\boldsymbol{R}=\begin{bmatrix}\dfrac{R_1+R_2}{2} & \dfrac{R_1-R_2}{2}\\ \dfrac{R_1-R_2}{2} & \dfrac{R_1+R_2}{2}\end{bmatrix}$$

6-2　求题图 6-2 所示网络的 **G** 参数。



题图 6-2

解　（a）直接列方程：

$$\begin{cases}i_1=\dfrac{u_1}{1}-2u_2+\dfrac{u_1-(-u_1+u_2)}{1}\\ i_2=\dfrac{u_2}{2}+\dfrac{u_2-(u_1+u_1)}{1}\end{cases}$$

整理得

$$\begin{cases} i_1 = 3u_1 - 3u_2 \\ i_2 = -2u_1 + 1.5u_2 \end{cases}$$

G 参数矩阵为

$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} 3 & -3 \\ -2 & 1.5 \end{bmatrix} \mathrm{S}$$

（b）直接列方程：

$$\begin{cases} i_1 = \dfrac{u_1}{1} + \dfrac{u_1 - u_2}{2} \\ i_2 = 3i_1 + \dfrac{u_2}{2} + \dfrac{u_2 - u_1}{2} \end{cases}$$

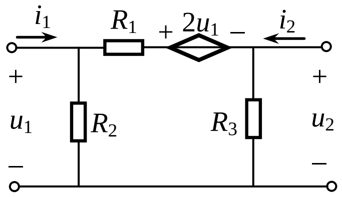
整理得

$$\begin{cases} i_1 = 1.5u_1 - 0.5u_2 \\ i_2 = 4u_1 - 0.5u_2 \end{cases}$$

G 参数矩阵为

$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} 1.5 & -0.5 \\ 4 & -0.5 \end{bmatrix} \mathrm{S}$$

6-3 求题图 6-3 所示二端口网络的 ***T*** 参数。各电阻值为 R_1=10Ω，R_2=20Ω，R_3= 20Ω。



题图 6-3

解　直接列方程：

$$\begin{cases} i_1 = \dfrac{u_1}{R_2} + \dfrac{u_1 - 2u_1 - u_2}{R_1} = \left(-\dfrac{1}{10} + \dfrac{1}{20}\right)u_1 - \dfrac{1}{10}u_2 \\ i_2 = \dfrac{u_2}{R_3} + \dfrac{u_2 + 2u_1 - u_1}{R_1} = \dfrac{1}{10}u_1 + \left(\dfrac{1}{10} + \dfrac{1}{20}\right)u_2 \end{cases}$$

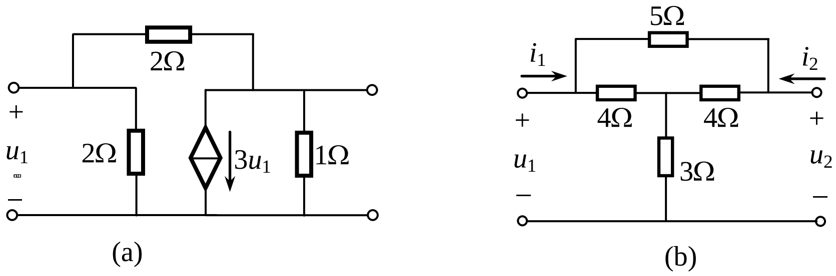
整理得

$$\begin{cases} u_1 = -1.5u_2 + 10i_2 \\ u_1 = -0.025u_2 - 0.5i_2 \end{cases}$$

T 参数矩阵为

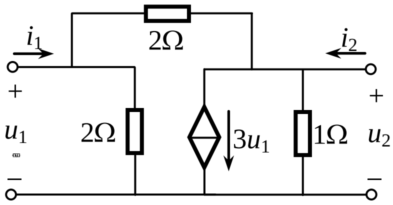
$$\boldsymbol{T} = \begin{bmatrix} -1.5 & -10\Omega \\ -0.025\mathrm{S} & 0.5 \end{bmatrix}$$

6-4　求题图 6-4 所示电路的 ***H*** 参数。



题图 6-4

解　（a）参考方向如题图 6-4(c)所示。



题图 6-4(c)

端口电压、电流关系为

$$\begin{cases} i_1 = \dfrac{u_1}{2} + \dfrac{u_1 - u_2}{2} = u_1 - \dfrac{1}{2}u_2 \\ i_2 = \dfrac{u_2}{1} + 3u_1 + \dfrac{u_2 - u_1}{2} = \dfrac{5}{2}u_1 + \dfrac{3}{2}u_2 \end{cases}$$

整理得

$$\begin{cases} u_1 = i_1 + \dfrac{1}{2}u_2 \\ i_2 = \dfrac{5}{2}i_1 + \dfrac{11}{4}u_2 \end{cases}$$

H 参数矩阵为

$$\boldsymbol{H} = \begin{bmatrix} 1\Omega & \dfrac{1}{2} \\ \dfrac{5}{2} & \dfrac{11}{4}\text{S} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\Omega & 0.5 \\ 2.5 & 2.75\text{S} \end{bmatrix}$$

（b）根据定义求。

$$H_{11} = \left.\frac{u_1}{i_1}\right|_{u_2=0} = 5//(3//4+4) = \frac{8}{3} = 2.67\Omega$$

$$H_{21} = \left.\frac{i_2}{i_1}\right|_{u_2=0} = -\frac{1}{i_1}\left(i_1 - \frac{5}{5+4+3//4} \times \frac{4}{3+4}i_1\right) = -\frac{11}{15} = -0.733$$

$$H_{22}=\left.\frac{i_2}{u_2}\right|_{i_1=0}=\frac{1}{(5+4)//4+3}=\frac{13}{75}=0.173\text{S}$$

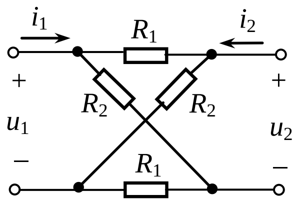
此二端口是对称的，所以$H_{12}=-H_{21}=0.733$。则 $\boldsymbol{H}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{H}=\begin{bmatrix}2.66\Omega & 0.733\\ -0.733 & 0.173\text{S}\end{bmatrix}$$

6-5 题图 6-5 所示二端口网络中，R_1=10Ω，R_2=5Ω。

（1）求此二端口网络的 $\boldsymbol{R}$ 参数；

（2）在输入端接上直流电压源 u_1=100V，求输出端开路时的 i_1 和 u_2。



题图 6-5

解 （1）根据定义求。

$$R_{11}=\left.\frac{u_1}{i_1}\right|_{i_2=0}=(R_1+R_2)//(R_2+R_1)=7.5\Omega$$

$$R_{21}=\left.\frac{u_2}{i_1}\right|_{i_2=0}=\frac{1}{i_1}\left(\frac{1}{2}i_1\times R_2-\frac{1}{2}i_1\times R_1\right)=\frac{R_2-R_1}{2}=-2.5\Omega$$

由互易性可知$R_{12}=R_{21}=-2.5\Omega$；由对称性可得$R_{22}=R_{11}=7.5\Omega$。所以，$\boldsymbol{R}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{R}=\begin{bmatrix}7.5 & -2.5\\ -2.5 & 7.5\end{bmatrix}\Omega$$

（2）当输出端开路时，有

$$i_1=\frac{u_1}{R_{11}}=\frac{100}{7.5}=13.3\text{A}$$

$$u_2=R_{21}i_1=-2.5\times13.3=33.3\text{V}$$

改错：第二版书后所附答案为原第一版的答案，为正弦稳态。本题该为电阻电路。题后答案应该为

（1） $R_{11}=R_{22}=7.5\Omega$， $R_{12}=R_{21}=-2.5\Omega$

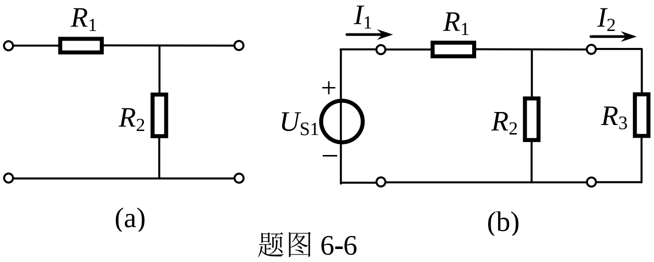
（2） $i_1=13.3\text{A}$， $u_2=33.3\text{V}$

题文也作相应修改。

6-6 题图 6-6 (a)是一个二端口网络，已知 R_1= 10Ω，R_2=40Ω。求：

（1）此二端口的网络的 ***T*** 参数；

（2）在此二端口网络的两端接上电源和负载，如题图 6-6 (b)所示。已知 R_3=20Ω，此时电流 I_2=2A。根据 ***T*** 参数计算 U_{S1} 及 I_1。



题图 6-6

解 （1）列写端口电压、电流关系方程：

$$\begin{cases} U_1 = R_1 I_1 + (I_1 - I_2) R_2 \\ U_2 = (I_1 - I_2) R_2 \end{cases}$$

整理并代入参数地

$$\begin{cases} U_1 = (R_1 + R_2) I_1 - R_2 I_2 = 50 I_1 - 40 I_2 \\ I_1 = \dfrac{1}{R_2} U_2 + I_2 = \dfrac{1}{40} U_2 + I_2 \end{cases}$$

进一步整理得

$$\begin{cases} U_1 = 1.25 U_2 + 10 I_2 \\ I_1 = \dfrac{1}{40} U_2 + I_2 \end{cases}$$

所以 ***T*** 参数矩阵为

$$\boldsymbol{T} = \begin{bmatrix} 1.25 & 10\Omega \\ 0.025\text{S} & 1 \end{bmatrix}$$

（2）由 ***T*** 参数方程和题图 6-6(b)所示电路可得方程：

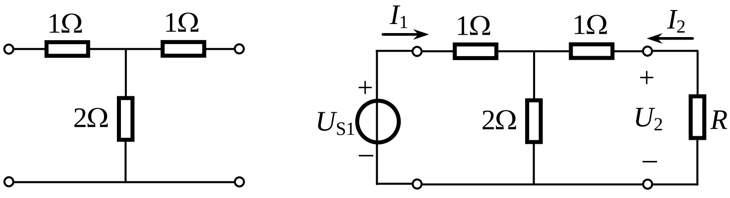
$$\begin{cases} U_{S1} = 1.25 U_2 + 10 I_2 \\ I_1 = 0.025 U_2 + I_2 \\ U_2 = I_2 R_2 = 20 I_2 \\ I_2 = 2 \end{cases}$$

解得$U_{S1} = 70\text{V}$，$I_1 = 3\text{A}$。

6-7 已知一二端口网络是有纯电阻组成的 T 型电路，如题图 6-7(a)所示。

（1）求此二端口的 $\boldsymbol{T}$ 参数；

（2）若在 1-1′端口接一直流电压源，在 2-2′端口接一负载电阻 R，其阻值为 1Ω，吸收的功率为 1W。求 U_2、I_2 的值(见题图 6-7 (b))，并用 $\boldsymbol{T}$ 参数表示二端口网络的基本方程式，求出 U_{S1}、I_1。



(a) (b)

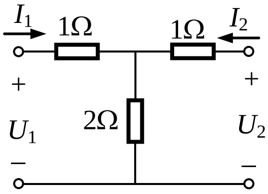
题图 6-7

解 （1）题图 6-7(a)所示二端口可看作三个二端口级联，所以

$$\boldsymbol{T}=\boldsymbol{T}_1\boldsymbol{T}_2\boldsymbol{T}_3=\begin{bmatrix}1&1\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1&0\\0.5&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1&1\\0&1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1.5&2.5\Omega\\0.5\mathrm{S}&1.5\end{bmatrix}$$

或根据题图 6-7(c)所示列方程：

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



题图 6-7(c)

整理得

$$\begin{cases}U_1=1.5U_2-2.5I_2\\I_1=0.5U_2-1.5I_2\end{cases}$$

所以 $\boldsymbol{T}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{T}=\begin{bmatrix}1.5&2.5\Omega\\0.5\mathrm{S}&1.5\end{bmatrix}$$

（2）根据负载电阻 R 吸收的功率可得 $U_2=1\mathrm{V}$，$I_2=-1\mathrm{A}$；或 $U_2=-1\mathrm{V}$，$I_2=1\mathrm{A}$。

方程式为

$$\begin{cases}U_\mathrm{S}=1.5U_2-2.5I_2\\I_1=0.5U_2-1.5I_2\end{cases}$$

由已知得

$$U_\mathrm{S}=1.5U_2-2.5I_2=4\mathrm{V}，\quad I_1=0.5U_2-1.5I_2=2\mathrm{A}$$

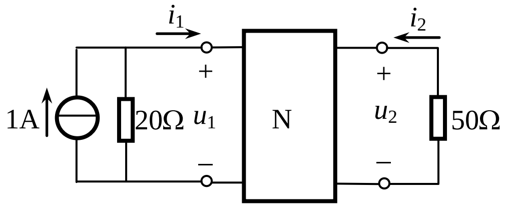
或

$$U_\mathrm{S}=1.5U_2-2.5I_2=-4\mathrm{V}，\quad I_1=0.5U_2-1.5I_2=-2\mathrm{A}$$

6-8 已知一线性二端口网络 N 的 $\boldsymbol{R}$ 参数为$\begin{bmatrix} 25 & 10 \\ 200 & 50 \end{bmatrix}\Omega$。端口所接参数如题图 6-8 所示。

（1）求电压比 u_2/u_1；

（2）求电流比 i_2/i_1。



题图 6-8

解 $\boldsymbol{R}$ 参数方程为

$$\begin{cases} u_1 = 25i_1 + 10i_2 \\ u_2 = 200i_1 + 50i_2 \end{cases}$$

端口电压、电流关系方程为

$$\begin{cases} u_1 = 20(1 - i_1) \\ u_2 = -50i_2 \end{cases}$$

将端口电压、电流关系方程代入 $\boldsymbol{R}$ 参数方程，消去电流 u_1、u_2 得

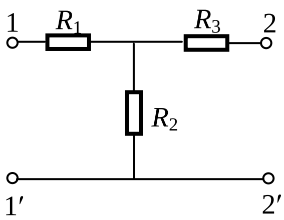
$$\begin{cases} 45i_1 + 10i_2 = 20 \\ 200i_1 + 100i_2 = 0 \end{cases}$$

进而解得 $i_1 = 0.8\text{A}$，$i_2 = -1.6\text{A}$。将所得电流结果代入端口电压、电流关系方程可得 $u_1 = 4\text{V}$，$u_2 = 80\text{V}$。所以有

$$\frac{u_2}{u_1} = 20\text{，}\quad \frac{i_2}{i_1} = -2$$

6-9 已知二端口网络的 $\boldsymbol{R}$ 参数为:（1）$\boldsymbol{R}_a$=$\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}\Omega$；（2）$\boldsymbol{R}_b$=$\begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}\Omega$。分别求其等效电路。

解 （1）因 $R_{12} = R_{21}$，所以该二端口是互易的，其 T 型等效电路如题图 6-9(a)所示。



题图 6-9(a)

此 T 型等效电路的 $\boldsymbol{R}$ 参数为

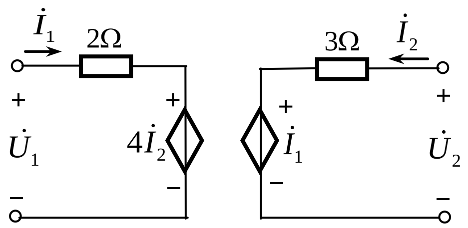
$$\begin{bmatrix} R_1+R_2 & R_2 \\ R_2 & R_2+R_3 \end{bmatrix}$$

与已知参数比较系数可解得 $R_1=2\Omega$，$R_2=2\Omega$，$R_3=1\Omega$。

（2）因 $R_{12}\neq R_{21}$，所以该二端口是非互易，等效电路中将含有受控源。$\boldsymbol{R}$ 参数方程为

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

可作出题图 6-9(b)所示的等效电路。

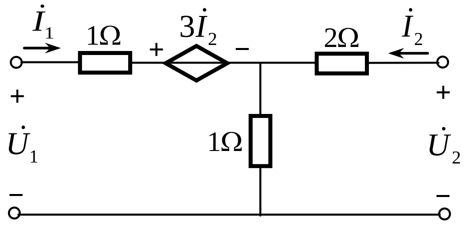


题图6-9(b)

或将 $\boldsymbol{R}$ 参数方程整理如下：

$$\begin{cases} U_1=2I_1+4I_2=I_1+(I_1+I_2)+3I_2 \\ U_2=I_1+3I_2=(I_1+I_2)+2I_2 \end{cases}$$

由此可作出题图 6-9(c)所示的等效电路。

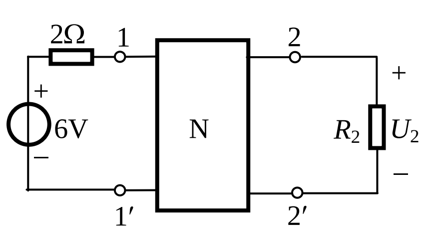


题图6-9(c)

6-10 题图 6-10 所示电路中，已知二端口网络 N 的传输参数为 $\boldsymbol{T}=\begin{bmatrix} 2 & 8\Omega \\ 0.5\text{S} & 2.5 \end{bmatrix}$。

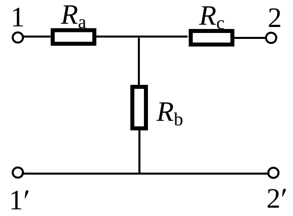
（1）求此二端口的等效电路；

（2）当 R_2 为何值时，R_2 可获得最大功率，并求此最大功率。



题图 6-10

解 （1）根据 $\boldsymbol{T}$ 参数可知，二端口网络 N 是互易的，其等效电路可用如题图 6-10(a)所示。



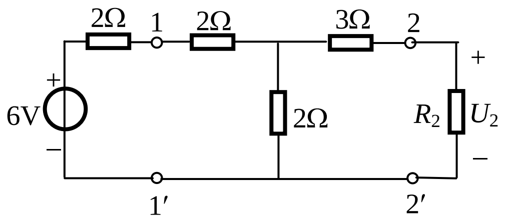
题图 6-10(a)

根据 $\boldsymbol{T}$ 参数及等效电路可得

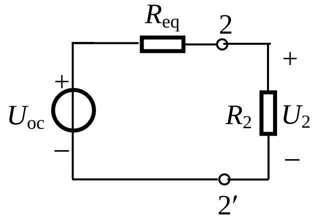
$$\begin{cases} T_{11} = 2 = \dfrac{R_a + R_b}{R_b} \\ T_{21} = 0.5\text{S} = \dfrac{1}{R_b} \\ T_{22} = 2.5 = \dfrac{R_b + R_c}{R_b} \end{cases}$$

解得 $R_b = 2\Omega$， $R_a = 2\Omega$， $R_c = 3\Omega$ 。

（2）总的等效电路如题图 6-10(b)所示。对题图 6-10(b)作戴维南等效电路如题图 6-10(c)所示，其中 $U_{oc} = 2\text{V}$， $R_{eq} = \dfrac{13}{3}\Omega$ 。



题图 6-10(b)

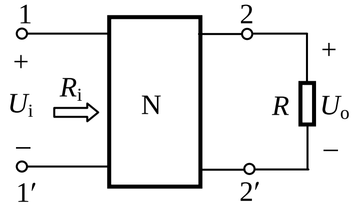


题图 6-10(c)

由最大功率传输定理，当 $R_2 = R_{eq} = \dfrac{13}{3}\Omega$ 时，获得最大功率，最大功率为

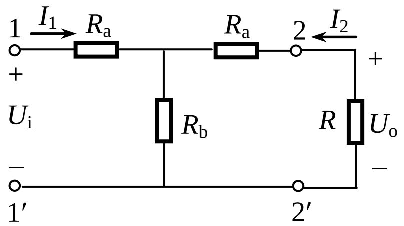
$$P_{2\max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{3}{13}\text{W=0.231W}$$

6-11 试设计一用于直流信号下最简单的二端口网络，如题图 6-11 所示。要求 R=600Ω 时，（1）电源端的输入电阻 R_i 也是 600Ω;（2）U_o=0.1U_i;（3）对调电源端与负载端，网络性能不变。



题图 6-11

解法 1　所设计的二端口网络 N 应为对称二端口，可用 T 型网络等效，如题图 6-11(a)所示。



题图 6-11(a)

根据设计要求（1）和（2），可列方程如下：

$$\begin{cases} R_i = 600 = R_a + \dfrac{R_b(R_a+600)}{R_b+R_a+600} \\ U_o = 0.1U_i = \dfrac{U_i}{R_a + \dfrac{R_b(R_a+600)}{R_b+R_a+600}} \times \dfrac{R_b}{R_b+R_a+600} \times 600 \end{cases}$$

整理得

$$\begin{cases} R_a(R_a+2R_b) = 600^2 \\ 9R_b - R_a = 600 \end{cases}$$

解得 $R_b = 121\Omega$，$R_a = 491\Omega$。

解法 2　由解法 1 中二端口 N 的等效电路，可得其 $\boldsymbol{R}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{R} = \begin{bmatrix} R_a + R_b & R_b \\ R_b & R_a + R_b \end{bmatrix}$$

其 $\boldsymbol{R}$ 参数方程和题图 6-11(a)所示电路输出端口的电压、电流关系方程为

$$\begin{cases} U_i = (R_a+R_b)I_1 + R_bI_2 \\ U_o = R_bI_1 + (R_a+R_b)I_2 \\ U_o = -600I_2 \end{cases}$$

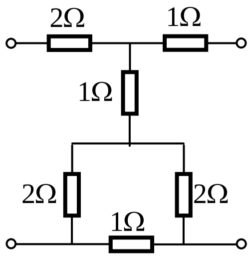
根据设计条件，有

$$\begin{cases} U_i = 600I_1 \\ U_o = 0.1U_i \end{cases}$$

联立求解上述方程，可得

$$R_a = \frac{5400}{11} = 491\Omega，\quad R_b = 121\Omega$$

6-12　将题图 6-12 所示二端口网络绘成由两个二端口网络联接而成的复合二端口网络，据此求出原二端口网络的 $\boldsymbol{R}$ 参数。

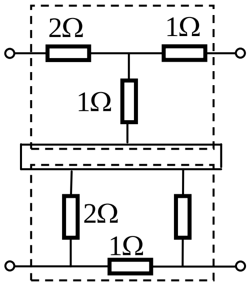


题图 6-12

解　原电路改画为如题图 6-12(a)所示。由此可得

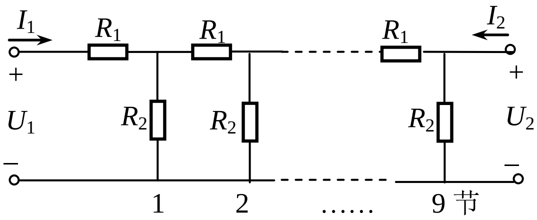
$$\boldsymbol{R}_1=\begin{bmatrix}3 & 1\\ 1 & 2\end{bmatrix}\Omega,\quad \boldsymbol{R}_2=\begin{bmatrix}1.2 & 0.8\\ 0.8 & 1.2\end{bmatrix}\Omega$$

$$\boldsymbol{R}=\boldsymbol{R}_1+\boldsymbol{R}_2=\begin{bmatrix}4.2 & 1.8\\ 1.8 & 3.2\end{bmatrix}\Omega$$



题图 6-12(a)

6-13　已知一链式电路如题图 6-13 所示，其中 $R_1=1\Omega, R_2=100\Omega$。求当空载时（$I_2=0$）输入电压 U_1 和输出电压 U_2 之比。



题图 6-13

解法 1　将上述二端口看作 9 个相同的二端口级联，9 个二端口的 $\boldsymbol{T}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{T}_1=\boldsymbol{T}_2=\cdots\boldsymbol{T}_9=\begin{bmatrix}1.01 & 1\\ 0.01 & 1\end{bmatrix}$$

所以 $\boldsymbol{T}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{T}=\boldsymbol{T}_1\boldsymbol{T}_2\cdots\boldsymbol{T}_9=\underbrace{\begin{bmatrix}1.01 & 1\\ 0.01 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1.01 & 1\\ 0.01 & 1\end{bmatrix}\cdots\begin{bmatrix}1.01 & 1\\ 0.01 & 1\end{bmatrix}}_{9\text{个}}$$

$$=\underbrace{\begin{bmatrix}1.0301 & 2.01\\ 0.0201 & 1.01\end{bmatrix}\cdots\begin{bmatrix}1.0301 & 2.01\\ 0.0201 & 1.01\end{bmatrix}}_{4\text{个}}\begin{bmatrix}1.01 & 1\\ 0.01 & 1\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}1.102 & 4.101\\ 0.04101 & 1.061\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1.102 & 4.101\\ 0.04101 & 1.061\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1.01 & 1\\ 0.01 & 1\end{bmatrix}$$

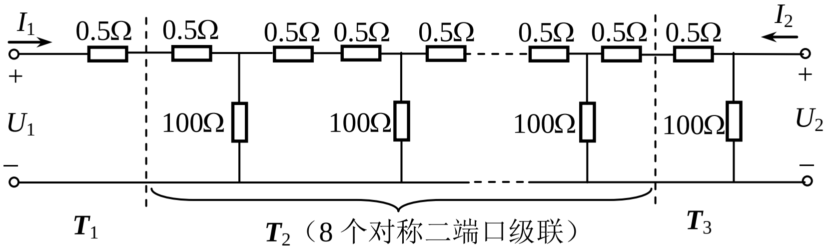
$$=\begin{bmatrix}1.486 & 10.25\\ 0.1025 & 1.383\end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{T}$ 参数方程为

$$\begin{cases} U_1 = 1.486U_2 - 10.25I_2 \\ I_1 = 0.1025U_2 - 1.383I_2 \end{cases}$$

当空载时（I_2=0），有 $\dfrac{U_1}{U_2} = 1.49$ 。

解法 2 原电路可改画为题图 6-13(a)所示电路。



题图 6-13(a)

题图 6-13(a)所示电路可看作 3 个二端口级联，其中 $\boldsymbol{T}_2$ 为 8 个对称二端口级联。其中

$$\boldsymbol{T}_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{T}_3 = \begin{bmatrix} 1.005 & 0.5 \\ 0.01 & 1 \end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{T}_2$ 中每个对称二端口的 $\boldsymbol{T}$ 参数矩阵为

$$\boldsymbol{T}_{21} = \begin{bmatrix} 1.005 & 1.0025 \\ 0.01 & 1.005 \end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{T}_2$ 可用双曲函数表示，即

$$\boldsymbol{T}_{21} = \begin{bmatrix} \cosh\gamma & Z_C \sinh\gamma \\ \dfrac{\sinh\gamma}{Z_C} & \cosh\gamma \end{bmatrix}$$

其中，

$$Z_C = \sqrt{\frac{T_{12}}{T_{21}}} = \sqrt{\frac{1.0025}{0.01}} = 10.01$$

$$e^{\gamma} = T_{11} + \sqrt{T_{12}T_{21}} = 1.005 + \sqrt{1.0025 \times 0.01} = 1.105, \quad \gamma = 0.09985$$

8 个对称二端口级联后，有

$$\boldsymbol{T}_2 = \begin{bmatrix} \cosh 8\gamma & Z_C \sinh 8\gamma \\ \dfrac{\sinh 8\gamma}{Z_C} & \cosh 8\gamma \end{bmatrix}$$

其中

$$\cosh 8\gamma = \frac{1}{2}(e^{8\gamma} + e^{-8\gamma}) = 1.336$$

$$\sinh 8\gamma = \frac{1}{2}(e^{8\gamma} - e^{-8\gamma}) = 0.8865$$

所以

$$\boldsymbol{T}_2 = \begin{bmatrix} 1.336 & 8.874 \\ 0.08856 & 1.336 \end{bmatrix}$$

整个二端口网络的 $\boldsymbol{T}$ 参数为

$$\boldsymbol{T} = \boldsymbol{T}_1\boldsymbol{T}_2\boldsymbol{T}_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1.336 & 8.874 \\ 0.08856 & 1.336 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1.005 & 0.5 \\ 0.01 & 1 \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} 1.482 & 10.23 \\ 0.1024 & 1.380 \end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{T}$ 参数方程为

$$\begin{cases} U_1 = 1.482U_2 - 10.23I_2 \\ I_1 = 0.1024U_2 - 1.380I_2 \end{cases}$$

当空载时（I_2＝0），有 $\dfrac{U_1}{U_2} = 1.48$。

答案改错：原答案为 $\dfrac{U_2}{U_1} = 1.48$，应改为 $\dfrac{U_1}{U_2} = 1.48$。

第 6 章　二端口网络

6-1　（a）$G_{11}=(R_1+R_2)/R_1R_2$，$G_{12}=1/R_1$，$G_{21}=1/R_1$，$G_{22}=1/R_1$；

$R_{11}=R_2$，$R_{12}=-R_2$，$R_{21}=-R_2$，$R_{22}=R_1+R_2$

（b）$G_{11}=(R_1+R_2)/2R_1R_2$，$G_{12}=(R_2-R_1)/2R_1R_2$，$G_{21}=(R_2-R_1)/2R_1R_2$，

$G_{22}=(R_1+R_2)/2R_1R_2$；

$R_{11}=(R_1+R_2)/2$，$R_{12}=(R_2-R_1)/2$，$R_{21}=(R_2-R_1)/2$，$R_{22}=(R_1+R_2)/2$

6-2　（a）$G_{11}=3\text{S}$，$G_{12}=-3\text{S}$，$G_{21}=-2\text{S}$，$G_{22}=1.5\text{S}$；

（b）$G_{11}=1.5\text{S}$，$G_{12}=-0.5\text{S}$，$G_{21}=4\text{S}$，$G_{22}=-0.5\text{S}$

6-3　$A=-1.5$，$B=-10\Omega$，$C=-0.025\text{S}$，$D=0.5$

6-4　（a）$H_{11}=1\Omega$，$H_{12}=0.5$，$H_{21}=2.5$，$H_{22}=2.75\text{S}$；

（b）$H_{11}=2.667\Omega$，$H_{12}=0.733$，$H_{21}=-0.733$，$H_{22}=0.173\text{S}$

6-5　（1）　$Z_{11}=5\Omega$　$Z_{12}=5-\text{j}10\Omega$　$Z_{21}=5-\text{j}10\Omega$　$Z_{22}=5\Omega$

（2）$\dot{I}_1=20\text{mA}$　$\dot{U}_2=224\angle-64°\text{mV}$

改为

（1）$R_{11}=R_{22}=7.5\Omega$，$R_{12}=R_{21}=-2.5\Omega$

（2）$i_1=13.3\text{A}$，$u_2=33.3\text{V}$

6-6　$A=1.25$，$B=10\Omega$，$C=0.025\text{S}$，$D=1$，$U_{S1}=70\text{V}$，$I_1=3\text{A}$

6-7　$A=1.5$，$B=2.5\Omega$，$C=0.5\text{S}$，$D=1.5$，$U_2=1\text{V}$，$I_2=-1\text{A}$，$U_{S1}=4\text{V}$，$I_1=2\text{A}$

6-8　（1）$\dfrac{u_2}{u_1}=20$；（2）$\dfrac{i_2}{i_1}=-2$

6-10　(2) $R_2=13/3\Omega$，$P_{max}=0.23\text{W}$

6-11　T 形等效电路，490Ω，121Ω，490Ω

6-12　$\begin{bmatrix} \frac{21}{5} & \frac{9}{5} \\ \frac{9}{5} & \frac{16}{5} \end{bmatrix}\Omega$

6-13　$U_1/U_2=1.48$