第十六章　二端网络

一、是非题

（注:请在每小题后［　］内用″√　″表示对,用″×″表示错）

1. 双口网络是四端网络,但四端网络不一定是双口网络。　［√］

2. 三端元件一般都可以用双口网络理论来研究。　［√］

3. 不论双口网络内是否含有电源,它都可以只用Y参数和Z参数来表示。　［×］

4. 对互易双口网络来说，每一组双口网络参数中的各个参数间存在特殊的关系。因此，互易双口网络只需用三个参数来表征。　［√］

5. 如果互易双口网络是对称的，则只需用两个参数来表征。　［√］

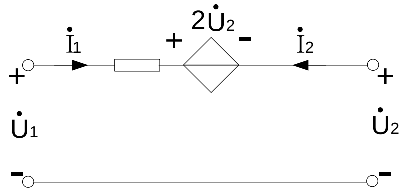
6. 含受控源而不含独立源的双口网络可以用T形或π形网络作为等效电路。［×］

二、选择题

(注:在每小题的备选答案中选择适合的答案编号填入该题空白处,多选或不选按选错论)

1. 如图所示双口网络是(C)。

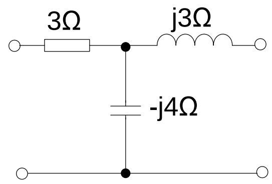
（A）对称、互易的；　　（B）对称、非互易的；　　（C）不对称、非互易的。



解：双口网络含有受控源。

2. 如图所示双口网络的Z参数矩阵为(B)。

（A）$\begin{bmatrix} 3+j4 & -j4 \\ j4 & -j1 \end{bmatrix}$　（B）$\begin{bmatrix} 3-j4 & -j4 \\ -j4 & -j1 \end{bmatrix}$　（C）$\begin{bmatrix} 3-j4 & j4 \\ j4 & -j1 \end{bmatrix}$



解：

3. 直流双口网络中，已知U_1=10V, U_2 =5V, I_1 =2A， I_2 = 4A, 则Y参数 Y_{11}， Y_{12}， Y_{21} ， Y_{22}依次为_A_ 。

（A）0.2S，0.4S，0.4S，0.8 S　　（B）0.8S，0.4S，0.4S，0.2S　　（C）不能确定

4. 在下列双口网络参数矩阵中，(A)所对应的网络中含有受控源。

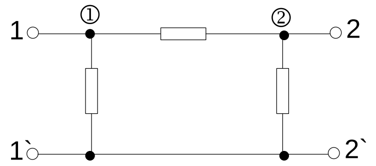
（A）Y= $\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -10 & 6 \end{bmatrix}$S　　　（B） T= $\begin{bmatrix} 1 & j\omega L \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

（C） Z= $\begin{bmatrix} 5 & -4 \\ -4 & 5 \end{bmatrix}\Omega$　　　（D） H= $\begin{bmatrix} 2\Omega & 5 \\ -5 & 4S \end{bmatrix}$

解：互易的条件：$Y_{12}=Y_{21}$，$Z_{12}=Z_{21}$，$T_{11}*T_{22}-T_{12}*T_{21}=1$，$H_{12}=-H_{21}$。

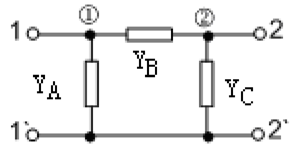
5. 图示双口网络中, 参数(A)和(D)分别是节点①和节点②间的自导纳, 参数(B)和(C)是节点①和节点②的互导纳。

（A） Y_{11} （B） Y_{12} （C） Y_{21} （D） Y_{22}



解：$\dot I_1 = Y_{11}\dot U_1 + Y_{12}\dot U_2$

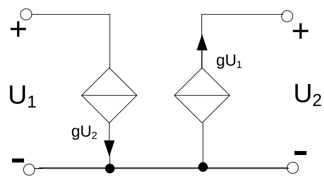
$\dot I_2 = Y_{21}\dot U_1 + Y_{22}\dot U_2$



$\dot I_1 = (Y_A + Y_B)\dot U_1 - Y_B\dot U_2$

$\dot I_2 = -Y_B\dot U_1 + (Y_B + Y_C)\dot U_2$

6. 图示双口网络的T参数矩阵为(A)。

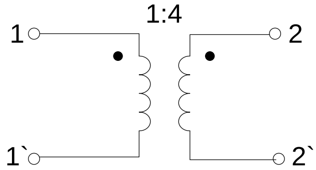


(A) $\begin{bmatrix} 0 & 1/g \\ g & 0 \end{bmatrix}$ (B) $\begin{bmatrix} -1/g & 0 \\ 0 & g \end{bmatrix}$ (C) $\begin{bmatrix} 0 & -g \\ 1/g & 0 \end{bmatrix}$ (D) $\begin{bmatrix} g & 0 \\ 0 & 1/g \end{bmatrix}$

解：$\dot U_1 = 0 - 1/g_1\dot I_2$

$\dot I_1 = g\dot U_2 + 0$

7. 附图所示理想变压器可看作为双口网络，它的传输函数矩阵T可写成为(A)。



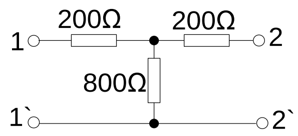
(A) $\begin{bmatrix} 1/4 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$ (B) $\begin{bmatrix} 1/4 & 0 \\ 0 & -4 \end{bmatrix}$ (C) $\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{bmatrix}$ (D) $\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & -1/4 \end{bmatrix}$

解：$\dot U_1 = 1/4\dot U_2 + 0$

$\dot I_1 = 0 - 4\dot I_2$

8. 图示双口网络函数的特性阻抗 Z_C=(C)。

(A) 360Ω (B) 500Ω (C) 600Ω (D) 1000Ω



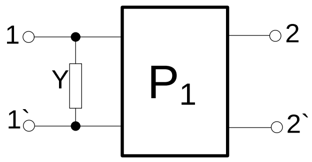
解：$\begin{bmatrix}\dot{U}_1\\ \dot{I}_1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}A & B\\ C & D\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{U}_2\\ -\dot{I}_2\end{bmatrix}$， $Z_C=\sqrt{\dfrac{B}{C}}$

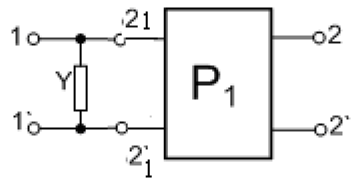
B=3600/8，C=1/800， Z_C=600Ω。

三、计算题

1. 如图所示双口网络中，设内部双口网络 P_1 的 T 参数矩阵为 T= $\begin{bmatrix}T_{11} & T_{12}\\ T_{21} & T_{22}\end{bmatrix}$

求整个双口网络的 T 参数矩阵。

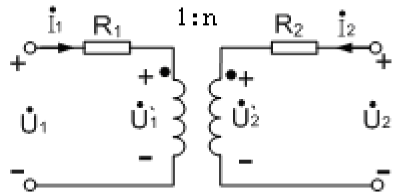




解：$\begin{bmatrix}\dot{U}_1\\ \dot{I}_1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}A & B\\ C & D\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{U}_2\\ -\dot{I}_2\end{bmatrix}$， $A'=\begin{bmatrix}1 & 0\\ Y & 1\end{bmatrix}$

$$A=\begin{bmatrix}1 & 0\\ Y & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}A_{11} & A_{12}\\ A_{21} & A_{22}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}A_{11} & A_{12}\\ YA_{11}+A_{21} & YA_{12}+A_{22}\end{bmatrix}$$

2. 如图所示电路，由理想变压器及 电阻 R 1 和 R 2 组成二端口网络。试求此二端口网络的 Y 参数矩阵.



解： $\dot{I}_1=Y_{11}\dot{U}_1+Y_{12}\dot{U}_2$

$$\dot{I}_2 = Y_{21}\dot{U}_1 + Y_{22}\dot{U}_2$$

$$\mathbf{Y}_{11} = \frac{\dot{\mathbf{I}}_1}{\dot{\mathbf{U}}_1}\Big|_{\dot{\mathbf{U}}_2=0}$$ =1/（R1+1/n*nR2）=n*n/(n*nR1+R2)

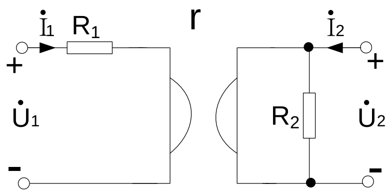
$$\mathbf{Y}_{21} = \frac{\dot{\mathbf{I}}_2}{\dot{\mathbf{U}}_1}\Big|_{\dot{\mathbf{U}}_2=0}$$ =(-1/n)/（R1+1/n*nR2）=- n/(n*nR1+R2)

$$Y_{12} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_2}\Big|_{\dot{U}_1=0}$$ =-n/(R2+ n*nR1)

$$Y_{22} = \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_2}\Big|_{\dot{U}_1=0}$$ =1/(R2+ n*nR1)

$$\mathrm{Y} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix}\mathrm{S}$$

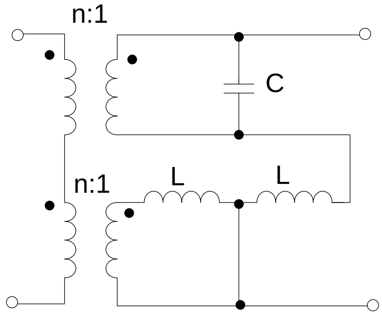
3.求如图所示电路的传输参数Ａ。



解：$A_1=\begin{bmatrix} 1 & R_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$，$A_2=\begin{bmatrix} 0 & r \\ 1/r & 0 \end{bmatrix}$，$A_3=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/R_2 & 1 \end{bmatrix}$

$$A=A_1A_2A_3=\begin{bmatrix} \frac{R_1}{r}+\frac{r}{R_2} & r \\ 1/r & 0 \end{bmatrix}$$

4. 试求出如图所示电路的开路　阻抗矩阵[Ｚ].(Ｚ参数矩阵)



解：

$$\dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2$$

$$\dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2$$

$$Z_{11}^{'} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1}\Big|_{\dot{I}_2=0}$$ =-n*nj/ωC ，　　$$Z_{21}^{'} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1}\Big|_{\dot{I}_2=0}$$ =-nj/ωC

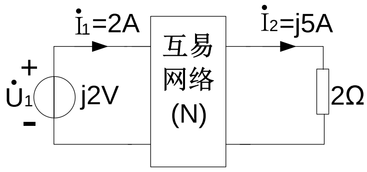
$Z_{12}^{'} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2}\Big|_{\dot{I}_1=0}$ =−nj/ωC ， $Z_{22}^{'} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2}\Big|_{\dot{I}_1=0}$ =−j/ωC

$Z_{11}^{''} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1}\Big|_{\dot{I}_2=0}$ =n*njωL ， $Z_{21}^{''} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1}\Big|_{\dot{I}_2=0}$ =0

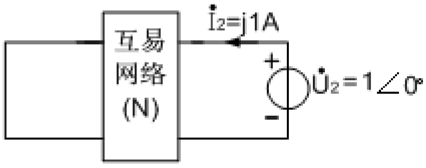
$Z_{12}^{''} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_2}\Big|_{\dot{I}_1=0}$ =0 ， $Z_{22}^{''} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2}\Big|_{\dot{I}_1=0}$ =jωL

$Z = Z^{'} + Z^{''}$

5. 一个互易双口网络的两组测量数据如图 a 、 b 所示，试求其 Y 参数。

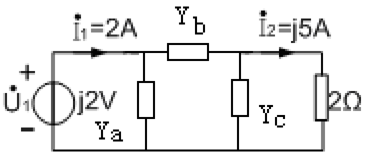


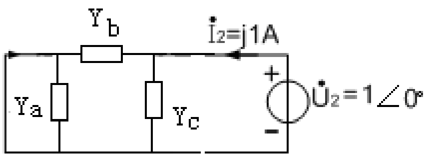
(a)



(b)

解：用π型等效电路替代互易网络，如图示：





$Y_b + Y_c = j$, $Y_b(j2 - j10) = j5 + Y_c j10$， $2 = Y_a j2 + Y_b(j2 - j10)$；

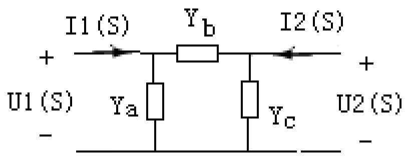
$Y_c = -2.5 - 4j$， $Y_b = 2.5 + j5$， $Y_a = 10 + j19$；

又 $Y_{11} = Y_a + Y_b = 12.5 + j24$， $Y_{12} = Y_{21} = -Y_b = -2.5 - j5$，

$Y_{22} = Y_c + Y_b = j$

6. 某双口网络导纳矩阵 Y (s)= $\begin{bmatrix} S+4 & -2 \\ -2 & 1/(4S)+(5/2) \end{bmatrix}$，求出等效“Π”型网络的模型。

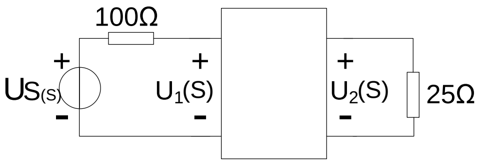
解：π型网络的模型如图



$Y_b = -Y_{12} = -Y_{21} = 2$， $Y_a = Y_{11} - Y_b = S + 2$，

$Y_c = Y_{22} - Y_b = 1/(4S) - 1.5$。

7. 已知如图所示二端口网络的Ｚ参数是Ｚ11＝10Ω， Ｚ12＝15Ω，
Ｚ21＝5Ω， Ｚ22＝20Ω．试求转移电压比Ａ(s)=Ｕ2(S)/ＵS(S)之值。



解：$U_1(S)=Z_{11}I_1(S)+Z_{12}I_2(S)$，

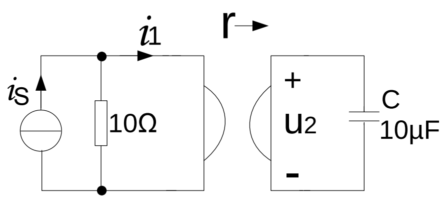
$$U_2(S)=Z_{21}I_1(S)+Z_{22}I_2(S)$$

$U_2(S)=-25I_2(S)$，$U_1(S)=U_S(S)-100I_1(S)$

$$I_2(S)=\frac{-Z_{21}U_S(S)}{(Z_{11}+R_1)(Z_{22}+R_L)-Z_{12}Z_{21}}$$

$$\frac{U_2(S)}{U_S(S)}=\frac{Z_{21}R_L}{(Z_{11}+R_1)(Z_{22}+R_L)-Z_{12}Z_{21}}=\frac{1}{39}$$

8. 图示电路中,已知：$i_S=10\sin\omega t$ mA，ω＝10^6 rad/s，回转常数 r=1000，求$u_2(t)$



解：$\dot{U}_1=-1000\dot{I}_2$，$\dot{U}_2=1000\dot{I}_1$， $\dot{I}_1=\dfrac{10}{\sqrt{2}}\angle 0^0/1000-\dfrac{\dot{U}_1}{10}$，

$$\dot{U}_2=-\frac{\dot{I}_2}{j\omega C}=j0.1\dot{I}_2,$$

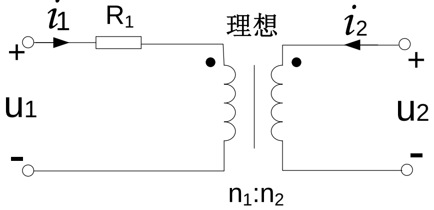
$$\dot{U}_2=1000\dot{I}_1=\frac{10}{\sqrt{2}}\angle 0^0-100\dot{U}_1=\frac{10}{\sqrt{2}}\angle 0^0+100000\dot{I}_2/1000000$$

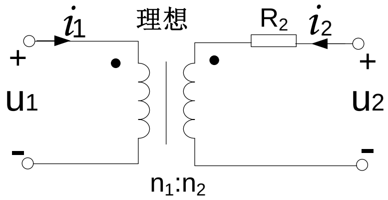
$$=\frac{10}{\sqrt{2}}\angle 0^0+0.1\dot{I}_2=\frac{10}{\sqrt{2}}\angle 0^0+\frac{\dot{U}_2}{j}$$

$u_2=5\sqrt{2}\sin(\omega t-45^0)V$ 。

关键点：量纲分析。

9. 要使图中所示的两个双口网络为等值的，试求Ｒ2　 的表达式。

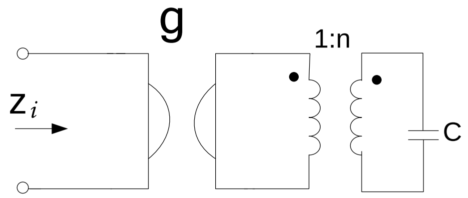




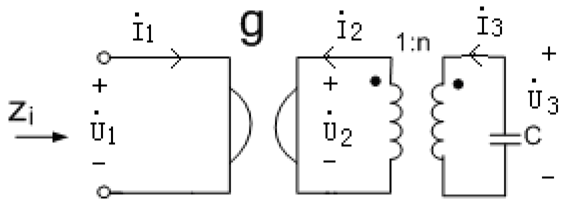
解：利用等效的概念

U1=I1R1+n1/n2U2,　 又U1= n1/n2（-I2R2+U2）= -n1/n2I2R2+ n1/n2U2，
I1R1= -n1/n2I2R2，R2=R1（n2/n1）*（n2/n1）。

10. 试求如图所示网络的输入阻抗，并讨论输入阻抗与纯电容阻抗之间的关系。



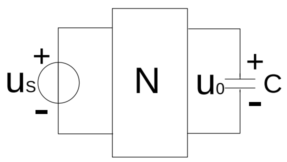
解：在图中标参考方向如下：

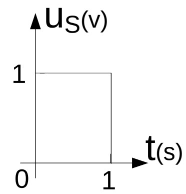


$$Z_i=\frac{\dot U_1}{\dot I_1}=\frac{-1/g*\dot I_2}{g\dot U_2}=-\frac{1}{g^2}\frac{n^2\dot I_3}{\dot U_3}=\frac{n^2}{g^2}j\omega C\text{。}$$

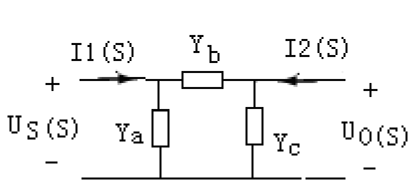
11. 已知双口网络N的Y参数为　Y(s)= $\begin{bmatrix}10+4/S & -4/S\\ -4/S & 5+4/S\end{bmatrix}$

$u_S(t)$ 如图所示，C＝1F。试求：(1)双口网络的Π型等效电路；(2)H(s)=Uo(s)/US(s)；(3)当$u_S(t)$为如图所示波形，且初始状态为零时的$u_O(t)$.





解：(1)π型网络的模型如图



$Y_b(S)=4/s$, $Y_a(S)=10+4/s-4/s=10$,
$Y_c(S)=5+4/s-4/s=5$。

（2）H(s)=Uo(s)/US(s)=4/（S+1）(S+4)。

(3) 当$u_S(t)$为如图所示波形，且初始状态为零时的$u_O(t)$

$u_S(t)$= ε（t）－ε（t−1），

$U_S(S)=1/S-e^{-s}1/S$

Uo(s)=US(s) *4/（S+1）(S+4）

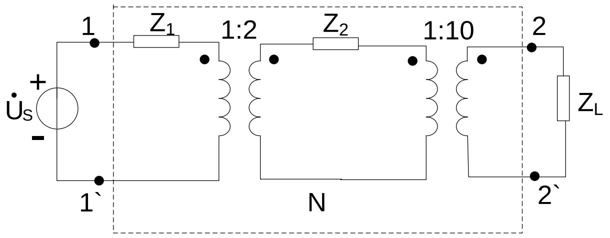
=4/[s（S+1）(S+4）]−e^{-S}4/[s（S+1）(S+4）]

=1/S−3/4(S+1)+1/3(S+4）－ e^{-S}1/S−3/4(S+1)+1/3(S+4）

$$u_O(t)=(1-\frac{4}{3}e^{-t}+\frac{1}{3}e^{-4t})\varepsilon(t)-(1-\frac{4}{3}e^{1-t}+\frac{1}{3}e^{4-4t})\varepsilon(t-1)\text{ V。}$$

12. 如图所示电路，$\dot{U}_S$=5∠0° V，Ｚ2 ＝ 5+j5Ω，Ｚ1 =1+j1Ω试求:⑴双口网络N(虚框)的T参数. ⑵用理想变压器的特性直接求 2-2’ 端的戴维南等效电路.

⑶ZL 获得最大功率的条件.



解：⑴双口网络N(虚框) 的T参数

$$T=T1*T2*T3=\begin{bmatrix}1 & Z_1\\0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1/2 & 0\\0 & 2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & Z_2\\0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1/10 & 0\\0 & 10\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1/20 & 5Z_2+20Z_1\\0 & 20\end{bmatrix}$$

⑵用理想变压器的特性直接求 2-2'端的戴维南等效电路

$\dot{U}_{OC}=200*5\angle 0°$ V=1000∠0° V，

$Z_{eq}=(4Z_1+Z_2)100$=900+j900 Ω。

⑶ZL 获得最大功率的条件

ZL=900-j900 Ω.