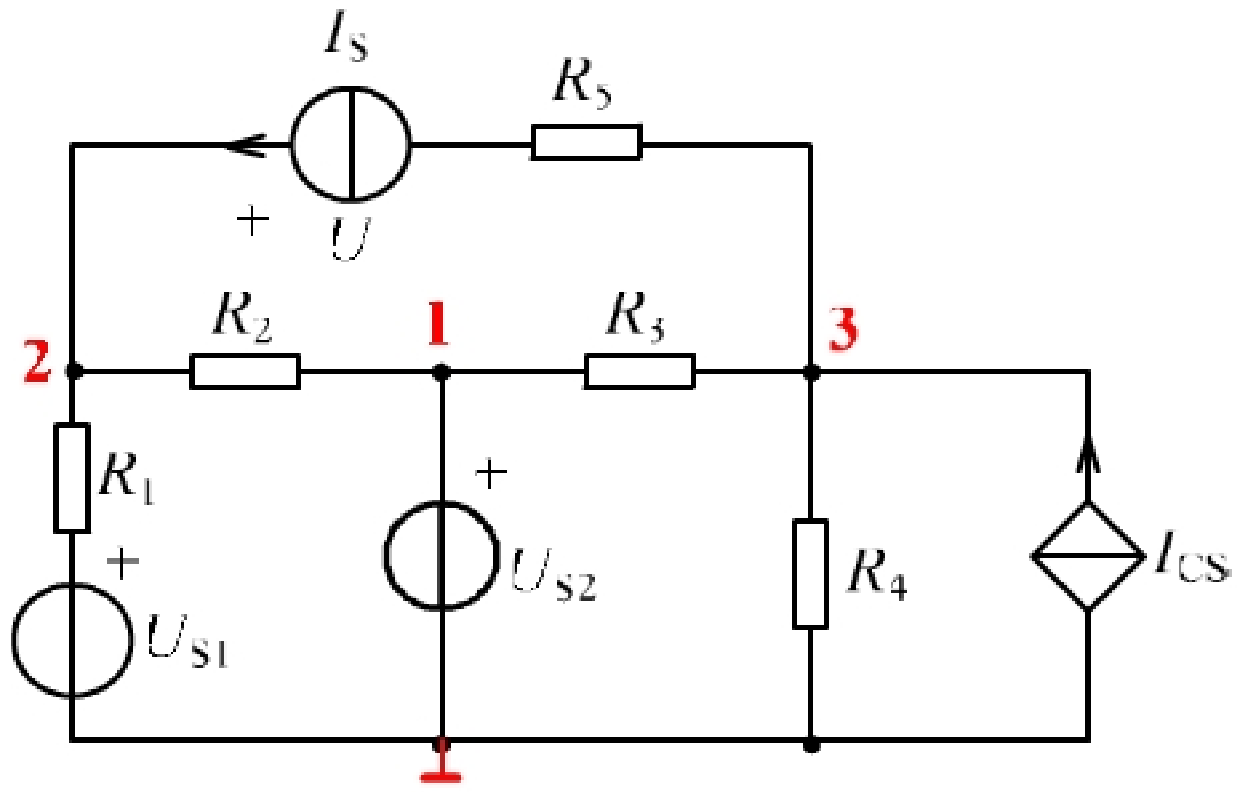
2007-1（18 分）直流电路如图，已知 $R_1=2\Omega$， $R_2=2\Omega$，$R_3=1\Omega$，$R_4=2\Omega$，$R_5=1\Omega$，$I_S=4\text{A}$， $U_{S1}=8\text{V}$， $U_{S2}=4\text{V}$， 电压控制电流源 $I_{CS}=2U$ 。求各独立电源供出的功率。



答案：

$P_{US1}=-8\text{W}$;

$P_{US2}=-28\text{W}$;

$P_{IS}=24\text{W}$。

解法 1：用节点法。选参考点并设三个节点电压 U_1 、U_2 和 U_3（见图），有 $U_1=U_{S2}=4\text{V}$ 。可列如下方程组

$$\begin{cases}(\frac{1}{2}+\frac{1}{2})U_2-\frac{1}{2}\times4=4+\frac{8}{2}\\(1+\frac{1}{2})U_3-4=-4+2U\\U=U_2-U_3+1\times4\end{cases}$$

解得 $U_2=10\text{V}$， $U_3=8\text{V}$， $U=6\text{V}$ 。

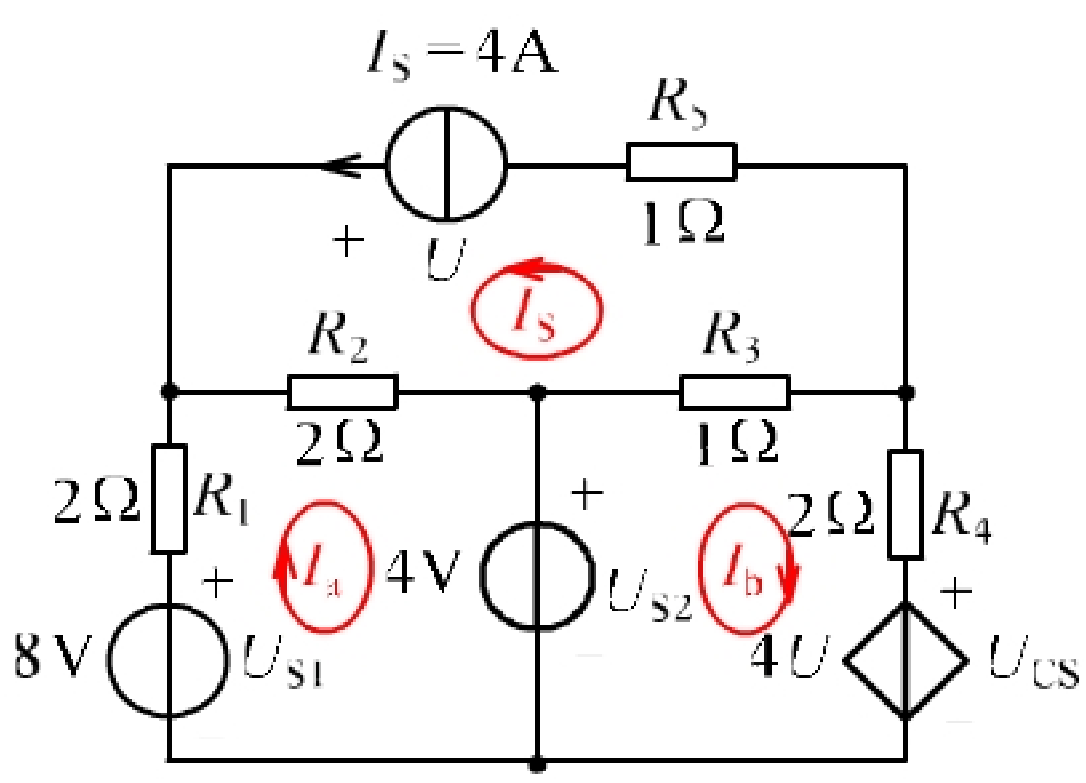
最后得：

$$P_{US1}=U_{S1}(\frac{U_{S1}-U_2}{R_1})=8\times(\frac{8-10}{2})=-8\text{W}\ ;$$

$$P_{US2}=U_{S2}(\frac{U_{S2}-U_2}{R_1}+\frac{U_{S2}-U_3}{R_3})=4\times(\frac{4-10}{2}+\frac{4-8}{1})=-28\text{W}\ ;$$

$P_{IS}=I_SU=4\times6=24\text{W}$ 。

解法 2：用回路法。用非理想受控电源间的等效变换，将已知电路化简为下图，并在此图中选三个网孔电流分别为 I_S 、I_a 和 I_b，可有如下方程组。



$$\begin{cases}(2+2)I_a+2\times4=8-4\\(1+2)I_b+1\times4=4-4U\\U=2(4+I_a)+(4+I_b)+4\end{cases}$$

解得：

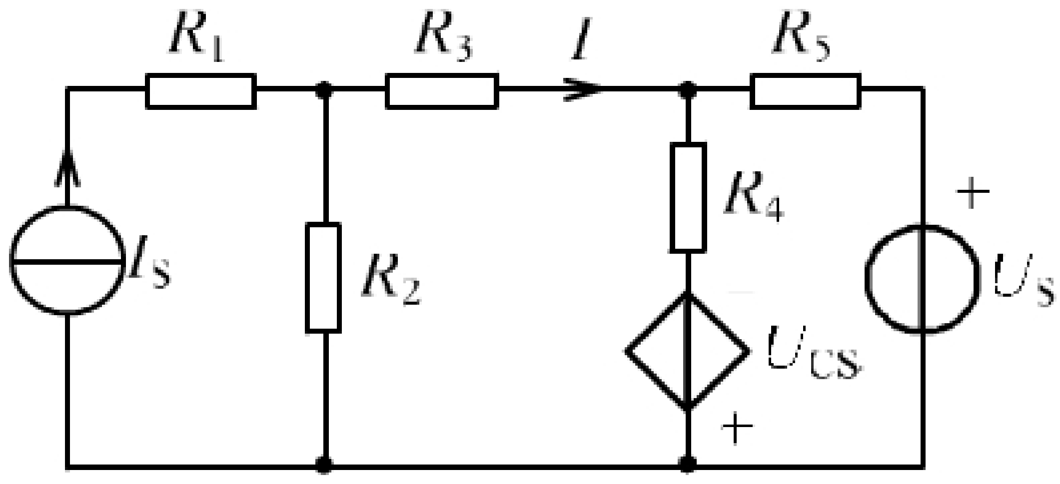
$I_a=-1\text{A}$，$I_b=-8\text{A}$， $U=6\text{V}$ 。

最后得： $P_{US1}=U_{S1}I_a=8\times(-1)=-8\text{W}$;

$$P_{US2}=U_{S2}(I_b-I_a)=4\times(-8+1)=-28\text{W}\ ;$$

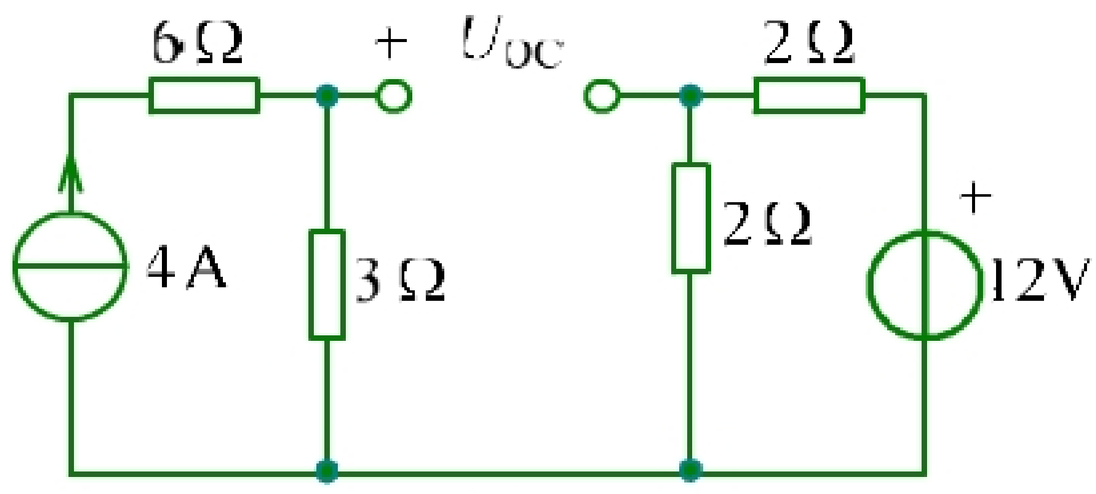
$$P_{IS} = I_S U = 4\times 6 = 24\,\mathrm{W}$$ 。

2007-2 （18 分）直流电路如图，已知 $R_1 = 6\Omega$， $R_2 = 3\Omega$， $R_3 = 2\Omega$， $R_4 = 2\Omega$， $R_5 = 2\Omega$， $I_S = 4\,\mathrm{A}$， $U_S = 12\,\mathrm{V}$，电流控制电压源 $U_{CS} = 4I$ 。用戴维南定理求电流 I 。



答案：
$I = 1.5\mathrm{A}$。

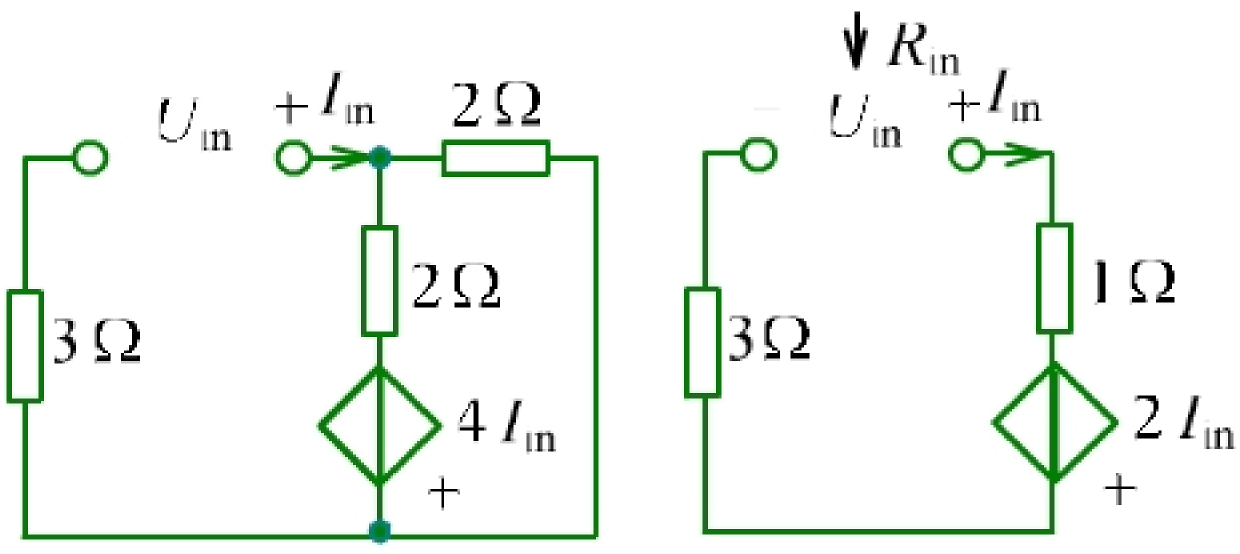
解：将电阻 R_3 去掉而开路，由于控制变量 I 消失，则电流控制电压源 U_{CS} 随之为零。开路后的电路为下图(a)。得开路电压为



(a)

$$U_{OC} = 3\times 4 - \frac{12}{2+2}\times 2 = 6\,\mathrm{V}$$

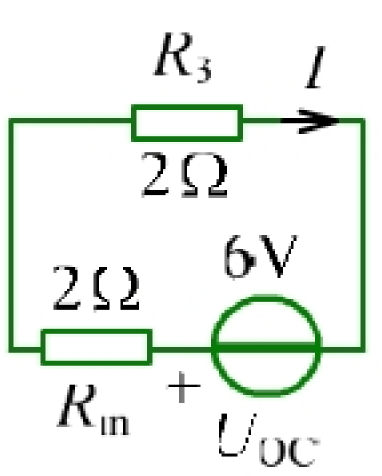
求入端电阻的电路为图（b），此图可化简为图（c）。在端口处依关联方向设电压 U_{in} 和电流 I_{in}，则电流控制电压源为一个“-2Ω”电阻。可得入端电阻为



(b) (c)

$$R_{in} = 3 + 1 - 2 = 2\Omega$$

原电路的等效电路为图（d）



(d)

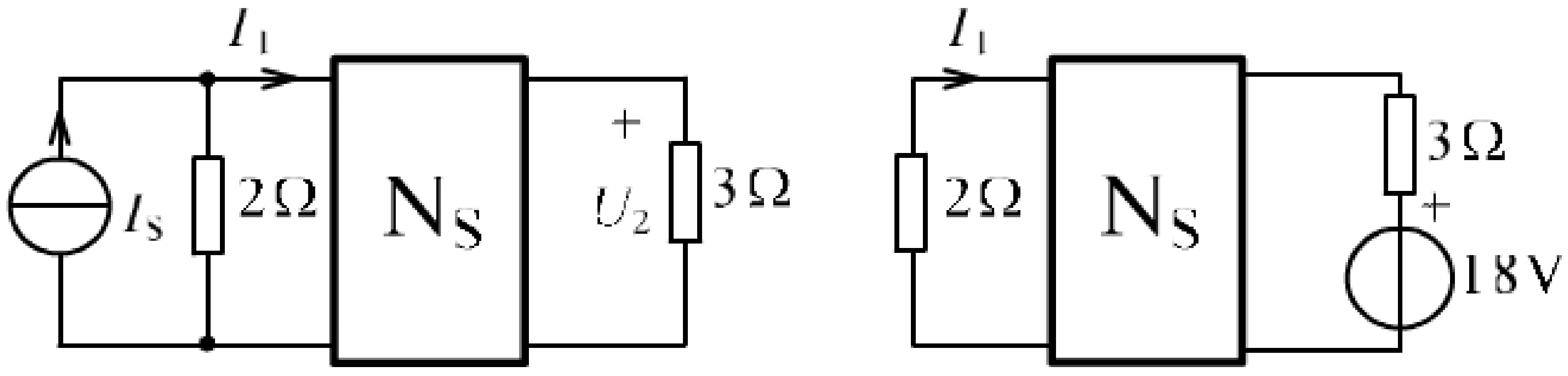
最后得

$$I = \frac{6}{2+2} = 1.5\,\mathrm{A}$$

2007-3 （12 分）图示 N_S 为线性含源电阻网络，外接电路如图(a)所示，当 $I_S = 4\,\mathrm{A}$ 时， $I_1 = 1\mathrm{A}$， $U_2 = 6\mathrm{V}$；当 $I_S = 16\,\mathrm{A}$ 时， $I_1 = 7\,\mathrm{A}$， $U_2 = 18\,\mathrm{V}$ 。求：

1. $I_S=0$时，U_2等于多少？

2. 若外接电路换接如图（b）所示，则I_1等于多少？



(a) (b)

答案：

1. U_2=2V；

2. I_1= −4A。

解：1. 在图（a）电路中，有如下线性关系

$$U_2 = KI_S + K_{NS}$$

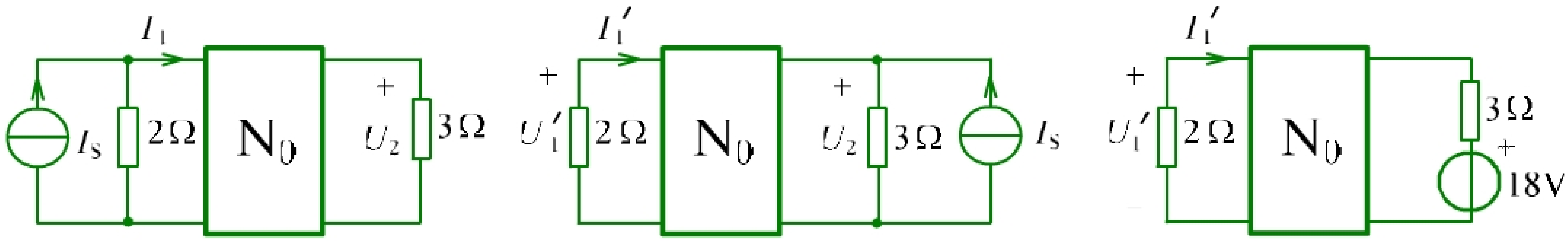
由已知条件可有如下方程组

$$\begin{cases} 6 = 4K + K_{NS} \\ 18 = 16K + K_{NS} \end{cases}$$

解得　$K=1$，　$K_{NS}=2$，由此可得$I_S=0$时

$$U_2 = K_{NS} = 2\,\text{V}$$

2. 对图(a)电路，当N_S内部电源置零时为图（c）。



(c) (d) (e)

由第1问可得，当$I_S=4\,\text{A}$且N_S内部电源置零时，对图（c）电路有

$$U_2 = 4K = 4\,\text{V}$$

根据齐次性原理若$I_S=6\,\text{A}$，则有

$$U_2' = \frac{4\times 6}{4} = 6\,\text{V}$$

根据互易定理形式2图（c）可互易为图（d），此时$U_1'=6\,\text{V}$。当$I_S=6\,\text{A}$时，利用非理想电源间的等效变换可为图（e），此图即为当N_S内部电源置零时的图（b）电路，由此可得

$$I_1' = -\frac{6}{2} = -3\,\text{A}$$

当图（b）外接18V电源置零时的电路与图（a）外接I_S电源置零时的电路相同。在图（a）中有如下线性关系

$$I_1 = K'I_S + K_{NS}'$$

由已知条件可有如下方程组

$$\begin{cases} 1 = 4K' + K_{NS}' \\ 7 = 16K' + K_{NS}' \end{cases}$$

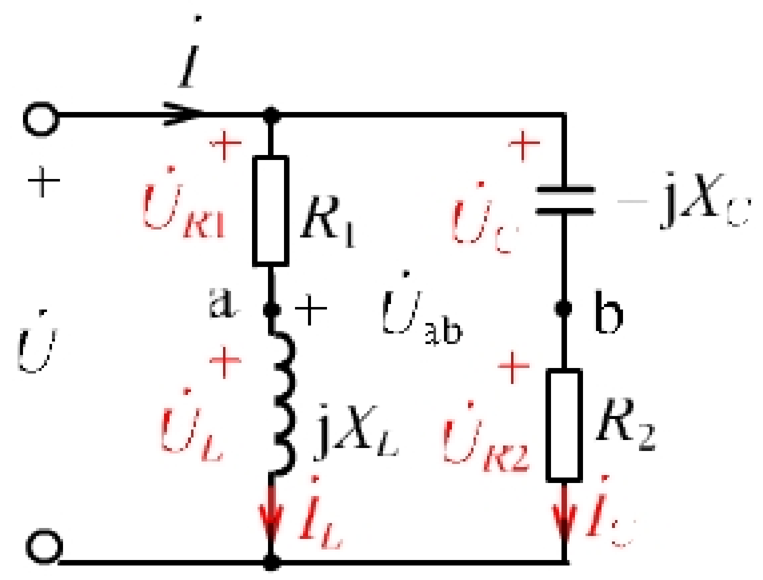
解得　$K'=0.5$,　$K'_{NS}=-1$，由此可得 $I_S=0$ 时

$$I''_1=K'_{NS}=-1\,\text{A}$$

根据叠加定理，最后得在图（b）电路中

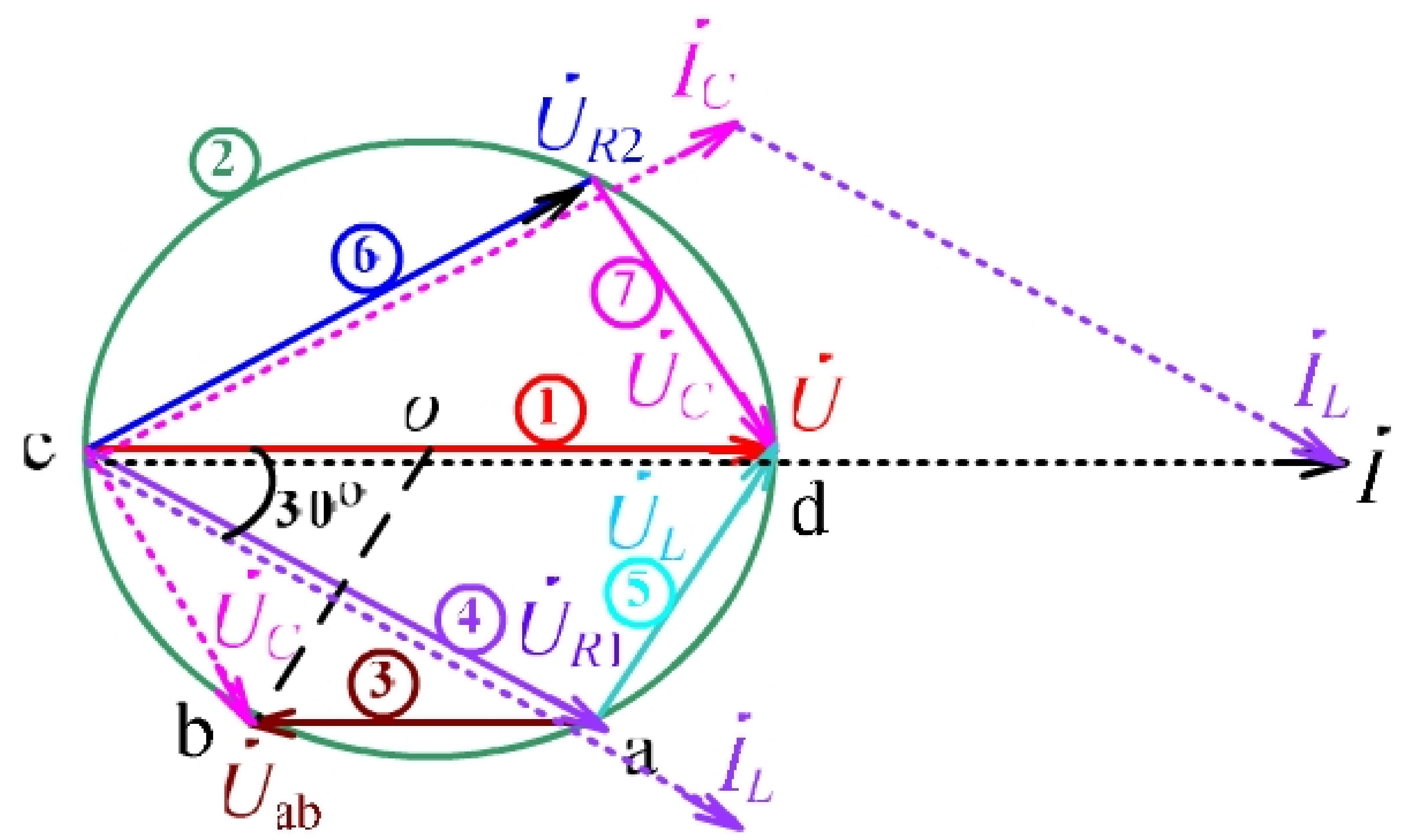
$$I=I'+I''_1=-3-1=-4\,\text{A}$$

2007-4（8 分）图示正弦交流电路，已知电源电压源 $\dot U=100\angle 0^\circ$ V，ab 两点间电压 $\dot U_{ab}=50\angle 180^\circ$ V，电路的有功功率 $P=50$ W，且 $\dot U,\dot I$ 同相。求 R_1、R_2、X_L 和 X_C 之值。



答案：
$R_1=R_2=300\Omega$，
$X_L=X_C=100\sqrt{3}\,\Omega=173\Omega$.

解法 1： 相量图解析法。在电路中设两个支路电流相量 $\dot I_L$ 和 $\dot I_C$，并设定各元件电压相量的参考方向（见上图）。选电源电压 $\dot U$ 为参考相量。依如下步骤画相量图。



①取长度为 100 的线段 cd 画参考向量 $\dot U$；

②以 cd 为直径画圆，圆心为 o；

③取长度为 50 的线段 ab，平行于线段 cd 置于下半圆内为弦，并与 $\dot U$ 反相为 $\dot U_{ab}$；

④连接 ca 两点得相量 $\dot U_{R1}$；

⑤连接 ad 两点得相量 $\dot U_L$；

⑥以 c 点为起点，在上半圆内做与 ca 线段长度相等的弦得相量 $\dot U_{R2}$（因为 $\dot I_L+\dot I_C=\dot I$，$\dot I$ 与 $\dot U$ 同相,必然 $I_L=I_C$，且 $\dot I_{R1}$ 与 $\dot U_{R1}$，$\dot I_{R2}$ 与 $\dot U_{R2}$ 同相，则 $U_{R1}=U_{R2}$）；

⑦连接 $\dot U_{R2}$ 和 $\dot U$ 两相量顶端得相量 $\dot U_C$。

由相量图可知 $U_L=U_C=U_{ab}=50\,\text{V}$，$I_L=I_C$，则 $R_1=R_2$，$X_L=X_C$ 且有

$$U_{R1}=U_{R2}=U\cos 30^\circ=100\times\frac{\sqrt{3}}{2}=50\sqrt{3}\,\text{V}$$

由已知条件 $P=50\,\text{W}$ 可有

$$P=\frac{U_{R1}^2}{R_1}+\frac{U_{R2}^2}{R_2}=\frac{(50\sqrt{3})^2}{R_1}+\frac{(50\sqrt{3})^2}{R_1}=50\,\text{W}$$

解得

$$R_1=R_2=300\Omega$$

$$I_L=I_C=\frac{U_{R1}}{R_1}=\frac{50\sqrt{3}}{300}=\frac{\sqrt{3}}{6}\,\text{A}$$

可得

$$X_L=X_C=\frac{U_L}{I_L}=\frac{50}{\sqrt{3}/6}=100\sqrt{3}\Omega=173\Omega$$

解法 2：参数分析法。电路的总阻抗为

$$\begin{aligned}Z&=\frac{(R_1+\mathrm{j}X_L)(R_2-\mathrm{j}X_C)}{(R_1+\mathrm{j}X_L)+(R_2-\mathrm{j}X_C)}\\&=\frac{(R_1R_2+X_LX_C)+\mathrm{j}(R_2X_L-R_1X_C)}{(R_1+R_2)+\mathrm{j}(X_L-X_C)}\\&=\frac{[(R_1R_2+X_LX_C)+\mathrm{j}(R_2X_L-R_1X_C)]((R_1+R_2)-\mathrm{j}(X_L-X_C)}{(R_1+R_2)^2+(X_L-X_C)^2}\\&=\frac{(R_1R_2+X_LX_C)(R_1+R_2)+(R_2X_L-R_1X_C)(X_L-X_C)}{(R_1+R_2)^2+(X_L-X_C)^2}+\\&\mathrm{j}\frac{(R_2X_L-R_1X_C)(R_1+R_2)-(R_1R_2+X_LX_C)(X_L-X_C)}{(R_1+R_2)^2+(X_L-X_C)^2}\end{aligned}$$

其虚部为

$$\frac{(R_2X_L-R_1X_C)(R_1+R_2)-(R_1R_2+X_L\mathrm{X}_C)(X_L-\mathrm{X}_C)}{(R_1+R_2)^2+(X_L-X_C)^2}$$

由已知条件得知虚部为零，即

$$(R_2X_L-R_1X_C)(R_1+R_2)-(R_1R_2+X_L\mathrm{X}_C)(X_L-\mathrm{X}_C)=0$$

即

$$(R_2X_L-R_1X_C)(R_1+R_2)=(R_1R_2+X_LX_C)(X_L-X_C)\cdots\cdots\cdots\text{（1）}$$

由电路得

$$\dot{U}_{\text{ab}}=\frac{100\angle 0^\circ}{R_1+\mathrm{j}X_L}\mathrm{j}X_L-\frac{100\angle 0^\circ}{R_2-\mathrm{j}X_C}R_2=50\angle-180^\circ$$

即有

$$\frac{\mathrm{j}X_L}{R_1+\mathrm{j}X_L}-\frac{R_2}{R_2-\mathrm{j}X_C}=-\frac{1}{2}$$

即

$$\frac{\mathrm{j}X_L(R_2-\mathrm{j}X_C)-R_2(R_1+\mathrm{j}X_L)}{(R_1+\mathrm{j}X_L)(R_2-\mathrm{j}X_C)}=-\frac{1}{2}$$

即

$$\frac{X_LX_C-R_2R_1}{(R_1+\mathrm{j}X_L)(R_2-\mathrm{j}X_C)}=-\frac{1}{2}$$

即

$$2R_2R_1-2X_LX_C=R_2R_1+\mathrm{j}R_2X_L-\mathrm{j}R_1X_C+X_LX_C$$

即

$$(R_2R_1-3X_LX_C)-\mathrm{j}(R_2X_L-R_1X_C)=0$$

则有

$$R_2R_1-3X_LX_C=0\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

$$R_2X_L-R_1X_C=0\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

将（3）式代人（1）式，因为$(R_1R_2+X_LX_C)$不可能为零，则有$X_L-\mathrm{X}_C=0$，即$X_L=X_C=X$，将此关系代人（3）式又可得$R_1=R_2=R$ 。

由已知条件可有

$$P=(\frac{100}{\sqrt{R^2+X^2}})^2R+(\frac{100}{\sqrt{R^2+X^2}})^2R=50$$

即有

$$R(\frac{100^2}{R^2+X^2})=25\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

由（2）式可有$R^2-3X^2=0$即$X=R/\sqrt{3}$（不考虑开方后的负值），将此关系代人（4）式可有

$$R(\frac{100^2}{R^2+\frac{R^2}{3}})=25$$

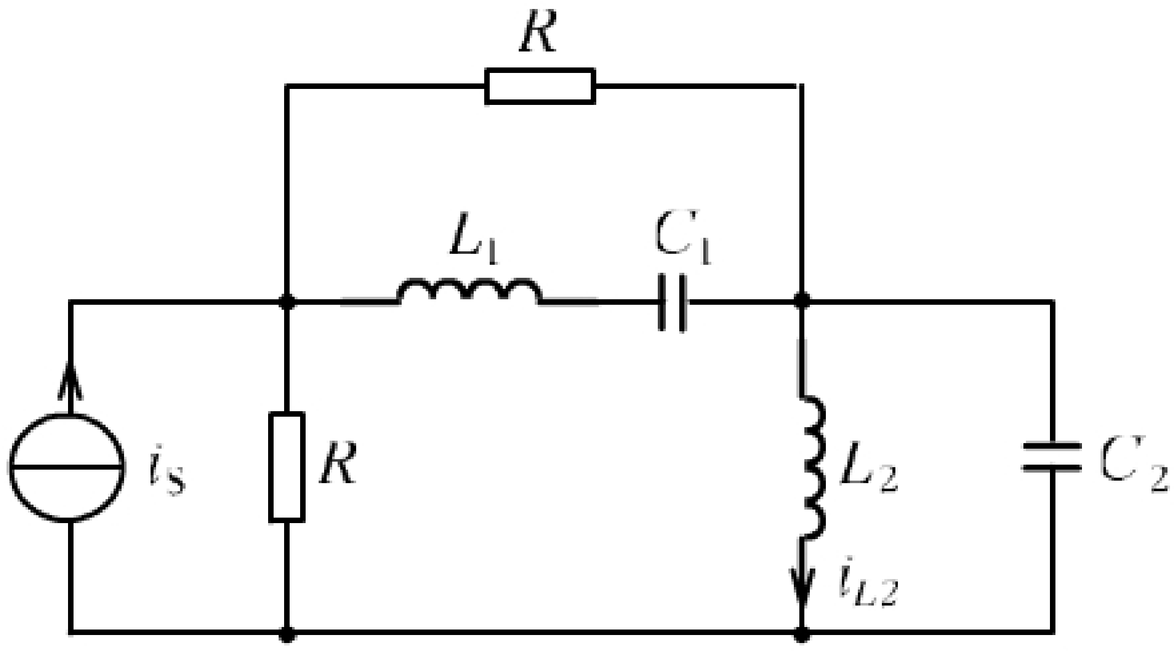
最后解得

$$R_1=R_2=R=300\Omega$$

$$X_L=X_C=X=100\sqrt{3}\ \Omega=173\Omega$$

2007-5 (16 分) 图示非正弦周期电流电路，已知，$R_1=40\Omega$，$\omega L_1=10\Omega$，

$\frac{1}{\omega C_1}=10\Omega$，$\omega L_2=30\Omega$，$\frac{1}{\omega C_2}=120\Omega$，$i_S=2+6\sqrt{2}\sin(\omega t-45^\circ)+1.5\sqrt{2}\sin 2\omega t$ A。求电感电流i_{L2}及其有效值I_{L2} 。



答案：
$i_{L2}=1+8\sin(\omega t-90^\circ)+\sqrt{2}\sin(2\omega t-90^\circ)$ A；$I_{L2}=\sqrt{34}=5.83$A。

解：直流分量

$$I_{L2}^{(0)}=\frac{I_S^{(0)}}{2}1\text{ A}$$

基波分量：$\omega L_1=\frac{1}{\omega C_1}$，$C_1$ 、L_1串联谐振。

$$\dot{I}_S^{(1)}=6\angle-45^\circ\text{ A}$$

C_2 ，L_2 并联复阻抗为

$$Z==\frac{j30\times(-j120)}{j30-j120}=j40\Omega$$

$$\dot{I}_{L2}^{(1)}=\frac{6\angle-45^\circ\times 40}{40+j40}\times\frac{-j120}{j30-j120}=\frac{240\angle-45^\circ}{40\sqrt{2}}\times\frac{4}{3}=4\sqrt{2}\angle-90^\circ\text{ A}$$

二次谐波分量：$2\omega L_1=\frac{1}{2\omega C_1}$，$C_2$ 、L_2 并联谐振。

$$\dot{I}_S^{(2)}=1.5\angle 0^\circ\text{ A}$$

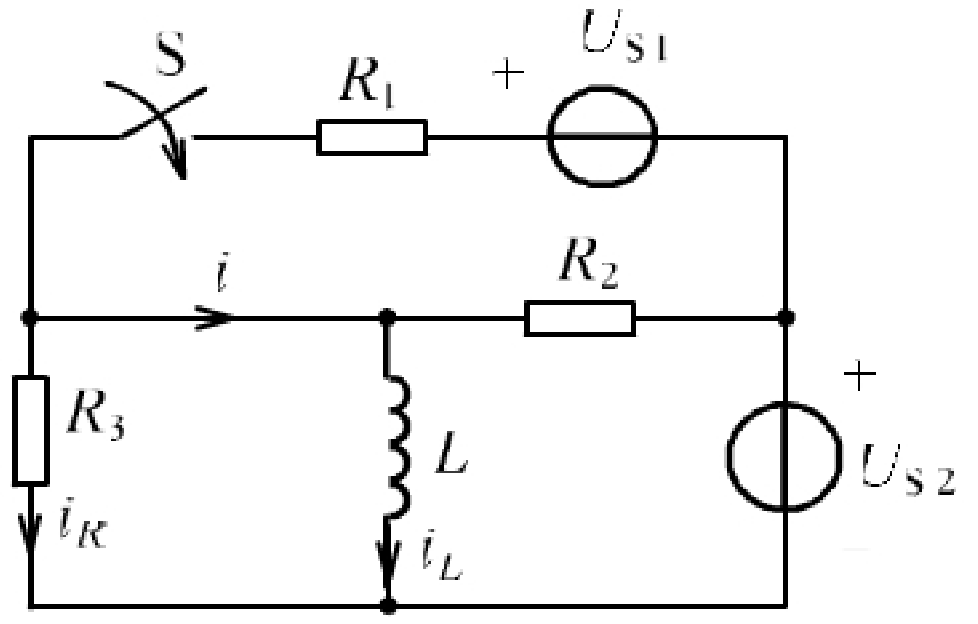
$$\dot{I}_{L2}=1.5\frac{40}{j60}=1\angle-90^\circ\text{ A}$$

最后得

$$i_{L2}=1+4\sqrt{2}\sin(\omega t-90^\circ)+\sqrt{2}\sin(2\omega t-90^\circ)\text{ A}$$

$$I_{L2}=\sqrt{1^2+(4\sqrt{2})^2+1^2}=\sqrt{34}=5.83\text{ A}$$

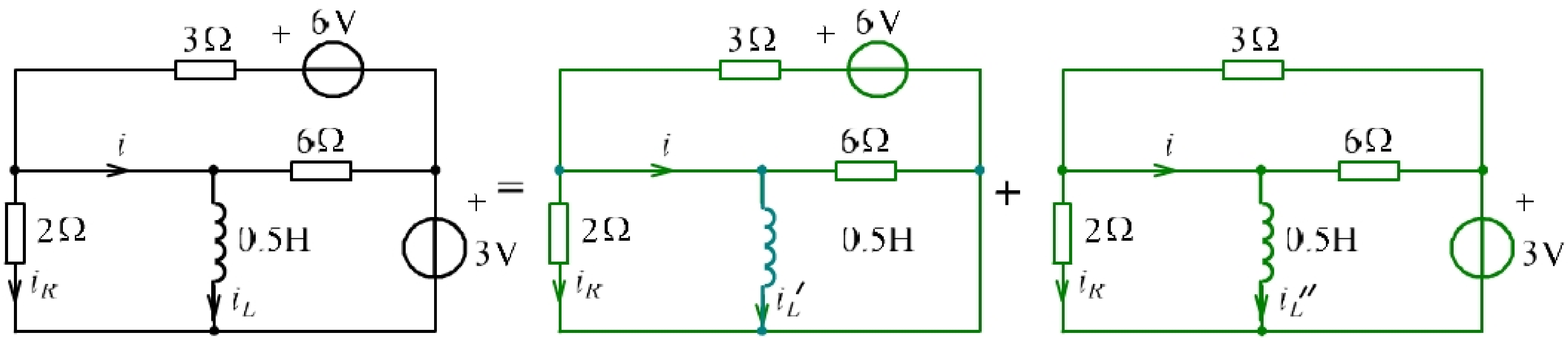
2007-6 (16 分) 电路如图，$R_1=3\Omega$，$R_2=6\Omega$ ，$R_3=2\Omega$，$L=0.5$H，，$U_{S1}=6$V，$U_{S2}=3$V。开关 S 闭合前电路已达稳态，t =0 时 S 闭合。求 S 闭合后 1. 电感电流 i_L（t）；2. R_3中电流 $i_R(t)$；3.电流 $i(t)$ 。



答案：
$i_L(t)=3.5-3e^{-2t}$A；
$i_R(t)=1.5e^{-2t}$A；
$i(t)=3-2.5e^{-2t}$A。

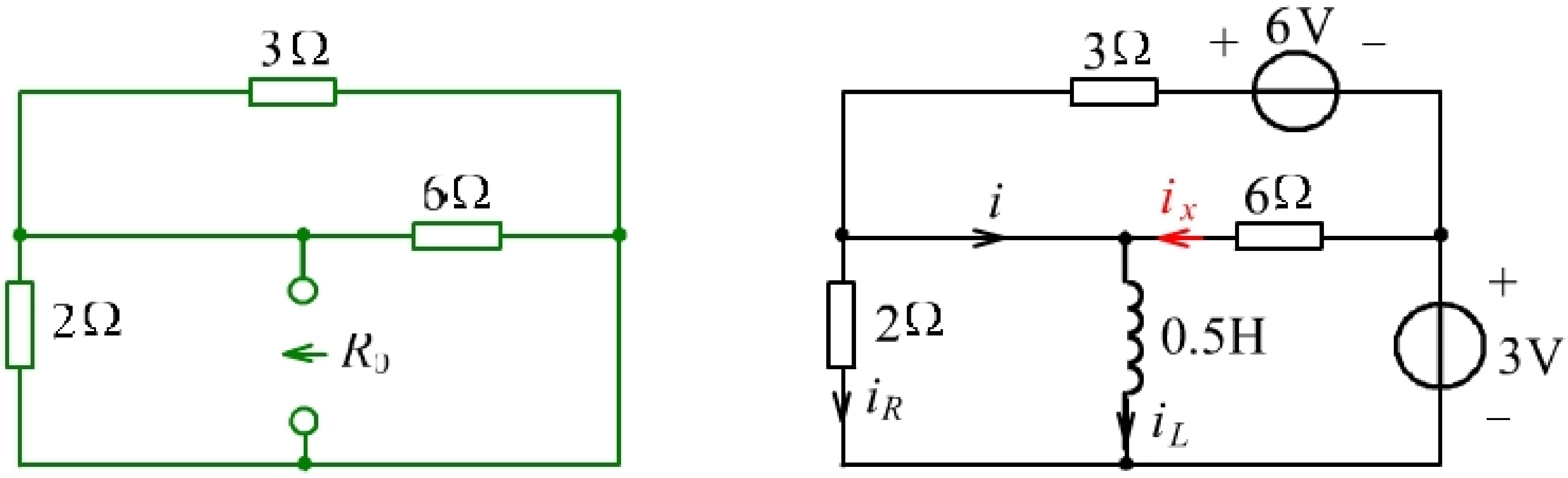
解： 用三要素法有

$$i_L(0_-)=\frac{U_{S2}}{R_2}=\frac{3}{6}=0.5\,\text{A}\quad,\qquad i_L(0_+)=i_L(0_-)=0.5\,\text{A}$$



根据叠加原理得

$$i_L(\infty)=\frac{6}{3}+\frac{3}{6\times3/6+3}=3.5\,\text{A}$$



$$R_0=\frac{1}{6}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}=1\Omega\quad,\qquad \tau=\frac{L}{R_0}=\frac{0.5}{1}=\frac{1}{2}\,\text{s}$$

最后得

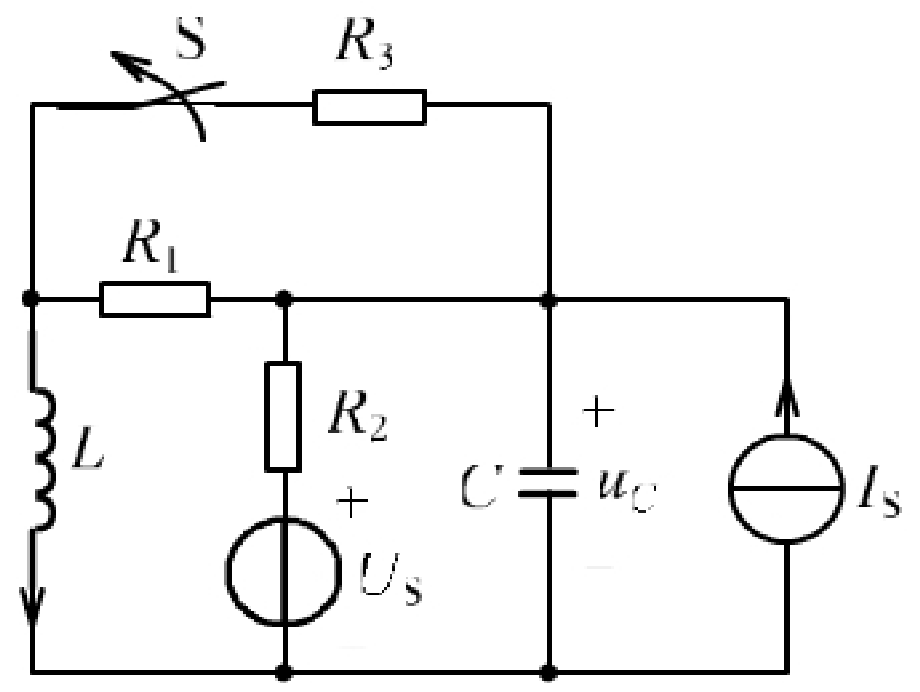
1. $i_L(t)=3.5+(0.5-3.5)e^{-2t}=3.5-3e^{-2t}\,\text{A}\quad(t\geq0)$

2. $i_R(t)=\dfrac{L(\mathrm{d}i_L(t)/\mathrm{d}t)}{R_3}=\dfrac{1}{2}\times0.5(-3)(-2)e^{-2t}=1.5e^{-2t}\,\text{A}\qquad(t\geq0)$

3. $i(t)=i_L(t)-i_x(t)=3.5+(0.5-3.5)e^{-2t}-\dfrac{3-L[\mathrm{d}i_L(t)/\mathrm{d}t]}{6}$

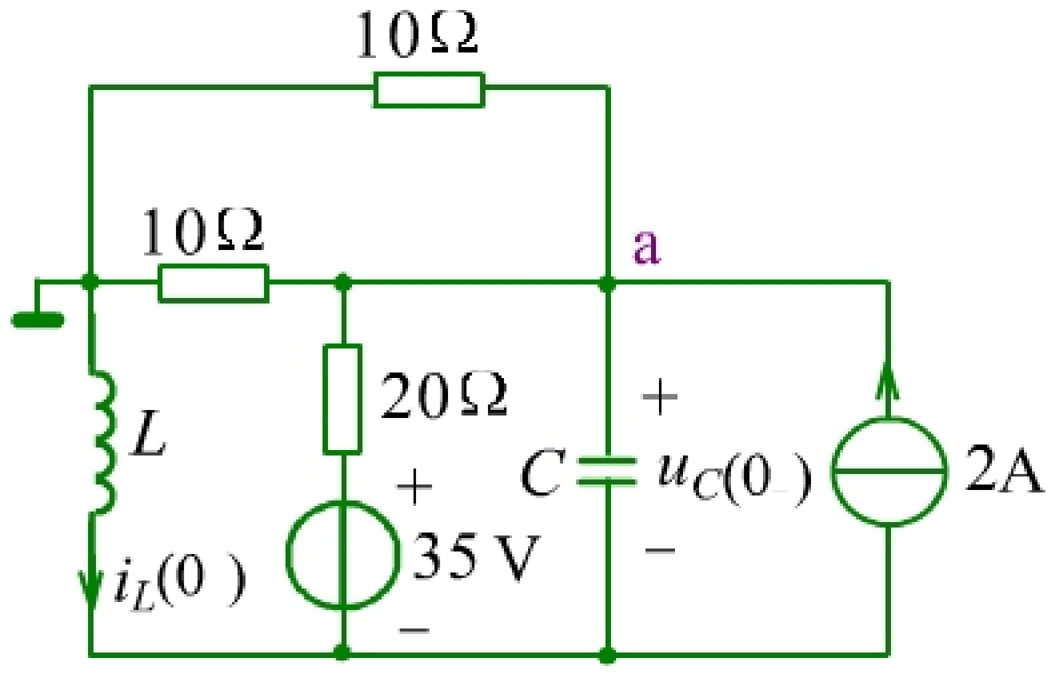
$$=3.5-0.5-3e^{-2t}+0.5e^{-2t}=3-2.5e^{-2t}\,\text{A}\quad(t\geq0)$$

2007-7 (16 分)电路如图，已知 $R_1=10\Omega$，$R_2=20\Omega$，$R_3=10\Omega$，$L=1\text{H}$，$C=0.05\text{F}$，$U_S=35\text{V}$，$I_S=2\text{A}$。开关 S 打开前电路以达稳态，$t=0$ 时 S 打开。求 S 打开后电容电压 $u_C(t)$。



答案：
$u_C(t)=25-60e^{\ 5t}+50e^{\ 6t}$ A $(t\geq0)$

解： 换路前的电路为下图。由节点电压法有如下方程。



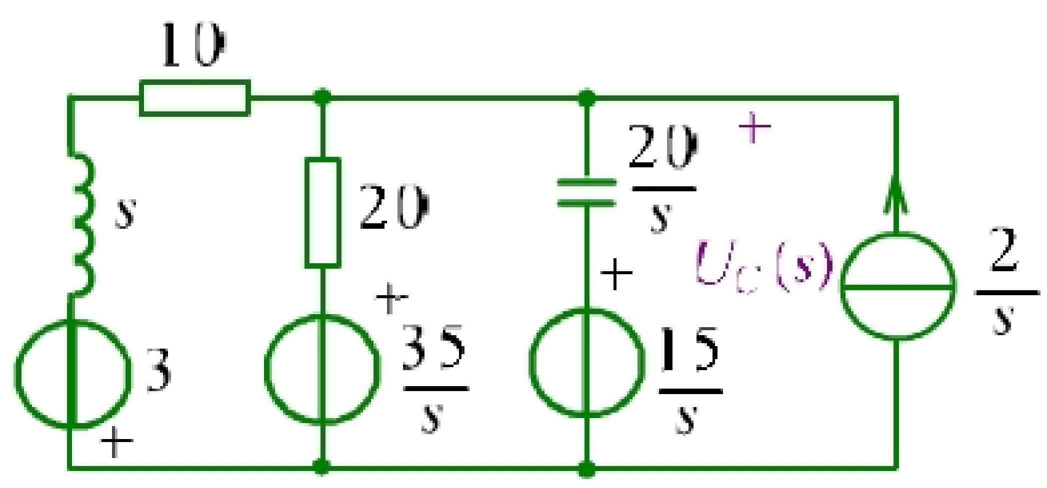
解得 $U_a=15\,\text{V}$

$$i_L(0_-)=\frac{U_a}{5}=3\,\text{A}$$

$$u_C(0_-)=U_a=15\,\text{V}$$

$$\left(\frac{1}{10}+\frac{1}{10}+\frac{1}{20}\right)U_a=\frac{35}{20}+2$$

换路后的运算电路为下图。



$$U_C(s)=\frac{\frac{35}{s}\times\frac{1}{20}-\frac{3}{s+10}+\frac{15}{s}\times\frac{s}{20}+\frac{2}{s}}{\frac{1}{s+10}+\frac{1}{20}+\frac{s}{20}}=\frac{15s^2+165s+750}{s(s^2+11s+30)}=\frac{15s^2+165s+750}{s(s+5)(s+6)}$$

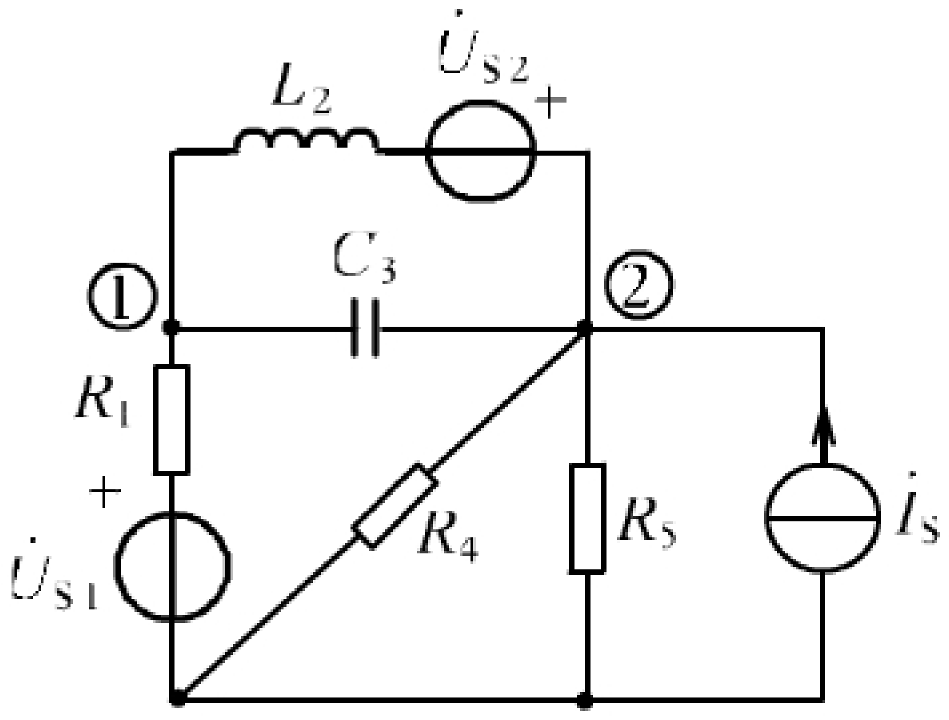
$$=\frac{25}{s}-\frac{60}{s+5}+\frac{50}{s+6}$$

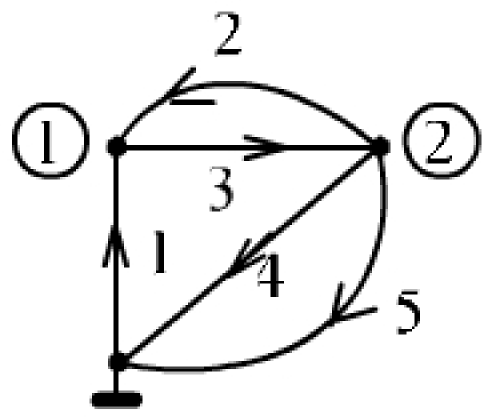
最后得

$$u_C(t)=25-60\,e^{-5t}+50\,e^{-6t}\,\text{V}\qquad(t\geq0)$$

2007-8 (16 分) 正弦交流电路及其有向图如图所示，电源角频率为ω。

1. 选支路 1 ，4 为树，写出基本回路矩阵$[B_f]$和基本割集矩阵 ；
2. 写出降阶节点关联矩阵$[A]$；
3. 求节点导纳矩阵$[Y_n]$；
4. 写出该电路的节点电压方程的 矩阵形式。





答案：(见题解)

解：

1.
$$[B_f]=\begin{array}{c}\begin{matrix}1 & 2 & 3 & 4 & 5\end{matrix}\\ \begin{bmatrix}-1 & 1 & 0 & -1 & 0\\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1\end{bmatrix}\end{array},$$

$$[Q_f]=\begin{array}{c}\begin{matrix}1 & 2 & 3 & 4 & 5\end{matrix}\\ \begin{bmatrix}1 & 1 & -1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & -1 & 1 & 1\end{bmatrix}\end{array}$$

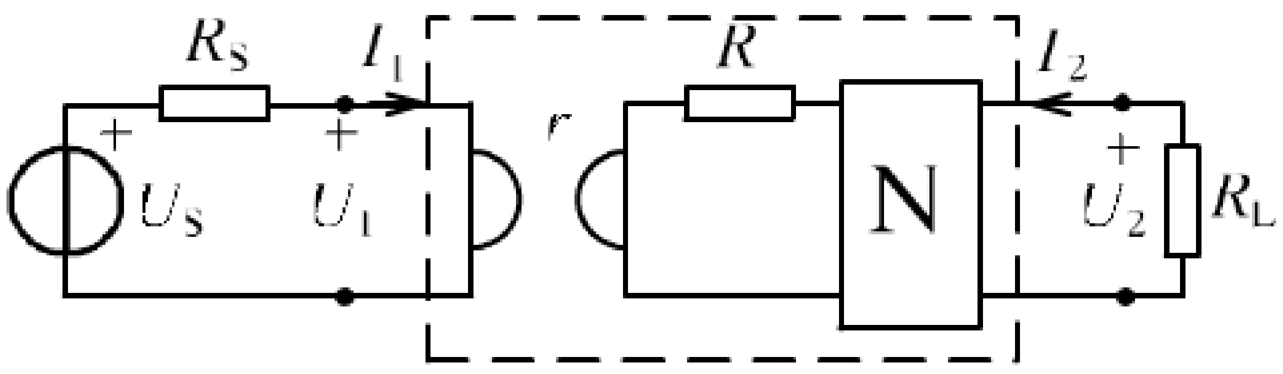
2.

$$[A]=\begin{array}{c}\begin{matrix}1 & 2 & 3 & 4 & 5\end{matrix}\\ \begin{bmatrix}-1 & -1 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & -1 & 1 & 1\end{bmatrix}\end{array}$$

3. $$[Y_n]=\begin{bmatrix}\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L_2}+\mathrm{j}\omega C_3 & -(\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L_2}+\mathrm{j}\omega C_3)\\ -(\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L_2}+\mathrm{j}\omega C_3) & \dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L_2}+\mathrm{j}\omega C_3+\dfrac{1}{R_4}+\dfrac{1}{R_5}\end{bmatrix}$$

4. $$[Y_n][U_n]=\begin{bmatrix}\dfrac{\dot{U}_{S1}}{R_1}-\dfrac{\dot{U}_{S2}}{\mathrm{j}\omega L_2}\\ \dot{I}_S+\dfrac{\dot{U}_{S2}}{\mathrm{j}\omega L_2}\end{bmatrix}$$

2007-9(16 分) 已知图中虚线所示二端口的传输参数矩阵为$[T]=\begin{bmatrix}15 & 5\\ 6 & 2\end{bmatrix}$，回转器的传输矩阵$[T_r]=\begin{bmatrix}0 & 5\\ 0.2 & 0\end{bmatrix}$，$R=5\Omega$，$U_S=30\,\mathrm{V}$，$R_S=2\Omega$，当$R_L=0$时，$I_2=-3\,\mathrm{A}$。求：1. 二端口 N 的传输参数矩阵$[T_N]$；2. R_L为何值时可获得最大功率？并求此最大功率 P_{max} ；3. 当R_L获得最大功率时 U_S供出多少功率？



答案：

1. $[T_N] = \begin{bmatrix} 15 & 5 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$；
2. $R_L = 1/3\ \Omega = 0.333\Omega$，$P_{max} = 0.75\text{W}$；
3. $P_{US} = 180\text{W}$。

解：1. 因为 $[R]=\begin{bmatrix} 1 & 5 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$，设 $[T_x]=[T_r][R]=\begin{bmatrix} 0 & 5 \\ 0.2 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 5 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 & 5 \\ 0.2 & 1 \end{bmatrix}$

根据级联关系，由已知条件有

$$[T]=[T_x][T_N]=\begin{bmatrix} 15 & 5 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}$$

可得

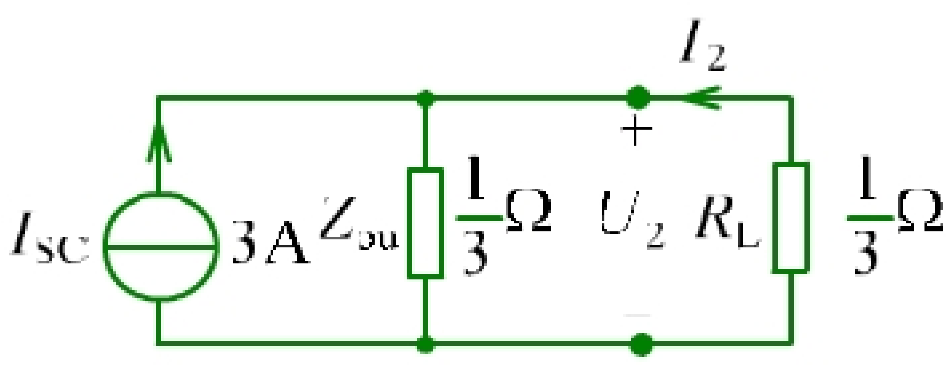
$$[T_N]=[T_x]^{-1}[T]=\begin{bmatrix} 0 & 5 \\ 0.2 & 1 \end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix} 15 & 5 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} -1 & 5 \\ 0.2 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 15 & 5 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 15 & 5 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

2. R_L 左侧的入端电祖为

$$R_{ou}=\frac{A_{22}R_S+A_{12}}{A_{21}R_S+A_{11}}=\frac{2\times 2.5+5}{6\times 2.5+15}=\frac{1}{3}\Omega$$

可得，当 $R_L=R_{ou}=1/3\ \ \Omega=0.333\ \Omega$ 时，R_L 获得最大功率。

由已知条件有当 $R_L=0$ 时，$I_2=-3\text{A}$，即短路电流 $I_{SC}=-I_2=3\text{A}$。当 R_L 获得最大功率时的等效电路为下图。



$$P_{maz}=(\frac{3}{2})^2\times\frac{1}{3}=\frac{3}{4}=0.75\text{W}$$

3. 当 R_L 获得最大功率时，由上图可得

可得 R_L 获得的最大功率为

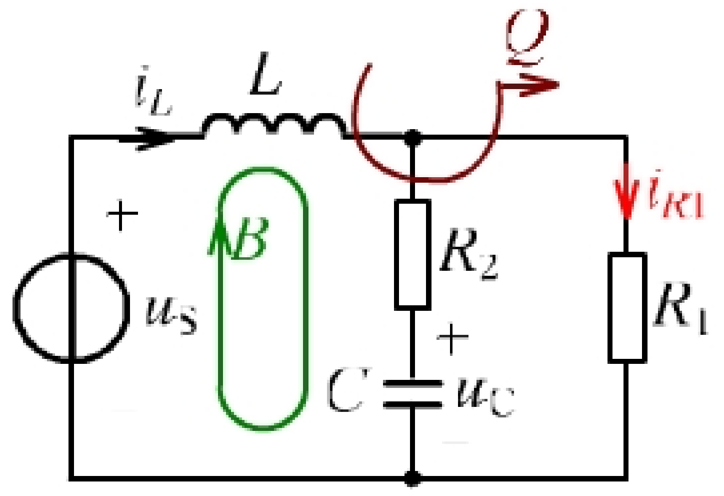
$$I_2=-1.5\text{A}\quad ,\quad U_2=(1/3)\times 1.5=0.5\text{V}$$

回到原电路中，根据传输方程可得

$$I_1=A_{21}U_2-A_{22}I_2=6\times 0.5-2(-1.5)=6\text{A}$$

最后得 $P_{US}=U_SI_1=30\times 6=180\text{W}$

2007-10（14 分）列出图示电路的状态方程的矩阵形式。



答案：

$$\begin{bmatrix} \dfrac{du_C}{dt} \\ \dfrac{di_L}{dt} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} -\dfrac{1}{C(R_1+R_2)} & \dfrac{R_1}{C(R_1+R_2)} \\ -\dfrac{R_1}{L(R_1+R_2)} & -\dfrac{R_1R_2}{L(R_1+R_2)} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u_C \\ i_L \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} 0 \\ \dfrac{1}{L} \end{bmatrix}u_S$$

解：选 u_C 和 i_L 为状态变量，设电流 i_{R1}，选回路 B 和割集 Q（见图）。有方程组

$$\begin{cases} C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}+i_{R1}-i_L=0 & (1)\\ L\dfrac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}+u_C+R_2C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}-u_S=0 & (2)\\ i_{R1}=\dfrac{1}{R_1}(R_2C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}+u_C) & (3)\end{cases}$$

将（3）式代人（1）式得

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}=-\frac{1}{C(R_1+R_2)}u_C+\frac{R_1}{C(R_1+R_2)}i_L \quad (4)$$

由（4）式代人（2）式得

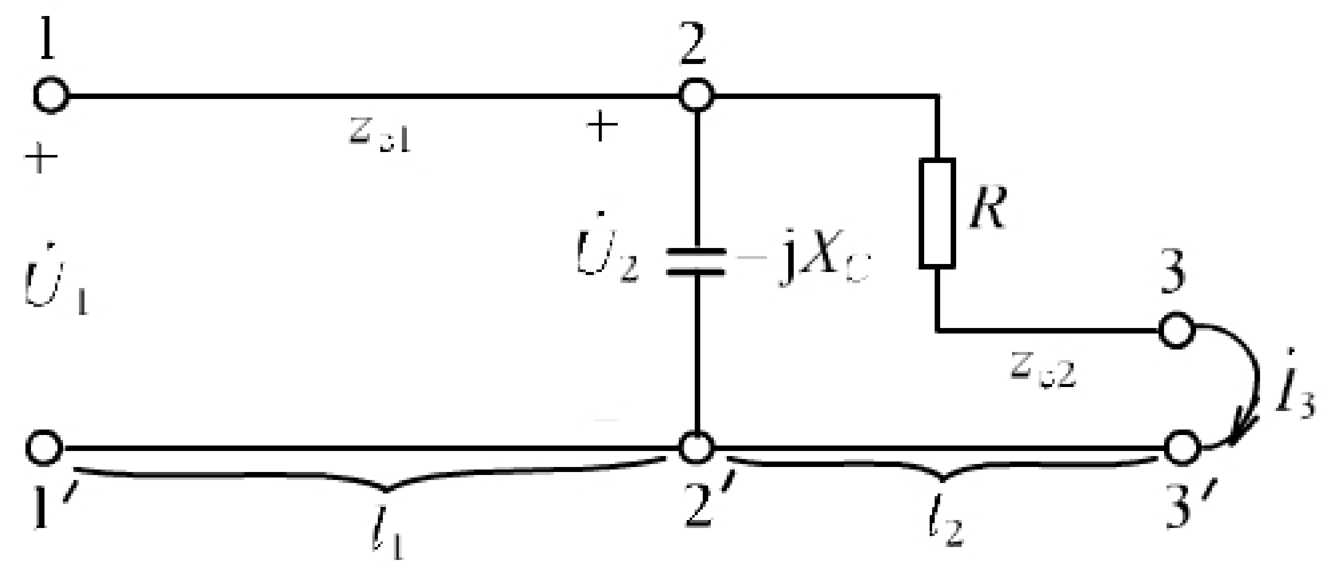
$$\frac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}=-\frac{R_1}{L(R_1+R_2)}u_C-\frac{R_1R_2}{L(R_1+R_2)}i_L+\frac{1}{L}u_S \quad (5)$$

由（4）式和（5）式最后得状态方程的矩阵形式为

$$\begin{bmatrix}\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}\\ \dfrac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-\dfrac{1}{C(R_1+R_2)} & \dfrac{R_1}{C(R_1+R_2)}\\ -\dfrac{R_1}{L(R_1+R_2)} & -\dfrac{R_1R_2}{L(R_1+R_2)}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_C\\ i_L\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0\\ \dfrac{1}{L}\end{bmatrix}u_S$$

2007-11(14 分) 电路如图，两条无损线通过集总参数电容和电阻相联，已知电阻 $R=100\Omega$,容抗 $X_C=200\Omega$，无损线波阻抗 $z_{c1}=400\Omega$ ，$z_{c2}=100\Omega$，两条无损线长分别为 $l_1=\dfrac{1}{4}\lambda$，$l_2=\dfrac{1}{8}\lambda$，始端电压 $\dot{U}_1=600\angle0^\circ\mathrm{V}$，终端 3—3´短路。求：

1. 从 1—1´端看入的入端阻抗 Z_{in} ；
2. 2—2´端电压 $\dot{U}_2$ ；
3. 终端短路电流 $\dot{I}_3$ 。



答案：
1. $Z_{in}=800\ \Omega$；
2. $\dot U_2=300\angle-90^\circ$ V；
3. $\dot I_3=3\angle 45^\circ$ A 。

解：

1. 因为终端 3—3´短路，从 2—2´端看入的线路入端阻抗为

$$Z_{2S}=\mathrm{j}z_{c2}\tan\alpha l=\mathrm{j}100\tan\frac{\pi}{4}=\mathrm{j}100\ \Omega$$

2—2´端接入总阻抗为

$$Z_{2-2'}=\frac{-\mathrm{j}X_C(R+Z_{2S})}{-\mathrm{j}X_C+R+Z_{2S}}=\frac{-\mathrm{j}200(100+\mathrm{j}100)}{-\mathrm{j}200+100+\mathrm{j}100}=200\angle0^\circ\ \Omega$$

可得从 1—1´端看入的入端阻抗为

$$Z_{in}=Z_{1-1'}=\frac{z_{c1}^2}{Z_{2-2'}}=\frac{400^2}{200}=800\Omega$$

2. 根据无损线方程可得 2—2´端电压为

$$\dot U_2=\frac{Z_{2-2'}\dot U_1}{Z_{2-2'}\cos\alpha l_1+\mathrm{j}z_{c1}\sin\alpha l_1}=\frac{600\angle0^\circ\times200\angle0^\circ}{\mathrm{j}400}=300\angle-90^\circ\ \mathrm{V}$$

3. 2—2´端处电流为

$$\dot I_3'=\frac{\dot U_2}{R+\mathrm{j}100}=\frac{300\angle-90^\circ}{100+\mathrm{j}100}=1.5\sqrt{2}\angle-45^\circ\ \mathrm{A}$$

因为终端 3—3´短路，最后可得

$$\dot I_3=\frac{\dot I_3}{\cos\alpha l_2}=\frac{1.5\sqrt{2}\angle-45^\circ}{\cos(\pi/4)}=3\angle-45^\circ\ \mathrm{A}$$