2023电路模拟答案

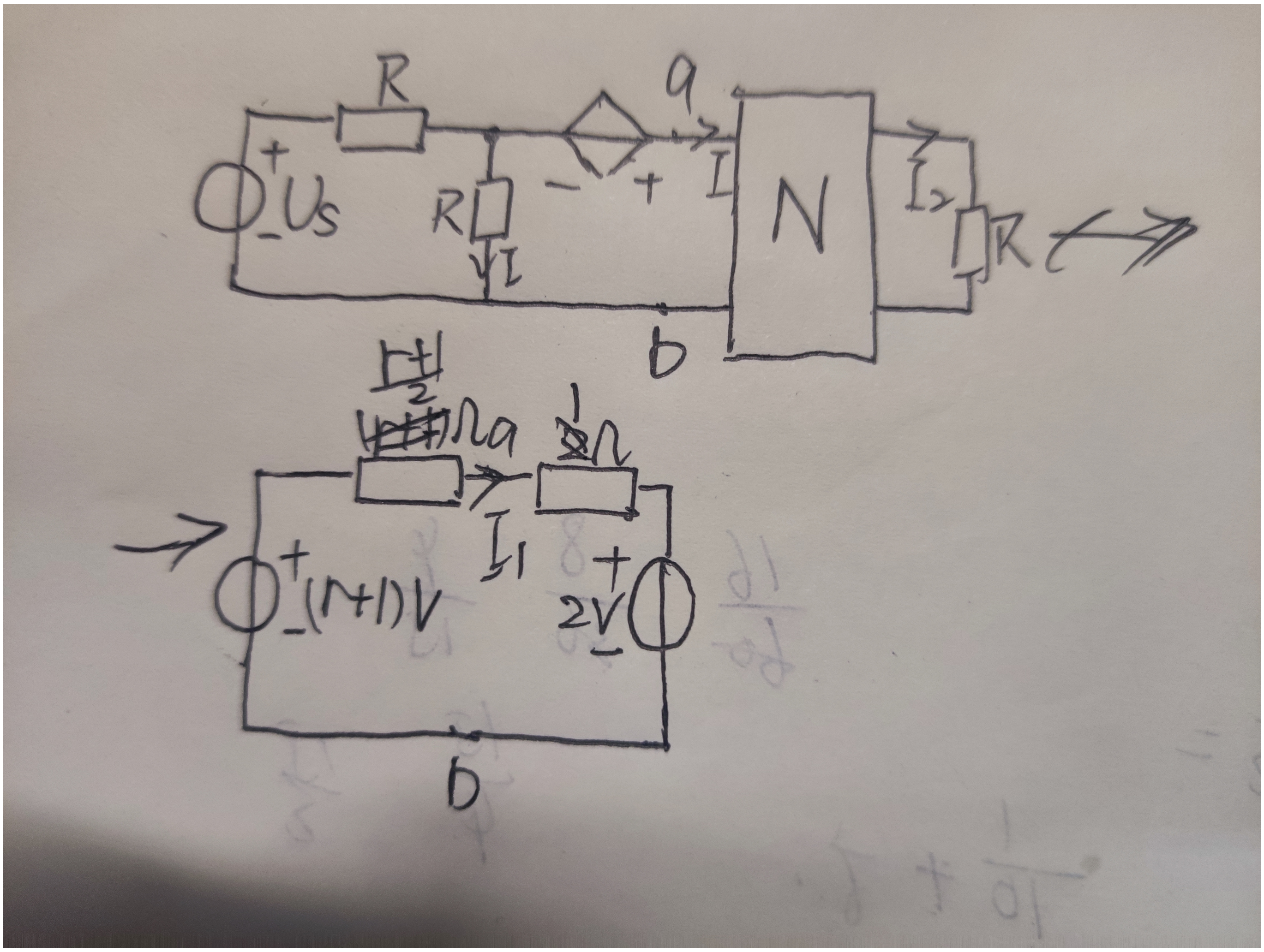
一.填空题

1. $\frac{15}{2}\Omega$

解析：从右往左分析中轴线，不难看出中轴线各节点电位相等。从右往左等效即可得出答案。

2. $2\mathrm{A}$

解析：由叠加定理可知 $I_2 = I_0 + kI_1$ 。对电路 ab 两侧分别进行戴维南等效，可得下图电路，$k=1.5, I_0=0.5\mathrm{A}$。则可得出答案。



3. 如下图所示

【解析】由虚短条件知：$i=\dfrac{u_S}{20\times10^3}=1.5\times10^{-4}e^{-5t}\varepsilon(t)$ ①

再由虚断条件知：$i=\dfrac{u_S-u_o}{R//C}$ ②

①②联立解得：$u_0=(e^{-5t}-e^{-2t})\varepsilon(t)V$。

4. 如下图所示

【答案】$u_C(t)=20-16e^{-10t}$

【解析】由全响应公式可知:

$$u_C(t)=u_C(\infty)+[u_C(0^+)-u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

所以

$$u_C(0^+)=4,\quad u_C(\infty)=10$$

当输入增加一倍时，则

$$u_C(\infty)=20$$

因此全响应为

$$u_C(t)=20+[4-20]e^{-10t}=20-16e^{-10t}$$

5. 如下图所示

图11-5

【答案】$\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{C_1+C_2}{C_1C_2(L_1+L_2+2M)}}$

【解析】L_1、L_2、C_1串联支路的等效电抗为：$X_{eq}=\omega(L_1+L_2+2M)-\dfrac{1}{\omega C_1}$则并联后的谐振有：$\omega(L_1+L_2+2M)-\dfrac{1}{\omega C_1}=\dfrac{1}{\omega C_2}$。解得：$\omega=\sqrt{\dfrac{C_1+C_2}{C_1C_2(L_1+L_2+2M)}}$，进一步有：$f_0=\dfrac{\omega}{2\pi}=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{C_1+C_2}{C_1C_2(L_1+L_2+2M)}}$。

二. 计算题

1. 如下图所示

解法一：戴维南定理

求$\frac{1}{5}\Omega$左侧电路的戴维南等效电路：将电阻开路，则$I_2=0$，那么$I_1=-0.2I_2=0$，易求得

$$U_1 = 5\times 4 = 20\text{V}$$

则开路电压为

$$U_{\text{OC}} = \frac{1}{5}U_1 = 4\text{V}$$

将电阻短路，则$U_2=0$，同时

$$U_1 = 5U_2 = 0$$

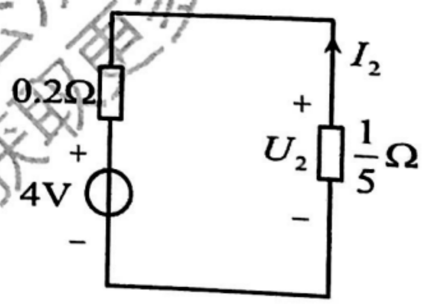
由KCL得$I_1=4\text{A}$，则短路电流为

$$I_{\text{SC}} = -\frac{1}{-0.2}I_1 = 20\text{A}$$

∴等效电阻

$$R_{\text{eq}} = U_{\text{OC}}/I_{\text{SC}} = 0.2\Omega$$

原电路等效为：



$$I_2 = \frac{-4}{0.2+0.2} = -10\text{A}$$

$\frac{1}{5}\Omega$电阻消耗的功率为

$$P = \frac{1}{5}I^2 = 20\text{W}$$

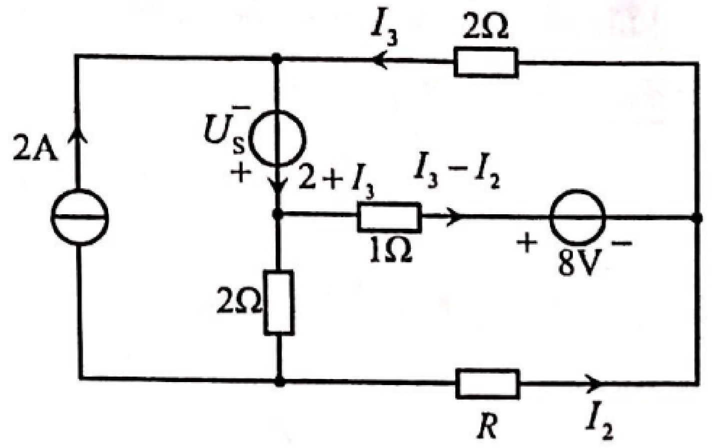
2. 如下图所示

解：由KVL方程得：

$$U_{\text{S}} + 2\times(-I_3) = I_3 - I_2 + 8$$

解得：

$$U_{\text{S}} = 16\text{V}$$



对右下回路应用KVL方程得：

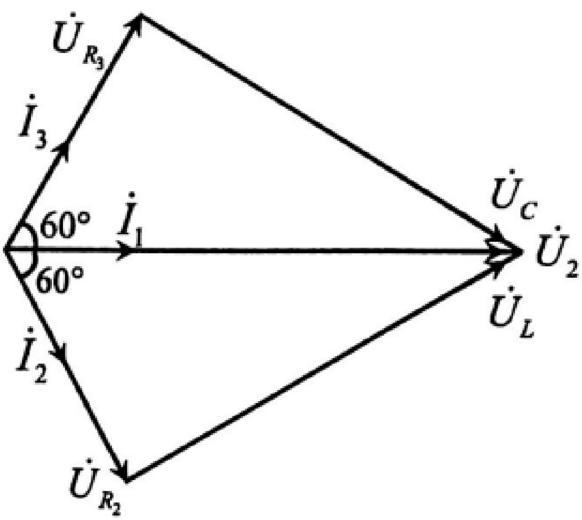
$$2[2+I_3-(I_3-I_2)]+RI_2=I_3-I_2+8$$

解得：

$$R=4\Omega$$

3.如下图所示

解：设并联部分的电压为$\dot{U}_2$,结合已知可得相量图如下：



由图知：$\dot{U}_2$，$\dot{I}_1$ 同相位，又 $\dot{U}=R_1\dot{I}_1+\dot{U}_2$

$\therefore \dot{U}$ 和 $\dot{I}_1$ 同相位。

由 $P=UI_1\cos\varphi=UI_1=120I_1=1200$

$$\therefore I_1=10\text{A}=I$$

又 $\because P=R_1I_1^2+R_2I_2^2+R_3I_3^2=4RI^2=1200$

$$\therefore R=3\Omega$$

结合向量图知：

$$\frac{U_C}{U_{R_3}}=\frac{\frac{1}{\omega C}I_3}{R_3I_3}=\frac{\frac{1}{\omega C}}{R_3}=\tan 60°=\sqrt{3}$$

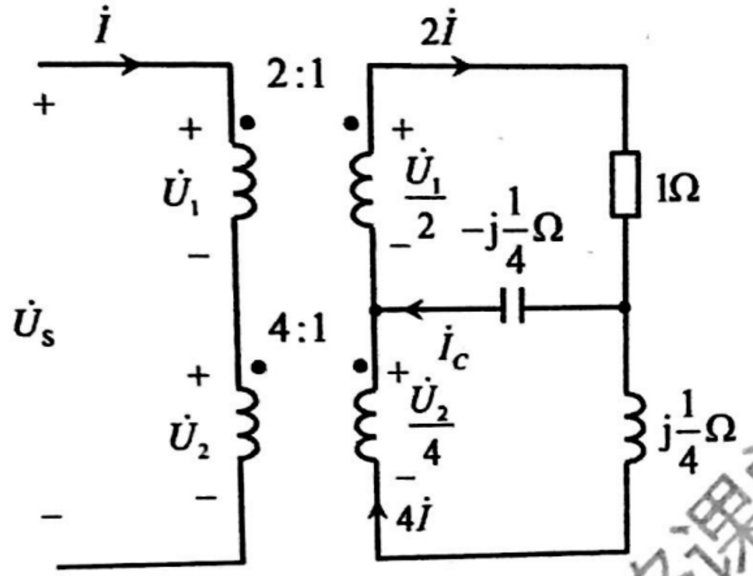
$$\therefore C=\frac{1}{\sqrt{3}R_3\omega}=\frac{1}{\sqrt{3}\times3\times314}=612.9\mu\text{F}$$

$$\frac{U_L}{U_{R_2}}=\frac{\omega LI_2}{R_2I_2}=\frac{\omega L}{R_2}=\tan 60°=\sqrt{3}$$

$$L=\frac{\sqrt{3}R_2}{\omega}=\frac{\sqrt{3}\times3}{314}=16.55\text{mH}$$

4.如下图所示

解：电路如下图所示



对网孔列写 KVL 方程，得：

$$\dot{U}_S=\dot{U}_1+\dot{U}_2=10\angle 0^\circ \mathrm{V}$$

$$\frac{\dot{U}_1}{2}=2\dot{I}+\mathrm{j}\frac{1}{4}\times 2\dot{I}$$

$$\frac{\dot{U}_2}{4}=-\mathrm{j}\frac{1}{4}\times 2\dot{I}+\mathrm{j}\frac{1}{4}\times 4\dot{I}$$

联立以上方程，解得：

$$\dot{I}=2\angle -36.87^\circ \mathrm{A}$$

$$\therefore Z_{in}=\frac{\dot{U}_S}{\dot{I}}=5\angle 36.87^\circ=4+\mathrm{j}3\Omega$$

$$P=U_S I\cos\varphi=10\times 2\times\cos 36.87^\circ=16\mathrm{W}$$

$$\dot{I}_C=-2\dot{I}=4\angle 143.13^\circ \mathrm{A}$$

5. 如下图所示

设三相电动机负载 Y 型连接，每相阻抗 $Z=R+\mathrm{j}X$，由功率因数为 0.8（滞后）知，

$$\frac{X}{R}=\frac{3}{4}$$

故

$$Z=R+\mathrm{j}\frac{3}{4}R$$

三相电动机的有功

$$P=20\times 0.8=16000\mathrm{W}$$

设 $\dot{U}_{\mathrm{A}}=220\angle 0°\mathrm{V}$，则

$$\dot{I}_{\mathrm{A}}=\frac{\dot{U}_{\mathrm{A}}}{Z_1+Z}=\frac{220\angle 0°}{0.1+R+\mathrm{j}\left(0.2+\frac{3}{4}R\right)}$$

三相电动机的有功

$$P=3\times I_{\mathrm{A}}{}^2\times R=3\times\frac{220^2}{(R+0.1)^2+\left(\frac{3}{4}R+0.2\right)^2}\times R=16000$$

解得：

$$R=5.48\Omega\text{ 或 }5.84\times 10^{-3}\Omega$$

$R=5.48\Omega$ 或 $5.84\times 10^{-3}\Omega$

（应舍去，参数一般不可能为毫欧级别，如果有这么小阻抗的电动机就不用研究超导了。一般三相电动机绕组直流电阻从零点几欧到几十欧不等，也可能几百欧，几千欧也有可能的）

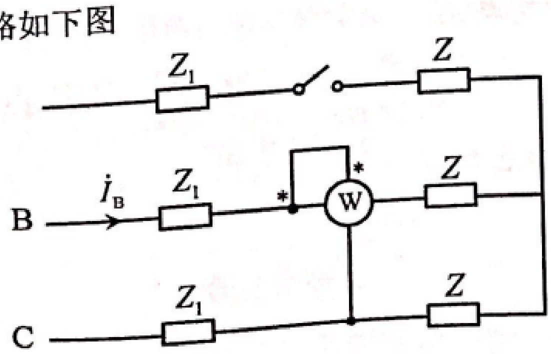
（1）

$$\therefore \dot{I}_{\mathrm{A'}}=\frac{\dot{U}_{\mathrm{A}}}{0.1+5.48+\mathrm{j}\left(0.2+\frac{3}{4}\times 5.48\right)}=31.20\angle -37.68°$$

$$\therefore \dot{U}_{\mathrm{A'}}=Z\dot{I}_{\mathrm{A'}}=\left(5.48+\mathrm{j}\frac{3}{4}\times 5.48\right)\times 31.20\angle -37.68°=213.72\angle -0.81°$$

$$\therefore U_{\mathrm{A'B'}}=\sqrt{3}U_{\mathrm{A'}}=370.17\mathrm{V}$$

（2）若将开关断开，电路如下图



由图知：

$$\dot{I}_{B}=\frac{\dot{U}_{BC}}{2Z_1+2Z}=\frac{380\angle-90^\circ}{2(0.1+j0.2+5.48+j4.11)}=26.95\angle-127.68^\circ$$

∴功率表读数

$$P_W=I_B{}^2\times R\times 2=7960.28\text{W}$$

6. 如下图所示

解：由电压 u 只含有直流分量和二次谐波分量，电流 i 只含有直流分量可知：

基波下，L_1，C_1 串联谐振；

二次谐波作用下，L_2 C_2 发生并联谐振，即：

$$(10^3)^2=\frac{1}{L_1C_1}=\frac{1}{L_1\times100\times10^{-6}}$$

$$(2\times10^3)^2=\frac{1}{L_2C_2}=\frac{1}{50\times10^{-3}\times C_2}$$

解得：

$$L_1=10\text{mH}，\ C_2=5\mu\text{F}$$

(2) ①直流电源作用下：

$$U_{(0)}=2\times5=10\text{V}，\ I_{(0)}=2\text{A}$$

②二次谐波分量作用下：

$$\dot{U}_{(2)}=(\text{j}\cdot2\times10^3\times L_1-\text{j}\frac{1}{2\times10^3\times C_1})\times1\angle-60^\circ=15\angle30^\circ\text{V}$$

综上：

$$i(t)=2\text{A}$$

$$u(t)=10+15\sqrt{2}\sin(2\times10^3t+30^\circ)\text{V}$$

(3)电流源发出的功率 P 为：

$$P=U_{(0)}I_{S(0)}+U_{(2)}\cdot I_{S(2)}\cdot\cos\varphi_2=10\times2+15\times1\times\cos(30^\circ+60^\circ)=20\text{W}$$

或由 $P=i^2R=20\text{W}$ 得出。

7. 如下图所示

12.

解：在图（a）中由响应形式知电路是一阶 RC 电路，$\tau=\frac{1}{10}\text{s}$，$C=\frac{1}{500}\text{F}$

由 $\tau=R_{\text{eq}}C\Rightarrow R_{\text{eq}}=50\Omega$

$\because C$ 的 0_+ 时刻和 L 的无穷时刻等效，C 的 ∞ 时刻和 L 的 0_+ 时刻等效

$\therefore$ 在图（b）中，把 C 换 L 后

$$u_2(0_+)=0.5\text{V}，\ u_2(\infty)=1\text{V}，\quad i_L(\infty)=\frac{u_C(\infty)}{R_{\text{eq}}}=\frac{1}{100}\text{A}，\ \tau=\frac{L}{R_{\text{eq}}}=\frac{1}{100}\text{s}$$

$$\therefore u_2(t)=\left(1-0.5e^{-100t}\right)\text{V}\left(t\geq 0\right)$$

$$i_L(t)=0.01\left(1-e^{-100t}\right)\text{A}\left(t\geq 0\right)，\ u_L(t)=0.5e^{-100t}\text{V}\left(t\geq 0\right)$$

（1）

$$H(s)=\frac{U_2(s)}{U_1(s)}=\frac{\frac{1}{s}-\frac{0.5}{s+100}}{\frac{1}{s}}=\frac{0.5s+100}{s+100}$$

（2）当 $u_1(t)=e^{-200t}\varepsilon(t)\mathrm{V}$ 时，

$$U_1(s)=\frac{1}{s+200}$$

$$U_2(s)=U_1(s)H(s)=\frac{1}{s+200}\times\frac{0.5s+100}{s+100}=\frac{0.5}{s+100}$$

$$\therefore u_2(t)=0.5e^{-100t}\varepsilon(t)\mathrm{V}$$

（3）

$$G(s)=\frac{U_L(s)}{U_1(s)}=\frac{\frac{0.5}{s+100}}{\frac{1}{s}}=\frac{0.5s}{s+100}$$

当 DC 单独作用时，

$$U_L(s)=\frac{10}{s}\times\frac{0.5s}{s+100}=\frac{5}{s+100}$$

由终值定理得：

$$u_L(\infty)'=\lim_{s\to 0}sU_2(s)=0$$

当 AC 单独作用时，$\omega=100\mathrm{rad/s}$，令 $s=\mathrm{j}100$，则

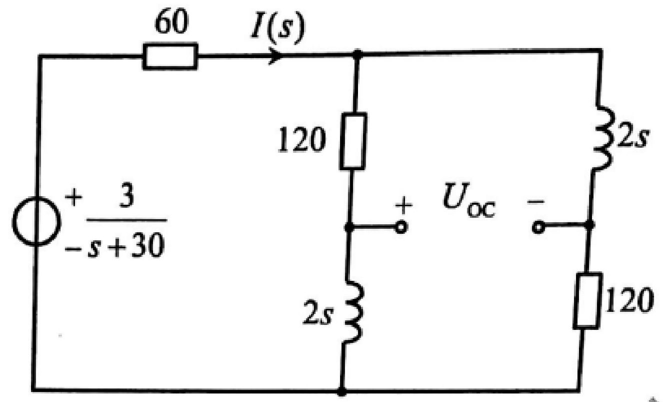
$$\dot{U}_L=G(\mathrm{j}100)\times 100\angle 0^\circ=25\sqrt{2}\angle 45^\circ\mathrm{V}$$

$\therefore u_L(t)$的稳态分量为：

$$u_L(\infty)=50\sin(100t+45^\circ)\mathrm{V}$$

8. 如下图所示

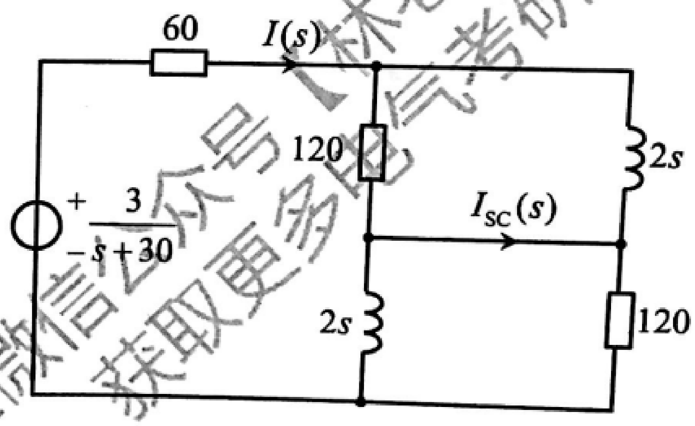
①求开路电压 U_{OC}，运算电路如下：



$$I(s)=\frac{\frac{3}{s+30}}{60+\frac{1}{2}(2s+120)}=\frac{3}{(s+30)(s+120)}$$

$$U_{oc}(s)=(2s-120)\cdot\frac{1}{2}I(s)=\frac{3(s-60)}{(s+30)(s+120)}$$

②求短路电流 I_{SC}，运算电路如下：



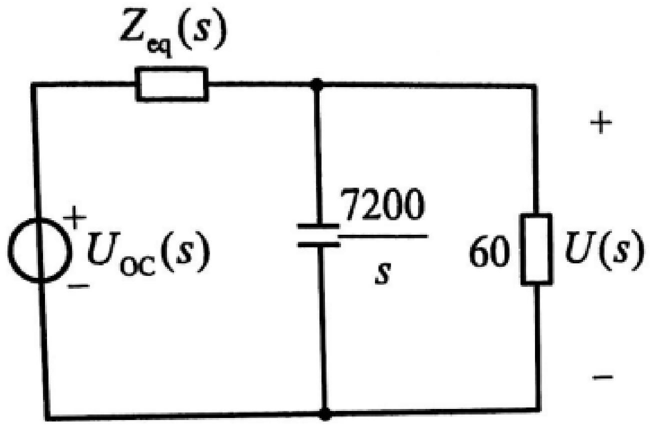
由图知：

$$I(s)=\frac{\frac{3}{s+30}}{60+2\cdot\frac{120\cdot 2s}{2s+120}}=\frac{s+60}{100(s+30)(s+12)}$$

$$I_{sc}(s)=\left(\frac{2s}{120+2s}-\frac{120}{120+2s}\right)I(s)=\frac{s-60}{100(s+12)(s+30)}$$

$$\therefore Z_{eq}(s)=\frac{U_{oc}(s)}{I_{sc}(s)}=\frac{300(s+12)}{s+120}$$

原电路等效如下：



由结点电压法：

$$\left[\frac{s}{7200}+\frac{1}{60}+\frac{1}{Z_{eq}(s)}\right]U(s)=\frac{U_{OC}(s)}{Z_{eq}(s)}$$

$$U(s)=\frac{72(s-60)}{(s+30)(s+36)(s+120)}=\frac{-12}{s+30}+\frac{96}{7}\cdot\frac{1}{s+36}-\frac{12}{7}\frac{1}{s+120}$$

经拉氏反变换：

$$u(t)=\left(-12e^{-30t}+\frac{96}{7}e^{-36t}-\frac{12}{7}e^{-120t}\right)\cdot 1(t)\text{V}$$