# 电路解题指导及研究生试题选解

## 试题选解部分

刘平陵　蔡国昌
赵世森　洪　毅　编



湖南大学出版社

**电路解题指导及**

**研究生试题选解**

**——试题选解部分——**


刘平陵　蔡国昌
赵世森　洪　毅　编


☆


湖南大学出版社出版发行

（长沙岳麓山）

湖南省新华书店经销　　长沙潇湘印刷厂印刷

☆

787×1092毫米　32开本　6.5625印张　147千字

印数0001—6000册

1987年9月第一版　1987年9月第一次印刷

统一书号：15412·30　　定价：1.60元

ISBN　7—314—00152—9/TM·5

# 目　录

## 第二部分　试题选解部分

西安交通大学



浙江大学



武汉水利电力学院



上海工业大学



国防科技大学



华东工学院



南京航空学院



南京工学院

**清华大学**

# 一九八三年电路试题

（一）用戴维南定理求图1—a电路中流过电阻$R_S$的电流为$I_S$。

〔解〕 利用电源移位法可使求解简化，这时等效电路如图1-b所示，根据戴维南定理可知

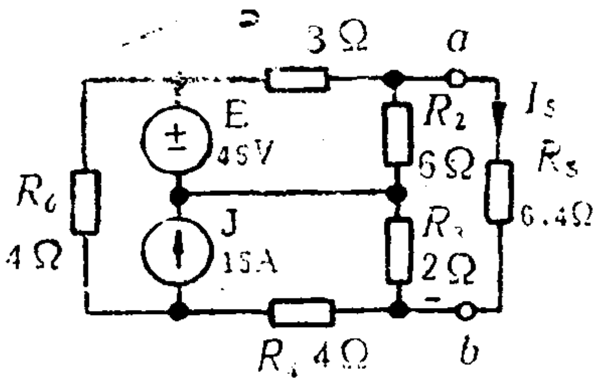


图 1-a

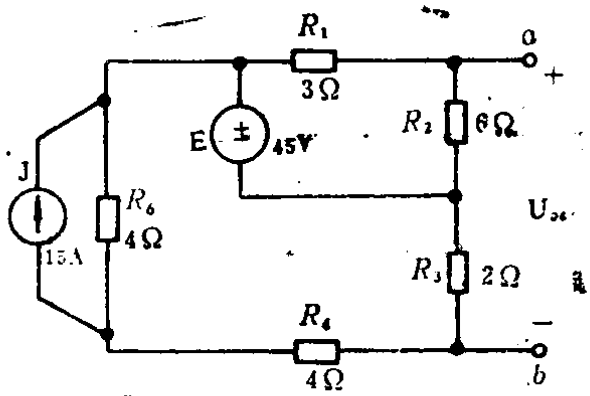


图 1-b

$$U_{oc}=E\frac{R_2}{R_1+R_2}+\frac{(R_6J-E)\times R_3}{R_3+R_4+R_6}$$

$$=30+3$$

$$=33V$$

$$R_0=R_1/\!/R_2+R_3/\!/(R_4+R_6)$$

$$=3.6\Omega$$

于是$I_S$根据图1-c有

$$I_S=\frac{U_{OC}}{R_0+R_S}$$

$$=\frac{33}{3.6+6.4}$$

$$=3.3\text{A}$$

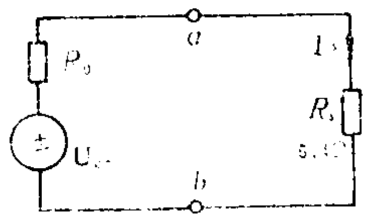


图　1-c

（二）a．求图2-a-1示电路的电压比$\frac{U_2(S)}{U_1(S)}$。（$S=\sigma+J\omega$是复频率）

〔解〕 对电路先进行电感去耦和复频域变换有图 2-a-2 形式，于是有

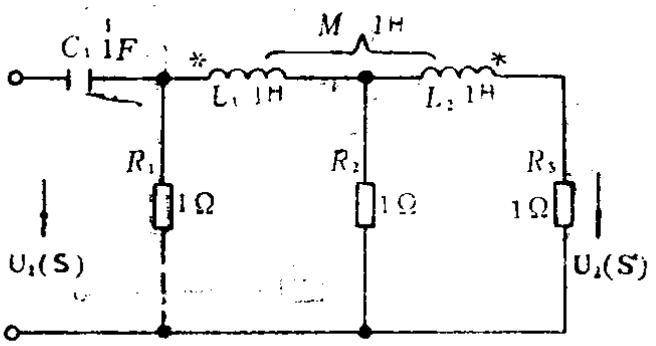


图　2-a-1

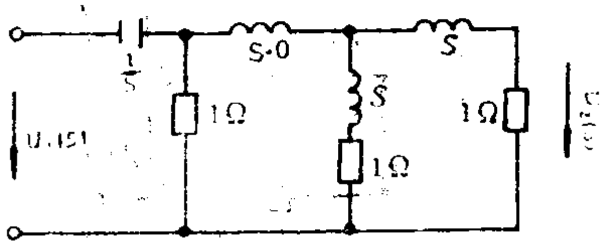


图　2-a-2

$$\frac{U_2(S)}{U_1(S)}=\frac{\frac{S+1}{S+3}}{\frac{S+1}{S+3}+\frac{1}{S}}\cdot\frac{1}{S+1}$$

$$=\frac{S}{S^2+2S+3}$$

b．求图2-b-1电路的入端电阻$R_i$．图中的受控电源是电流控制的电流源。

〔解〕 在ab两端接电压源$U_{ab}$，变原电路为图2-b-2所示，用回路法求出$I_2$，然后有

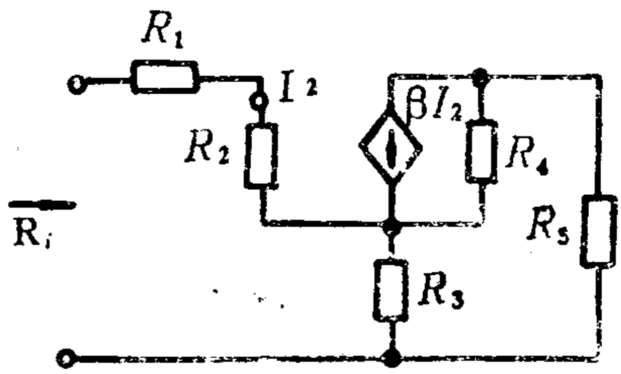


图 2-b-1

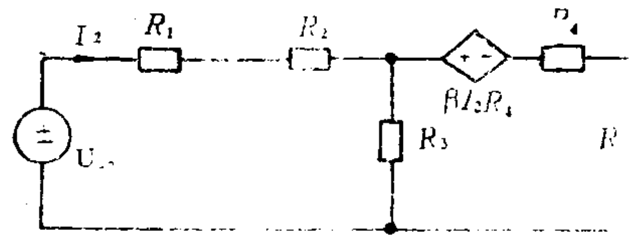


图 2-b-2

$$R_i=\frac{Uab}{I_2}$$

$$=R_1+R_2+\frac{R_3(R_4+R_5)}{R_3+R_4+R_5}+$$

$$\frac{\beta R_4}{R_4+R_5}\cdot\frac{R_3(R_4+R_5)}{R_3+R_4+R_5}$$

$$=R_1+R_2+\frac{R_3(R_4+\beta R_4+R_5)}{R_3+R_4+R_5}$$

（三）图3-1电路示一由两个单向电源供电的三相电路，其中有两个对称三相负载和跨接在A、C两线间的单相负载，各负载情况均注明在图中，求每一电源发出的平均功率（有功功率）。

〔解〕 根据题意对原电路进行Y—Δ变换后有图3-2所示的等效电路。

$$\because\quad P_2=3\frac{U^2}{|Z_2|}COS\varphi z_2=2000W$$

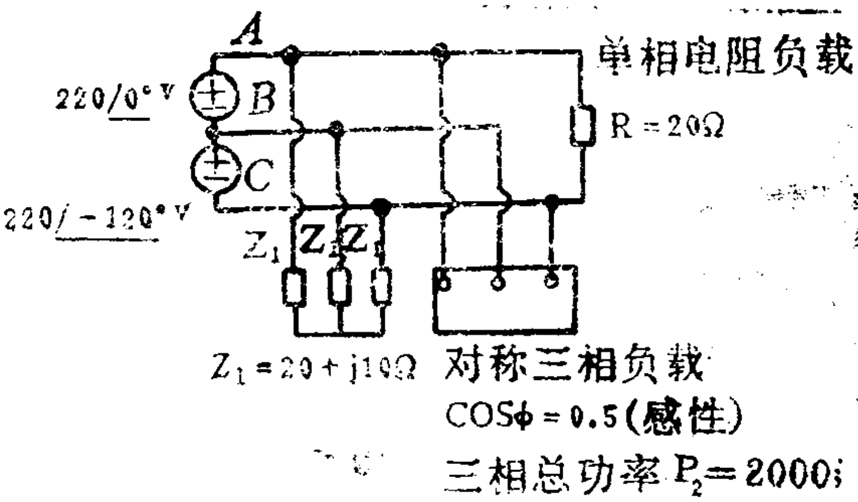


图 3-1

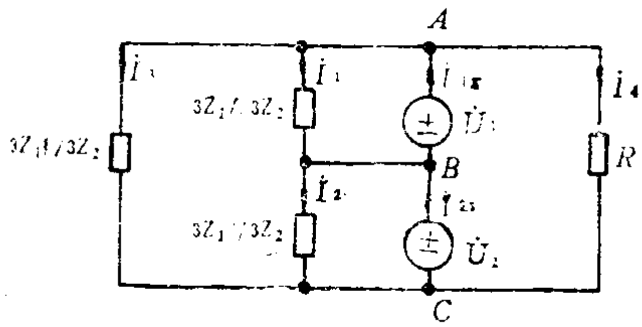


图 3-2

$$\therefore \quad |Z_2| = \frac{3\times(220)^2}{2000}\times 0.5 = 36.3$$

$$Z_2 = 36.3\angle 60°\Omega$$

$$= 18.15 + j31.44\Omega$$

又∵ $Z = 3Z_1 /\!/ 3Z_2$

$$= 43.23\angle 39.2\Omega$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z} = 5.09\angle -39.2°A$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{Z} = 5.09\angle -159.2\,A$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_1 + \dot{U}_2}{Z} = 5.09\angle -99.2^\circ A$$

$$\dot{I}_4 = \frac{\dot{U}_1 + \dot{U}_2}{R} = 11\angle -60^\circ A$$

$$\therefore \quad \dot{I}_{1S} = \dot{I}_1 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 = 8.62 - j17.78 = 19.77\angle -64.1^\circ A$$

$$\dot{I}_{2S} = \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 = -0.08 - j16.37 = 16.37\angle -90.3^\circ A$$

$$P_{1S} = U_1 I_{1S} COS(\varphi_{u1} - \varphi_{i1S}) = 220 \times 19.77 \times COS64.1^\circ$$
$$= 1899.8W$$

$$P_{2S} = U_2 I_{2S} COS(\varphi_{u2} - \varphi_{i2S}) = 220 \times 16.37 COS(29.7^\circ)$$
$$= 3128.3W$$

**（四）**求图4-1电路中电容器 C两端的电压 $u_c(t)$。给定电路参数$R = 2/5\Omega$，$L = 1/3$亨，$C = 1/2$法，电源电压$u(t) = 2t$（当$t>0$），初始条件 $u_c(0) = 0$，$i_L(0) = 0$。

〔解〕 此电路的复频域等效电路如图 4-2 所示，于是有象函数

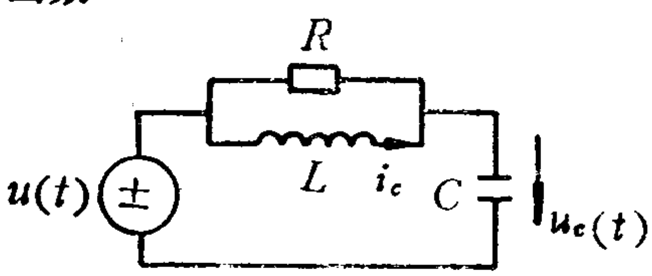


图 · 4-1

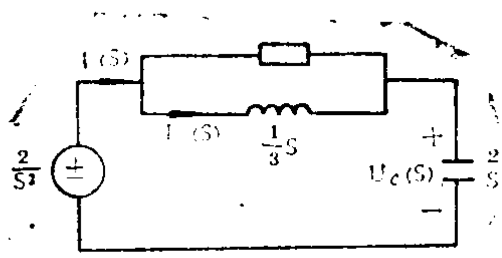


图 4-2

$$U_C(s) = \frac{2}{s^2} \cdot \frac{\frac{2}{s}}{\frac{2}{s} + \frac{\frac{2}{s} \cdot \frac{3}{s}}{\frac{2}{5} + \frac{s}{3}}}$$

$$=\frac{10s+12}{s^2(s+3)(s+2)}$$

$$=\frac{2}{s^2}+\frac{2}{s+3}-\frac{2}{s+2}$$

$$I_L(s)=\frac{2}{s^2}\cdot\frac{1}{\frac{2}{s}+\frac{\frac{2}{5}\cdot\frac{s}{3}}{\frac{2}{5}+\frac{s}{3}}}\cdot\frac{\frac{2}{5}}{\frac{2}{5}+\frac{s}{3}}$$

$$=\frac{6}{s(s+3)(s+2)}=\frac{1}{s}+\frac{2}{s+3}-\frac{3}{s+2}$$

对$U_C(s)$和$I_L(s)$进行反变换可得

$$U_C(t)=2t+2e^{-3t}-2e^{-2t}\text{V}$$

$$i_L(t)=1(t)+2e^{-3t}-3e^{-2t}\text{A}$$

（五）图 5-1 所示电路中的方框代表一不含独立电源的线性电路，电路参数均为固定值，在 $t=0$时接通电源(K 闭合)，在22′接不同电路元件，22′两端电压有不同的零状态响应。已知：

(a) 22′接电阻 $R=2\Omega$时，此响应为

$$U_{22'}(t)=\frac{1}{4}(1-e^{-t})\cdot 1(t)\text{V}。$$

(b)22′接电容器$C=1$法时，此响应为

$$U_{22'}''(t)=\frac{1}{2}(1-e^{-\frac{t}{4}})\cdot 1(t)\text{V}$$

求将此电阻 R，电容 C并联接至22′时，此响应(电压)的表达式。

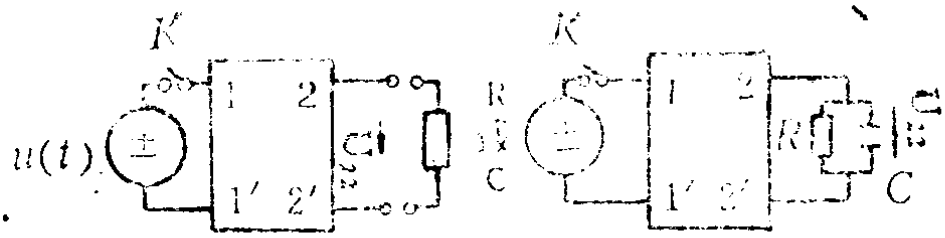


图 5-1

注：题中1(t)表示单位阶跃函数，即$1(t)=\begin{cases}1 & t>0\\ 0 & t<0\end{cases}$

〔解〕 根据题意原电路有以下等效电路（图5-2）

(a) 当22′接电阻 R=2Ω时，有

$$\frac{R_0R}{R_0+R}C_0=1$$

$$u(t)\frac{R}{R_0+R}=\frac{1}{4}$$

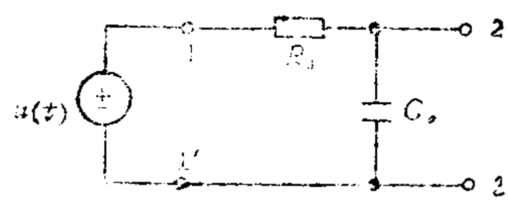


图 5-2

(b) 当22′接电容器 C=1法时有

$$R_0(C+C_0)=4$$

$$u(t)=\frac{1}{2}$$

由以上关系式可得

$$R_0=2\Omega,\quad C_0'=1F,\quad u(t)=\frac{1}{2}V$$

当22′并联电阻R，电容 C时，电压响应表达式为

$$U_{22}(t)=\frac{1}{4}\left(1-e^{-\frac{t}{2}}\right)\cdot 1(t)\text{伏}$$

(六) 图6-1电路中的开关SW按以下方式周期地断开、闭

合，闭合T秒后断开，断开T秒后又闭合。求经过多次开闭后（电路达到稳态）电容C两端电压$u_C(t)$，并作出它的波形图。

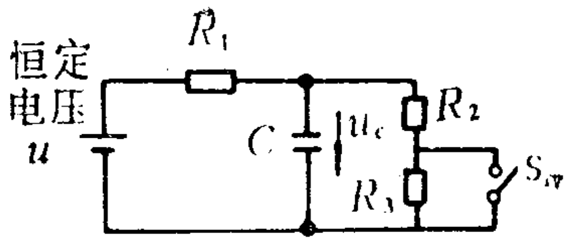


图 6-1

〔解〕 分两种情况来讨论，

(1) T远大于 τ，如T = 3τ～4τ，用三要素法可得

$$U_C(t) = U\frac{R_2}{R_1+R_2} + \left[U\frac{R_2+R_3}{R_1+R_2+R_3} - \frac{UR_2}{R_1+R_2}\right]e^{-\frac{R_1+R_2}{R_1R_2C}t}$$

$$0 \leqslant t \leqslant T$$

$$U_C(t) = U\frac{R_2+R_3}{R_1+R_2+R_3} + \left[U\frac{R_2}{R_1+R_2} - U\frac{R_2+R_3}{R_1+R_2+R_3}\right]$$

$$e^{-\frac{R_1+R_2+R_3}{R_1(R_2+R_3)c}\cdot t} \qquad T \leqslant t \leqslant 2T$$

$u_C(t)$的波形图如图6-2所示。

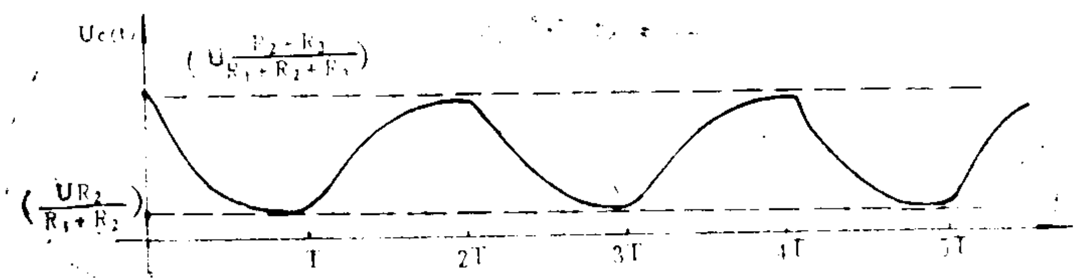


图 6-2

(2) T与 τ 相差不大或小于 τ，首先看稳态波形图6-3所示。

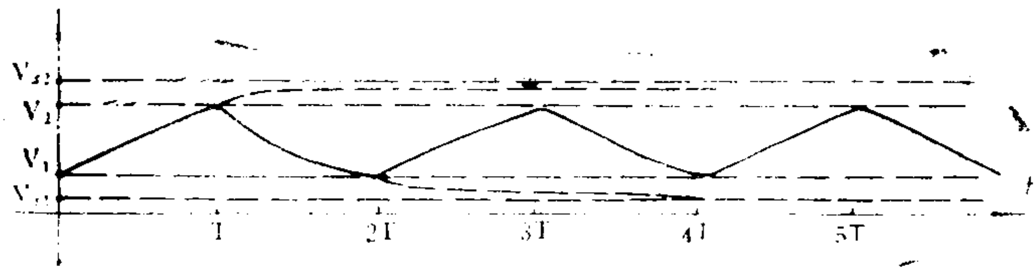


图6-3

$$T \leqslant t \leqslant 2T \qquad u_{C1} = V_1 + (V_{S2} - V_1)(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$$

$$T \leqslant T \leqslant 2T \qquad U_{C2} = V_{S1} + (V_2 - V_{S1})e^{-\frac{t-\tau}{\tau_2}}$$

当 t = T时

$$u_{C1}(T) = V_2 = V_1 + (V_{S2} - V_1)(1 - e^{-\frac{T}{\tau_1}}) \qquad (a)$$

当 t = 2T时

$$u_{C2}(2T) = V_1 = V_{S1} + (V_2 - V_{S1})e^{-\frac{T}{\tau_2}} \qquad (b)$$

联立求解(a)、(b)式

$$V_1 = \frac{V_{S1}(1 - e^{-T/\tau_2}) + V_{S2}\, e^{-T/\tau_2}(1 - e^{-T/\tau_1})}{1 - e^{-T/\tau_1} \cdot e^{-T/\tau_2}}$$

$$V_2 = \frac{V_{S2}(1 - e^{-T/\tau_2}) + V_{S1}e^{-T/\tau_1}(1 - e^{-T/\tau_2})}{1 - e^{-T/\tau_1} \cdot e^{-T/\tau_2}}$$

式中 $V_{S1} = U\dfrac{R_2}{R_1 + R_2}$, $\tau_1 = \dfrac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}C$

$V_{S2} = U\dfrac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$, $\tau_2 = \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2}C$

清华大学

# 一九八七年硕士生入学考试电路原理试题

1． 就图1所示电路

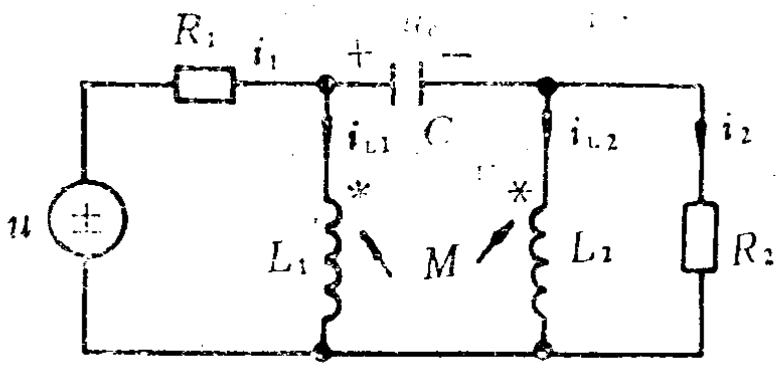


图1

a)写出求过渡过程中各支路电流所需的微分方程式。

b)写出求正弦稳态下各支路电流所需的复相量方程式。

设$u = U_m \mathrm{Sin}(\omega t + \varphi)$

〔解〕 (a)用支路电流法求解有下列方程

$$i_1 R_1 + L_1 \frac{di_{L1}}{dt} + M\frac{di_{L2}}{dt} = u$$

$$R_1 i_1 + u_C + R_2 i_2 = u$$

$$R_2 i_2 - L_2 \frac{di_{L2}}{dt} - M\frac{di_{L1}}{dt} = 0$$

$$i_1 - i_{L1} - i_C = 0$$

$$i_C - i_{L2} - i_2 = 0$$

将变量$u_C$消去，对含有$u_C$的方程两边对时间 t 求导，可得方程

$$\begin{cases} i_1R_1 + L_1\dfrac{di_{L1}}{dt} + M\dfrac{di_{L2}}{dt} = u \\ R_1\dfrac{di_1}{dt} + \dfrac{1}{C}i_C + R_2\dfrac{di_2}{dt} = \dfrac{dy}{dt} \\ R_2i_2 - L_2\dfrac{di_{L2}}{dt} - M\dfrac{di_{L1}}{dt} = 0 \\ i_1 - i_{L1} - i_C = 0 \\ i_C - i_{L2} - i_2 = 0 \end{cases}$$

(b) 正弦稳态下的复相量方程式为：

$$R_1\dot{I}_1 + j\omega L_1\dot{I}_1 + j\omega M\dot{I}_{L2} = \dot{U}$$

$$R_1\dot{I}_1 + \frac{1}{j\omega_C}\dot{I}_C + R_2\dot{I}_2 = \dot{U}$$

$$R_2\dot{I}_2 - j\omega ML_2\dot{I}_{L2} - j\omega M\dot{I}_{L1} = 0$$

$$\dot{I}_1 - \dot{I}_{L1} - \dot{I}_C = 0$$

$$\dot{I}_C - \dot{I}_{L1} - \dot{I}_2 = 0$$

2。在图2电路中，选$u_{C1}$，$u_{C2}$，$i_L$为状态变量，(参考方向见图)，写出此电路的状态方程式。

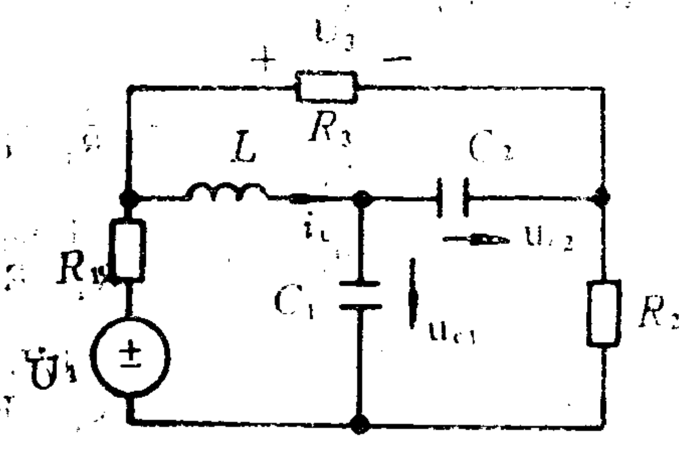


图 2

〔解〕 选取状态变量为$u_{C1}$，，$u_{C2}$和$i_L$，用观察法可得方程

$$c_1\frac{du_{C1}}{dt}=i_{R1}+i_{R2}$$

$$c_2\frac{du_{C2}}{dt}=i_L-i_{R2}-i_{R1}$$

$$L\frac{di_L}{dt}=i_{R3}R_3-u_{C2}$$

为消去变量 $i_{R1}$，$i_{R2}$和$i_{R3}$，还需以下方程

$$i_{R3}=i_{R1}-i_L$$

$$i_{R1}R_1+u_{C1}-u_{C2}+R_3i_{R3}=u_1$$

$$i_{R2}R_2+u_{C1}-u_{C2}=0$$

解出 $i_{R1}$，$i_{R2}$和 $i_{R3}$并代入前面的方程得到状态方程式为：

$$\begin{pmatrix}\dfrac{du_{C1}}{dt}\\[2mm]\dfrac{du_{C2}}{dt}\\[2mm]\dfrac{di_L}{dt}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\dfrac{-1/C_1}{R_1+R_3}-\dfrac{1/C_1}{R_2} & \dfrac{-1/C_1}{R_1+R_3}+\dfrac{1/C_1}{R_2} & \dfrac{R_3/C_1}{R_1+R_3}\\[2mm]\dfrac{-1/C_2}{R_1+R_3}-\dfrac{1/C_2}{R_2} & \dfrac{-1/C_2}{R_1+R_3}+\dfrac{1/C_2}{R_2} & \dfrac{R_1/C_2}{R_1+R_3}\\[2mm]\dfrac{-R_3/L}{R_1+R_3} & \dfrac{-R_1/L}{R_1+R_3} & \dfrac{-R_1/L}{R_1+R_3}\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}u_{C1}\\u_{C2}\\i_L\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-\dfrac{1/C_1}{R_1+R_3}\\[2mm]-\dfrac{1/C_2}{R_1+R_3}\\[2mm]\dfrac{1/L}{R_1+R_3}R_3\end{pmatrix}[u_1]$$

3. 图3的电路中，电源电压含有直流电压和一角频率为 ω的