

习题 9

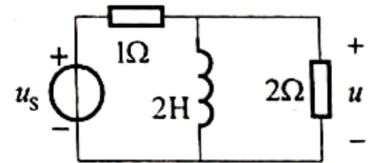
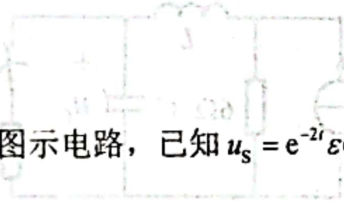
9.2 求下列函数的原函数。

(a)  $F(s) = \frac{2s+1}{s^2+5s+6}$ ,

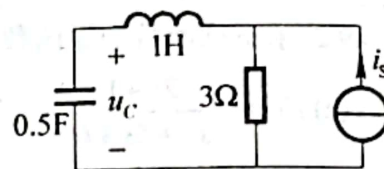
(b)  $F(s) = \frac{s^3+5s^2+9s+7}{(s+1)(s+2)}$ ,

(c)  $F(s) = \frac{3}{s^2+2s+6}$ 。

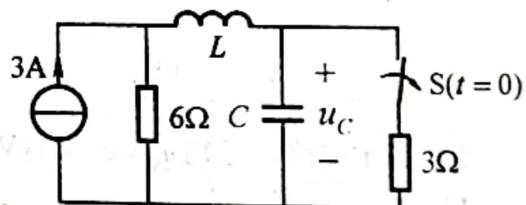
9.4 图示电路，已知  $u_s = e^{-2t} \varepsilon(t)$  V，求零状态响应  $u$ 。



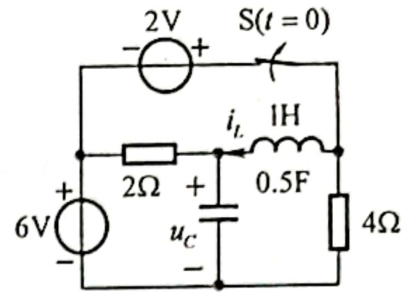
9.5 图示电路，已知  $i_s = \varepsilon(t)A$ ，求零状态响应  $u_C$ 。



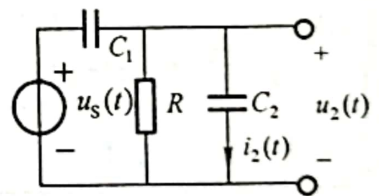
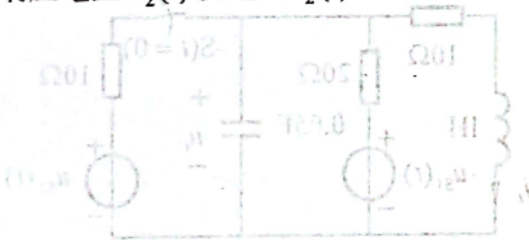
9.7 图示电路原处于直流稳态， $t=0$ 时开关由闭合突然断开。 $L=1H$ ， $C=\frac{1}{8}F$ ，试用拉普拉斯变换方法求  $t>0$ 时的电压  $u_C$ 。



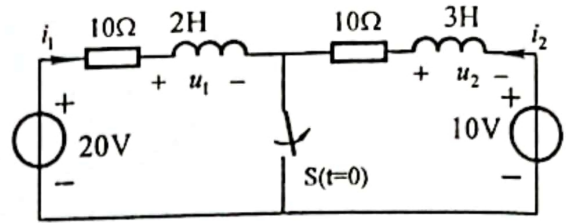
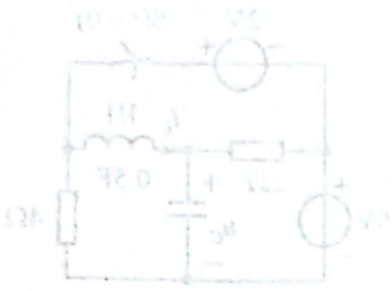
9.11 图示电路原处于直流稳态， $t=0$ 时开关由闭合突然断开。求 $t>0$ 时的电压 $u_C$ 。



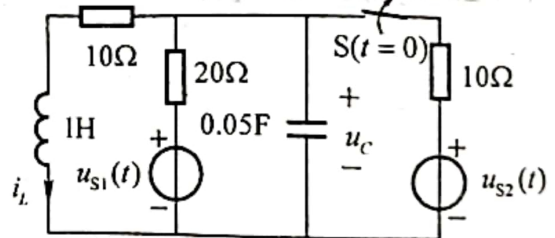
9.12 图示电路中外加阶跃电压 $u_S(t) = 9\varepsilon(t)V$ ，已知 $C_1 = C_2 = 0.3F$ ， $R = 10\Omega$ 。求零状态响应电压 $u_2(t)$ 及电流 $i_2(t)$ 。



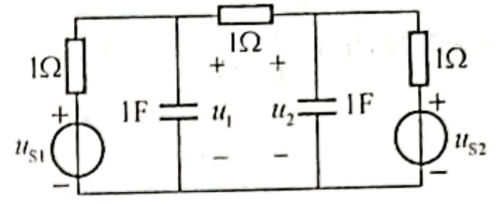
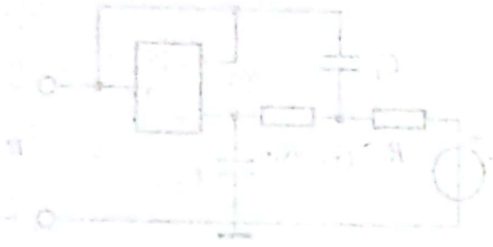
9.13 图示电路开关断开前处于稳态。求开关断开后电路中  $i_1$ 、 $u_1$  及  $u_2$  的变化规律。



9.16 图示电路原处于稳态， $u_{S1} = 2\delta(t)V$ ， $u_{S2} = 25V$ 。  $t = 0$  时开关 S 由闭合突然断开，试用拉普拉斯变换方法求  $t > 0$  时的电压  $u_C(t)$ 。

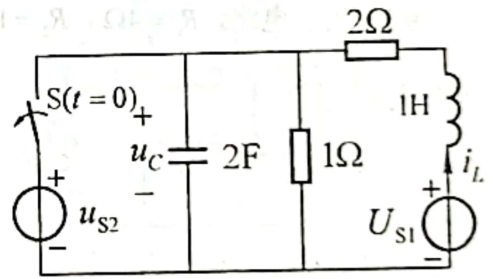
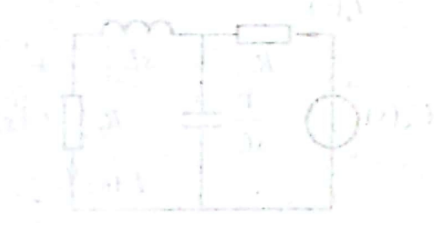


9.17 图示电路，电容原来不带电，已知  $U_{s1} = 2\varepsilon(t) \text{ V}$ ， $U_{s2} = \delta(t) \text{ V}$ 。试用拉氏变换法求  $u_1(t)$  和  $u_2(t)$ 。



图题 9.17

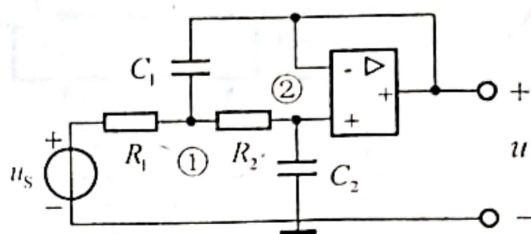
9.19 图示电路原处于稳态， $U_{s1} = 6 \text{ V}$ ， $u_{s2} = 8\cos(2t) \text{ V}$ 。  $t = 0$  时开关由闭合突然断开。试用拉普拉斯变换方法求  $t > 0$  时的电压  $u_c$ 。



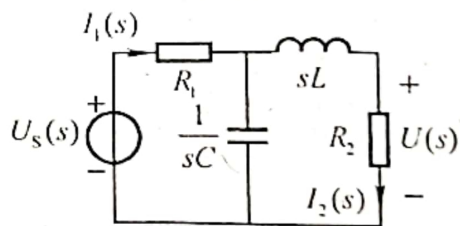
图题 9.19

9.22 图示电路， $R_1 = 2 \times 10^3 \Omega$ ， $R_2 = 4 \times 10^3 \Omega$ ， $C_1 = 10^{-3} \text{F}$ ， $C_2 = 2 \times 10^{-3} \text{F}$ 。求复频域

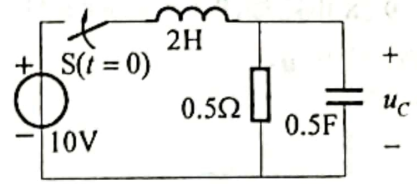
网络函数  $H(s) = \frac{U(s)}{U_s(s)}$ 。



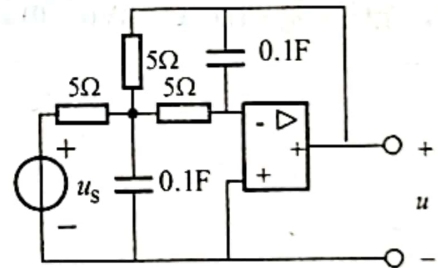
9.23 图示电路， $R_1 = 4 \Omega$ ， $R_2 = 1 \Omega$ ，若使网络函数  $H(s) = \frac{U(s)}{U_s(s)} = \frac{1}{s^2 + 2s + 5}$ ，求  $L$  和  $C$  为多大？



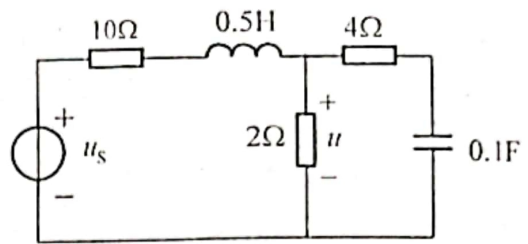
9.25 图示电路原处于稳态，求开关接通后电压  $u_c$  的象函数，判断响应是否振荡？



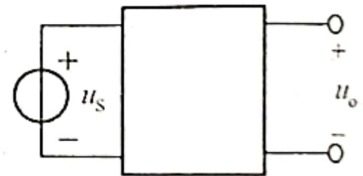
9.27 求图示电路的网络函数  $H(s) = U(s)/U_s(s)$  及其单位冲激特性  $h(t)$ 。



9.28 电路如图所示。求网络函数  $H(s) = U(s)/U_s(s)$  以及当  $u_s = (100\sqrt{2} \cos 10t) \text{V}$  时的正弦稳态电压  $u$ 。



9.29 图示电路，已知当  $u_s = 6\epsilon(t) \text{V}$  时，全响应  $u_o = (8 + 2e^{-0.2t}) \text{V} (t > 0)$ ；当  $u_s = 12\epsilon(t) \text{V}$  时，全响应  $u_o = (11 - e^{-0.2t}) \text{V} (t > 0)$ 。求当  $u_s = 6e^{-5t} \epsilon(t) \text{V}$  时的全响应  $u_o$ 。



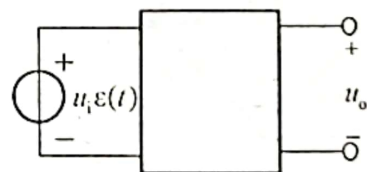
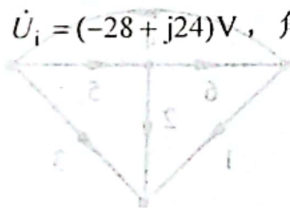


9.30 图示电路，已知  $u_2$  的单位冲激特性为  $h(t) = 10(e^{-10t} - e^{-20t})$ 。求当  $u_1 = 10 + 5\cos 10t(\text{V})$  时  $u_2$  的稳态响应及其有效值。



9.31 图示电路网络函数为  $H(s) = \frac{U_o(s)}{U_i(s)} = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$ ，若输入正弦电压相量为

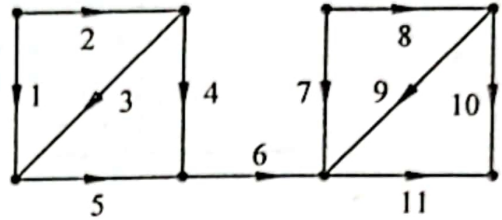
$\dot{U}_i = (-28 + j24)\text{V}$ ，角频率为  $\omega = 4\text{rad/s}$ ，又已知  $u_o(0_+) = 0, \left. \frac{du_o}{dt} \right|_{t=0_+} = 0$ 。试求全响应  $u_o$ 。



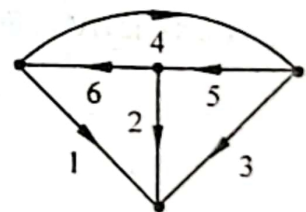
### 习题 11

11.1 在图示网络的图中，问下列支路集合哪些是割集？哪些不是割集？为什么？

- ① 1、3、5； ② 2、3、4、7、8； ③ 4、5、6； ④ 6； ⑤ 4、7、9； ⑥ 1、3、4、7。

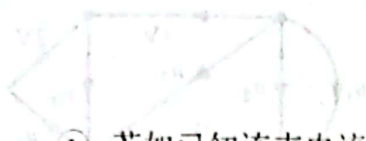


11.2 在图示网络的图中，任选一树，指出全部的基本回路的支路集合和全部基本割集的支路集合。



11.3 设某网络的基本回路矩阵为

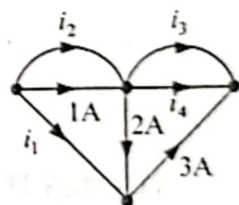
$$B = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



- ① 若如已知连支电流  $i_4 = 4 \text{ A}$ ,  $i_5 = 5 \text{ A}$ ,  $i_6 = 6 \text{ A}$ , 求树支电流。
- ② 若已知树支电压  $u_1 = 1 \text{ V}$ ,  $u_2 = 2 \text{ V}$ ,  $u_3 = 3 \text{ V}$ , 求连支电压。
- ③ 画出该网络的图。

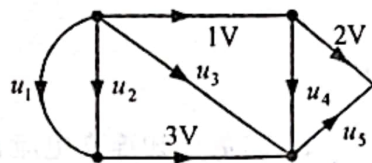
$$\begin{matrix} \text{①} \\ \text{②} \\ \text{③} \\ \text{④} \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

11.4 网络的图如图所示, 已知部分支路电流。若要求出全部支路电流应该怎样补充已知条件?



$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

11.5 网络的图如图所示，已知其中的三条支路电压，应该怎样补充已知条件，才能求出全部未知支路电压？



11.6 已知网络图的关联矩阵  $A$  为

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \end{matrix}$$

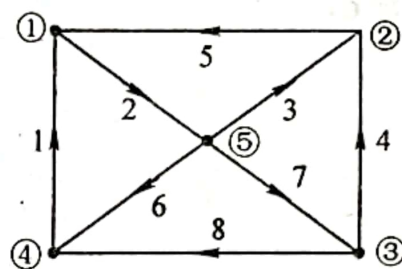
画出该网络图（标明支路、节点号以及方向），并以支路 1、2、3、4 为树支，列写基本回路矩阵  $B$ 。

11.7 设某网络图的关联矩阵为

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

取 1、2、3 支路为树支，写出基本割集矩阵。

11.8 图示网络线图，以支路 1、2、3、4 为树支，列写基本回路矩阵  $B$  和基本割集矩阵  $C$ 。



11.9 某网络图的基本割集矩阵为

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

画出对应的网络的图。



11.10 已知某网络图的基本回路矩阵

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

试写出此网络的基本割集矩阵  $C$ 。

11.11 已知按有向图  $G$  的某个树  $T$  列写的基本回路矩阵  $B$  如下所示，其中矩阵  $B$  上数字 1~6 表示支路编号。求此树  $T$  由那些支路组成，并画出该图及对应该树的基本割集矩阵  $C$ 。

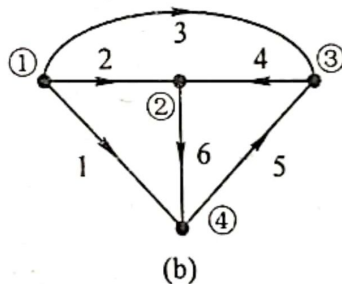
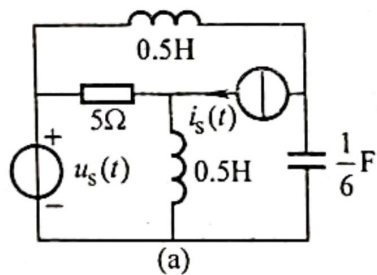


$$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{matrix}$$

11.12 电路模型图如图(a)所示，图(b)是它的有向图。

① 以节点④为参考节点，写出电路的降阶关联矩阵  $A$ 。

② 以支路 1, 2, 5 为树，写出基本回路矩阵  $B$ ，基本割集矩阵  $C$ 。

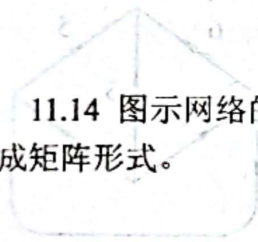


11.13 某网络有 6 条支路，已知 3 条支路的电阻分别是  $R_1 = 2\Omega$ ， $R_2 = 5\Omega$ ， $R_3 = 10\Omega$ ；其余 3 条支路的电压分别是  $u_4 = 4\text{V}$ ， $u_5 = 6\text{V}$ ， $u_6 = -12\text{V}$ 。又知该网络的基本回路矩阵为

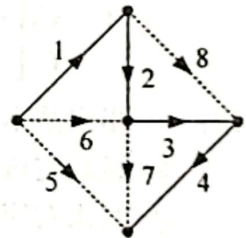


$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

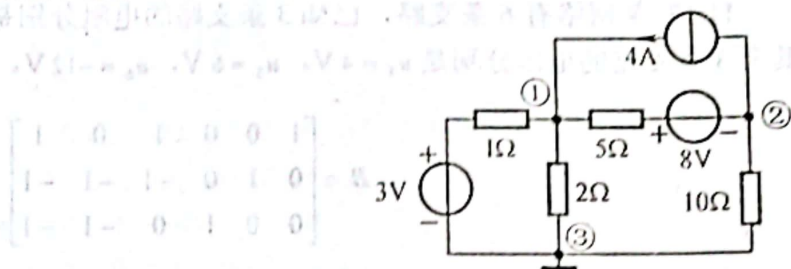
试求全部支路电流。



11.14 图示网络的图，根据所选的树，列出独立的 KCL 方程和独立的 KVL 方程，并写成矩阵形式。

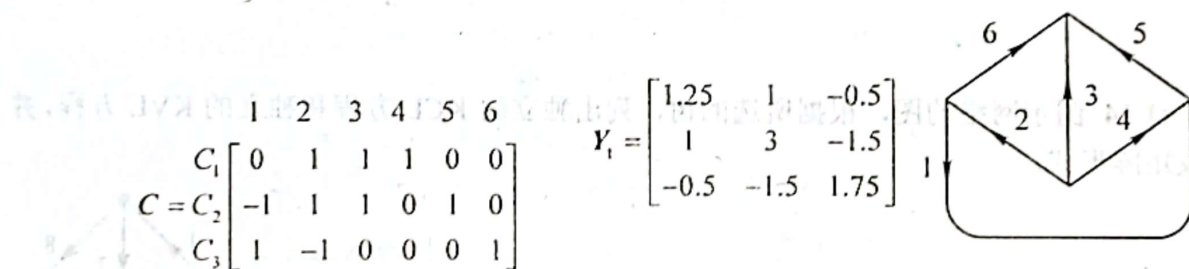


11.15 电路如图所示。利用矩阵运算列出节点电压方程。



$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

11.17 某电阻性电路的有向图如图所示，已知该图的基本割集矩阵为  $C$  和割集导纳矩阵为  $Y_1$  分别为



$$C = \begin{bmatrix} C_1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ C_2 & -1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ C_3 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad Y_1 = \begin{bmatrix} 1.25 & 1 & -0.5 \\ 1 & 3 & -1.5 \\ -0.5 & -1.5 & 1.75 \end{bmatrix}$$

- 求：① 指出基本割集矩阵  $C$  对应的树支。  
 ② 试确定该网络各支路的电阻参数。  
 ③ 写出对应该树支的基本回路阻抗矩阵  $Z_1$ 。



## 第十三章 均匀传输线

13.1 同轴电缆的参数为  $R_0 = 7\Omega/\text{km}$  ,  $L_0 = 0.3\text{mH}/\text{km}$  ,  $G_0 = 0.5 \times 10^{-6}\text{S}/\text{km}$  ,  $C_0 = 0.2\mu\text{F}/\text{km}$  。试计算当工作频率为  $800\text{Hz}$  时此电缆的特性阻抗  $Z_c$  、传播常数  $\gamma$  、相速  $v_p$  和波长  $\lambda$  。

13.2 设沿某电缆分布着电压和电流行波

$$u = 14.1e^{-0.044x} \cos(5000t - 0.046x + \pi/6) \text{ (单位: V, km, s)}$$

$$i = 0.141e^{-0.044x} \cos(5000t - 0.046x + \pi/3) \text{ (单位: A, km, s)}$$

试求波阻抗、传播常数、波速、波长。

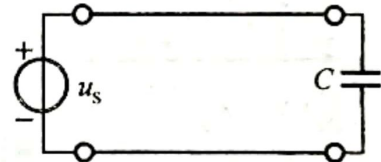
133 某无损线波阻抗为  $Z_c = 70\Omega$ ，终端负载阻抗  $Z_2 = (35 + j35)\Omega$ 。试计算输入阻抗，设线长为 (a)  $\lambda/4$ ；(b)  $\lambda/8$ 。

134 长度为  $\lambda/4$  的无损线，终端接电阻  $R_2 = 50\Omega$ ，现若使始端输入阻抗  $Z_1 = 200\Omega$ ，问该无损线波阻抗应为多少？又若  $R_2 = 0$ ，则此无损线的输入阻抗是多少？

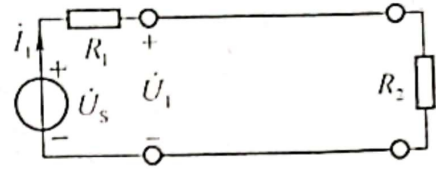
13.6 终端短路的无损线，其波阻抗  $Z_c = 505\Omega$ ，线长  $35\text{m}$ ，波长  $\lambda = 50\text{m}$ ，求此无损线的等效电感值。



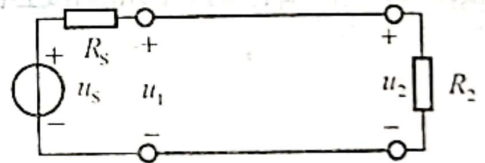
13.8 设图示无损线长为  $17\text{m}$ ，波阻抗  $Z_c = 150\Omega$ ， $u_s$  为正弦电压源。传输线上的行波波长  $\lambda = 8\text{m}$ ，电容的容抗  $|X_c| = 150\Omega$ 。试求传输线上电流始终为零的点距终端的距离。



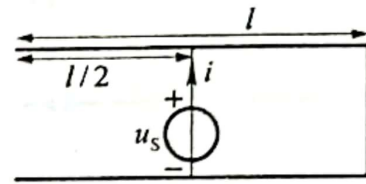
13.9 无损均匀传输线线长  $l = 37.5\text{m}$ ，波阻抗  $Z_c = 600\Omega$ ，波速  $v = 3 \times 10^8\text{m/s}$ ，正弦电压源  $\dot{U}_s = 10\text{V}$ ，频率  $f = 6 \times 10^6\text{Hz}$ ，电阻  $R_2 = 4R_1 = 400\Omega$ 。(1)求始端电压  $\dot{U}_1$  和电流  $i_1$ 。(2)距离始端  $12.5\text{m}$  处的电压和电流相量。



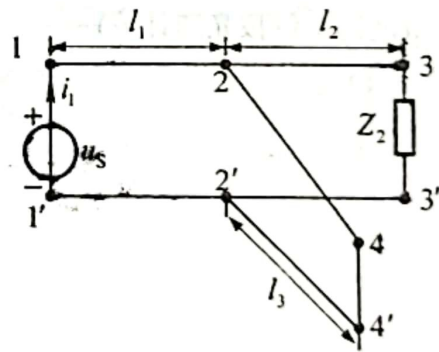
13.10 图示电路中  $R_s = 100\Omega$ ， $u_s = 150 \cos(5000\pi t)\text{V}$ ， $R_2 = 100\Omega$ 。无损线线长  $l = 10\text{km}$ ， $L_0 = 10^{-3}\text{H/km}$ ， $C_0 = 10^{-7}\text{F/km}$ 。求  $u_1(t)$  和  $u_2(t)$ 。



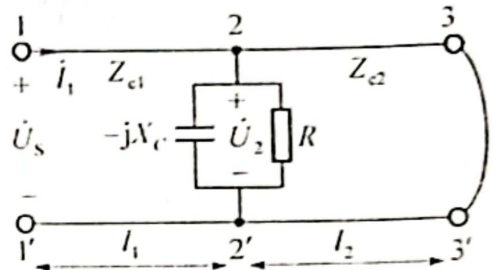
13.11 图示无损传输线，长度为  $l = 50\text{m}$ ，特性阻抗为  $Z_c = 100\sqrt{3}\Omega$ ，传输线一端开路，一端短路，线路中点处接一电压源  $u_s(t) = 3\sqrt{2} \cos(\omega t + 30^\circ)\text{V}$ ，工作波长  $\lambda = 300\text{m}$ ，求流过电压源的电流  $i(t)$ 。



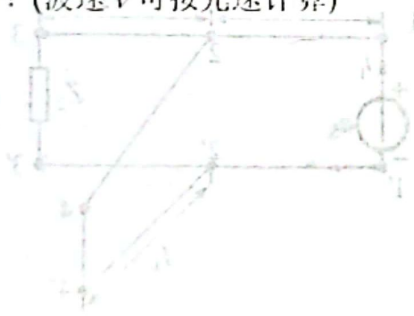
13.12 图示电路中无损均匀传输线  $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_3$ ，其长度均为  $0.75\lambda$ ，特性阻抗  $Z_c = 100\Omega$ ， $u_s = 10\cos(2\pi \times 10^8 t)\text{V}$ ，相位速度  $v = 3 \times 10^8\text{m/s}$ ，终端  $3-3'$  接负载  $Z_2 = 10\Omega$ ，终端  $4-4'$  短路，求电源端的电流  $i_1(t)$ 。



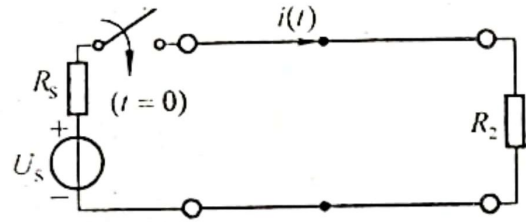
13.13 图示两条架空均匀无损线的波阻抗  $Z_{c1} = 300\Omega$ ,  $Z_{c2} = 200\Omega$ , 长度  $l_1 = \lambda/4$ ,  $l_2 = \lambda/8$ 。1-1' 端接电压源  $\dot{U}_s = 600\angle 0^\circ\text{V}$ , 2-2' 端接有集中参数  $R = 300\Omega$ ,  $X_C = 200\Omega$ , 终端 3-3' 短路。求: (1) 从 1-1' 端看入的入端阻抗  $Z_{in}$ ; (2) 始端电流  $I_1$ ; (3) 2-2' 端电压  $U_2$ 。



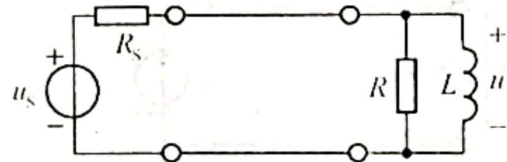
13.15 长度为  $l = 600\text{m}$  的无损线, 波阻抗  $Z_c = 500\Omega$ , 终端接  $1\text{k}\Omega$  电阻, 始端施以阶跃电压  $u_s = 15\varepsilon(t)\text{V}$ 。试分析始端电流在  $0 < t < 6l/v$  期间的波过程, 最后的稳态解是多少? (波速  $v$  可按光速计算)



13.16 图示无损均匀线线长  $l = 6\text{km}$ ，波阻抗  $Z_c = 600\Omega$ ，波速近似光速。又知  $R_s = Z_c$ ， $R_2 = 1800\Omega$ ， $U_s = 240\text{V}$ ， $t = 0$  时开关接通。试确定无损线中点处电流  $i(t)$  在  $0 < t < 60\mu\text{s}$  期间的变化规律。



13.17 电路如图所示，设无损耗传输线长为  $1\text{ms}$  时间内波所传播的距离，波阻抗  $Z_c = R_s = 200\Omega$ 。又已知  $R = 300\Omega$ ， $L = 0.1\text{H}$ ， $u_s = 10\varepsilon(t) - 10\varepsilon(t - 0.001\text{s})\text{V}$ 。求  $t > 0$  时的零状态响应  $u(t)$ 。



13.18 电路如图所示, 无损均匀传输线长  $l = 300\text{m}$ , 波阻抗  $Z_c = 200\Omega$ ,  $R_s = 50\Omega$ , 波速  $v = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。又已知  $R = 300\Omega$ ,  $C = 0.1\text{F}$ ,  $u_s = 10 \varepsilon(t) \text{V}$ 。求  $0 < t < 3\mu\text{s}$  时的终端电压  $u(t)$ 。

