

2003.3.23

重庆大学 2003 硕士研究生入学考试试题

科目代码：470

(共 4 页)

考试科目：电路原理 (含积分变换)

专业：电气工程

请考生注意：

答题一律 (包括填空题和选择题) 答在答题纸或答题册上，答在试题上按零分计。

一、填空题：只写答案，不写过程。(每空 4 分，共 56 分)

- 图 1-1 所示电路中，1A 电流源发出的功率 _____。
- 图 1-2 所示电路中，电压源的电流 i 为 _____ A，电流源的电压 u 为 _____ V。

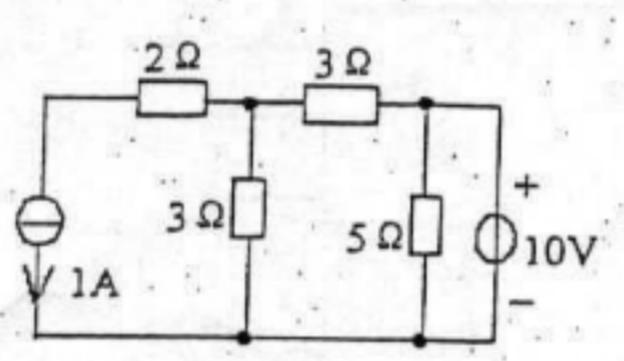


图 1-1 03cqd01

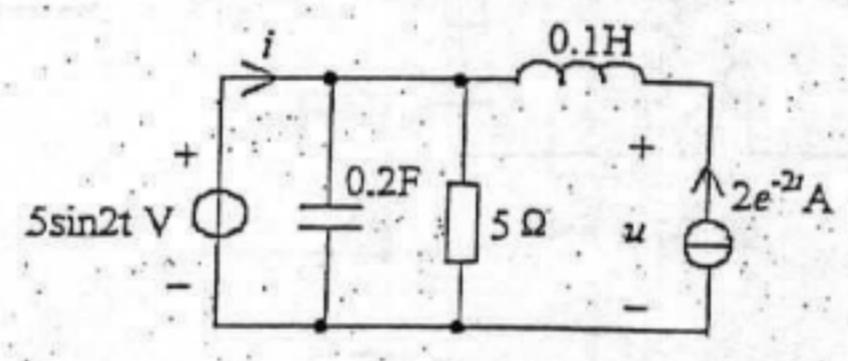


图 1-2 02

- 在图 1-3 所示对称三相电路中，电流表读数均为 1A (有效值)，若因故发生 A 相短路 (即开关闭合) 则电流表 A_1 的读数为 _____， A_2 的读数为 _____。
- 图 1-4 所示电路处于谐振状态，已知 $I_s=1A$ ， $U_1=50V$ ，则电阻 $R_2 =$ _____ Ω ，电感电压 $U_L =$ _____ V。

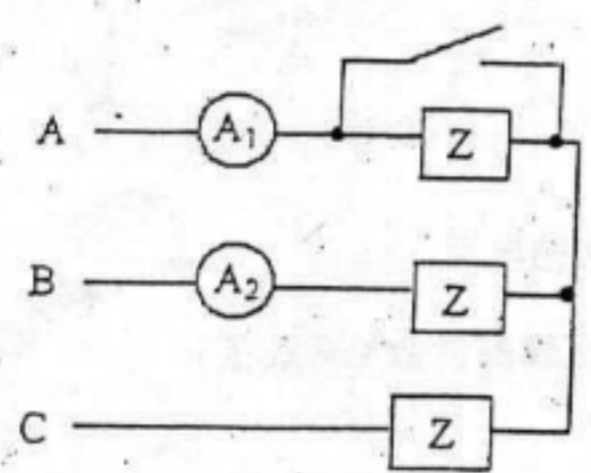


图 1-3 03

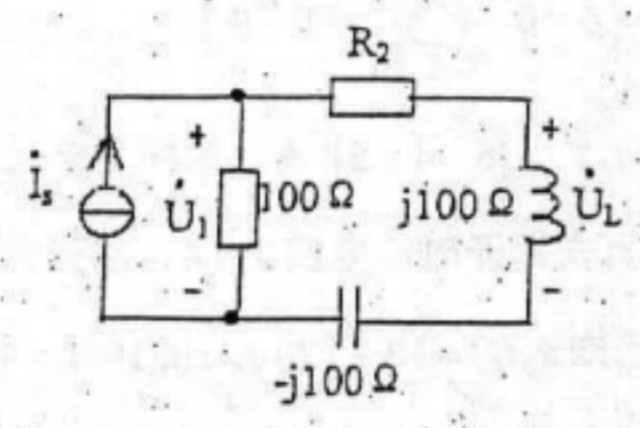


图 1-4 04

- 图 1-5 所示电路在开关闭合前已处于稳态， $t=0$ 时闭合开关，则开关闭合后电容电压的初值 $u_C(0_+) =$ _____，电感电流的初值 $i_L(0_+) =$ _____。

6. 图 1-6 所示含理想运算放大器的电路中, 电流 $I =$ _____。

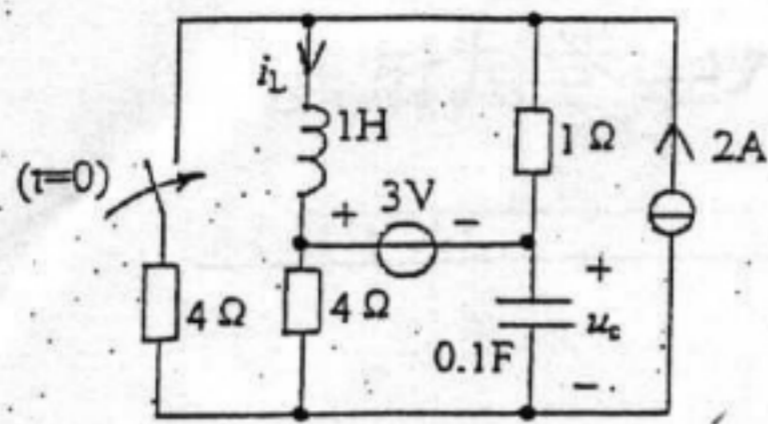


图 1-5

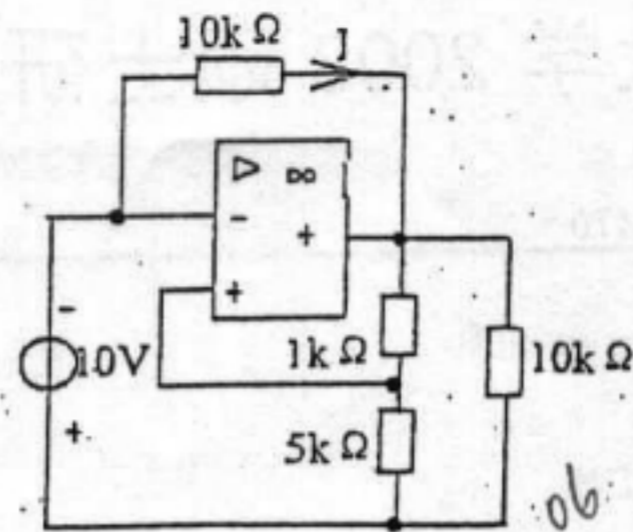


图 1-6

7. 图 1-7 所示电路 a、b 端口的输入阻抗为 _____。

8. 图 1-8 所示零状态电路的冲激响应 $u_C(t) = 10e^{-2t}V$, 则 R 为 _____, U_s 为 _____。

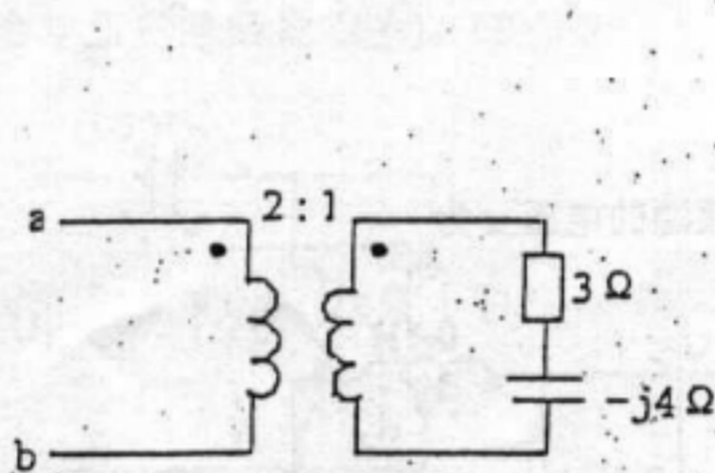


图 1-7

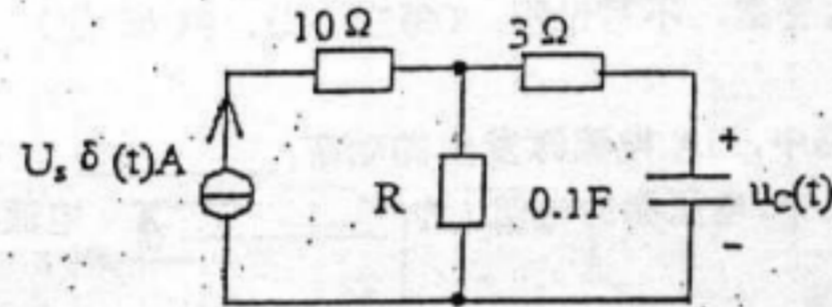


图 1-8

9. 已知某动态电路的网络函数 $H(s) = \frac{4s^2 + 5s + 24}{4s^2 + 20s + 24}$, 该电路的冲激响应为 _____。

二、简算题: 要求写出计算过程 (每小题 7 分, 共 56 分)

1. 某网络的基本割集矩阵为

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

若已知连支电流 $[i_4 \ i_5 \ i_6]^T = [6 \ 4 \ 5]^T A$, 求树支电流 i_1 、 i_2 和 i_3 。

2. 图 2-2 所示电路, 在开关断开时, 电流 $I=1A$, 求开关闭合后该支路的电流。

3. 图 2-3 所示电路中, 已知 $u_s(t) = 10 + 120\sqrt{2} \sin(10^3 t + 45^\circ) V$, 求电流表的读数 (有效值) 和电路消耗的平均功率。

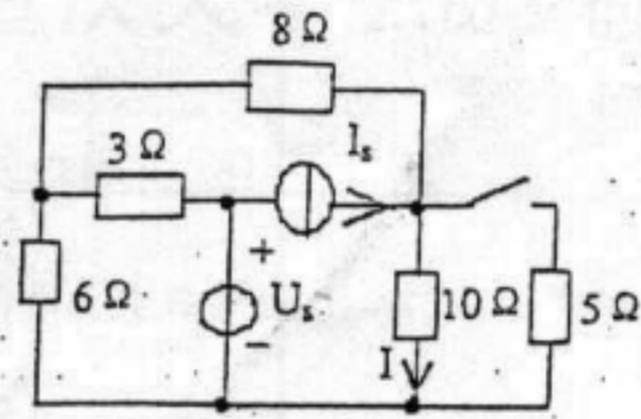


图 2-2 07

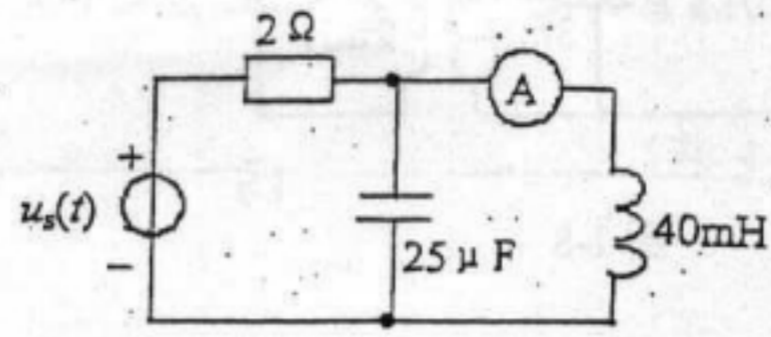


图 2-3 10

4. 图 2-4 所示对称三相电路中, 已知 $\dot{U}_{AB} = 380\angle 0^\circ \text{ V}$, $\dot{I}_C = 10\angle 45^\circ \text{ A}$, 求三相负载吸收的平均功率和负载一相的等效阻抗 Z 。
5. 图 2-5 所示电路中, 已知阻抗 Z_1 端电压的有效值为 $U_1 = 200 \text{ V}$, Z_1 吸收的平均功率 $P = 800 \text{ W}$, 功率因数 $\cos \varphi = 0.8$ (容性), 求输入端电压相量 \dot{U} 和电流相量 \dot{i} 。

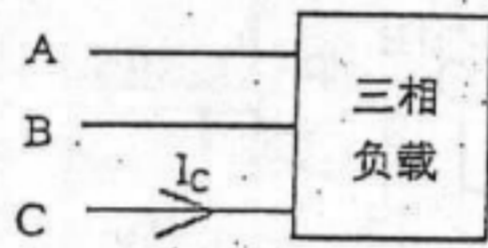


图 2-4 11

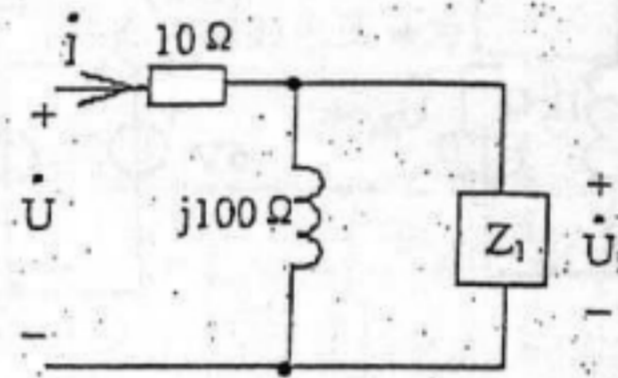


图 2-5 12

6. 对于图 2-6 所示电路, 若以 i_L 和 u_C 为状态变量, 写出电路的状态方程。
7. 图 2-7 所示电路中, 已知 $u_s(t) = 20 \sin 10^5 t \text{ V}$, 若改变电阻 R 时, 该支路电流 i 保持不变, 求电容 C 之值。

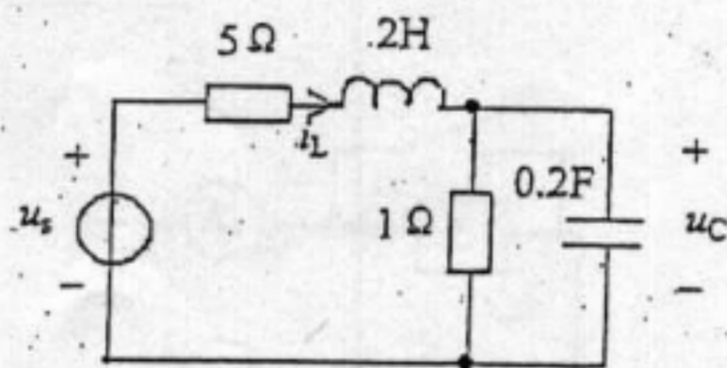


图 2-6 13

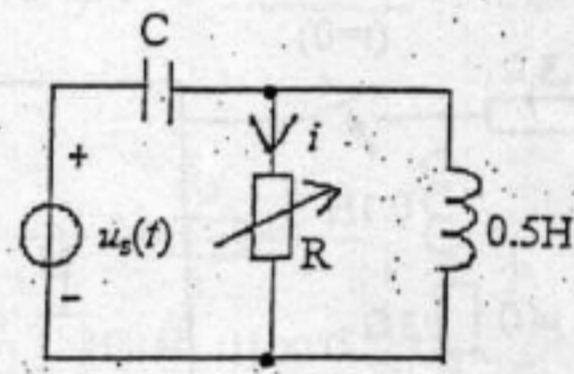


图 2-7 14

8. 如图 2-8 所示电路发生谐振, 求谐振角频率 ω 。

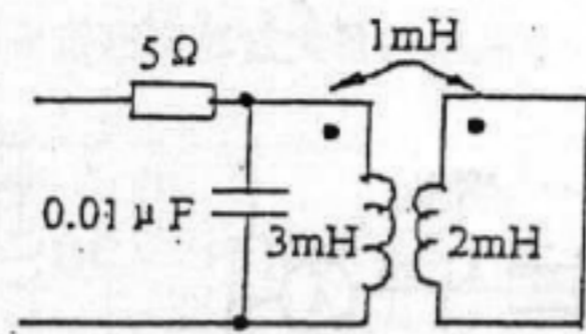


图 2-8

- 三、图 3 所示正弦电流电路中，已知电容 $C=4\mu\text{F}$ ，工作频率为 $\omega=1000\text{ rad/s}$ ， $\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{3}$ ，求 \dot{U}_2 在相位上超前于 \dot{U}_1 的相角。(14 分)

- 四、图 4 电路在换路前已达稳态， $t=0$ 时开关由 a 换接到 b，用拉普拉斯变换法求换路后电容电压的象函数 $U_C(s)$ 。(9 分)

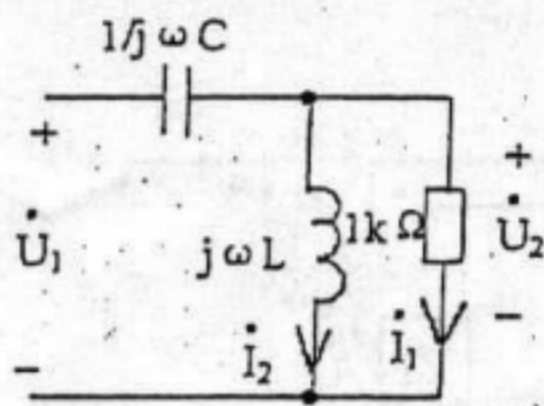


图 3

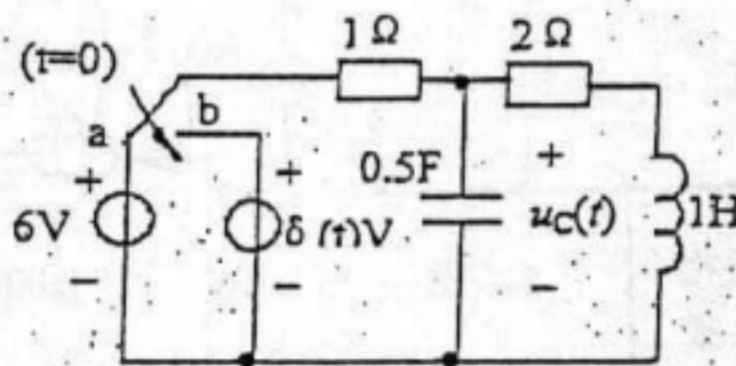


图 4

- 五、图 5 所示电路中，已知二端口电阻网络 N 的开路阻抗参数 $Z = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \Omega$ ，电路在开关闭合前已处于稳态， $t=0$ 时闭合开关。用三要素法求 $t>0$ 时的电阻电压 $u(t)$ 。(15 分)

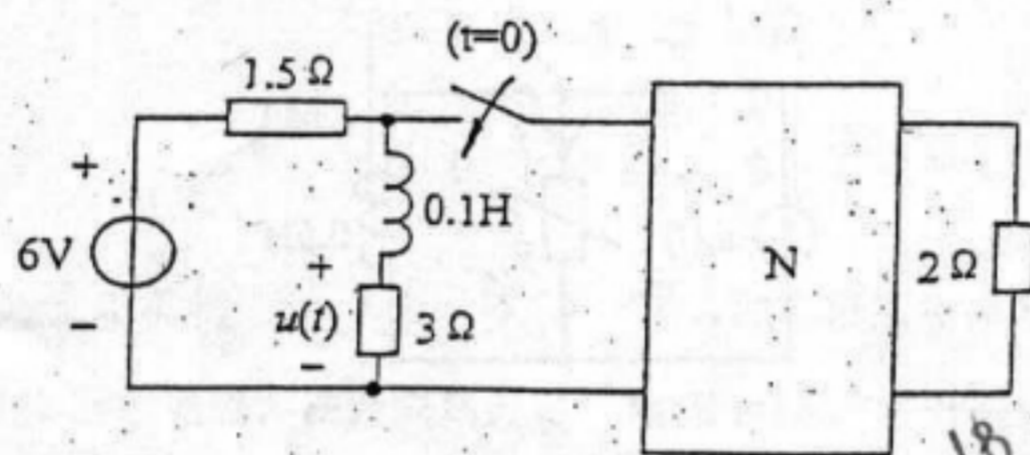


图 5

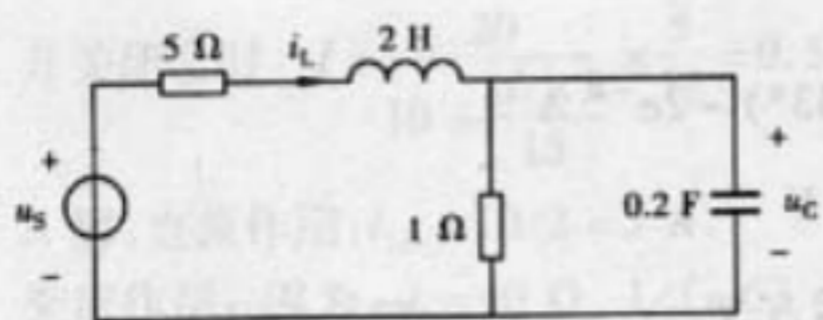


图 2.6

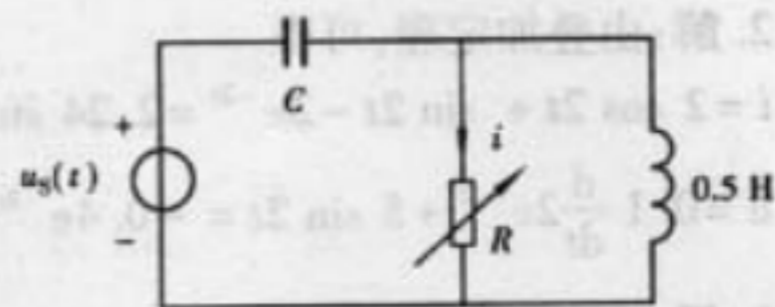


图 2.7

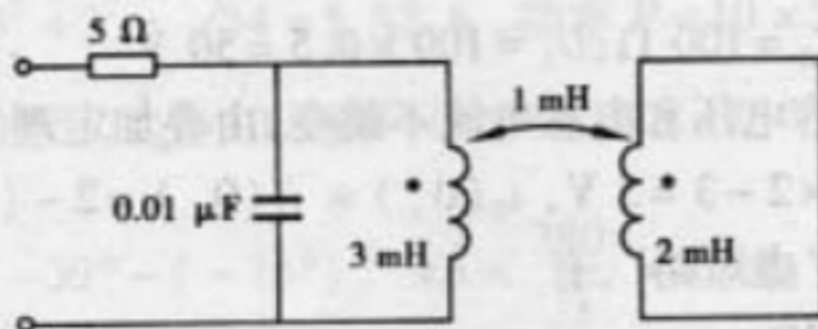


图 2.8

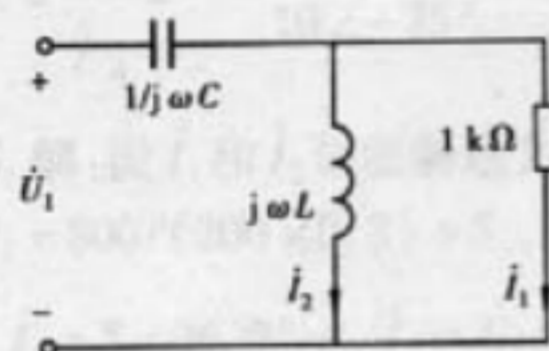


图 3

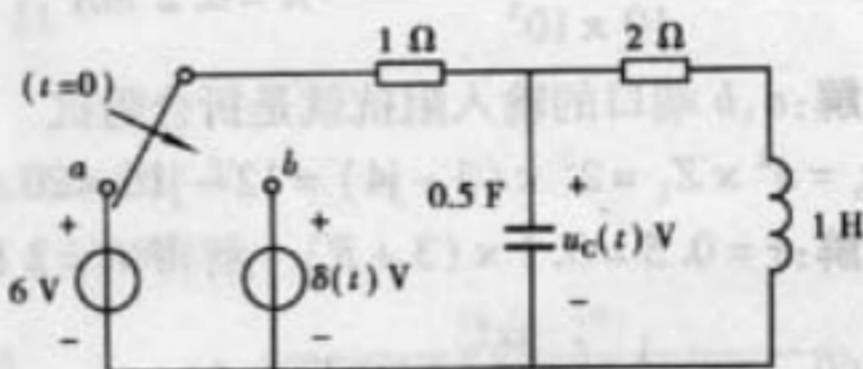


图 4

四、图 4 电路在换路前已达稳态, $t=0$ 时开关由 a 换接到 b , 用拉普拉斯变换法求换路后电容电压的象函数 $u_C(s)$ 。(9 分)

五、图 5 所示电路中, 已知二端口电阻网络 N 的开路阻抗参数 $Z = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \Omega$, 电路在开关闭合前已处于稳态, $t=0$ 时闭合开关。用三要素法求 $t>0$ 时的电阻电压 $u(t)$ 。(15 分)

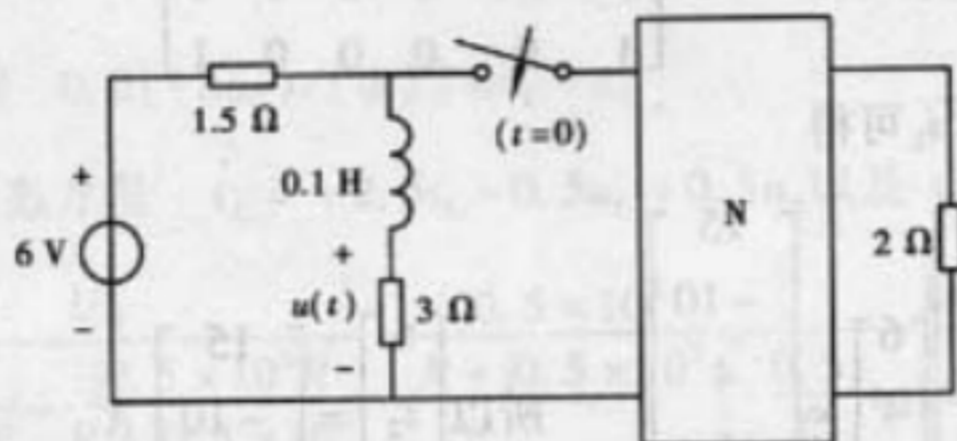


图 5

参考答案

一、填空题: 只写答案, 不写过程。(每空 4 分, 共 56 分)

1. 解: 用节点法求 U

$$U = \frac{\frac{10}{3} - 1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}} = 3.5 \text{ V}; U_1 = -U + 2 \times 1 = -1.5 \text{ V}$$

可得 $P = 1 \times U_1 = -1.5 \text{ W}$

2. 解: 由叠加定理, 可得

$$i = 2 \cos 2t + \sin 2t - 2e^{-2t} = 2.24 \sin(2t + 63.43^\circ) - 2e^{-2t} \text{ A}$$

$$u = 0.1 \frac{d}{dt} 2e^{-2t} + 5 \sin 2t = -0.4e^{-2t} + 5 \sin 2t \text{ V}$$

3. 解: $I_{AB} = \sqrt{3}I_P = \sqrt{3} \times 1 = \sqrt{3} \text{ A}$ 即 A_2 的读数为 $\sqrt{3} \text{ A}$

A_1 的读数为 $I_A = 2 \times \sqrt{3} \times \cos 30^\circ = 3 \text{ A}$

4. 解: 电路呈电阻性, $R_2 = 100 \Omega$; $U_L = 100 \times 0.5 = 50 \text{ V}$

5. 解: 开关闭合前后电容电压和电感电流不跳变, 由叠加定理, 可得

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 4 \times 2 - 3 = 5 \text{ V}, i_L(0_+) = i_L(0_-) = 2 - (3/1) = -1 \text{ A}$$

6. 解: 根据“虚断路”和“虚短路”, 有

$$I = \frac{-10 - 6 \times 10^3 \times \frac{-10}{5 \times 10^3}}{10 \times 10^3} \text{ A} = 0.2 \text{ mA}$$

7. 解: a, b 端口的输入阻抗就是折合阻抗

$$Z_{ab} = n^2 \times Z_L = 2^2 \times (3 - j4) = 12 - j16 = 20 \angle -53.1^\circ \Omega$$

8. 解: $\tau = 0.5 = 0.1 \times (3 + R)$ 解得 $R = 2 \Omega$

$$u_C(0_+) = \frac{1}{0.1} \int_{0^-}^{0^+} \frac{2U_s}{2+3} \delta(t) dt = 10$$

得 $U_s = 2.5 \text{ V}$

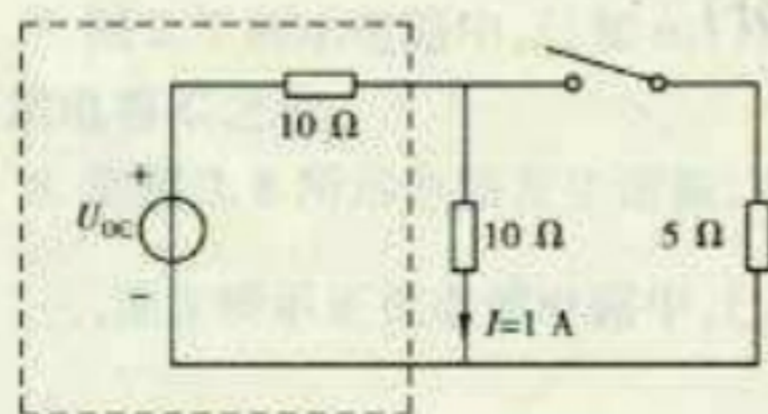
9. 解: $h(t) = L^{-1}[H(S)] = L^{-1}\left[1 + \frac{-15S}{4(S+2)(S+3)}\right] = \delta(t) + (7.5e^{-2t} - 11.25e^{-3t})\varepsilon(t)$

二、简算题: 要求写出计算过程。(每小题 7 分, 共 56 分)

1. 解: 由 B 与 Q 的关系可得 $B = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

由 KCL 方程 $i_b = B^T i_L$ 可得

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ i_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15 \\ -10 \\ 4 \\ 6 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix} \quad \text{所以} \quad \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15 \\ -10 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ A}$$



图解题 2.2

2. 解: 根据戴维南定理, 图 2.2 中除开 10Ω 和 5Ω 电阻以外的戴维南等效电路如图解题 2.2(a) 中虚线框内所示, 由此可得

$$\frac{U_{OC}}{10+10} = 1 \quad \text{解得} \quad U_{OC} = 20 \text{ V}$$

开关闭合时 $I = \frac{20}{10 + \frac{10 \times 5}{15}} \times \frac{5}{15} = 0.5 \text{ A}$

3. 解: 直流作用: $I_{10} = 10/2 = 5 \text{ A}$

交流作用: 因为 $\omega L = 40 \Omega$, $1/(\omega C) = 40 \Omega$

所以 L, C 发生并联谐振, 可得 $I_{11} = 120/40 = 3 \text{ A}$

电流表 A 的读数为 $\sqrt{5^2 + 3^2} = \sqrt{34} = 5.83 \text{ A}$, 功率 $P = 10 \times 5 = 50 \text{ W}$

4. 解: $\dot{U}_A = \frac{380}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \text{ V}$ $\dot{I}_A = 10 \angle 45^\circ - 120^\circ = 10 \angle -75^\circ \text{ A}$

$P = 3 \times \frac{380}{\sqrt{3}} \times 10 \cos[-30^\circ - (-75^\circ)] = 3 \times \frac{380}{\sqrt{3}} \times 10 \cos 45^\circ = 4654 \text{ W}$

$Z = \frac{\dot{U}_A}{\dot{I}_A} = \frac{(380/\sqrt{3}) \angle -30^\circ}{10 \angle -75^\circ} = 21.94 \angle 45^\circ \Omega$

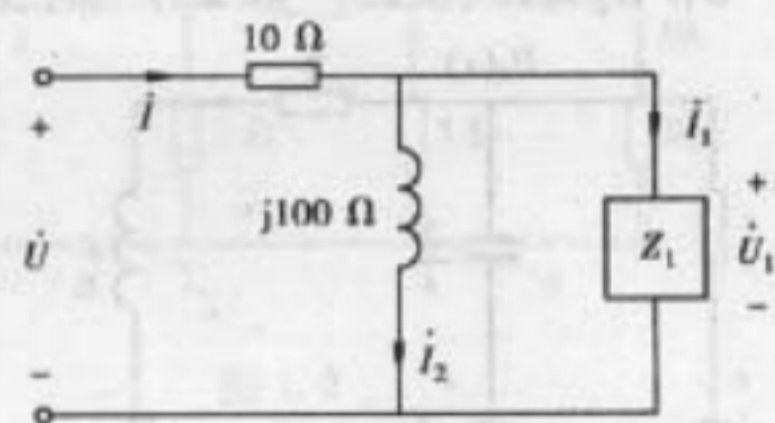
5. 解: 设 \dot{I}_1 和 \dot{I}_2 如图解题 2.5 所示, 令 $\dot{U}_1 = 200 \angle 0^\circ \text{ V}$,

$I_1 = 800/(200 \times 0.8) = 5$, $|\theta| = \arccos 0.8 = 36.9^\circ$

$\dot{I}_1 = 5 \angle 36.9^\circ \text{ A}$, $\dot{I}_2 = \dot{U}_1/(j100) = -j2 \text{ A}$

$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 4 + j3 - j2$
 $= 4 + j1 = 4.12 \angle 14.04^\circ \text{ A}$

$\dot{U} = 10 \dot{I} + \dot{U}_1 = 40 + j10 + 200$
 $= 240 + j10 = 240.2 \angle 2.39^\circ \text{ V}$



图解题 2.5

6. 解: 列外网孔的 KVL 方程 $2[(di_L)/(dt)] =$

$-5i_L + u_s - u_c$

(1) 列割集的 KCL 方程 $0.2[(du_c)/(dt)] = i_L - u_c$

(2) 整理可得电路的状态方程 $\dot{i}_L = -2.5i_L - 0.5u_c + 0.5u_s$ 以及 $\dot{u}_c = 5i_L - 5u_c$

7. 解: $\dot{I} = \frac{\dot{U}_s}{-j \frac{1}{10^5 C} + \frac{j0.5 \times 10^5 R}{R + j0.5 \times 10^5}} \times \frac{j0.5 \times 10^5}{R + j0.5 \times 10^5} = \frac{j0.5 \times 10^5 \dot{U}_s}{\frac{0.5}{C} + j(0.5 \times 10^5 - \frac{1}{10^5 C})R}$

为了改变 R 的值使 i 保持不变, 则必使 R 的系数为零, 即应有

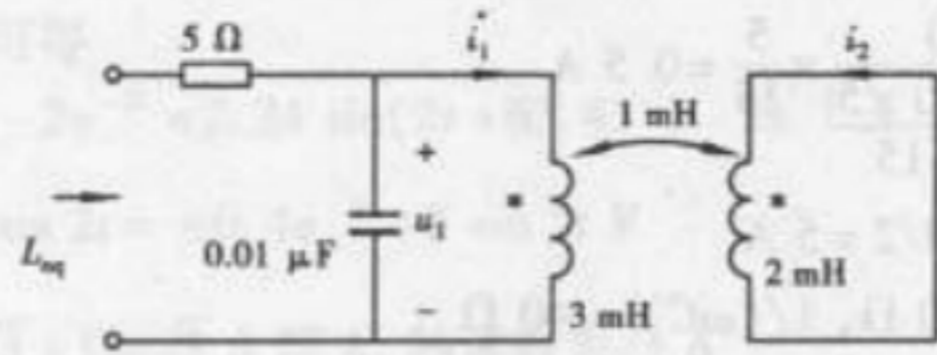
$0.5 \times 10^5 - [1/(10^5 C)] = 0$ 所以 $C = 1/(0.5 \times 10^{10}) = 200 \text{ pF}$

8. 解: 设电流电压如图解题 2.8 所示

因为 $u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} = 0$; $\frac{di_2}{dt} = -\frac{M di_1}{L_2 dt}$

$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} = (L_1 - \frac{M^2}{L_2}) \frac{di_1}{dt}$

所以 $L_{eq} = L_1 - \frac{M^2}{L_2} = 3 - \frac{1}{2} = 2.5 \text{ mh}$



图解题 2.8

故 $\omega = \frac{1}{\sqrt{CL_{eq}}} = \frac{1}{\sqrt{0.01 \times 10^{-6} \times 2.5 \times 10^{-3}}} = 2 \times 10^5 \text{ rad/s}$

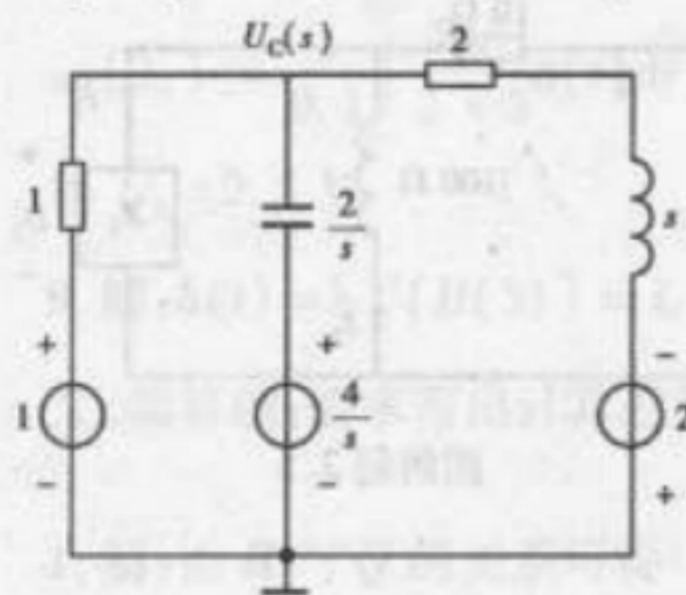
三、解: $\dot{I}_1 = (1/10^3) \dot{U}_2$ $\dot{I}_2 = \dot{U}_2 / (j\omega L)$

因为 $\dot{I}_1 / \dot{I}_2 = 1/3$ 所以 $I_2 = 3 \times 10^{-3} U_2$

$\omega L = U_2 / I_2 = (1/3) \times 10^3 \Omega$; $-j(1/\omega C) = -j250 \Omega$

$\dot{U}_1 = -j250(\dot{I}_1 + \dot{I}_2) + \dot{U}_2 = [-j250(10^{-3} - j3 \times 10^{-3}) + 1] \dot{U}_2$
 $= (0.25 - j0.25) \dot{U}_2$

$\dot{U}_1 / \dot{U}_2 = 1 / (0.25 - j0.25)$ 可见 \dot{U}_2 在相位上超前于 \dot{U}_1 的相角为 $\theta = 45^\circ$



图解题 4

四、解: $i_L(0_-) = 2 \text{ A}$, $u_C(0_-) = 4 \text{ V}$,
 S 域模型为图解题 4 所示, 用节点法求 $U_C(s)$

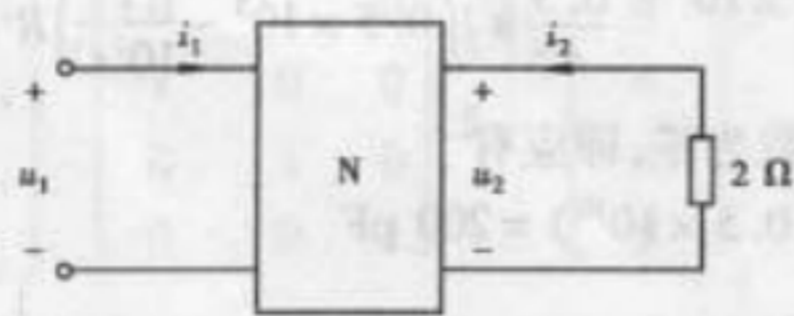
$(1 + 0.5s + \frac{1}{s+2}) U_C(s) = 1 + 2 - \frac{2}{s+2}$

$U_C(s) = \frac{3s+4}{0.5s^2+2s+3} = \frac{6s+8}{s^2+4s+6}$

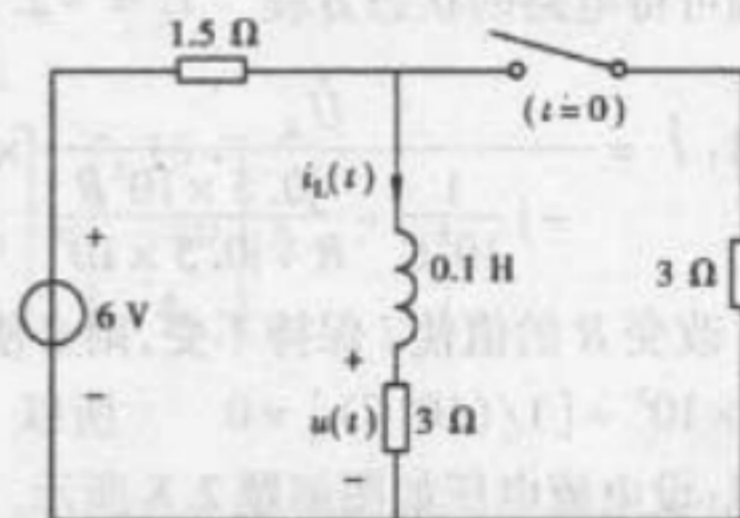
五、解: 图解题 5(a) 所示二端口电阻网络 N 的开路阻抗参数方程为

$u_1 = 4i_1 + 2i_2$ (1)

$u_2 = 3i_1 + 4i_2$ (2)



(a)



(b)

图解题 5

$u_2 = -2i_2$ (3)

出口 VCR 为

由以上 3 式消去 u_2 和 i_2 可得 $u_1 = 3i_1$

于是可得入口输入阻抗 $R_i = u_1 / i_1 = 3 \Omega$

作出等效电路如图解题 5(b) 所示。

用三要素法求 $t > 0$ 时的电阻电压 $u(t)$ 如下:

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = 6 / (1.5 + 3) = 4/3 \text{ A}$$

$$i_U = (6/3) \times 0.5 = 1 \text{ A}$$

$$R_{eq} = 3 + (1.5 \times 3) / (1.5 + 3) = 4 \text{ } \Omega$$

$$\text{时间常数 } \tau = L/R = 0.1/4 = 1/40 \text{ s}$$

$$\text{所以有 } i_L(t) = 1 + (1.33 - 1)e^{-40t} = 1 + 0.33e^{-40t} \text{ A } (t \geq 0_+)$$

$$\text{进而有 } u(t) = 3i_L(t) = 3 + 1e^{-40t} \text{ V } (t \geq 0_+)$$

六、04 年重庆大学硕士研究生入学考试《电路原理》试题

一、填空题:只要求写出答案,不必写出计算过程。(每小题 7 分,共 35 分)

1. 在图 1.1 所示电路中, A, B 两点间的开路电压为 _____ V, 等效电阻为 _____ Ω 。

2. 在图 1.2 中, N 为含源二端网络, 欲使负载上的电流为网络 AB 端口电流的 $\frac{1}{6}$, 负载 $R_L =$ _____ Ω 。

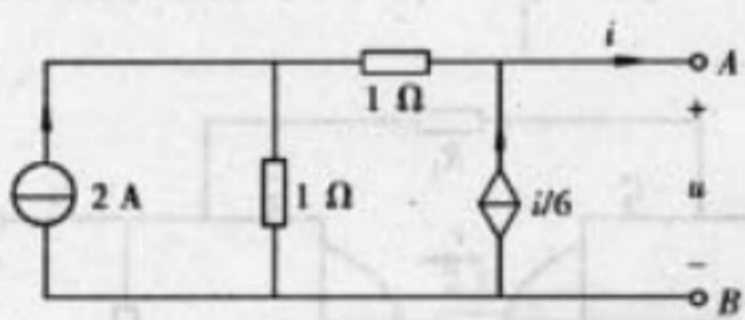


图 1.1

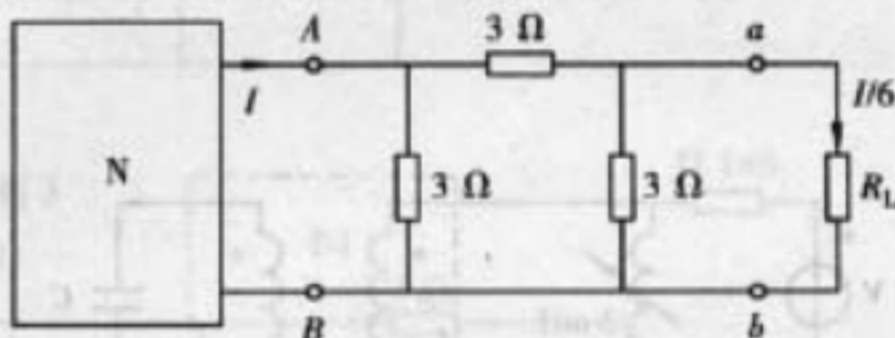


图 1.2

3. 在图 1.3 所示对称三相电路中, 当开关 S 闭合时, 各电流表的读数均为 10 A。试问将开关断开后, 电流表 A_1 的读数为 _____ A, A_2 的读数为 _____ A, A_3 的读数为 _____ A。

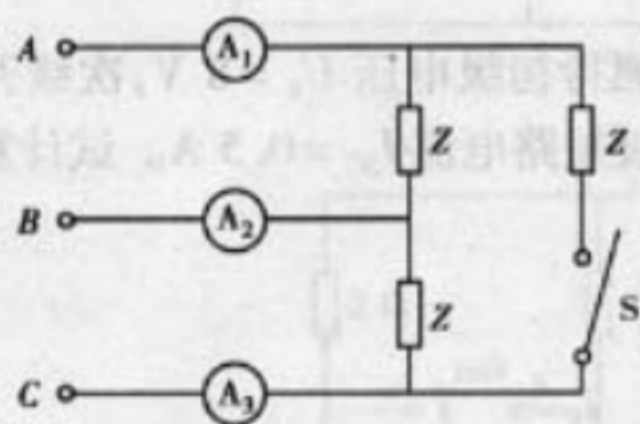


图 1.3

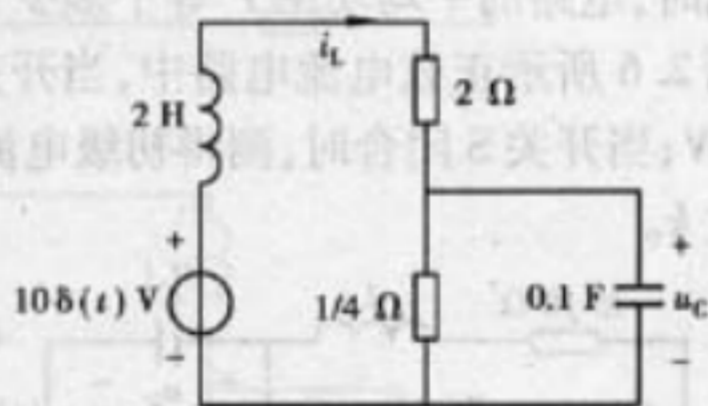


图 1.4

4. 在图 1.4 所示零状态电路中, 电感电流的初始值 $i_L(0_+) =$ _____ A; 电容电压一阶导数的初始值 $u_C'(0_+) =$ _____ V/s。

5. 在图 1.5 所示 RLC 串联电路中, $u_s = 10\sqrt{2} \cos(2500t + 15^\circ)$ V, 当 $C = 8 \mu\text{F}$ 时, 电路消耗的功率达到最大, 其值为 $P_{max} = 100 \text{ W}$, 此时电阻 $R =$ _____ Ω , 电感 $L =$ _____ H, 品质因数 $Q =$ _____。

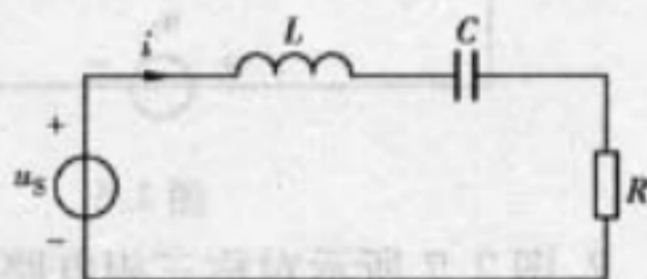


图 1.5

二、简算题:要求简要写出计算过程。(每小题 10 分,