

姓名: _____

学号: _____

院系: _____

_____级_____班

大 连 理 工 大 学

课程名称 : 电路理论 A1, B 试卷: A 考试形式: 闭卷

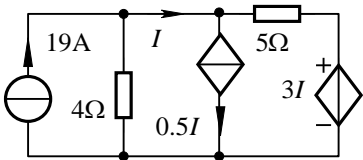
授课院(系): 电信学部 考试日期: _____ 试卷共 6 页

	一	二	三	四					总分
标准分	64	12	12	12					100
得 分									

得分

一. 求解下列各题(共 64 分, 没有过程不得分)。

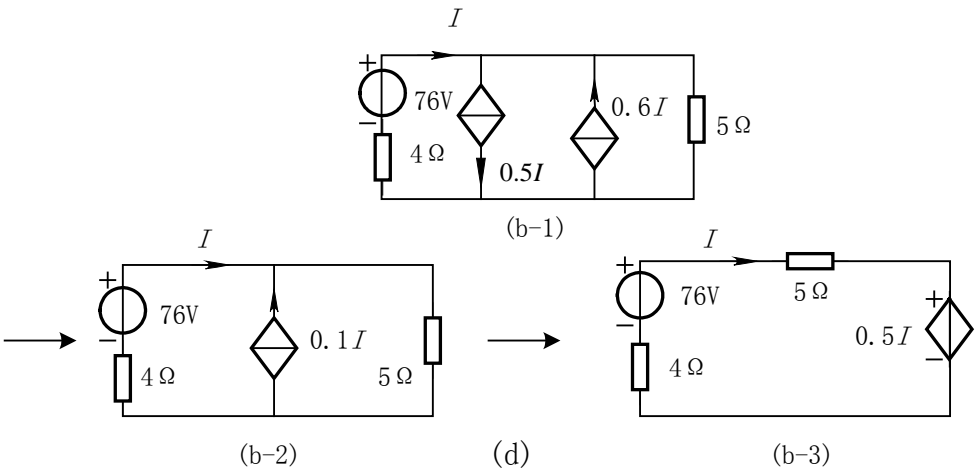
1. 利用等效电路求图示电路的电流 I 。(8分)



(1)将电压源串电阻等效为电流源并电阻, 电流源并电阻等效成电压源串电阻, 如图(b-1); (2 分)

(2)将两并联受控电流源电流相加, 如图(b-2); (2 分)

(3)再将电流源并电阻等效成电压源串电阻, 如图(b-3); (2 分)

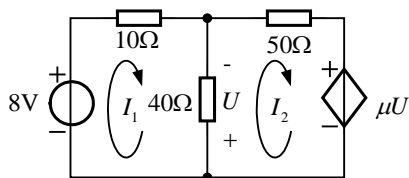


对等效化简后的电路，由 KVL 得

$$76\text{V} - 0.5I = (4 + 5)I$$

$$I = 76\text{V} / 9.5\Omega = 8\text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

2. 图示电路，列出回路电流方程，求 μ 为何值回路电流为 $I_2 = \frac{2}{15}\text{A}$ 时。(8分)



解：选图示回路列回路电流方程：

$$\begin{cases} (10 + 40)\Omega \times I_1 - 40\Omega \times I_2 = 8\text{V} \\ -40\Omega \times I_1 + (40 + 50)\Omega \times I_2 = -\mu U \end{cases}$$

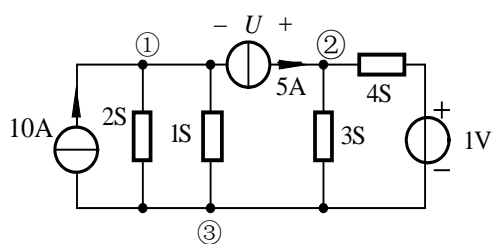
补充方程： $U = 40(I_2 - I_1)$

整理得：(3 分)

$$\begin{cases} 50\Omega \times I_1 - 40\Omega \times I_2 = 8\text{V} \\ -4(1 + \mu)\Omega \times I_1 + (9 + 4\mu)\Omega \times I_2 = 0 \end{cases} \quad (3 \text{ 分})$$

将 $I_2 = \frac{2}{15}\text{A}$ 代入上式，解得 $\mu = 0.25$ 。(2 分)

3. 用节点电压法求图示电路5A电流源发出的功率。(8分)



解：取节点③为参考节点，对节点①和②列节点电压方程。

$$\begin{cases} (1 + 2)\text{S} \times U_{n1} = (10 - 5)\text{A} \\ (3 + 4)\text{S} \times U_{n2} = (5 + 4)\text{A} \end{cases} \quad (4 \text{ 分})$$

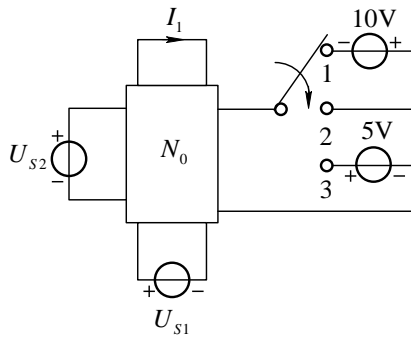
解得：

$$U_{n1} = 5/3\text{V}, U_{n2} = 9/7\text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

$$U = -U_{n1} + U_{n2} = -0.38\text{V}$$

$$P = U \times 5 = -1.9\text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

4. 如图所示电路中, N_0 为纯电阻网络。现开展如下实验: (1) 当开关 S 接至 “1” 时, $I_1 = -4\text{A}$; (2) 当开关 S 接至 “2” 时, $I_1 = 2\text{A}$ 。求当开关接至 “3” 时 I_1 的值。
(8 分)



解: 当电压源 U_{s1} 和 U_{s2} 共同作用时的 I_1 响应为 $I_1^{(1)}$, 根据齐性定理和叠加定理:

$$I_1 = I_1^{(1)} + kU \quad (2 \text{ 分})$$

根据已知条件, 具有

$$\begin{cases} I_1^{(1)} + 10k = -4 \\ I_1^{(1)} + 0 \times k = 2 \end{cases}, \quad (4 \text{ 分})$$

解得 $I_1^{(1)} = 2, k = -0.6$, 因此, 开关接至 “3” 时,

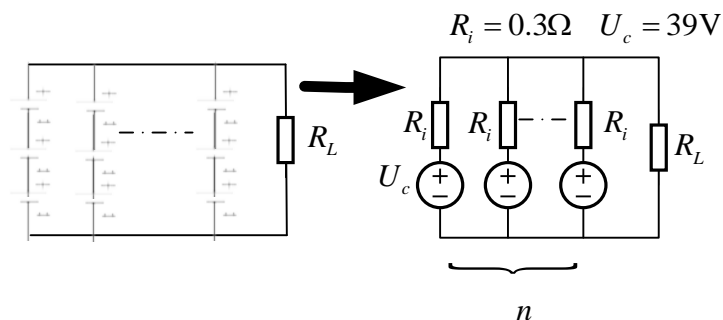
$$I_1 = 2 + (-0.6) \times (-5) = 5\text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

5. 在工程应用中, 现场有 24 个相同型号的电池, 每个电池额定开路电压为 $U_n = 13\text{V}$, 内阻为 $R_n = 0.1\Omega$, 额定输出电流为 $I_n = 2\text{A}$ 。有一值为 $R_L = 8\Omega$ 的灯泡, 其额定功率为 $P_n = 200\text{W}$ 。在尽量节省电池情况下, 试给出一种可行方案(画出连接图)说明怎样使用这些电池, 使灯泡尽可能工作在额定状态, 并给出每个电池的输出电流和输出功率。(8 分)

解: 通过题意可知, 负载额定电压为 $\sqrt{200 \times 8} = 40\text{V}$, 为此需要电池的组合电压越接近 40V 越好, 为此采取 3 个电池现串联, 这样形成一组 (2 分); 又因为负载的额定电流为 $40/8 = 5\text{A}$, 而电池的额定电流为 2A, 为此需要以 3 个电池串联形成的组并联 3 组。(2 分)

或可以通过计算得到并联组数。即通过题意可知, 负载额定电压为 $\sqrt{200 \times 8} = 40\text{V}$, 为此需要电池的组合电压越接近 40V 越好, 为此采取以下方式:

3个电池现串联，这样形成一组（2分）；又
，以此电池组形式展开并联，此时电路为



设 n 为组数，则负载的电压为：

$$U_L = \frac{(39 \times \frac{1}{0.3} \times n)}{\frac{1}{0.3} \times n + \frac{1}{8}}$$

取每个电池内的电流，并保证电池内的电流小于等于额定电流2A：

$$(U_c - U_L) / 0.3 = (39 - \frac{(39 \times \frac{1}{0.3} \times n)}{\frac{1}{0.3} \times n + \frac{1}{8}}) / 0.3 \leq 2 \quad (2\text{分})$$

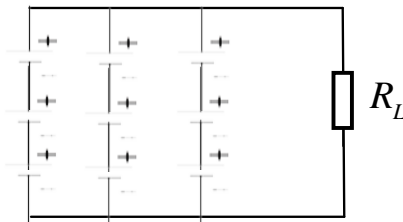
解得，组数 $n \geq 2.4$ 时，满足上述条件。为此取 $n=3$ ，也就是使用9个电池就可以满足要求，电池电流为：

$$(39 - \frac{(39 \times \frac{1}{0.3} \times 3)}{\frac{1}{0.3} \times 3 + \frac{1}{8}}) / 0.3 = 1.605\text{A}, \quad (2\text{分})$$

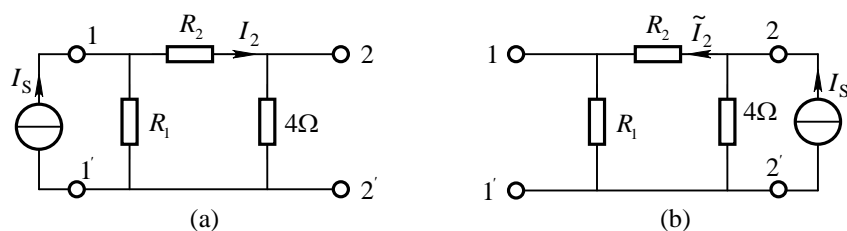
负载功率为 $(1.605\text{A} \times 3)^2 \times 8 = 185.5\text{W}$ ，

每节电池发出功率为： $(39 - 0.3 \times 1.605) \times 1.605 \div 3 = 20.61\text{W}$ 或者 $185.5\text{W} / 9 = 20.61\text{W}$

连接电路为：（2分）



6. 图(a)为含有两个未知电阻的网络, 当电流源 I_S 作用于 $1-1'$ 时, 有 $I_2 = I_S/8$; 当电流源 I_S 作用于 $2-2'$ 时, 如图(b)所示, 有 $\tilde{I}_2 = 0.5I_S$ 。试确定电阻 R_1 和 R_2 的值。(8 分)



依据互易定理: 图(a) 中 $U_{22'}$ 与图(b)中 $U_{11'}$ 相等, 就有

$$4I_2 = R_1 \tilde{I}_2, \text{ 根据 } I_2 = I_S/8, \tilde{I}_2 = 0.5I_S, 4I_2 = \tilde{I}_2 R_1, (I_S/8) \times 4 = 0.5R_1 I_S$$

就有 $R_1 = 1\Omega$ 。(5 分)

$$\text{另外, 根据分流公式, } I_2 = I_S/8 = \frac{I_S R_1}{R_1 + R_2 + 4\Omega}, \text{ 得到 } R_2 = 3\Omega。(3 \text{ 分})$$

7. 在含有电阻、电容和电感的正弦稳态电路中, 为什么存在无功功率?

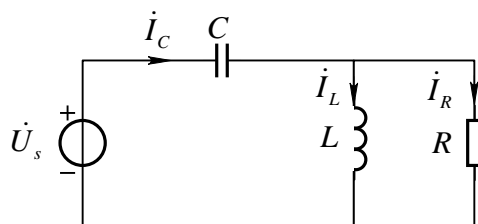
试述提高功率因数的意义和方法? (8 分)

(1) 在交流电路中, 有电源供给负载的电功率有两种: (1) 有功功率; (2) 无功功率。无功功率, 它是用于电路内电场与磁场的交换, 用来在电气设备中建立和维持磁场和电场的电功率, 它不对外做功。(4 分)

(2) 提高功率因数的意义: 1) 提高供电设备的利用率; 2) 降低供电设备和输电线路的功率损耗; (2 分)

提高功率因数的方法: 1) 对于感性负载, 通过并联电容的方法; 2) 对于容性负载, 通过并联电感的方法; (2分)

8. 如图所示电路, 已知 $\omega L=10\Omega$, $1/(\omega C)=5\Omega$, $R=5\Omega$, 若 \dot{U}_s 的幅角为零, 求: \dot{i}_R 的幅角 ϕ 等于多少? (8分)



解:

$$Z = \frac{1}{j\omega C} + \frac{R \times j\omega L}{R + j\omega L} = \frac{1}{j5} + \frac{5 \times j10}{5 + j10} = 4 - j3 = 5\angle(-36.86^\circ)\Omega \quad (2\text{分})$$

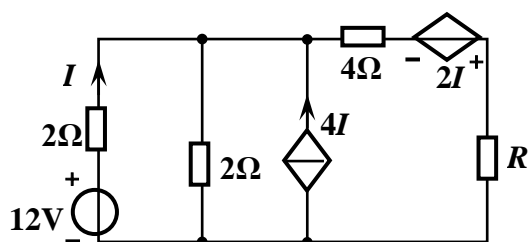
$$\dot{i}_C = \frac{\dot{U}_s}{Z} = \frac{U\angle 0^\circ}{5\angle(-36.86^\circ)} = \frac{U}{5}\angle 36.86^\circ \text{ A} \quad (2\text{分})$$

$$\begin{aligned} \dot{i}_R &= \frac{j\omega L}{R + j\omega L} \dot{i}_C = \frac{j10}{5 + j10} \times \frac{U}{5} \angle 36.86^\circ \\ &= \frac{2\angle 90^\circ}{\sqrt{5}\angle 63.43^\circ} \times \frac{U}{5} \angle 36.86^\circ = 63.43^\circ \quad (4\text{分}) \end{aligned}$$

\dot{i}_R 的初相角为 63.43°

得分	
----	--

二. 图示电路的负载电阻 R 可变, 求 $R=?$ 时, 其吸收的功率最大, 最大功率是多少? (12分)



解: (1) 开路电压 U_{oc} , 如图所示。

由KVL, 得: $12=2I+2(I+4I)=12I$

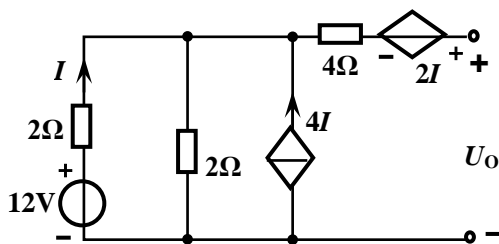
则: $I=1\text{ A}$ (3分)

得: $U_{oc}=2I+2(I+4I)$

$$=12I$$

$$=12\text{ V} \quad (3\text{分})$$

(2) 输入电阻 R_{eq} , 如图所示。



由KVL, 得:

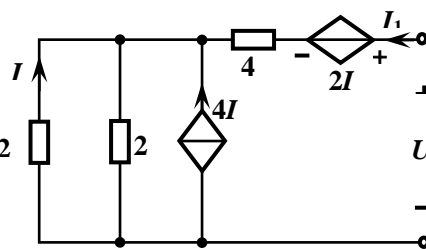
$$U = 2I + 4I_1 - 2I = 4I_1$$

则: $R_{eq} = U/I_1 = 4 \Omega$ (3分)

(3)最大功率。

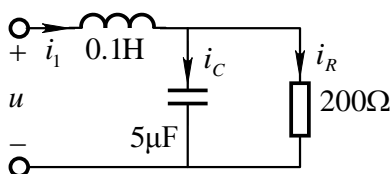
当 $R = R_{eq} = 4 \Omega$ 时, 电阻获得最大功率: (3分)

$$P = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{12^2}{4 \times 4} = 9 \text{ W}$$



得分

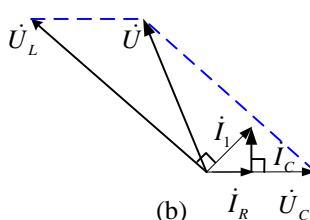
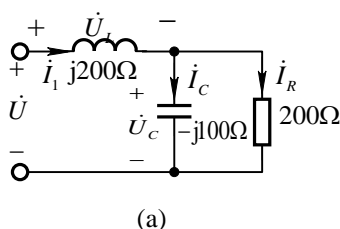
三、图示电路, 已知 $i_R = 2\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ A}$, $\omega = 2 \times 10^3 \text{ rad/s}$, 求各元件电压、电流及总电压 u , 并作各电压、电流的相量图。(12分)



解: 感抗 $X_L = \omega L = (2 \times 10^3) \text{ rad/s} \times 0.1 \text{ H} = 200 \Omega$

容抗 $X_C = -\frac{1}{\omega C} = -\frac{1}{(2 \times 10^3) \text{ rad/s} \times (5 \times 10^{-6}) \text{ F}} = -100 \Omega$ (3分)

原电路的相量模型如图(a)所示。



由已知得 $\dot{i}_R = 2\angle 0^\circ \text{ A}$, 按从右至左递推的方法求得各元件电压、电流相量如下: (每个变量求得结果各 1 分, 共 5 分)

$$\dot{U}_C = \dot{i}_R R = 400\angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\dot{i}_C = \frac{\dot{U}_C}{jX_C} = \frac{400\angle 0^\circ \text{ V}}{-j100 \Omega} = 4\angle 90^\circ \text{ A}$$

$$\dot{i}_1 = \dot{i}_C + \dot{i}_R = (2\angle 0^\circ + 4\angle 90^\circ) \text{ A} = 2(1 + j2) \text{ A} = 2\sqrt{5}\angle 63.43^\circ \text{ A}$$

$$\dot{U}_L = jX_L \dot{i}_1 = j200 \times 2\sqrt{5}\angle 63.43^\circ \text{ V} = 400\sqrt{5}\angle 153.43^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U} = \dot{U}_L + \dot{U}_C = (400\sqrt{5}\angle 153.43^\circ + 400\angle 0^\circ) \text{ V} = 400\sqrt{2}\angle 135^\circ \text{ V}$$

由以上各式画出电压、电流相量图如图(b)所示。由各相量值求得各元件电压、电流瞬时值分别为

$$i_C = 4\sqrt{2} \cos(\omega t + 90^\circ) \text{ A}, i_1 = 2\sqrt{10} \cos(\omega t + 63.43^\circ) \text{ A}$$

$$u_R = u_C = 400\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ V}, u_L = 400\sqrt{10} \cos(\omega t + 153.43^\circ) \text{ V}$$

$$u = 800 \cos(\omega t + 135^\circ) \text{ V}$$

(上述求得物理量的表达式 3 分，相量图 1 分，共 4 分)

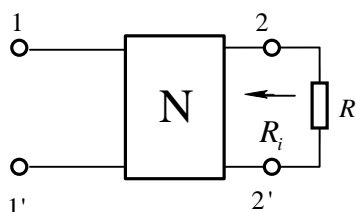
得分	
----	--

四、(12 分) 图示电路中 N 为线性含源电阻网络，2-2' 支路接电阻，1-1' 支路断开。当 2-2' 支路断开时，1-1' 支路两端的电压为 U_{10} ；当 2-2' 支路

短路时，1-1' 支路两端的电压为 U_{1s} 。从支路 2-2' 两端向左看去，输入电阻为 R_i 。

短路时，1-1' 支路两端的电压为 U_{1s} 。从支路 2-2' 两端向左看去，输入电阻为 R_i 。

当 2-2' 支路接有电阻 R 时，1-1' 支路的电压为多少？



解：对于题的电路中，2-2' 支路的电流 $I_{22'} = \frac{U_{oc}}{R + R_i}$ 。使用替代定理，将 2-2' 支路的用电流源来替代，此时 1-1' 支路两端的电压响应 $U_{11'}$ ，其可看作 $I_{22'}$ 电流

源单独作用和含源网络 N 作用下的响应，即 $U_{11'} = U + kI_{22'}$ ，其中 U 为含源网络 N 作用下的响应。(2 分)

作用下的响应。(2 分)

在第 1 次实验中，2-2' 支路断开，此时有

$$U_1 = U_{10} \quad (2 \text{ 分})$$

在第 2 次实验中，2-2' 支路短路，此时有

$$U_1 = U_{1s} = U_{10} + k \frac{U_{oc}}{R_i}, \text{ 就有 } (U_{1s} - U_{10})R_i = kU_{oc} \quad (4 \text{ 分})$$

在第 3 次实验中，2-2' 支路接了电阻 R ，此时有

$$U_1 = U_{10} + k \frac{U_{oc}}{R_i + R} = U_{10} + (U_{1s} - U_{10}) \frac{R_i}{R_i + R} \quad (4 \text{ 分})$$