

课程编号: 100051202/100051232

北京理工大学 2019 - 2020 学年 第 二 学期

2019 级电路分析基础 B/D 课程试卷 A 答案和评分标准

开课学院: 信息与电子学院

试卷用途: ☐期中 ☒期末 ☐重考

考试日期: 2020 年 6 月 30 日 所需时间: 120 分钟

考试允许带: 文具、计算器 入场

班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

题序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合计
满分	6	6	8	8	12	12	8	10	10	8	12	100
得分												

注意: 所有题要写清过程。

1. (6 分) 如图 1 所示, 求 ab 以左网络的戴维南等效电路和诺顿等效电路。

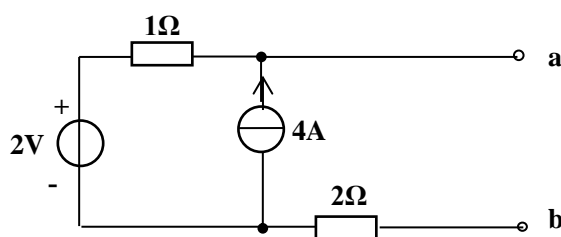
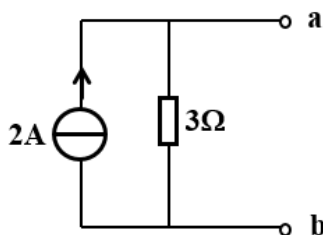
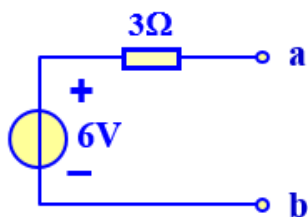


图 1

$$U_{oc} = 4 \times 1 + 2 = 6V, (1\text{分}) \quad R_0 = 1 + 2 = 3\Omega, (1\text{分})$$

$$I_{sc} = \frac{U_{oc}}{R_0} = 2A, (1\text{分}) \quad R_0 = 1 + 2 = 3\Omega, (1\text{分})$$



(每个图 1 分)

2. (6 分) 电路如图 2 所示，电路处于临界阻尼状态，求电感 L 的值。

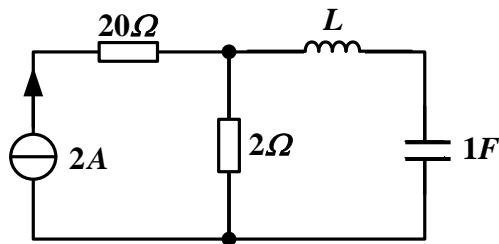


图 2

解：除去串联 LC 元件剩下单口网络的等效电阻为 2Ω ， (2 分)

当 $2\Omega = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 时电路会发生临界阻尼状态 (2 分)

$$\therefore \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{L}{1}} = 1 \Rightarrow L = 1\text{H} \quad (2 \text{ 分})$$

3. (8 分) 已知下图 3 中 N_0 为无源线性电阻网络，当开关 K 置于 1 时，电流 $I = 7\text{A}$ ，开关 K 置于 2 时，电流 $I = 1\text{A}$ ，求开关 K 置于 3 时，电流 $I = ?$

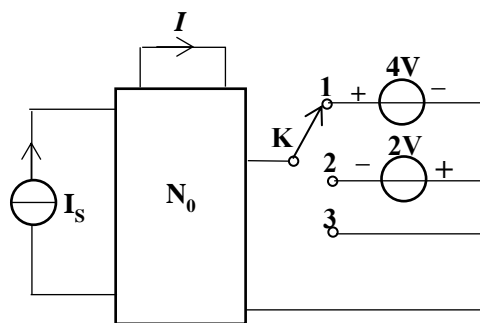


图 3

设 I_s 单独作用时，所求支路网络函数为 H_1

开关 K 连接的电压源单独作用时，所求支路网络函数为 H_2

$$\begin{cases} 7 = I_s \times H_1 + 4 \times H_2 \\ 1 = I_s \times H_1 - 2 \times H_2 \end{cases} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_s \times H_1 = 3\text{A} \\ H_2 = 1\text{S} \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

\therefore 开关 k 置于 3 时， $I = I_s \times H_1 + 0 \times H_2 = 3\text{A}$ (2 分)

4. (8 分) 图 4 中网络 N 的 VCR 表达式为 $u=2i+1$, 求图中受控源的功率, 并判断受控源是吸收还是产生功率?

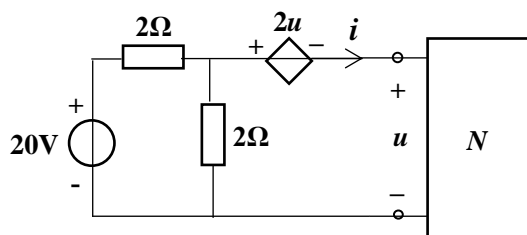


图 4

网络 N 以左部分单口的 VCR 为:

将 20V 电压源串联 2 欧电阻等效为 10A 电流源并联 2 欧电阻

$$i = \frac{20}{2} - \frac{2u + u}{2 // 2} = 10 - 3u, \quad (3 \text{ 分})$$

与网络 N 的 VCR 联立得: $u=3V, i=1A$ (2 分)

受控源电压电流为关联参考方向, 则吸收功率为 $P=2ui=6W$
(1 分) (1 分) (1 分)

5. (12 分) 如图 5 所示, 已知 $t=0$ 时, 开关由 a 投向 b , 电路换路前已处于稳态, 用三要素法求电路中 $t>0$ 时 $i_L(t)$ 。

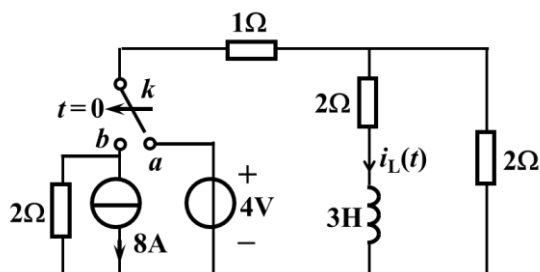


图 5

解: (1) 求 $i_L(t)$ 的初始值 $i_L(0_+)$

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = \frac{4}{1 + 2 // 2} \times \frac{2}{2 + 2} = 1A \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 求 $i_L(t)$ 的稳态值 $i_L(\infty)$

$$i_L(\infty) = -8 \times \frac{2}{(1 + 2 // 2) + 2} \times \frac{2}{2 + 2} = -2A \quad (3 \text{ 分})$$

(3) 求换路后的时间常数 τ ,

换路后去除电感元件得到的戴维南等效电阻为

$$R_0 = (2 + 1) // 2 + 2 = 3.2\Omega$$

$$\tau = \frac{L}{R_0} = \frac{3}{16/5} = \frac{15}{16} \text{ s} \quad (3 \text{ 分})$$

(4) 根据公式可得

$$\begin{aligned} i_L(t) &= i_L(\infty) + [i_L(0_+) - i_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = -2 + (1+2) \times e^{-\frac{16}{15}t} \text{ A} \\ &= -2 + 3e^{-\frac{16}{15}t} \text{ A} \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

6. (12 分) 正弦稳态电路如图 6 所示, 已知 $i_s(t) = (10\cos 500t) \text{ mA}$, 图中 A 为无源网络, 求:

- (1) 若 A 为 $1\mu\text{F}$ 电容, $u(t) = ?$
- (2) 欲使 A 从电源获得最大功率, 试画出网络 A 的串联电路的时域模型 (计算其 R 、 L 或 C 的参数)。

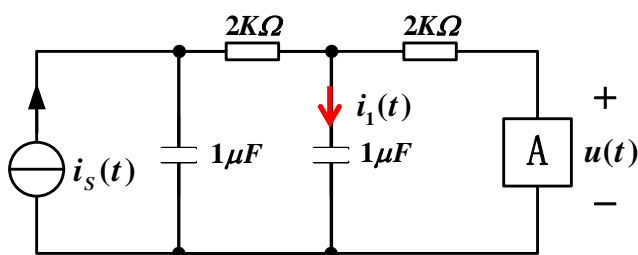


图 6

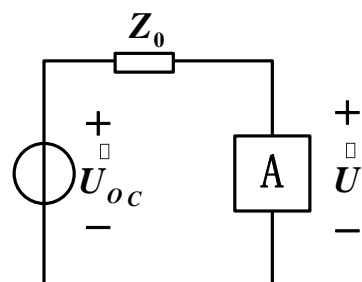


图 6(a)

解: (1) A 以左单口网络的戴维南等效电路的相量模型如图 6(a)所示, 已知

$$\vec{I}_s = \frac{10}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ \text{ mA} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\vec{Z}_C = \frac{1}{j\omega C} = -j2K\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$\vec{I}_1 = \frac{-j2K}{-j2K + 2K - j2K} \vec{I}_s = \sqrt{2}(2-j) \text{ mA} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\vec{U}_{oc} = \vec{Z}_C \cdot \vec{I}_1 = -j2 \times 10^3 \times \sqrt{2}(2-j) \times 10^{-3} = 6.325 \angle -116.57^\circ \text{ V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\vec{Z}_0 = 2K + (-j2K) // (2K - j2K) = (2400 - j1200) \Omega \quad (1 \text{ 分})$$

若 A 为 $1\mu\text{F}$ 电容, 则

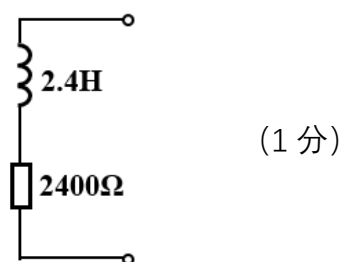
$$\vec{U} = \frac{\vec{Z}_C}{\vec{Z}_0 + \vec{Z}_C} \cdot \vec{U}_{oc} = \frac{(-j2K) \times 6.325 \angle -116.57^\circ}{2.4K - j1.2K - j2K} = 3.16 \angle -153.43^\circ \text{ V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\therefore u(t) = 4.47 \cos(500t - 153.43^\circ) V \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 欲从电源获得最大功率, } Z_A = Z_0^* = (2400 + j1200) \Omega \quad (2 \text{ 分})$$

A 应由 R_A 和 L_A 串联相接组成: (1 分)

$$R_A = 2400 \Omega, \quad L_A = \frac{1200}{500} = 2.4 H \quad (1 \text{ 分})$$



7. (8 分) 电路如图 7 所示, 求电流 I 。

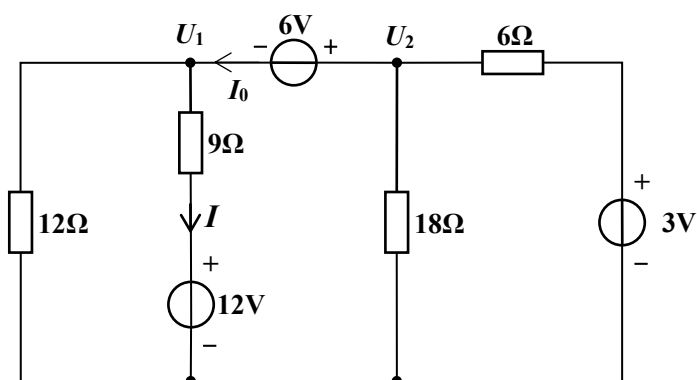


图 7

节点分析法

$$\begin{cases} (\frac{1}{9} + \frac{1}{12})U_1 - \frac{1}{9} \times 12 = I_0 \\ (\frac{1}{6} + \frac{1}{18})U_2 - \frac{1}{6} \times 3 = -I_0 \\ U_2 - U_1 = 6 \end{cases} \quad (5 \text{ 分})$$

$$\Rightarrow U_1 = 1.2V \Rightarrow I = \frac{U_1 - 12}{9} = -1.2A$$

(1 分) (2 分)

8. (10 分)如图 8 所示正弦稳态电路, 调节 $C = 100\mu\text{F}$ 时, $i_2 = 0$, i_C 的有效值为 10A , 初相位为 0° , 求 $u_s(t)$.

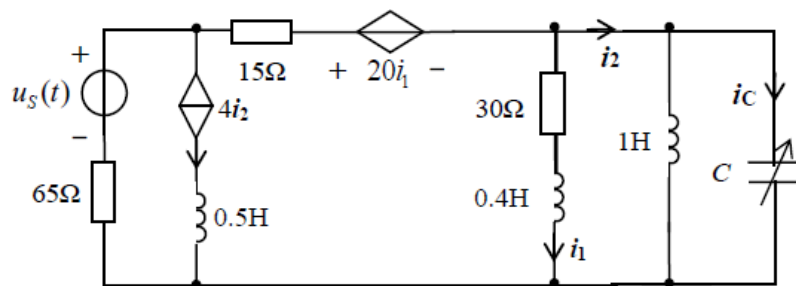


图 8

$$\text{谐振频率 } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 100 \text{ rad/s} \quad (2\text{分})$$

$$\dot{I}_C = 10\angle 0^\circ \text{ A}, \quad (1\text{分})$$

$$\text{则 } \dot{U}_C = -j \frac{1}{100 \times 100 \times 10^{-6}} \dot{I}_C = -100j = 100\angle -90^\circ \text{ V} \quad (2\text{分})$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_C}{30 + j100 \times 0.4} = -\frac{8}{5} - j\frac{6}{5} = 2\angle -143^\circ \text{ A} \quad (2\text{分})$$

$$\dot{U}_s = 20\dot{I}_1 + \dot{U}_C + \dot{I}_1 \times [15 + 65] = -160 - j220 = 272\angle -126^\circ \text{ V} \quad (2\text{分})$$

$$\therefore u_s(t) = 272\sqrt{2} \cos(100t - 126^\circ) \text{ V} \quad (1\text{分})$$

9. (10 分) 如图 9 所示电路中, 已知电路已处于稳态, 其中 $u_s(t) = 3\sin 3t \text{ V}$, $i_s(t) = 2 + \cos 3t \text{ A}$, 试求电流源两端电压 $u(t)$ 和电流源提供的平均功率.

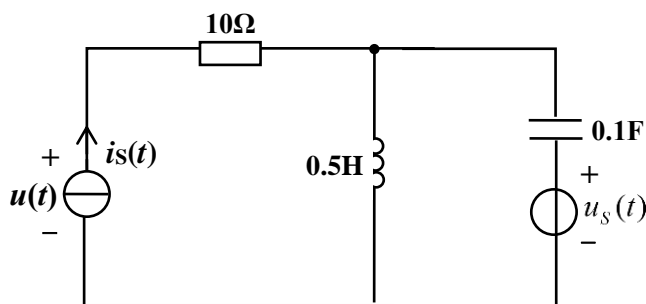


图 9

$$\omega = 3\text{rad/s 时}, j\omega L = j\frac{3}{2}\Omega, -j\frac{1}{\omega C} = -j\frac{10}{3}\Omega$$

在 i_s 的直流分量 2A 单独作用下, $U_0 = 2\text{A} \times 10\Omega = 20\text{V}$

$$\text{在 } i_s \text{ 的交流分量 } \cos 3t\text{A} \text{ 单独作用下, } \dot{U}_{m1} = 10 + \frac{\left(j\frac{3}{2}\right)\left(-j\frac{10}{3}\right)}{j\frac{3}{2} - j\frac{10}{3}} = 10 + 2.7j = 10.39\angle 15^\circ \text{V}$$

$$\text{在 } u_s = 3\sin 3t\text{V} \text{ 单独作用下, } \dot{U}_{m2} = 3\angle -90^\circ \times \frac{j\frac{3}{2}}{j\frac{3}{2} - j\frac{10}{3}} = \frac{27}{11}j = 2.45\angle 90^\circ \text{V}$$

$$\therefore \dot{U}_m = \dot{U}_{m1} + \dot{U}_{m2} = 10 + 5.15j = 11.25\angle 27.25^\circ \text{V}$$

$$\therefore u(t) = 20 + 11.25\cos(3t + 27.25^\circ)\text{V}$$

$$\text{电流源提供功率 } P = U_0 I_0 + \frac{1}{2} U_m I_m \cos \theta = 20 \times 2 + \frac{1}{2} \times 11.25 \times 1 \times \cos 27.25^\circ = 45\text{W}$$

10. (8 分) 求如图所示 RL 滤波器的网络函数 $H(j\omega) = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = ?$ 画出其幅频特性示意图, 分析该滤波器具有何种功能(高通/低通/带通滤波器)? 并求截止频率。

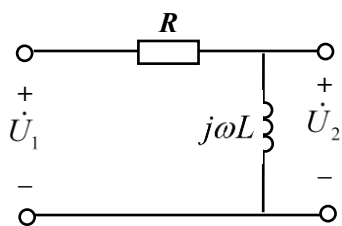
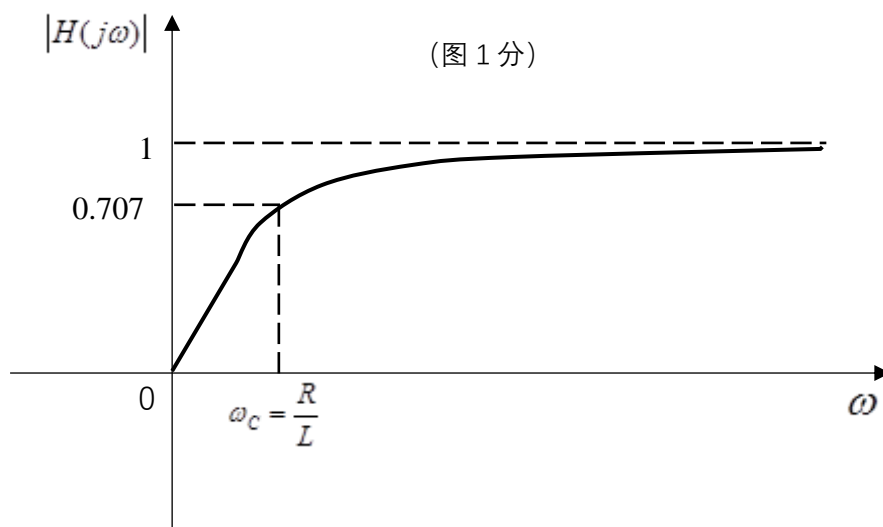


图 10

$$H(j\omega) = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = \frac{j\omega L}{R + j\omega L} = \frac{1}{1 - j\frac{R}{\omega L}} \quad (2\text{分})$$

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}}} \rightarrow \begin{cases} \omega = 0, & |H| = 0 \\ \omega = \infty, & |H| = 1 \\ \omega = R/L, & |H| = 0.707 \end{cases} \quad (3\text{分})$$



高通滤波器，截止频率 $\omega_c = \frac{R}{L}$
 (1 分) (1 分)

11. (12 分) 已知电源 $U=220V$, $f=50Hz$, 用该电源给 $P=5.5kW$, $U=220V$, 功率因数为 0.5 的感性负载供电, 求: (1) 电源的输出电流是多少? (2) 若将功率因数提高到 0.9 需并联多大电容? 此时电源的输出电流又是多少?

(1) 电源输出电流为

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{5500}{220 \times 0.5} = 50A \quad (3 \text{ 分})$$

(2)

$$\cos \varphi = 0.5 \Rightarrow \tan \varphi = \frac{\sqrt{1-0.5^2}}{0.5} = \sqrt{3} = 1.73$$

$$\cos \varphi' = 0.9 \Rightarrow \tan \varphi' = \frac{\sqrt{1-0.9^2}}{0.9} = \frac{\sqrt{19}}{9} = 0.48 \quad (6 \text{ 分})$$

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\tan \varphi - \tan \varphi') = \frac{5500}{2\pi \times 50 \times 220^2} \left(\sqrt{3} - \frac{\sqrt{19}}{9} \right) = 452 \mu F$$

并联电容后电源输出电流为

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{5500}{220 \times 0.9} = 27.78A \quad (3 \text{ 分})$$