

课程编号: 100051240 北京理工大学 2022 — 2023 学年 第 二 学期

2022 级 电路分析基础 课程试卷 A 卷参考答案和评分标准

开课学院： 集成电路与电子学院

任课教师: _____

试卷用途: ☐期中 ☒期末 ☐补考 ☐重修

考试形式: ☐开卷 ☐半开卷 ☒闭卷

考试日期: 2023 年 5 月 27 日 所需时间: 120 分钟

考试允许带： 计算器和必要文具 入场

班级: 学号: 姓名:

考生承诺：“我确认本次考试是完全通过自己的努力完成的。”

考生签名:

题序	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
满分	30	8	10	10	10	10	10	12	100
得分									
评卷人									

备用数据:

一、填空题（每空 2 分，共 30 分）

1. 某教学楼内有 40W, 220V 的白炽灯 100 个, 若每月以 30 天计算, 平均每天使用 3 小时, 则每月消耗的电能为 360 kW·h。
2. 图 1(a), (b) 两个电路中 a, b 端以左的电路对 10Ω 电阻来说是否等效 是。

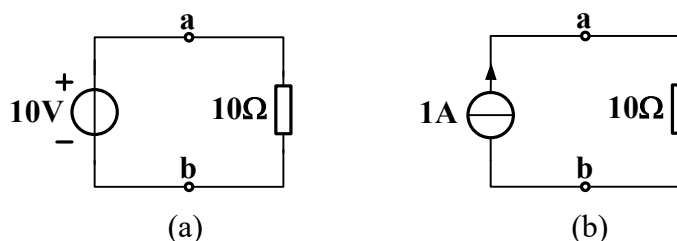


图 1

3. 对于具有 n 个节点、 b 条支路的电路, 可以列出 $b-n+1$ 个独立的 KVL 方程。
4. 已知某一阶 RC 动态电路中电容电压的零输入响应分量为 $(2e^{-t})$ V, 零状态响应分量为 $(1-e^{-t})$ V, 当激励电源变为原来的 3 倍、初始状态保持不变时, 全响应为 $(3-e^{-t})$ V。
5. 对于二阶 RLC 串联电路, 当 $R < 2\sqrt{L/C}$ 时, 电路处于欠阻尼状态。
6. 电路的品质因数越 大 (高), 电路的选择性越好。
7. 单位冲激响应是系统在单位冲激信号激励下的 零状态 响应。
8. 图 2 所示电路中, ab 端右侧的总电容为 4 μ F。

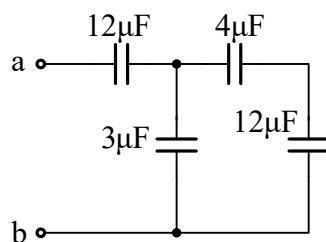


图 2

9. 电路如图 3 所示, 已知 $L_1 = 6$ H, $L_2 = 4$ H, $M = 3$ H, 则从 1-1' 看进去的等效电感为 16 亨利。

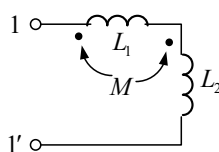


图 3

10. 已知 $i_s = (1 + \sqrt{2} \sin 1000t) \text{ A}$ ，则该电流的有效值为 $\sqrt{2} \text{ A}$ 。
11. 对于一个感性负载，可以通过在其两端 并联电容 的方式提高电路的功率因数。
12. 若某 RL 串联电路在某频率下的等效阻抗为 $(1 + j2) \Omega$ ，且其消耗的有功功率为 9 W ，则该串联电路的电流有效值为 3 A，无功功率为 18 Var（请写单位）。
13. 电路如图 4 所示，在角频率为 ω 时转移电压比 $\frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$ 的幅频特性表达式为 $\frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + 10^8}}$

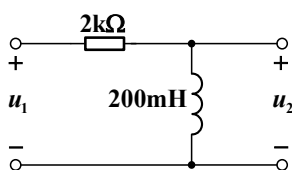


图 4

14. 图 5 所示电路 a b 端的开路电压 $\dot{U}_{ab} = 50\sqrt{2} \angle 45^\circ \text{ V}$ 。

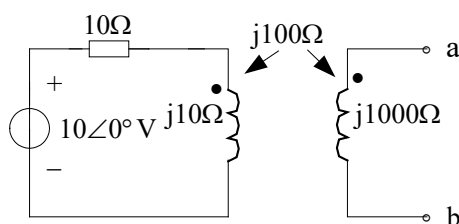


图 5

以下为计算题

- 二、(8 分) 电路如图 6 所示，请列出以 i_{m1} , i_{m2} 和 i_{m3} 为网孔电流变量的网孔电流方程。

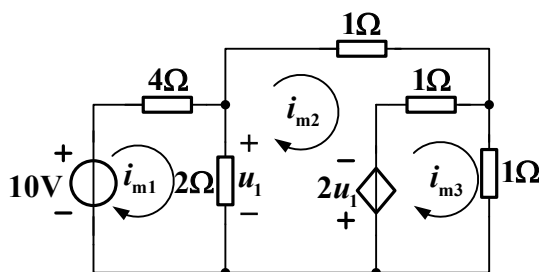


图 6

$$\begin{cases} (4+2)i_{m1} - 2i_{m2} = 10 & 2 \text{ 分} \\ -2i_{m1} + (1+1+2)i_{m2} - i_{m3} = 2u_1 & 2 \text{ 分} \\ -i_{m2} + (1+1)i_{m3} = -2u_1 & 2 \text{ 分} \end{cases}$$

补充方程: $u_1 = 2(i_{m1} - i_{m2})$ 2 分

三、(10 分) 图 7 所示电路中, N 为线性有源电阻网络, 当 $U_s = 10\text{V}$ 时, 测得 $I = 2\text{A}$;

当 $U_s = 20\text{V}$ 时, 测得 $I = 6\text{A}$; 试求当 $U_s = -20\text{V}$ 时, I 为多少?

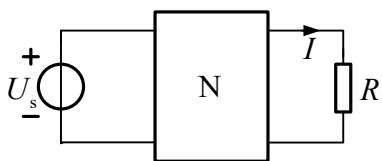


图 7

设有源网络 N 中所有独立源共同作用时在 R 所在支路产生的电流为 I_1 , k_1 为电压源 U_s 单独作用时电流 I 与 U_s 的比例系数, 则根据叠加定理有如下关系:

$I = k_1 U_s + I_1$, 代入已知数据可得 4 分

$$\begin{cases} 2 = 10k_1 + I_1 \\ 6 = 20k_1 + I_1 \end{cases} \quad 2 \text{ 分} \quad \text{解得} \quad \begin{cases} k_1 = 0.4 \\ I_1 = -2\text{A} \end{cases} \quad 2 \text{ 分}$$

当 $U_s = -20\text{V}$ 时, $I = 0.4 \times (-20) + (-2) = -10\text{A}$ 2 分

四、(10 分) 含有理想运算放大器的电路如图 8 所示, 试求 u_o 与 u_s 的关系。

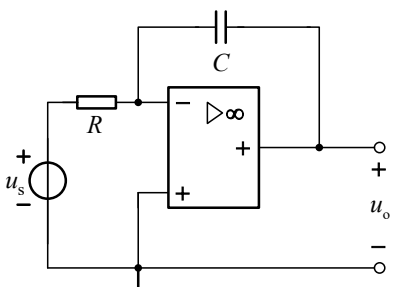


图 8

根据理想运放的特性,

虚短: $u_1 = u_2 = 0$ 2 分 虚断: $i_+ = i_- = 0$ 2 分

$$u_o = -u_C \quad 1 \text{ 分}$$

$$i_C = i = \frac{u_s}{R} \quad 1 \text{ 分}$$

$$u_C(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(t) dt \quad 2 \text{ 分}$$

$$u_o(t) = -\frac{1}{RC} \int_{-\infty}^t u_s(t) dt \quad 2 \text{ 分}$$

五、(10 分) 如图 9 所示电路中， $R=1.5\Omega$ ， $R_L=10\Omega$ ，a、b 端的等效电阻为 0.25Ω ， $g=3S$ ，求理想变压器的变比 n 。

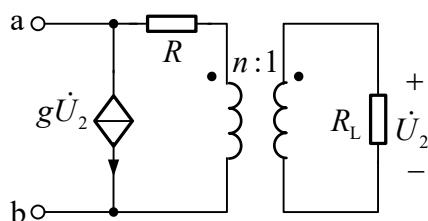
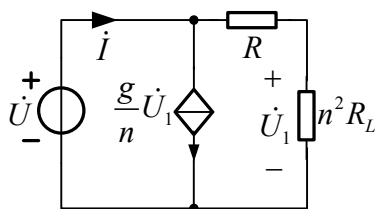


图 9

画出原边等效电路



2 分

$$\text{列方程: } \frac{U_1}{U_2} = n, \text{ 得 } U_2 = \frac{U_1}{n}$$

2 分

$$i = \frac{g}{n} U_1 + \frac{U_1}{R + n^2 R_L}$$

2 分

将 $U_1 = \frac{U}{R + n^2 R_L} n^2 R_L$ 代入上式，得

$$\frac{U}{i} = \frac{R + n^2 R_L}{1 + gnR_L} = 0.25 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{代入参数, 得 } n = \frac{1}{2} \text{ 或 } n = \frac{1}{4} \quad 2 \text{ 分}$$

六、(10分) 某收音机的输入回路如图 10 所示, $L = 0.3\text{mH}$, $R = 10\Omega$, 为收到电台 560kHz 信号, 求:

(1) 调谐电容 C 值;

(2) 如果输入电压为 $1.5\mu\text{V}$, 求谐振电流和此时的电容电压。

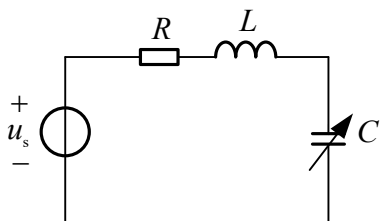


图 10

(1) 由串联谐振条件得 $C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} = 269\text{pF}$ 4分

(2) 谐振电流 $I_0 = \frac{U}{R} = 0.15\mu\text{A}$ 3分

电容电压 $U_C = QU = \frac{\omega_0 L}{R} U = 158.5\mu\text{V}$ 3分

七、(10分) 如图 11 所示电路, $i_s = 4\angle 0^\circ\text{A}$, 当负载 Z_L 获得最大功率时, 求负载 Z_L 和最大功率 $P_{L\max}$ 。

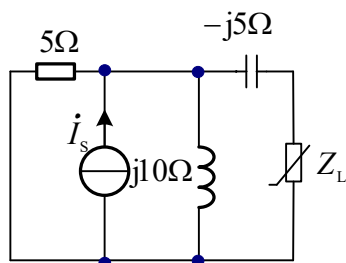
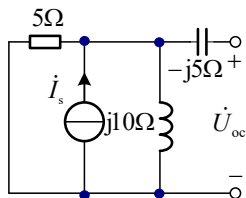
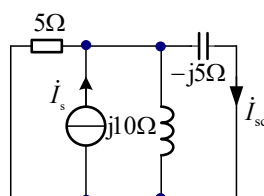


图 11

(1) 求出负载以左部分戴维南等效电路的参数



(a)



(b)

根据图(a), 求开路电压 \dot{U}_{oc} , $\dot{U}_{oc} = \dot{I}_s \cdot (5 // j10) = 16 + j8\text{V}$ 3分

根据图(b), 求短路电流 \dot{I}_{sc} , $\dot{I}_{sc} = \frac{\dot{I}_s \cdot (5 // j10 // (-j5))}{-j5} = \frac{8(1+j2)}{5} \text{ A}$

所以等效阻抗为 $Z_{eq} = \frac{\dot{U}_{oc}}{\dot{I}_{sc}} = 4 - j3 \Omega$ 3分

或者 $Z_{eq} = -j5 + 5 // j10 = 4 - j3 \Omega$

(2) 求负载和最大功率

当 $Z_L = Z_{eq}^* = 4 + j3 \Omega$ 时, 负载 Z_L 获得最大功率 2分

最大功率为 $P_{Lmax} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{16^2 + 8^2}{4 \times 4} = 20 \text{ W}$ 2分

八、(12分) 在图 12 所示电路中, $u_C(0_-) = 0$, 在 $t = 0$ 时将开关 S 闭合, 求开关 S 闭合后的 $u_C(t)$, 并画出其波形。已知 $U_s = 10 \text{ V}$, $R_1 = R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, $C = 1 \text{ F}$ 。

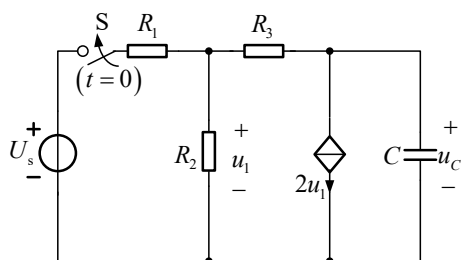
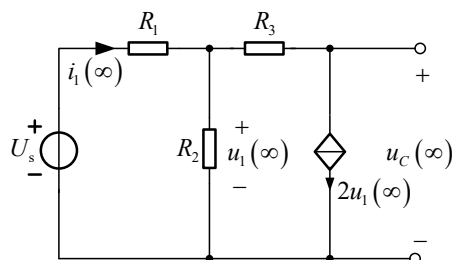


图 12

(1) 求初始值 $u_C(0^+) = u_C(0_-)$ 1分

(2) 求稳态值

稳态时, 电容可视为开路, ∞ 时刻电路如下图所示

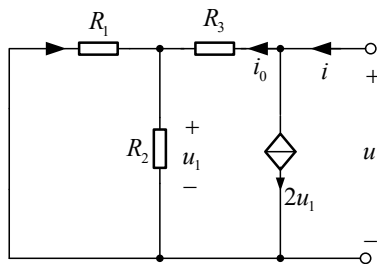


$$10 = \left(\frac{u_1(\infty)}{4} + 2u_1(\infty) \right) 4 + u_1(\infty) \Rightarrow u_1(\infty) = 1 \text{ V}$$

$$u_c(\infty) + 4u_1(\infty) = u_1(\infty) \Rightarrow u_c(\infty) = -3V \quad 4 \text{ 分}$$

(3) 求时间常数

可以采用外加电源法求从电容两端看进去的戴维南等效电阻。把电压源置零，电容开路，并在断开处施加电压 u 或电流 i ，如下图所示。



$$i_0 = \frac{u}{R_3 + R_1 // R_2} = \frac{u}{4}, \quad u_1 = (R_1 // R_2) i_0 = 2i_0 = \frac{u}{2}$$

$$i = i_0 + 2u_1 = \frac{5}{4}u$$

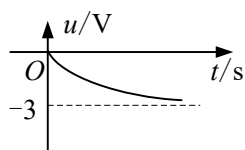
$$\text{等效电阻 } R = \frac{u}{i} = 0.8\Omega$$

$$\text{时间常数 } \tau = RC = 0.8s \quad 4 \text{ 分}$$

(4) 求响应，由三要素公式得

$$\begin{aligned} u_c(t) &= u_c(\infty) + [u_c(0^+) - u_c(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} \\ &= -3 + 3e^{-1.25t} \quad (t \geq 0) \end{aligned} \quad 2 \text{ 分}$$

(5) 波形



1 分