

课程编号: 100051240 北京理工大学 2022 一 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	杜明	高钢	王真	王政	高俊民	张赫	夏振朝	马定乾	

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  $10\Omega$  电阻来说是否等效 是。

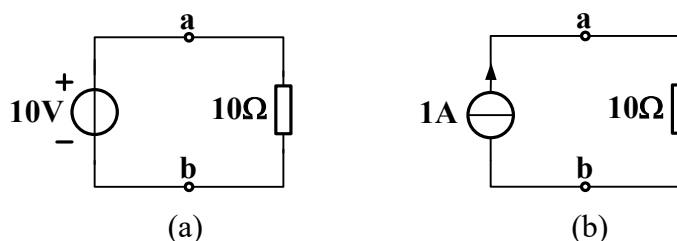


图 1

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  $\mu$ F。

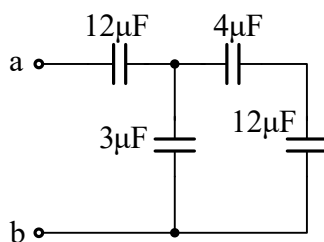


图 2

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。

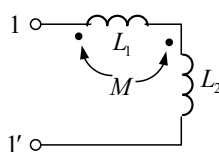


图 3

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  $9 \text{ W}$ ，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  $\omega$  时转移电压比  $\frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$  的幅频特性表达式为  $\frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + 10^8}}$

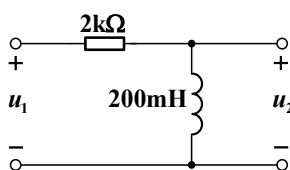


图 4

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

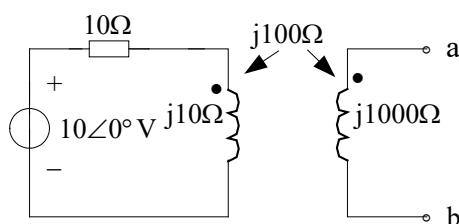


图 5

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。

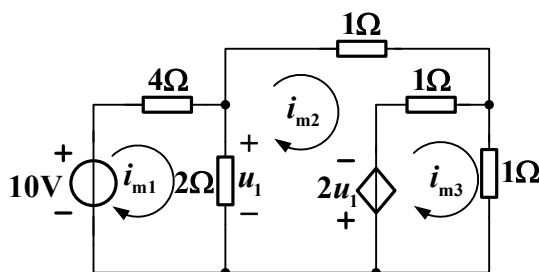


图 6

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

补充方程:  $u_1 = 2(i_{m1} - i_{m2})$

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?

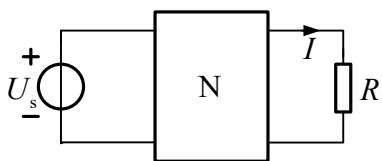


图 7

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

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

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

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。

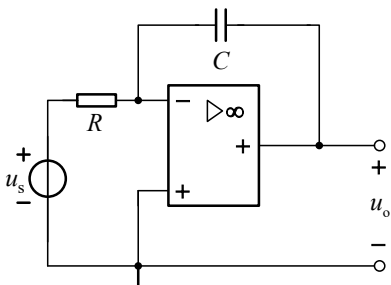


图 8

根据理想运放的特性,

虚短:  $u_1 = u_2 = 0$

虚断:  $i_+ = i_- = 0$

$$u_o = -u_C$$

$$i_C = i = \frac{u_s}{R}$$

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

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

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  $0.25\Omega$ ， $g=3S$ ，求理想变压器的变比  $n$ 。

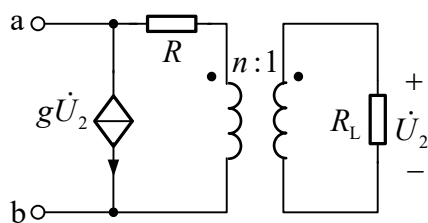
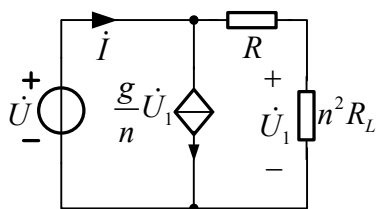


图 9

画出原边等效电路



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

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

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

$$\frac{U}{I} = \frac{R + n^2 R_L}{1 + gnR_L} = 0.25$$

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

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。

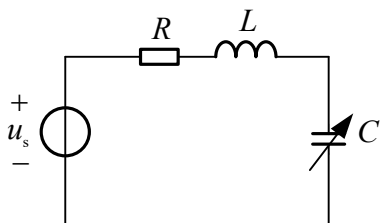


图 10

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

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

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

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  $P_{L\max}$ 。

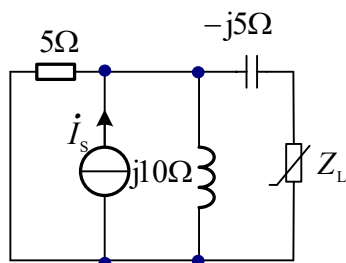
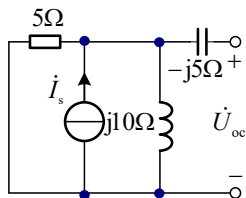
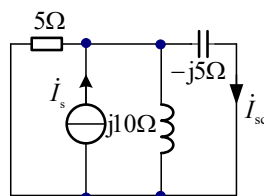


图 11

(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  $\dot{U}_{oc}$ ,  $\dot{U}_{oc} = \dot{i}_s \cdot (5 // j10) = 16 + j8\text{V}$

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  $Z_{eq} = \frac{\dot{U}_{oc}}{\dot{I}_{sc}} = 4 - j3 \Omega$

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

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

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  $U_s = 10 \text{ V}$ ,  $R_1 = R_2 = 4 \Omega$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $C = 1 \text{ F}$ 。

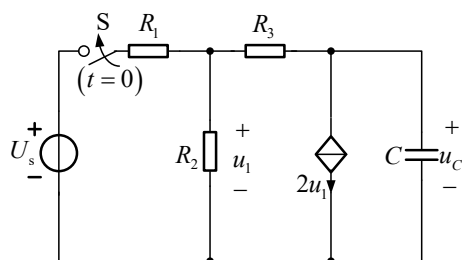
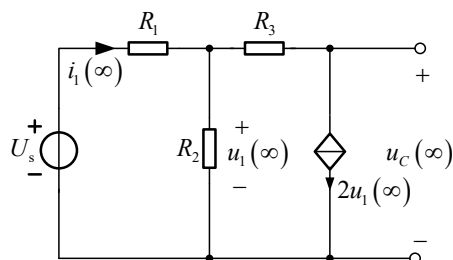


图 12

(1) 求初始值  $u_C(0^+) = u_C(0^-)$

(2) 求稳态值

稳态时, 电容可视为开路,  $\infty$  时刻电路如下图所示

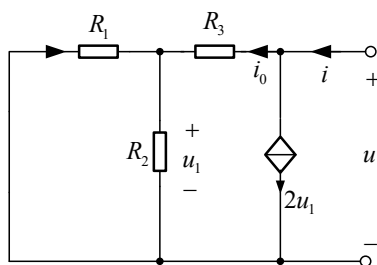


$$10 = \left( \frac{u_1(\infty)}{4} + 2u_1(\infty) \right) 4 + u_1(\infty) \Rightarrow u_1(\infty) = 1 \text{ V}$$

$$u_c(\infty) + 4u_1(\infty) = u_1(\infty) \Rightarrow u_c(\infty) = -3V$$

(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。



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

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

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

$$\text{时间常数 } \tau = RC = 0.8s$$

(4) 求响应，由三要素公式得

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

(5) 波形

