

学院 姓名 学号 任课教师 考场教室 座位号

# 电子科技大学 2018-2019 学年第 2 学期期末考试 A 卷

考试科目： 电路分析与电子线路 考试形式： 闭卷 考试日期： 2019 年 6 月 27 日

本试卷由 六 部分构成，共 页。考试时长： 120 分钟

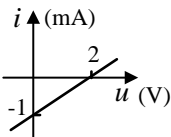
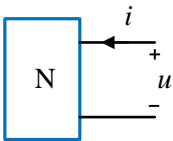
成绩构成比例：平时成绩 50 %，期末成绩 50 %

题号	一	二	三	四	五	六	合计
得分							

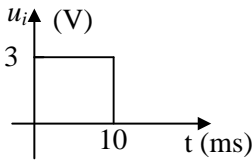
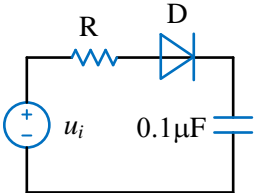
得 分

## 一、简算题（每题 5 分，共 20 分）

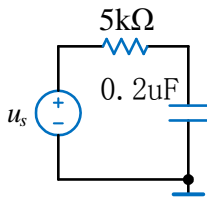
- 已知某单口网络 N，其端口  $u-i$  特性曲线如图所示。求该单口网络的戴维南等效电路参数，并画出电路图。



- 已知电路图所示，其中 D 为理想二极管。电压源  $u_i$  波形如图所示。要求在  $u_i$  作用期间电容 C 完成充电（电容电压达到稳定），求电阻 R 的范围。

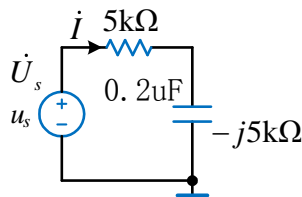


3. 已知电路如图所示,  $u_s(t) = 5\sqrt{2}\cos(10^6 t) \text{ V}$ 。求电阻吸收的平均功率。



解: 画出电路的相量模型, 其中电容的阻抗  $\frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{10^6 \times 0.2 \times 10^{-6}} = -j5\text{k}\Omega$

$$u_s(t) = 5\sqrt{2}\cos(10^6 t) \text{ V} \leftrightarrow \dot{U}_s = 5\angle 0^\circ \text{ V}$$



阻抗  $Z = 5 - j5 \text{ (k}\Omega\text{)}$ ,

$$\dot{i} = \frac{\dot{U}_s}{Z} = \frac{5\text{V}}{5 - j5(\text{k}\Omega)} = \frac{1}{1 - j} = \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ (\text{mA})$$

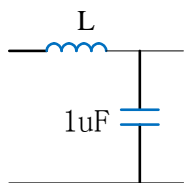
电流有效值:

$$I = |\dot{i}| = \frac{1}{\sqrt{2}} (\text{mA})$$

则, 电阻吸收的平均功率:

$$P = I^2 R = \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \text{mA} \right)^2 \times 5\text{k}\Omega = 2.5\text{W}$$

4. 已知某金属探测器原理如图所示, 要求探测器检测的角频率范围为  $10\text{K} \sim 100\text{K rad/s}$ , 求电感线圈  $L$  的取值范围。



解: 当  $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  时, 电路发生谐振 (输出最大),

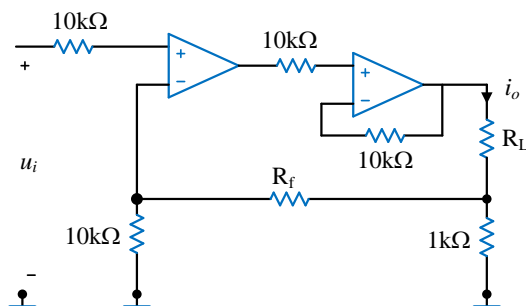
$$\text{即: } \omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10\text{k} \sim 100\text{k} (\text{rad/s})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{L}} = 10 \sim 100 \Rightarrow L = 10^{-4} \sim 10^{-2} (\text{H}) = 0.1\text{mH} \sim 10\text{mH}$$

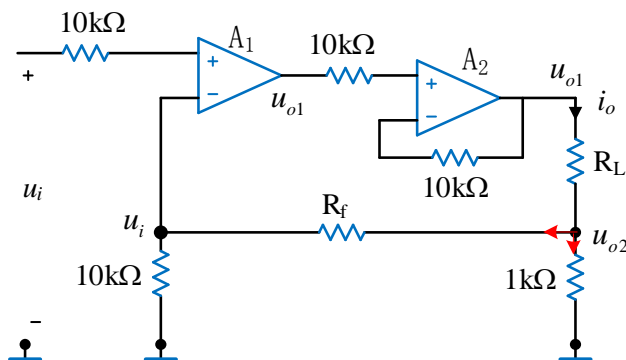
得分

## 二、设计题 (10 分)

已知电路如图所示, 试利用电阻元件  $R_f$  引入负反馈网络, 要求输出电流  $i_o$  不随负载  $R_L$  改变, 并且  $\frac{i_o}{u_i} = 5 \times 10^{-3} S$ 。求  $R_f$ , 并补充画出电路连接图。



解: 图中  $A_2$  为跟随器,  $A_1$  为负反馈放大器。



由  $A_1$  “虚断”: 其同相端电压为  $u_i$ ; 由 “虚短”, 其反向端电压为  $u_i$ 。

设  $R_L$  两端电压为  $u_{o1}$ 、 $u_{o2}$ ,

由  $A_2$  跟随器特性, 输入 (等于  $A_1$  的输出) 输出均为  $u_{o1}$ ,

由分压公式:  $\frac{10}{10+R_f} u_{o2} = u_i$ , 或  $u_{o2} = \left(1 + \frac{R_f}{10}\right) u_i$

由 KCL:

$$\begin{aligned} i_o &= \frac{u_{o2}}{1k\Omega} + \frac{u_{o2} - u_i}{R_f} \\ &= \left(1 + \frac{R_f}{10}\right) \times 10^{-3} u_i + 0.1 \times 10^{-3} u_i \\ &= \left(1.1 + \frac{R_f}{10}\right) \times 10^{-3} u_i \end{aligned}$$

欲使:  $\frac{i_o}{u_i} = 5 \times 10^{-3} S$ , 则令:  $\left(1.1 + \frac{R_f}{10}\right) \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \Rightarrow R_f = 3.9k\Omega$

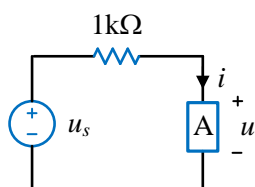
得 分

### 三、计算题（15 分）

已知某非线性二端元件 A，其端口  $u$ - $i$  关系为  $\begin{cases} i = 2u^2 & u > 0 \\ i = 0 & u \leq 0 \end{cases}$  (mA)。

求：（1）当  $u_s = 10\text{V}$  时的  $u$ ,  $i$ 。

（2）当  $u_s(t) = 10 + 0.1\cos t$  V 时的  $u$ ,  $i$ 。



得分

#### 四、计算题 (15 分)

在正弦稳态电路中，单口网络端口的平均功率  $P = UI \cos \theta$ ，其中  $\cos \theta$  又称作功率因数。为提高功率因数，常在单口网络端口并联电抗元件。

座号

(1) 已知单口 N 负载如图所示，为将功率因数提高到 1，请在端口连接电抗元件，并计算其数值。

(2) 若将该单口 N 接入  $u_s(t) = 5\sqrt{2} \cos(10^6 t)$  V 电压源电路，试分别计算功率因数提高前后电压源发出的功率。

考场教室

无

题

答

内

以

线

封

密

学

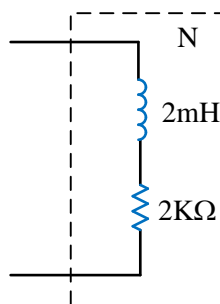
号

姓

名

院

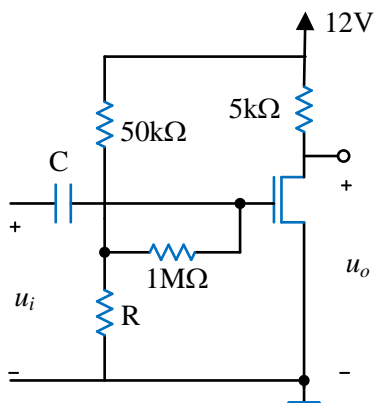
第 5 页



得分

### 五、计算题 (20 分)

电路如图所示, C 为隔直电容。已知  $u_i(t) = 0.5 \cos t$  V, MOSFET 参数  $U_T = 2V$ ,  $K = 1mA/V^2$ 。(1) 试分别求当  $R = 10K\Omega, 50K\Omega, 80K\Omega$  时输出电压  $u_o$  波形。  
(2) 计算当  $R = 50K\Omega$  时的输入电阻  $R_i$ , 输出电阻  $R_o$ , 电压放大倍数 A。



**解:** (1) 先求直流工作点,

$$V_{GS} = V_G = \frac{R}{50k\Omega + R} \times 12V = \begin{cases} 2V, R = 10k\Omega \\ 6V, R = 50k\Omega \\ 7.4V, R = 80k\Omega \end{cases}, \text{ 且有 } V_{GS} \geq U_T = 2V$$

$$I_{DS} = \frac{k}{2} (V_{GS} - U_T)^2 = \frac{1mA/V^2}{2} \times (V_{GS} - 2)^2 = \begin{cases} 0 \text{ (截止)}, R = 10k\Omega \\ 8mA \text{ (假设恒流区)}, R = 50k\Omega \\ 14.6mA \text{ (假设恒流区)}, R = 80k\Omega \end{cases}$$

$$U_O = V_{DS} = 12V - 5k\Omega \cdot I_{DS} = \begin{cases} 12V, R = 10k\Omega \\ < 0 \text{ (恒流区不正确)}, R = 50k\Omega \\ < 0 \text{ (恒流区不正确)}, R = 80k\Omega \end{cases}$$

对于  $R = 50k\Omega$  和  $80k\Omega$ , MOSFET 应该是工作在可变电阻区:

$$\text{根据 SU 模型: } I_{DS} = \frac{k}{2} [2(V_{GS} - U_T)V_{DS} - V_{DS}^2] \dots\dots(1)$$

$$\text{再由: } U_O = V_{DS} = 12V - 5k\Omega \cdot I_{DS} \dots\dots(2)$$

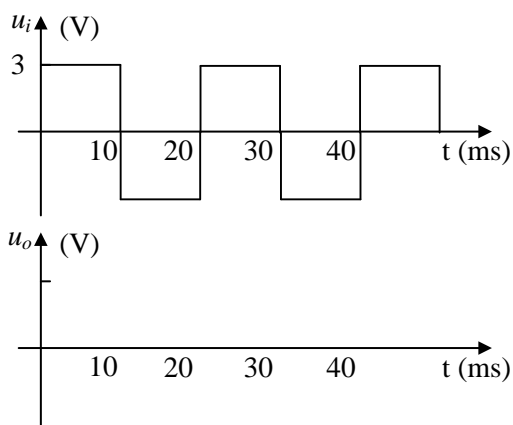
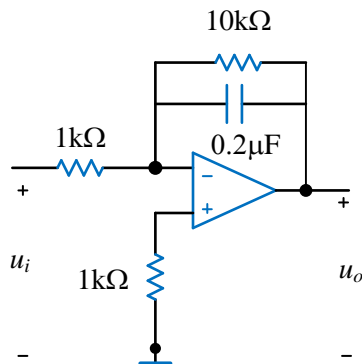
由 (1)、(2) 两式得:

得分

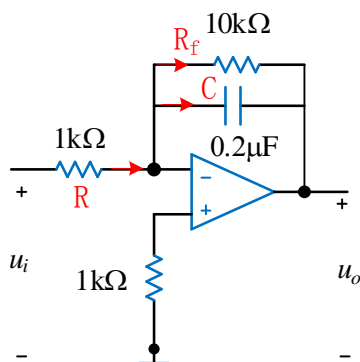
## 六、计算题 (20 分)

已知电路如图所示。

- (1) 当  $u_i$  为方波输入时，求：输出  $u_o$ ，并画波形图。
- (2) 当  $u_i$  为正弦波输入时，求：频率响应函数  $u_o/u_i$ ，该电路的滤波特性（低通/高通/带通），转折频率  $\omega_c$ ，通频带放大倍数  $A$ 。



解：(1) 如图积分器电路，由“虚短”可知反相端为“虚地”。



由“虚断”，对反相端应用 KCL 得到：

$$\frac{u_i}{R} = -\frac{u_o}{R_f} - C \frac{du_o}{dt} \Rightarrow R_f C \frac{du_o}{dt} + u_o = -\frac{R_f}{R} u_i$$

代入参数得到:  $(2ms) \frac{du_o}{dt} + u_o = -10u_i$

该微分方程表示电路时间常数  $\tau = 2ms$ , 对于输入方波 (高低电平各  $10ms=5\tau$ ),

设电容初始状态为零, 即  $u_o(0) = 0$

对于  $t=0\sim 10ms$ ,  $u_i=3V$ , 微分方程为:  $(2ms) \frac{du_o}{dt} + u_o = -30$

其零状态响应为:  $u_o(t) = -30(1 - e^{-0.5t})V$ ,  $t(\text{单位: } ms) = 0 \sim 10ms$

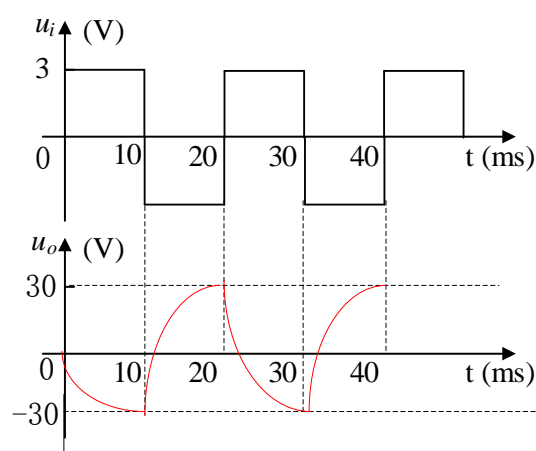
当  $t=10ms=5\tau$  时,  $u_o(10) = -30 \times 0.99 \approx -30V$

对于  $t=10\sim 20ms$ ,  $u_i=-3V$ , 微分方程为:  $(2ms) \frac{du_o}{dt} + u_o = 30$

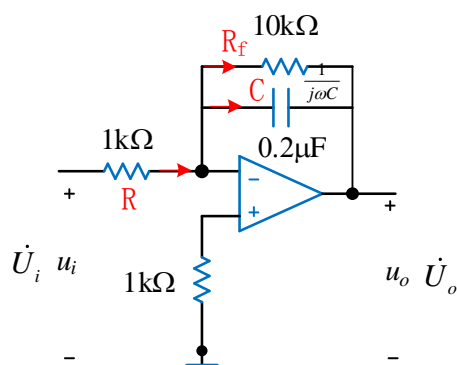
其全响应为:  $u_o(t) = 30 - 60e^{-0.5(t-10)}V$ ,  $t(\text{单位: } ms) = 10 \sim 20ms$

同理, 对于  $t=20\sim 30ms$ , 其全响应为:  $u_o(t) = -30 + 60e^{-0.5(t-20)}V$ ,  $t(\text{单位: } ms) = 20 \sim 30ms$

画出  $u_o$  输出波形如图:



(2) 当输入为正弦波时, 画出其电路的相量模型:





其网络函数（频率响应函数）：

$$H(j\omega) = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = -\frac{Z_f}{Z_i} = -\frac{R_f \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R_f + \frac{1}{j\omega C}} = -\frac{R_f}{R} \cdot \frac{1}{1 + j\omega CR_f}$$

代入参数，得：  $H(j\omega) = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = -\frac{10}{1 + j\frac{\omega}{500}}$

其幅频特性为：  $|H(j\omega)| = \frac{|\dot{U}_o|}{|\dot{U}_i|} = \frac{10}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{500}\right)^2}}$

从幅频特性可以看出，该电路具有低通滤波特性。当  $\omega=0$  时， $|H(j\omega)|$  最大为 10。

令幅频特性下降 3dB，即令：  $|H(j\omega)| = \frac{|\dot{U}_o|}{|\dot{U}_i|} = \frac{10}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{500}\right)^2}} = \frac{10}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow \omega = \omega_{3dB} = \omega_c = 500(\text{rad} / \text{s})$

通频带放大倍数=10。