



## “模拟电子技术基础”考试试卷(A 卷)

考试方式: 闭卷 考试日期: 2020.9 考试时长: 150 分钟

专业班级: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
满分	12	26	12	18	10	12	10	100
得分								

分 数	
评卷人	

## 1. (12 分)

电路如图 1 所示, 假设所有运算放大器均为理想的, 如果  $v_1=4V$ ,  $v_2=1V$ ,  
且当  $t=0$  时, 电容的初始电压  $v_c=0$ .

- (1) 当  $t=0$ , 试求  $v_{o1}$ ,  $v_{o2}$ ,  $v_{o3}$  和  $v_o$  的值;
- (2)  $t$  为多少时,  $v_o=0V$ .

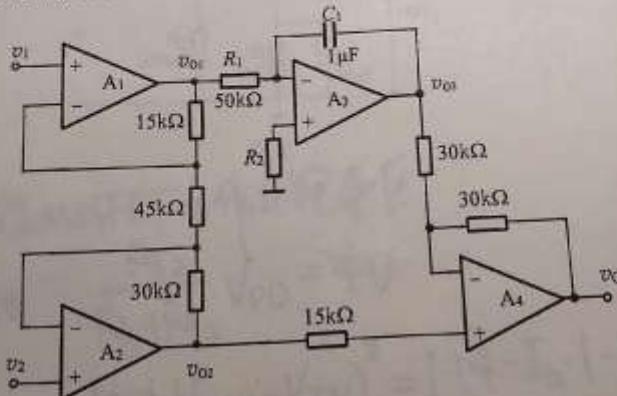


图 1

$$\frac{V_{o1} - V_1}{15} = \frac{V_1 - V_2}{45} = \frac{V_2 - V_{o2}}{30}$$

$$V_{o1} = 5V \quad V_{o2} = -1V$$

$$V_{o3} = -\frac{1}{R_1 C_1} \int V_{o1} dt = -100t$$

$$V_o = -V_{o3} + 2V_{o2} = 100t - 2$$

$$(1) t=0 \text{ if } V_{o1}=5V, V_{o2}=-1V, V_{o3}=0V, V_{o4}=-2V$$

$$(2) 100t - 2 = 0$$

$$t = 0.025 \text{ ms}$$

分 数	
评卷人	

2. (26 分)

已知电路参数如图 2 所示, MOSFET 的参数为  $V_{DS}=2V$ ,  $K_n=1mA/V^2$ ,  $\lambda=0$ . 设电路中各电容很大对交流信号均可视为短路. 直流电源内阻为零.

- (1) 求电路的静态工作点  $V_{DSQ}$ ,  $I_{DQ}$ ,  $V_{GSQ}$  的值;
- (2) 为了确保静态工作点设置在饱和区,  $R_d$  的阻值不超过多少?
- (3) 画出图 2 电路的小信号等效电路;
- (4) 求跨导  $g_m$  和通带电压增益  $A_v=v_o/v_i$  的值;
- (5) 求输入电阻  $R_i$  和输出电阻  $R_o$  的值;
- (6) 电容  $C_2$  开路, 对电路的上限频率和下限频率有何影响 (变大、变小或者不变), 并简要说明理由.
- (7) 电容  $C_2$  短路会对电路产生什么影响?

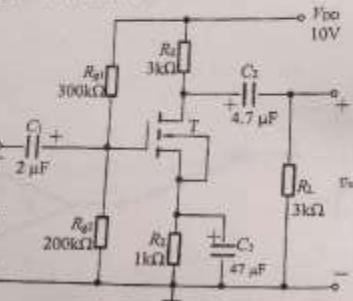


图 2

(1) 假设 MOSFET 工作在饱和区

$$V_{GSQ} = \frac{Rg_2}{Rg_1 + Rg_2} V_{PD} = 4V$$

$$I_{DQ} = K_n (V_{GSQ} - V_{TN})^2 = 1 \cdot (4 - 2)^2 = (2 - I_b)^2$$

解得  $I_{DQ} = 1mA$  (另解略去)

$$V_{DSQ} = V_{PD} - I_{DQ}(R_d + R_s) = 6V$$

$$V_{GSQ} = V_{GS} - V_{SD} = 3V$$

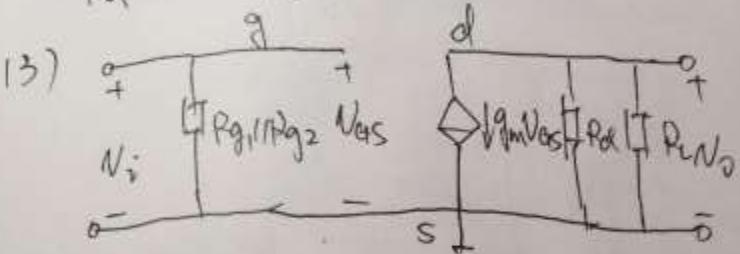
$V_{DSQ} > V_{GSQ} - V_{TN}$ , 结果即为所求  
 $\Theta(3V, 1mA, 6V)$

(2)  $V_{GD} = V_{TN}$  为临界点

$$4 - V_{DD} = 2$$

$$解得 V_{DD} = 2V$$

$$R_{dL} < \frac{V_{DD} - V_{DS}}{I_{DS}} = 8k\Omega$$



$$(4) g_m = 2kn(V_{GS0} - V_{TN}) = 2MS$$

$$\Delta V = \frac{V_o}{V_i} = -g_m(R_d / R_s) = -3$$

$$(5) R_i = R_{g1} // R_{g2} = 120k\Omega$$

$$R_o = R_d = 3k\Omega$$

(6)  $C_2$  开路，引入负反馈，增益下降。

上限频率变大，下限频率变小。

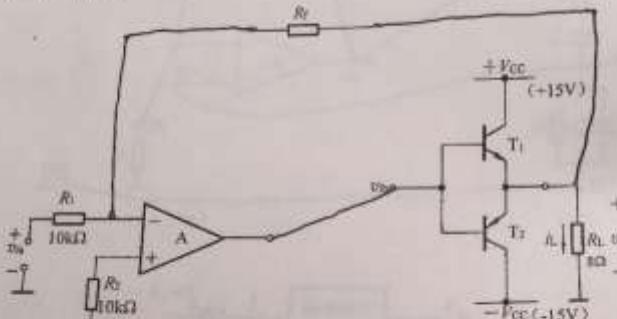
(7)  $C_2$  短路影响静态工作点， $V_{DSQ}$  下降。

分 数	
评卷人	

3. (12 分)

- 电路如图 3 (b) 所示, BJT 管的导通电压  $|V_{BE|}=0.7V$ , 饱和管压降  $|V_{CE(sat)}|=1V$ , 图 3 (a) 中集成运算放大器 A 的最大输出电压幅值为  $\pm 13V$ ,
- (1) 假设图 3 (b) 电路输入电压为正弦波, 交越失真可以忽略, 求电路的最大输出功率的值;
  - (2) 为了使输出电压  $v_o$  稳定, 通过图中的反馈电阻  $R_f$  引入合适的负反馈, 合理连接电路 (a);
  - (b) 和反馈电阻  $R_f$ , 若满足深度负反馈时, 电路的闭环电压增益的绝对值为 10, 求此时反馈电阻的值;

- (3) 在 (2) 的基础上, 假设图 3 (a) 电路输入电压为正弦波, 交越失真可以忽略, 求此时电路的最大输出功率的值;



(a)

(b)

图 3

$$1. P_0 = \frac{V_{om}^2}{2R_L} = \frac{(15-1)^2}{2 \times 8} = \frac{49}{4} W = 12.25 W$$

$$2. \left| -\frac{R_f}{R_i} \right| = 10$$

$$R_f = 100 k\Omega$$

$$3. P_0 = \frac{V_{om}^2}{2R_L} = \frac{13^2}{2 \times 8} = \frac{169}{16} W = 10.56 W$$

$$\text{或 } P_0 = \frac{V_{om}^2}{2R_L} = \frac{(13-0.7)^2}{2 \times 8} = 9.46 W$$

分 数	
评卷人	

4. (18 分)  
电路如图 4 所示, MOSFET 的参数为  $V_{TN} = 1V$ ,  $k_n = 0.5mA/V^2$ ,  
 $I_s = 0$ .

- (1) 求第一级电路的差模电压增益  $A_{vd1} = v_{o1}/v_{d1}$  的值;
- (2) 若要求稳定电路的输出电压, 通过图中的反馈电阻  $R_f$  引入负反馈, 试在图中画出反馈的连接, 标出瞬时极性, 说明反相组态;
- (3) 若将此反馈放大器深度负反馈条件, 试求电路的闭环电压增益的表达式;
- (4) 若该类反馈满足深度负反馈条件, 试求电路的闭环电压增益的表达式。

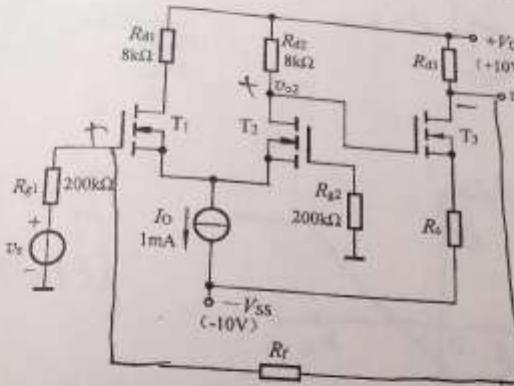


图 4

$$(1) I_{D1Q} = I_{D2Q} = \frac{1}{2} I_0 = \frac{1}{2} mA$$

$$I_{DQ} = k_n (V_{GSO} - V_{TN})^2$$

$$V_{GSO} = 2V$$

$$g_m = 2k_n (V_{GSO} - V_{TN}) = 1mS$$

$$A_{vd1} = \frac{V_{o1}}{V_{d1}} = \frac{1}{2} g_m R_d = 4$$

(2) 电压串联负反馈

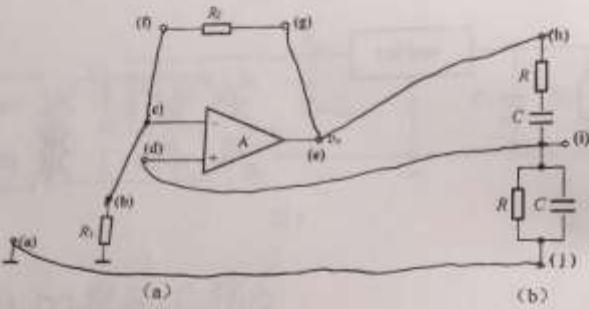
(3)  $R_i \rightarrow \infty$ ,  $R_o \rightarrow \infty$ ,

$$(4) A_{rf} = \frac{V_o}{V_i} = -R_f \quad A_{vif} = \frac{V_o}{V_s} = -\frac{R_f}{R_{g1}}$$

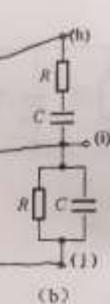
分 数	
评卷人	

5. (10 分)

电路如图 5(a)、(b)所示, (1) 合理连接图中的节点(a)-(l), 使之构成 RC 桥式正弦波振荡电路。  
与图 (c) 基于正反馈的正弦波振荡电路的方框图比较, (2) 说明哪些电路构成了基本放大  
电路 A, 其其实现了振荡器中的什么功能; (3) 说明哪些电路构成了反馈网络 F, 其主要功能有哪  
些?



(a)



(b)



(c)

图 5

- (2) 运放 A,  $R_1$  和  $R_2$  构成基本放大电路, 实现放大.  
 (3) 图 (b) RC 带并联电容构成反馈网络, 实现  
 振荡、选频.

分 数	
评 卷 入	

6. (12 分)

电路如图 6 所示，假设运算放大器  $A_1$ 、 $A_2$  均为理想的，其最大输出电压值均为  $\pm 12V$ ，稳压管  $D_{z1}$  和  $D_{z2}$  的稳定电压  $V_{z1}=V_{z2}=5.3V$ ，正向导通电压均为  $0.7V$ 。

- (1) 画出  $v_{o1}$  和  $v_{o2}$  电压传输特性曲线，注意表明关键参数的值；
- (2) 画出  $v_{o1}$  和  $v_{o2}$  电压传输特性曲线，注意表明关键参数的值；

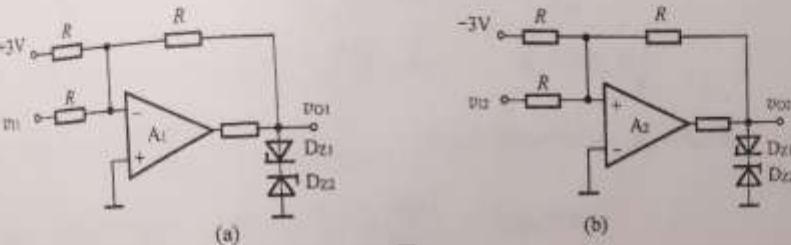
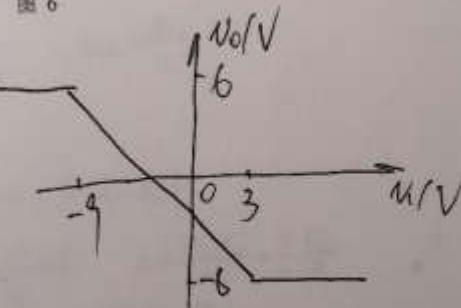


图 6

$$(1) \frac{V_{o1}}{R} + \frac{3}{R} = -\frac{V_{o1}}{R}$$

$$V_{o1} = -(V_I + 3)$$

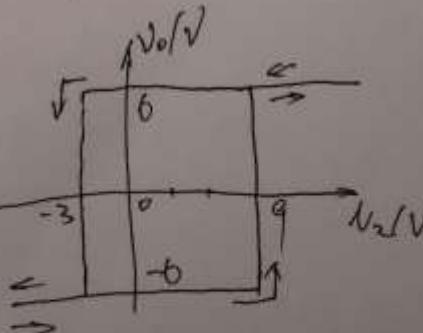


$$(2) V_p = \frac{R/2}{R+R/2} V_{I2} + \frac{R/2}{R+R/2} (-3) + \frac{R/2}{R+R/2} V_{o2}$$

$$= \frac{1}{3} V_{I2} + \frac{1}{3} V_{o2} - 1$$

$$\therefore V_p = 0, V_{I2} = 3 - V_{o2}$$

$$V_{T+} = 9V, V_{T-} = -3V$$



分 数	7、(10 分)
评卷人	

图 7 所示稳压电路中，整流滤波的电压关系按系数 1.2 计算。

(1) 电路中有两个错误，请指出并在原图中改正：

(2) 确定电路中输出电压  $V_0$  的值？

(3) 若 7909 输入和输出压差最小为 2.5V，求电压  $|V_A|$  的最小值？

(4) 若电网电压有±10%波动，则按电网标称值设计的变压器副边电压  $V_2$  的有效值至少为多少？

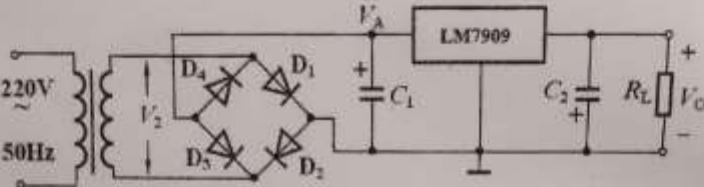


图 7

解答内容不得超过装订线

(1) D2 接反, C1 接反

$$(2) V_0 = -9V$$

$$(3) |V_A| \geq 9 + 2.5 = 11.5V$$

$$(4) |V_A| = (1 - 10\%) \times 1.2 \times V_2$$

$$V_2 \geq \frac{11.5}{0.9 \times 1.2} = 10.65V$$