



“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,  $v_o=0V$ ?

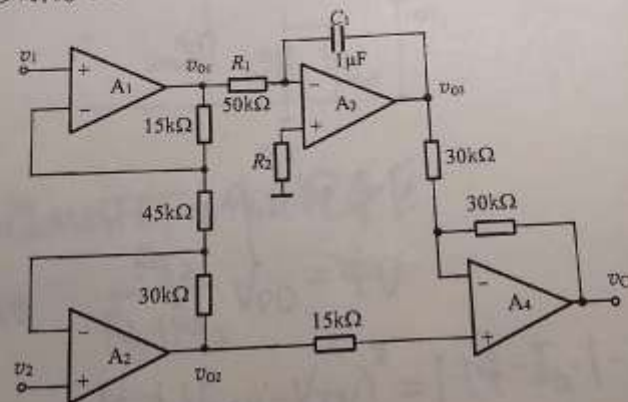


图 1

$$\frac{V_{01} - V_1}{15} = \frac{V_1 - V_2}{45} = \frac{V_2 - V_{02}}{30}$$

$$\text{解得 } V_{01} = 5V, V_{02} = -1V$$

$$V_{03} = -\frac{1}{R_1 C_1} \int V_{01} dt = -100t$$

$$V_0 = -V_{03} + 2V_{02} = 100t - 2$$

$$(1) t=0 \text{ 时 } V_{01} = 5V, V_{02} = -1V, V_{03} = 0V, V_{04} = -2V$$

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

$$t = 0.02s \text{ 或 } 20ms$$

|     |  |
|-----|--|
| 分 数 |  |
| 评卷人 |  |

2. (26 分)

已知电路参数如图 2 所示, MOSFET 的参数为  $V_{TN}=2V$ ,  $K_n=1mA/V^2$ ,  $\lambda=0$ . 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  $V_{GSQ}$ ,  $I_{DQ}$ ,  $V_{DSQ}$  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?

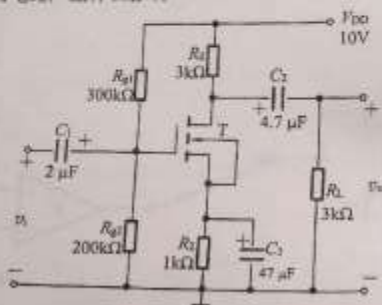


图 2

(1) 假设 MOSFET 工作在饱和区

$$V_{GQ} = \frac{R_{g2}}{R_{g1} + R_{g2}} V_{DD} = 4V$$

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

解得  $I_{DQ} = 1mA$  (另解舍去)

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

$$V_{GSQ} = V_{GQ} - V_{SQ} = 3V$$

$V_{DSQ} > V_{GSQ} - V_{TN}$ , 结果即为所求

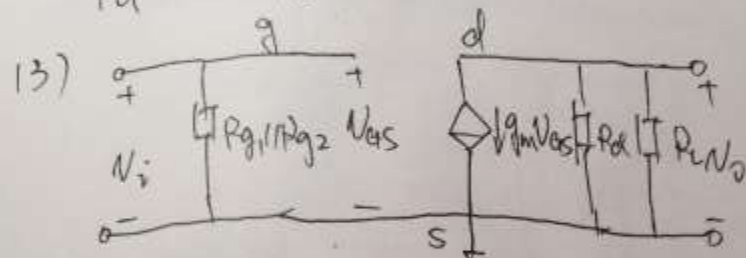
$Q(3V, 1mA, 6V)$

(2)  $V_{GS} = V_{TN}$  为阈值电压

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

解得  $V_{GS} = 2V$

$$R_{d1} = \frac{V_{DD} - V_{GS}}{I_{DQ}} = 8k\Omega$$



(4)  $g_m = 2k_n(V_{GS} - V_{TN}) = 2mS$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -g_m(R_{d1} \parallel R_L) = -3$$

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

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

(6)  $C_3$  开路, 引入交流负反馈, 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,  $V_{GS}$  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  $V_{BE1}=0.7V$ , 饱和管压降  $|V_{CE1}|=1V$ , 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;

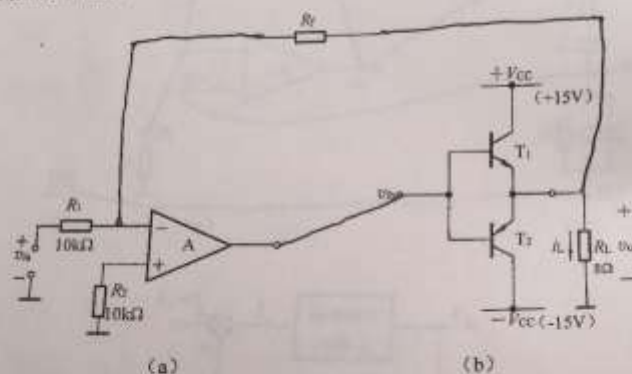


图 3

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

$$2. \left| -\frac{R_f}{R_1} \right| = 10$$

$$R_f = 100 k\Omega$$

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

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

|     |  |
|-----|--|
| 分 数 |  |
| 评卷人 |  |

4. (18 分)

电路如图 4 所示。MOSFET 的参数均为  $V_{th}=1V$ ,  $K_n=0.5mA/V^2$ ,  $\lambda=0$ 。

- (1) 求第一级电路的差模电压增益  $A_{vd1}=v_{o1}/v_{id}$  的值;
- (2) 若要使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, 请在图中画出反馈的连线, 标出瞬时极性, 说明反馈组态;
- (3) 说明该反馈对电路的输入电阻和输出电阻有什么影响? (变大, 变小或者不变);
- (4) 若该负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。

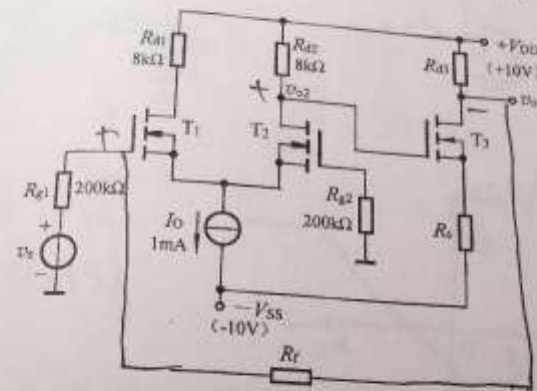


图 4

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

$$I_{DQ} = K_n (V_{GSQ} - V_{th})^2$$

$$V_{GSQ} = 2V$$

$$g_m = 2K_n (V_{GSQ} - V_{th}) = 1mS$$

$$A_{vd1} = \frac{v_{o1}}{v_{id}} = \frac{1}{2} g_m R_{D1} = 4$$

(2) 电压串联负反馈

(3)  $R_i$  变-,  $R_o$  变-

$$(4) A_{vf} = \frac{v_o}{v_i} = -R_f \quad A_{vsf} = \frac{v_o}{v_s} = -\frac{R_f}{R_{g1}}$$

RC 桥式正弦波振荡电路。



第 7 页, 共 10 页



|     |  |
|-----|--|
| 分 数 |  |
| 评卷人 |  |

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, 其最大输出电压幅值均为  $\pm 12V$ , 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  $v_{I1}$  电压传输特性曲线, 注意表明关键参数的值;
- (2) 画出  $v_{O2}$  和  $v_{I2}$  电压传输特性曲线, 注意表明关键参数的值;

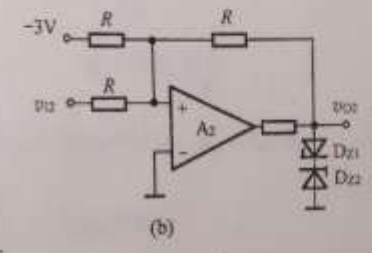
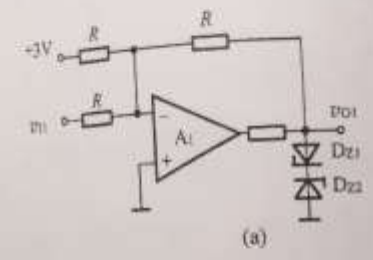
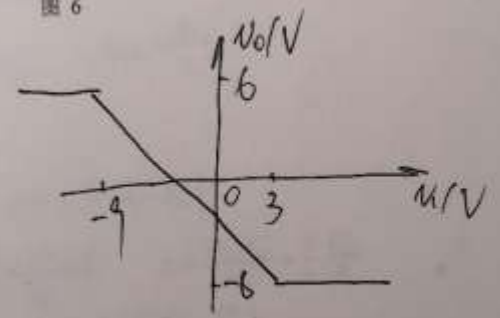


图 6

$$1) \frac{v_{I1}}{R} + \frac{3}{R} = -\frac{v_{O1}}{R}$$

$$v_{O1} = -(v_{I1} + 3)$$

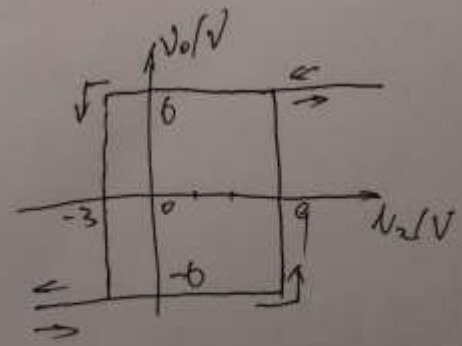


$$2) v_p = \frac{R/2}{R+R/2} v_{I2} + \frac{R/2}{R+R/2} (-3) + \frac{R/2}{R+R/2} v_{O2}$$

$$= \frac{1}{3} v_{I2} + \frac{1}{3} v_{O2} - 1$$

$$\frac{1}{3} v_p = 0, v_{I2} = 3 - v_{O2}$$

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





|     |  |
|-----|--|
| 分 数 |  |
| 评卷人 |  |

六、(10 分)

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  $V_O$  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  $\pm 10\%$  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？

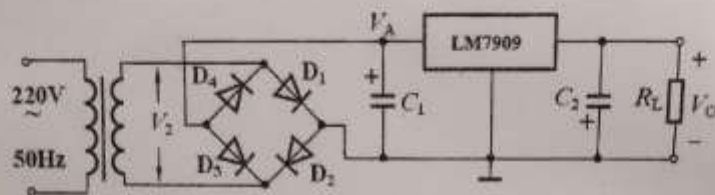


图 7

- (1) D2 接反, C1 接反
- (2)  $V_O = -9V$
- (3)  $|V_A| \geq 9 + 2.5 = 11.5V$
- (4)  $|V_A| = (1 - 10\%) \times 1.2 \times V_2$   

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

解答内容不得超过装订线