

成绩	
----	--

应试人声明:

应试人_____ 应试人学号_____ 应试人所在院系_____

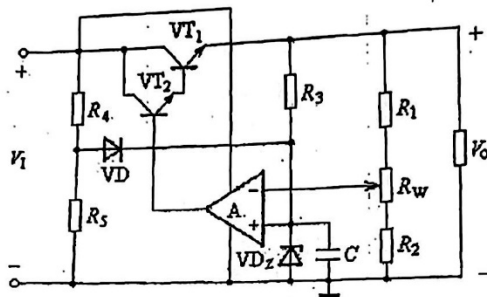
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									

1. 在杂质半导体中多子的数量与掺杂浓度有关, 少子的数量与温度有关, 当温度升高时, 少子的数量增多。
2. 在外加电压的作用下, P 型半导体中的电流主要是空穴电流, N 型半导体中的电流主要是电子电流。
3. 二极管的伏安方程为_____。
4. 已知某放大电路电压放大倍数的复数表达式为:

$$A_{us} = \frac{-1000 jf/10}{(1+jf/10)(1+jf/10^4)} \quad (\text{式中 } f \text{ 的单位为 Hz})$$

5. 场效应管是 电压 控制 电流 的器件, 双极性晶体管是 电流 控制 电流 的器件。

6. 图示电路为 串联负反馈电路 电路, 其中 VT_1 、 VT_2 为 PNP 型三极管; VD_Z 、 R_3 为 稳压管; A 为 运放; R_1 、 R_2 、 R_W 为 电阻。



7. 电流串联负反馈放大电路可以稳定 电流, 增大 输入电阻。
若要求其由开环增益的相对变化量 $\frac{dA_s}{A_s} = 10\%$ 下降为闭环增益相对变化量 $\frac{dA_{ef}}{A_{ef}} = 1\%$, 又要求其闭环增益 $A_{ef} = 9mS$, 则开环增益 $A_s =$ $90mS$,
此时的反馈系数 $F_r =$ $0.1k\Omega$ 。

$$\frac{dA_s}{A_s} = 10\%$$

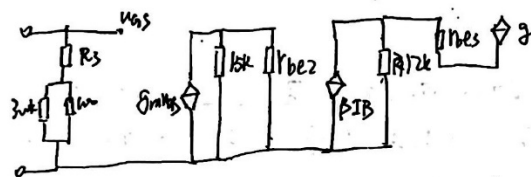
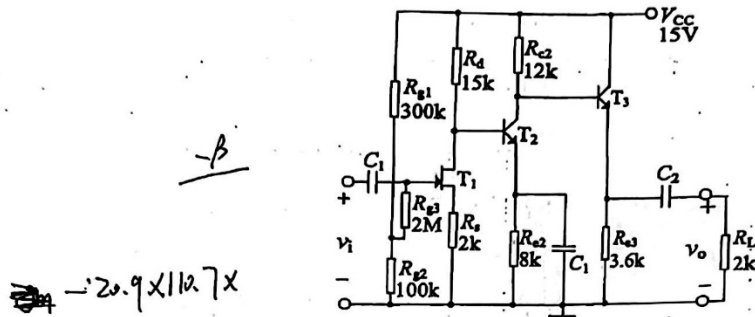
$$\frac{dA_{ef}}{A_{ef}} = 1\%$$

$$F_r = \frac{1}{1 + A_s F_r}$$

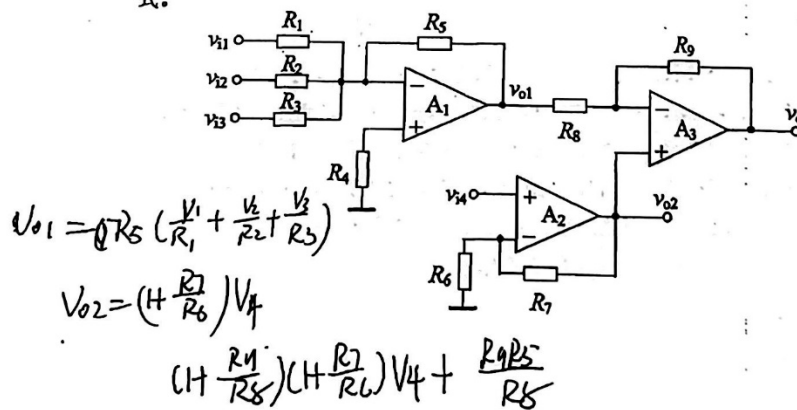
二、(共 21 分) 多级放大电路如图所示, 已知 T_1 管的 $g_m = 3mA/V$, T_2 管的 $r_{be2} = 12.9k\Omega$, T_3 管的 $r_{be3} = 1.2k\Omega$, 两个 BJT 的 $\beta = 120$, $V_{be} = 0.6V$, 其他参数如图所示。

- (3 分) 试说明 T_1 、 T_2 、 T_3 分别为何种类型的管子, 即是 NPN 型还是 PNP 型, 是硅管还是锗管, 是 N 沟道还是 P 沟道, 是 JFET 还是 MOS 管?
- (2 分) 该电路为几级级联, 各级分别为何种组态?
- (5 分) 试画出该电路的微变等效电路。
- (8 分) 求放大器的电压增益 A_v 。
- (3 分) 求输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 。

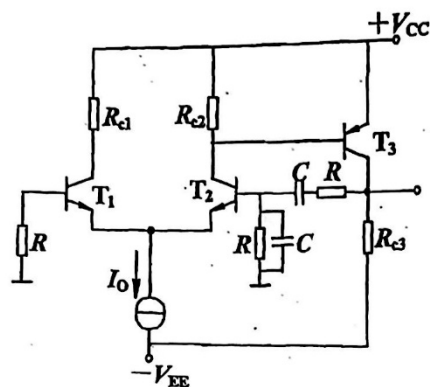
$g_m = 3 \text{ mA/V}$, $T_2 = r_{be} = 12.9 \text{ k}$
 $r_{be} = 1.2 \text{ k}$, $\beta = 120$, $V_{BE} = 0.6$



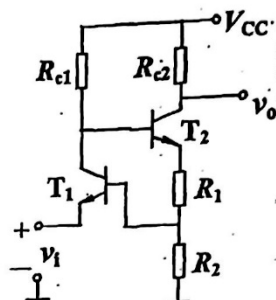
三、(10分) 图示电路由理想运算放大器组成, 求解输出电压与输入电压的运算关系式。



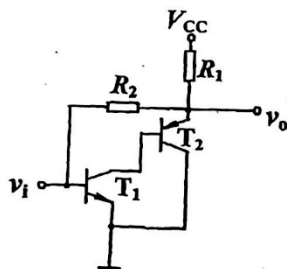
四、(共 12 分, 每题 3 分) 试判别图中所示电路哪些可能产生正弦波振荡, 若能振荡写出振荡电路类型, 若不能振荡写出反馈电路类型。



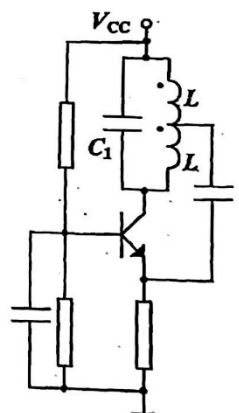
1. 文氏电桥 RC 振荡



2. 电压串联



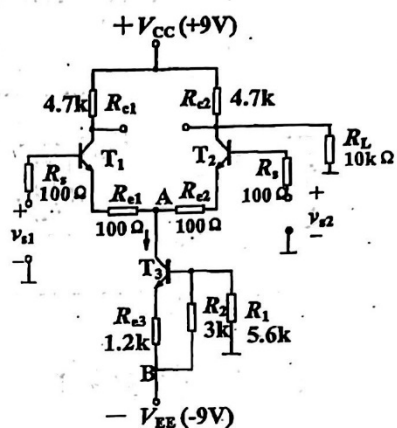
3. 电压并联



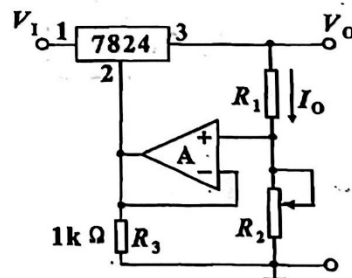
4. 电感三点式

五、(共13分) 已知 T_1 、 T_2 、 T_3 的 $\beta=50$, $V_{BE}=0.7\text{V}$, AB 端交流电阻 $r_{AB}=3.2\text{M}\Omega$. 试求:

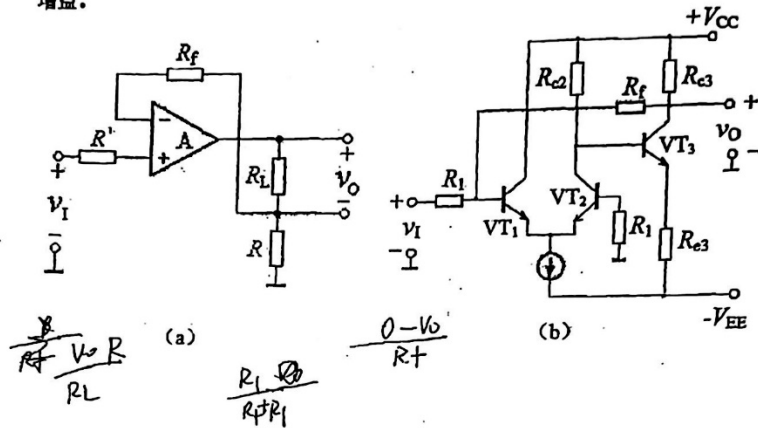
1. (6分) 单端输出的差模电压增益 A_{vd2} .
2. (4分) 共模抑制比 K_{CMR2} .
3. (3分) 差模输入电阻 R_{id} 和输出电阻 R_o .



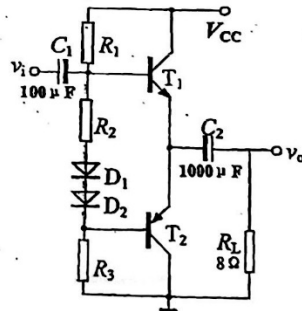
六、(6分) 已知集成稳压器 7824 的 2、3 端为输出端, 求输出电压 V_o 和输出电流 I_o 表达式。若负载接在 3 与地之间, 电路具有什么功能? 若 R_2 作负载, 电路又具有什么功能?



七、(共10分) 近似计算深度负反馈条件下放大器 (a) 和 (b) 的闭环增益和电压增益。



八、(5分) 单电源互补对称电路, T_1 、 T_2 的特性完全对称, v_i 为正弦波。已知 $V_{CC}=12V$, $R_1=R_3=1.1K\Omega$; T_1 和 T_2 的 $\beta=40$, $|V_{BE}|=0.7V$, $P_{CM}=400mW$ 。假设 D_1 、 D_2 、 R_2 中任意一个开路, 将会产生什么后果?



标准答案及评分标准

一、(共 23 分, 每个填空 1 分)

7. 掺杂浓度, 温度, 增多。
8. 空穴电流, 电子电流。
9. $i_D = I_S(e^{v_D/nV_T} - 1)$ 。
10. 60, 180°, 10Hz, 57。
11. 电压, 电流, 电流, 电流。
12. 串联反馈式稳压, 调整元件, 基准电压, 比较放大, 取样电路。
13. 输出电流, 输入电阻, $A_G=90\text{mS}$, $F_R=0.1\text{k}\Omega$ 。

二、(共 23 分)

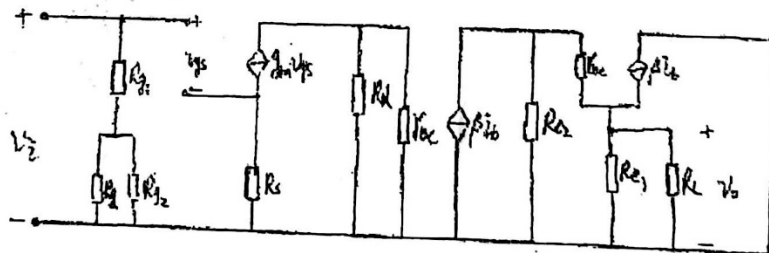
1. (3 分)

- T_1 : N 沟道 JFET; (1 分)
 T_2 : NPN 型硅三极管; (1 分)
 T_3 : NPN 型硅三极管。 (1 分)

2. (2 分)

- 三级级联; (0.5 分)
 第一级为共源组态; (0.5 分)
 第二级为共射组态; (0.5 分)
 第三级为共集组态。 (0.5 分)

3. (5 分) 微变等效电路:



4. (8分) 电压增益 A_v

$$R_{i2} = r_{be2} = 12.9 \text{ k}\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$A_{v1} = -\frac{g_m(R_4 \parallel R_{i2})}{1 + g_m R_1} = -\frac{3 \times (15 \parallel 12.9)}{1 + 3 \times 2} = -\frac{3 \times 6.935}{7} = -2.972 \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$R_{i3} = r_{be3} + (1 + \beta)(R_{e3} \parallel R_L) = 1.2 + (1 + 120) \times (3.6 \parallel 2) = 1.2 + (1 + 120) \times 1.286 = 156.8 \text{ k}\Omega \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$A_{v2} = -\frac{\beta(R_{c2} \parallel R_{i3})}{r_{be2}} = -\frac{120 \times (12 \parallel 156.8)}{12.9} \approx -\frac{120 \times 12}{12.9} = -111.628 \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$A_{v3} = -\frac{(1 + \beta)(R_{e3} \parallel R_L)}{r_{be3} + (1 + \beta)(R_{e3} \parallel R_L)} \approx 1 \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$A_v = A_{v1} \cdot A_{v2} \cdot A_{v3} = (-2.972) \times (-111.628) \times 1 = 331.758 \quad (1 \text{ 分})$$

5. (3分) 输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o

$$R_i = R_{i1} + (R_{i2} \parallel R_{i3}) = 2000 + (300 \parallel 100) = 2075 \text{ k}\Omega \approx 2 \text{ M}\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$R_o = R_{e3} \parallel \frac{r_{be3} + R_{c2}}{1 + \beta} \approx \frac{r_{be3} + R_{c2}}{1 + \beta} = \frac{1.2 + 12}{1 + 120} = 0.109 \text{ k}\Omega = 109 \Omega \quad (2 \text{ 分})$$

三、(10分)

$$v_{o1} = -\left(\frac{R_5}{R_1} v_{i1} + \frac{R_5}{R_2} v_{i2} + \frac{R_5}{R_3} v_{i3}\right) \quad (4 \text{ 分})$$

$$v_{o2} = \left(1 + \frac{R_7}{R_6}\right) v_{i4} \quad (2 \text{ 分})$$

$$v_o = -\frac{R_9}{R_8} v_{o1} + \left(1 + \frac{R_9}{R_8}\right) v_{o2} \quad (3 \text{ 分})$$

$$= \frac{R_9}{R_8} \left(\frac{R_5}{R_1} v_{i1} + \frac{R_5}{R_2} v_{i2} + \frac{R_5}{R_3} v_{i3}\right) + \left(1 + \frac{R_9}{R_8}\right) \left(1 + \frac{R_7}{R_6}\right) v_{i4} \quad (1 \text{ 分})$$

四、(每题3分)

1. RC 振荡电路;

2. 电流串联负反馈;

3. 电压并联负反馈;

4. 电感三点式振荡电路

五、(共 13 分)

1. 单端输出的差模电压增益 A_{vd2}

$$A_{vd2} = +\frac{A_{vd}}{2} = +\frac{\beta(R_{c2} \parallel R_L)}{2[R_1 + r_{be2} + (1+\beta)R_{c2}]} \quad (2 \text{ 分})$$

其中, r_{be2} 求法:

$$V_{E2} \approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} [0 - (-V_{EB})] = \frac{3}{3+5.6} (+9) = +3.1\text{V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$I_{E3} = \frac{V_{E2} - V_{EB3}}{R_{e3}} = \frac{3.1 - 0.7}{1.2 \times 10^3} \text{A} = 2\text{mA} \quad (1 \text{ 分})$$

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{1}{2} I_{E3} = 1\text{mA} \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$r_{be2} = 200\Omega + (1+\beta_2) \frac{V_T}{I_{E2}} = 1.53\text{k}\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$\therefore A_{vd2} = +\frac{\beta(R_{c2} \parallel R_L)}{2[R_1 + r_{be2} + (1+\beta)R_{c2}]} = \frac{50 \times 3.2}{2 \times [0.1 + 1.53 + (1+50) \times 0.1]} = 12 \quad (0.5 \text{ 分})$$

2. 共模抑制比 K_{CMR2}

$$A_{vc2} = -\frac{\beta(R_{c2} \parallel R_L)}{R_2 + r_{be2} + (1+\beta)(2r_{AB} + R_{c2})} \approx -\frac{(R_{c2} \parallel R_L)}{2r_{AB}} = -\frac{4.7 \parallel 10}{2 \times 3.2 \times 10^3} = -0.0005 \quad (3 \text{ 分})$$

$$K_{CMR} = \left| \frac{A_{vd2}}{A_{vc2}} \right| = \frac{12}{0.0005} = 24000 \quad (1 \text{ 分})$$

3. 差模输入电阻 R_{id} 和输出电阻 R_o

$$R_{id} = 2[R_1 + r_{be1} + (1+\beta)R_{c1}] = 2[0.1 + 1.53 + 51 \times 0.1]\text{k}\Omega = 13.5\text{k}\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

$$R_o = R_{c2} = 4.7\text{k}\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

六、(6 分)

$$V_{E1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_o = V_{E2} = 24\text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\therefore V_o = V_{E2} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = 24 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \text{V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$I_o = \frac{V_{R2}}{R_1} = \frac{24}{R_1} \quad (1 \text{ 分})$$

若负载接在 3 与地之间：电路有扩大输出电压的作用：(1 分)

若 R_2 作负载：电路具有恒流作用。(1 分)

七、(共 10 分)

$$(a) A_{st} = \frac{i_o}{v_i} = \frac{i_o}{i_o R} = \frac{1}{R} \quad (3 \text{ 分})$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_o}{v_i} R_L = A_{st} R_L = \frac{R_L}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{或 } A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_o R_L}{v_i} = \frac{i_o R_L}{i_o R} = \frac{R_L}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(b) \dot{F}_G = \frac{\dot{I}_f}{\dot{V}_o} = \frac{\frac{0 - \dot{V}_o}{R_f}}{\dot{V}_o} = -\frac{1}{R_f} \quad (1 \text{ 分})$$

$$A_{vf} \approx \frac{1}{\dot{F}_G} = -R_f \quad (2 \text{ 分})$$

$$A_{vf} = \frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{\dot{V}_o}{\dot{I}_i \cdot R_1} = A_{vf} \frac{1}{R_1} = -\frac{R_f}{R_1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{或 } \dot{I}_i = \dot{I}_f, \quad A_{vf} = \frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = \frac{-\dot{I}_f \cdot R_f}{\dot{I}_i \cdot R_1} = -\frac{R_f}{R_1} \quad (2 \text{ 分})$$

八、(5 分)

$$I_B = \frac{V_{CC}/2 - V_{BE}}{R_1} = \frac{6 - 0.7}{1.1} = 4.82 \text{ mA} \quad (2 \text{ 分})$$

$$I_C = \beta I_B = 40 \times 4.82 = 192.8 \text{ mA} \quad (1 \text{ 分})$$

T1、T2 的静态功耗：

$$P_{T1} = P_{T2} = I_C V_{CE} = I_C \frac{V_{CC}}{2} = 192.8 \times \frac{12 \text{ V}}{2} = 1156.8 \text{ mW} \quad (1 \text{ 分})$$

$$P_{T1} = P_{T2} \gg P_{Qd} \quad \therefore \text{会烧坏功放。} \quad (1 \text{ 分})$$