

一、填空题 (10 分, 除标注外每题 1 分)

- 1、集成运放应用电路如果工作在线性放大状态, 一般要引入负反馈。
- 2、正弦波振荡电路通常由放大电路, 选频网络, 正反馈网络和稳幅环节四部分组成。
- 3、乙类放大器中每个晶体管的导通角是180 度, 该放大器的理想效率为78.5%, 每个管子所承受的最大电压为 $2V_{CC}$ 。
- 4、差动放大电路的基本功能是对差模信号的放大作用和对共模信号的抑制作用。
- 5、小功率直流稳压电源由变压、整流、滤波、稳压四部分组成。
- 6、为了稳定输出电压和提高输入电阻, 应引入电压串联负反馈; 电流负反馈的反馈信号与输出电流成比例; 一反馈放大电路的开环增益为 1000, 反馈系数为 0.099, 则其闭环增益为10。
- 7、在双端输入, 单端输出的差分放大电路中, 发射极电阻 R_E 对差模输入信号无影响, 对共模输入信号具有抑制作用。
- 8、RC 桥式正弦波振荡电路中, 振荡的条件是放大倍数 A_F 大于约等于 1 和输出与输入同相 $\varphi_a + \varphi_f = 2n\pi, n = 0, 1, 2, \dots$ 。
- 9、若乙类互补对称功率放大电路 (OCL) 的 $V_{CC}=15V$, $v_i=10\sin\omega t (V)$, $R_L=10\Omega$, 则 $P_o=5 W$ 。(2 分)

二、选择题 (6 分)

1. 串联负反馈放大电路环内的输入电阻是无反馈时输入电阻的 (A)。
A) $1+AF$ 倍; B) $1/(1+AF)$ 倍; C) $1/F$ 倍; D) $1/AF$ 倍。
- 2、某仪表放大电路, 要求输入电阻大, 输出电流稳定, 应选 (C) 负反馈。
A 电压串联 B 电压并联 C 电流串联 D 电流并联
- 3、集成运放中间级的作用是 (C)。
A 提高共模抑制比 B 提高输入电阻
C 提高放大倍数 D 提供过载保护
- 4、差模信号电压是两个输入信号电压 (A) 的值。
A 差 B 和 C 算术平均
- 5、图 3 所示电路是 (B)。
A 差分放大电路 B 镜像电流源电路 C 微电流源电路
6. 共模抑制比 K_{CMR} 越大, 表明电路 (C)。
A) 放大倍数越稳定; B) 交流放大倍数越大;
C) 抑制温漂能力越强; D) 输入信号中的差模成分越大。

三、计算题

1. (8 分)

电路如图 2 所示, 已知 T_1 和 T_2 的饱和管压降 $U_{CES}=2V$, A 为理想运放, 忽略电阻的直流功耗。

回答下列问题: (1) R_3 、 R_4 和 T_3 的作用是什么?

(2) 负载上可能获得的最大输出功率 P_{om} 和电路的转换效率 η 各为多少?

(3) 电路引入了哪种组态的交流负反馈? 设在深度负反馈条件下, 若最大输入电压的有效值为 $1V$, 为了使电路的最大不失真输出电压的峰值达到 $16V$, 电阻 R_6 至少应取多少千欧?

解: (1) R_3 、 R_4 和 T_3 的作用是为 T_1 和 T_2 提供适当的直流偏置, 消除交越失真。(2 分)

(2)最大输出功率和效率分别为

$$P_{om} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} = \frac{(18 - 2)^2}{2 \times 8} = 16W \quad (1 \text{ 分})$$

$$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - U_{CES}}{V_{CC}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{18 - 2}{18} \approx 69.8\% \quad (1 \text{ 分})$$

(3)电压串联负反馈。 (1 分)

当输出电压的峰值为 16V 时，其有效值为：

$$U_o = \frac{16}{\sqrt{2}} \approx 11.3 \quad (1 \text{ 分})$$

根据运算“虚短”和“虚断”的原理有：

$$\frac{U_i}{R_1} = \frac{U_o - U_i}{R_6} \quad (1 \text{ 分})$$

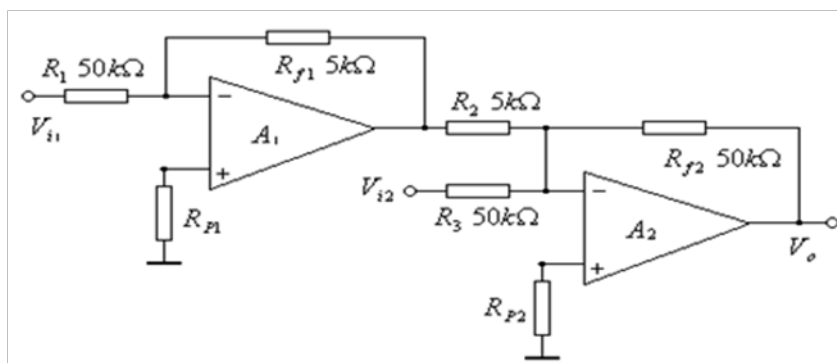
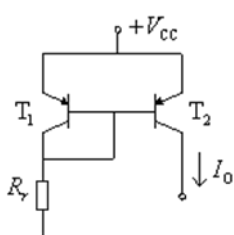
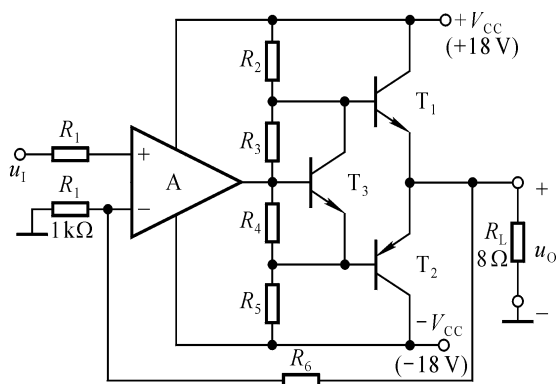
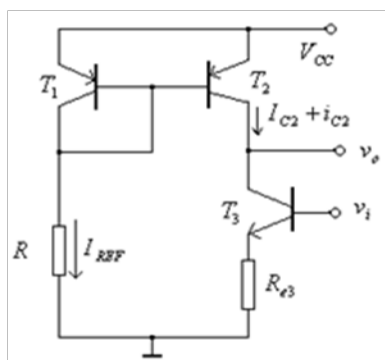
$$R_6 = \frac{U_o - U_i}{U_i} R_1 = \frac{11.3 - 1}{1} \times 1$$

$$\text{即：} = 10.3K\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

2、电路如图 6 所示，求出电压传递函数 $A_v(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)}$ ，并写出转折频率的表达式。(3 分)

$$A_v(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \frac{1}{1 + j(\frac{\omega}{\omega_c})} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\omega_c = \frac{1}{RC} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$



3. (4 分)

某集成运放的单元电路如图 1 所示，设 T_1 、 T_2 的特性相同，且 β 足够大，问：

(1) T_1 和 T_2 组成什么电路？在电路中起什么作用？(2) 写出 I_{REF} 和 I_{C2} 的表达式，设 $V_{BE}=0.7V$ ， V_{CC} 和 R 均为已知。

解：(1) T_1 、 T_2 组成镜像电流源，

在电路中作 T_3 的集电极有源负载，能提高放大电路的电压增益。(2 分)

$$(2) I_{REF} \approx I_{C2} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R} = \frac{V_{CC} - 0.7}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

4. 图 4 所示电路，运放均为理想器件，求电路输出电压 V_o 与输入电压 V_{i1} 、 V_{i2} 的关系。(6 分)

解： $V_{1+}=V_{1-}=0$ $V_{2+}=V_{2-}=0$ (虚地) (1 分)

$$\frac{V_{i1} - 0}{R_1} = \frac{0 - V_{o1}}{R_{f1}} \quad (\text{虚断})$$

$$V_{o1} = -\frac{R_{f1}}{R_1} V_{i1} = -\frac{5K}{50K} V_{i1} = -\frac{1}{10} V_{i1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{V_{o1}-0}{R_1} + \frac{V_{i2}-0}{R_3} = \frac{0-V_o}{R_{f2}} \quad (\text{虚断}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} V_o &= -\frac{R_{f2}}{R_2} V_{o1} - \frac{R_{f2}}{R_3} V_{i2} \\ &= -\frac{50\text{K}}{5\text{K}} \times \left(-\frac{1}{10} V_{i1}\right) - \frac{50\text{K}}{50\text{K}} V_{i2} = V_{i1} - V_{i2} \end{aligned} \quad (2 \text{ 分})$$

5. (13 分) 如图 5 所示电路, 已知晶体三极管参数相同, $\beta=100$, $V_{BE(\text{on})}=0.6\text{V}$, $r_{bb'}=200\Omega$; $R_C=5\text{k}\Omega$, $R_L=10\text{k}\Omega$, $R_1=4.7\text{k}\Omega$, $r_{ce3}=40\text{k}\Omega$, $V_{CC}=V_{EE}=10\text{V}$, 试分析:
- a. 分别画出差模、共模半电路交流通路; b. 求静态电流 I_{CQ1} 、 I_{CQ2} 的值, 并说明 T_3 、 T_4 管的作用; c. 求差模电压增益 A_{vd} ; d. 若单端输出, 负载开路, 试计算 A_{vd2} 、 A_{vc2} 、 K_{CMR} 。

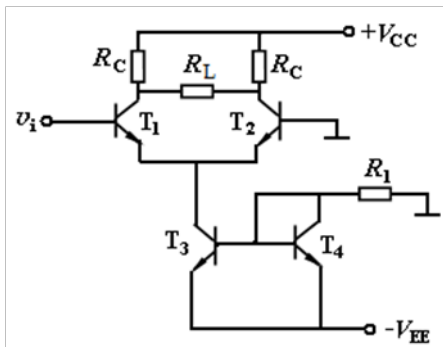


图 5

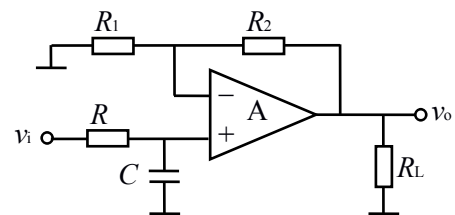
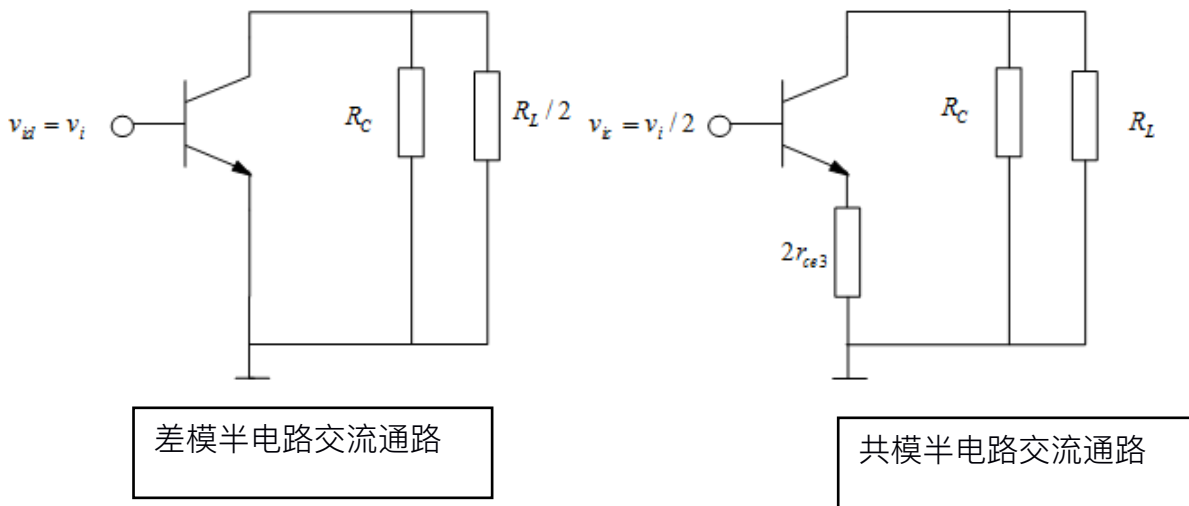


图 6

解: a、(4 分)



b、

$$I_{C3} \approx I_{E3} = I_{E4} = \frac{0 - (-V_{EE} + U_{BE})}{R_1} = \frac{10 - 0.6}{4.7} = 2\text{mA} \quad (1\text{分})$$

$$I_{CQ1} = I_{CQ2} = \frac{1}{2} I_{C3} = 1\text{mA} \quad (1\text{分})$$

T_3 、 T_4 构成镜像电流源电路, 提供 T_1 、 T_2 的偏置电路, 提高共模抑制比 (2 分)

c、

$$r_{be1} = r_{bb1} + r_{b'e1} = 200 + (1 + \beta) \frac{26}{I_{C1}} = 200 + 101 \times \frac{26}{1} = 2.7\text{k}\Omega \quad (1\text{分})$$

$$A_{vd} = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} = -\frac{100 \times (R_C // \frac{1}{2} R_L)}{2.7} = -92.6 \quad (1\text{分})$$

$$\text{d、} A_{vd2} = \frac{1}{2} \frac{\beta R_C}{r_{be}} = \frac{1}{2} \times \frac{100 \times 5}{2.7} = 92.6 \quad (1\text{分})$$

$$A_{vc2} = -\frac{\beta R_C}{r_{be} + 2(1 + \beta)r_{ce3}} = -\frac{100 \times 5}{2.7 + 2 \times 101 \times 40} = -0.062 \quad (1\text{分})$$

或

$$A_{vc2} \approx -\frac{R_C}{2r_{ce3}} = -\frac{5}{2 \times 40} = -0.0625$$

$$K_{CMR} = \left| \frac{A_{vd2}}{A_{vc2}} \right| = \frac{92.6}{0.062} = 1493.5 \quad (1\text{分})$$