

7.2.3 电路如图 7.2.2 所示的源极耦合差分式放大电路中 $+V_{DD} = +5\text{ V}$, $-V_{SS} = -5\text{ V}$, $I_0 = 0.2\text{ mA}$, 电流源输出电阻 $r_o = 100\text{ k}\Omega$ (图中未画出), $R_{d1} = R_{d2} = R_d = 10\text{ k}\Omega$, FET 的 $K'_n \left(\frac{W}{L} \right) = 3\text{ mA/V}^2$, 且 $r_o \gg r_{ds}$, 计算时电路中 r_{ds} ($r_{ds} \gg R_d$) 可忽略, 求单端输出时的 A_{vd1} , A_{vd2} 和 K_{CMR1} 。

解: $k_n = \frac{1}{2} k'_n \left(\frac{W}{L} \right) = 1.5\text{ mA/V}^2$

$$I_{D2} = \frac{I_0}{2} = 0.1\text{ mA}$$

$$\therefore g_m = 2\sqrt{k_n I_{D2}} \approx 0.78\text{ mS}$$

$$\therefore A_{vd2} = \frac{g_m R_d}{2} = 3.9$$

$$A_{vc2} = -\frac{R_d}{2r_o} = -0.05$$

$$\text{单端输出 } K_{CMR1} = \left| \frac{A_{vd2}}{A_{vc2}} \right| = 78$$

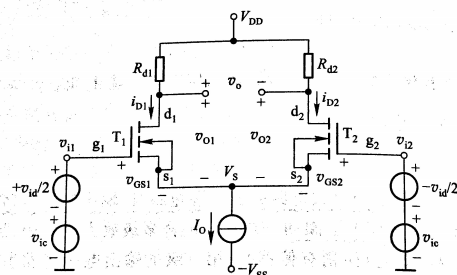


图 7.2.2 源极耦合差分式放大电路

7.2.8 电路如图题 7.2.8 所示, 设 BJT 的 $\beta_1 = \beta_2 = 30$, $\beta_3 = \beta_4 = 100$, $V_{BE1} = V_{BE2} = 0.6\text{ V}$, $V_{BE3} = V_{BE4} = 0.7\text{ V}$ 。试计算双端输入、单端输出时的 R_{id} , A_{vd1} , A_{vd2} 及 K_{CMR1} 的值。

解: 静态时, 即 $v_{i1} = v_{i2} = 0$, $V_{E3} = V_{E4} = 0 - 0.6\text{ V} - 0.7\text{ V} = -1.3\text{ V}$

$$I_{E3} = I_{E4} = \frac{1}{2} I_E = \frac{1}{2} \frac{-1.3\text{ V} - (-6\text{ V})}{R_E} = 0.5\text{ mA}$$

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{I_{E3}}{\beta_3} = 0.005\text{ mA}$$

$$\therefore r_{be3} = r_{be4} = 200\Omega + (1 + \beta_3) \frac{V_T}{I_{E3}} \approx 5.45\text{ k}\Omega$$

$$r_{be1} = r_{be2} = 200\Omega + (1 + \beta_1) \frac{V_T}{I_{E1}} \approx 161.4\text{ k}\Omega$$

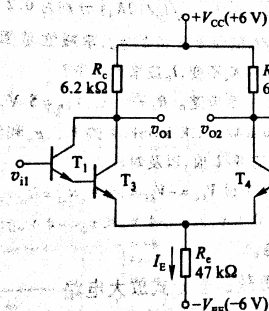
共集-共集放大电路: $\beta \approx \beta_1 \beta_3$, $r_{be} = r_{be1} + (1 + \beta_1) r_{be3}$ 。

$$\therefore A_{vd1} = -\frac{\beta R_c}{2r_{be}} = -\frac{\beta_1 \beta_3 R_c}{2[r_{be1} + (1 + \beta_1) r_{be3}]} \approx -28$$

$$A_{vc1} = -\frac{\beta R_c}{r_{be} + (1 + \beta) 2R_E} = -\frac{\beta_1 \beta_3 R_c}{r_{be1} + (1 + \beta_1) r_{be3} + (1 + \beta_1 \beta_3) 2R_E} \approx -0.63$$

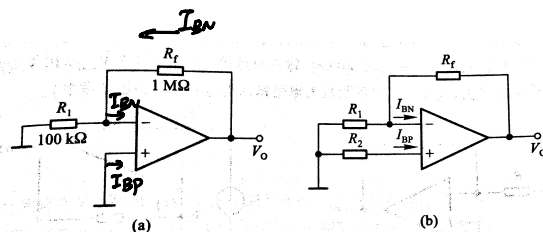
$$K_{CMR1} = \left| \frac{A_{vd1}}{A_{vc1}} \right| \approx 44.4$$

$$R_{id} = 2r_{be} = 2[r_{be1} + (1 + \beta_1) r_{be3}] = 660.7\text{ k}\Omega$$



图题 7.2.8

7.6.2 运放 741 的 $I_{I0} = 20 \text{ nA}$, $I_{IB} = 100 \text{ nA}$, $V_{I0} = 5 \text{ mV}$, 当 I_{I0} 、 I_{IB} 和 V_{I0} 为不同取值时, 试回答下列问题: (1) 设反相输入运算放大电路如图题 7.6.2a 所示 (未加输入信号 v_i), 若 $V_{I0} = 0$, 求由于偏置电流 $I_{IB} = I_{BN} = I_{BP}$ 而引起的输出直流电压 V_o ; (2) 怎样消除偏置电流 I_{IB} 的影响, 如图题 7.6.2b 所示, 电阻 R_2 应如何选择以使 $V_o = 0$? (3) 在 (2) 问的改进电路 (图题 7.6.2b) 中, 若 $I_{BP} - I_{BN} = I_{I0} \neq 0$, 试计算 V_o 的值; (4) 若 $I_{I0} = 0$, 则由 V_{I0} 引起的 $V_o = ?$ (5) 若 $I_{I0} \neq 0$ 及 $V_{I0} \neq 0$, 求 V_o 。



图题 7.6.2

(a) 反相运算放大电路 (b) 平衡电阻的接入情况

解: (1) 当 $V_{I0} = 0$ 时, 由 I_{IB} 引起的 V_o 为: (参考向如图所示)

$$V_o = +I_{IB}R_f = +0.1 \text{ V}$$

(2) 为消除 I_{IB} 的影响, 需使 $R_2 = R_1 // R_f = 90.9 \text{ k}\Omega$

$$(3) I_{BP} = I_{IB} - \frac{I_{I0}}{2}, I_{BN} = I_{IB} + \frac{I_{I0}}{2}$$

$$\therefore V_P = -(I_{IB} - \frac{I_{I0}}{2})R_2$$

$$V_N = V_o (\frac{R_1}{R_1 + R_f}) - (I_{IB} + \frac{I_{I0}}{2})(R_1 // R_f)$$

$$\text{由 } V_P \approx V_N, R_2 = R_1 // R_f, \text{ 可求得 } V_o = I_{I0}R_f = +20 \text{ mV}$$

$$(4) \text{ 当 } I_{I0} = 0 \text{ 时, } V_P = -I_{IB}R_2, V_N = V_o \frac{R_1}{R_1 + R_f} - I_{IB}(R_1 // R_f) - V_{I0}$$

$$\text{得: } V_o = (1 + \frac{R_f}{R_1})V_{I0} = \pm 55 \text{ mV}$$

$$(5) \text{ 当 } I_{I0} \neq 0, V_{I0} \neq 0 \text{ 时, 由 (3)(4) 叠加可得 } V_o = (20 \pm 55) \text{ mV}$$

7.6.7 运放的单位增益带宽 $f_T = 1 \text{ MHz}$, 转换速率 $S_R = 1 \text{ V}/\mu\text{s}$, 当运放接成反相放大电路的闭环增益 $A_{uf} = -10$, 确定小信号闭环带宽 f_H ; 当输出电压不失真最大幅度 $V_{om} = 10 \text{ V}$ 时, 求全功率带宽 BW_P 。

$$\text{解: } f_H = \frac{f_T}{|A_{uf}|} = 100 \text{ kHz}$$

$$BW_P = \frac{S_R}{2\pi V_{om}} \approx 15.9 \text{ kHz}$$