

作业纸

课程名称: 模电

班级:

教学班级: 1907

姓名: 周勇

学号: 1120193020 第 1 页

2-1. 解: 1. ~~E~~ a b a a

2. b

3. a b

4. a a b

5. b

(c) 不能放大

原因: b 极直接接 V_{CC} , $U_{bc} < 0$, 集电结正偏, 且加载交流信号时, 输入端信号接地, 无法输入

修改: 在 $+V_{CC}$ 和 b 极之间增加一个较大电阻

(d) 不能放大

原因: 发射结零偏

修改: 将 R_B 接到基极和 $+V_{CC}$ 之间

(e) 可以正常放大

(f) 可以正常放大

(g) ~~可以正常放大~~ 不能放大

原因: 交流信号输出端对地短路, 无法输出到负载上

修改: 在集电极和 V_{CC} 之间加上电阻 R_C

(h) 不能放大

原因: 交流信号在输入端对地短路, 无法输入

修改: 去掉电容 C_B

2-4. 解: 对 A 管: 由 $U_x > U_y > U_z$

且 $U_{yx} = U_x - U_y = 0.3V$

即发射结的电压数位

\therefore X, Y, Z 分别为发射极 (e)、基极 (b)、

集电极 (c)

晶体管类型为 PNP

对 B 管: 由 $U_y > U_x > U_z$

且 $U_{zx} = 0.3V$

\therefore X, Y, Z 分别为集电极、~~发射~~基极、发射极

晶体管类型为 NPN

2-7. 解: (a) 不能放大

原因: 发射结反偏

修改: 将 $+V_{CC}$ 换成 $-V_{CC}$, 且把 c 的极性调换

(b) 不能放大

原因: 发射结零偏

修改: 将电阻 R_B 接到 V_{CC} 与基极之间

联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

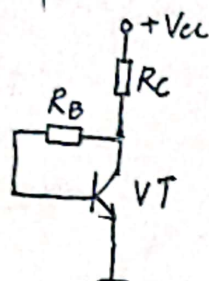
教学班级: _____

姓名: _____

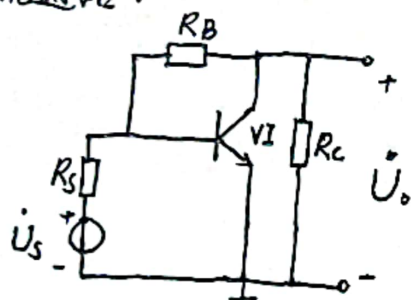
学号: _____

第 2 页

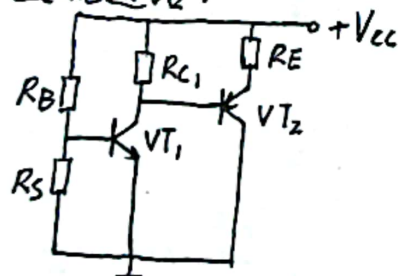
2-8. 解: a) 直流通路:



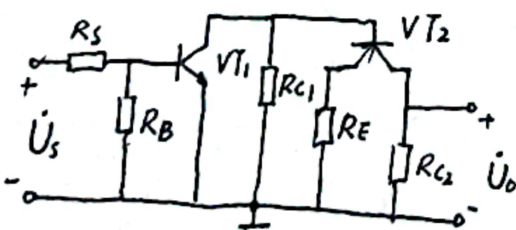
交流通路:



b) 直流通路:



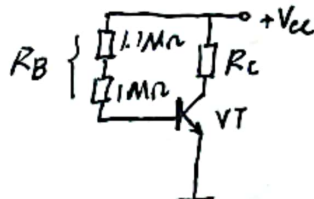
交流通路:



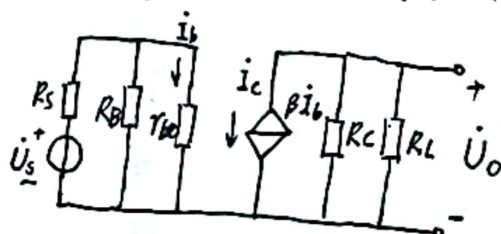
2-14 解: (1) 静态工作点处

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 10 \mu A$$

$$\therefore R_B = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{I_{BQ}} = 1.13 M\Omega$$



(2) 画出电路的微变等效电路



根据 $r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26 mV}{I_{EQ}}$

得 $r_{be} = 2700 \Omega$

\therefore 电压增益 $A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-\beta R_L'}{r_{be}} = -112$

(3) 输入电阻:

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = R_B // r_{be} = 2.7 k\Omega$$

输出电阻:

$$R_o = R_C = 16 k\Omega$$

源电压增益: $A_{us} = \frac{U_o}{U_s} = \frac{R_i}{R_i + R_S} A_u = -83$

联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

教学班级: _____

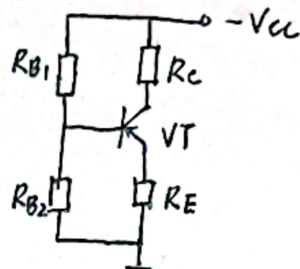
姓名: _____

学号: _____

第 3 页

2-15 解: 画出原电路图的直流通路:

(1)



由分压电路可知
$$U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} (-V_{CC})$$

$$= -4V$$

$$\therefore I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_E}{R_E} = \frac{U_B + U_{BE}}{R_E}$$

$$= \frac{-3.0V}{2k\Omega} = -1.5mA$$

$$\therefore U_{CEQ} = -V_{CC} + I_{CQ}(R_C + R_E)$$

$$= -6.75V$$

(2) 若要求 $U_{CEQ} = -4V$, 可以得到

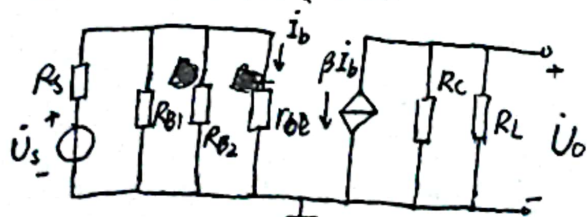
$$I_{CQ} = \frac{-V_{CC} - U_{CEQ}}{R_C + R_E} = -2.4mA$$

$$U_B \approx I_{CQ} \cdot R_E = -2.4mA \times 2k\Omega = -4.8V$$

$$\therefore U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} (-V_{CC}) = -4.8V$$

$$\therefore R_{B1} = 47k\Omega$$

(3) 画出微变等效电路



$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 1.3k\Omega$$

联系方式: _____

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} \approx 1.2k\Omega$$

$$\therefore A_{us} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = - \frac{R_i}{R_i + R_s} \frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = -55$$

$$R_o = R_C = 3k\Omega$$

2-16. 解: 由题 2-15 可知

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = - \frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$$

其中 $r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}}$

$$\approx (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}}$$

$$= (1 + \beta) \frac{26mV}{U_B - U_{BE}} \cdot R_E$$

\therefore (1) 如果增大 β , 其他参数不变

则 $I_{EQ} = \frac{U_B - U_{BE}}{R_E}$ 几乎不变

即 A_u 也几乎不变

对输入电阻 R_i , $\frac{R_i}{R_{B1} // R_{B2}}$

$\beta \uparrow \Rightarrow r_{be} \uparrow \Rightarrow R_i \uparrow$

(2) 如果增大 R_E , 其他参数不变

则 $I_E \downarrow$, 输入电阻 R_i 有:

$R_E \uparrow \Rightarrow R_i \uparrow$

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

教学班级: _____

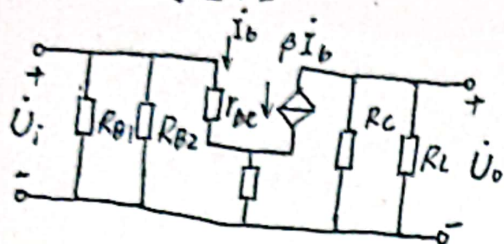
姓名: _____

学号: _____

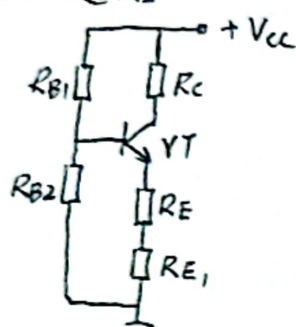
第 4 页

2-17 解: 先画出电路的 ~~交流通路~~ 微变等效电路:

微变等效电路:



直流通路:



根据直流通路:

$$U_B = \frac{R_{B2} V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} = 2.12 \text{ V}$$

(1) 当 $R_E = 0$ 时

$$I_E = \frac{U_B - 0.7 \text{ V}}{R_E + R_{E1}} = 1.42 \text{ mA}$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = 1.217 \text{ k}\Omega$$

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_E] = 1.63 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = - \frac{\beta (R_L // R_C)}{r_{be} + (1 + \beta) R_E} = -174$$

$$R_o = R_C = 8.2 \text{ k}\Omega$$

(2) 当 $R_E = 200 \Omega$ 时

$$I_E = \frac{U_B - 0.7 \text{ V}}{R_E + R_{E1}} = 1.18 \text{ mA}$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = 1.4 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-\beta (R_L // R_C)}{r_{be} + (1 + \beta) R_E} = -15.5$$

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_E] = 6.3 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_C = 8.2 \text{ k}\Omega$$

综上所述, 可以得出: 当射极电阻 R_E 增大时, 电路的电压增益 $|A_u|$ 减小, 输入电阻 R_i 增大。

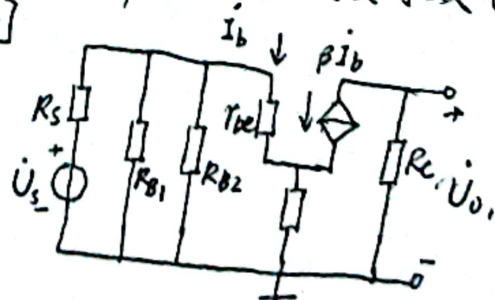
2-18 解: (1) 确定静态工作点

$$U_B = \frac{R_{B2} V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} = 4.3 \text{ V}$$

$$I_{EQ} = \frac{U_B - 0.7 \text{ V}}{R_E} = 1.8 \text{ mA} \approx I_{CQ}$$

$$\therefore U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E) = 2.8 \text{ V}$$

(2) 分别画出集电极输出和射极输出时的微变等效电路



联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

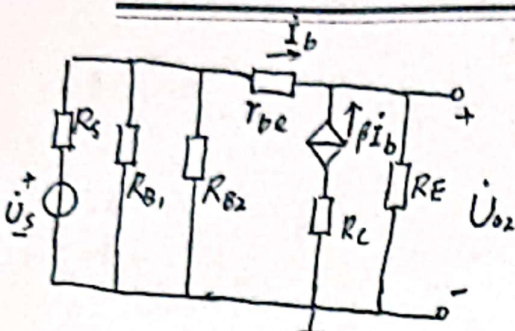
班级: _____

教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第 5 页



$$\therefore r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26\text{mV}}{I_E} = 1.2\text{k}\Omega$$

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1+\beta)R_E] = 8.2\text{k}\Omega$$

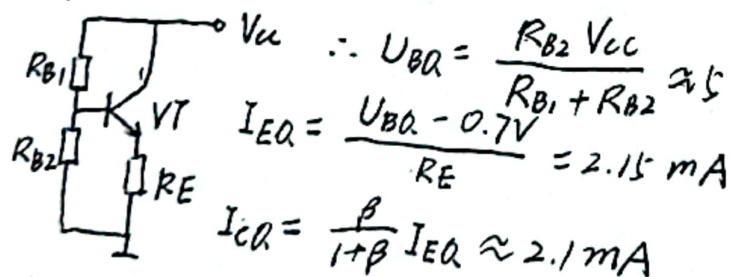
$$A_{us1} = \frac{U_{o1}}{U_s} = \frac{-\beta R_c}{r_{be} + (1+\beta)R_E} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = -0.79$$

$$A_{us2} = \frac{U_{o2}}{U_s} = \frac{(1+\beta)R_E}{r_{be} + (1+\beta)R_E} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = 0.79$$

$$R_{o1} = R_c = 2\text{k}\Omega$$

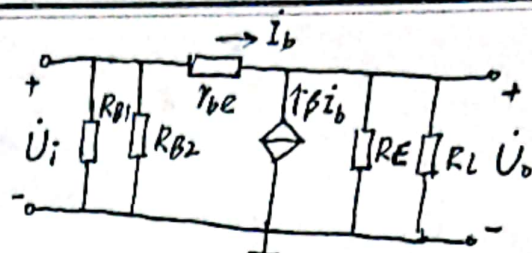
$$R_{o2} = R_E // \frac{r_{be} + R_s // R_{B1} // R_{B2}}{1+\beta} = 33\Omega$$

2-19. 解: 画出直流通路



$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} \cdot R_E = 7.7\text{V}$$

再画出微变等效电路:



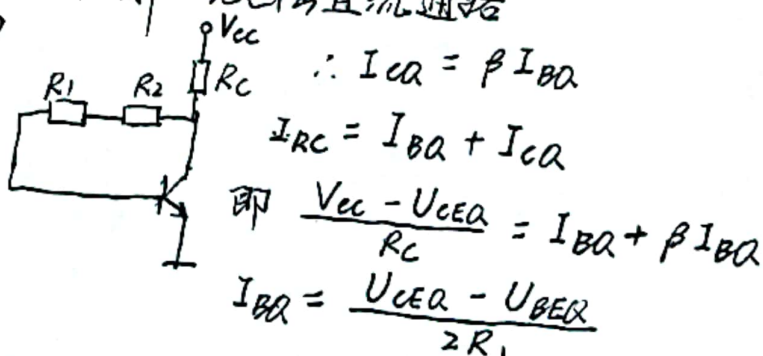
$$\therefore r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}} = 1.35\text{k}\Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{I_e R_L'}{I_b r_{be} + I_e R_L'} = \frac{(1+\beta)R_L'}{r_{be} + (1+\beta)R_L'} = 0.987$$

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1+\beta)R_L'] = 21.8\text{k}\Omega$$

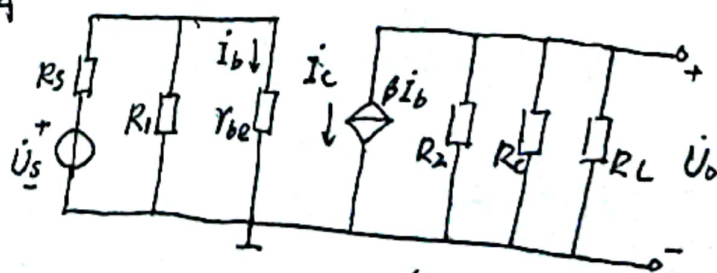
$$R_o = R_E // \frac{r_{be} + R_o // R_{B1} // R_{B2}}{1+\beta} = 23\Omega$$

2-24. 解: 先画出直流通路



$$\therefore R_1 = R_2 = 62\text{k}\Omega$$

再画出微变等效电路



$$\therefore r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26\text{mV}}{I_{CQ}} = 1.3\text{k}\Omega$$

联系方式: _____

实验报告

6

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

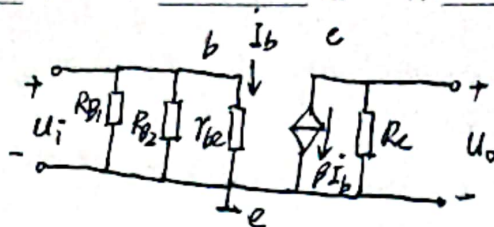
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta(R_c // R_L // R_2)}{r_{be}} = -149$$

$$\therefore R_i = r_{be} // R_1 = 1.3 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_c // R_2 = 7.3 \text{ k}\Omega$$

$$\therefore \text{源电压增益 } A_{us} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = \frac{R_i}{R_i + R_s} A_u = -83$$



$$\therefore A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-\beta i_b \cdot R_c}{i_b r_{be}} = \frac{-\beta R_c}{r_{be}} = -304$$

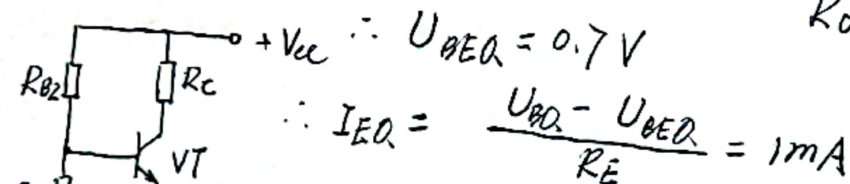
2-25. 解: 由 $I_{EQ} = 1 \text{ mA}$, 可以得到

$$(1) \quad I_{BQ} = 10 \mu\text{A}, \quad I_{EQ} \approx I_{CQ} = 1 \text{ mA}$$

$$\therefore U_{BQ} = \frac{R_{B1} V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} = 3.5 \text{ V} = 5 U_{BEQ}$$

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} = 2.45 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_c = 8.2 \text{ k}\Omega$$



$$\therefore U_{BEQ} = 0.7 \text{ V}$$

$$\therefore I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_E} = 1 \text{ mA}$$

$$\therefore R_E = 2.8 \text{ k}\Omega$$

$$\therefore I_1 = \frac{U_{BQ}}{R_{B1}} = 10 I_{BQ} = 0.1 \text{ mA}$$

$$\therefore R_{B1} = 35 \text{ k}\Omega$$

$$\therefore R_{B2} = 115 \text{ k}\Omega$$

$$\therefore I_{CQ} \cdot R_C + U_{CEQ} + I_{EQ} R_E = V_{CC}$$

$$\therefore R_C = 8.2 \text{ k}\Omega$$

综上, $R_{B1} = 35 \text{ k}\Omega$, $R_{B2} = 115 \text{ k}\Omega$, $R_C = 8.2 \text{ k}\Omega$, $R_E = 2.8 \text{ k}\Omega$

(2) 画出微变等效电路:

联系方式: _____

指导教师签字: _____