

作业纸

课程名称: 模拟电子技术基础A

班级: 06011908 教学班级: 06011908 姓名: 赵宇帆

学号: 1120193570 第 1 页

2-1

① 晶体管工作在放大区时, 发射结正偏, 集电结反偏; 工作在饱和区时, 发射结正偏, 集电结正偏; a b a a

② $\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} = \frac{1\text{mA}}{20\mu\text{A}} = 50$ b

③ 工作在放大状态晶体管, 流过发射结的主要是 a、流过集电结的主要是 b

④ a、a、b

⑤ $I_{B_{\min}} = 1\mu\text{A}$ B管 $I_{B_{\min}} = 0.2\mu\text{A}$
A管

B管性能好 b

2.4

A管 易知Y为基极b

$U_x > U_y > U_z$ 由于 $U_{yx} = -0.3\text{V}$

故x为发射极
z为集电极

$U_e > U_b > U_c$

故为PNP型晶体管

B管 x为基极b

$U_y > U_x > U_z$ 又 $U_{xz} = 0.3\text{V}$

故z为发射极
y为集电极

$U_c > U_b > U_e$

故为NPN型晶体管

2.7 (a) PNP型晶体管 应满足 $U_e > U_b > U_c$ 改: 将电源 V_{CC} 改为 $-V_{CC}$

(b) NPN型晶体管 R_B 下端口接地 发射结零偏 无法实现放大功能 改: R_B 下端口

(c) NPN型晶体管 b端电压大于c、e端 晶体管处于饱和状态 接至 V_{CC} 处

动态时, b端直接与地相连, 输入信号无法进入放大区, 无法实现
电路 放大功能
需在b端与 V_{CC} 之间添加电阻 R_B

联系方式:

作业纸

课程名称: _____

页

班级: _____

教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第

页

(d) 原因同 (b) 晶体管无基极正常工作, 改: 将 R_B 右端口接至 V_{CC}

(e) 输出信号从发射极引出, $U_C < U_B$, 无法实现放大功能, 但可以实现功率放大
电压

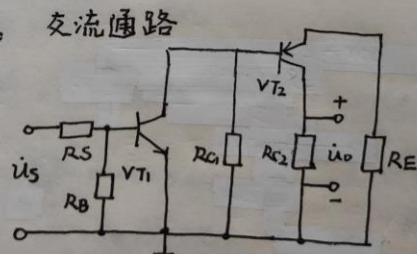
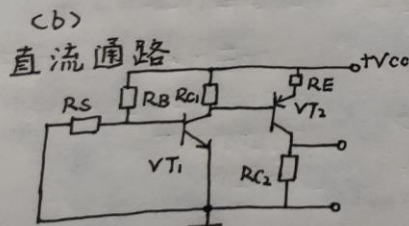
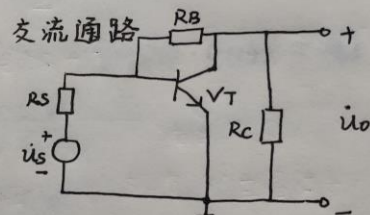
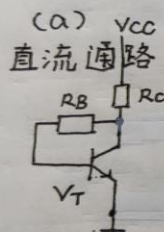
(f) 该电路可以正常实现放大功能

增加二极管保护放大电路, 防止输入信号过大烧坏晶体管

(g) 集电极无电阻, 动态时交变信号与地短接, 输出电压为 0, 无法实现放大功能
改在集电极上方增加电阻 R_C

(h) 该电路可以实现放大功能, 但动态时, 输入信号通过 B 接地, 故无法实现信号输入
改: 将 C_B 电容去掉

2-8.



联系方式: _____

作业纸

课程名称: 模拟电子技术

班级:

教学班级:

姓名:

学号:

第

页

2-14.

$$1. I_{CQ} = 0.5 \text{ mA}$$

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

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_B} \quad \text{解得 } R_B = 11.3 \text{ k}\Omega$$

$$2. \text{ 据图分析可知 } A_u = \frac{-\beta R_L}{r_{be}}$$

$$r_{be} = r_{bb'} + \frac{U_{BE}}{I_{EQ}} (1 + \beta) = 100 \Omega + \frac{26 \text{ mV}}{0.5 \text{ mA}} \cdot 51 \approx 2700 \Omega = 2.7 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = \frac{-50 \times \frac{160}{2.5}}{2700} \approx -114$$

$$R_i = R_B // r_{be} \approx r_{be} = 2.7 \text{ k}\Omega$$

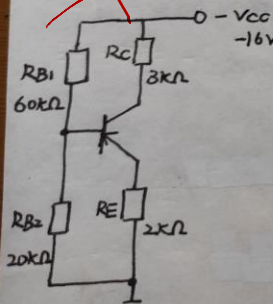
$$\text{则 } A_{us} = \frac{R_i}{R_s + R_i} A_u = \frac{2.7}{2.7 + 1} \cdot (-114) \approx -83$$

$$3. R_i = R_B // r_{be} = 2.7 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_C = 16 \text{ k}\Omega$$

2-15. 该三极管为PNP型

(1) 画出电路的直流通路



$$U_B = \frac{R_{B2} \cdot (-V_{CC})}{R_{B1} + R_{B2}} = -4 \text{ V}$$

$$\frac{U_B + U_{BE}}{R_E} = I_E \approx I_C = \frac{-3.3 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = -1.65 \text{ mA} = I_{CQ}$$

$$\text{则 } I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = -27.5 \mu\text{A}$$

$$U_{CEQ} = -V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) = -7.75 \text{ V}$$

$$(2) U_{CEQ} = -4 \text{ V}$$

$$\text{则 } I_C \approx I_E = \frac{-12 \text{ V}}{5 \text{ k}\Omega} = -2.4 \text{ mA}$$

$$\text{则 } U_E = -7.8 \text{ V}$$

$$U_B = -4.8 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = -5.5 \text{ V} \quad \text{得}$$

$$\text{则 } \frac{20}{10 + R_{B1}} \cdot \left(\frac{-12}{16} \right) = -5.5 \quad R_{B1} = 38.2 \text{ k}\Omega$$

联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

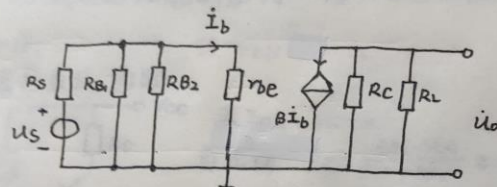
教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第 _____

页



$$R_o = R_c = 3 \text{ k}\Omega \quad r_{be} = \frac{26 \text{ mV}}{1.65 \text{ mA}} (1 + \beta) \approx 0.96 \text{ k}\Omega$$

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} \approx 0.9 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = \frac{-\beta R_L'}{r_{be}} = \frac{-60 \times 2}{0.96} = -125$$

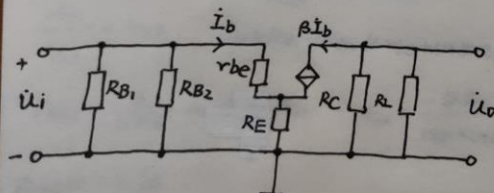
$$A_{us} = \frac{R_i}{R_s + R_i} A_u = \frac{0.9}{1.9} (-125) = -59.2$$

2-16.

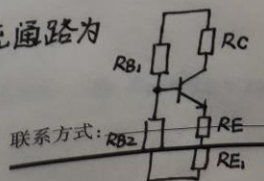
1. β 增大 由于 $A_u = \frac{-\beta R_L'}{(1+\beta) \frac{U_T}{I_{EQ}}}$ β 增大 (U_T, I_{EQ} 不变) A_u 增大, r_{be} 增大, 则 R_i 增大
2. R_E 增大 I_{EQ} 将减小, A_u 将减小, r_{be} 将增大, 则 R_i 会增大

2-17

首先画出电路的微变等效电路



直流通路为



联系方式: R_{B2} R_E R_{E1}

① 当 $R_E = 0$ 时

$$U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} = 2.1 \text{ V}$$

$$A_u = \frac{-\beta R_L'}{r_{be}} \quad I_{EQ} = \frac{2.1 - 0.7}{1 \text{ k}\Omega} = 1.4 \text{ mA}$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ}} \approx 1.98 \text{ k}\Omega \quad R_L' = 3.53 \text{ k}\Omega$$

$$A_u \approx -178.3 \quad R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} \approx 1.62 \text{ k}\Omega$$

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

② 当 $R_E = 200 \Omega$ 时 $I_{EQ} = \frac{2.1 - 0.7}{1.2} \text{ mA} = 1.17 \text{ mA}$

$$r_{be} = 2.34 \text{ k}\Omega \quad R_o = R_C = 8.2 \text{ k}\Omega \quad R_i = R_{B1} // R_{B2} // R_i' \approx 6.34 \text{ k}\Omega$$

$$R_i' = r_{be} + (1 + \beta) R_E \approx 22.5 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = \frac{-\beta R_L'}{r_{be} + (1 + \beta) R_E} \approx -15.7$$

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

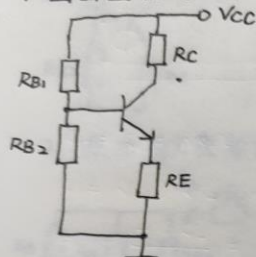
第 _____ 页

R_E 对电路性能的影响: 增大电压增益, 降低输入电阻

2-18.

设 $r_{bb'} = 300\Omega$

1. 画出直流通路



求 I_{CQ} 、 U_{CEQ}

首先得 $U_B = \frac{R_{B2} \cdot V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} \approx 4.3V$

则 $I_{EQ} = \frac{U_B - U_{BE}}{R_E} = 1.8mA \approx I_{CQ}$

$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ}(R_C + R_E)$
 $= 2.8V$

2. 作出两个微变等效模型

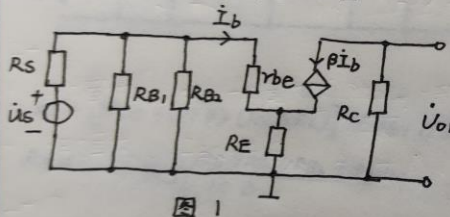


图 1

$r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 1.2k\Omega$

$\frac{U_{O1}}{U_S} = A_{us}$ $R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} + (1+\beta)R_E \approx 8k\Omega$

$A_{us} = \frac{8}{2+8} \cdot A_u = \frac{4}{5} A_u$ $A_u = \frac{-\beta R_C}{r_{be} + (1+\beta)R_E} \approx -0.97$

$A_{us} \approx -0.75$

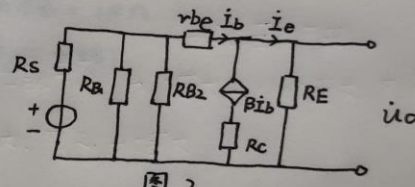


图 2

$r_{be} = 1.2k\Omega$

$A_u = \frac{(1+\beta)R_E}{r_{be} + (1+\beta)R_E} \approx 0.99$

$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} + (1+\beta)R_E$
 $\approx 8k\Omega$

则 $A_{us} = \frac{4}{5} A_u \approx 0.79$

3. 由 2 知

$R_i = 8k\Omega$ $R_{O1} = R_C = 2k\Omega$ $R_{O2} = R_E // (r_{be} + R_S // R_{B1} // R_{B2}) / (1+\beta) \approx 45\Omega$

联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

教学班级: _____

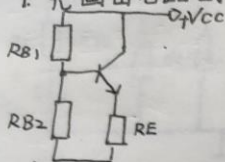
姓名: _____

学号: _____

第 _____ 页

2-19

1. 先画出电路的直流通路

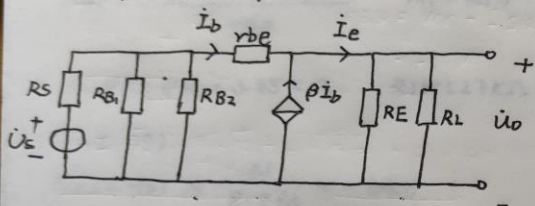


$$U_B = \frac{R_{B2} \cdot V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} = 4.9 \text{ V}$$

$$I_{EQ} = \frac{U_B - U_{BE}}{R_E} = 2.1 \text{ mA} \approx I_{CQ}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_E = 7.8 \text{ V}$$

2. 画出微变等效模型



$$A_u = \frac{(\beta + 1) \cdot (R_E // R_L)}{r_{be} + (\beta + 1) \cdot (R_E // R_L)}$$

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

$$R_E // R_L = 1 \text{ k}\Omega$$

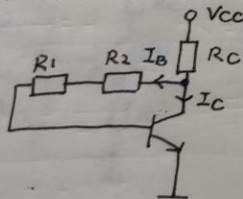
$$A_u = 0.987$$

$$R_i = [r_{be} + (\beta + 1) \cdot (R_E // R_L)] // R_{B1} // R_{B2} \approx 21.9 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_E // \frac{R_S // R_{B1} // R_{B2} + r_{be}}{\beta + 1} \approx 22.7 \Omega$$

2-24

(1) 画出其直流通路



已知 $U_{CEQ} = 4 \text{ V}$ $U_{BEQ} = 0.7 \text{ V}$

$$I_B = \frac{4 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{R_1 + R_2} \quad (\beta + 1) I_B = \frac{15 \times 4 \text{ V}}{R_C} \quad I_B \approx 26.3 \mu\text{A}$$

$$\text{又 } R_1 = R_2$$

$$\text{得 } R_1 = R_2 \approx 62.7 \text{ k}\Omega$$

联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

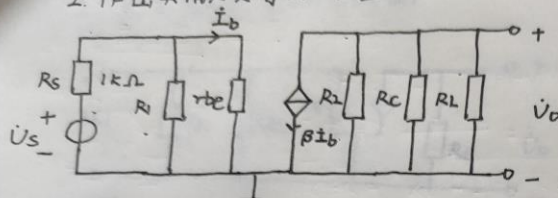
教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第 _____ 页

2. 作出其微变等效模型



$$A_u = \frac{-(1+\beta)(R_2 // R_C // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_i = R_1 // r_{be}$$

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

$$R_2 // R_C // R_L = 3.85 k\Omega$$

$$R_i \approx 1.27 k\Omega$$

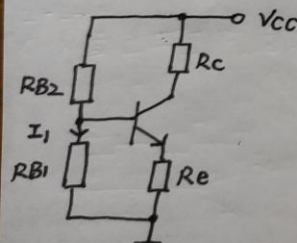
$$A_u = -151$$

$$A_{us} = -151 \times \frac{R_i}{R_i + R_s} \approx -84.5$$

3. 由 2 知 $R_i = 1.27 k\Omega$ $R_o = R_2 // R_C = 7.25 k\Omega$

2-25.

1. 首先作出直流通路



$$\frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC} = 3.5 V \quad (1)$$

$$U_{BQ} = 3.5 V \quad U_{BEQ} = 0.7 V$$

$$U_{EQ} = 2.8 V \quad I_{EQ} = \frac{2.8 V}{R_E} \approx I_{CQ} = 1 mA \quad \text{则 } R_E = 2.8 k\Omega$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - (R_C + R_E) \cdot I_{CQ} = 4 V \quad (2)$$

$$R_{B1} \cdot I_1 = U_{BQ} \quad (3)$$

由 (1)、(2)、(3) 解得

$$R_C = 5.2 k\Omega$$

$$R_{B1} = 85 k\Omega \quad R_{B2} = 85 k\Omega$$

联系方式: _____

作业纸

课程名称: _____

班级: _____

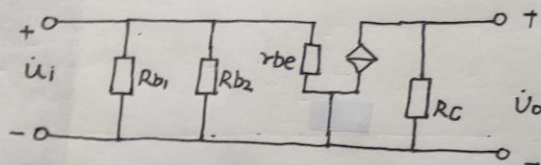
教学班级: _____

姓名: _____

学号: _____

第 _____ 页

2. 画出微变等效电路图



$$A_u = \frac{-\beta R_C}{r_{be}} = -192.6$$

$$R_o = R_C = 5.2 \text{ k}\Omega$$

$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be} \approx 2.43 \text{ k}\Omega$$

联系方式: _____