

班级: 06011907

学号: 1120193217

姓名: 孔德望

2-1. 1. 晶体管工作在放大区时, 发射结为 正向偏置; 集电结为 反向偏置.

工作在饱和区时, 发射结为 正向偏置; 集电结为 正向偏置

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

3. 工作在放大状态的晶体管, 流过发射结的主要是 扩散电流,

流过集电结的主要是 漂移电流

4. 环境温度升高, 晶体管的 β 增大, 反向电流 增大, 发射结压降 减小

5. I_{CEO} 要求较小更好, β 在 10-100 之间, \therefore B 管性能更好

2-4. A 管: $U_X - U_Y = 0.3 \text{ V}$ 为锗管导通电压, 且 U_X 与 U_Y 为发射结两端电压

且 $U_X > U_Y > U_Z$

\therefore 晶体管为 PNP 型锗管, U_X 为 e 极, U_Y 为 b 极, U_Z 为 c 极

B 管: $U_X - U_Z = 0.3 \text{ V}$ 为锗管导通电压, 且 U_X 与 U_Z 为发射结两端电压

又 $\because U_Y > U_X > U_Z$

\therefore 晶体管为 NPN 型锗管, U_Z 为 e 极, U_X 为 b 极, U_Y 为 c 极

2-7. (a) 不能, PNP 型晶体管正常放大时应 $U_e > U_b > U_c$.

改为: $+V_{CC}$ 改接为 $-V_{CC}$, 耦合电容极性反接

(b) 不能, 由于电阻 R_B , 发射结为零偏置,

改为 电阻 R_B 接至 $+V_{CC}$ 与基极之间



(c) 不能。集电极正向偏置，处于饱和状态。动态电路中 b, e 极均接地，无法输入

改：基极与 $+V_{cc}$ 间加电阻 R_b

(d) 不能：基极无偏置电流，不能正常放大

改： R_b 电阻改为接至 V_{cc} 与基极间

(e) 能：共集放大电路。通过放大电流实现功率放大

(f) 能：共射放大电路。二极管可保护晶体管

(g) 不能。晶体管处于放大状态，但动态电路中输出端接地，不能输出

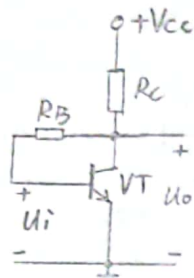
改：集电极与 V_{cc} 间加 R_c 电阻

(h) 不能。晶体管处于放大状态，但动态电路中输入端接地，无法输入

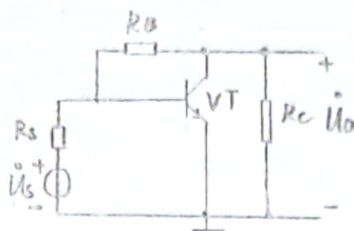
改：把电容 C_b 去掉



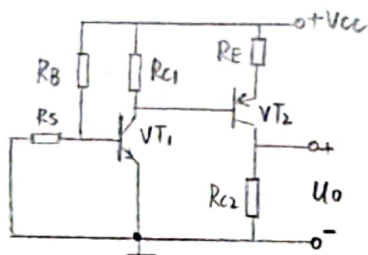
2-8. a) 直流通路:



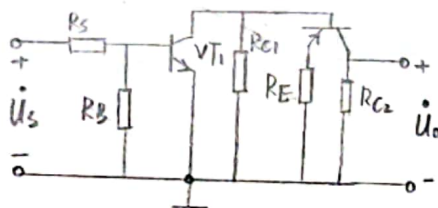
a) 交流通路:



b) 直流通路:



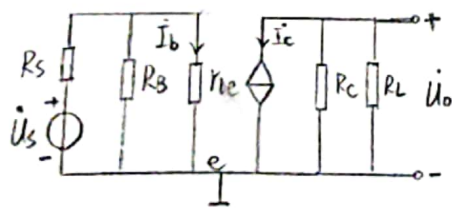
b) 交流通路



2-14. 1. 放大时: $I_{CQ} \approx \beta I_{BQ}$ 得 $I_{BQ} = 10 \mu A$

直流通路 (静态工作点): $I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_B} \Rightarrow R_B = 1.13 M\Omega$

2. 微变等效电路:



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

$$= 100 \Omega + \frac{26 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-6}} \Omega = 2700 \Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-\beta (R_{C1} \parallel R_L)}{r_{be}} = -112$$

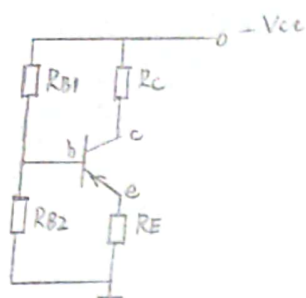
$$A_{us} = \frac{R_i}{R_i + R_s} A_u = \frac{R_B \parallel r_{be}}{(R_B \parallel r_{be}) + R_s} A_u = -83$$

3. 输入电阻: $R_i = \frac{U_i}{I_i} = R_B \parallel r_{be} \approx 2700 \Omega$

输出电阻: $R_o = R_C = 16 k\Omega$



2-15. 1. (静态工作点) 直流通路:



$$-I_{BQ} R_{B1} + (1+\beta) I_{BQ} R_E + 0.7 = -V_{BE}$$

$$\text{得 } I_{BQ} =$$

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

$$\therefore I_{BQ} = (-V_{CC} - U_B) / R_{B1} = -0.5 \text{ mA} \quad (\text{约为 } 0)$$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_B + 0.3V}{R_E} = -1.85 \text{ mA}$$

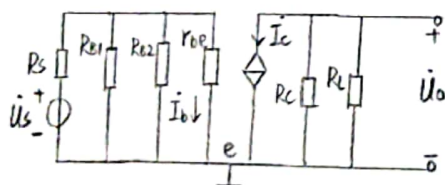
$$U_{CEQ} = -V_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E) = -6.75V$$

$$2. U_{CEQ} = -V_{CC} - \frac{(U_B + 0.3V)}{R_E} \times (R_C + R_E) = -4V$$

$$U_B = -V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$\text{联立得: } R_{B1} = 47k\Omega$$

3. 微变等效电路:



$$U_i = I_B \cdot r_{be}; \quad U_o = \beta I_B (R_C \parallel R_L); \quad A_u = \frac{U_o}{U_i}$$

$$R_i = R_{B1} \parallel R_{B2} \parallel r_{be}, \quad r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}}$$

$$\text{其中 } r_{bb'} \approx 0, \quad \text{得 } R_i \approx 1.2k\Omega$$

$$A_{us} = \frac{R_i}{R_i + R_s} \cdot A_u = -55$$

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

2-16. 1. 仅 β 增大, U_B 稳定, 因此 I_E 稳定, A_u 几乎不变. $r_{be} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}}$

$\therefore r_{be}$ 增大, 即 R_i 增大, 不影响 R_o

2. 仅 R_E 增大, U_B 不变, 则 I_E 减小, A_u 减小, R_i 增大,

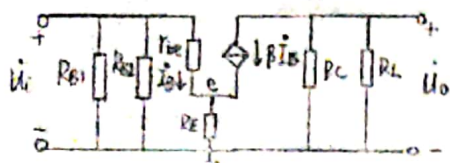
因此通常将 R_E 与电容并联, 动态电路中 R_E 即被短接.



微变等效电路:

2-17. 1. $R_E = 0$ 时.

先静态分析: $U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} (+V_{CC}) = 2.12V$



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

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

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_E] = 1.63k\Omega, \quad R_o = R_C = 8.2k\Omega$$

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

2. $R_E = 200\Omega$ 时. 同上述分析: $I_E = \frac{U_B - 0.7V}{R_E + R_{E1}} = 1.18mA$

$$r_{be} = 1.4k\Omega \quad \therefore R_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_E] = 6.3k\Omega, \quad R_o = R_C = 8.2k\Omega$$

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

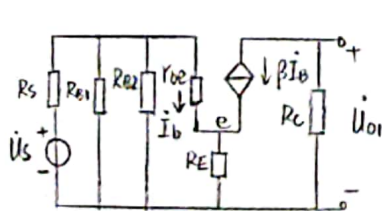
$\therefore R_E$ 增大会导致 $|A_u|$ 减小. R_i 增大, 对 R_o 无影响

2-18. 1. 静态工作点进行分析, 有: $U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \times (+V_{CC}) = 4.3V$

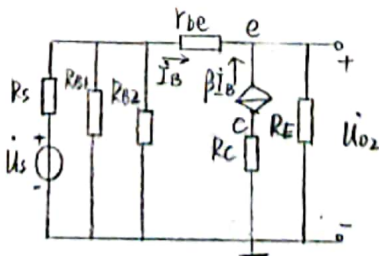
$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_B - 0.7V}{R_E} = 1.8mA$$

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

2. 集电极 (1), 发射极 (2) 输出时的微变等效电路:



1)



2)



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

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

$$A_{u1} = \frac{U_{o1}}{U_s} = \frac{-\beta R_c}{r_{be} + (1+\beta) R_E} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = -0.79$$

$$A_{u2} = \frac{U_{o2}}{U_s} = \frac{(1+\beta) R_E}{r_{be} + (1+\beta) R_E} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = 0.797$$

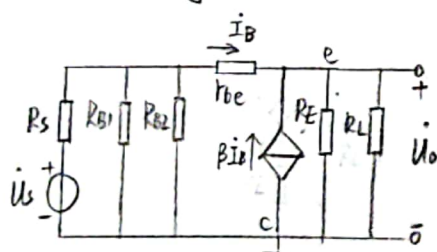
3. $R_i = 8.2\text{k}\Omega$

$$R_{o1} = R_c = 2\text{k}\Omega ; R_{o2} = R_E // \frac{r_{be} + R_s // R_{B1} // R_{B2}}{1+\beta} = 33\Omega$$

2-19. 1. $U_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} \approx 5\text{V}$, $I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - 0.7\text{V}}{R_E} = 2.15\text{mA} \approx I_{CQ}$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_E R_E = 7.7\text{V}$$

2. 微变等效电路:



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

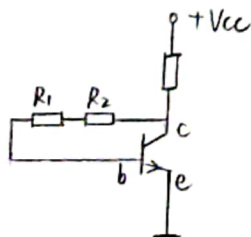
$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1+\beta)(R_E // R_L)] = 21.8\text{k}\Omega$$

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

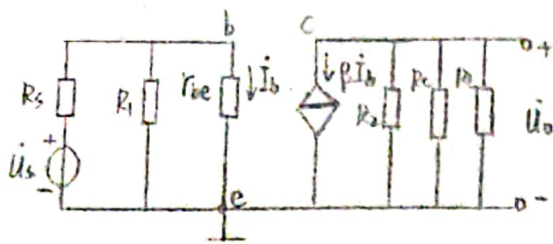
$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{(1+\beta)(R_E // R_L)}{r_{be} + (1+\beta)(R_E // R_L)} = 0.987$$

2-24. 1.
$$\begin{cases} (1+\beta) I_B \cdot 8.2\text{k}\Omega + U_{CEQ} = V_{CC} \\ (R_1 + R_2) I_B = U_{CEQ} - U_{BEQ} \end{cases}$$

得 $R_1 = R_2 = 62\text{k}\Omega$



2. 微变等效电路:



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

$$R_i = R_1 // R_2 // r_{be} = 1.3\text{k}\Omega$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = -\frac{\beta(R_C // R_L)}{r_{be}} = -149$$

$$A_{us} = \frac{R_i}{R_i + R_s} \cdot A_u = -83$$

3. $R_i = 1.3\text{k}\Omega$, $R_o = R_C // R_L = 7.3\text{k}\Omega$

2-25. 1. 直流通路中: $U_{BEQ} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \times V_{CC} = 5\text{V}$, $U_{BEQ} = 3.5\text{V}$

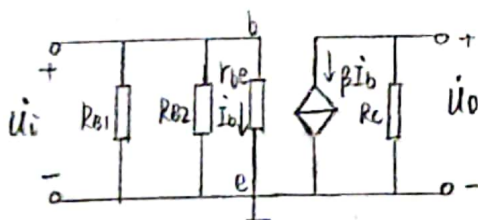
$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - U_{CEQ}}{R_C + R_E} = 1\text{mA}, \quad (I_1 + I_{BQ})R_{B2} + U_{BEQ} + \beta I_{BQ} R_E = V_{CC}$$

$$U_{BEQ} + I_{CQ} R_E = 10 I_{BQ} R_{B1}, \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

联立得: $R_E = 2.8\text{k}\Omega$, $R_C = 5.2\text{k}\Omega$

$R_{B1} = 35\text{k}\Omega$, $R_{B2} = 85\text{k}\Omega$

2. 微变等效电路:



$$A_u = -\frac{\beta R_C}{r_{be}} = -193$$

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be} = 2.4\text{k}\Omega$$

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

