

习 题 6

6.1 确定图中晶体管其它两个电流的值

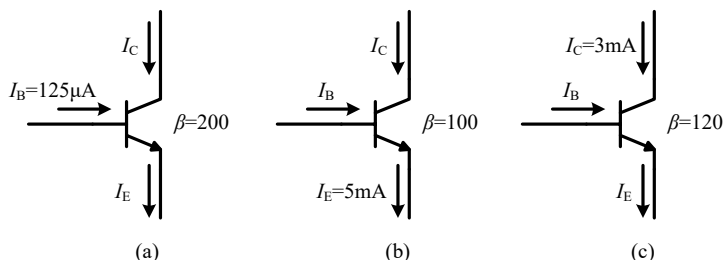


图 6.1 习题 6.1 图

解： (a) $I_C = \beta I_B = 200 \times 0.125 = 25(\text{mA})$ $I_E = I_B + I_C = 25.125(\text{mA})$

(b) $I_B = I_E / (1 + \beta) = 5 / (1 + 100) = 49.5(\mu\text{A})$ $I_C = I_E - I_B = 4.95(\text{mA})$

(c) $I_B = I_C / \beta = 3 / 120 = 25(\mu\text{A})$ $I_E = I_B + I_C = 3.025(\text{mA})$

6.2 有两只工作于放大状态的晶体管，它们两个管脚的电流大小和实际流向如图 6.2 所示。求另一管脚的电流大小，判断管子是 NPN 型还是 PNP 型，三个管脚各是什么电极；并求它们的 β 值。

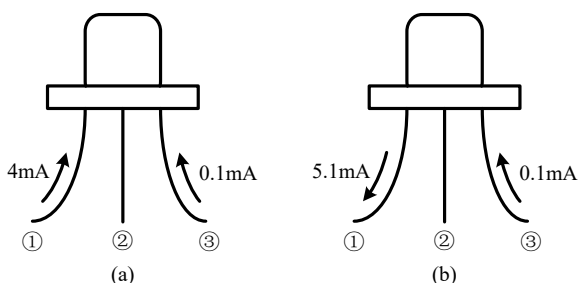


图 6.2 习题 6.2 图

解： (a) ①-c ②-e ③-b NPN $I_E = I_B + I_C = 4 + 0.1 = 4.1(\text{mA})$ $\beta = 4 / 0.1 = 40$

(b) ①-e ②-c ③-b NPN $I_C = I_E - I_B = 5.1 - 0.1 = 5(\text{mA})$ $\beta = 5 / 0.1 = 50$

6.3 试判断图 6.3 所示电路中开关 S 放在 1、2、3 哪个位置时的 I_B 最大；放在哪个位置时的 I_B 最小，为什么？

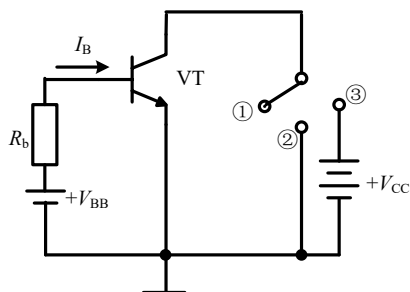


图 6.3 习题 6.3 图

解：在①时，发射极相当于一个二极管导通，此时 I_B 就等于此导通电流。

在②时，三极管相当于两个并联的二极管，此时 I_B 等于两个二极管导通电流之和，所以此时的电流最大。

在③时，发射极导通，集电结反偏，集电结收集电子，所以 I_B 电流下降，此时电流最小。

6.4 测得某放大电路中晶体三极管各极直流电位如图 6.4 所示，判断晶体管三极管的类型（NPN 或 PNP）及三个电极，并分别说明它们是硅管还是锗管。

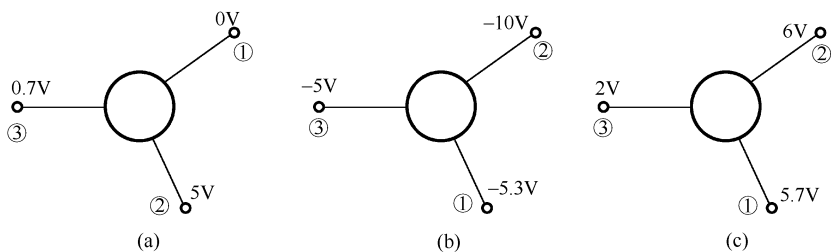


图 6.4 习题 6.4 图

解：(a) ①-e ②-c ③-b 硅 NPN, (b) ①-b ②-c ③-e 锗 PNP

(c) ①-b ②-e ③-c 锗 PNP

6.5 用万用表直流电压挡测得晶体三极管的各极对地电位如图 6.5 所示，判断这些晶体管分别处于哪种工作状态（饱和、放大、截止或已损坏）。

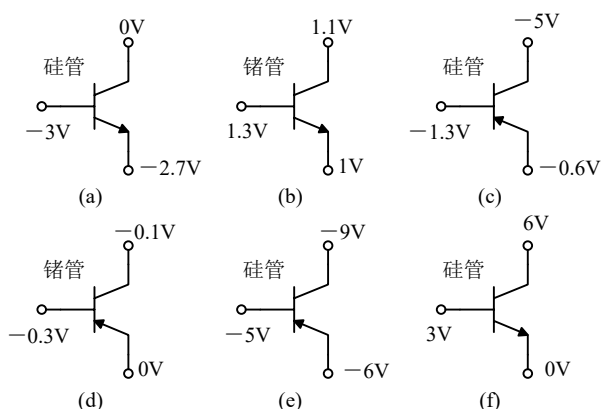


图 6.5 习题 6.5 图

解： (a) 截止 (b) 饱和 (c) 放大 (d) 饱和 (e) 截止 (f) 损坏

6.6 某晶体管的极限参数为 $I_{CM} = 20\text{mA}$ 、 $P_{CM} = 200\text{mW}$ 、 $U_{(BR)CEO} = 15\text{V}$ ，若它的工作电流 $I_C = 10\text{mA}$ ，那么它的工作电压 U_{CE} 不能超过多少？若它的工作电压 $U_{CE} = 12\text{V}$ ，那么它的工作电流 I_C 不能超过多少？

解： $U_{CE} = \min\left\{U_{(BR)CEO}, \frac{P_{CM}}{I_C}\right\} = \min\left\{15, \frac{200}{10}\right\} = 15(\text{V})$

$$I_C = \min\left\{I_{CM}, \frac{P_{CM}}{U_{CE}}\right\} = \min\left\{20, \frac{200}{12}\right\} = 16.67(\text{mA})$$

6.7 图 6.6 所示电路对正弦信号是否有放大作用？如果没有放大作用，则说明理由并将错误加以改正（设电容的容抗可以忽略）。

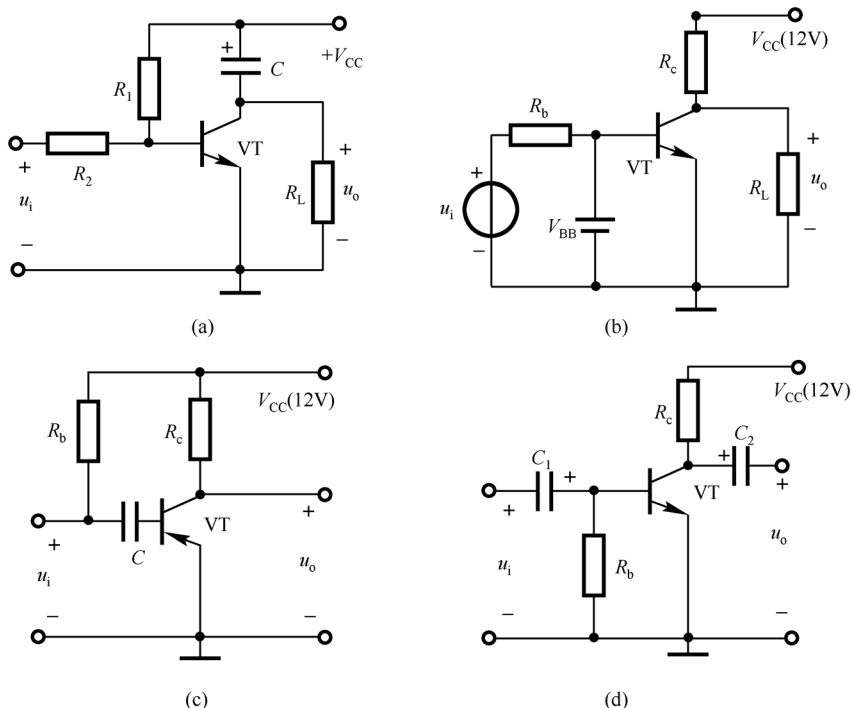


图 6.6 习题 6.7 电路图

解: (a) 无放大作用。电容 C 使得集电结反偏不成立。应将电容 C 改为阻值合适的电阻。

(b) 无放大作用。 V_{BB} 使得交流输入信号无法加到三极管上。应在此支路串联一阻值合适的电阻。

(c) 无放大作用。PNP 三极管要求 $V_C < V_B < V_E$ ，同时电容 C 使得发射结正偏不成立。应将 V_{CC} 的 +12V 改为 -12V，同时将电容 C 取消。

(d) 无放大作用。发射极正偏不成立。将电阻 R_b 接地那一端改为接到 V_{CC} 。

6.8 确定图 6.7 所示电路中 I_{CQ} 和 U_{CEQ} 的值

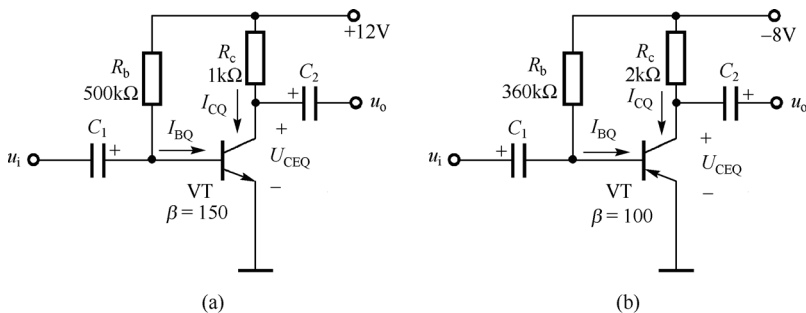


图 6.7 习题 6.8 电路图

解: (a) $I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE(on)}}{R_b} = \frac{12 - 0.7}{500} \approx 22.6(\mu A)$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 3.39(\text{mA})$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C = 12 - 3.39 \times 1 = 8.61(\text{V})$$

$$\text{(b)} \quad I_{BQ} = \frac{V_{CC} + U_{BE(\text{on})}}{R_b} = \frac{-8 + 0.7}{360} \approx -20.3(\mu\text{A})$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = -2.03(\text{mA})$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C = -8 - (-2.03 \times 2) = -3.94(\text{V})$$

6.9 在图 6.7(a) 所示放大电路中, 假设电路其它参数不变, 分别改变以下某一项参数时, 试定性说明放大电路的 I_{BQ} 、 I_{CQ} 和 U_{CEQ} 将增大、减小还是基本不变。(1) 增大 R_b ; (2) 增大 V_{CC} ; (3) 增大 β 。

解:

	$R_b \uparrow$	$V_{CC} \uparrow$	$\beta \uparrow$
$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BE(\text{on})}}{R_b}$	\downarrow	\uparrow	不变
$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$	\downarrow	\uparrow	\uparrow
$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C$ $= V_{CC} - \beta \cdot \frac{V_{CC} - U_{BE(\text{on})}}{R_b}$	\uparrow	\uparrow	\downarrow

6.10 图 6.8 所示为放大电路的直流通路, 晶体管均为硅管, 判断它的静态工作点位于哪个区 (放大区、饱和区、截止区)。

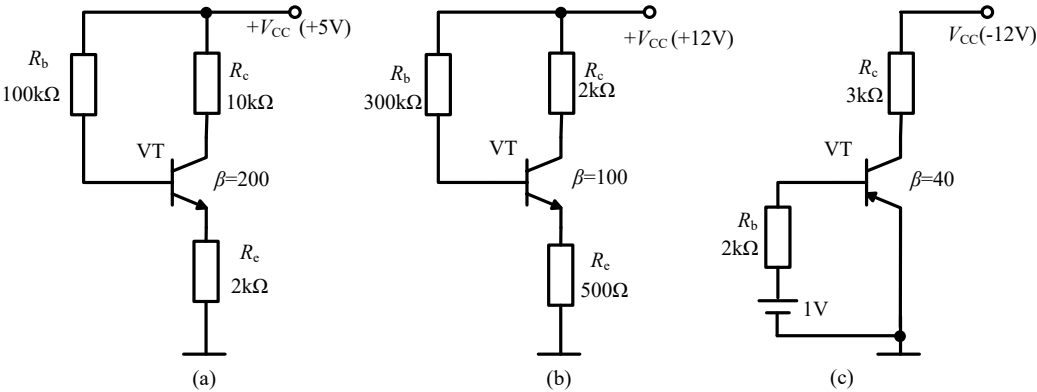


图 6.8 习题 6.10 电路图

解: (a) 发射结正偏导通, $I_{BQ} = \frac{5 - 0.7}{100 + 201 \times 2} = 8.57(\mu\text{A})$

假设处于放大区

$$I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 1.71(\text{mA}), \quad U_{CEQ} = 5 - I_{CQ}(R_c + R_e) = -15.56(\text{V})$$

\therefore 假设错误, 三极管处于饱和区。

$$(b) \text{ 发射结正偏导通, } I_{BQ} = \frac{12 - 0.7}{300 + 101 \times 0.5} = 32.2(\mu\text{A})$$

$$\text{假设处于放大区, } I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 3.22(\text{mA})$$

$$U_{CEQ} = 12 - 3.22 \times (2 + 0.5) = 3.95(\text{V}), \quad \therefore \text{假设成立, 三极管处于放大区。}$$

(c) 发射结反偏截止, 所以三极管处于截止区。

6.11 画出图 6.9 所示电路的直流通路和微变等效电路, 并注意标出电压、电流的参考方向。设所有电容对交流信号均可视为短路。

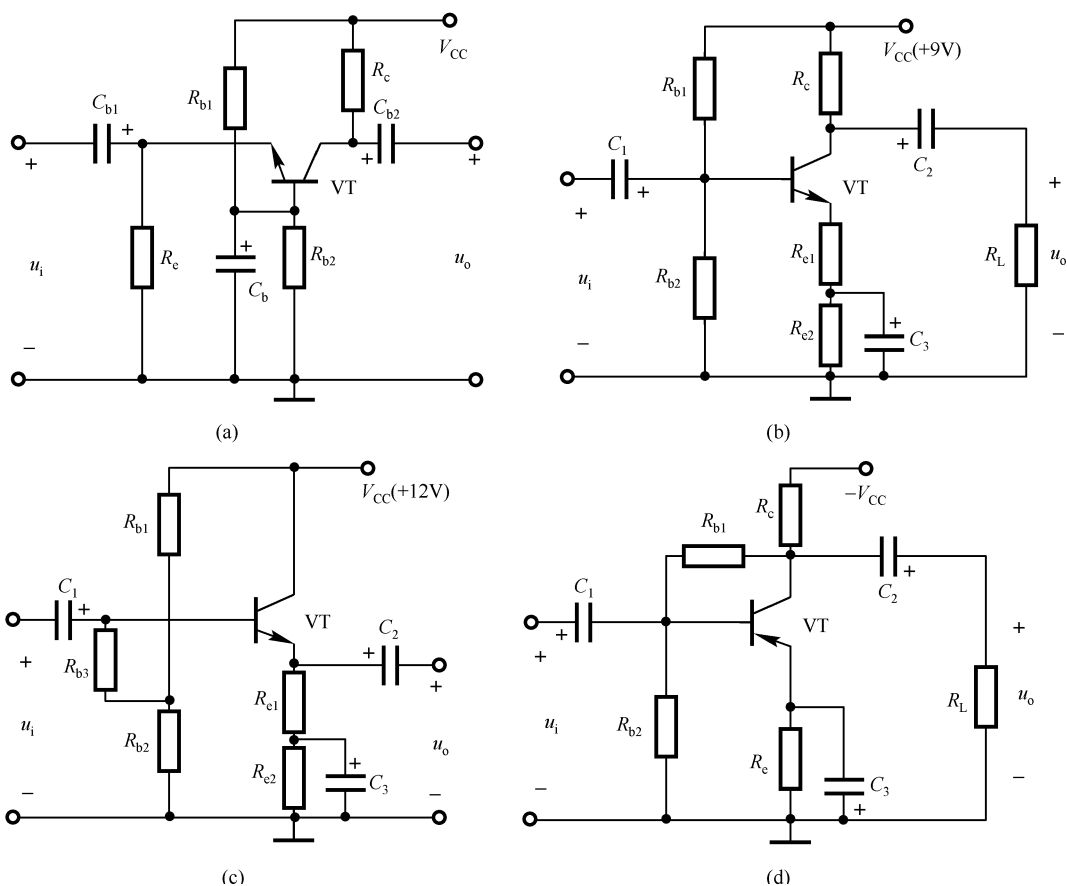
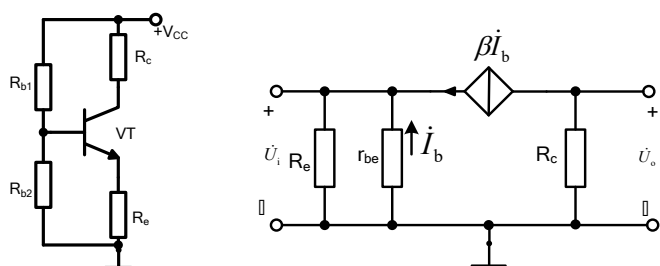
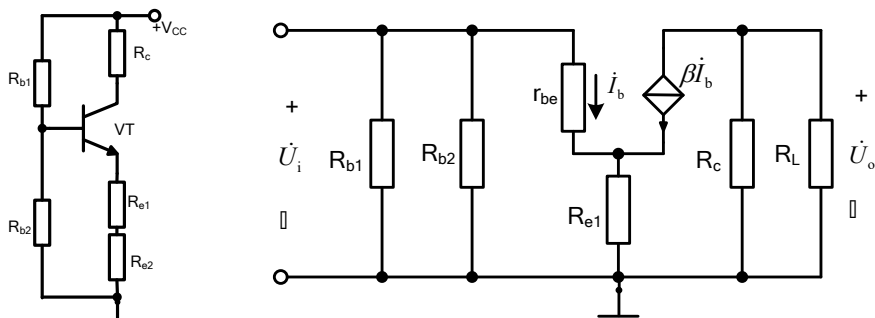


图 6.9 习题 6.11 电路图

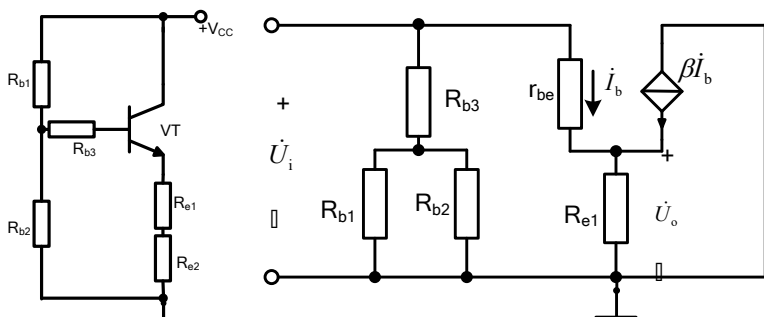
解: (a)



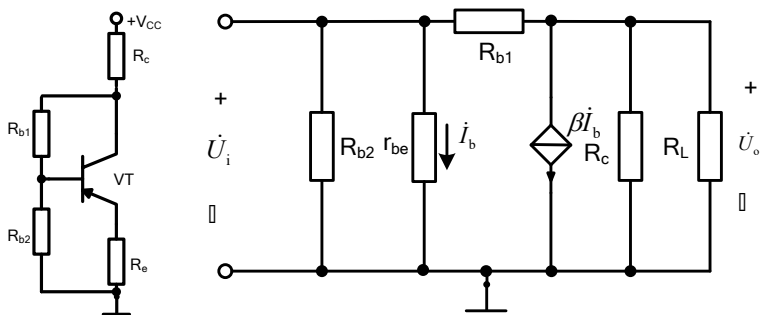
(b)



(c)



(d)



6.12 放大电路如图 6.10(a)所示。设所有电容对交流均视为短路, $U_{BEQ} = 0.7V$, $\beta = 50$ 。

- (1) 估算该电路的静态工作点 Q ;
- (2) 画出小信号等效电路;
- (3) 求电路的输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o ;
- (4) 求电路的电压放大倍数 \dot{A}_u ;
- (5) 若 u_o 出现如图 6.10 (b) 所示的失真现象, 问是截止失真还是饱和失真? 为消除此失真, 应该调整电路中哪个元件, 如何调整?

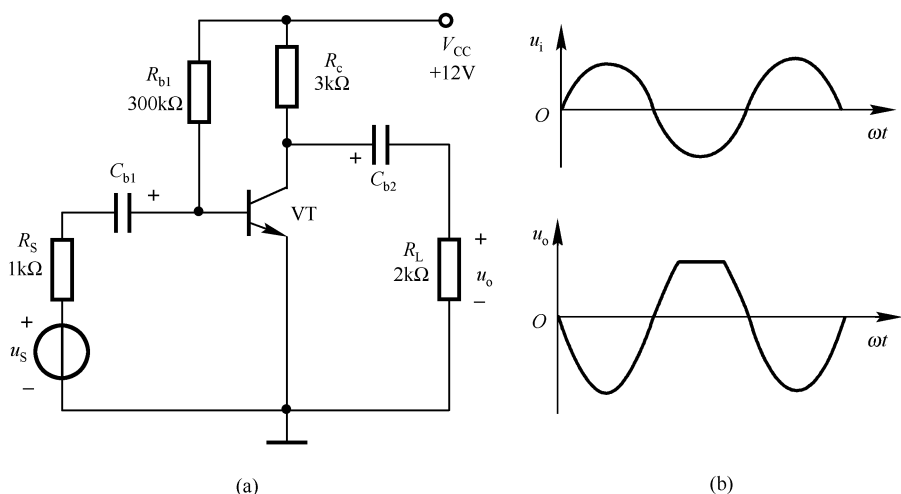
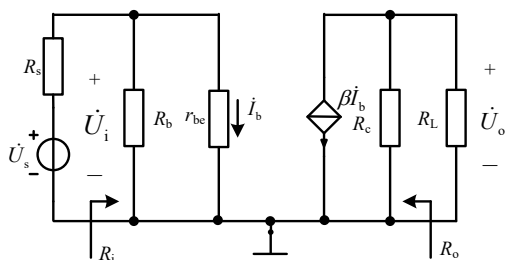


图 6.10 习题 6.12 电路图

解: (1) $I_{BQ} = \frac{12 - 0.7}{300} = 37.7(\mu A)$ $I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 1.88(mA)$

$$U_{CEQ} = 12 - 1.88 \times 3 = 6.35(V)$$

(2) $r_{be} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.88} = 1.0(k\Omega)$



(3) $R_i = R_b // r_{be} \approx r_{be} = 1.0(k\Omega)$ $R_o = R_c = 3(k\Omega)$

(4) $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_c // R_L}{\dot{I}_b r_{be}} = -\frac{\beta \cdot R_L'}{r_{be}} = -\frac{50 \times 3 // 2}{1.0} = -60$

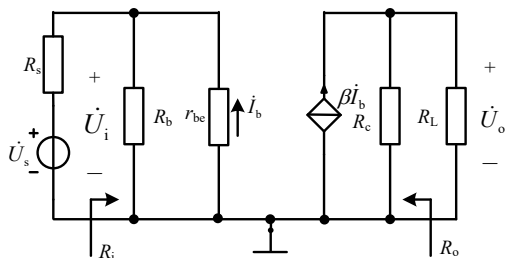
(5) 此为截止失真, 为减小失真, 应减小 R_b 使 Q 点上移。

6.13 将图 6.10 中的晶体管换成一个 PNP 型晶体管, $V_{CC} = -12V$, 重复题 6.15。

解: (1) $I_{BQ} = \frac{12 - 0.7}{300} = 37.7(\mu A)$ $I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 1.88(mA)$

$$U_{CEQ} = -12 + 1.88 \times 3 = -6.35(V)$$

$$(2) \quad r_{be} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.88} = 1.0(\text{k}\Omega)$$



$$(3) \quad R_i = R_b // r_{be} \approx r_{be} = 1.0(\text{k}\Omega) \quad R_o = R_c = 3(\text{k}\Omega)$$

$$(4) \quad \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_c // R_L}{\dot{I}_b r_{be}} = -\frac{\beta \cdot R_L'}{r_{be}} = -\frac{50 \times 3 // 2}{1.0} = -60$$

(5) 此为饱和失真，为减小失真，应增大 R_b 使 Q 点下移或者减小 R_c 使 Q 点右移。

6.14 求解图 6.11 所示电路的静态工作点 Q 。

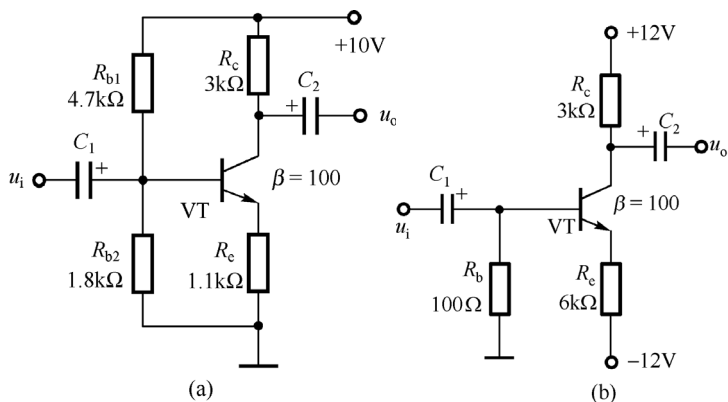


图 6.11 习题 6.14 电路图

解: (a) $V_{BQ} = \frac{1.8}{4.7 + 1.8} \times 10 = 2.77(\text{V})$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{V_{BQ} - U_{BE(\text{on})}}{R_c} = \frac{2.77 - 0.7}{1.1} = 1.88(\text{mA})$$

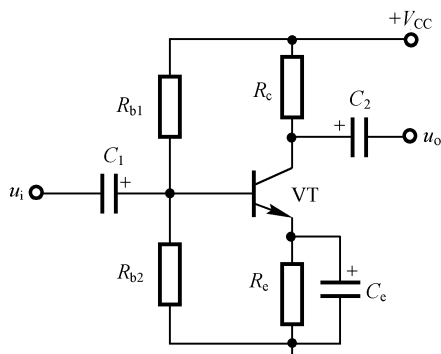
$$U_{CEQ} = 10 - 1.88 \times (3 + 1.1) = 2.29(\text{V})$$

$$(b) \quad I_{BQ} = \frac{12 - 0.7}{0.1 + 101 \times 6} = 18.6(\mu\text{A}) \quad I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 1.86(\text{mA})$$

$$U_{CEQ} = 12 - (-12) - 1.86 \times (3 + 6) = 7.26(\text{V})$$

6.15 图 6.12 所示 NPN 三极管组成的分压式工作点稳定电路中，假设电路其它参数不变，分别改变以下某一项参数时，试定性说明放大电路的 I_{BQ} 、 I_{CQ} 、 U_{CEQ} 、 r_{be} 和 \dot{A}_u 将增大、减小还是基本不变。

- (1)增大 R_{b1} ;
- (2)增大 R_{b2} ;
- (3)增大 R_e ;
- (4) 增大 β 。



解： 图 6.12 习题 6.15 电路图

	$R_{b1} \uparrow$	$R_{b2} \uparrow$	$R_e \uparrow$	$\beta \uparrow$
$I_{BQ} = \frac{1}{\beta R_e}(\frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}V_{CC} - 0.7)$	↓	↑	↓	↓
$I_{CQ} = \frac{1}{R_e}(\frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}}V_{CC} - 0.7)$	↓	↑	↓	不变
$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_e$	↑	↓	不变	不变
$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}}$	↑	↓	↑	不变
$\dot{A}_u = -\frac{\beta R_c}{r_{be}}$	↓	↑	↓	↑

6.16 基本放大电路如图 6.13 所示。设所有电容对交流均视为短路， $U_{BEQ} = 0.7V$ ，

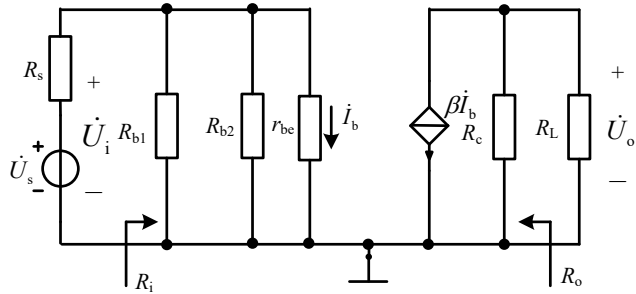
$\beta=100$ 。 $U_{CES}=0.5V$ (1) 估算电路的静态工作点 (I_{CQ} , U_{CEQ}) ; (2) 求电路的输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o ; (3) 求电路的电压放大倍数 \dot{A}_u 和源电压放大倍数 \dot{A}_{us} ; (4) 求不失真的最大输出电压 U_{omax} 。

解: (1) $V_{BQ} = \frac{30}{30+60} \times 12 = 4(V)$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{4-0.7}{2} = 1.65(mA)$$

$$U_{CEQ} = 12 - 1.65 \times (2 + 2) = 5.4(V)$$

$$(2) \ r_{be} = 300 + 101 \times \frac{26}{1.65} = 1.89(k\Omega)$$



$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be} = 1.73(k\Omega) \qquad R_o = R_c = 2(k\Omega)$$

$$(3) \ \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{i}_b R_c // R_L}{\dot{i}_b r_{be}} = -\frac{\beta \cdot R_L'}{r_{be}} = -\frac{100 \times 2 // 4}{1.89} = -70.55$$

$$\dot{A}_{us} = \frac{R_i}{R_i + R_s} \dot{A}_u = -68.73$$

$$(4) \ U_{omax} = \min\{U_F, U_R\} = \min\{U_{CEQ} - U_{CES}, I_{CQ} \cdot R_L'\}$$

$$= \min\{5.4 - 0.5, 1.65 \times 2 // 4\} = 2.2(V)$$

6.17 放大电路如图 6.14 所示, 设所有电容对交流均视为短路。已知 $U_{BEQ} = 0.7V$, $\beta=100$ 。(1) 估算静态工作点 (I_{CQ} , U_{CEQ}); (2) 画出小信号等效电路图; (3) 求放大电路输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o ; (4) 计算交流电压放大倍数 \dot{A}_u 源电压放大倍数 \dot{A}_{us} 。

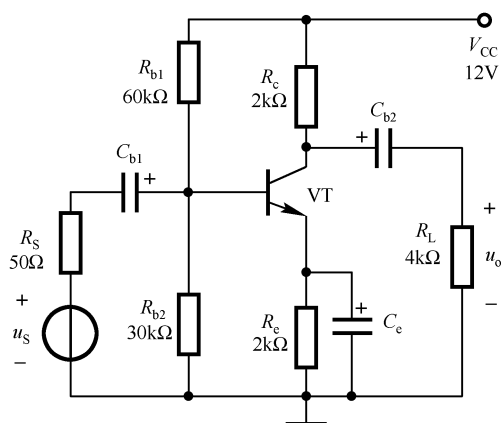


图 6.13 习题 6.16 电路图

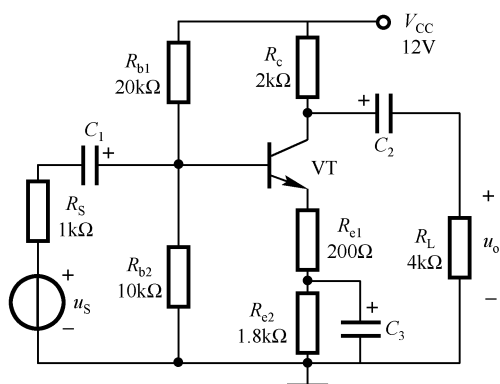


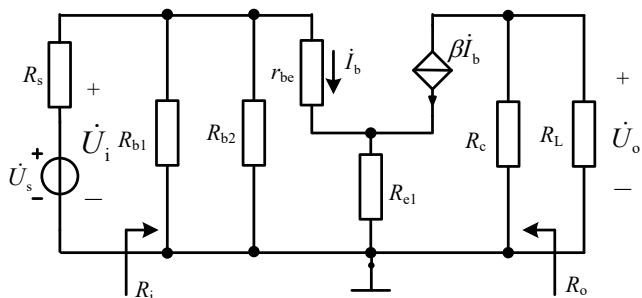
图 6.14 习题 6.17 电路图

解: (1) $V_{BQ} = \frac{10}{10+20} \times 12 = 4(V)$

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{4 - 0.7}{1.8 + 0.2} = 1.65(mA)$$

$$U_{CEQ} = 12 - 1.65 \times (2 + 1.8 + 0.2) = 5.4(V)$$

$$(2) r_{be} = 300 + 101 \times \frac{26}{1.65} = 1.89(k\Omega)$$



$$(3) R_i = R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}] = 5.12(k\Omega) \quad R_o = R_c = 2(k\Omega)$$

$$(4) \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_c // R_L}{\dot{I}_b [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}]} = -\frac{\beta \cdot R_L'}{r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}} = -\frac{100 \times 2 // 4}{1.89 + 101 \times 0.2} = -6.04$$

$$\dot{A}_{us} = \frac{R_i}{R_i + R_s} \dot{A}_u = -5.05$$

6.18 放大电路如图 6.15 所示。已知 $V_{CC} = 20V$, $R_c = 3.9k\Omega$, $U_{BEQ} = 0.7V$, 要使

$I_{CQ} = 2\text{mA}$, $U_{CEQ} = 7.5\text{V}$, 试选择 R_e 、 R_{b1} 、 R_{b2} 的阻值。

解: $R_e = \frac{V_{CC} - U_{CEQ}}{I_{CQ}} - R_c = \frac{20 - 7.5}{2} - 3.9 = 2.35(\text{k}\Omega)$, 取 $R_e = 2.2\text{k}\Omega$

$$V_{BQ} = I_{CQ} \times R_e + 0.7 = 5.1 = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} \times 20 \Rightarrow \frac{R_{b1}}{R_{b2}} = \frac{14.9}{5.1} = 2.92$$

取 $R_{b2} = 5R_e = 11(\text{k}\Omega)$ 则 $R_{b1} = 33(\text{k}\Omega)$

6.19 电路如图 6.16 所示, 设所有电容对交流均视为短路。已知 $U_{BEQ} = 0.7\text{V}$, $\beta = 100$,

r_{ce} 可忽略。(1) 估算静态工作点 Q (I_{CQ} 、 I_{BQ} 和 U_{CEQ}) ; (2) 求解 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 。

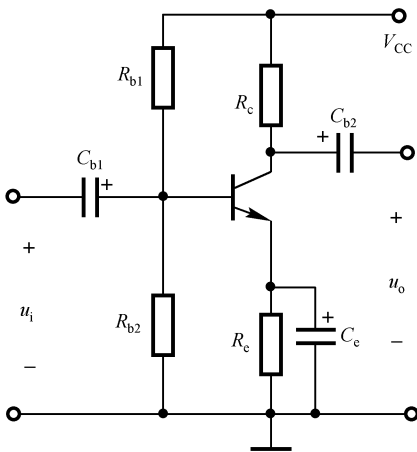


图 6.15 习题 6.18 电路图

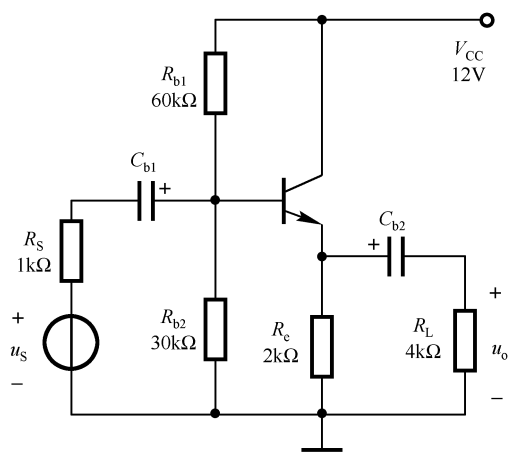
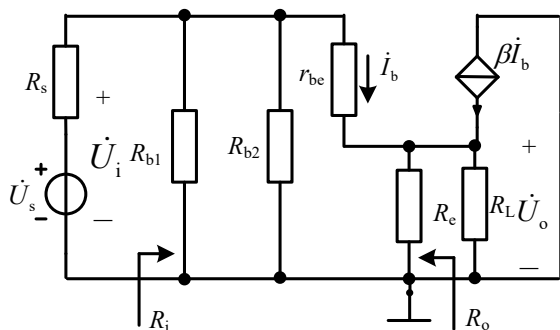


图 6.16 习题 6.19 电路图

解: (1) $V_{BQ} = \frac{30}{30 + 60} \times 12 = 4(\text{V})$ $I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{4 - 0.7}{2} = 1.65(\text{mA})$

$$U_{CEQ} = 12 - 1.65 \times 2 = 8.7(\text{V}) \quad I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 16.5(\mu\text{A})$$

(2) $r_{be} = 300 + 101 \times \frac{26}{1.65} = 1.89(\text{k}\Omega)$



$$(3) R_i = R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1 + \beta)R_e // R_L] = 17.45(\text{k}\Omega)$$

$$R_o = R_e // \frac{r_{be} + R_{b2} // R_{b1} // R_s}{1 + \beta} = 27.8(\Omega)$$

$$(4) \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1 + \beta)\dot{I}_b R_e // R_L}{\dot{I}_b [r_{be} + (1 + \beta)R_e // R_L]} = \frac{(1 + \beta) \cdot R_L'}{r_{be} + (1 + \beta)R_L'}$$

$$= \frac{101 \times 2 // 4}{1.89 + 101 \times 2 // 4} = 0.986$$

6.20 在图 6.17 所示的偏置电路中，利用非线性电阻 R_t 的温度补偿作用来稳定静态工作点，问要求非线性元件具有正的还是负的温度系数？

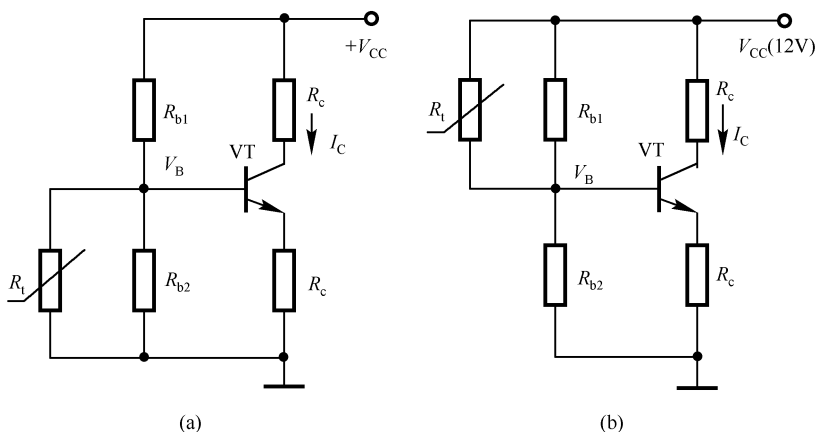


图 6.17 习题 6.20 电路图

解： $T \uparrow \rightarrow U_{BE(\text{on})} \downarrow \rightarrow V_E = V_B - U_{BE(\text{on})} \downarrow$

为了稳定静态工作点，必须稳定 $I_{CQ}(I_{EQ})$ 的值，也即要稳定 V_E 的值，所以此时应使 V_E 下降。

所以(a) R_t 应具有负温度系数；(b) R_t 应具有正温度系数。

6.21 电路如图 6.18 所示, 设所有电容对交流均视为短路, $U_{\text{BEQ}} = -0.7\text{V}$, $\beta = 50$ 。

试求该电路的静态工作点 Q 、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 。

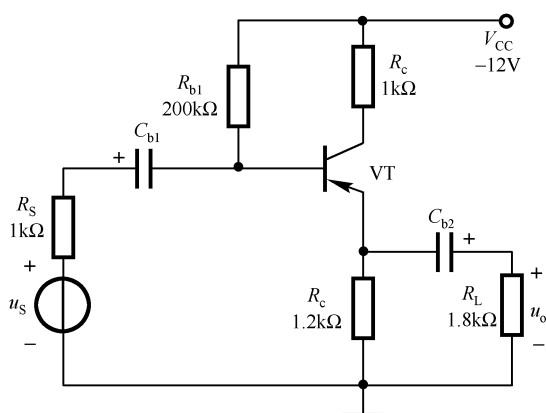
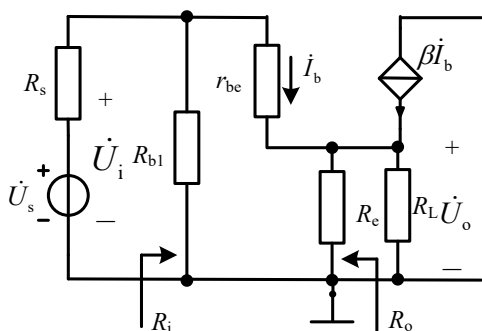


图 6.18 习题 6.21 电路图

解: (1) $I_{\text{BQ}} = \frac{12 - 0.7}{200 + 1.2 \times 51} = 43.3(\mu\text{A})$ $I_{\text{CQ}} = \beta \cdot I_{\text{BQ}} = 2.16(\text{mA})$

$$U_{\text{CEQ}} = -12 + 2.16 \times (1 + 1.2) = -7.24(\text{V})$$

(2) $r_{\text{be}} = 300 + 51 \times \frac{26}{2.16} = 0.914(\text{k}\Omega)$



(3) $R_i = R_{b1} // [r_{\text{be}} + (1 + \beta)R_e // R_L] = 31.7(\text{k}\Omega)$

$$R_o = R_c // \frac{r_{\text{be}} + R_{b1} // R_s}{1 + \beta} = 36.3(\Omega)$$

$$\begin{aligned}
 (4) \quad \dot{A}_u &= \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1+\beta)\dot{I}_b R_c // R_L}{\dot{I}_b [r_{be} + (1+\beta)R_c // R_L]} = \frac{(1+\beta) \cdot R_L'}{r_{be} + (1+\beta)R_L'} \\
 &= \frac{51 \times 1.2 // 1.8}{0.914 + 51 \times 1.2 // 1.8} = 0.98
 \end{aligned}$$

6.22 电路如图 6.19 所示, 设所有电容对交流均视为短路, 已知 $U_{BEQ} = 0.7\text{V}$, $\beta = 20$,

r_{ce} 可忽略。(1) 估算静态工作点 Q ; (2) 求解 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 。

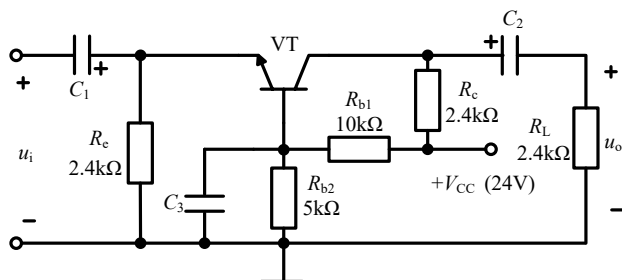
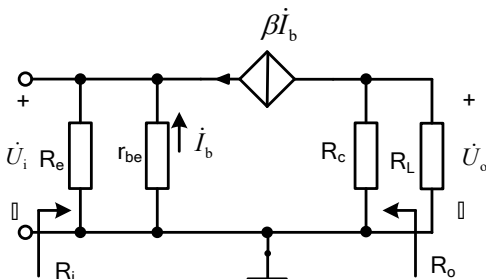


图 6.19 习题 6.22 电路图

解: (1) $V_{BQ} = \frac{5}{5+10} \times 24 = 8(\text{V})$ $I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{8-0.7}{2.4} = 3.04(\text{mA})$

$$U_{CEQ} = 24 - 3.04 \times (2.4 + 2.4) = 9.4(\text{V})$$

$$(2) \quad r_{be} = 300 + 21 \times \frac{26}{3.04} = 479.6(\Omega)$$



$$(3) \quad R_i = R_c // \frac{r_{be}}{1+\beta} = 22.8(\Omega) \quad R_o = R_c = 2.4(\text{k}\Omega)$$

$$(4) \quad \dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_c // R_L}{-\dot{I}_b r_{be}} = \frac{\beta \cdot R_L'}{r_{be}} = \frac{20 \times 2.4 // 2.4}{0.4796} = 50$$

6.23 在图 6.20 所示电路中, 在 VT 的发射极接有一个恒流源, 设 $U_{BEQ} = 0.7V$ 、 $\beta = 50$, 各电容值足够大。试求:

(1) 静态工作点 (I_{BQ} 、 I_{CQ} 、 V_{CQ});

(2) 动态参数 \dot{A}_u 、 R_i 、 R_o 。

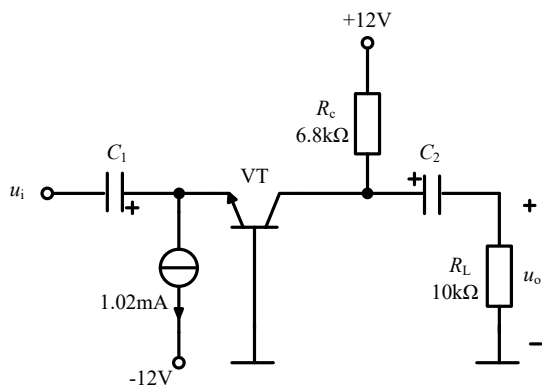
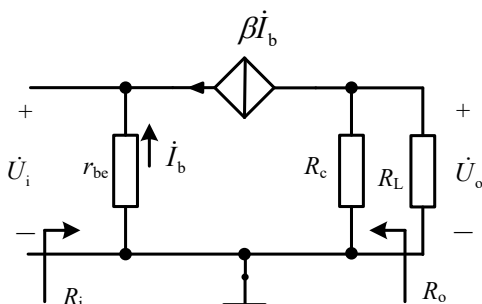


图 6.20 习题 6.23 电路图

解: (1) $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta} = \frac{1.02}{51} = 20(\mu A)$ $I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 1(mA)$

$$V_{CQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_c = 12 - 1 \times 6.8 = 5.2(V)$$

(2) $r_{be} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.02} = 1.6(k\Omega)$



(3) $R_i = \frac{r_{be}}{1 + \beta} = 31.4(\Omega)$ $R_o = R_c = 6.8(k\Omega)$

(4) $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_c // R_L}{-\dot{I}_b r_{be}} = \frac{\beta \cdot R_L'}{r_{be}} = \frac{50 \times 6.8 // 10}{1.6} = 126.5$

6.24 阻容耦合放大电路如图 6.21 所示, 已知 $\beta_1 = \beta_2 = 50$, $U_{BEQ} = 0.7V$, 指出每级各

是什么组态的电路, 并计算电路的输入电阻 R_i 。

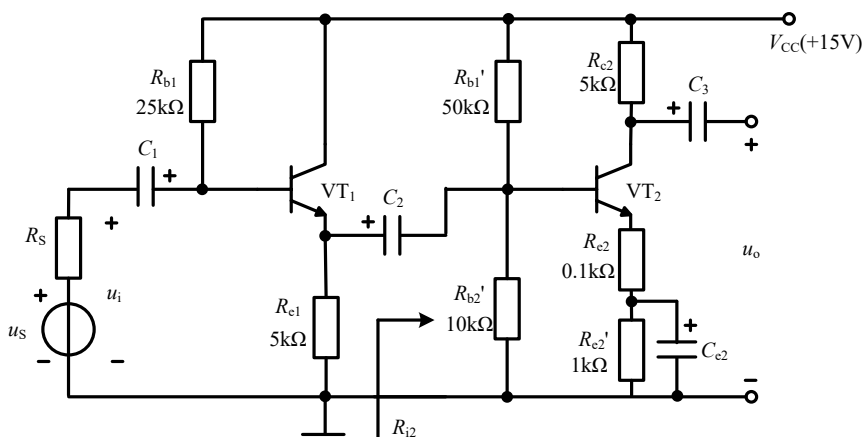


图 6.21 习题 6.24 电路图

解: 第一级为共集放大电路, 第二级为共射放大电路

$$(1) I_{BQ1} = \frac{15 - 0.7}{25 + 51 \times 5} = 51.1(\mu A) \quad I_{CQ1} = \beta \cdot I_{BQ1} = 2.56(mA)$$

$$U_{CEQ1} = V_{CC} - I_{CQ1} \cdot R_{e1} = 15 - 2.56 \times 5 = 2.2(V)$$

$$r_{be1} = 300 + 51 \times \frac{26}{2.56} = 818(\Omega)$$

$$(2) V_{BQ2} = \frac{10}{10 + 50} \times 15 = 2.5(V) \quad I_{CQ2} \approx I_{EQ} = \frac{2.5 - 0.7}{0.1 + 1} = 1.64(mA)$$

$$U_{CEQ2} = 15 - 1.64 \times (5 + 0.1 + 1) = 5(V)$$

$$r_{be2} = 300 + 51 \times \frac{26}{1.64} = 1.1(k\Omega)$$

$$(3) R_{i2} = R_{b1}' // R_{b2}' // [r_{be2} + (1 + \beta_2)R_{e2}] = 3.56(k\Omega)$$

$$R_i = R_{b1} // [r_{be1} + (1 + \beta_1)R_{e1} // R_{i2}] = 20.26(k\Omega)$$

6.25 晶体管电路如图 6.22 所示, 已知 VT_1 、 VT_2 的特性相同, $\beta = 100$, $U_{BE} = 0.7V$,

试求 I_{C1} 的值。

解：此为比例电流源电路

$$I_{C1}=I_{E1}=3I_{E2}=3I_R=3\times \frac{6-0.7}{2.3+3}=3(mA)$$

6.26 某集成运放的一单元电路如图 6.23 所示， VT_2 、 VT_3 的特性相同，且 β 足够大， $U_{BE}=0.7V$ ， $R=1k\Omega$ 。问：（1） VT_2 、 VT_3 和 R 组成什么电路？在电路中起什么作用？（2）电路中 VT_1 、 R_{e1} 起电平移动作用，保证 $u_i=0$ 时， $u_o=0$ ，求 I_{REF} 、 I_{C3} 和 R_{e1} 的值。

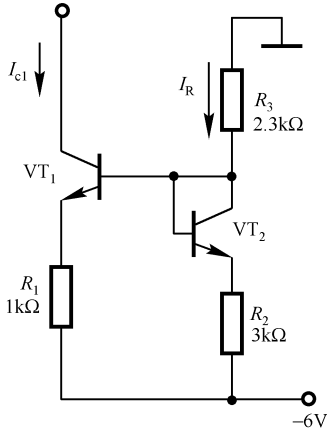


图 6.22 习题 6.25 电路图

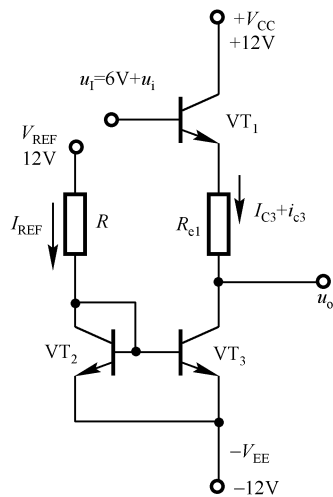


图 6.23 习题 6.26 电路图

解：(1) VT_2 、 VT_3 和 R 组成镜像电流源电路，给 VT_1 提供直流偏置电流。

$$(2) \quad I_{REF}=\frac{12-(-12)-0.7}{R}=23.3(mA)$$

$$I_{C3}=I_{REF}=23.3(mA)$$

$$6=0.7+I_{C3}\times R_{e1} \quad \therefore R_{e1}=227(\Omega)$$

6.27 电流源电路如图 6.24 所示，已知 $I_o=10\mu A$ ， $V_+=5V$ ， $V_-=-5V$ ， $I_R=1mA$ 且 $U_{BE1}=0.7V$ ，求 R 和 R_e 的值。

解：
$$I_R=\frac{5-(-5)-0.7}{R}=1 \quad \therefore R=9.3(k\Omega)$$

$$I_o = \frac{U_T}{R_e} \ln \frac{I_R}{I_o} = \frac{26}{R_e} \ln \frac{1}{0.01} = 0.01 \quad \therefore R_e = 11.97(\text{k}\Omega)$$

6.28 在图 6.25 所示电路中, 已知所有晶体管特性均相同, U_{BE} 均为 0.7V , 求 R_{e2} 和 R_{e3} 的阻值。

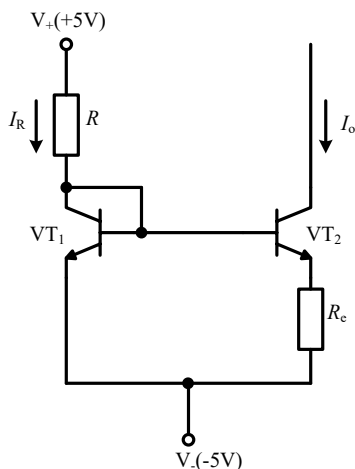


图 6.24 习题 6.27 电路图

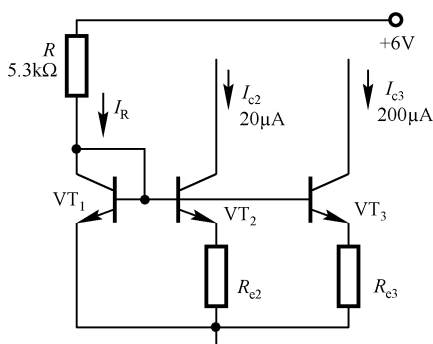


图 6.25 习题 6.28 电路图

解: $I_R = \frac{6 - 0.7}{5.3} = 1(\text{mA})$

$$I_{C2} = \frac{U_T}{R_{e2}} \ln \frac{I_R}{I_{C2}} = \frac{26}{R_{e2}} \ln \frac{1}{0.02} = 0.02 \quad \therefore R_{e2} = 5.09(\text{k}\Omega)$$

$$I_{C3} = \frac{U_T}{R_{e3}} \ln \frac{I_R}{I_{C3}} = \frac{26}{R_{e3}} \ln \frac{1}{0.2} = 0.2 \quad \therefore R_{e3} = 209(\Omega)$$

6.29 设三极管的参数为 $U_{BE} = 0.7\text{V}$, $\beta = 100$, $V_{CC} = 9\text{V}$, 设计一个输出电流 $I_o = 1.5\text{mA}$ 的镜像电流源。

解: $I_o = I_R = \frac{V_{CC} - 0.7}{R} = \frac{9 - 0.7}{R} = 1.5$

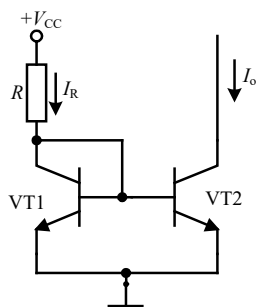
$$\therefore R = 5.53(\text{k}\Omega)$$

6.30 设三极管的参数为 $U_{BE} = 0.7\text{V}$, $U_T = 26\text{mV}$, $V_{CC} = 9\text{V}$, 设计一个微电流源电路, 使 $I_R = 50\mu\text{A}$, $I_o = 15\mu\text{A}$ 。

解: $I_R = \frac{V_{CC} - 0.7}{R} = \frac{9 - 0.7}{R} = 0.05$

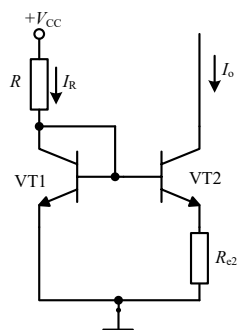
$\therefore R = 166(\text{k}\Omega)$

$I_o = \frac{U_T}{R_{e2}} \ln \frac{I_R}{I_o} = \frac{26}{R_{e2}} \ln \frac{50}{15} = 0.015 \quad \therefore R_{e2} = 2.09(\text{k}\Omega)$



题 6.35 图

图 6.36 习题 6.41 电路图



题 6.36 图

图 6.37 习题 6.42 电路图