

五. 常用半导体器件:

1. 半导体二极管.

注意1: 二极管具有单向导电的特性。用电位的方法来判断二极管是否导通, 即, 哪个二极管的阳极位最高, 或哪个二极管的阴极电位最低, 哪个二极管就优先导通。

注意2: 二极管导通之后相当短路, 二极管截止后相当开路。

2. 半导体稳压管

注意1: 稳压管工作在反向击穿区, 与一电阻串联起稳压作用。

3. 半导体三极管

注意1: 熟练掌握 NPN 晶体管的放大条件, 饱和条件和截止条件。

状态	U_{BE}	i_C	U_{CE}
截止	$< U_{on}$	I_{CEO}	V_{CC}
放大	$\geq U_{on}$	βi_B	$\geq U_{BE}$
饱和	$\geq U_{on}$	$< \beta i_B$	$\leq U_{BE}$

$$\underline{V_C > V_B \text{ 且 } V_C > V_E}$$

六. 基本放大电路:

1. 掌握基本放大电路, 工作点稳定电路, 射极输出器的工作原理。

注意1: 熟练掌握各元件的作用, 各元件参数的数量级。

注意2: 这三个电路的优缺点及作用。

2. 会画基本放大电路, 工作点稳定电路, 射极输出器的直流通路和微变等效电路。

3. 掌握基本放大电路, 工作点稳定电路, 射极输出器的静态工作点的计算; 电压放大电路的计算; 输入电阻和输出电阻的计算;

4. 掌握多级放大电路的耦合方式, 直接耦合放大电路存在的问题, 是如何解决的

5. 掌握阻容耦合多级放大电路的分析与计算。

注意1: 在计算第一级电压放大倍数时, 要考虑后级对前级的影响, 即第一级放大电路的等效负载是第二级放大电路的输入电阻。
②

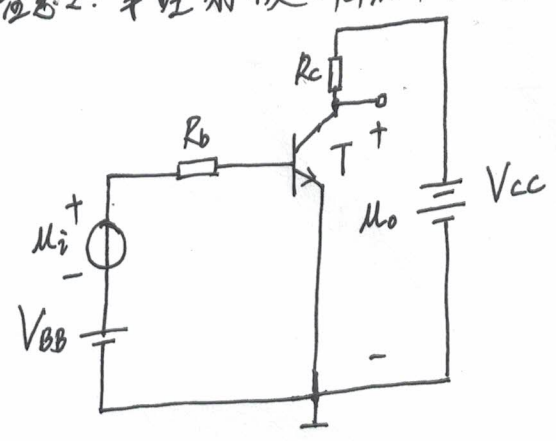
注意2: 放大电路的输入电阻是第一级放大电路的输入电阻。 $r_{id} = r_{i1}$

注意3: 放大电路的输出电阻是最后一级放大电路的输出电阻。 $r_o = r_{on}$

6. 放大电路的负反馈.

注意1: 掌握工作点稳定电路中发射极电阻的负反馈作用.

注意2: 掌握射极输出器中发射极电阻的负反馈作用.



基本放大电路.

V_{BB}, R_b : 使 $U_{BE} > U_{on}$, 且有合适的 I_B .

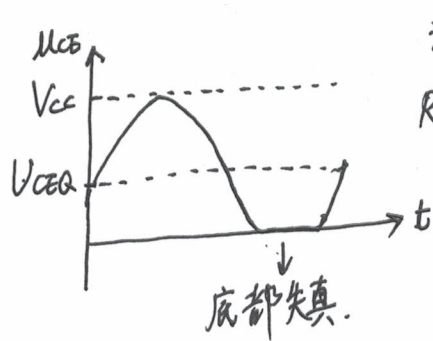
V_{CC} : 使 $U_{CE} \geq U_{BE}$, 同时作为负载的能源.

R_c : 将 Δi_c 转换成 $\Delta u_{CE}(u_o)$

动态信号作用时:

$$u_i \rightarrow \Delta i_b \rightarrow \Delta i_c \rightarrow \Delta u_{Rc} \rightarrow \Delta u_{CE}(u_o)$$

基本共射放大电路中的失真:

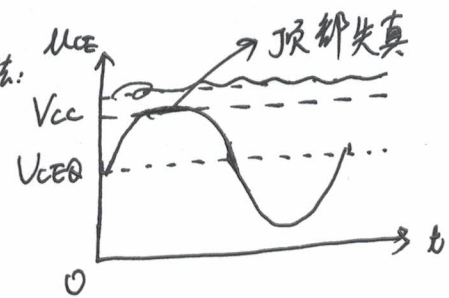


饱和失真 (发生在输出回路)

消除饱和失真方法:

$R_b \uparrow, V_{BB} \uparrow, R_c \downarrow$

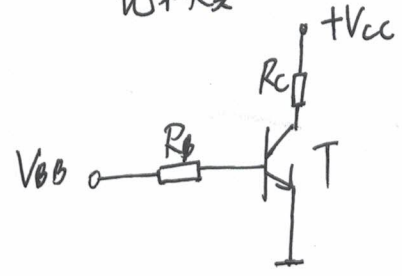
$\beta \downarrow, V_{CC} \uparrow$



消除截止失真, 增大 V_{BB} .

减小 R_b 不能消除截止失真

截止失真 (发生在输入和输出回路)



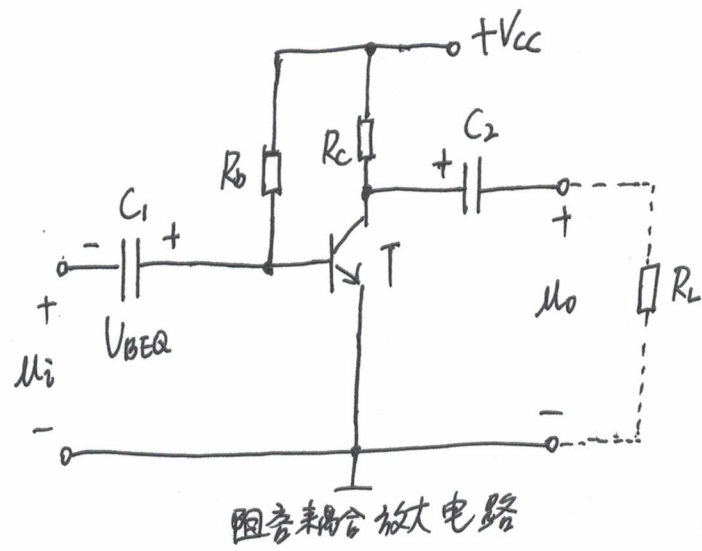
直流通路: ① $U_s = 0$, 保留 R_s ; ② 电容开路;

③ 电感相当于短路 (线圈电阻近似为0).

交流通路: ① 大容量电容相当于短路;
(微变等效电路) ② 直流电源相当于短路 (内阻为0)

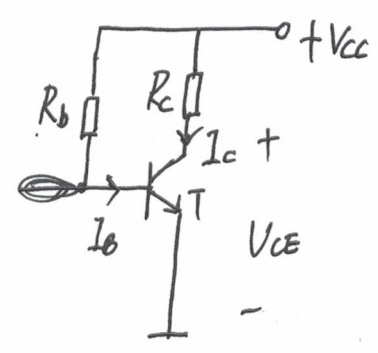
$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b}, \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ}, \quad U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c$$

静态工作点 Q



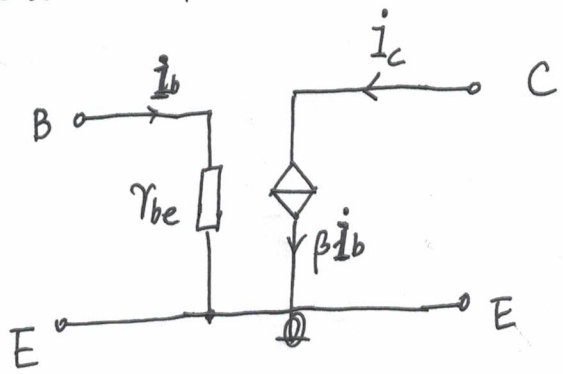
阻容耦合放大电路

- $I_{BQ}: (nA) \mu A$
- $I_{CQ}: (n) mA$
- $V_{CEQ}: \approx (\frac{1}{4} \sim \frac{2}{3}) V_{CC}$

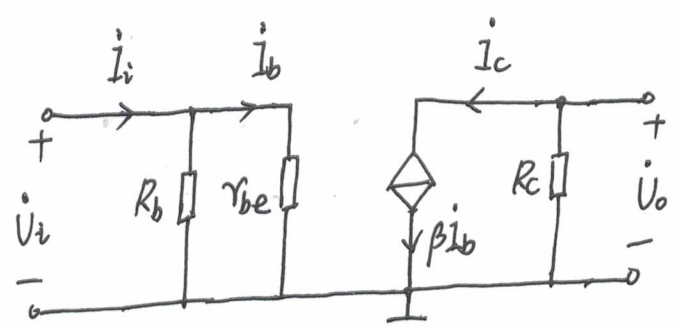


静态工作点 Q

$$\begin{cases} I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_b} \\ I_{CQ} = \beta I_{BQ} \\ V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c \end{cases}$$



晶体管微变等效电路

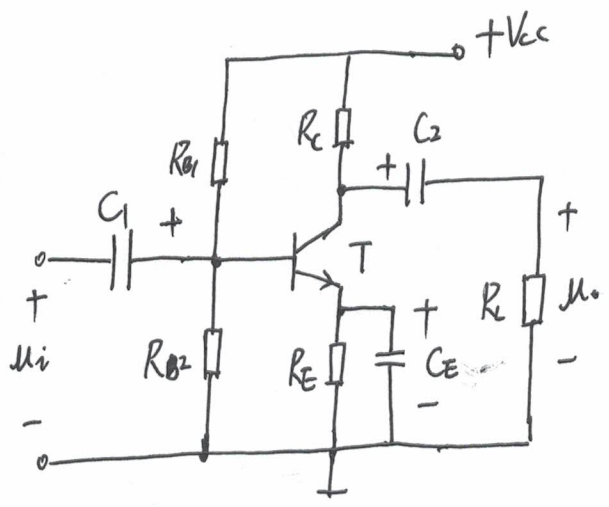
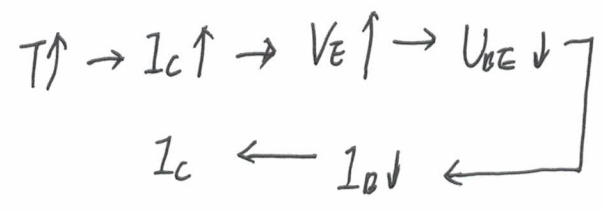


$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = -\beta \frac{R_c}{r_{be}}$$

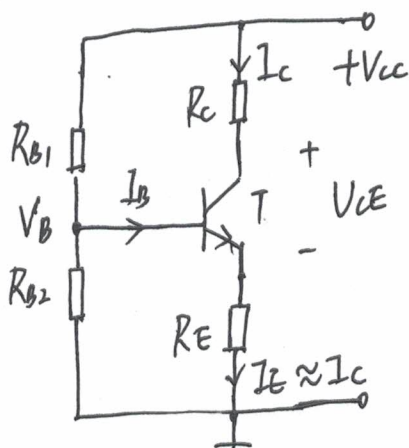
$$r_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_b // r_{be} \approx r_{be}$$

$$r_o = R_c$$

工作点稳定过程:



工作点稳定



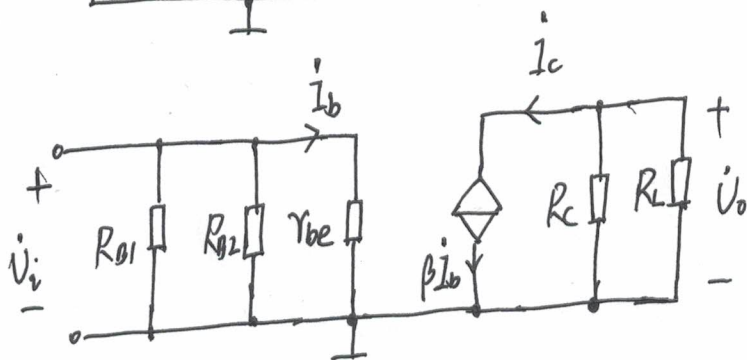
$$V_B \approx \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC}$$

$$I_C \approx \frac{V_B}{R_E}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

④

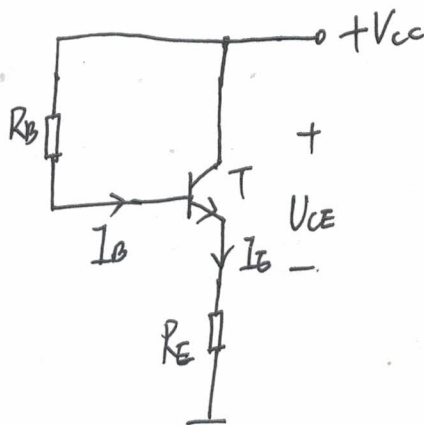
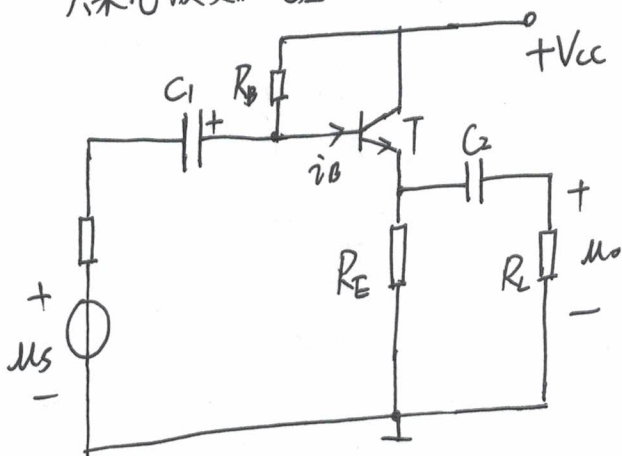


$$A_u = - \frac{\beta R_C \parallel R_L}{r_{be}}$$

$$r_i = R_{B1} \parallel R_{B2} \parallel r_{be}$$

$$r_o = R_C$$

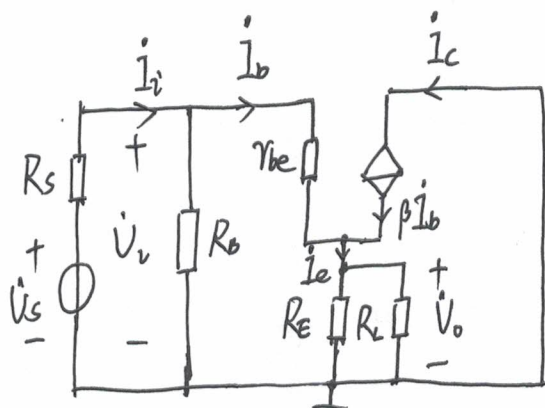
共集电极交流电压放大电路 (射极输出器)



$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta) R_E}$$

$$I_E = (1 + \beta) I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_E R_E$$



$$A_u = \frac{(1 + \beta) R'_L}{r_{be} + (1 + \beta) R'_L} \quad R'_L = R_E \parallel R_L$$

$$r_i = R_B \parallel [r_{be} + (1 + \beta) R'_L]$$

$$r_o = \frac{r_{be} + R'_S}{\beta} \quad R'_S = R_S \parallel R_B$$

直接耦合放大器存在的问题：①静态工作点互相影响；②有零点漂移。

解决：串电阻、串稳压管、差动放大电路（抑制零点漂移）

多级阻容耦合放大电路：

静态工作点计算互不影响。

$$A_u = A_{u1} \cdot A_{u2}$$

$$r_i = r_{i1}, r_o = r_{o2}$$

七. 集成运算放大器。

1. 掌握集成运算放大器在线性区和非线性区的分析依据。

线性区：
输入端虚短： $u_+ = u_-$
输入端虚断： $i_- = i_+ = 0$
输入端虚地： $u_+ = u_- = 0$

非线性区：
$$\begin{cases} u_- > u_+, & u_o = -U_{om} \\ u_- < u_+, & u_o = +U_{om} \end{cases}$$

2. 掌握电压跟随器、比例运算、加法运算、减法运算、积分运算和微分运算的标准电路模型。

和输出电压与输入电压的关系式。

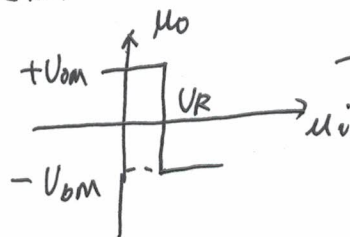
注意1：对于多输入信号的减法运算电路，可用叠加原理来分析。

注意2：对于同相输入端加入多个输入信号的电路，求 u_+ 时可用两个结点电压公式来分析。

注意3：积分运算和微分运算要会画出输出波形。

3. 掌握过零电压比较器、有基准信号的电压比较器、双向限幅和单向限幅电压比较器的分析。

要求：会画输出电压波形和电压传输特性。



→ 电压传输特性。

注意1：电压比较器的分析依据要牢记。

注意2： $u_o = \pm U_{om}$ 中的 U_{om} 实际上等于什么电压，要搞清楚；
→ V_{CC} 电压

4. 掌握多级运放电路的分析与计算。→ 各级之间互不影响。

5. 掌握静态平衡电阻的概念与计算。

6. 掌握基本集成运算电路的设计。