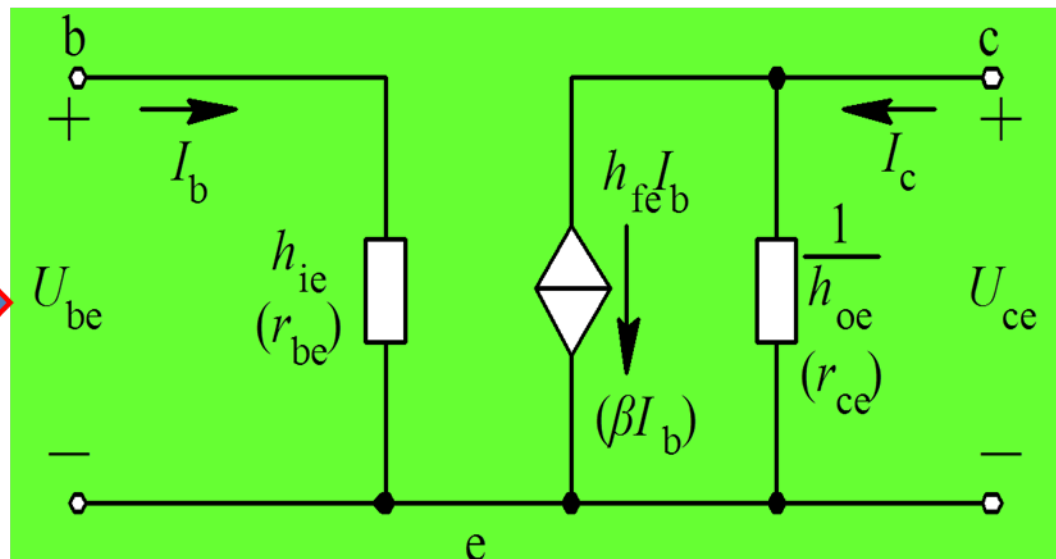
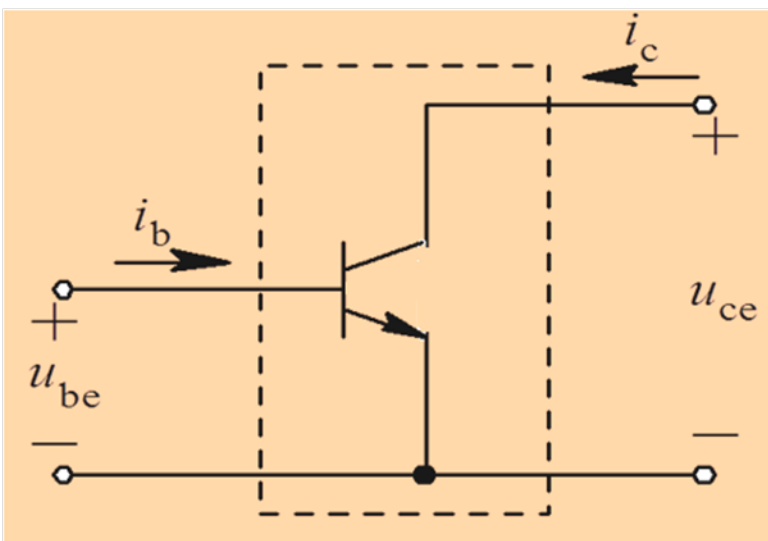


回顾:

★简化的低频交流小信号模型：H参数或混合 π 模型

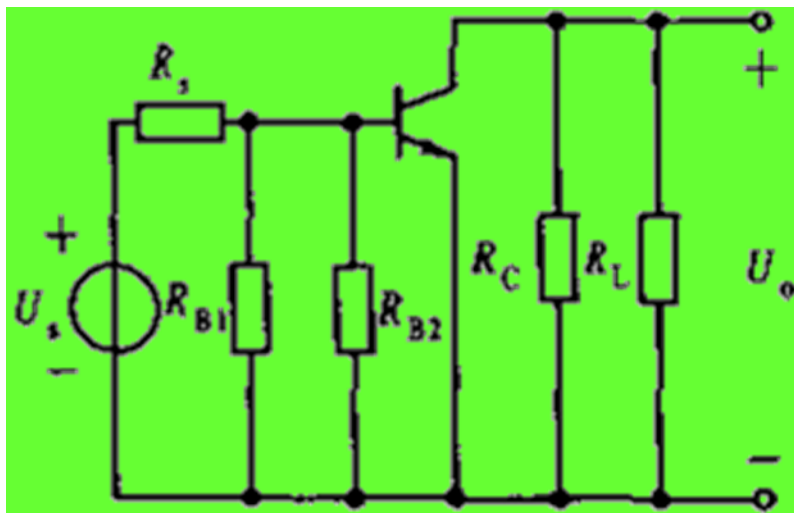


$$r_{be} = r_{bb'} + r_{b'e} = r_{bb'} + (1 + \beta)r_e$$

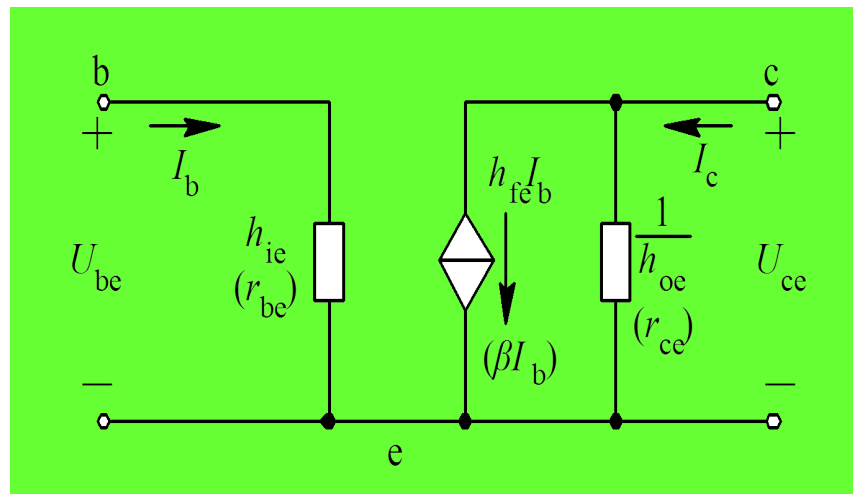
$$= r_{bb'} + (1 + \beta)U_T/I_{EQ} = r_{bb'} + \alpha(1 + \beta)U_T/I_{CQ}$$

$$= r_{bb'} + \beta U_T/I_{CQ}$$

$$g_m = \frac{i_c}{u_{be}} = \frac{\beta i_b}{u_{be}} = \frac{\beta}{r_{be}} = \frac{\beta}{(1 + \beta)r_e} = \frac{\alpha}{r_e} \approx \frac{1}{r_e} = \frac{I_{EQ}}{U_T}$$



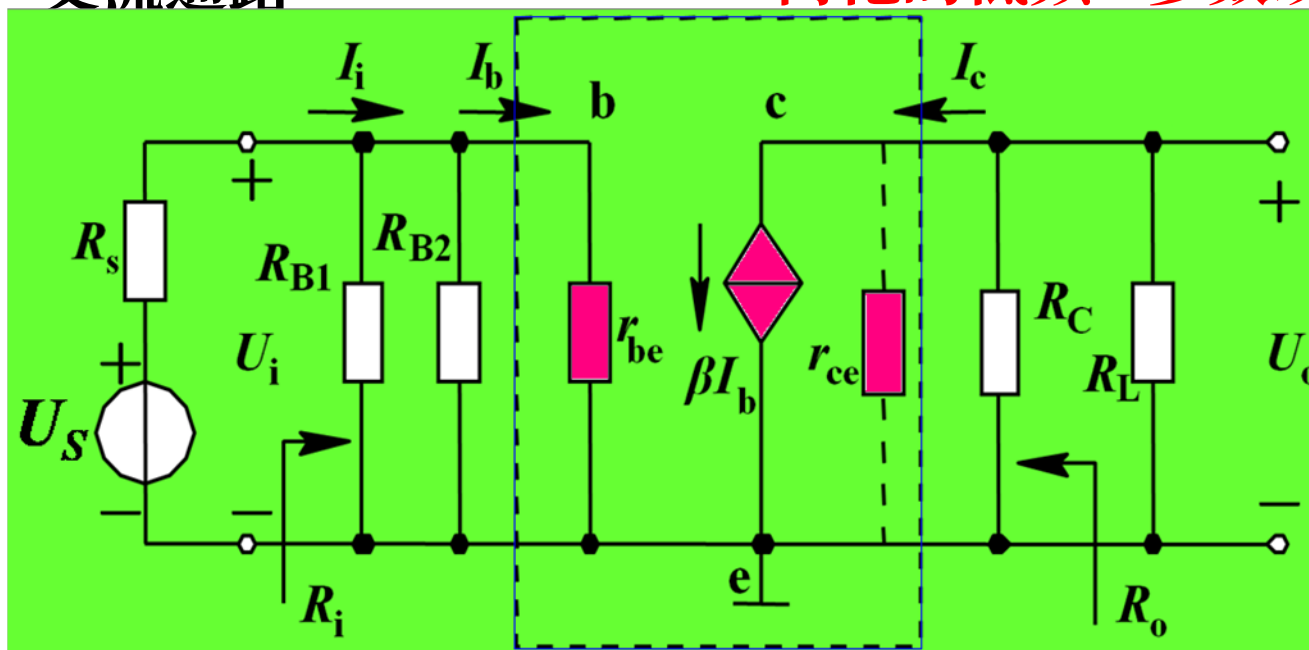
+



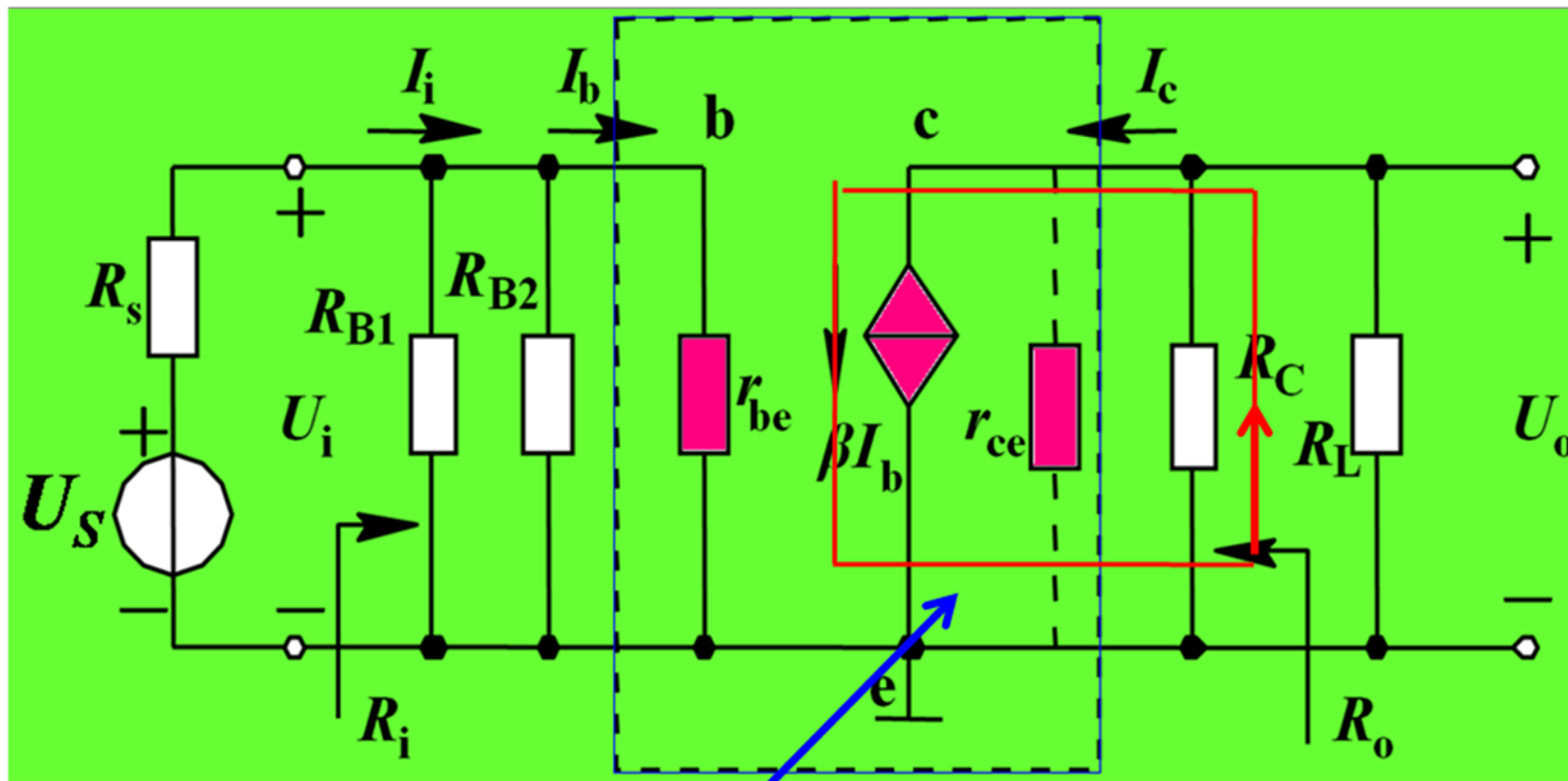
交流通路



简化的低频H参数或混合π模型



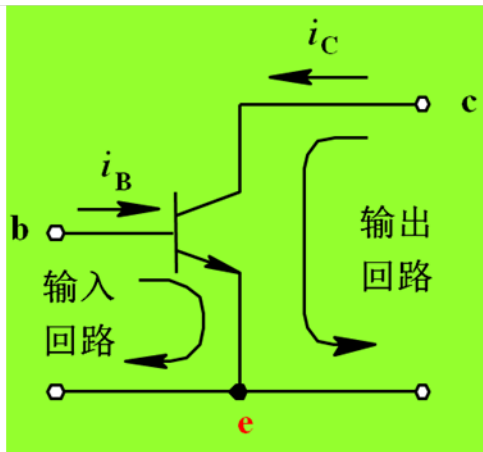
交流等效电路



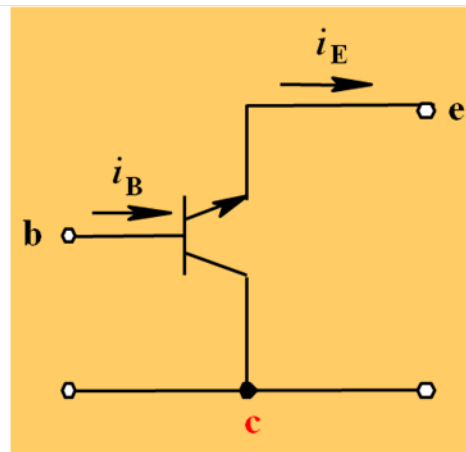
输出、输入电压反相

$$I_i = I_{R_{B1}} + I_{R_{B2}} + I_b$$

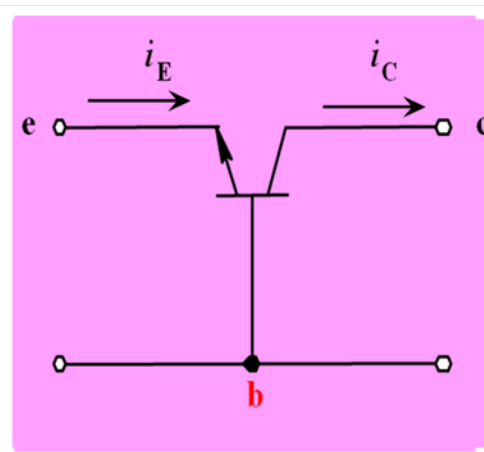
$$I_c = \beta I_b = I_{r_{ce}} + I_{R_C} + I_{R_L}$$



(a)共发射极



(b)共集电极



(c)共基极

三种接法 {

- 共射组态：信号从基极入，集电极出
- 共集组态：信号从基极入，发射极出
- 共基组态：信号从发射极入，集电极出

原则：不能从基极出，不能从集电极入

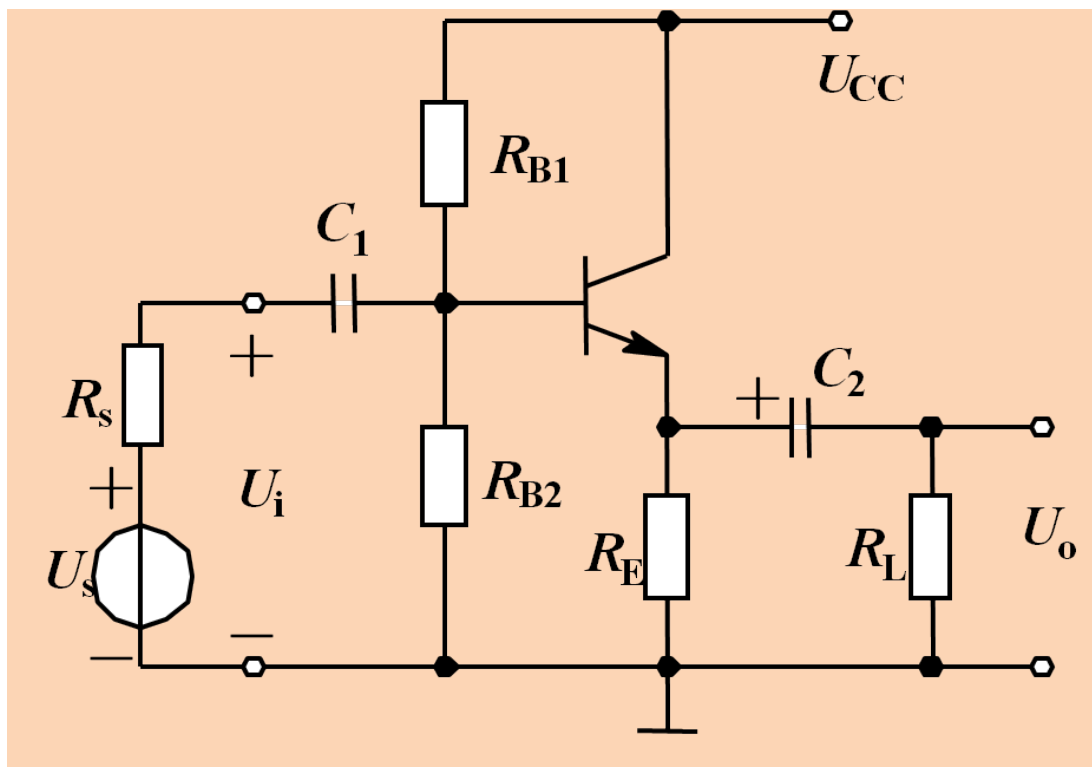
判断规则：信号从哪里入，输出电压又是从哪里输出的(可以从原电路或交流通路看)，剩下的

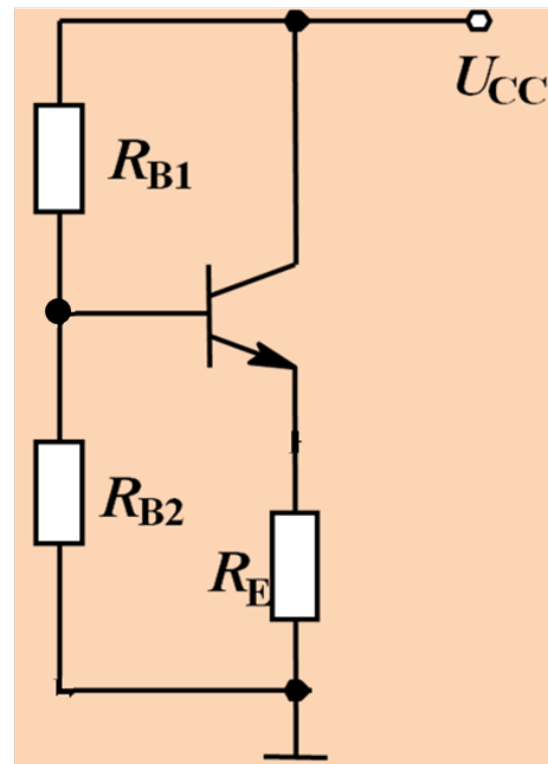
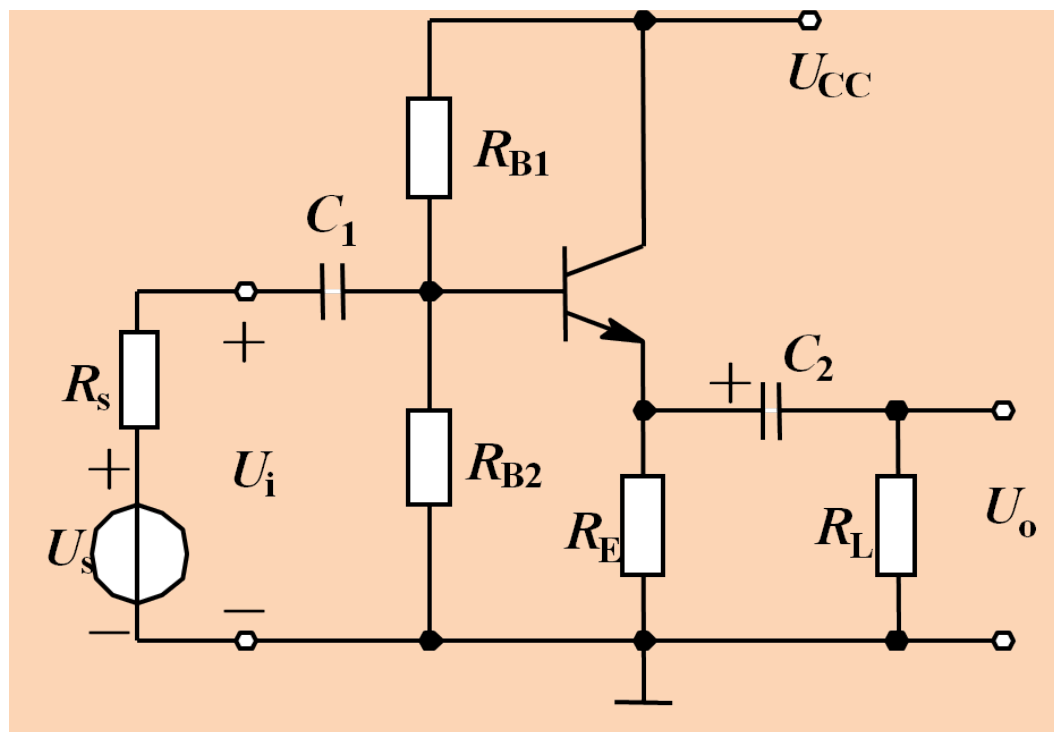
那个就是公共端/交流信号通过公共端接地



§3.6 共集放大电路（射极输出器）

具有内阻 R_s 的信号源 U_s 从基极输入，信号从基极(b极)输入，由于信号从发射极(e极)输出，所以该电路又称为射极输出器（射极跟随器）。





直流通路

静态工作点 (I_{BQ} , I_{CQ} , U_{CEQ})

由直流通路知： 基极电位为

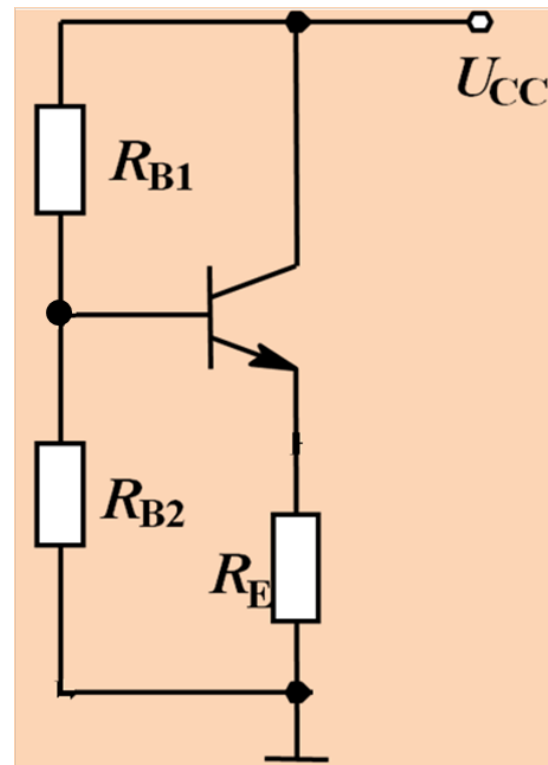
$$U_{BQ} \approx \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC}$$

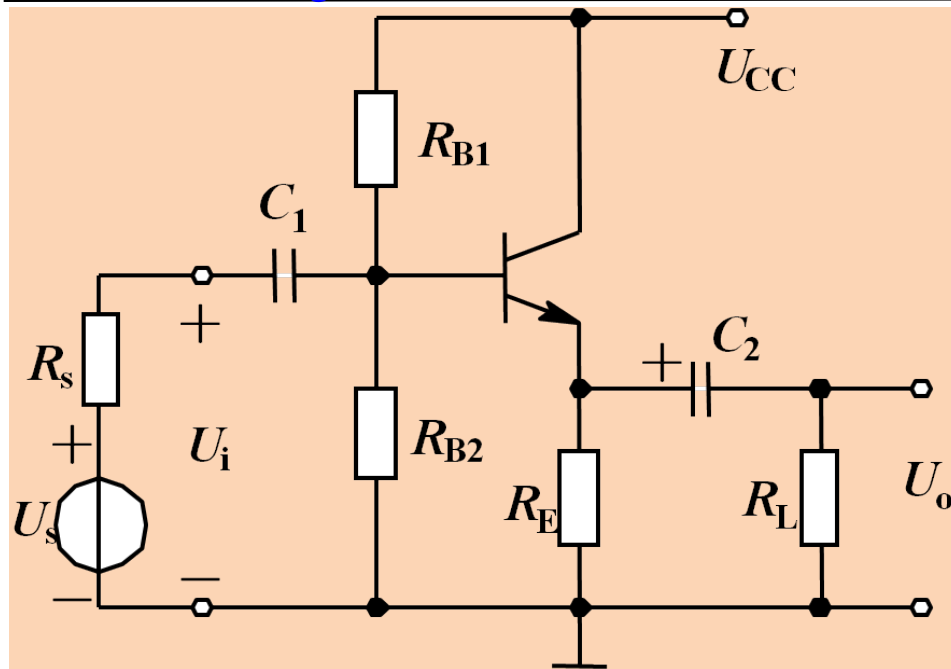
集电极与发射极电流为

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BE(on)}}{R_E}$$

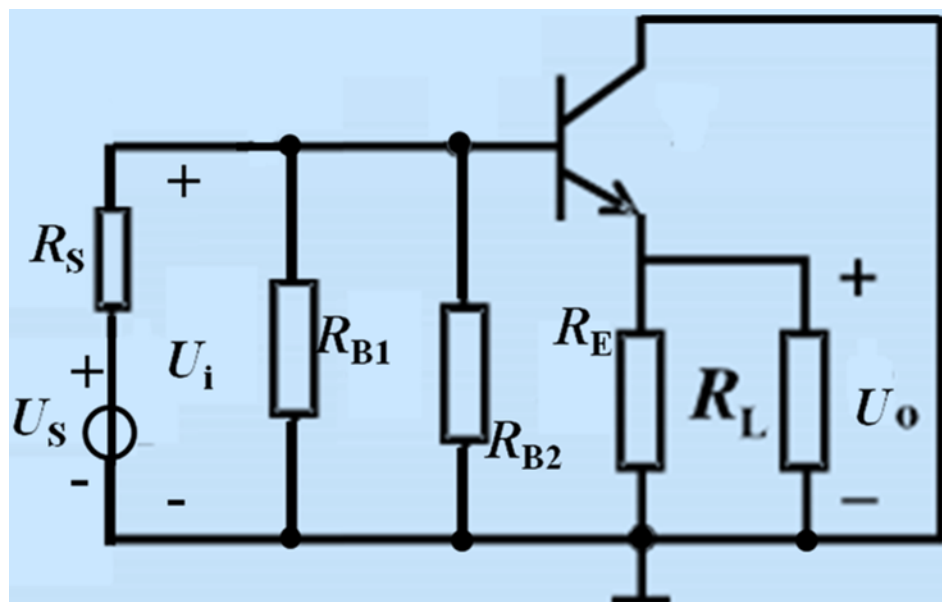
管压降为 $U_{CEQ} = U_{CC} - I_{CQ} R_E$

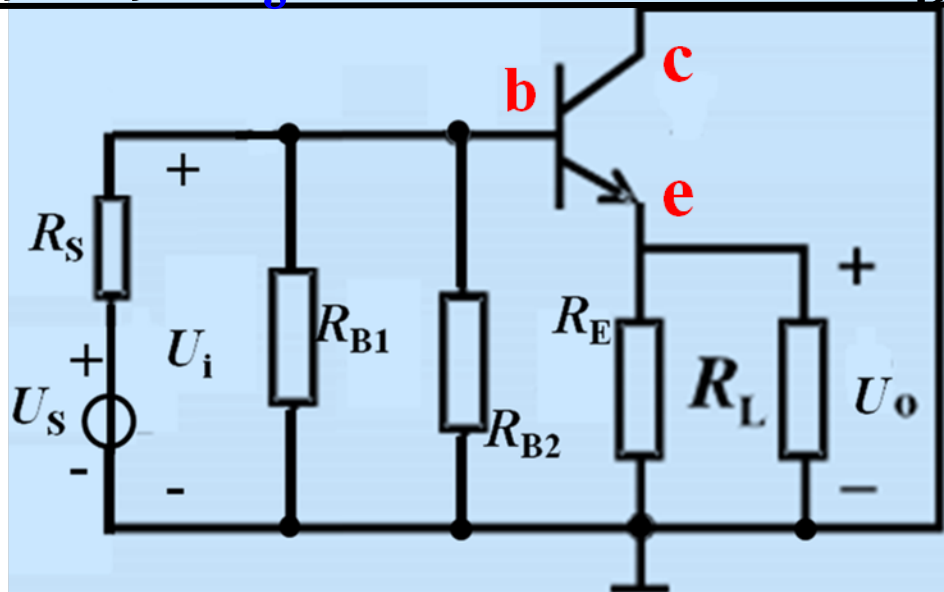
$$\text{基极电流管为 } I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta}$$





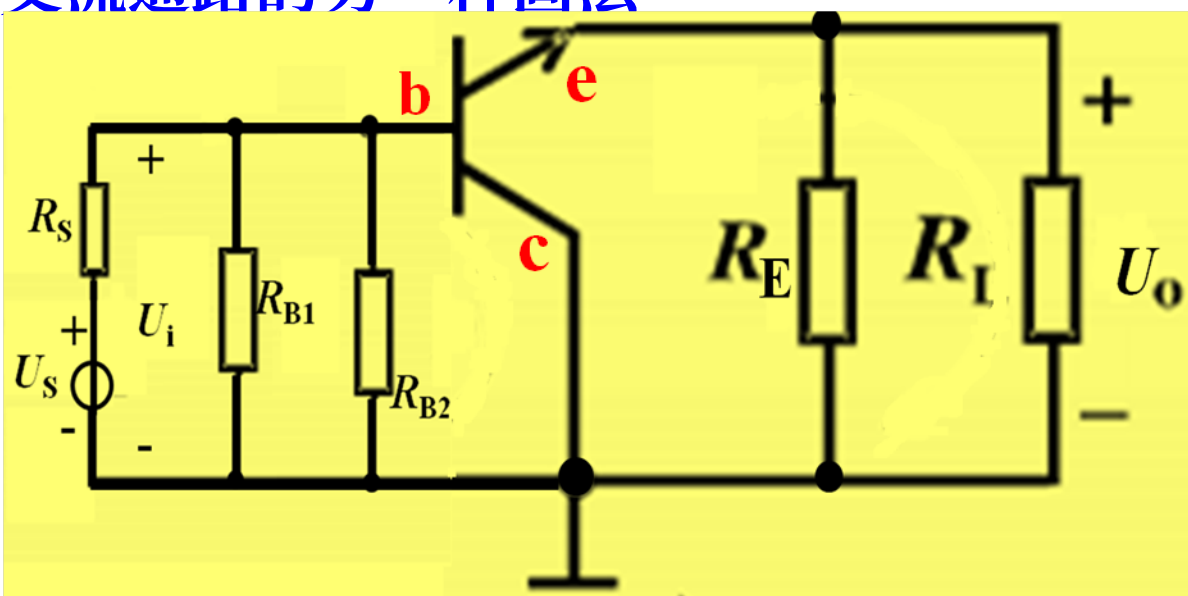
交流通路

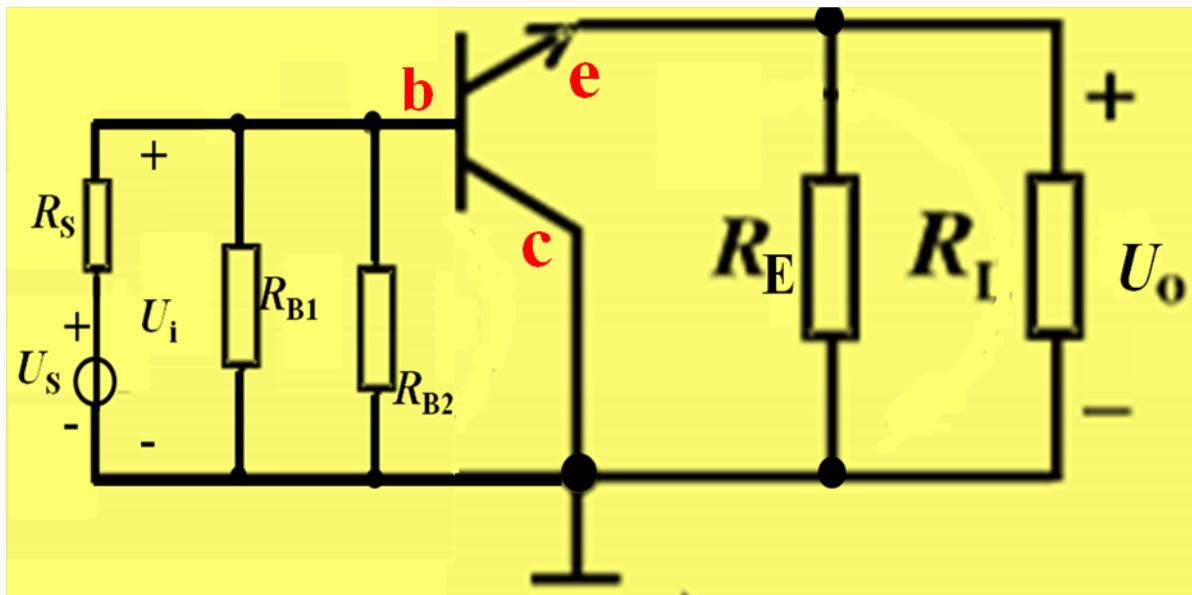




∵ 集电极(c极)交流接地，是输入回路和输出回路的公共端，∴ 射极输出器是共集组态的电路

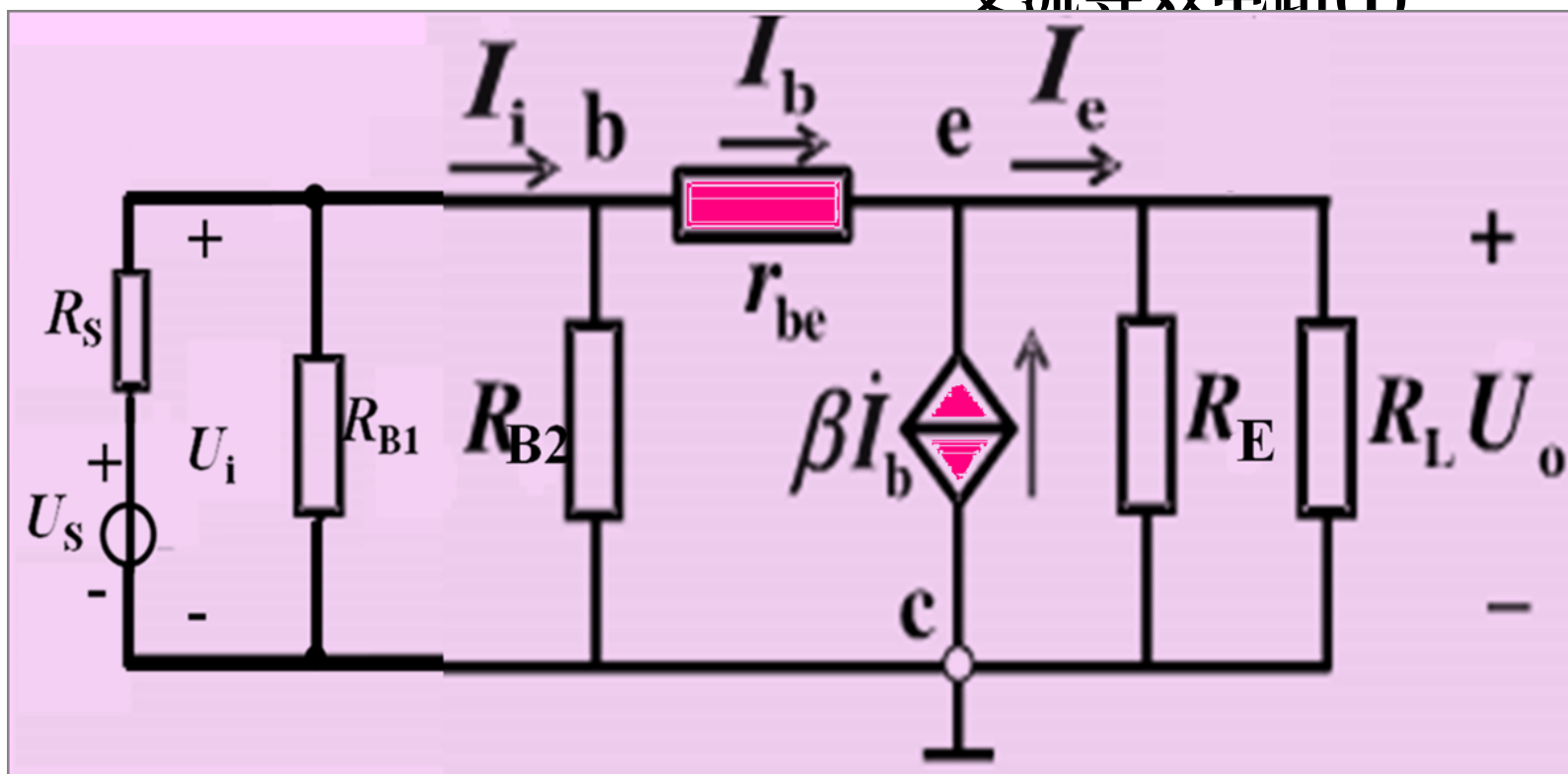
交流通路的另一种画法

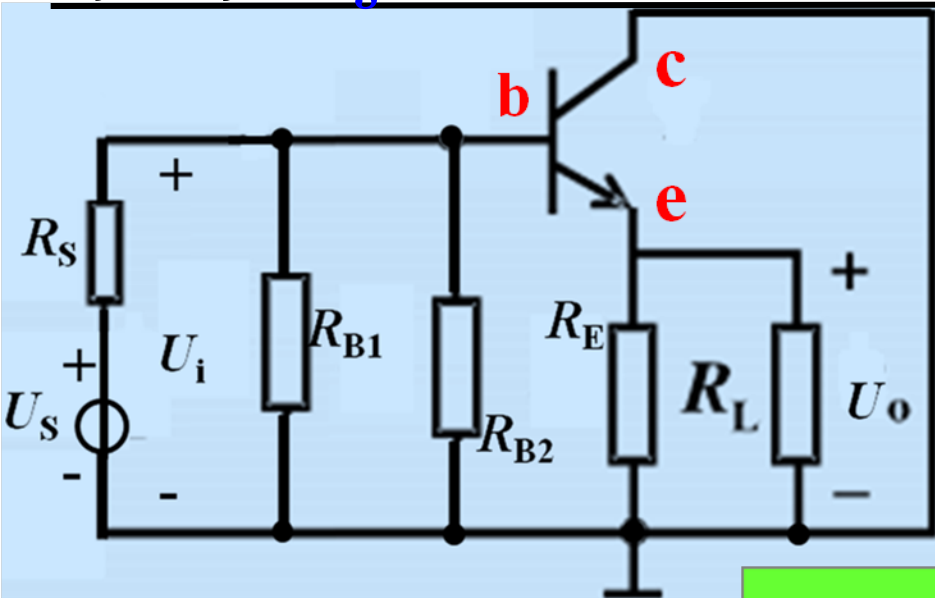




交流通路(1)

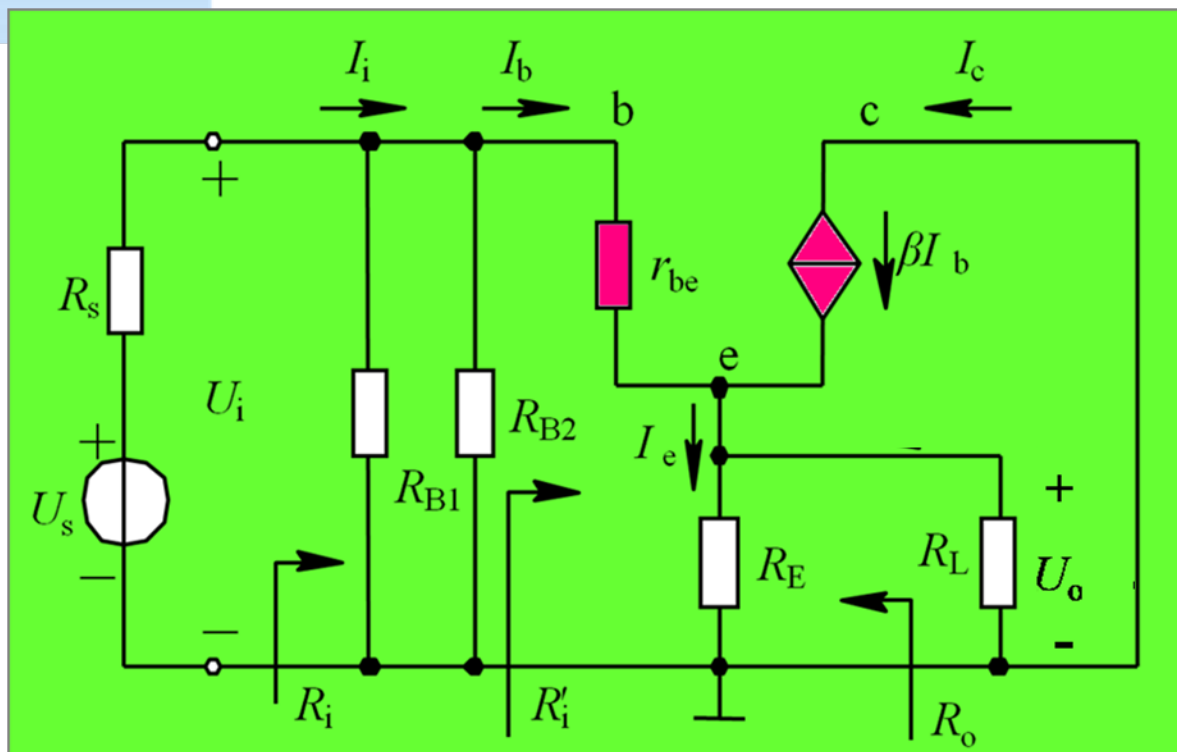
交流等效电路(1)





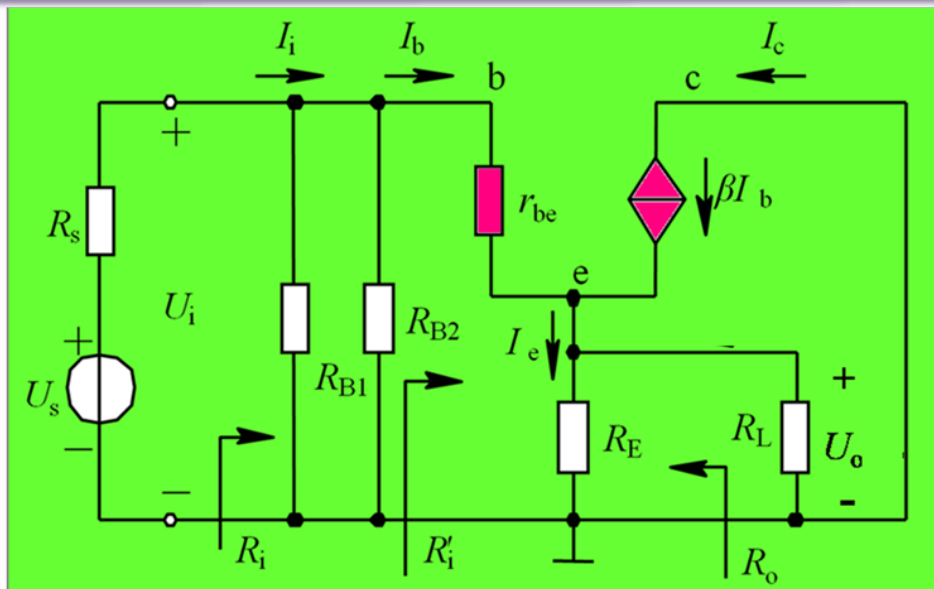
交流通路(2)

交流等效电路(2)



1. 电压放大倍数 A_u

由图可得如下关系式



$$U_o = I_e (R_E \parallel R_L) = (1 + \beta) I_b R'_L \quad (R'_L = R_E \parallel R_L)$$

$$U_i = I_b r_{be} + U_o = I_b r_{be} + (1 + \beta) I_b R'_L$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{(1 + \beta) R'_L}{r_{be} + (1 + \beta) R'_L}$$

$A_u < 1$ ，且接近1，而且 U_o 与 U_i 同相。换句话说，输出电压几乎跟随输入电压变化。因此，共集电极放大器又称射极跟随器。

第三章 -- §3.6

电流放大倍数 A_i

当忽略 R_{B1} 、 R_{B2} 的分流作用时，

$$I_b = I_i,$$

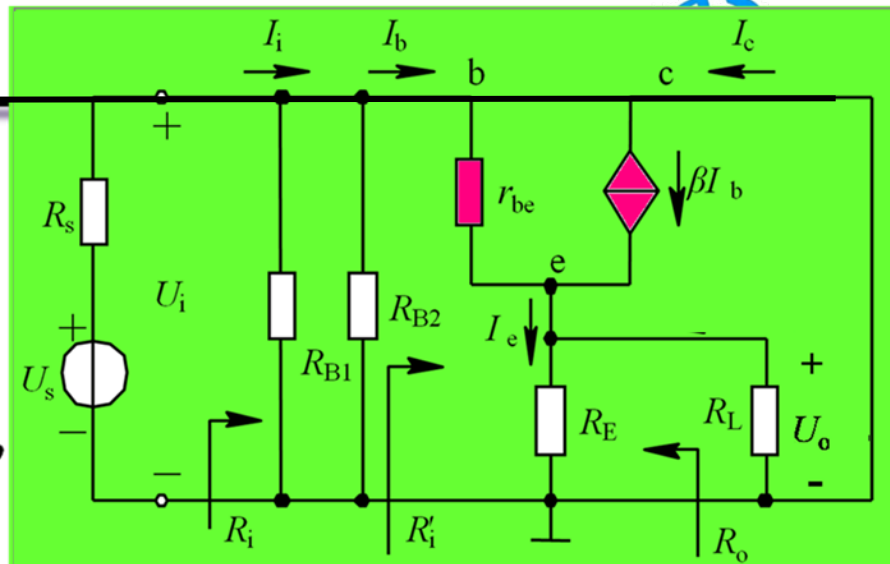
而流过 R_L 的输出电流 I_{RL}

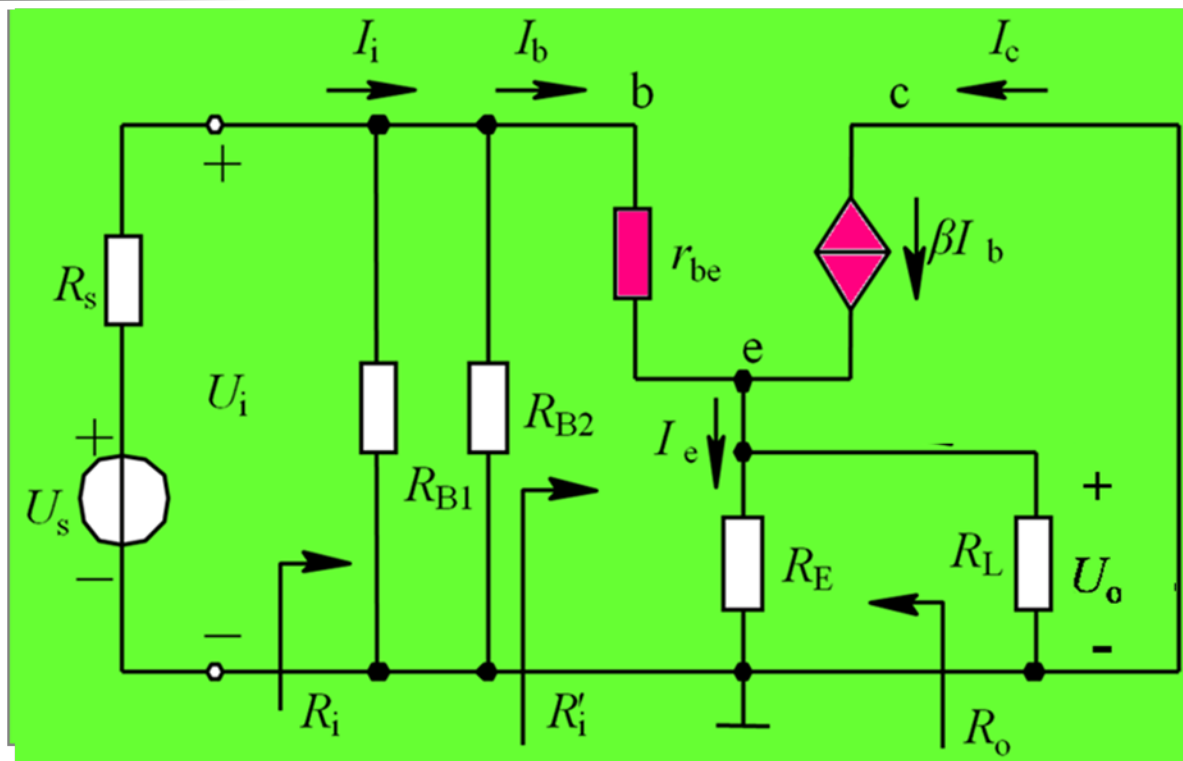
$$I_{RL} = I_e \frac{R_E}{R_E + R_L} = (1 + \beta) I_b \frac{R_E}{R_E + R_L}$$

由此可得

$$A_i = \frac{I_{RL}}{I_i} = (1 + \beta) \frac{R_E}{R_E + R_L}$$

共集电极放大器虽然没有电压放大，但仍有电流放大能力，因此仍有功率放大能力。





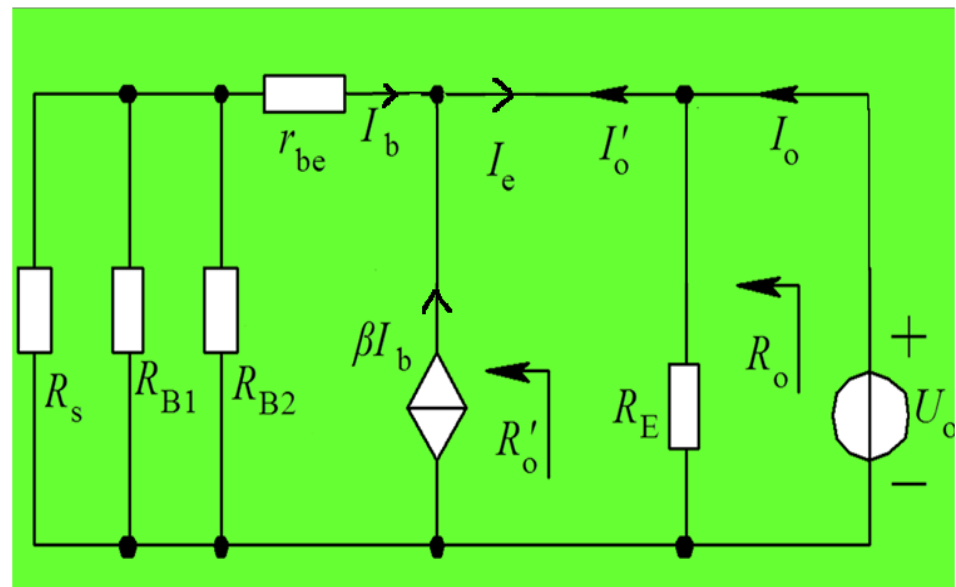
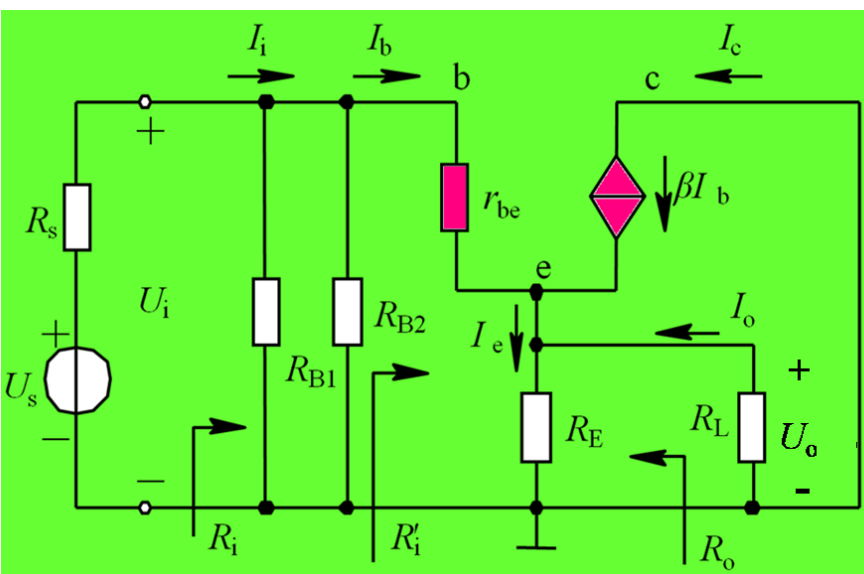
2. 输入电阻 R_i

$$R_i = R_{B1} \parallel R_{B2} \parallel R'_i, \quad \text{其中 } R'_i = r_{be} + (1 + \beta)R'_L$$

由于 R'_L 较大，所以与共射电路相比，共集电路的输入电阻高很多，常为 $100\text{k}\Omega$ 。

3. 输出电阻 R_o

当输出端断开负载，外加电压 U_o ，而将 U_s 短路并保留内阻 R_s 时，可得求共集放大器 R_o 的等效电路



输出电阻 R_o

$$R_o = \frac{U_o}{I_b} \Big|_{U_s=0} = R_E \parallel R_o'$$

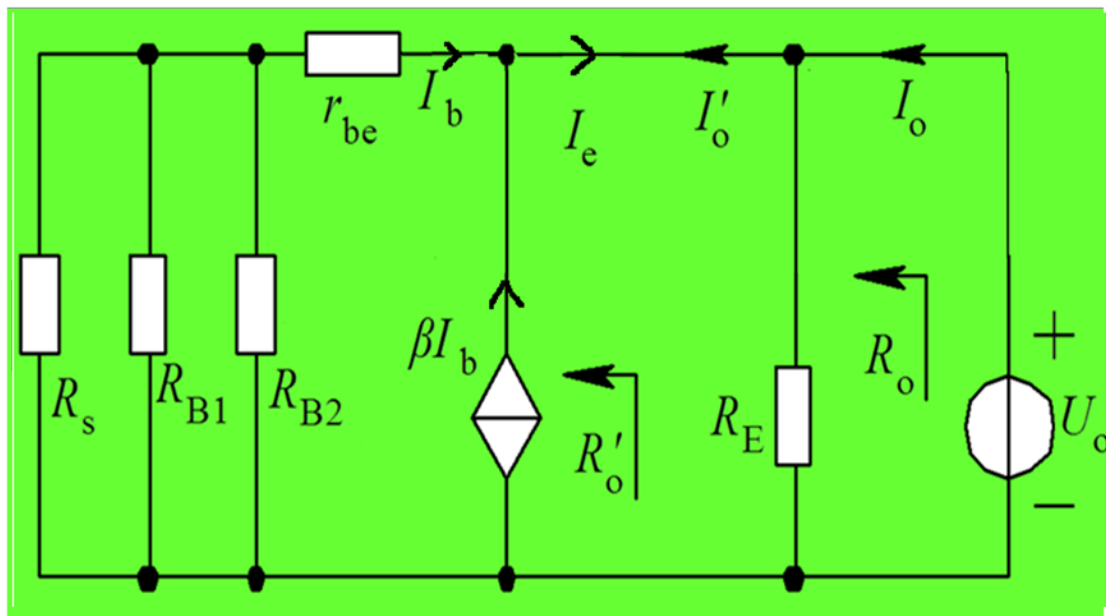
$$R_o' = \frac{U_o}{I_o'} = \frac{U_o}{-I_e}$$

$$= \frac{-I_b \times (R_s \parallel R_{B1} \parallel R_{B2} + r_{be})}{-(1+\beta)I_b} = \frac{(R_s \parallel R_{B1} \parallel R_{B2} + r_{be})}{1+\beta}$$

$$R_o = \frac{U_o}{I_b} \Big|_{U_s=0} = R_E \parallel R_o' = R_E \parallel \frac{r_{be} + R_s'}{1+\beta}$$

其中 $R_s' = R_s \parallel R_{B1} \parallel R_{B2}$

输出电阻小，常为几十 Ω 。

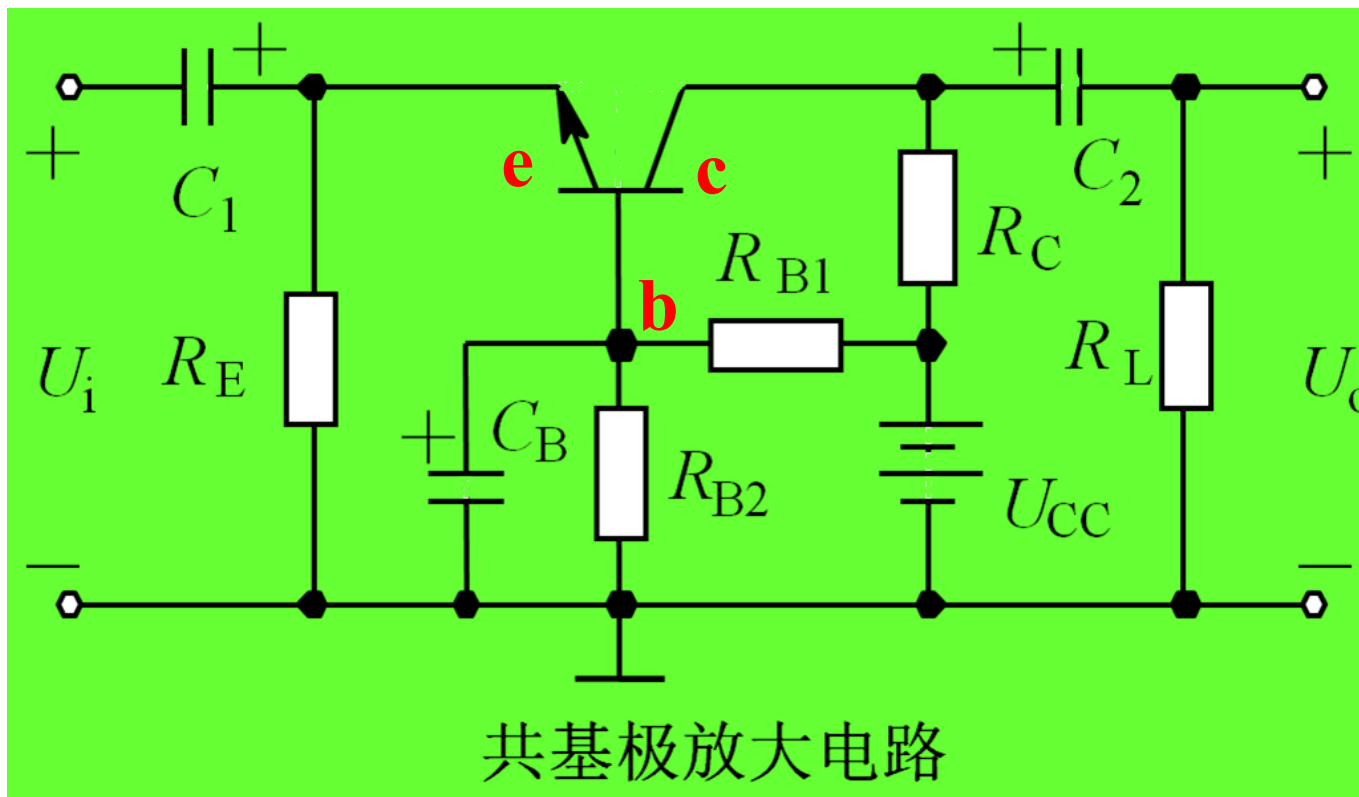


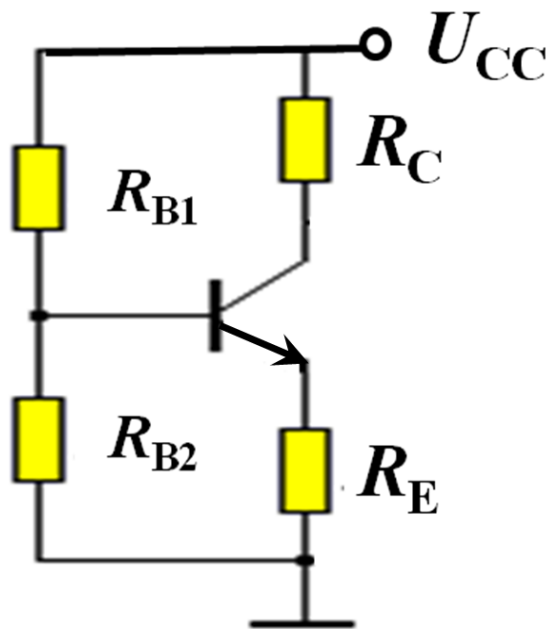
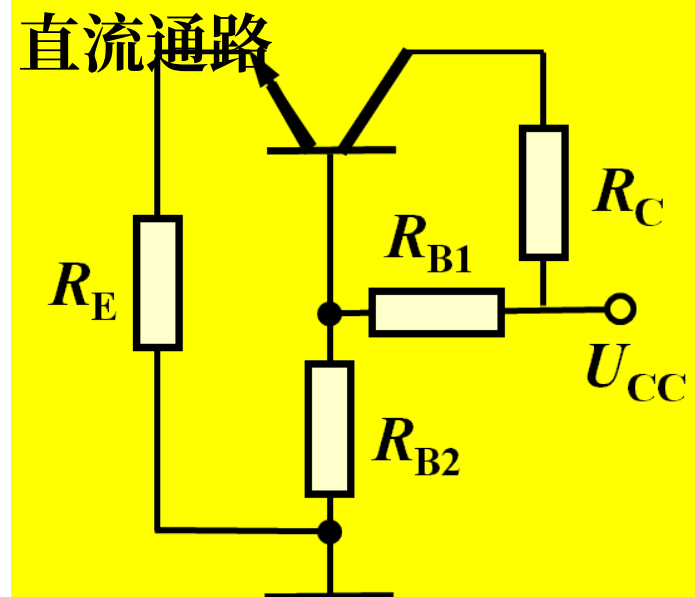
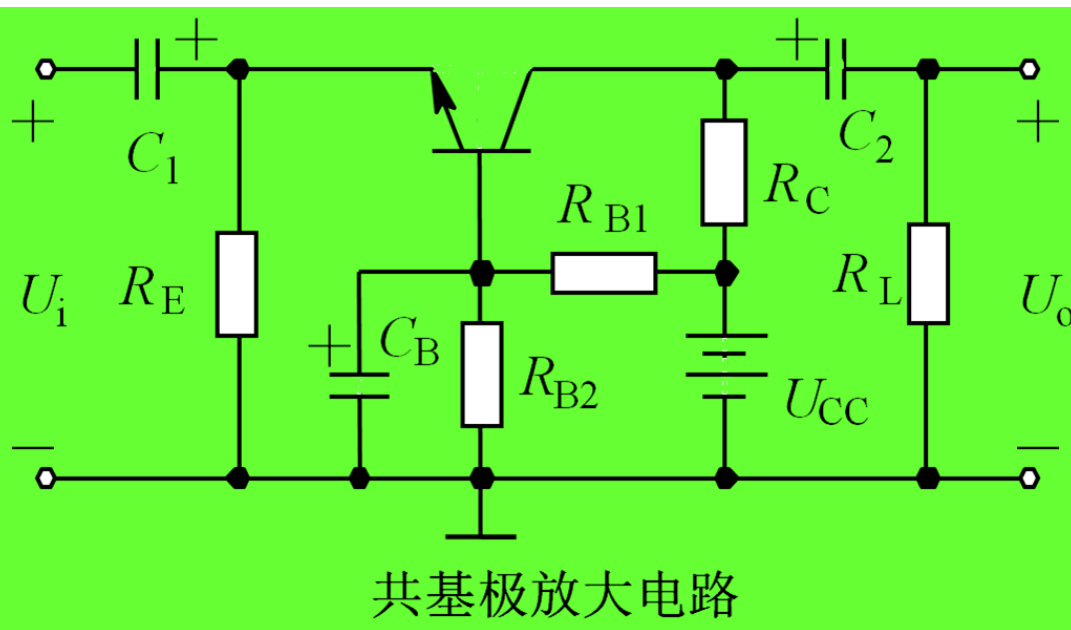
共集电路的特点：

1. 电压放大倍数小于1，但接近于1，输出电压与输入电压同相（电压跟随）；
2. 有一定的电流放大倍数
3. 输入电阻大，所以从电压信号源获得的信号高，及信号衰减比较小；
4. 输出电阻小，即放大电路的内阻小，所以带负载能力强。

§3.7 共基放大电路

交流信号通过基极旁路电容 C_B 而**接地**，基极是输入、输出的公共端。信号从发射极输入，由集电极输出。





静态工作点 (I_{BQ} , I_{CQ} , U_{CEQ})

$$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BE(on)}}{R_E}$$

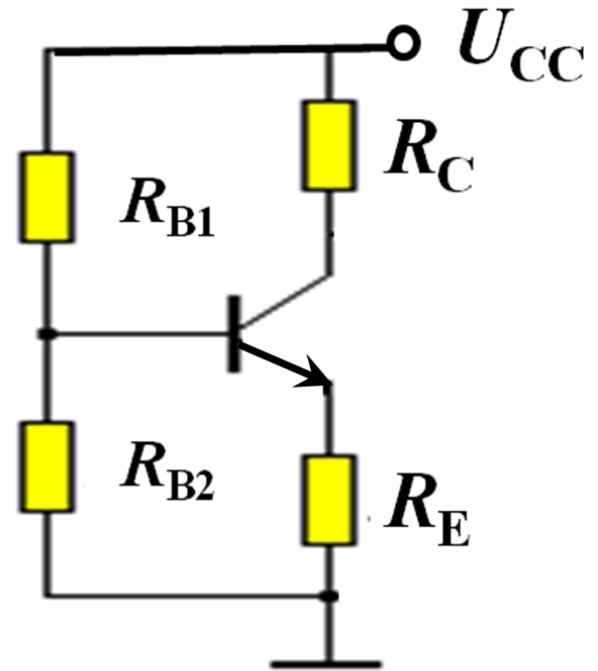
$$= \frac{1}{R_E} \left(\frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC} - U_{BE(on)} \right)$$

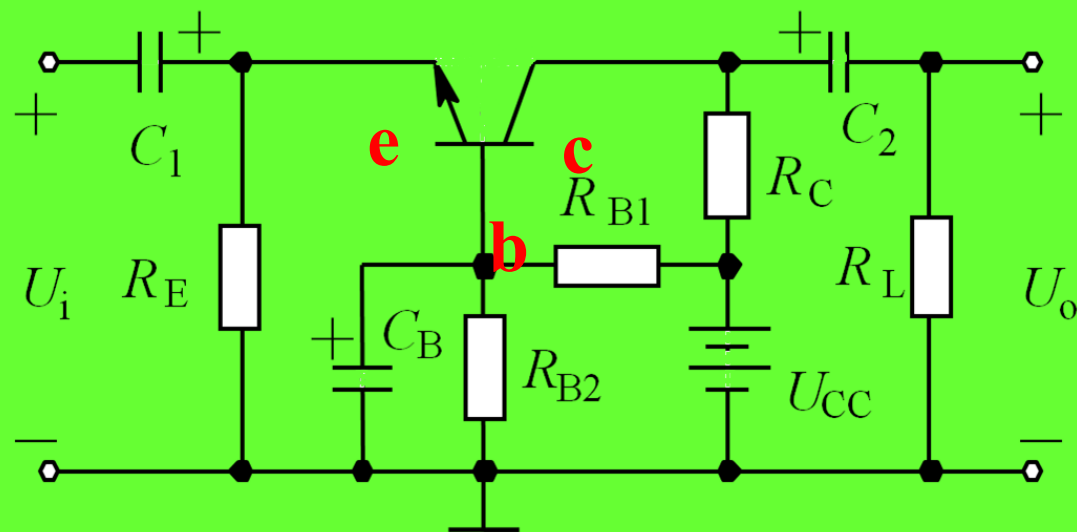
$$\approx I_{CQ}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta}$$

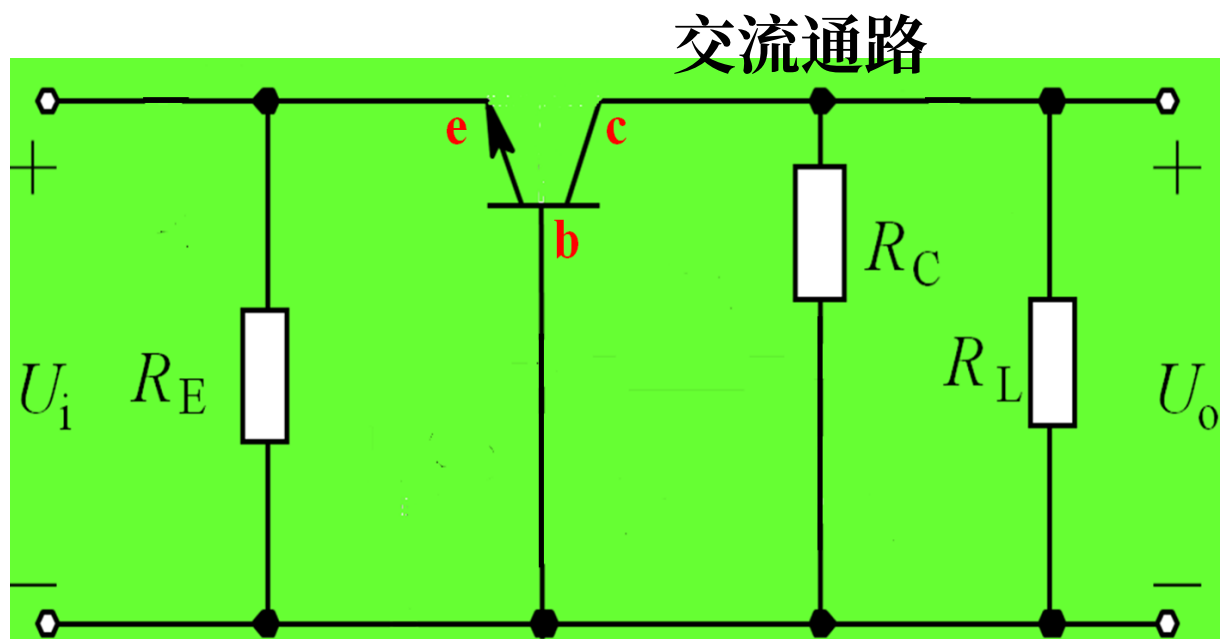
$$U_{CEQ} = U_{CC} - I_{CQ} R_C - I_{EQ} R_E$$

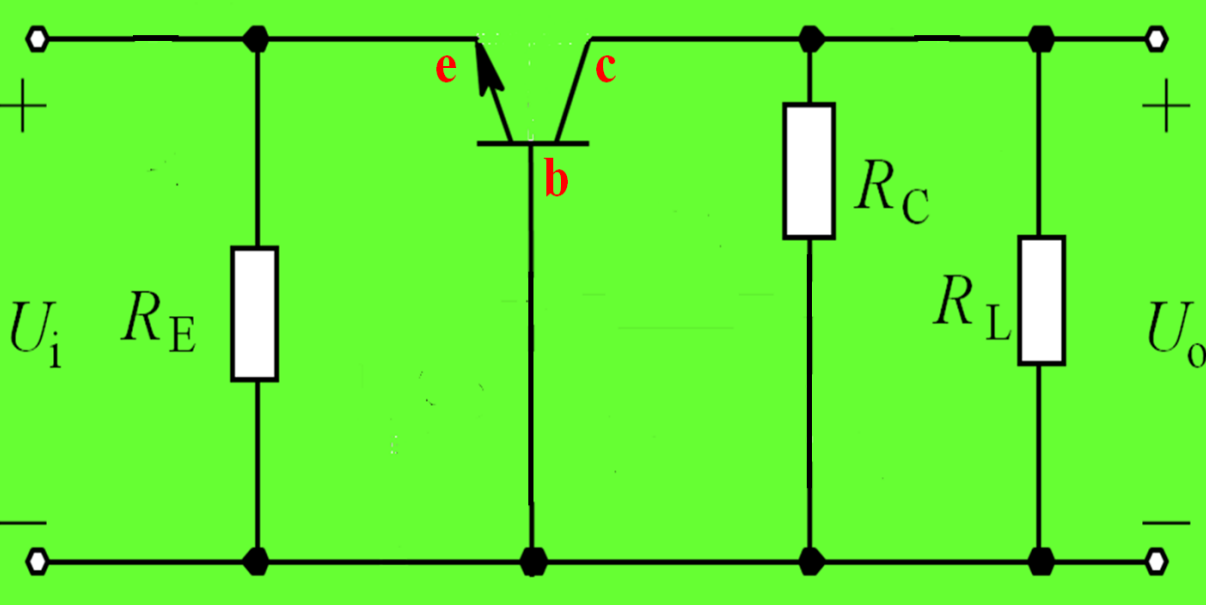
$$\approx U_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E)$$





共基极放大电路



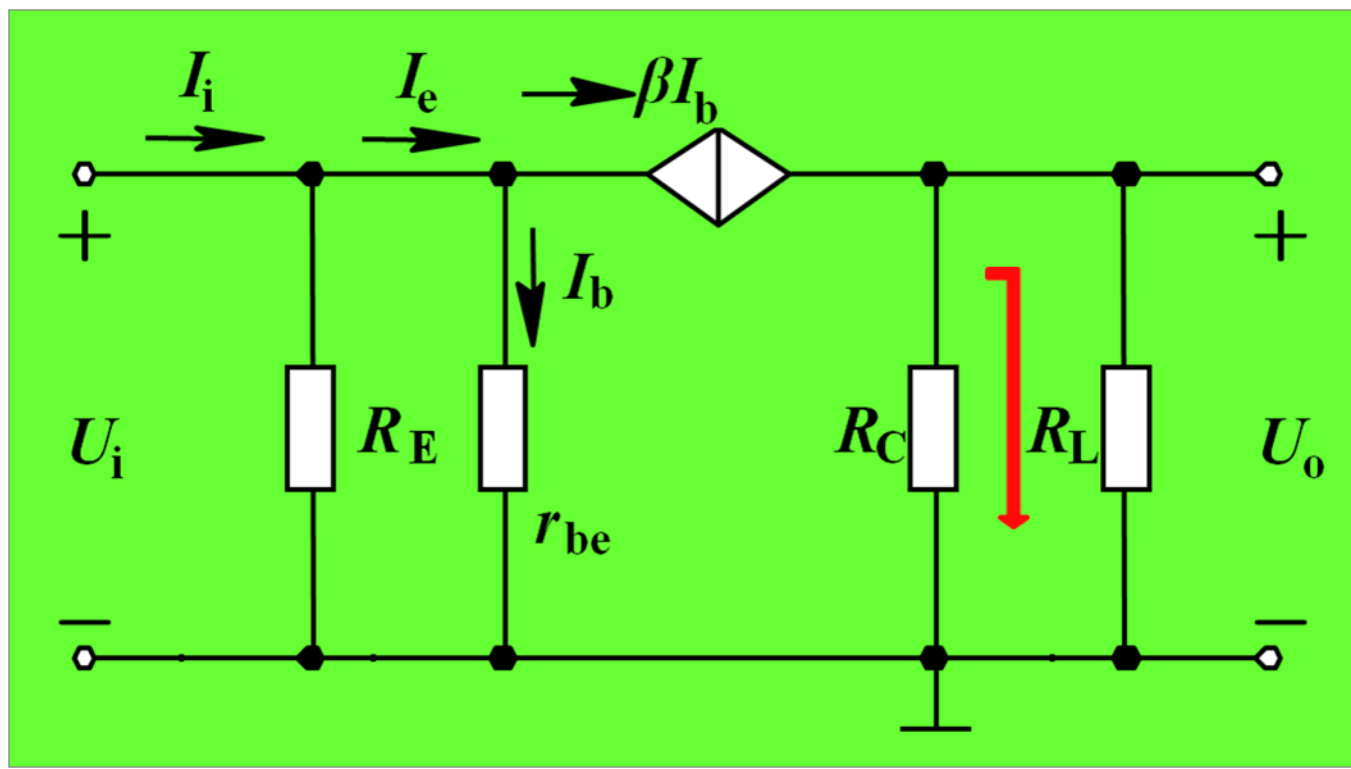


交流通路

$$I_i = I_e + I_{RE}$$

$$\beta I_b = I_{RC} + I_{RL}$$

交流等效电路

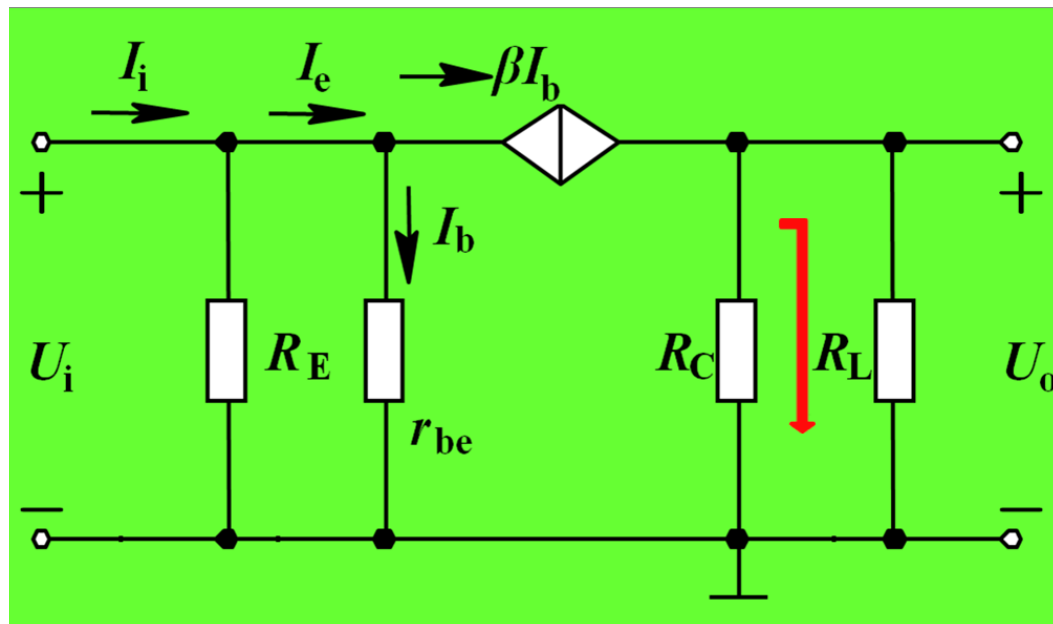


1. 电压放大倍数 A_u

$$U_i = I_b r_{be}$$

$$U_o = \beta I_b (R_C \parallel R_L)$$

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\beta R_C \parallel R_L}{r_{be}} > 1$$



电流放大倍数 A_i

输入电流 $I_i \approx I_e$,

输出电流 $I_{RL} = \beta I_b \frac{R_C}{R_C + R_L}$

$$A_i = \frac{I_{RL}}{I_i} = \frac{\beta I_b}{I_e} \frac{R_C}{R_C + R_L} = \alpha \frac{R_C}{R_C + R_L}$$

显然, $A_i < 1$ 。
若 $R_C \gg R_L$, 则
 $A_i \approx \alpha$, 即共基放大器
没有电流放大能力。

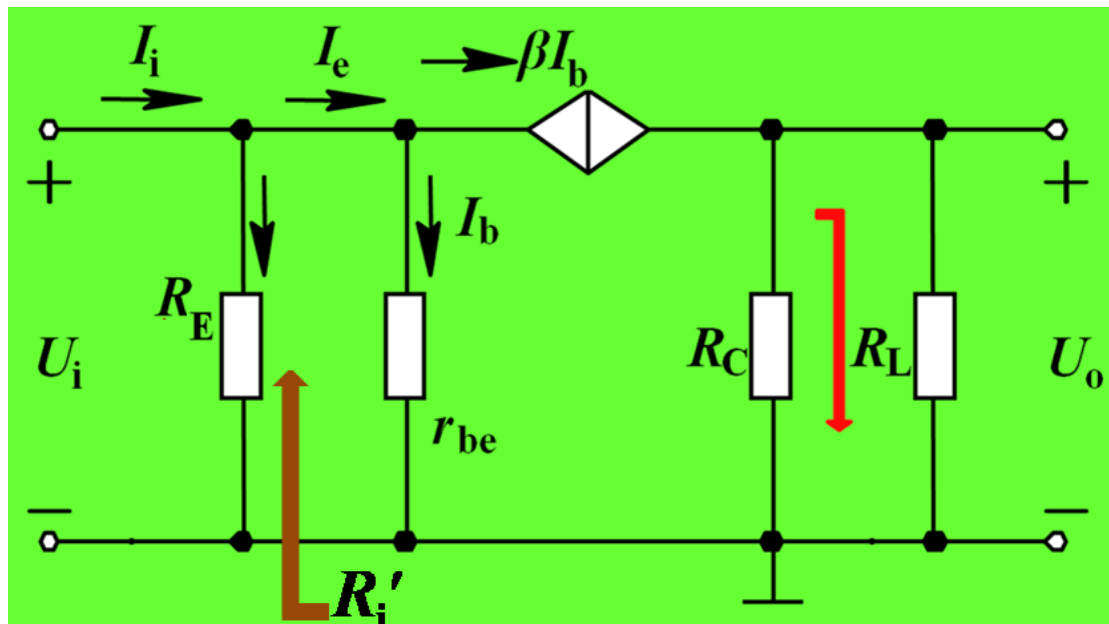
但因 $A_u \gg 1$, 所以仍有功率增益。

2. 输入电阻 R_i

由射极看进去的电阻 R'_i

$$R'_i = \frac{U_i}{I_e} = \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

$$R_i = R_E \parallel R'_i = R_E \parallel \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$



3. 输出电阻 R_o

若 $U_i=0$ ，则 $I_b=0$ ， $\beta I_b=0$ ，显然有 $R_o = R_C$

共基电路的特点：

1. 同向放大电压，不放大电流
2. 输入电阻小
3. 输出电阻大

表2-7-1 三种基本放大器的性能比较

性 能	共 射	共 基	共 集
A_u	$-\frac{\beta R'_L}{r_{be}}$ 大(几十~几百) U_i 与 U_o 反相	$\frac{\beta R'_L}{r_{be}}$ 大(几十~几百) U_i 与 U_o 同相	$\frac{(1+\beta)R'_L}{r_{be}+(1+\beta)R'_L}$ 小(≈ 1) U_i 与 U_o 同相
A_i	约为 β (大)	约为 α (≤ 1)	约为 $(1+\beta)$ (大)
G_p	大(几千)	中(几十~几百)	小(几十)
R_i	r_{be} 中(几百~几千欧)	$\frac{r_{be}}{1+\beta}$ 低(几~几十欧)	$r_{be}+(1+\beta)R'_L$ 大(几十千欧)
R_o	高($\approx R_C$)	高($\approx R_C$)	低($\frac{R'_s+r_{be}}{1+\beta}$)
高频特性	差	好	好
用 途	单级放大或多级放大器的中间级	宽带放大、高频电路	多级放大器的输入、输出级和中间缓冲级

上述三种接法的主要特点和应用，可以大致归纳如下：

1. **共射极电路**既有电压增益，又有电流增益，所以应用最广，常用作**低频**电压放大电路和输入级、中间级和输出级。
2. 但作为电压放大器，它的输入和输出电阻并不理想——即在电压放大时，输入电阻不够大且输出电阻又不够小。

②**共集电路**的特点是电压跟随，而且**输入电阻最大、输出电阻最小**，由于具有这些特点，常被用作多级放大电路的**输入级、输出级**或作为隔离用的**中间级**。

③**共基电路**的突出特点在于它具有很低的输入电阻，使晶体管结电容的影响不显著，因此频率响应得到很大改善，所以这种接法常常用于**宽频带**放大器中。另外，由于输出电阻高，共基电路还可以作为恒流源。

作 业:

- 3.27
- 3.29
- 3.30