

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！



Part 5 几种典型的 基本放大电路

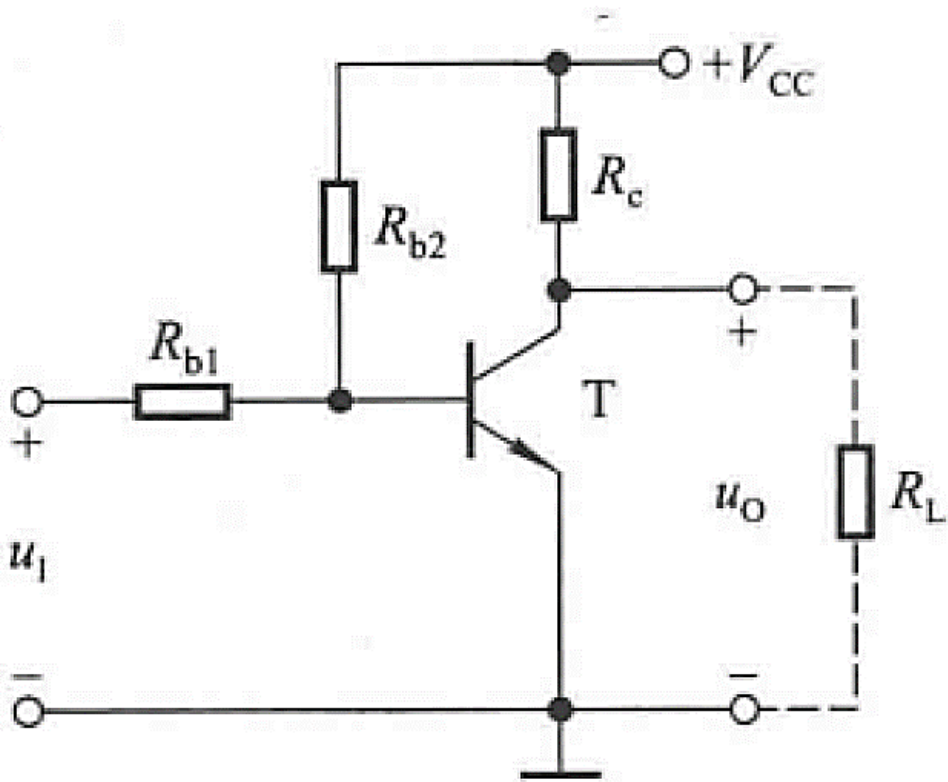
原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

几种典型的基本放大电路

思考：这个实用的直接耦合共射放大电路与原理讲解时的基本共射放大电路的区别在哪里？为什么基本共射放大电路不实用？

直接耦合共射放大电路



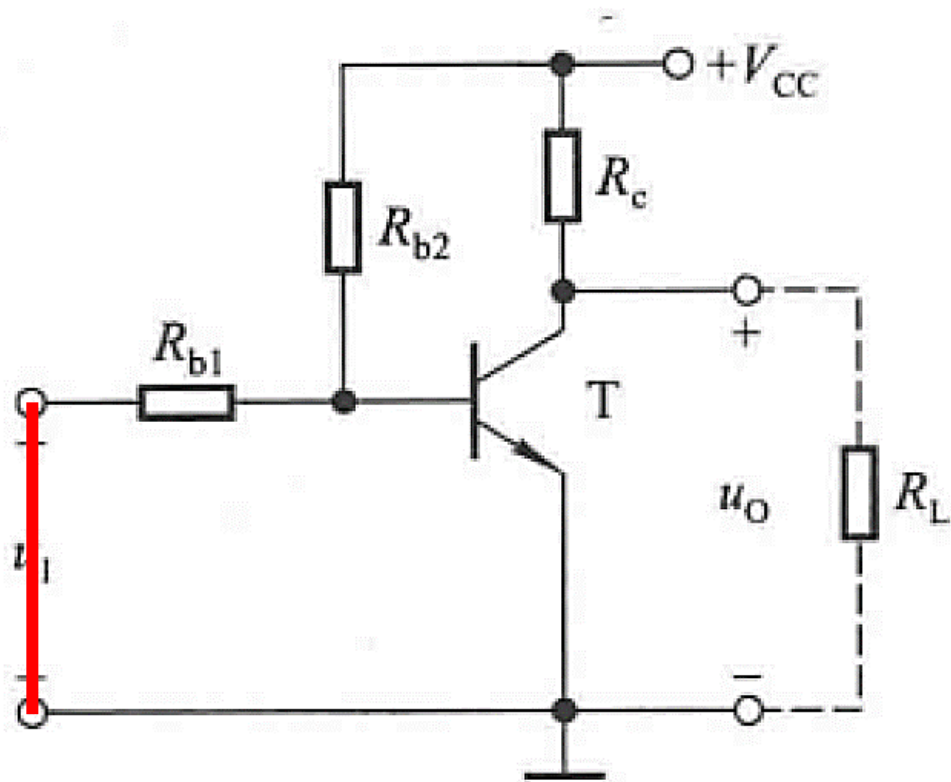
信号源与放大电路、放大电路与负载均直接相连

没有耦合电容

“直接耦合”

直接耦合共射放大电路

直接耦合共射放大电路的静态分析



绘制直流通路（将交流信号源短路）；

①输入回路：

$$\frac{V_{CC} - U_{BQ}}{R_{b2}} = \frac{U_{BQ} - 0}{R_{b1}} + I_{BQ} \quad U_{EQ} = 0 \quad U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

②电流放大关系：

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

③输出回路：

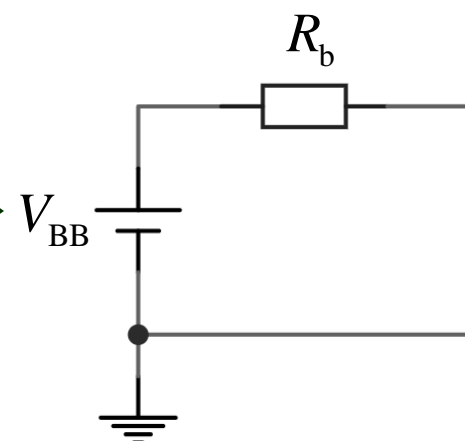
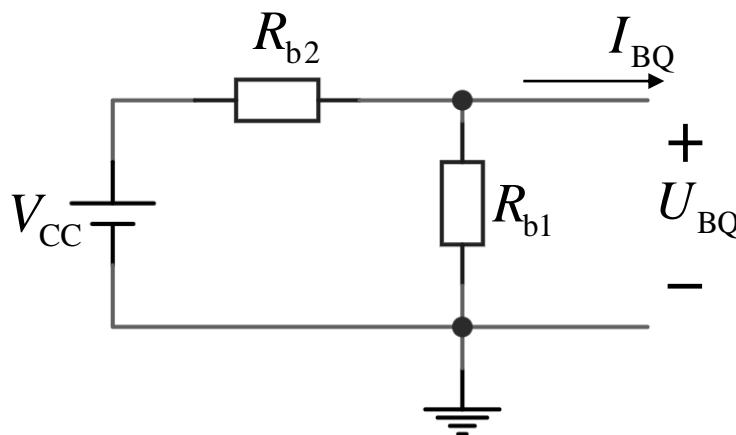
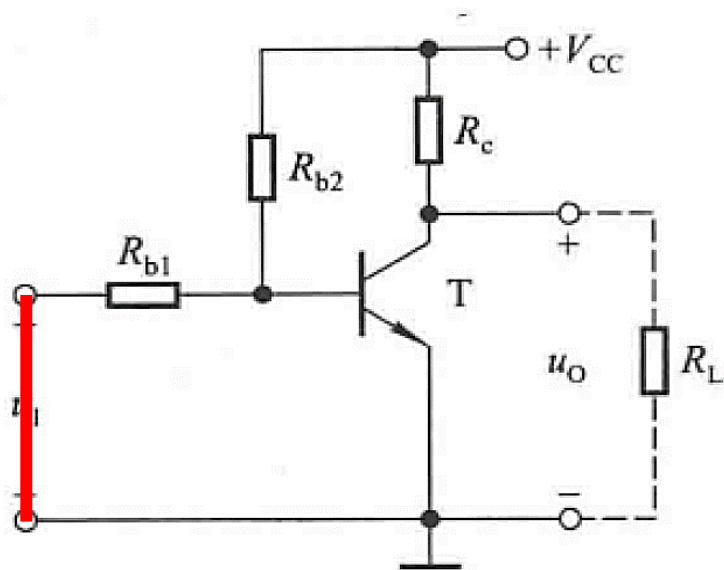
负载 R_L : $U_{CQ} = V'_{CC} - R'_c I_{CQ} \quad U_{EQ} = 0 \quad U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$

空载 : $U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ} \quad U_{EQ} = 0 \quad U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$

思考：如何用图解法分析此电路的静态工作点？

直接耦合共射放大电路

直接耦合共射放大电路的静态分析



$$V_{BB} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

$$R_b = R_{b1} // R_{b2}$$

列输入回路电路方程的目的——通过电位条件求解基极电流

把基极电流 I_B 看作输出电流，基极电位 U_B 看作输出电压 —— 戴维南等效定理

输入回路电路方程：

$$\frac{V_{CC} - U_{BQ}}{R_{b2}} = \frac{U_{BQ} - 0}{R_{b1}} + I_{BQ} \quad \Rightarrow \quad \frac{V_{BB} - U_{BQ}}{R_b} = I_{BQ}$$

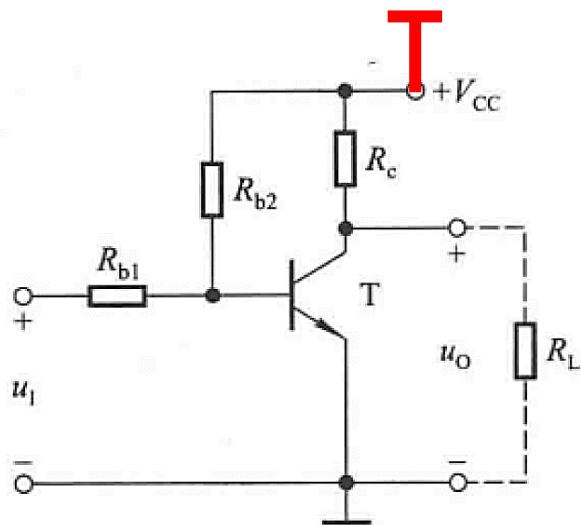
$$V_{BB} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

原作者：站主 这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
 课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

直接耦合共射放大电路

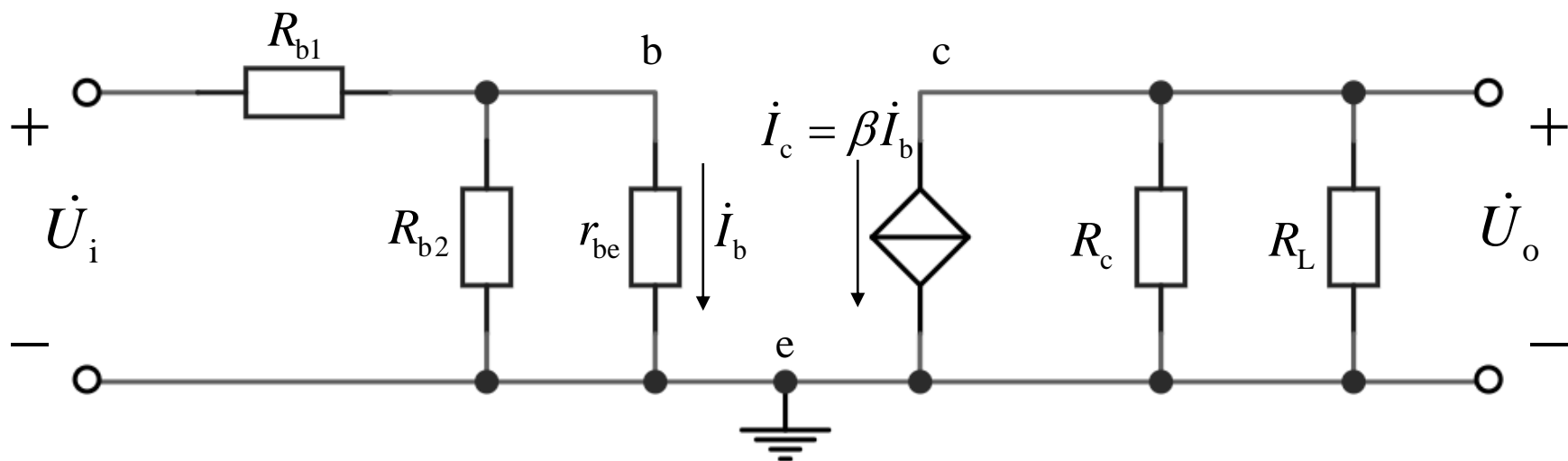
直接耦合共射放大电路的动态分析



电压放大倍数？

输入电阻？

输出电阻？



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{R_{b1} \left(\frac{r_{be} \dot{I}_b}{R_{b2}} + \dot{I}_b \right) + r_{be} \dot{I}_b} = \frac{-\beta (R_c // R_L)}{R_{b1} \left(\frac{r_{be}}{R_{b2}} + 1 \right) + r_{be}}$$

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_{b1} + (R_{b2} // r_{be})$$

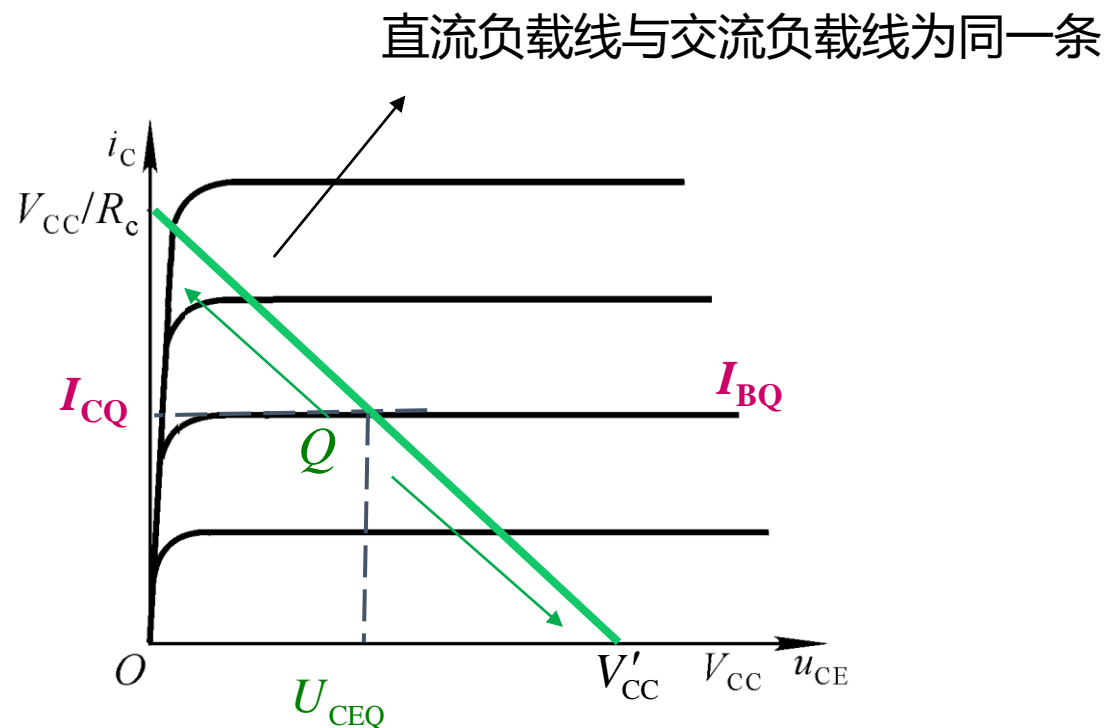
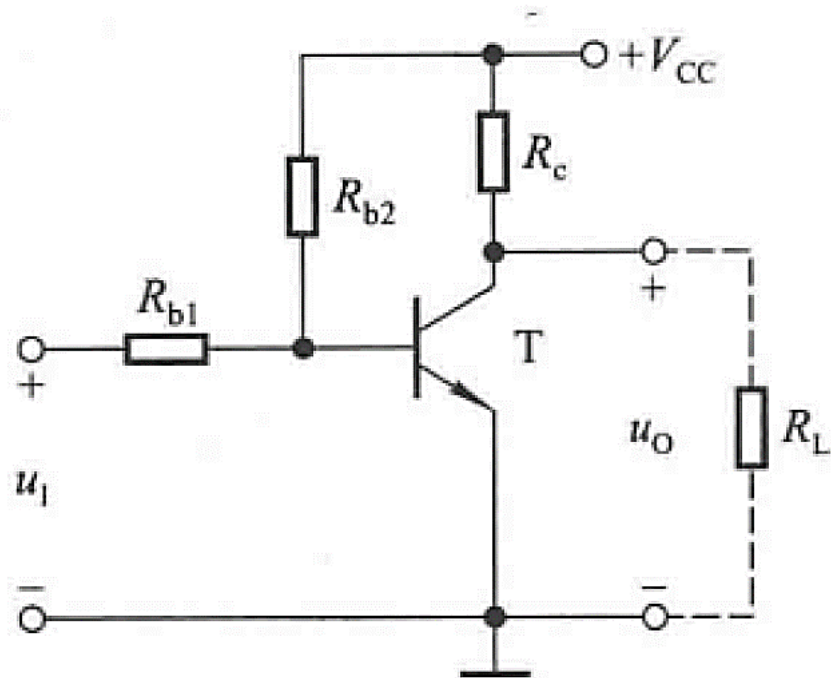
$$R_o = \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \Big|_{\text{独立源置零}} = R_c$$

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

直接耦合共射放大电路

直接耦合共射放大电路的失真分析



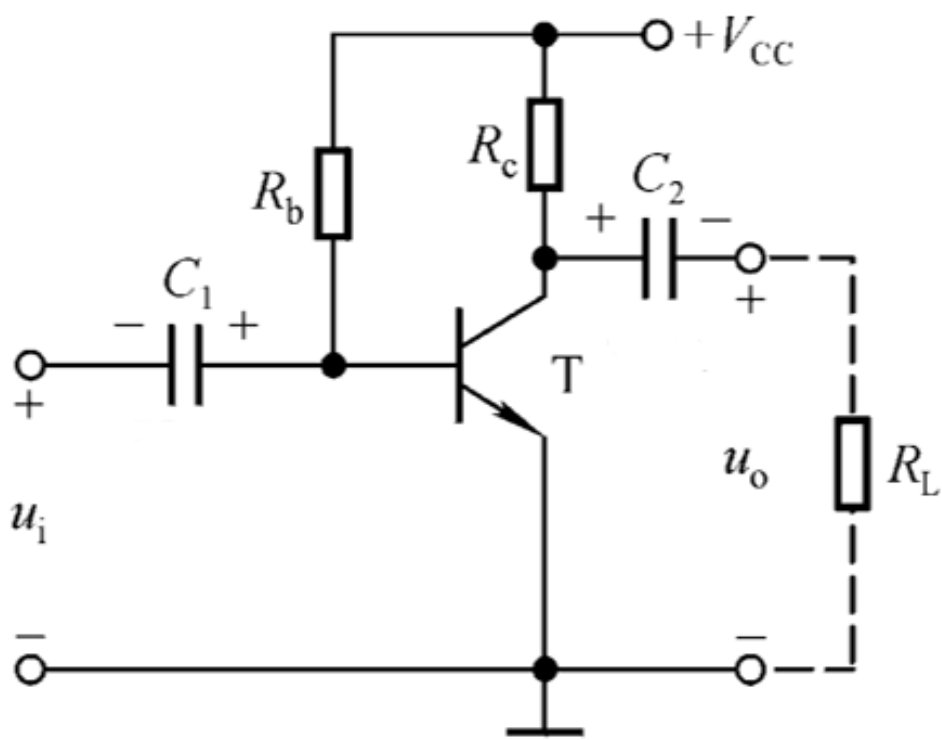
最大不失真输出电压 $U_{om} = \min \left\{ \frac{R'_c I_{CQ}}{\sqrt{2}}, \frac{U_{CEQ} - U_{CES}}{\sqrt{2}} \right\}$ 即 $U_{om} = \min \left\{ \frac{V'_{CC} - U_{CEQ}}{\sqrt{2}}, \frac{U_{CEQ} - U_{CES}}{\sqrt{2}} \right\}$

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

几种典型的基本放大电路

○ 阻容耦合共射放大电路



信号源与放大电路、放大电路与负载之间通过耦合电容连接；

耦合电容容值较大，充放电时间常数较大，端电压近似恒定；

利用耦合电容的充放电将输入信号的变化传递为基极电位的变化，

将集电极电位的变化传递为输出信号的变化；

耦合电容起到“隔直通交”的作用

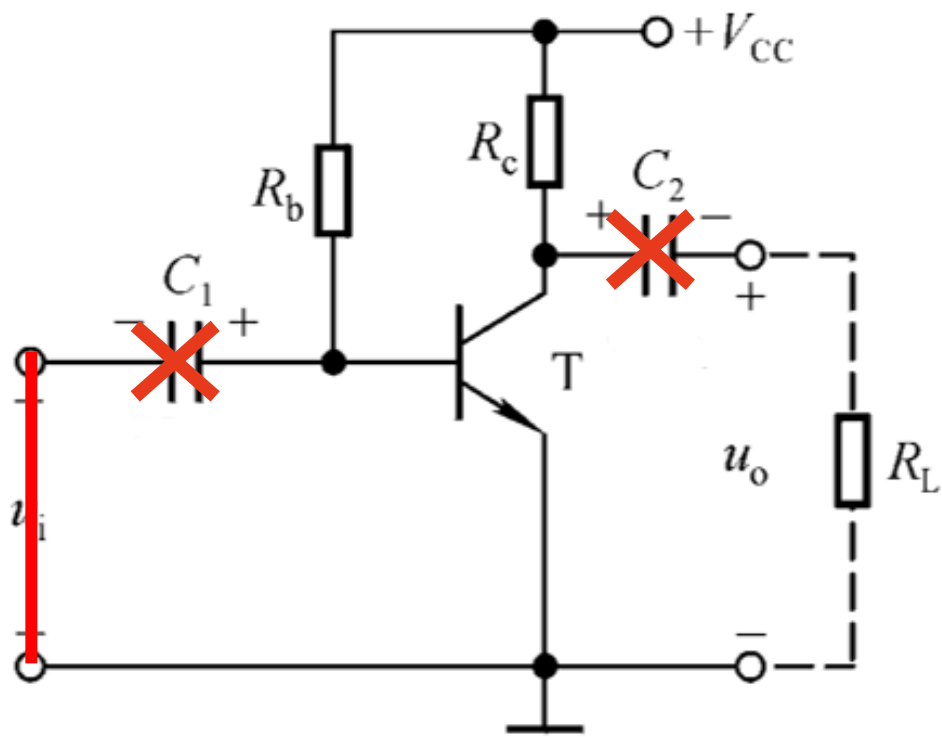
阻容耦合的缺点——无法对直流小信号放大，
信号频率过低输出会发生明显的衰减
(详见第四章频率响应部分)

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

阻容耦合共射放大电路

○ 阻容耦合共射放大电路的静态分析



绘制直流通路

(将交流信号源短路，耦合电容开路)；

①输入回路：

$$\frac{V_{CC} - U_{BQ}}{R_b} = I_{BQ} \quad U_{EQ} = 0 \quad U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

②电流放大关系：

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

③输出回路：

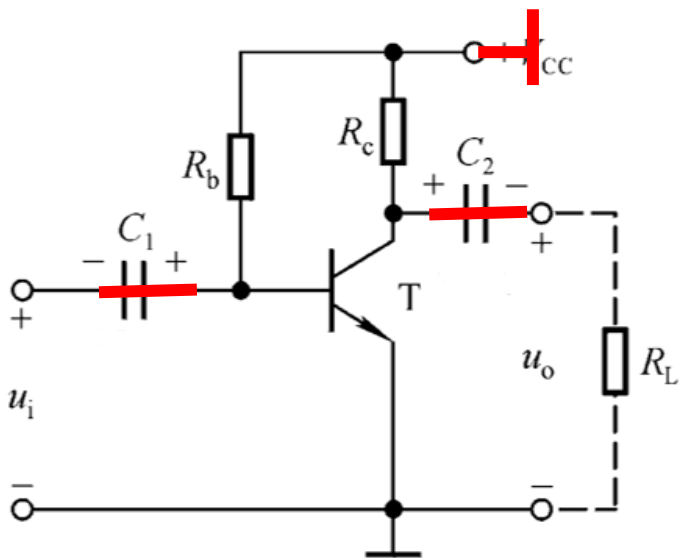
$$U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ} \quad U_{EQ} = 0 \quad U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$$

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

阻容耦合共射放大电路

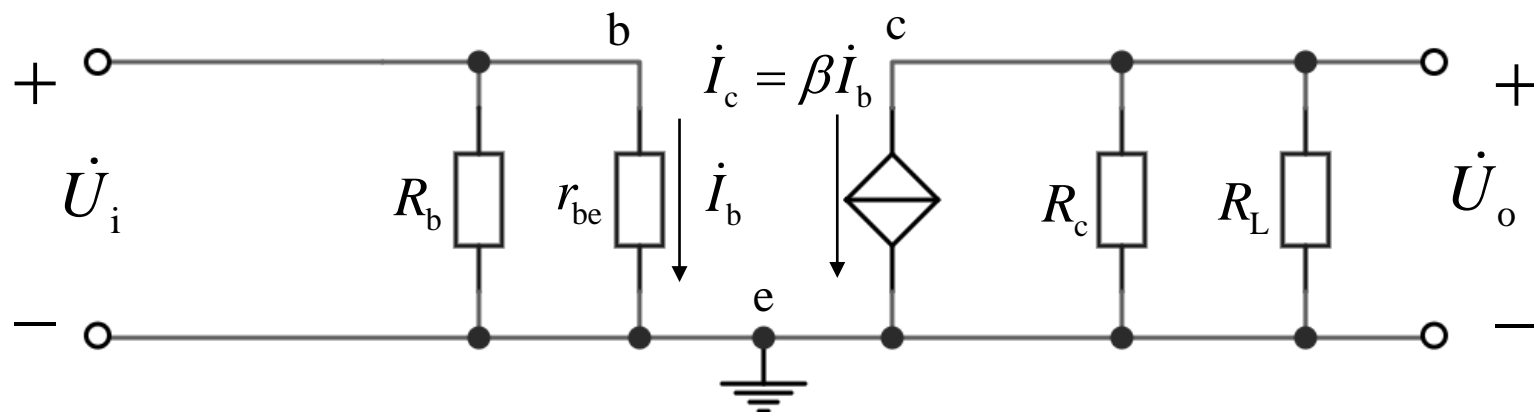
阻容耦合共射放大电路的动态分析



电压放大倍数?

输入电阻?

输出电阻?



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b} = \frac{-\beta (R_c // R_L)}{r_{be}}$$

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

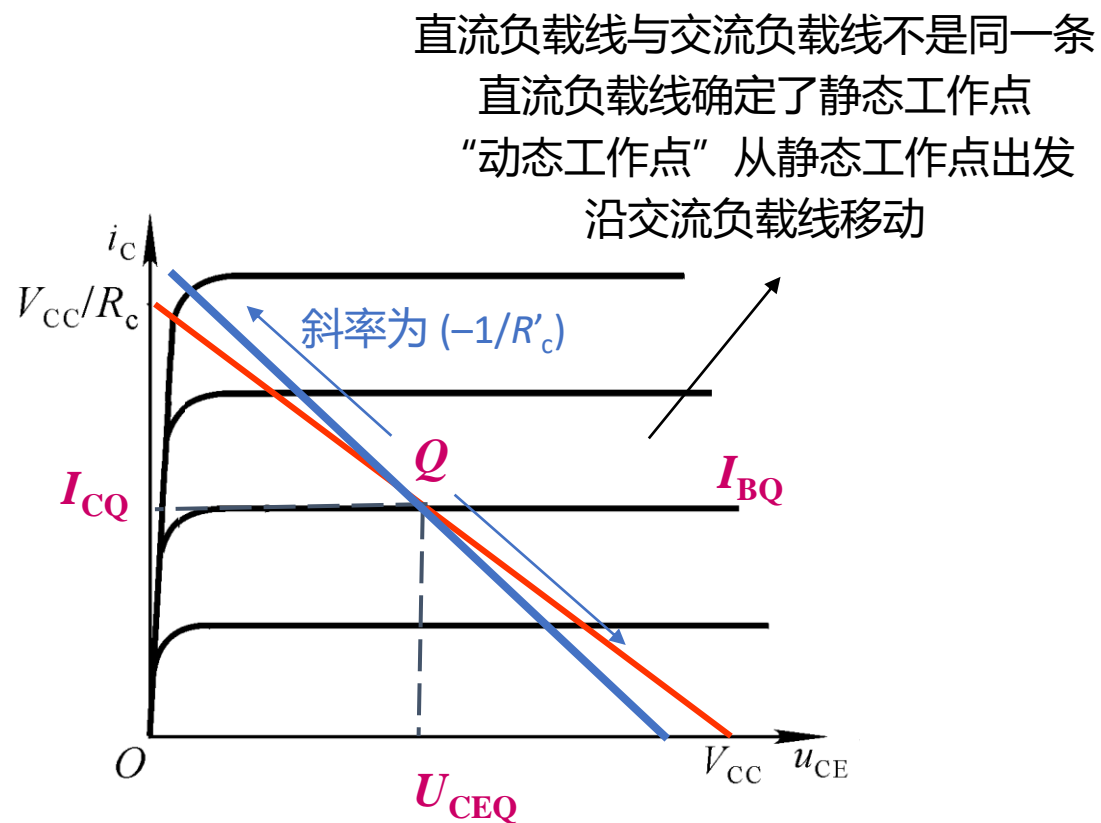
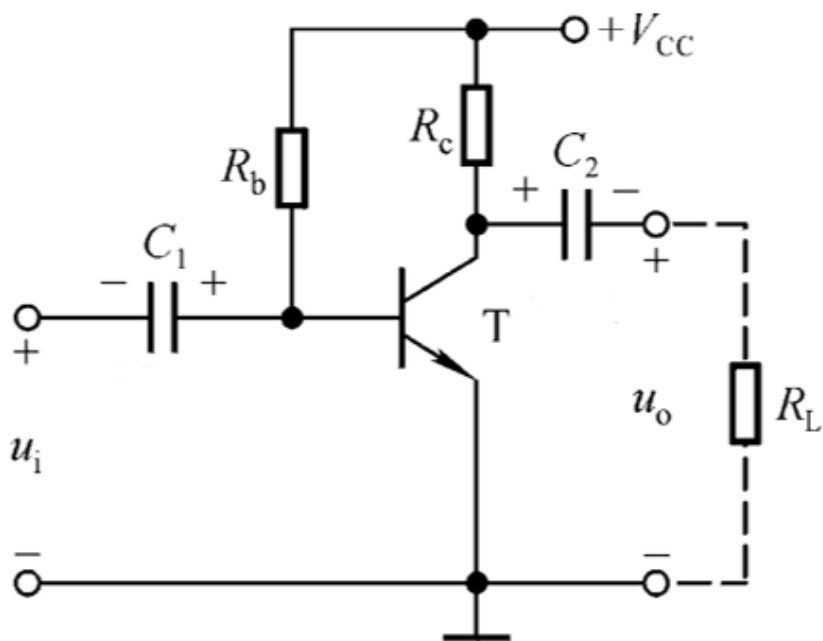
$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_c$$

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

阻容耦合共射放大电路

阻容耦合共射放大电路的失真分析



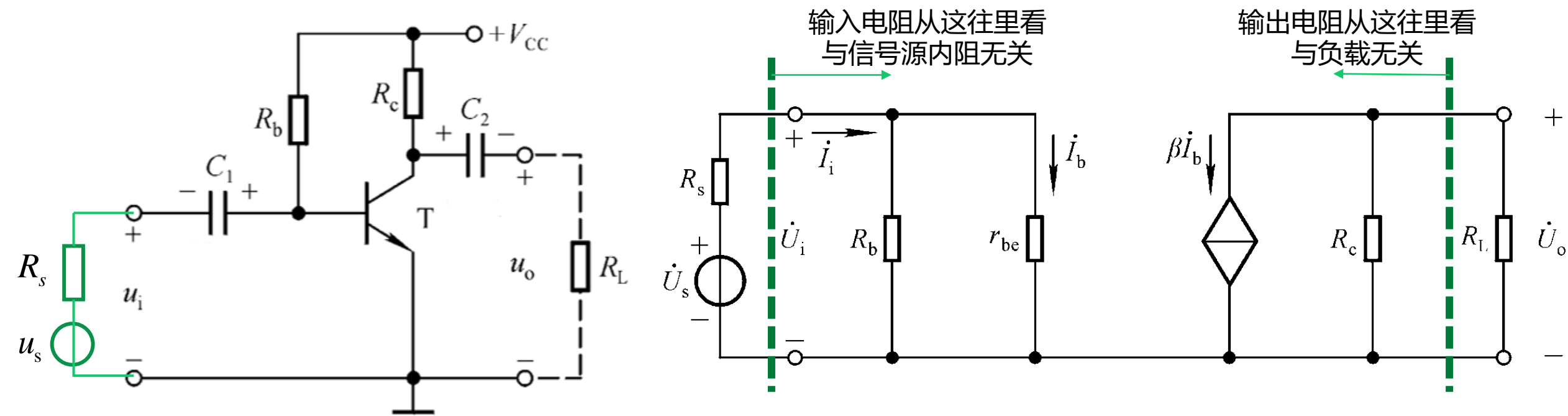
最大不失真输出电压
$$U_{om} = \min \left\{ \frac{R'_c I_{CQ}}{\sqrt{2}}, \frac{U_{CEQ} - U_{CES}}{\sqrt{2}} \right\}$$

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

阻容耦合共射放大电路

考虑实际信号源内阻的阻容耦合共射放大电路



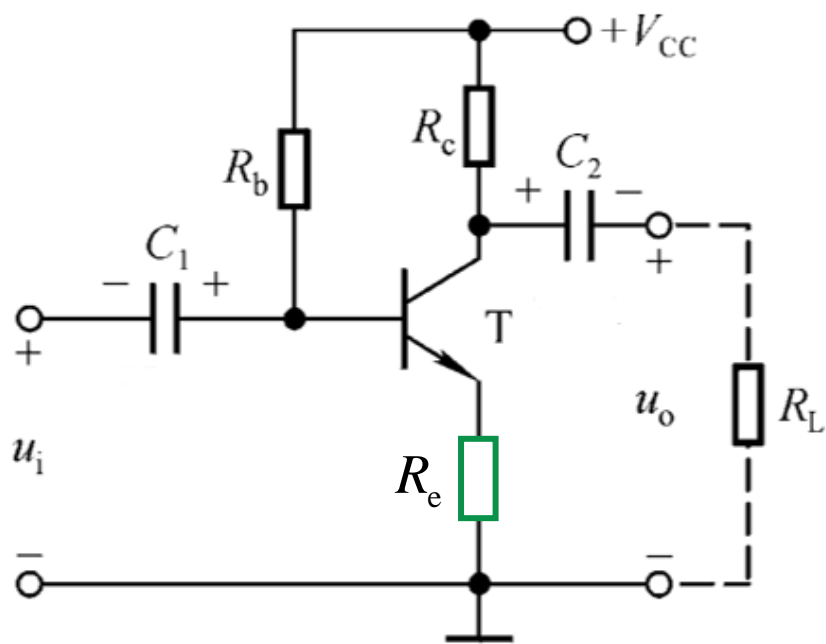
电压放大倍数 $A_{us} = ?$
$$A_{us} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} \times \frac{\dot{U}_i}{\dot{U}_s} = A_u \frac{R_i}{R_i + R_s} \quad (\text{回顾输入电阻的概念})$$

求解输出电阻时， R_s 是否短路？—— No， R_s 应保留，只短路信号源；（虽然对本题结果并无影响）

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

几种典型的基本放大电路

○ 含有发射极电阻的阻容耦合共射放大电路



存在发射极电阻 R_e

此时无论静态分析还是动态分析

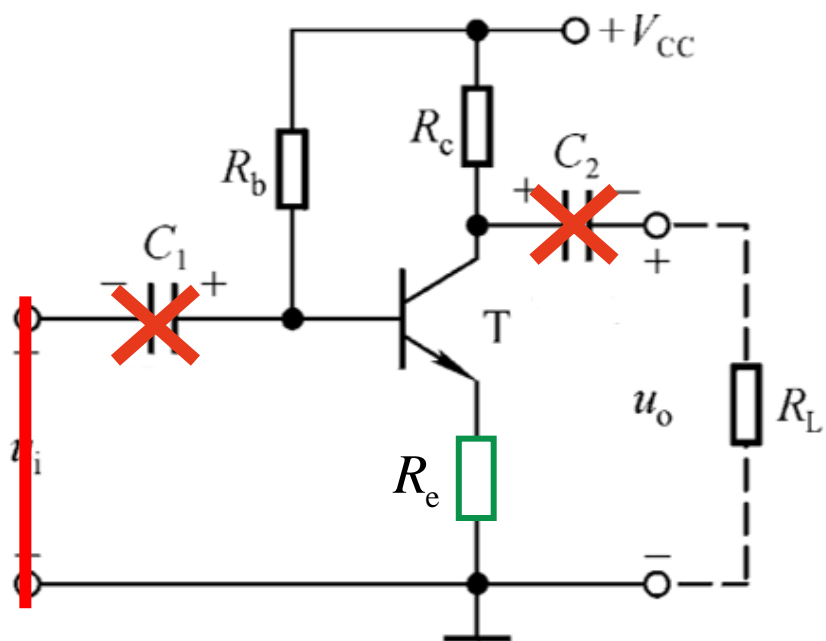
e点电位不再是0!

这个放大电路可称为 “三电阻阻容耦合共射放大电路”

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

三电阻阻容耦合共射放大电路

○ 含有发射极电阻的阻容耦合共射放大电路——静态分析



$$\frac{V_{CC} - U_{BQ}}{R_b} = I_{BQ}$$

$$U_{EQ} = R_e I_{EQ}$$

$$I_{BQ} : I_{CQ} : I_{EQ} = 1 : \beta : 1 + \beta$$

$$U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

$$U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ}$$

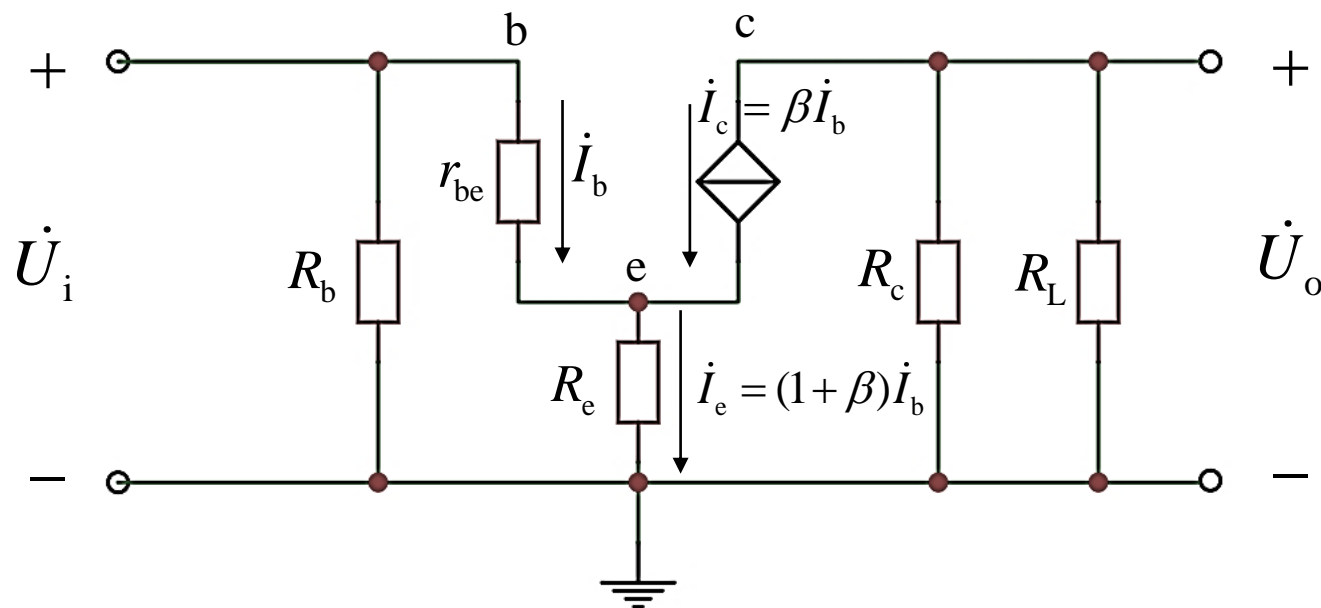
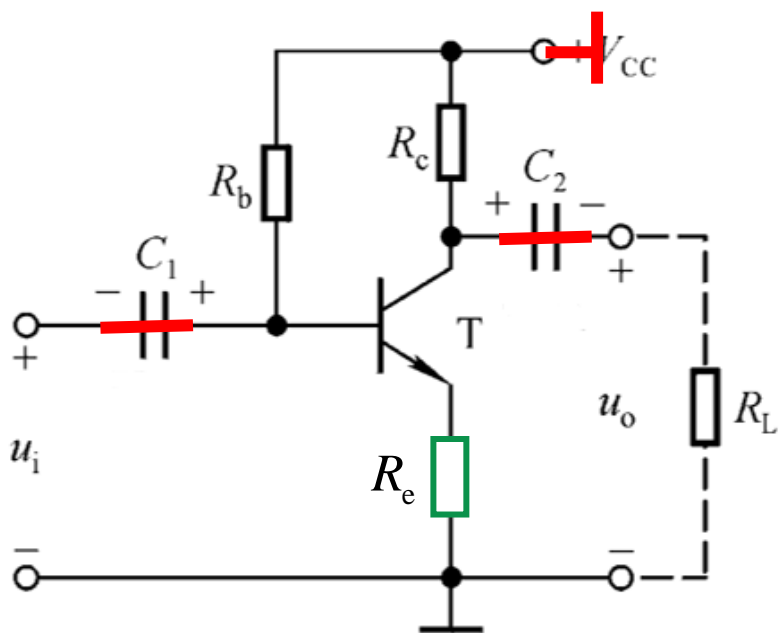
$$U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$$

$$\Rightarrow U_{CEQ} = V_{CC} - \beta R_c \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e} - (1 + \beta) R_e \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e} \quad (\text{不需要背下来})$$

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

三电阻阻容耦合共射放大电路

含有发射极电阻的阻容耦合共射放大电路——动态分析



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b + R_e (1 + \beta) \dot{I}_b} = \frac{-\beta (R_c // R_L)}{r_{be} + R_e (1 + \beta)}$$

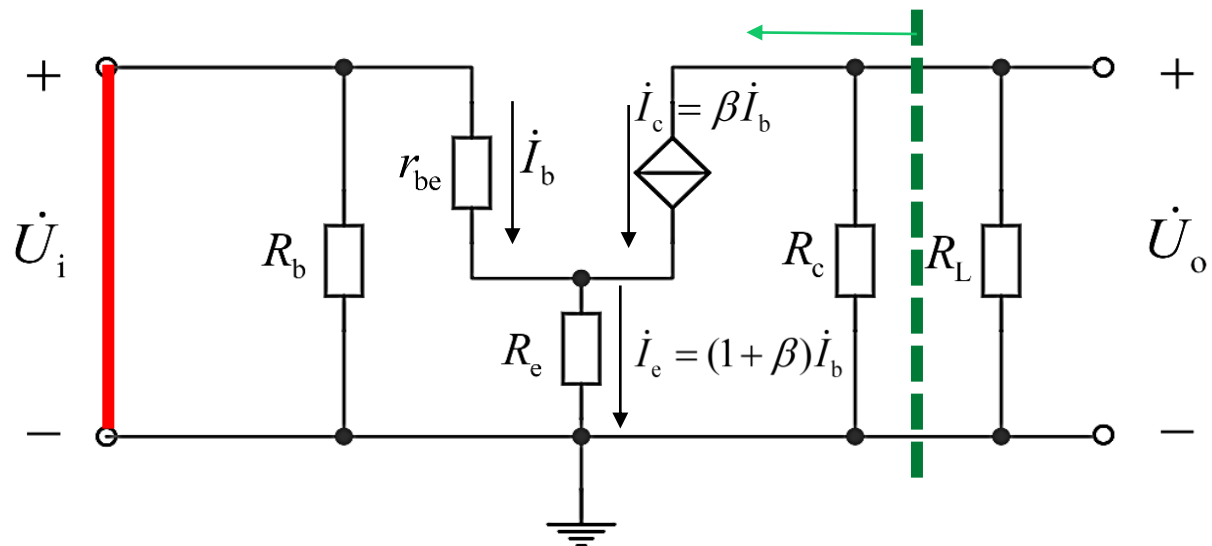
$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_b // \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_b} = R_b // \frac{r_{be} \dot{I}_b + R_e (1 + \beta) \dot{I}_b}{\dot{I}_b} = R_b // [r_{be} + (1 + \beta) R_e]$$

$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_c$$

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

三电阻阻容耦合共射放大电路

存在发射极电阻时动态分析求解输出电阻注意：



虽然输出电阻最后的结果是 R_c ，但求解过程并不是直接将受控电流源开路！！

将独立电压源短路后，受控源仍然保留，从输出端口外施电源往里看，

假设受控电流源存在电流，则受控电流源电流、 r_{be} 电流、 R_e 电流应满足 $\beta : 1 : 1 + \beta$ 的关系，

且方向如图所示，而根据KVL $r_{be} - R_e$ 这条支路压降必须为零，因此这三个电流都为零，即受控源开路；

原作者：b站up主一这个ximo不太冷

放大电路静态工作点的稳定

○ 影响静态工作点的因素——晶体管参数

当**环境温度**发生变化时，晶体管的放大系数会变化；

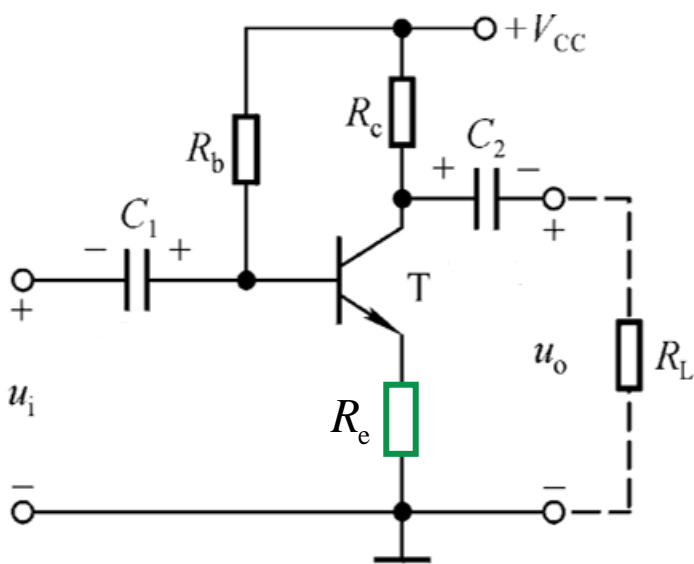
温度升高，晶体管的放大系数会增大，静态集电极电流 I_{CQ} 增大，晶体管管压降 U_{CEQ} 减小，即 Q 点向左上方移动；

由温度变化引起的静态工作点的移动称作“温漂”；

(除此之外，每个厂家生产的晶体管本身存在着产品的分散性，会有比较大的参数误差范围)

放大电路静态工作点的稳定

○ 发射极电阻对静态工作点的稳定原理



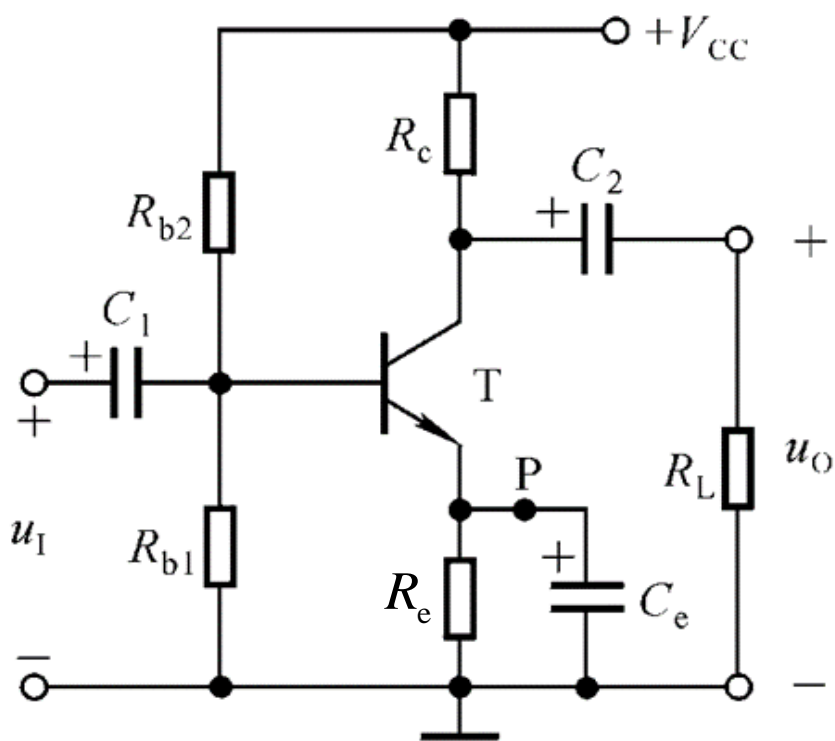
当集电极电流变化时，发射极电流跟随其产生相同的变化（晶体管放大区的电流关系），电阻 R_e 上的压降即发射极电位也产生相同的变化（欧姆定律），发射结压降即 U_{BE} 产生相反的变化（基极电位基本不变），进而基极电流产生相反的变化（晶体管的输入伏安特性曲线），最终抑制了集电极电流的变化； R_e 越大，抗扰效果即稳定能力越好；

例：温度 $\uparrow \rightarrow \beta \uparrow \rightarrow I_C \uparrow$ ， $I_E \uparrow \rightarrow U_E \uparrow \rightarrow U_{BE} \downarrow \rightarrow I_B \downarrow \rightarrow I_C \downarrow$

这是一种“**负反馈**”作用，因此 R_e 也被成为反馈电阻；
因为是对静态工作点进行稳定，因此称为引入直流负反馈；
(第五章反馈的内容会进一步讨论)

静态工作点稳定的共射放大电路

分压偏置式阻容耦合共射放大电路（四电阻阻容耦合共射放大电路）



结构特点：

两个基极偏置电阻 —— R_{b1} 、 R_{b2} ；

集电极电阻 —— R_c ；

发射极电阻 —— R_e ；

发射极旁路电容 —— C_e ；

思考：

旁路电容 C_e 的作用是什么？

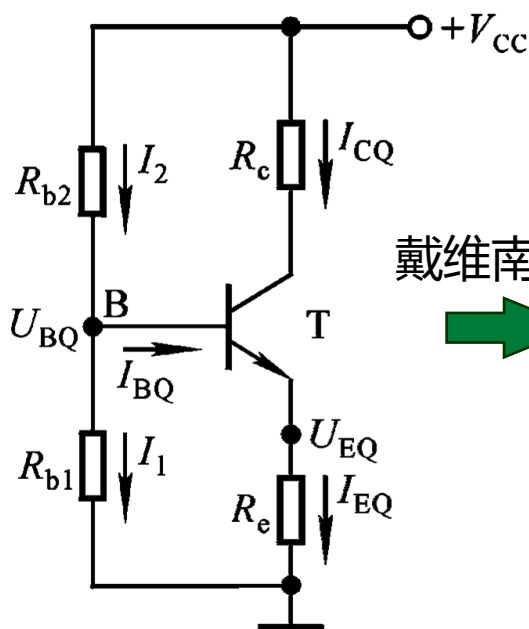
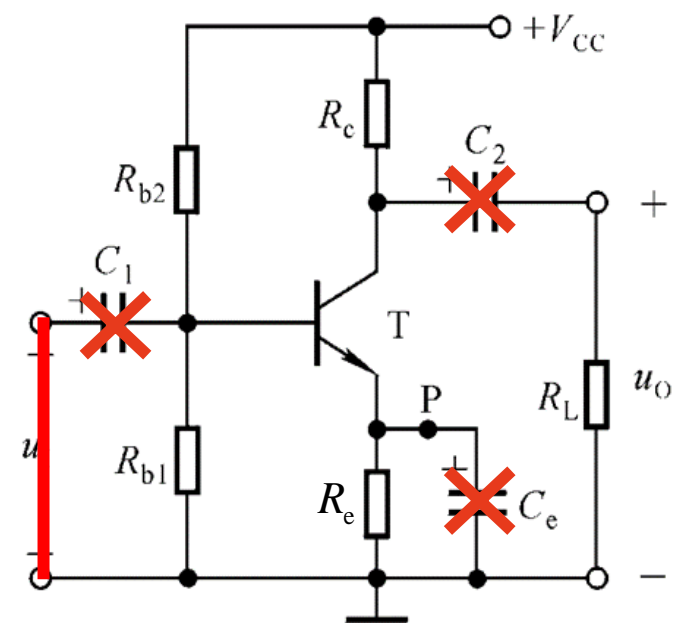
（静态动态的分离）

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

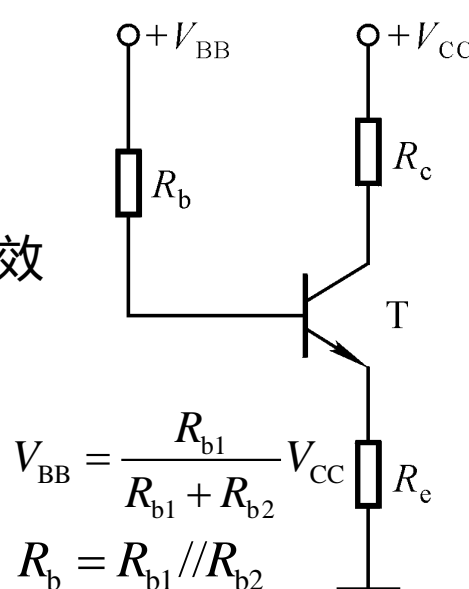
思考：如何用图解法分析此电路的静态工作点？

静态工作点稳定的共射放大电路

分压偏置式阻容耦合共射放大电路的静态分析



戴维南等效



$$\frac{V_{BB} - U_{BQ}}{R_b} = I_{BQ}$$

$$U_{EQ} = R_e I_{EQ}$$

$$I_{BQ} : I_{CQ} : I_{EQ} = 1 : \beta : 1 + \beta$$

$$U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

$$U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ}$$

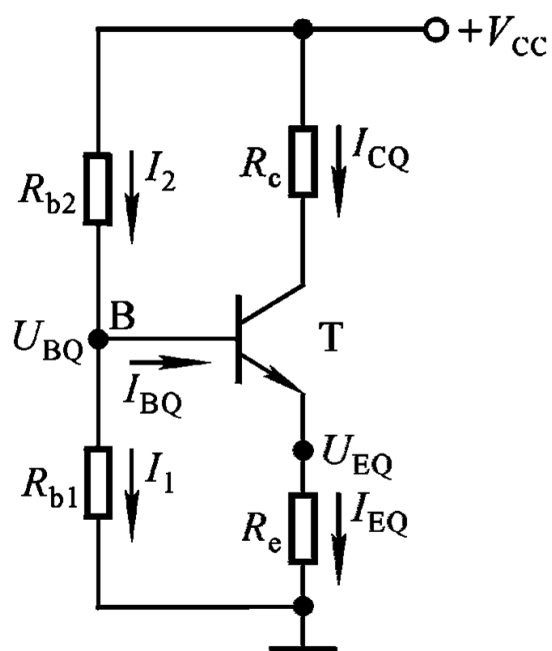
$$U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$$

$$\Rightarrow U_{CEQ} = V_{CC} - \beta R_c \frac{kV_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_e} - (1 + \beta)R_e \frac{kV_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_e}, \quad k \text{ 为分压比}, \quad k = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} \quad (\text{不需要背下来})$$

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

静态工作点稳定的共射放大电路

分压偏置式阻容耦合共射放大电路静态分析的近似算法



忽略基极电流 (非常小)

$$I_1 = I_2$$



集电极电流约等于发射极电流
(放大系数足够大)

(满足 $(1 + \beta)R_e \gg R_{b1} // R_{b2}$, $\beta \gg 1$)

$$U_{BQ} = kV_{CC} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

$$U_{EQ} = R_e I_{EQ}$$

$$U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

$$I_{EQ} = I_{CQ}$$

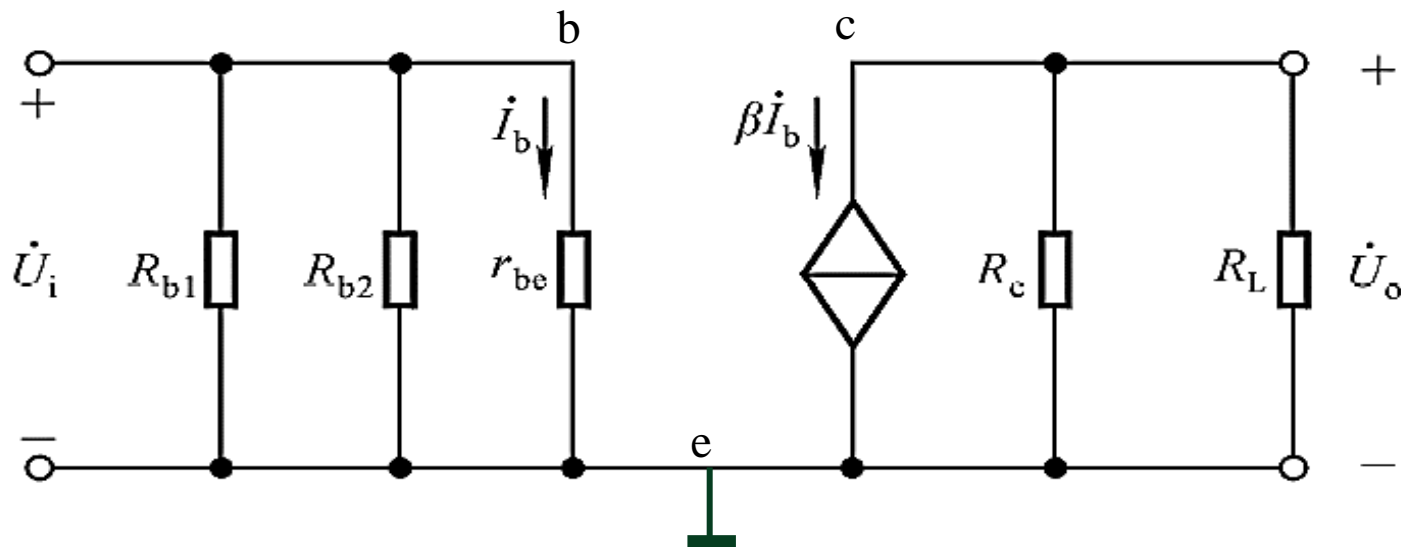
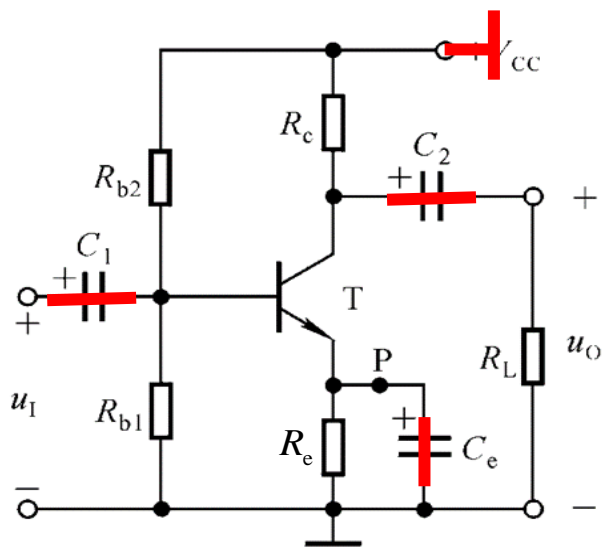
$$U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ}$$

$$U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$$

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路

分压偏置式阻容耦合共射放大电路的动态分析



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b} = \frac{-\beta (R_c // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_{b1} // R_{b2} // r_{be}$$

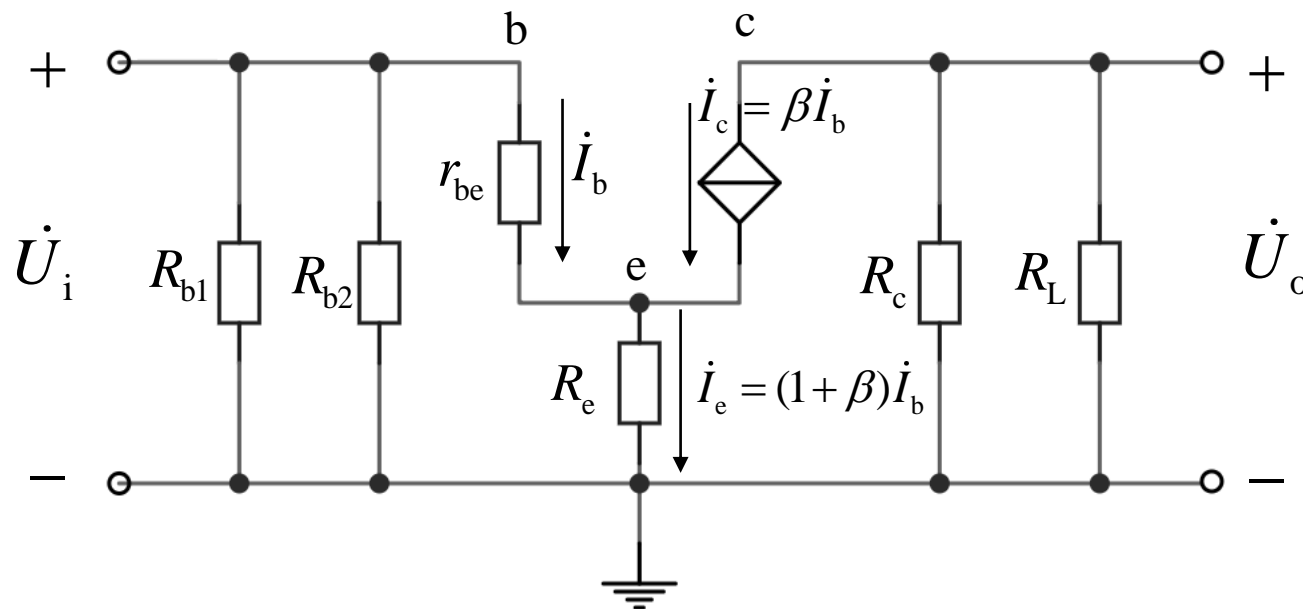
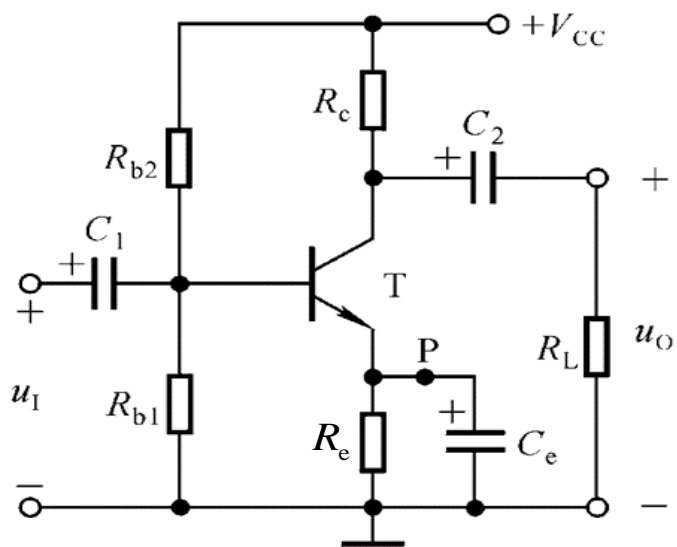
$$R_o = R_c$$

静态工作点稳定的共射放大电路

思考：

学会辩证地分析问题
(trade-off)

没有发射极旁路电容的情况



静态分析保持不变；

动态交流电压放大倍数：

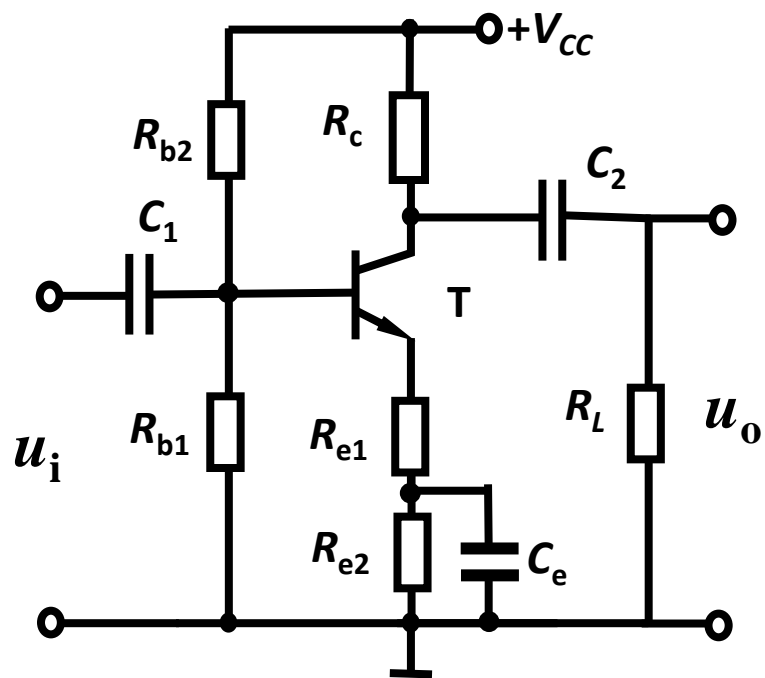
$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b + R_e (1 + \beta) \dot{I}_b} = \frac{-\beta (R_c // R_L)}{r_{be} + R_e (1 + \beta)} \approx \frac{-(R_c // R_L)}{R_e} (\beta \gg 1, R_e \gg r_{be})$$

可以看到，当反馈电阻存在于交流通路时，交流放大倍数虽然大幅度的衰减，但是交流电压放大倍数也不受晶体管参数的影响，具有一定的稳定性；

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路

实用的分压偏置式阻容耦合共射放大电路



实用电路中经常将 R_e 分为两部分以平衡放大增益与稳定性：

R_{e1} 既存在于直流通路中，又存在于交流通路中

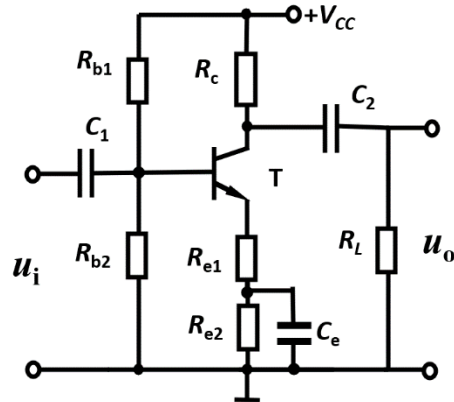
直流负反馈与交流负反馈（第五章进一步讨论）

R_{e2} 仅存在于直流通路中

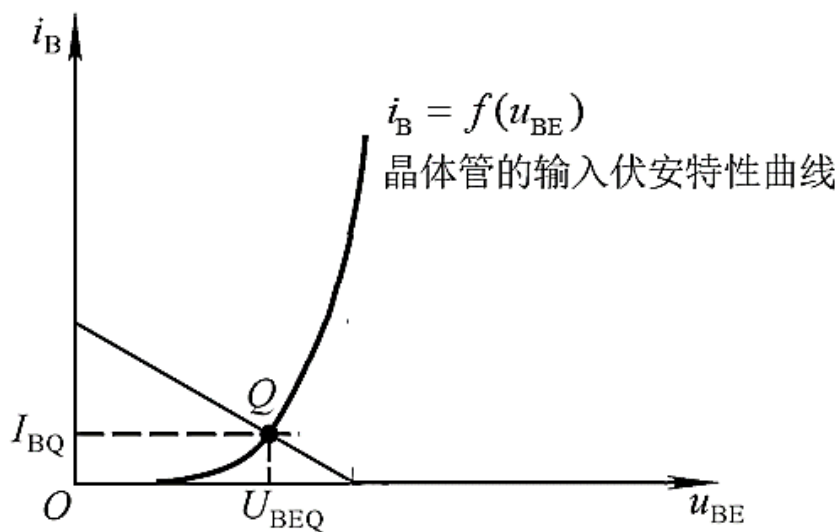
直流负反馈（第五章进一步讨论）

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
 课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路



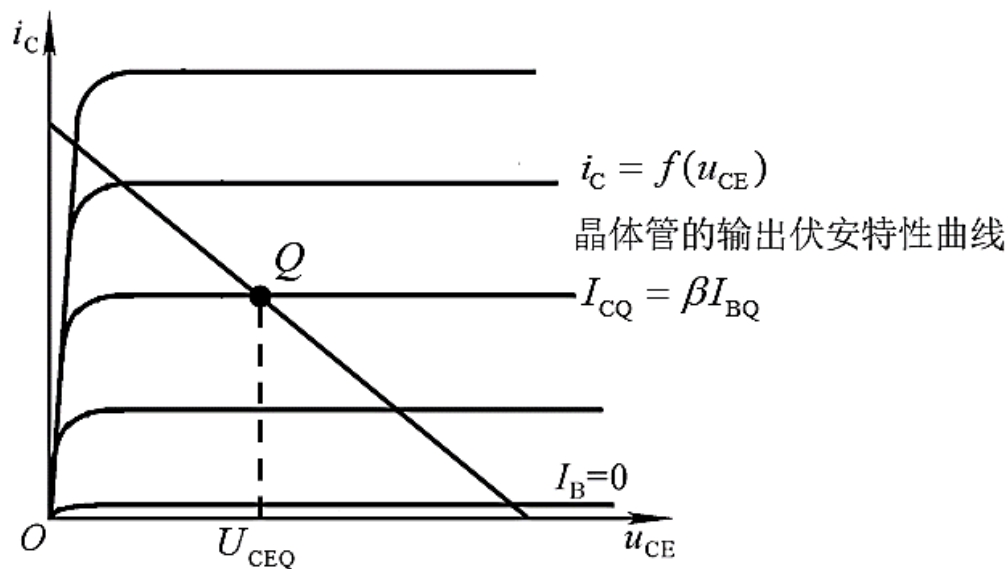
实用的分压偏置式阻容耦合共射放大电路的静态分析 —— 图解法



与输入伏安特性曲线相交的直线为输入回路经戴维南等效后的外特性：

与横轴的交点： $\frac{R_{b2}}{R_{b2} + R_{b1}} V_{CC}$

斜率： $-\frac{1}{(1 + \beta)(R_{e1} + R_{e2}) + R_{b1} // R_{b2}}$



与输出伏安特性曲线相交的直线为输出回路经戴维南等效后的外特性：

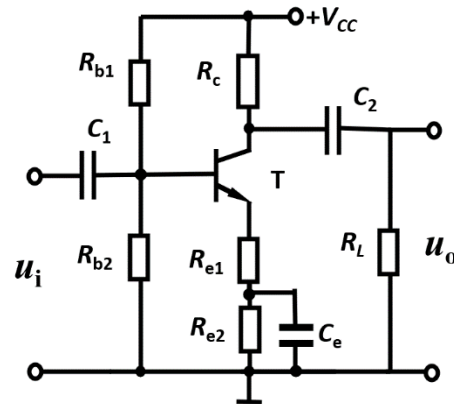
与横轴的交点： V_{CC}

斜率： $-\frac{1}{\frac{1 + \beta}{\beta}(R_{e1} + R_{e2}) + R_c}$

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路



实用的分压偏置式阻容耦合共射放大电路的静态分析 —— 估算法

$$\begin{cases} U_{BQ} \approx \frac{R_{b2}}{R_{b2} + R_{b1}} V_{CC} (\text{忽略基极电流}) \\ U_{EQ} = (R_{e2} + R_{e1}) I_{EQ} \\ U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} \approx 0.7V \\ I_{EQ} \approx I_{CQ} \\ U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ} \\ U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ} \end{cases}$$

或

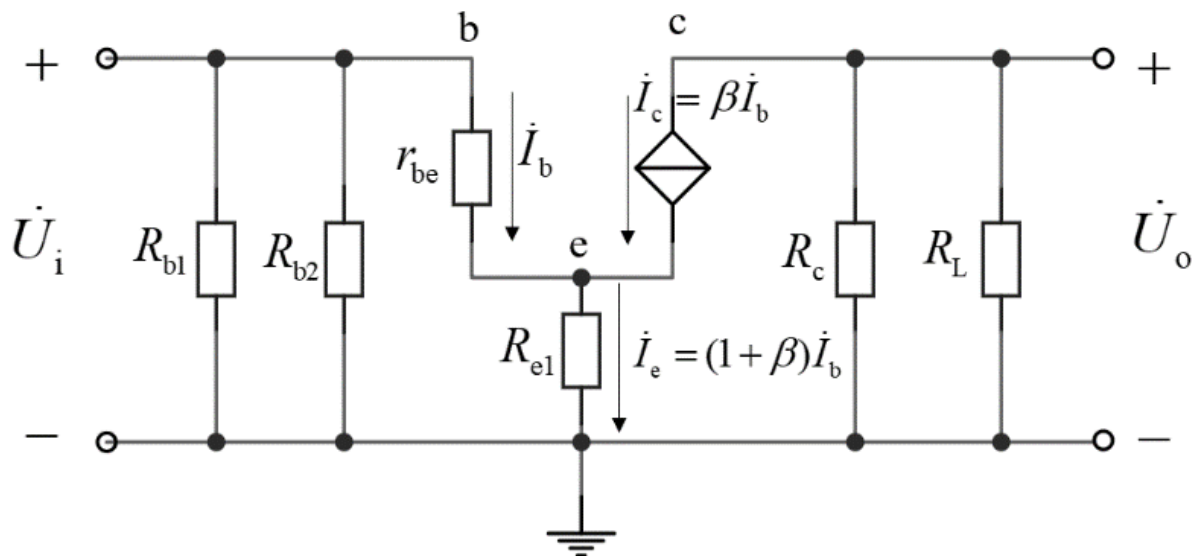
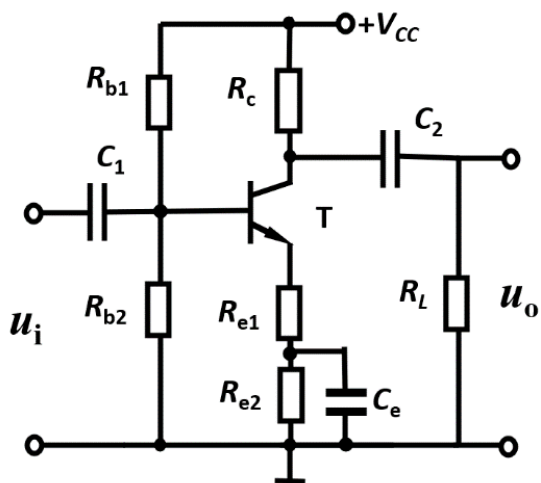
$$\begin{cases} \frac{V_{CC} - U_{BQ}}{R_{b1}} = \frac{U_{BQ} - 0}{R_{b2}} + I_{BQ} (\text{KCL}) \\ U_{EQ} = (R_{e2} + R_{e1}) I_{EQ} \\ I_{BQ} : I_{CQ} : I_{EQ} = 1 : \beta : 1 + \beta \\ U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} \approx 0.7V \\ U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ} \\ U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ} \end{cases}$$

(两种计算过程均可，第一种要说明静态基极电流近似为零)

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路

实用的分压偏置式阻容耦合共射放大电路的动态分析

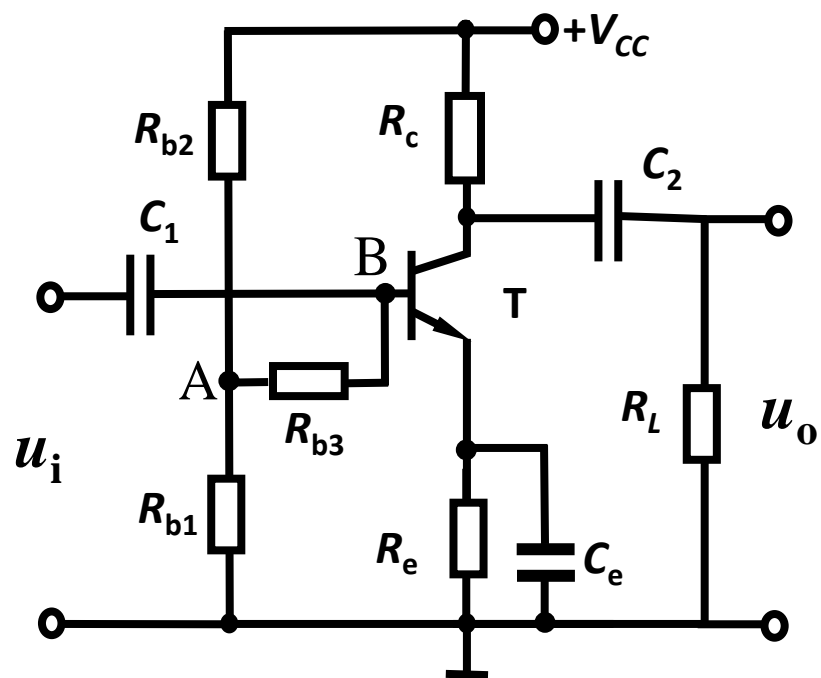


$$A_u = \frac{-\beta(R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}}$$
$$R_i = [r_{be} + (1 + \beta)R_{e1}] // R_{b2} // R_{b1}$$
$$R_o = R_c$$

静态工作点稳定的共射放大电路

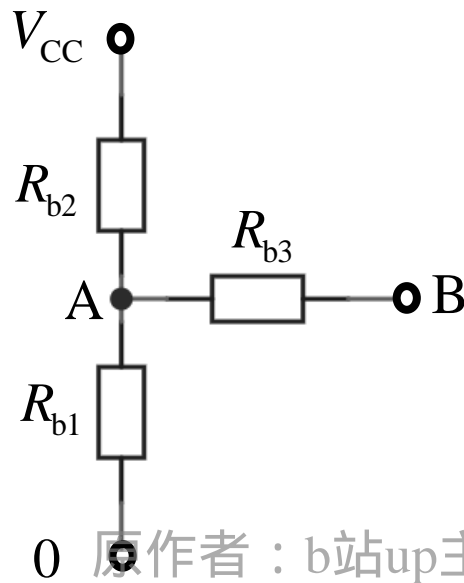
○ T型偏置式阻容耦合共射放大电路

结构特点 —— T型：三个基极偏置电阻



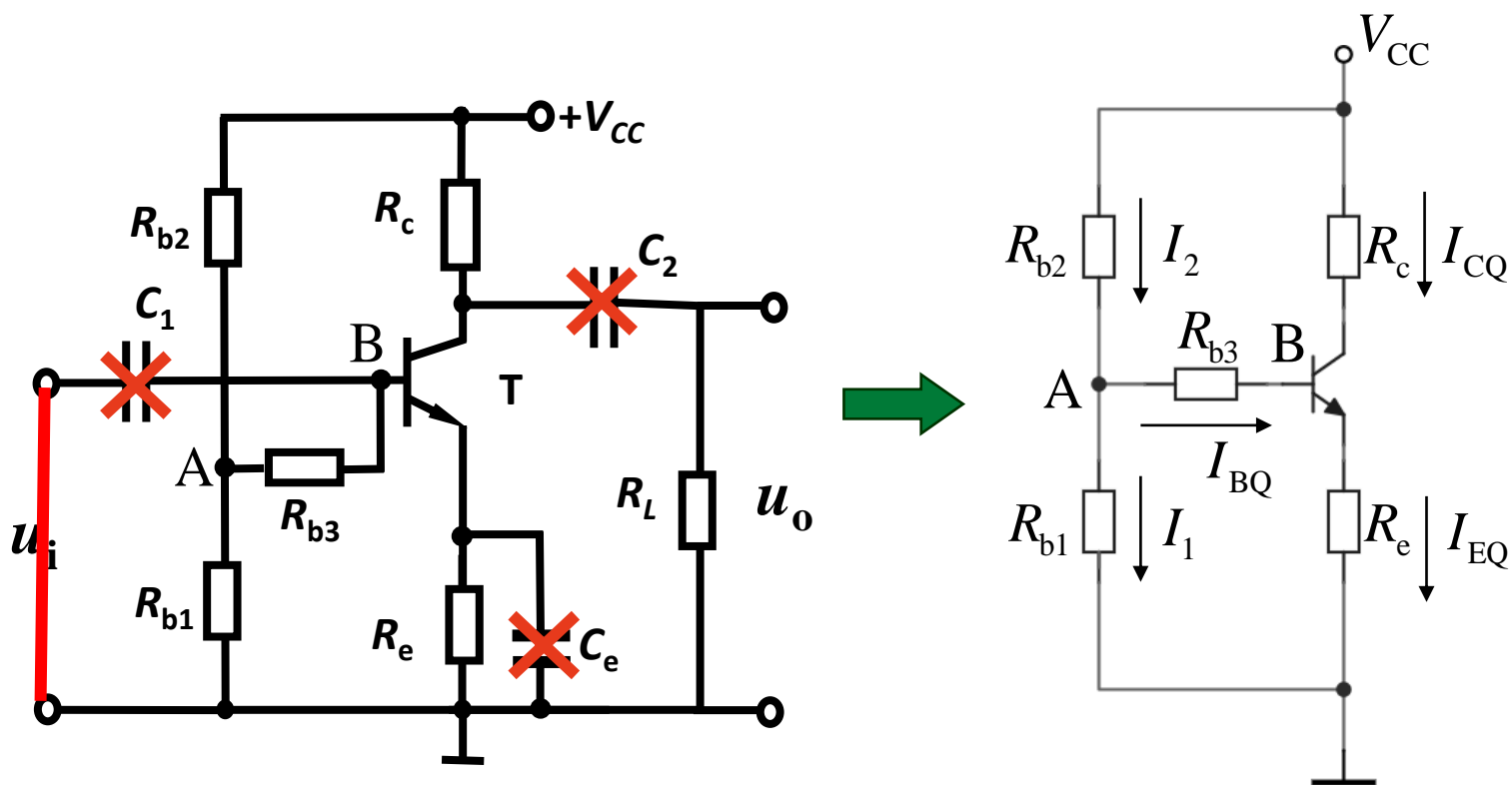
R_{b1} 与 R_{b2} 分压

R_{b3} 两端分别为分压点 A 与晶体管的基极 B



静态工作点稳定的共射放大电路

○ T型偏置式阻容耦合共射放大电路的静态分析



近似计算：

忽略基极电流 I_{BQ} ，认为 $U_{BQ} = U_A$ ；

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} ;$$

$$U_{BQ} = U_A = kV_{CC} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

$$U_{EQ} = R_e I_{EQ}$$

$$U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

$$I_{EQ} = I_{CQ}$$

$$U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ}$$

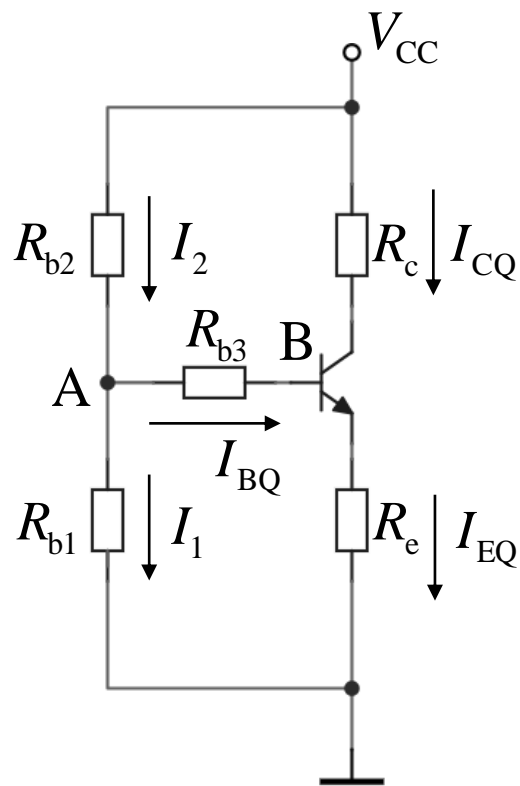
$$U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$$

原作者：b站up主-这个ximo不太冷

静态工作点稳定的共射放大电路

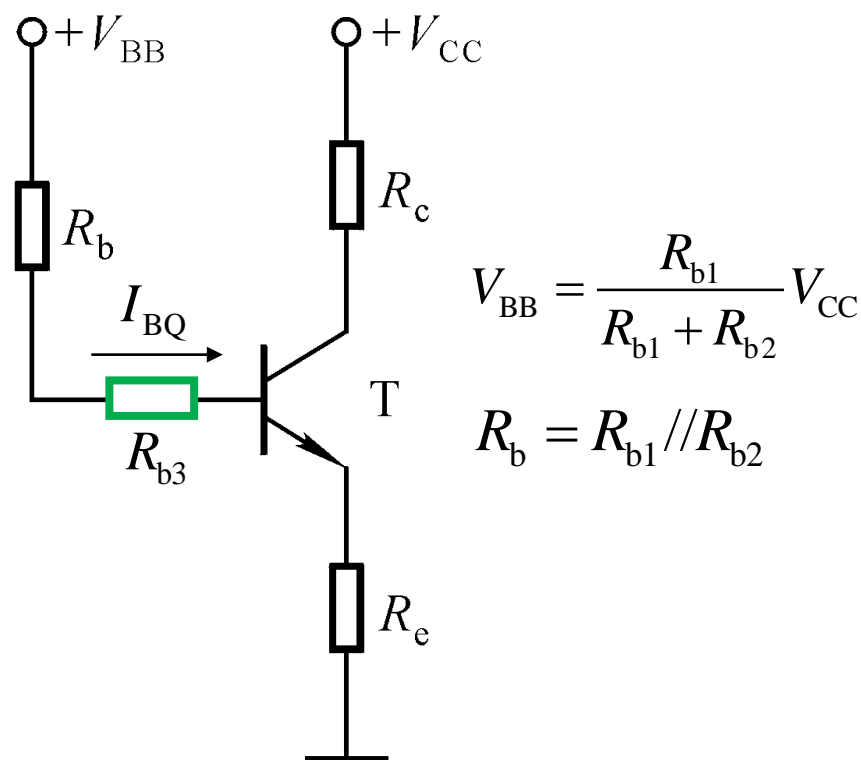
○ T型偏置式阻容耦合共射放大电路静态分析的输入回路等效算法

与分压偏置式阻容耦合共射放大电路输入回路的等效回路的关系：



对A点输出进行戴维南等效变换
(以 U_A 为输出电压, I_{BQ} 为输出电流)

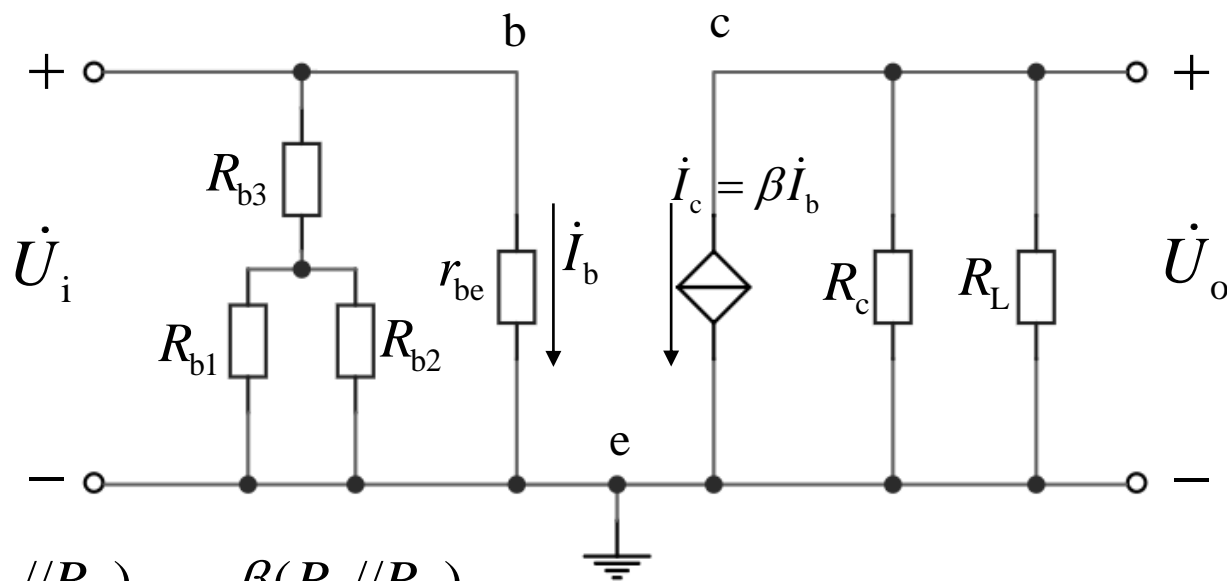
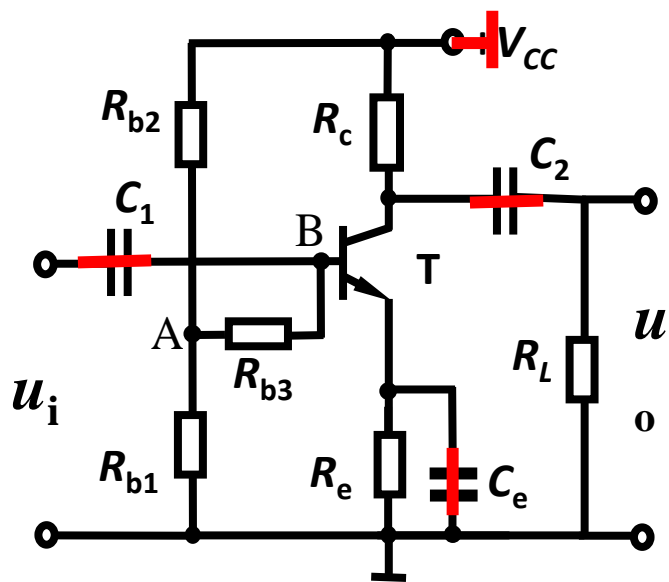
注：
也可以直接对B点输出进行戴维南等效变换
结果相同



请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路

T型偏置式阻容耦合共射放大电路的动态分析



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b} = \frac{-\beta (R_c // R_L)}{r_{be}}$$

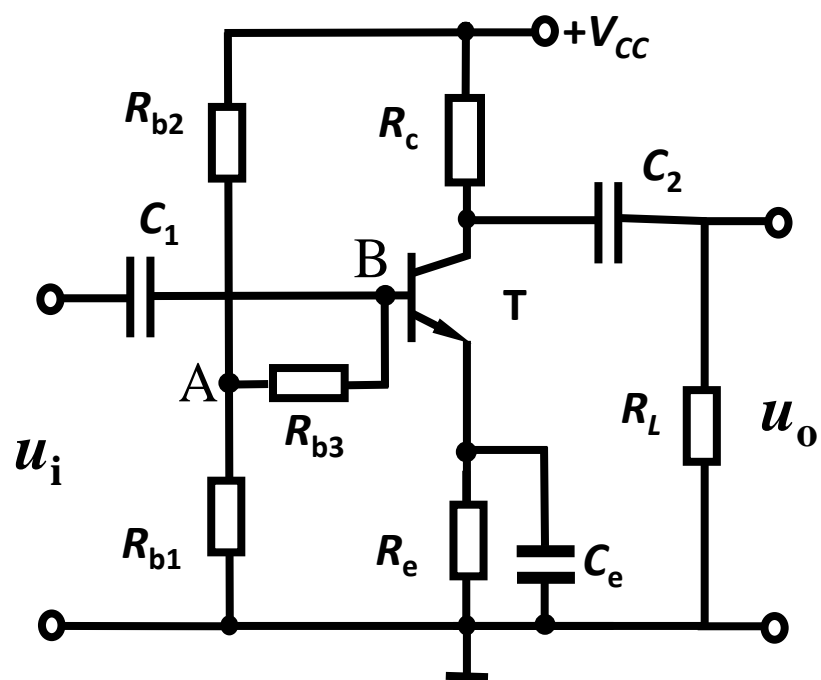
$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = [R_{b3} + (R_{b1} // R_{b2})] // r_{be}$$

$$R_o = R_c$$

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路

○ T型偏置式阻容耦合共射放大电路



T型偏置式共射放大电路的特点：

静态工作点只取决于 R_{b1} 与 R_{b2} 分压；

输入电阻为 $R_{b3} + (R_{b1} // R_{b2})$ ；

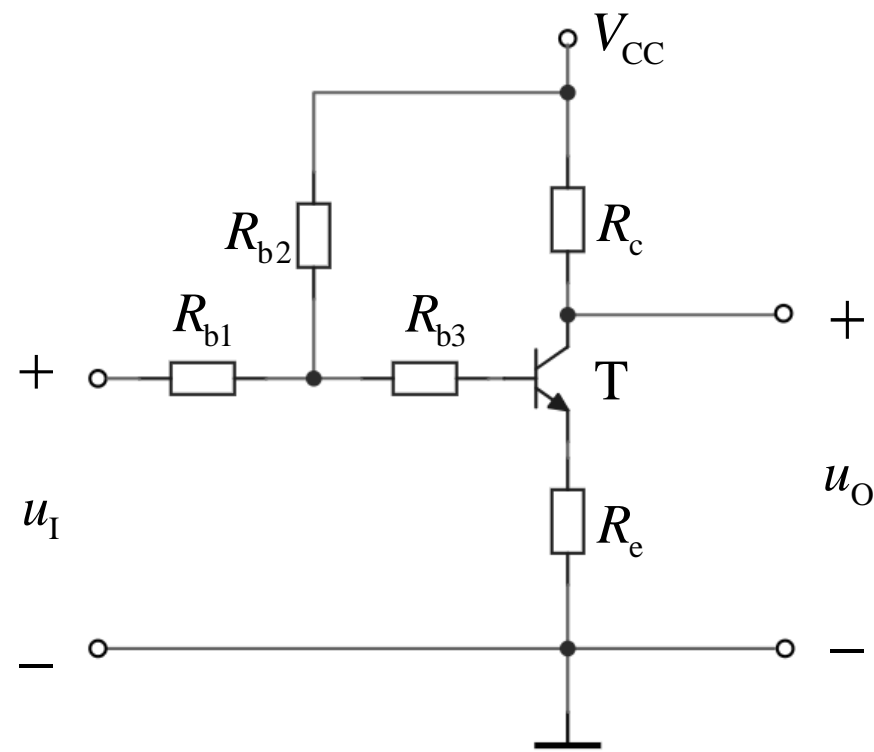
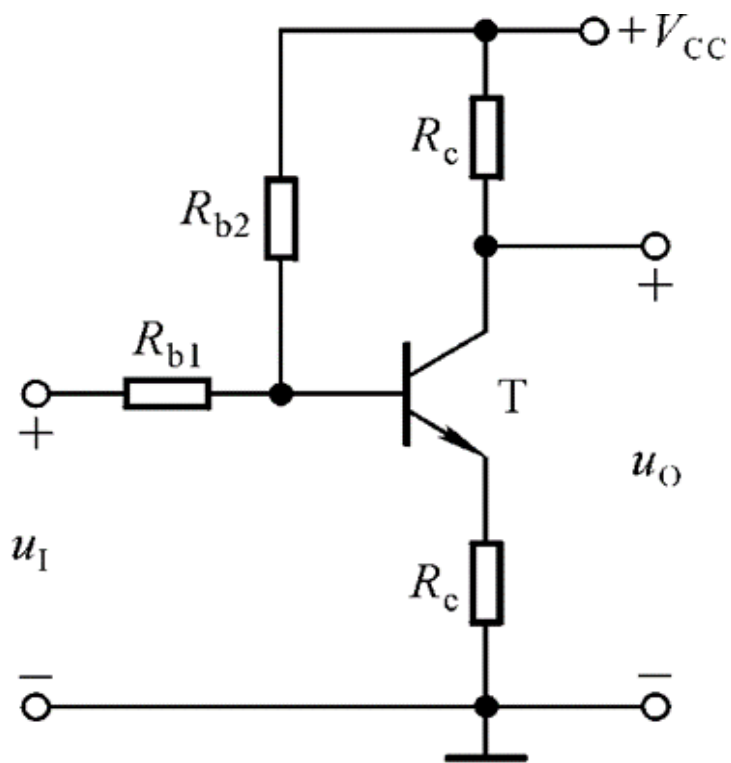
因此可以在设置合适的静态工作点的同时，

保证输入电阻的性能要求；

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

静态工作点稳定的共射放大电路

静态工作点稳定的直接耦合共射放大电路示例



静态分析与动态分析——自测

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

放大电路静态工作点的稳定

○ 放大电路的静态工作点小结

- 静态工作点最基本的要求是在无输入信号作用时晶体管工作在放大区；
- 从增大最大不失真输出电压，防止截止与饱和失真的角度，静态工作点的管压降 U_{CEQ} 应处于动态交流负载线的中点处最佳，不能过于靠近饱和区或截止区；
- 静态工作点除了要设置地合适，还要保证一定的稳定性，抑制由于晶体管参数变化或外界干扰引起的偏移，一般可通过引入直流负反馈（例如增加发射极电阻）实现；

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

几种典型的基本放大电路

小结

- 一定不要去直接背前面的这些电路图以及它们静态分析和动态分析的结果，复习时将此ppt中的这些典型电路当作例题，重新自测一遍；
- 要求能够根据电路结构识别出几种静态工作点稳定的放大电路，熟悉它们的分析方法（特别是静态分析）；