

CC Amplifier Circuit And CB Amplifier Circuit

共集电极放大电路和共基极放大电路

---

## 第5章 双极结型三极管及其放大电路

### 第5节 共集电极放大电路和共基极放大电路

共集电  
极放大  
电路

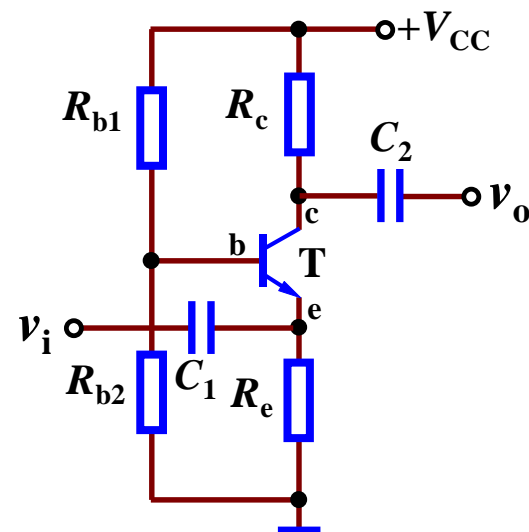
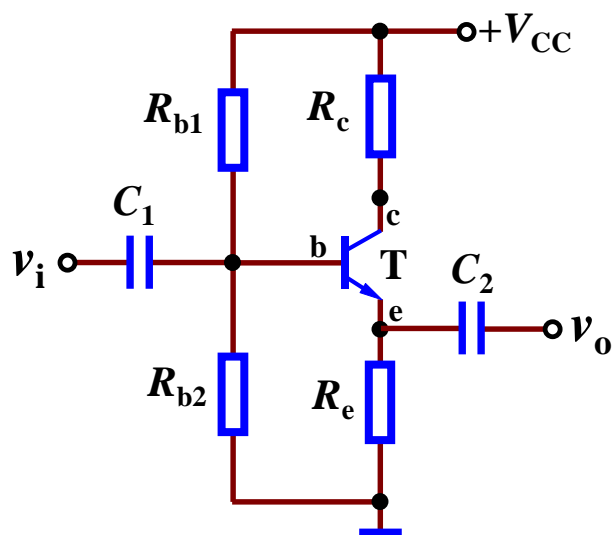
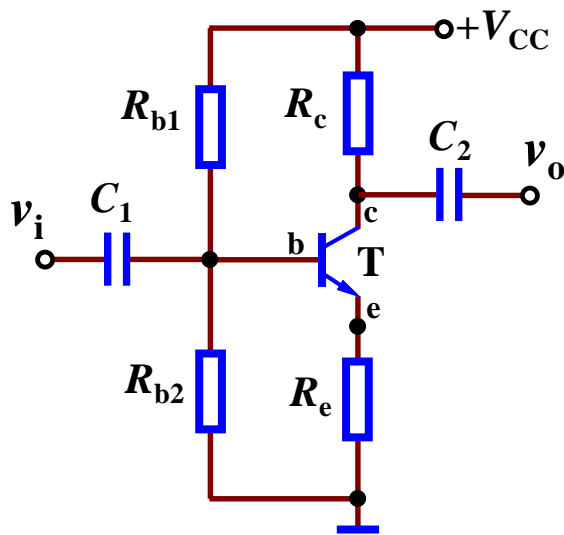
共基极  
放大电  
路

BJT放  
大电路  
的三种  
组态

01

02

03



以输入、输出信号的位置为判断依据：

信号由基极输入，集电极输出—— 共射极放大电路

信号由基极输入，发射极输出—— 共集电极放大电路

信号由发射极输入，集电极输出—— 共基极电路

共集电极电路结构如图示

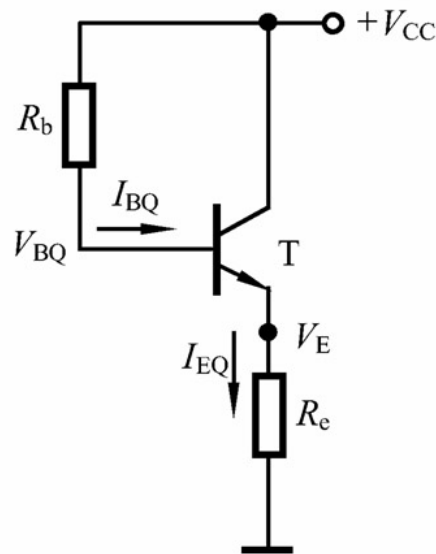
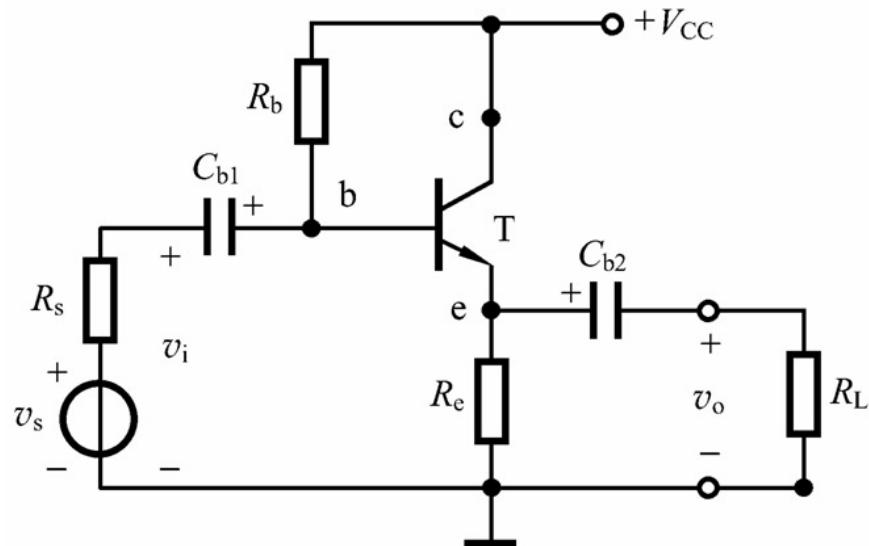
该电路也称为**射极输出器**

### 1. 静态分析

$$\text{由} \begin{cases} V_{CC} = I_{BQ}R_b + V_{BEQ} + I_{EQ}R_e \\ I_{EQ} = (1 + \beta)I_{BQ} \end{cases}$$

$$\text{得 } I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_e} \quad I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ}$$

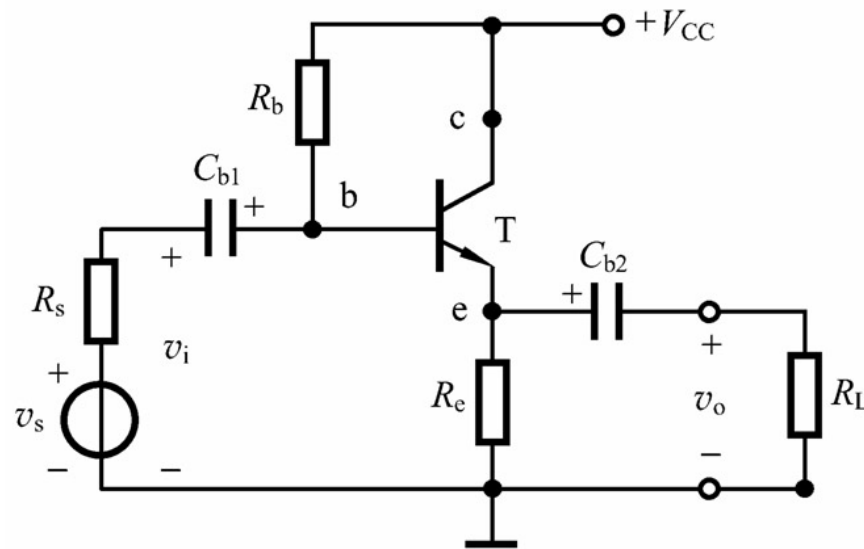
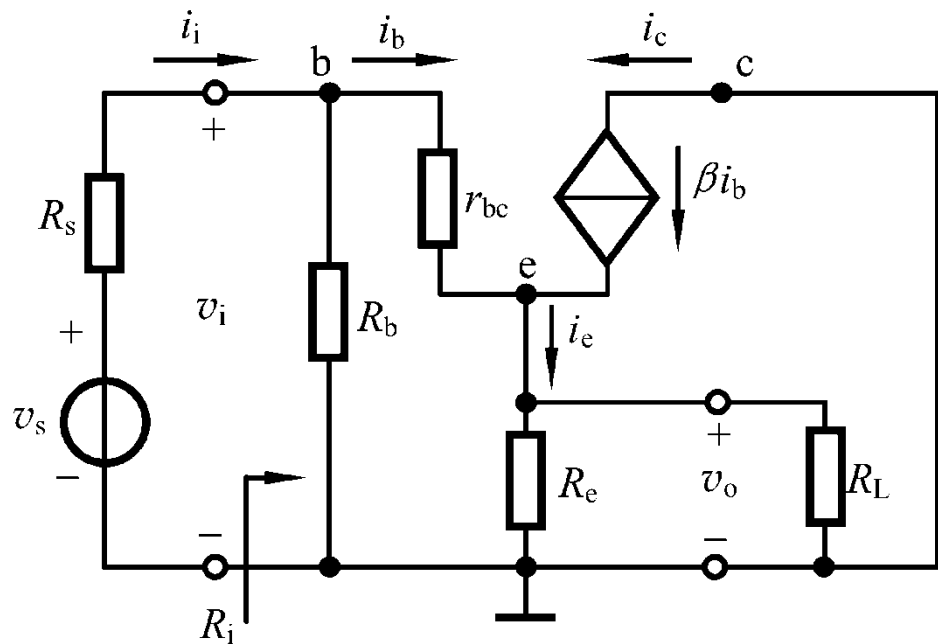
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ}R_e \approx V_{CC} - I_{CQ}R_e$$



直流通路

## 2. 动态分析

### ① 小信号等效电路



## 2. 动态分析

## ② 电压增益

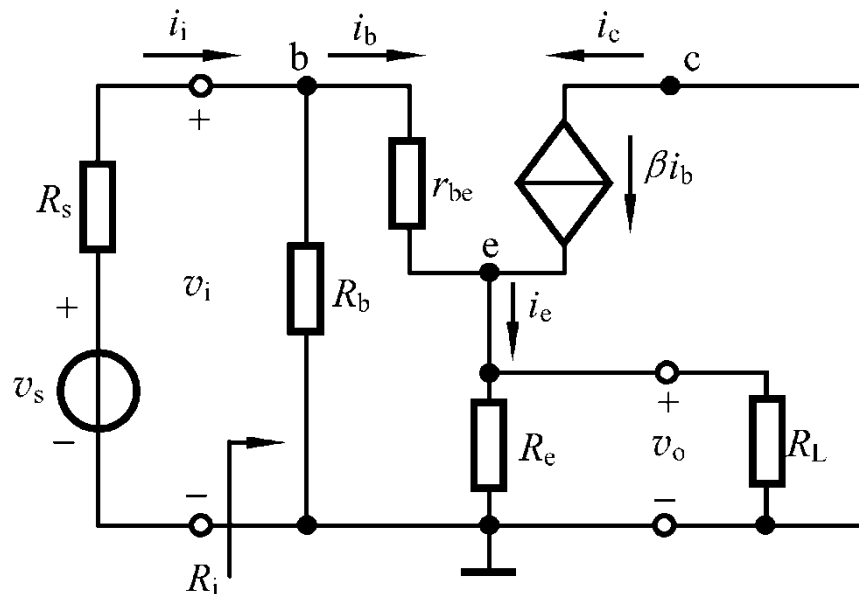
输入回路:

$$\begin{aligned} v_i &= i_b r_{be} + (i_b + \beta i_b) R'_L \\ &= i_b r_{be} + i_b (1 + \beta) R'_L \end{aligned}$$

其中  $R'_L = R_e // R_L$ 输出回路:  $v_o = (i_b + \beta \cdot i_b) R'_L = i_b (1 + \beta) R'_L$ 

电压增益:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_b (1 + \beta) R'_L}{i_b [r_{be} + (1 + \beta) R'_L]} = \frac{(1 + \beta) R'_L}{r_{be} + (1 + \beta) R'_L} \approx \frac{\beta \cdot R'_L}{r_{be} + \beta \cdot R'_L} < 1$$

一般  $\beta \cdot R'_L \gg r_{be}$  , 则电压增益接近于1, 即  $A_v \approx 1$  。  $v_o$  与  $v_i$  同相

电压跟随器

## 2. 动态分析

## ③输入电阻

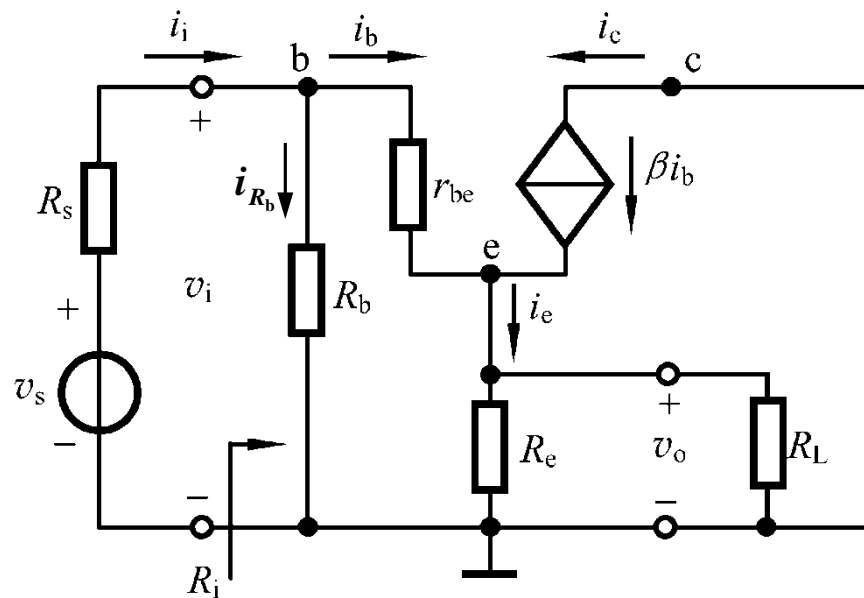
根据定义  $R_i = \frac{v_i}{i_i}$

由电路列出方程

$$\begin{cases} i_i = i_{R_b} + i_b \\ v_i = i_{R_b} R_b \\ v_i = i_b r_{be} + i_b (1 + \beta) R'_L \\ R'_L = R_e \parallel R_L \end{cases}$$

则输入电阻  $R_i = \frac{v_i}{i_i} = R_b \parallel [r_{be} + (1 + \beta) R'_L]$

当  $\beta \gg 1$ ,  $\beta \cdot R'_L \gg r_{be}$  时,  $R_i \approx R_b \parallel \beta \cdot R'_L$  输入电阻大



## 2. 动态分析

### ④输出电阻

由电路列出方程

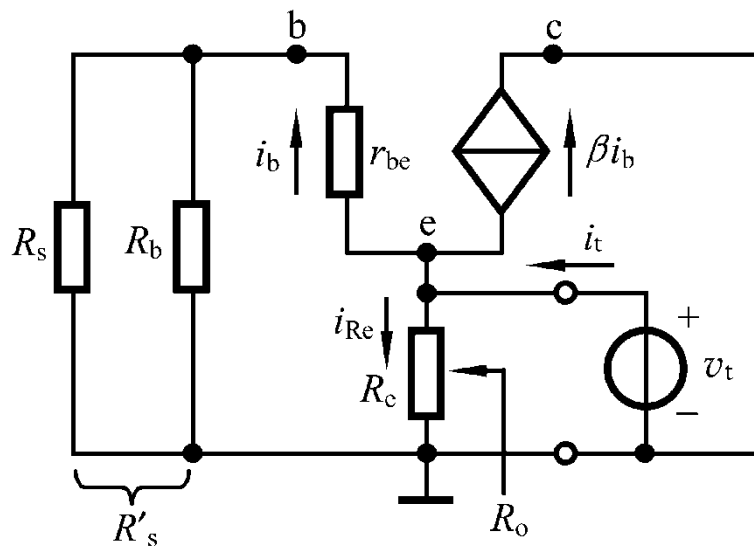
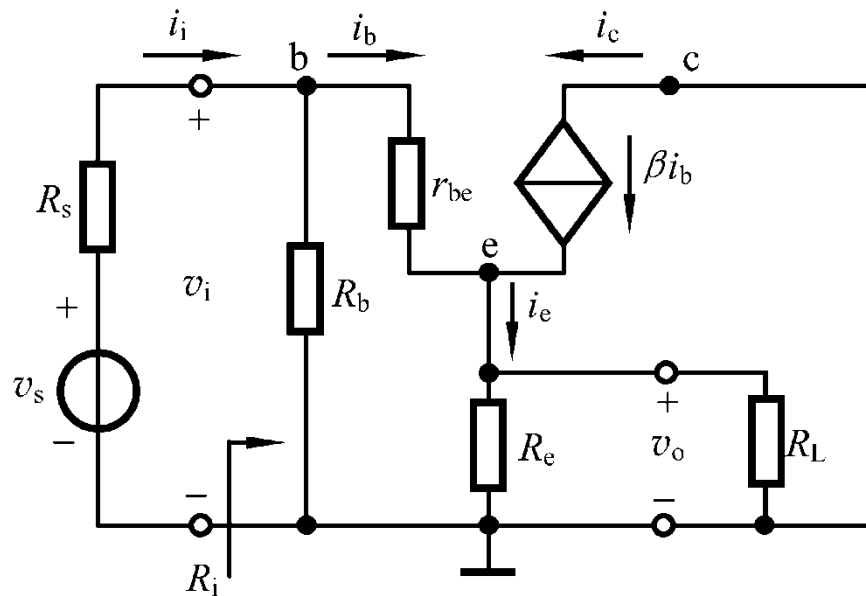
$$\begin{cases} i_t = i_b + \beta i_b + i_{R_e} \\ v_t = i_b (r_{be} + R'_s) \\ v_t = i_{R_e} R_e \end{cases} \quad \text{其中 } R'_s = R_s \parallel R_b$$

则输出电阻  $R_o = \frac{v_t}{i_t} = R_e \parallel \frac{R'_s + r_{be}}{1 + \beta}$

当  $R_e \gg \frac{R'_s + r_{be}}{1 + \beta}$  ,  $\beta \gg 1$  时,

$$R_o \approx \frac{R'_s + r_{be}}{\beta}$$

输出电阻小

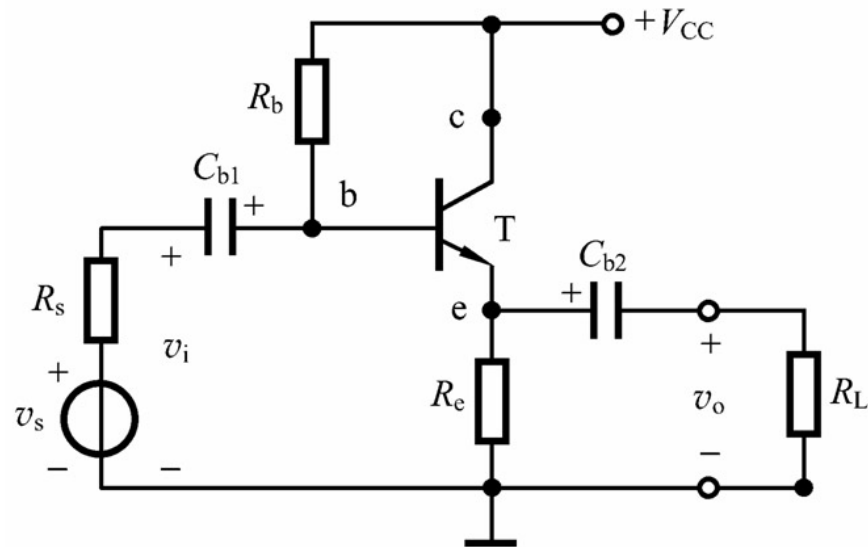




$$A_v \approx 1$$

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

$$R_o = R_e \parallel \frac{R'_s + r_{be}}{1 + \beta}$$



### 共集电极电路特点:

- ◆ 电压增益小于1但接近于1,  $\dot{V}_o$ 与 $\dot{V}_i$ 同相
- ◆ 输入电阻大, 对电压信号源衰减小
- ◆ 输出电阻小, 带负载能力强

共集电  
极放大  
电路

共基极  
放大电  
路

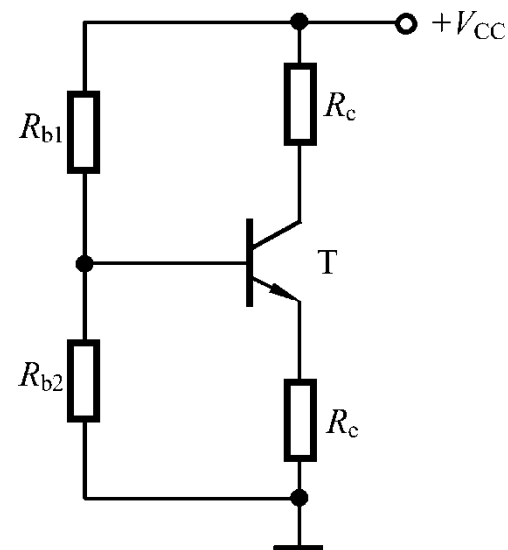
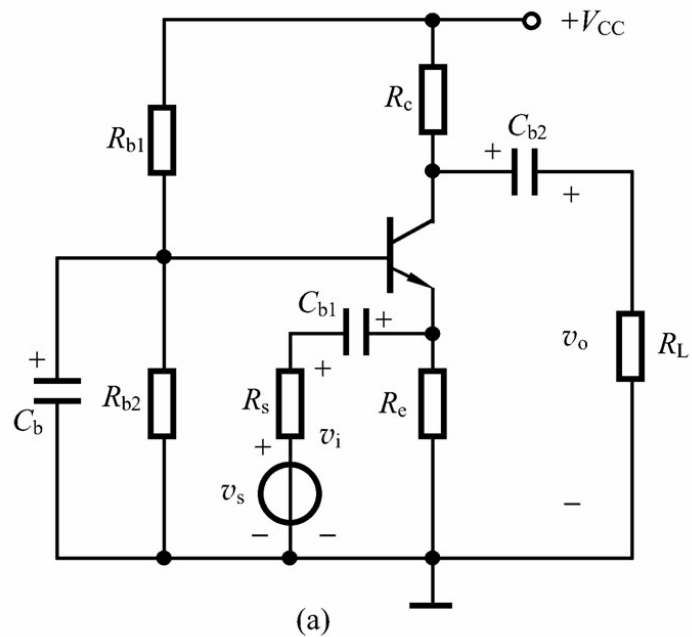
BJT放  
大电路  
的三种  
组态

01

02

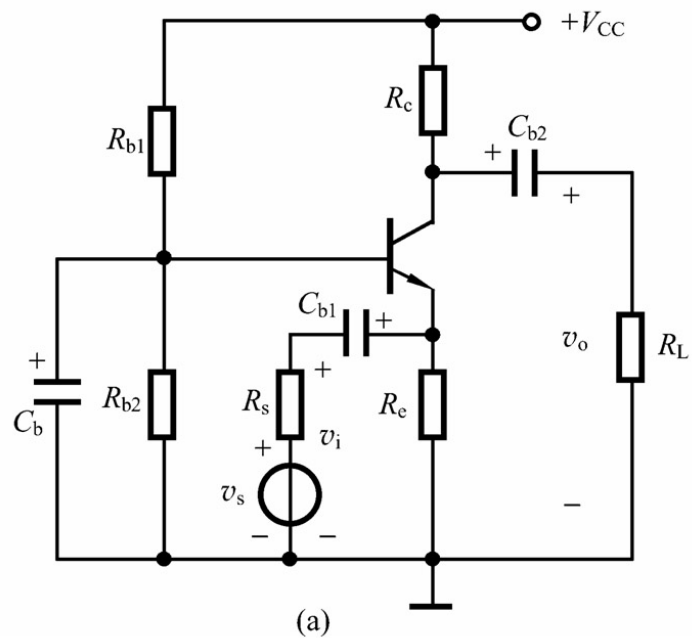
03

# 1. 静态分析

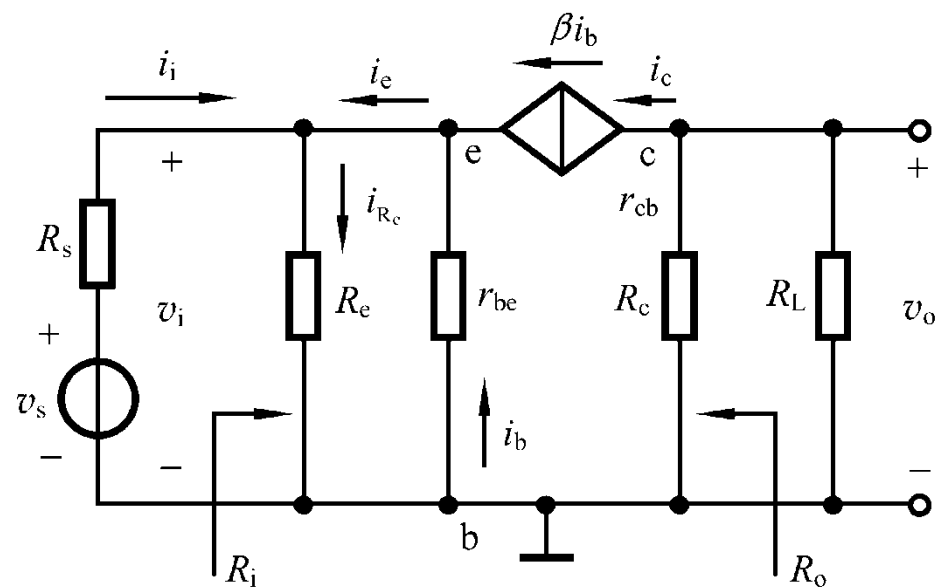
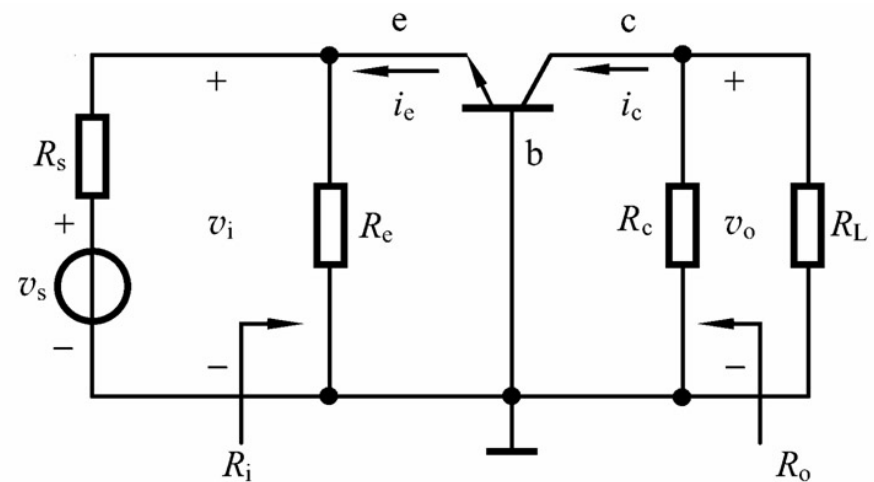


直流通路与射极偏置电路相同

(求解略)



## 2. 动态分析



## 2. 动态分析 (求解过程略)

### ① 电压增益

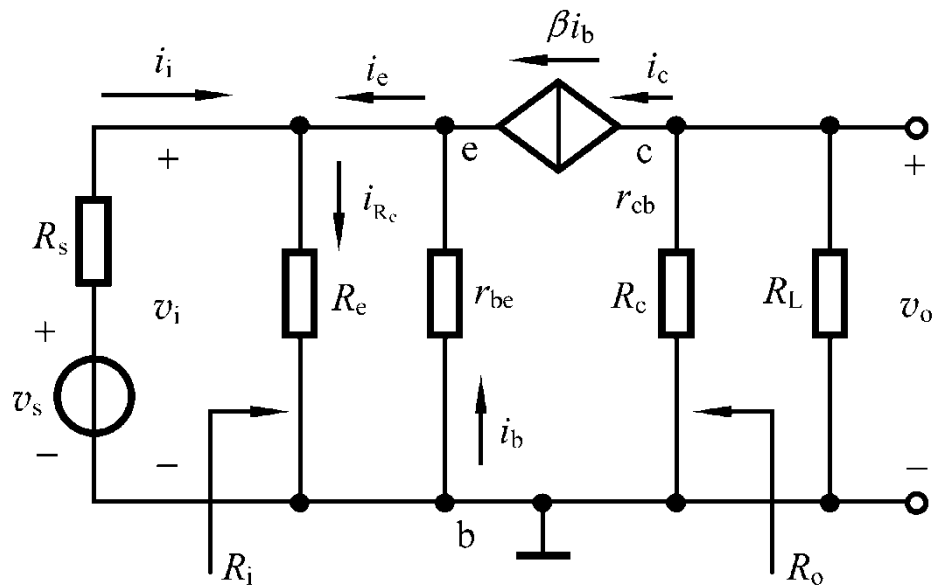
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{\beta R'_L}{r_{be}} \quad R'_L = R_c \parallel R_L$$

### ② 输入电阻

$$R_i \approx \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

### ③ 输出电阻

$$R_o \approx R_c$$



小信号等效电路

共集电  
极放大  
电路

共基极  
放大电  
路

BJT放大  
电路的  
三种组  
态

01

02

03

## 三种组态的特点及用途

### 共射极放大电路：

电压和电流增益都大于1，输入电阻在三种组态中居中，输出电阻与集电极电阻有很大关系。适用于低频情况下，作多级放大电路的中间级。

### 共集电极放大电路：

只有电流放大作用，没有电压放大，有电压跟随作用。在三种组态中，输入电阻最大，输出电阻最小，频率特性好。可用于输入级、输出级或缓冲级。

### 共基极放大电路：

只有电压放大作用，没有电流放大，有电流跟随作用，输入电阻小，输出电阻与集电极电阻有关。高频特性较好，常用于高频或宽频带低输入阻抗的场合，模拟集成电路中亦兼有电位移动的功能。

表 4.5.1 放大电路三种组态的主要性能

	共射极电路	共集电极电路	共基极电路
电路图			
电压增益 $A_v$	$A_v = -\frac{\beta R'_L}{r_{be} + (1 + \beta)R_e}$ ( $R'_L = R_c \parallel R_L$ )	$A_v = \frac{(1 + \beta)R'_L}{r_{be} + (1 + \beta)R'_L}$ ( $R'_L = R_e \parallel R_L$ )	$A_v = \frac{\beta R'_L}{r_{be}}$ ( $R'_L = R_e \parallel R_L$ )
$v_o$ 与 $v_i$ 的相位关系	反相	同相	同相
最大电流增益 $A_i$	$A_i \approx \beta$	$A_i \approx 1 + \beta$	$A_i \approx \alpha$
输入电阻	$R_i = R_{b1} \parallel R_{b2} \parallel [r_{be} + (1 + \beta)R_e]$	$R_i = R_b \parallel [r_{be} + (1 + \beta)R'_L]$	$R_i = R_e \parallel \frac{r_{be}}{1 + \beta}$
输出电阻	$R_o \approx R_c$	$R_o = \frac{r_{be} + R'_s}{1 + \beta} \parallel R_e$ ( $R'_s = R_s \parallel R_b$ )	$R_o \approx R_c$
用途	多级放大电路的中间级	输入级、中间级、输出级	高频或宽频带电路



接法	共射	共集	共基
$A_u$	大	小于1	大
$A_i$	$\beta$	$1+\beta$	$\alpha$
$R_i$	中	大	小
$R_o$	大	小	大
频带	窄	中	宽