



# Modelos para bjt

# Modelos para BJT

- Polarização
  - ▣ Preparação para o transistor operar.
    - Região de operação.
- Amplificação
  - ▣ Injeção de sinais alternados (AC) para amplificação
    - $V_{in}$  ↗ sinal de entrada
    - $V_{out}$  ↗ sinal de saída
  - ▣ Consideração importante
    - **Modelos** para representar a ação do transistor quando sinais AC têm **pequena** ou **grande** amplitude.

# Modelos para BJT

- Amplificação
  - ▣ Sinal de baixa amplitude é convertido em sinal de alta amplitude.
    - Energia é fornecida pela **fonte DC** que alimenta o circuito transistorizado.
  - ▣ Após polarização do transistor
    - Estabelece-se **ponto de operação** para amplificação.
    - Usa-se modelo representativo do transistor para facilitar **análise de amplificação** (análise AC).

# Modelos para BJT

- Amplificação
  - ▣ Modelagem do transistor
    - **Substituição** do transistor por um conjunto de componentes **mais simples** (diodos, resistores, capacitores, etc) para facilitar a compreensão do seu funcionamento nas **condições de operação** (polarização).
  - ▣ Modelos comuns
    - **Modelo  $r_e$**
    - Modelo híbrido

# Modelos para BJT

## □ Amplificação

### □ Ação dos capacitores

#### ■ Na polarização → circuito aberto

- Análise DC

- **Somente fontes DC ativadas**

#### ■ Na amplificação → curto-circuito

- Análise AC

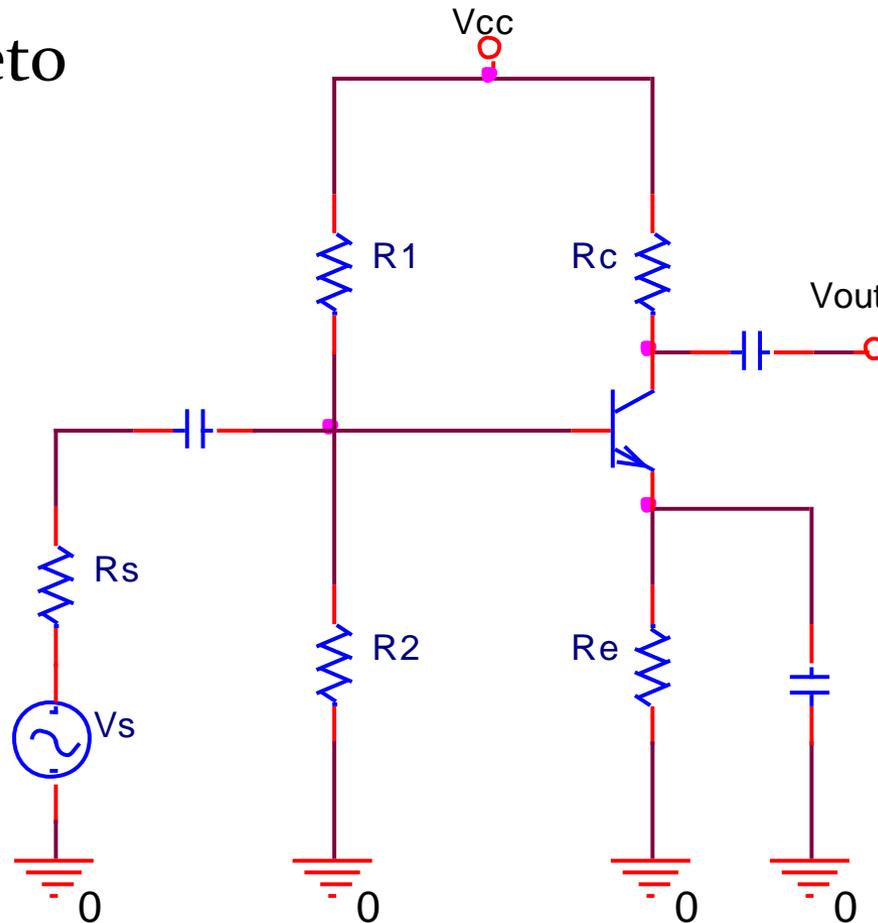
- **Somente fontes AC ativadas**

- Capacitâncias escolhidos para garantir um curto-circuito efetivo para uma faixa de frequências.

- Lembrar:  $X_c = 1/(j\omega C)$

# Modelos para BJT

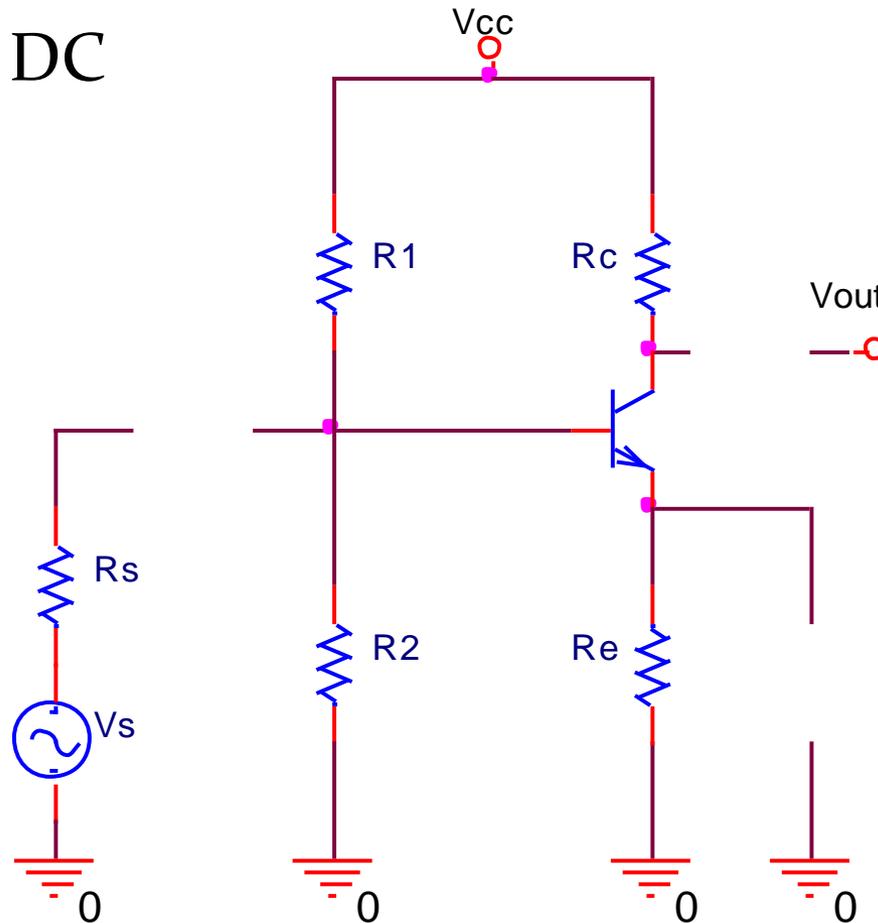
- Amplificação
  - ▣ Completo



# Modelos para BJT

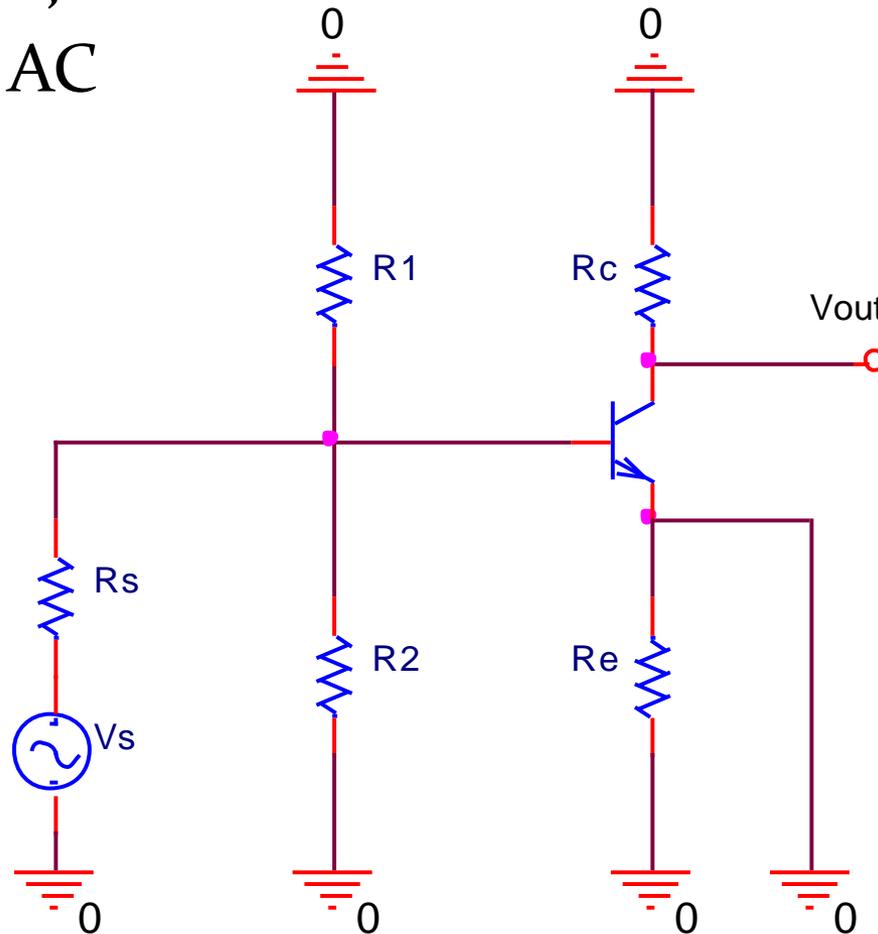
## Amplificação

### Análise DC



# Modelos para BJT

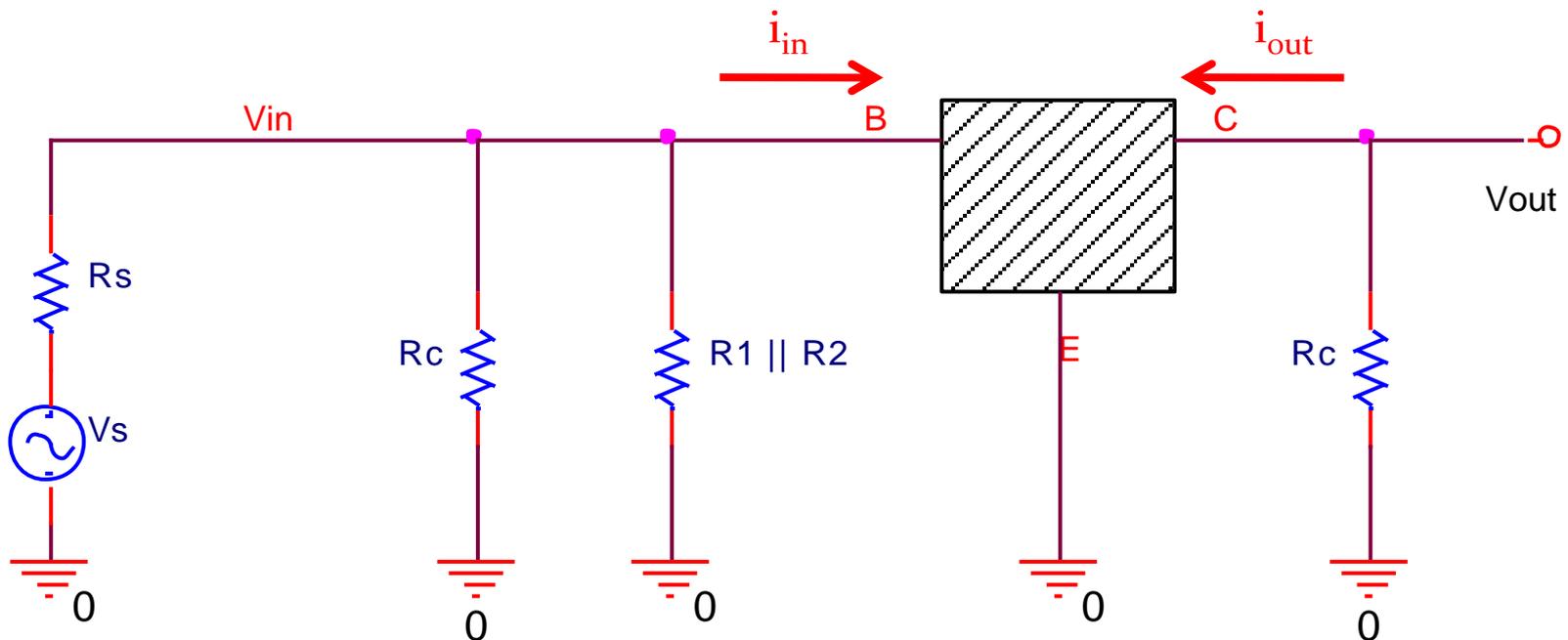
- Amplificação
  - ▣ Análise AC



# Modelos para BJT

- Amplificação

- Circuito equivalente para análise AC



# Modelos para BJT

## □ Amplificação

### □ Impedância de entrada

- $Z_{in} = V_{in} / I_{in}$

### □ Impedância de saída

- $Z_{out} = V_{out} / I_{out}$

### □ Ganho de tensão

- $A_v = V_{out} / V_{in}$

### □ Ganho de corrente

- $A_i = I_{out} / I_{in}$

### □ Obs: $V_{in}$ , $V_{out}$ , $I_{in}$ , $I_{out}$ são senoidais!!!

# Modelos para BJT

## □ Amplificação

### □ Impedância de entrada

- Cuidado com casamento de impedância
  - Garantir que  $V_s \approx V_{in}$
- Deve ser elevada
  - Máximo de tensão alimente amplificador

### □ Impedância de saída

- “Impedância observada nos terminais de saída quando os terminais de entrada são **curto-circuitados**”
- Deve ser baixa
  - Máximo de corrente flua para circuito externo

# Modelos para BJT

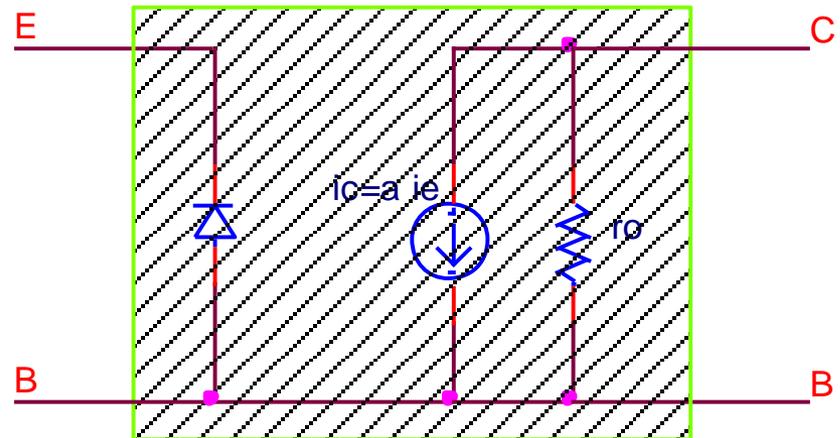
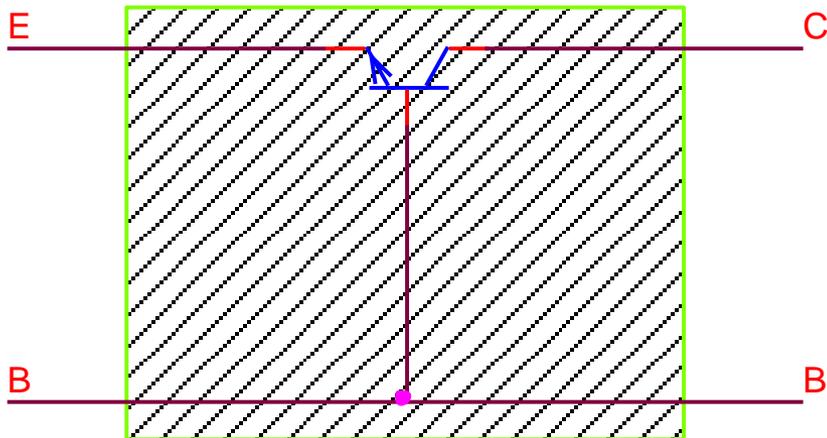
- Amplificação
  - Ganho de tensão
    - Medido **sem carga** (circuito aberto na saída)
    - $A_v$  sem carga  $>$   $A_v$  com carga
  - Ganho de corrente
    - Medido com carga
      - Precisamos de corrente fluindo na saída.

# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Substituição do transistor por:
    - 1 (um) diodo
      - Representa a junção polarizada **diretamente**
    - 1 (uma) fonte de corrente dependente
      - Representa a relação entre correntes
      - $i_C = \alpha i_E$
    - 1 (um) resistor representando “saída” do transistor
      - Curvas de comportamento de saída
        - $i_C \times v_{CE}$  ↵ emissor-comum ou coletor-comum
        - $i_C \times v_{CB}$  ↵ base-comum

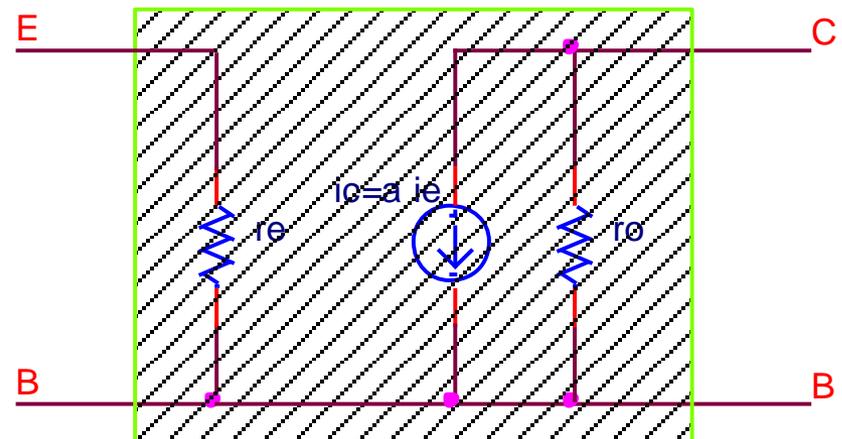
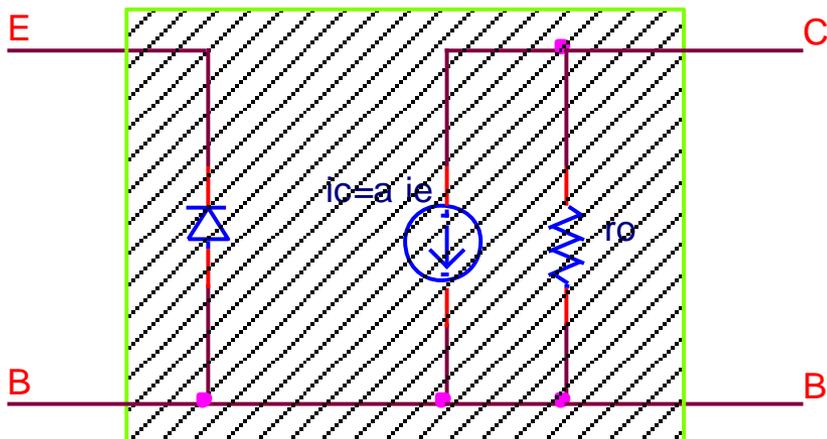
# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Exemplo para configuração base-comum



# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Exemplo para configuração base-comum
    - Resistência do diodo se diretamente polarizado
      - $r_{ac} = 26 \text{ mV} / i_E \Rightarrow r_e$
      - Daí o nome do modelo (resistência do emissor)

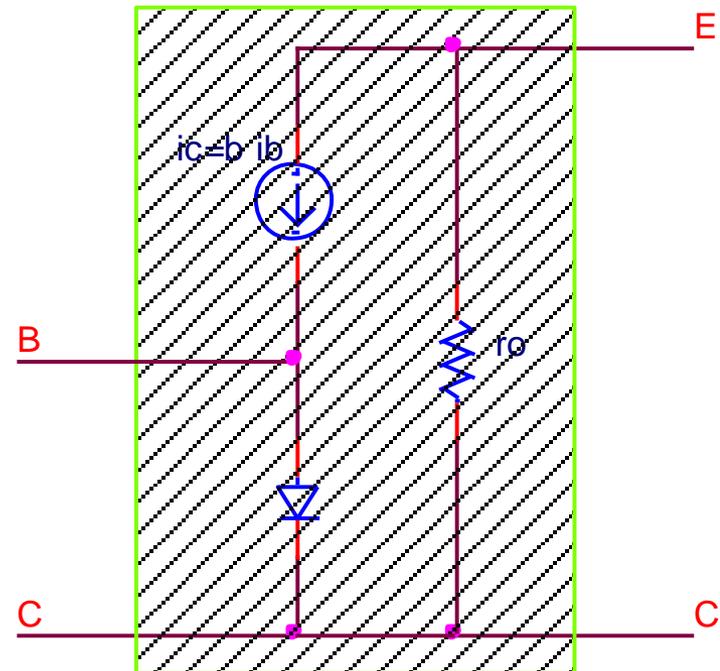
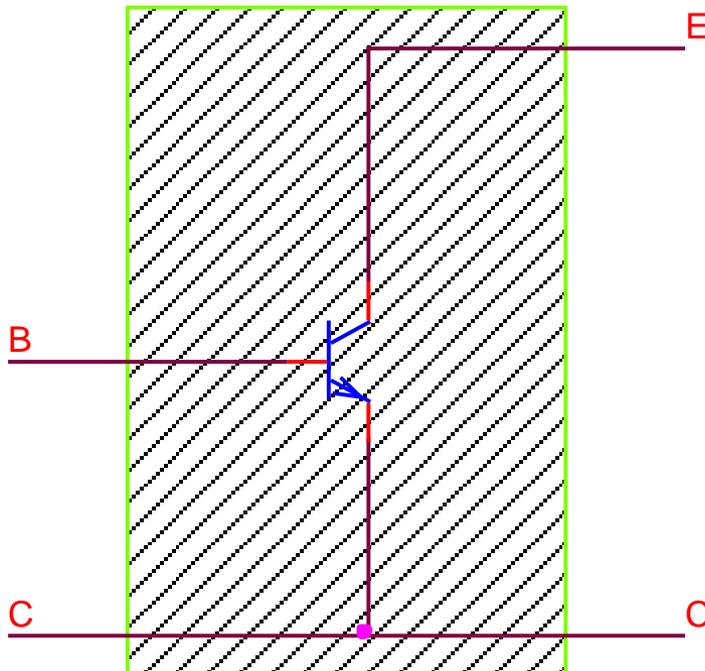


# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Exemplo para configuração base-comum
    - $Z_{in} = r_e$
    - $Z_{out} \approx \infty$
    - $A_v = \alpha R_L / r_e \approx R_L / r_e$
    - $A_i = \alpha \approx 1$

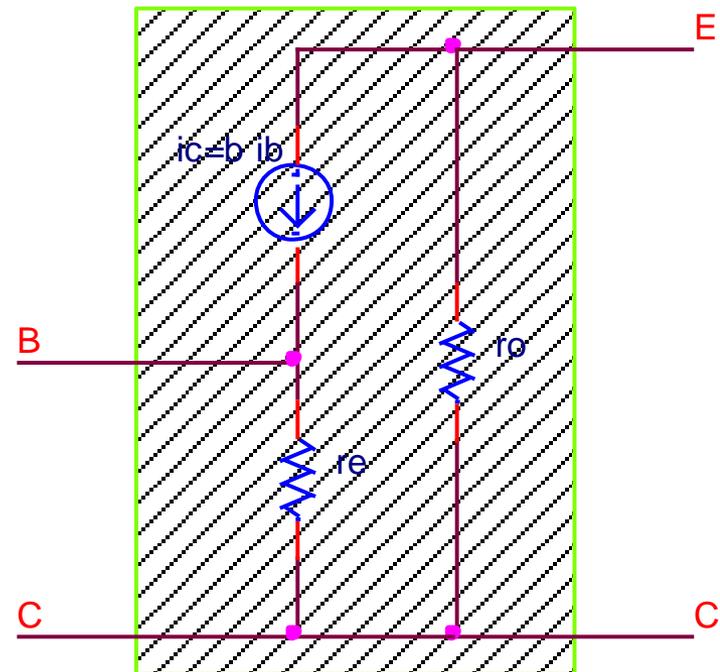
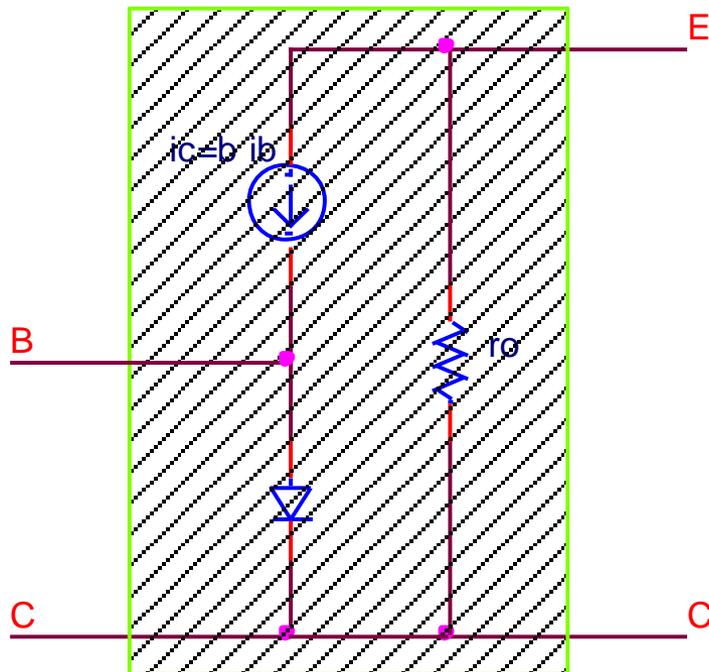
# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Exemplo para configuração emissor-comum



# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Exemplo para configuração emissor-comum



# Modelos para BJT

- Modelo  $r_e$ 
  - ▣ Exemplo para configuração emissor-comum
    - $Z_{in} = \beta r_e$
    - $Z_{out} \approx r_o$
    - $A_v = -\beta R_L / [(\beta + 1) r_e] \approx R_L / r_e$
    - $A_i = \beta$