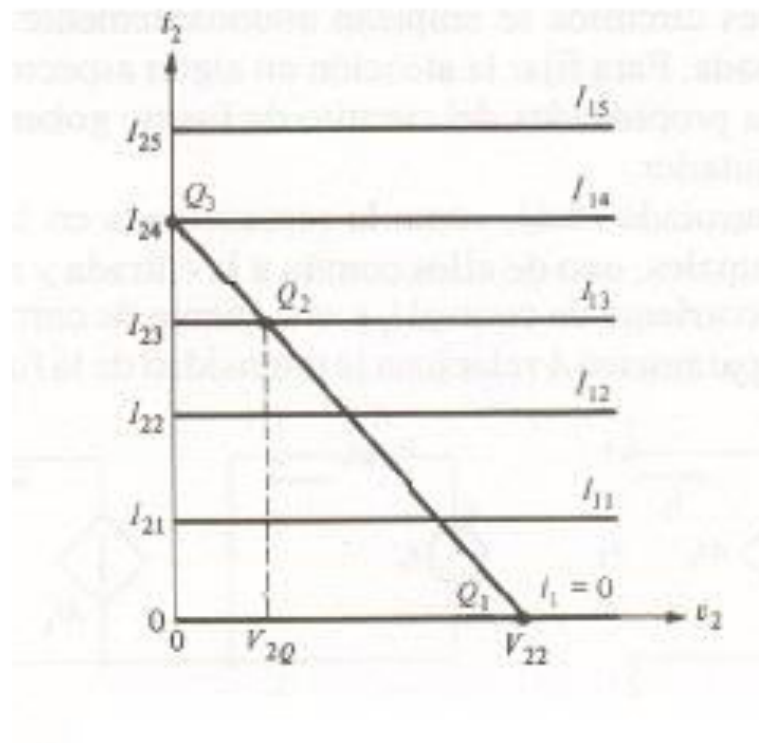


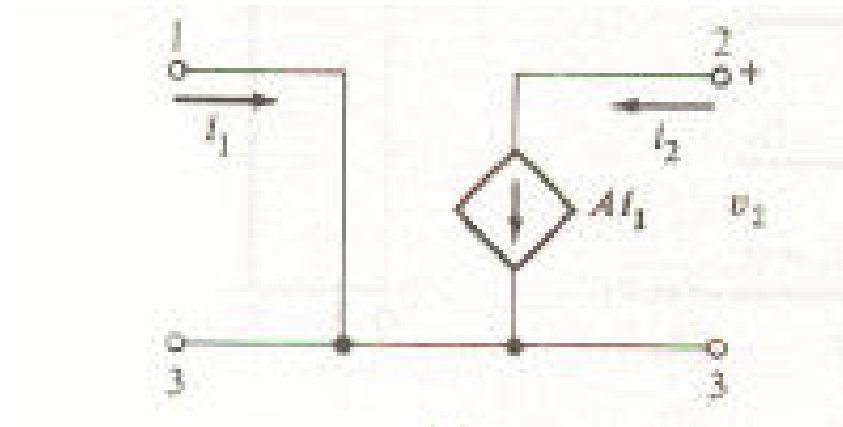
# Aula teórica 2: “Transistor bipolar”

Dr. José A. Chaljub Duarte

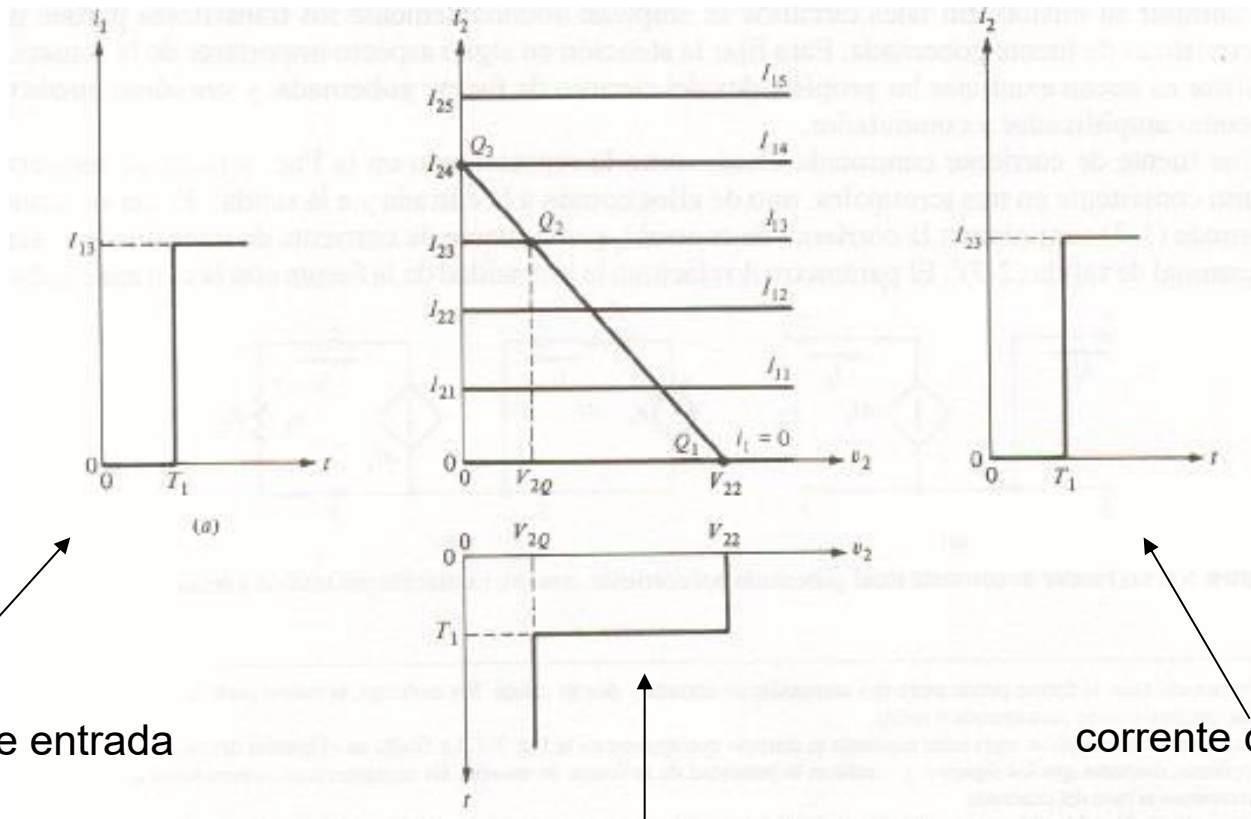
# Que informação tem a imagem da figura?



# Fonte de corrente dependente de corrente ideal



# Fonte de corrente dependente de corrente ideal

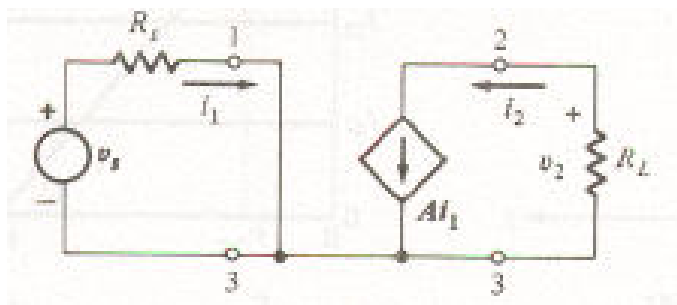


corrente de entrada

corrente de saída

Tensão de saída

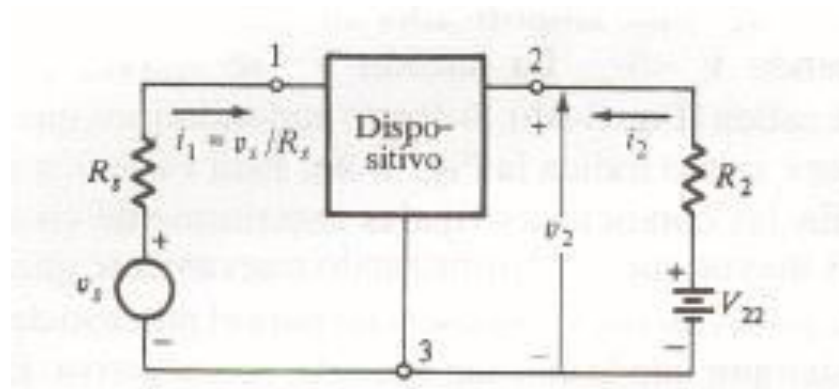
# Amplificação



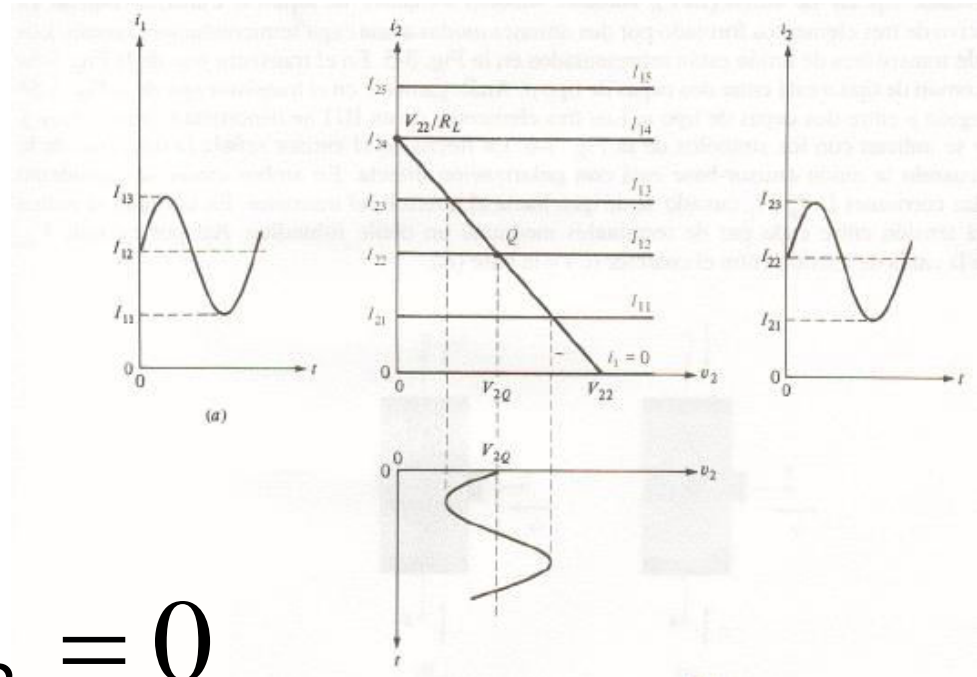
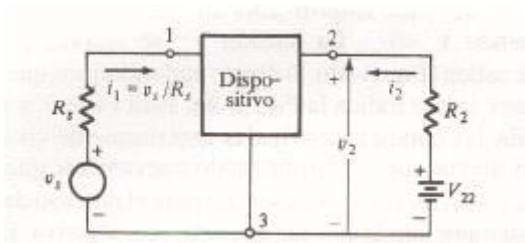
$$v_2 = Ai_1 R_L = -\frac{AR_L}{R_i} v_s$$

$$\frac{AR_L}{R_i} > 1 \Rightarrow V_2 > V_s$$

Dispositivo que se comporta como uma fonte de corrente dependente de corrente ideal



# Reta de carga



$$V_{22} - i_2 R_2 - V_2 = 0$$

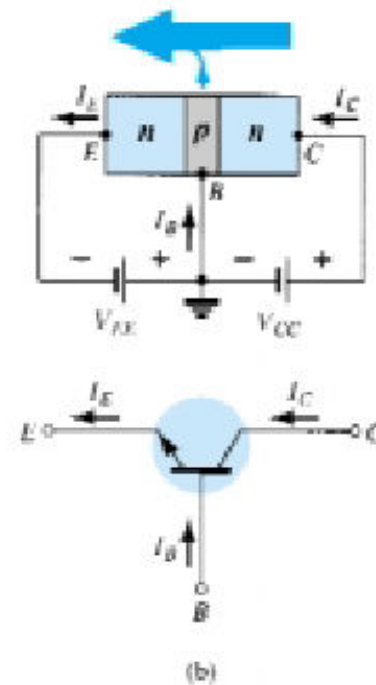
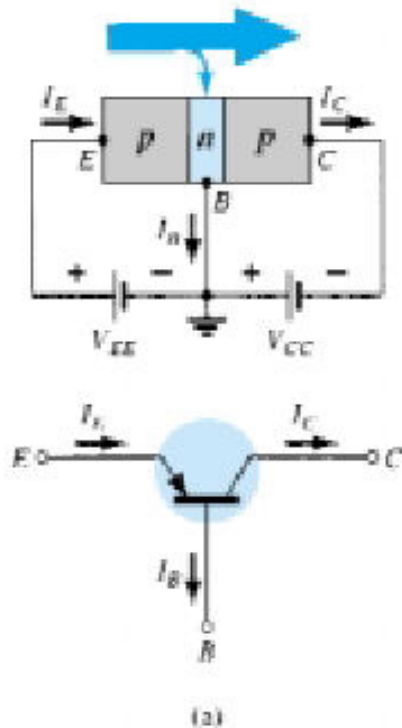
Equação da reta de carga



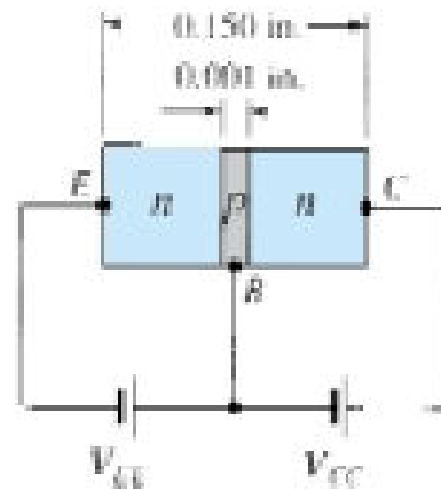
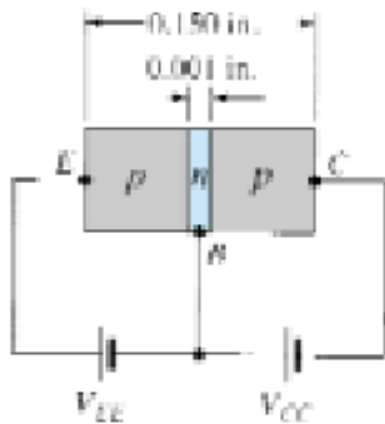
O transistor bipolar se assemelha a uma fonte de corrente dependente de corrente ideal



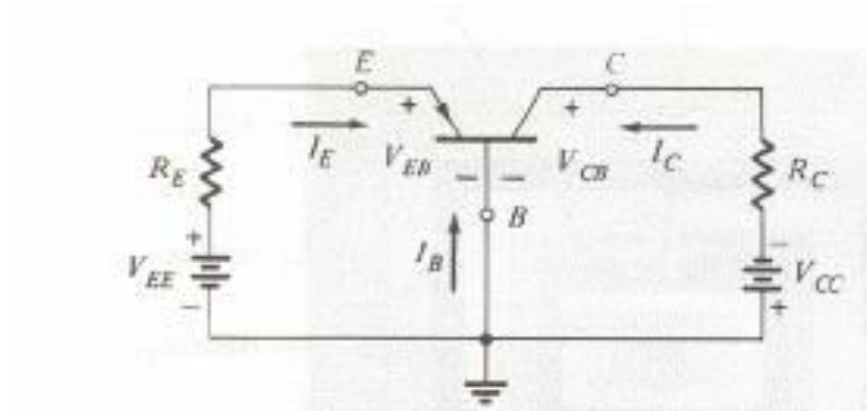
# Transistor bipolar (BJT)



Base estreita e com menor concentração de impurezas que o emissor



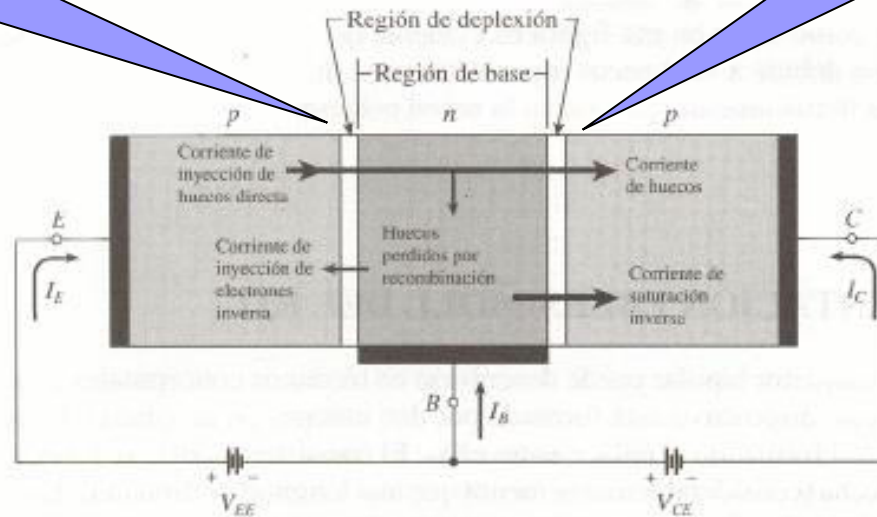
# Circuito base común (BC)



# Correntes no transístor bipolar

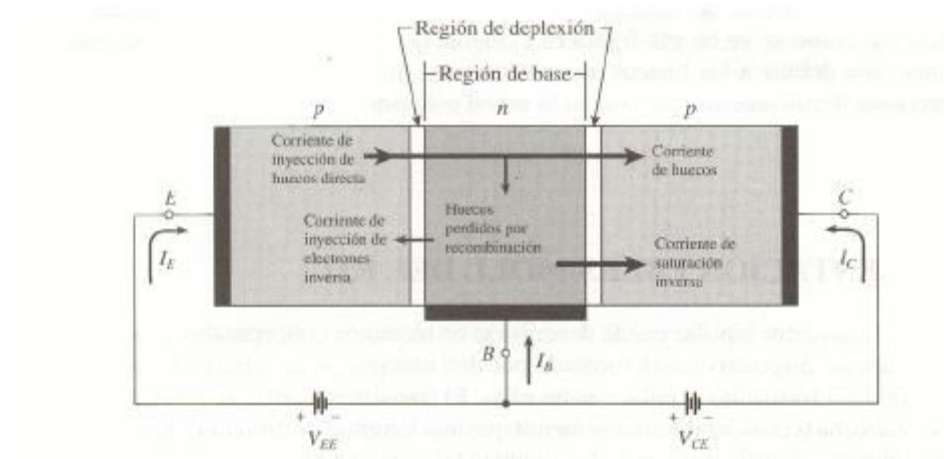
JE  
polarizada  
em direto

JC Polarizada  
em inverso



# Corrientes no transistor bipolar


$$I_E = I_{pE} + I_{nE}$$



$$I_C = I_{CO} - I_{pC} = I_{CO} - \alpha I_E$$

# Ganho de corrente de grande sinal na configuração BC

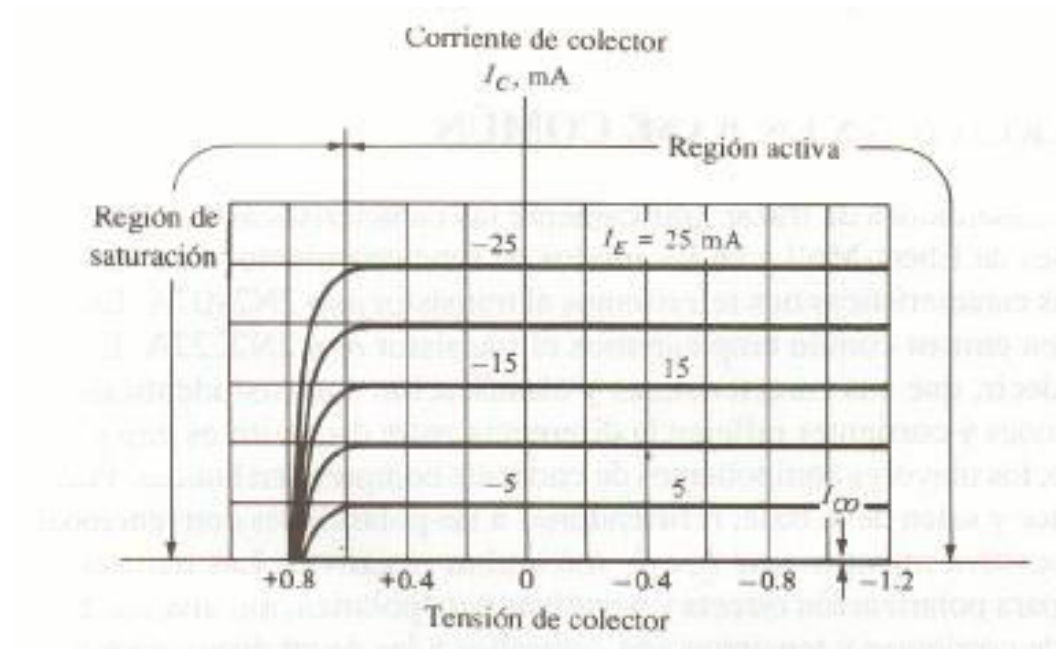
$$\alpha \equiv -\frac{I_C - I_{CO}}{I_E - 0}$$



Equação para descrever o  
comportamento do transistor  
bipolar:

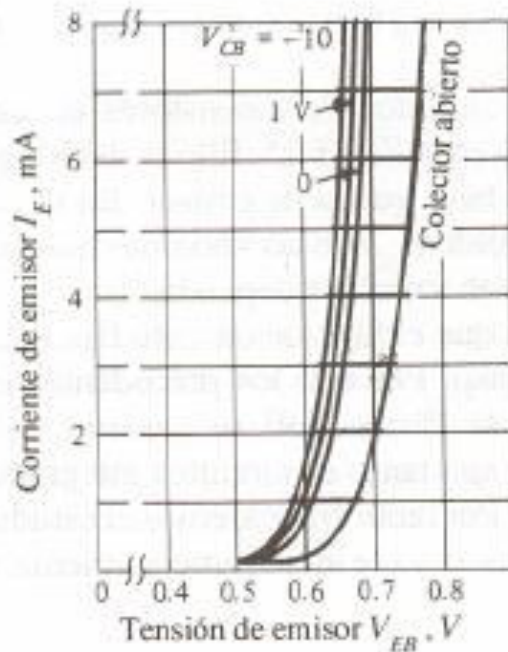
$$I_C = -\alpha I_E + I_{CO} (1 - e^{V_C / V_T})$$

# Característica VI de de saída do BC





# Característica VI de entrada do BC



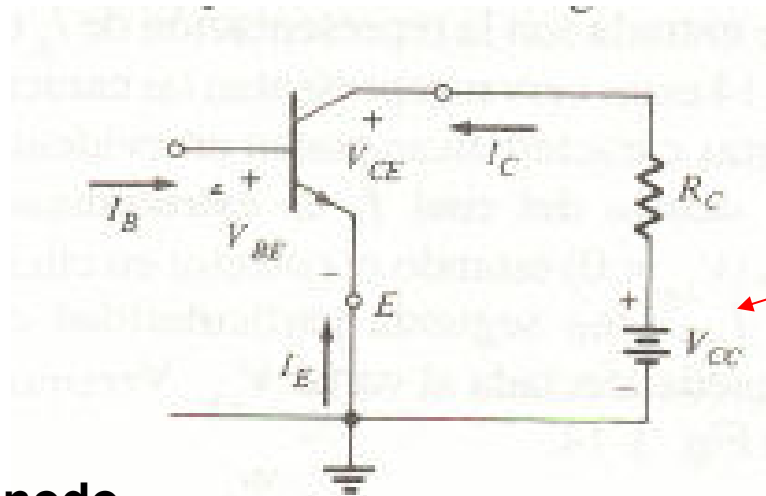
Las curvas se desplazan como consecuencia del efecto Early

# Regiões de trabalho do BJT

**Tabla 3-1. Modos de trabajo del Transistor Bipolar**

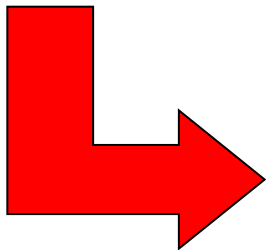
<i>Modo</i>	<i>Polarización de la unión</i>	
	<i>Emisor-base</i>	<i>Colector-base</i>
Activo-directo	Directa	Inversa
Umbral (corte)	Inversa	Inversa
Saturación	Directa	Directa
Activo-inverso	Inversa	Directa

# Emisor común (EC)



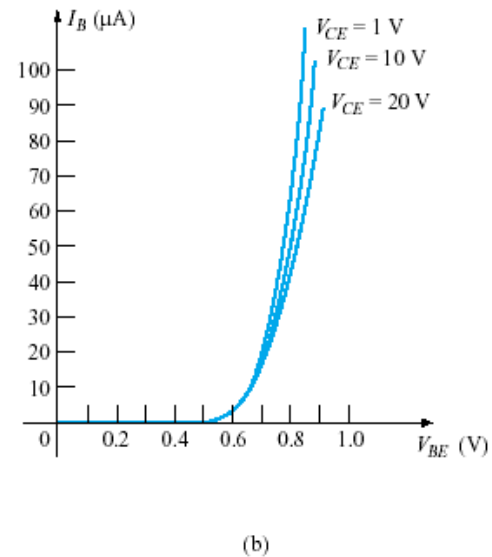
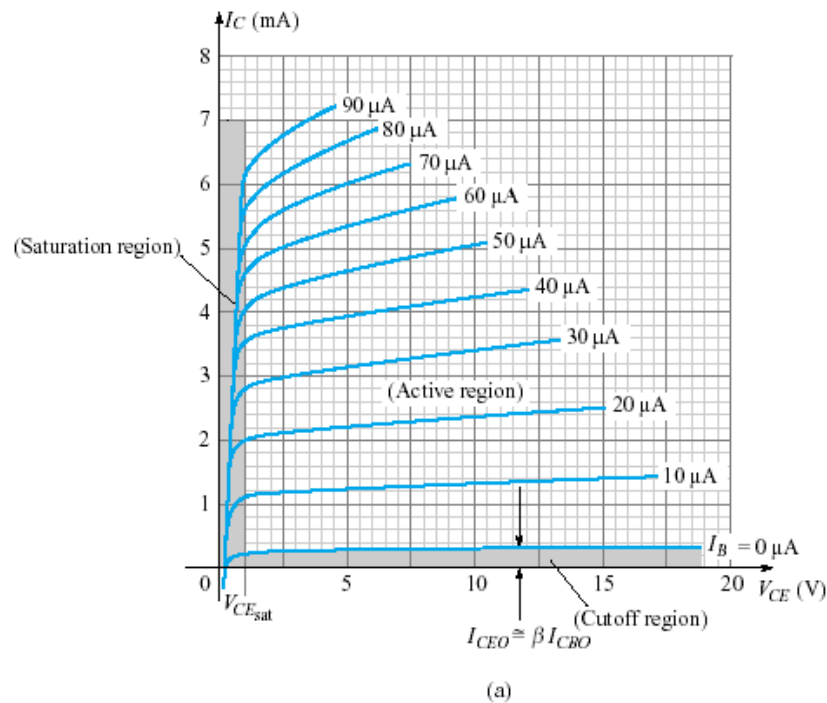
Tendência a polarizar JC em inverso

O transístor é um nodo



$$I_E = I_C + I_B$$

# EC: VI de saída e de entrada



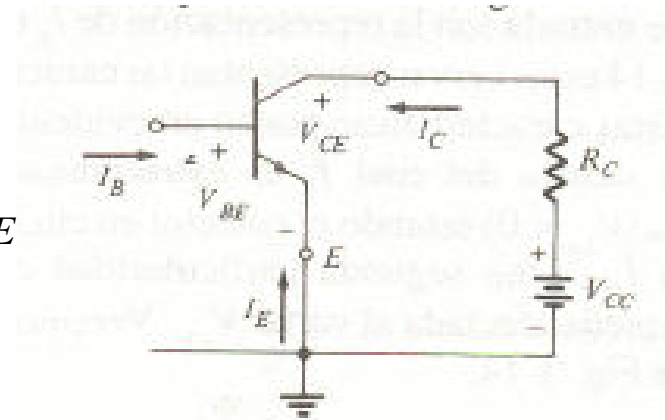
Combinando

## Emisor común (EC)

$$I_C = I_{CO} - I_{pC} = I_{CO} - \alpha I_E$$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$I_C = \frac{I_{CO}}{1 - \alpha} + \frac{\alpha I_B}{1 - \alpha}$$



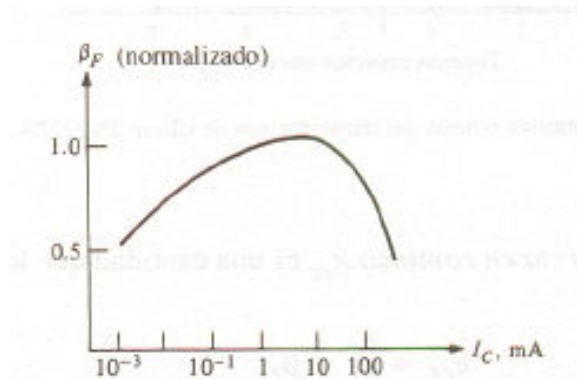


Define-se  $\beta$  como:

$$\beta \equiv \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

Ganho de corrente de grande sinal do EC

# Variação de $\beta$ com $I_C$



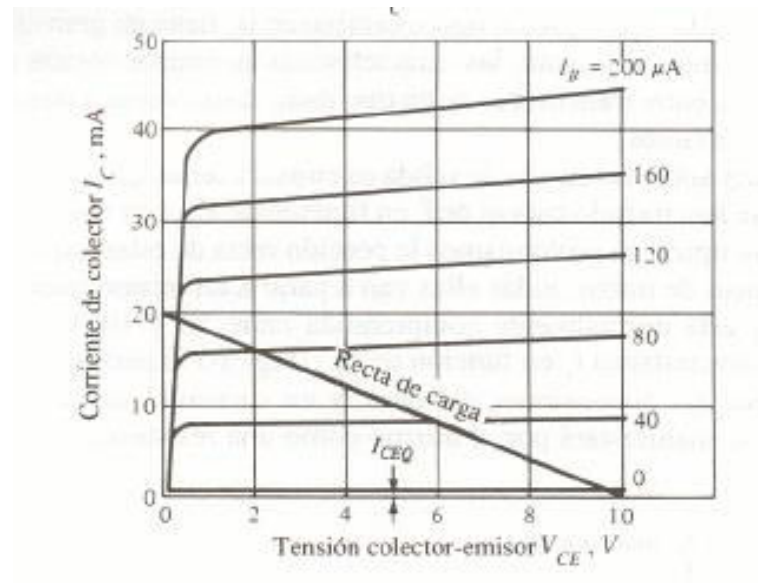
Na região ativa:

$$I_C = (1 + \beta)I_{CO} + \beta I_B$$

$$\beta = h_{FE} \approx \frac{I_C}{I_B}$$

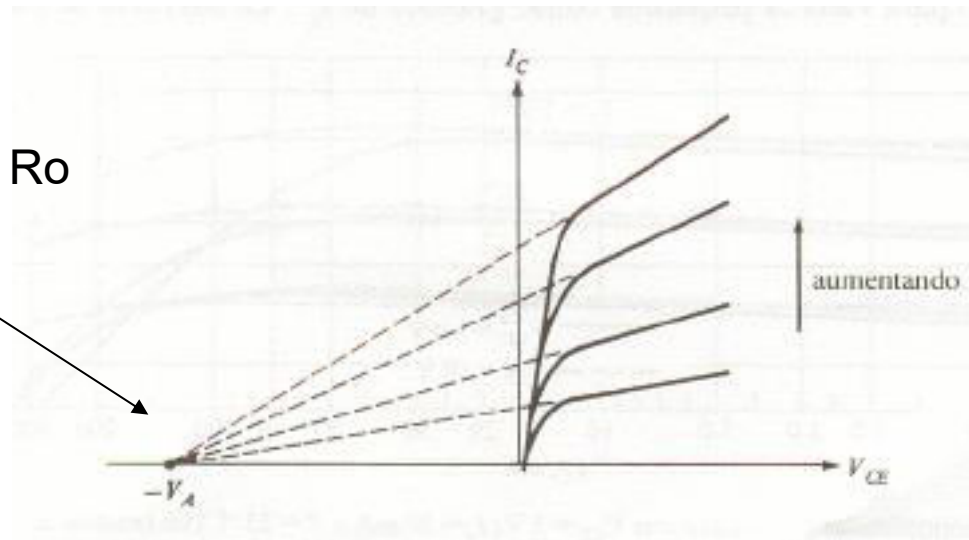


# Curva VI de saída do EC



# Voltaje Early

Útil para calcular  $R_o$



# BJT: Parâmetros importantes (até o momento)

- $I_{cmax}$
- $P_{Dmax}$ .
- $V_{CBmax}$
- $V_{BEmax}$
- Tiempos de conmutación



# Tempos de comutação

Tempos que demora em passar de saturação a corte ou de corte a saturação.

# ***EC em Corte***

- ambas as uniões em inverso.
- $|I_c| = |I_B| = I_{co}$
- 
- $I_E = 0$
- $V_{BE} = 0$ , Si.

# ***EC em saturación***

Ambas as unións em direto

$V_{BE\ sat} \approx 0.8V$ .

$V_{CEsat} \approx 0.2V$

Condição necessária e suficiente:

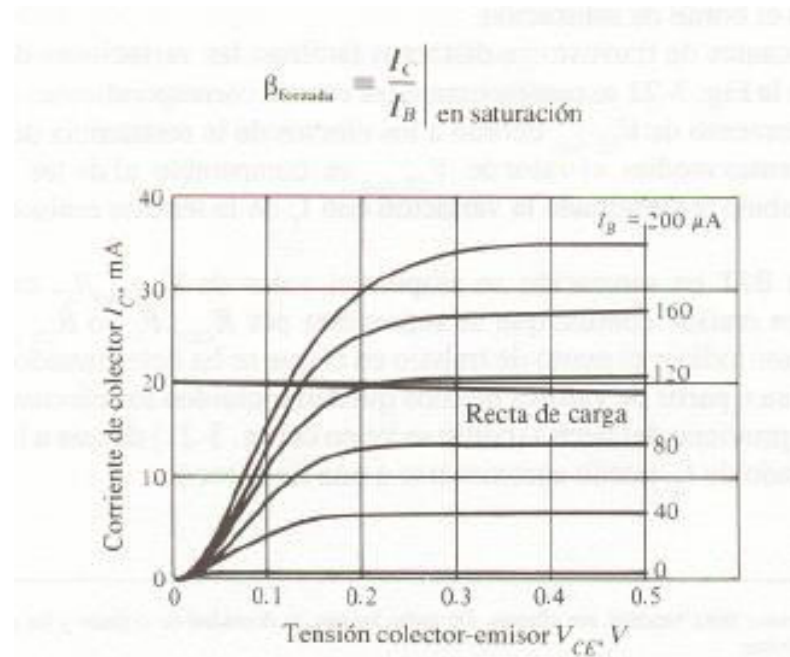
$I_B > I_{Bmin}$

Siendo  $I_{Bmin} = I_C / \beta$

# Estratégia para determinar saturação

- Considerar saturação. Utilizar valores típicos do  $V_{BE}$  e  $V_{CE}$ . Comprovar  $I_B > I_{Bmin}$
- Considerar região ativa. Comprovar  **$V_{CE} > 0,3V$ .**

# Reta de carga em saturação





# ***fototransistor***

Polarização :  $I_B=0$  (base não conectada) :

$$I_C = (\beta + 1)(I_{CO} + I_L)$$

$I_L$  Componente de corrente gerada pela luz