

Complemento da AULA N° 19

PSI3321

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ)

4ª Aula:

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ)

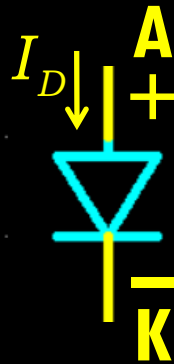
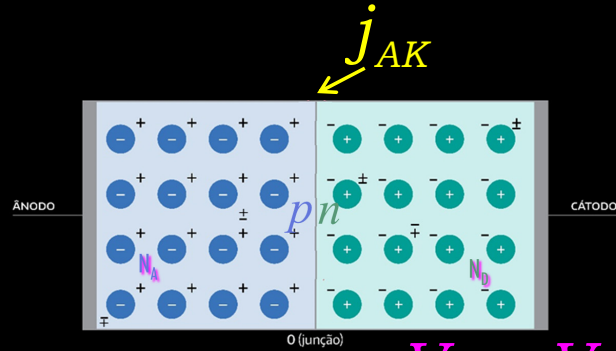
Nas aulas anteriores vimos:

- O princípio de funcionamento do Diodo, seus modelos e sua aplicação em circuitos de corrente contínua e corrente alternada**

Agora veremos os princípios de operação de um novo dispositivo, o Transistor Bipolar de Junção (TBJ)

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ)

A junção pn (Diodo)



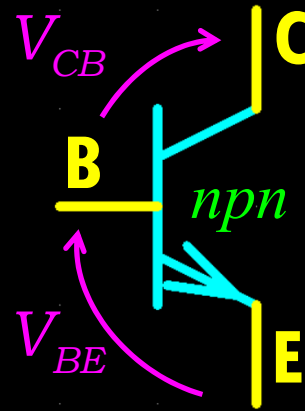
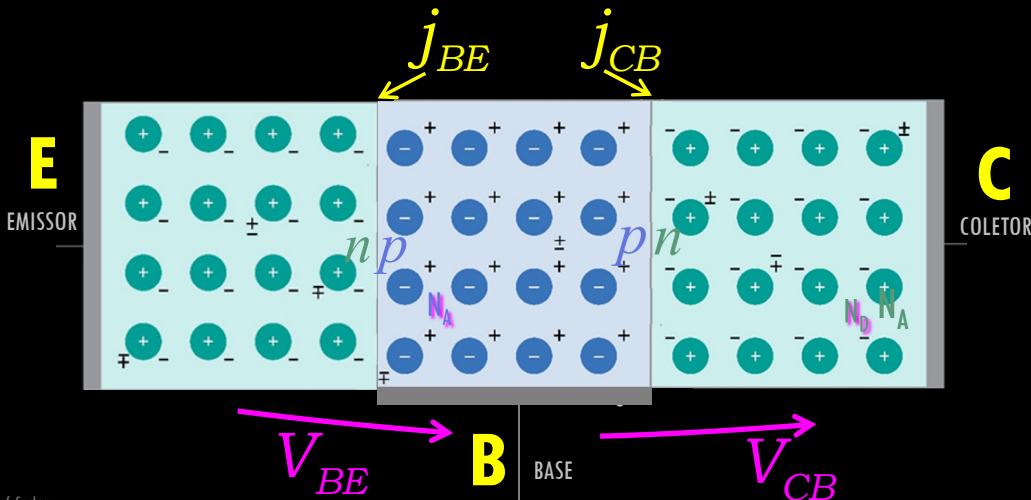
$$V_D = V_{AK}$$

$$V_{AK} > 0 \rightarrow j_{AK}$$

$$V_{AK} \leq 0 \rightarrow J_{AK}$$

dir. pol. (DP) → ch. fechada
 rev. pol. (RP) → ch. aberta

Duas junções em série



$$V_{CB} > 0 \rightarrow j_{CB} \text{ RP} \rightarrow \text{ch. aberta}$$

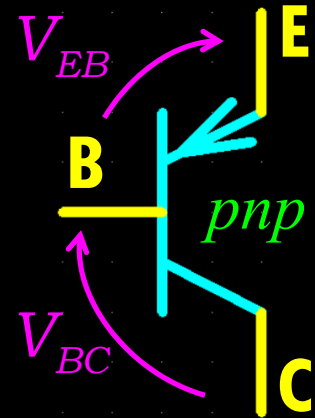
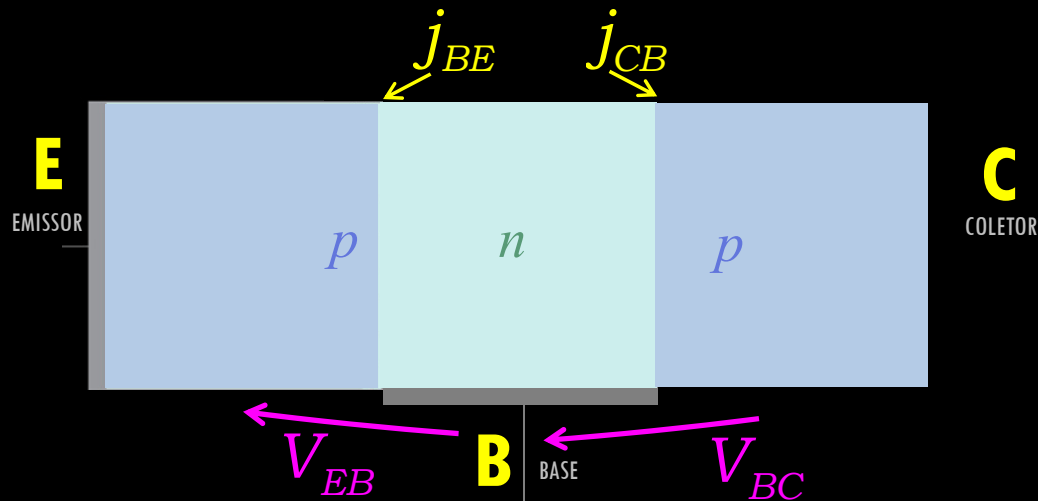
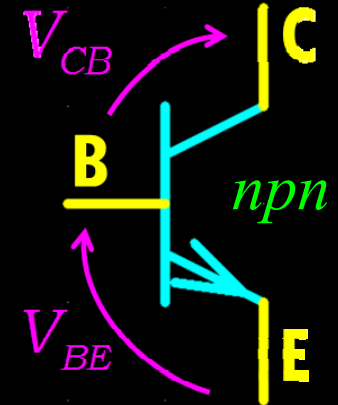
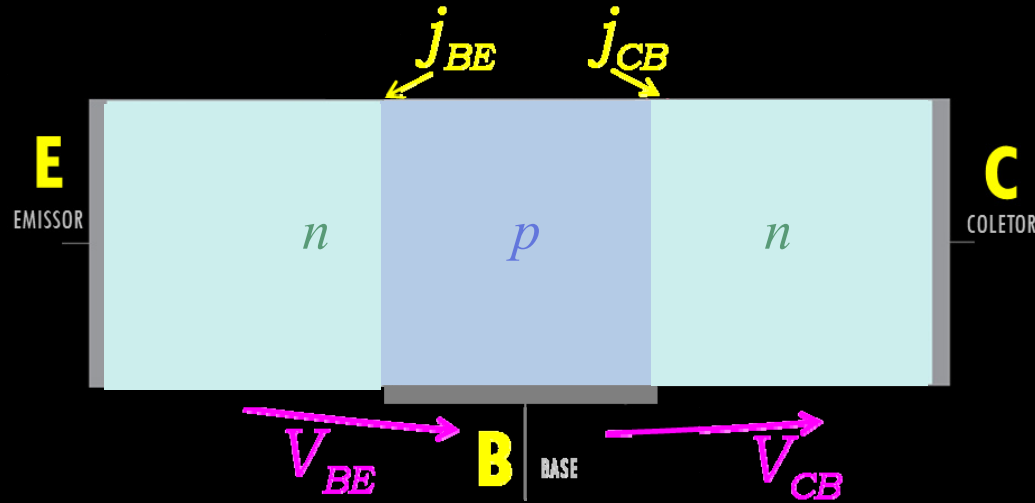
$$V_{CB} \leq 0 \rightarrow J_{CB} \text{ DP} \rightarrow \text{ch. fechada}$$

$$V_{BE} > 0 \rightarrow j_{BE} \text{ DP} \rightarrow \text{ch. fechada}$$

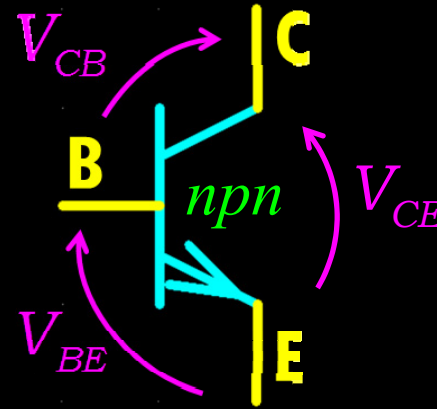
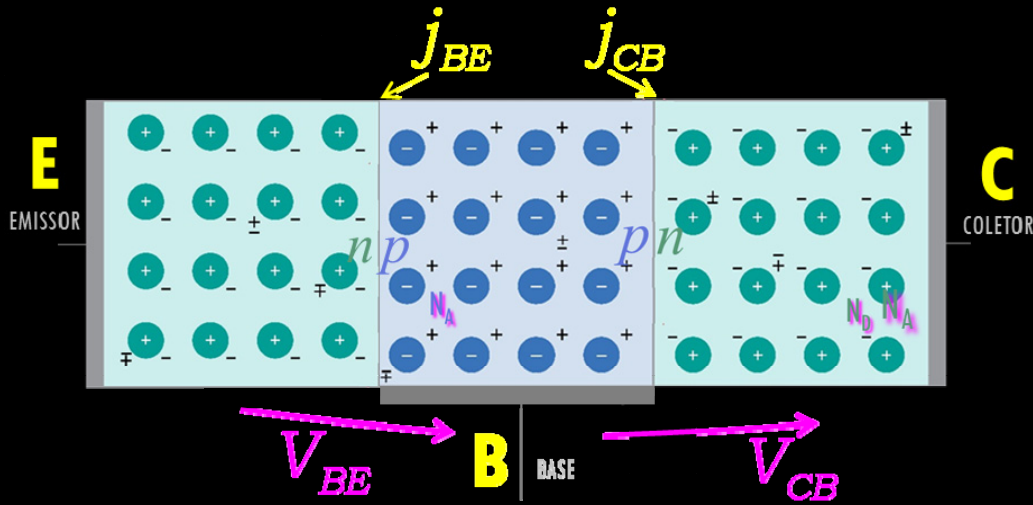
$$V_{BE} \leq 0 \rightarrow J_{BE} \text{ RP} \rightarrow \text{ch. aberta}$$

O TBJ npn e o TBJ pnp

Falamos do TBJ npn mas existe também o TBJ pnp:



Polarizando um Transistor Bipolar de Junção (TBJ)

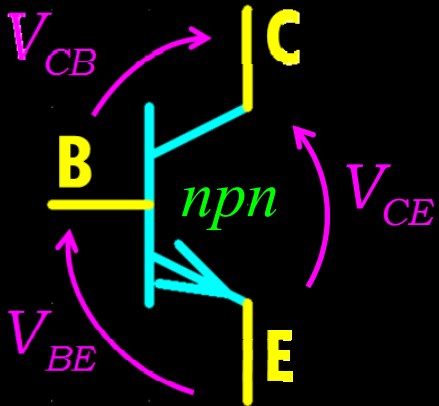


$V_{CB} > 0 \rightarrow j_{CB}$ RP \rightarrow ch. aberta
 $V_{CB} \leq 0 \rightarrow j_{CB}$ DP \rightarrow ch. fechada

$V_{BE} > 0 \rightarrow j_{BE}$ DP \rightarrow ch. fechada
 $V_{BE} \leq 0 \rightarrow j_{BE}$ RP \rightarrow ch. aberta

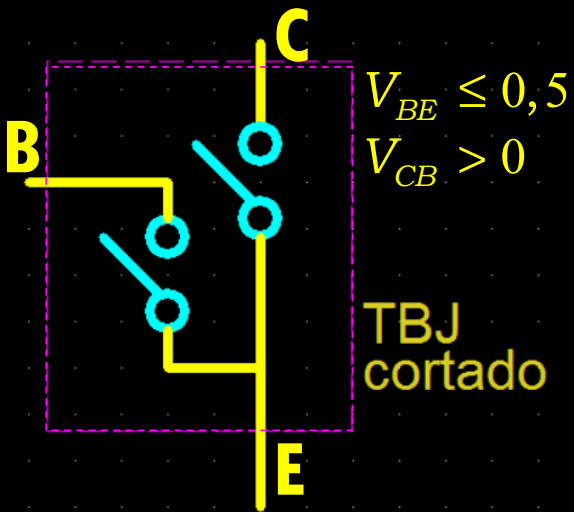
Polarização	j_{BE}	j_{CB}	Posso assumir (Si)
Corte	Rev. Pol. ($V_{BE} < 0$)	Rev. Pol. ($V_{CB} > 0$)	$I_E = I_B = I_C = 0$
Saturação	Dir. Pol. ($V_{BE} > 0$)	Dir. Pol. ($V_{CB} < 0$)	$V_{BE} \approx 0,7V$; $V_{CB} \approx 0,5V$; $V_{CE} \approx 0,2V$
Ativa	Dir. Pol. ($V_{BE} > 0$)	Rev. Pol. ($V_{CB} > 0$)	$I_E = I_B$ e $I_C = 0$????
Ativa Invertida	Rev. Pol. ($V_{BE} < 0$)	Dir. Pol. ($V_{CB} < 0$)	$I_C = I_B$ e $I_E = 0$????

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ) no Corte ou na Saturação

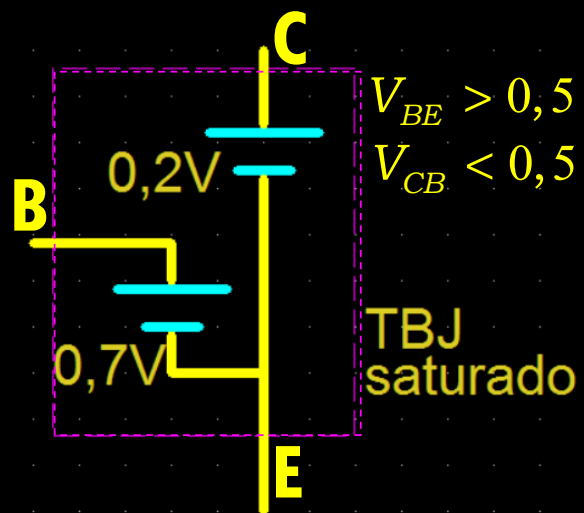


Polarização	j_{BE}	j_{CB}	Posso assumir (Si)
Corte	Rev. Pol. ($V_{BE} < 0$) $(V_{BE} \leq 0,5V)$	Rev. Pol. ($V_{CB} > 0$)	$I_E = I_B = I_C = 0$
Saturação	Dir. Pol. ($V_{BE} > 0$) $(V_{BE} > 0,5V)$	Dir. Pol. ($V_{CB} < 0$) $(V_{CB} < 0,5V)$	$V_{BE} \approx 0,7V$; $V_{CB} \approx 0,5V$; $V_{CE} \approx 0,2V$

Corte

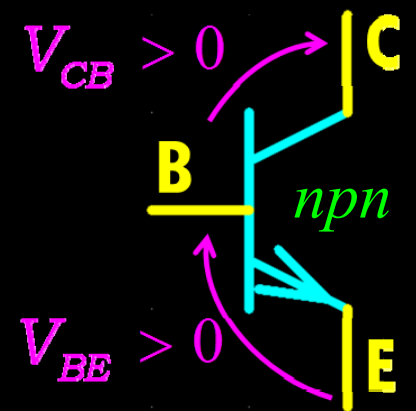
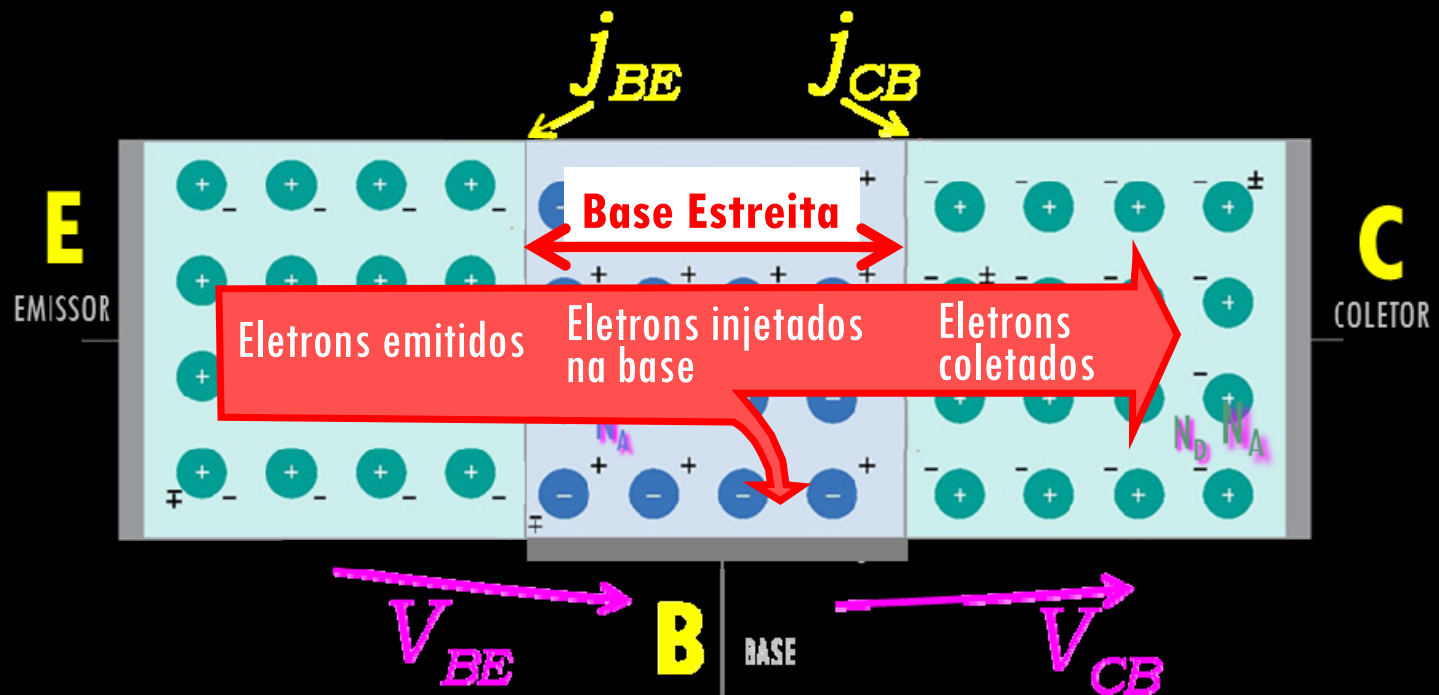


Saturação



E na região Ativa?

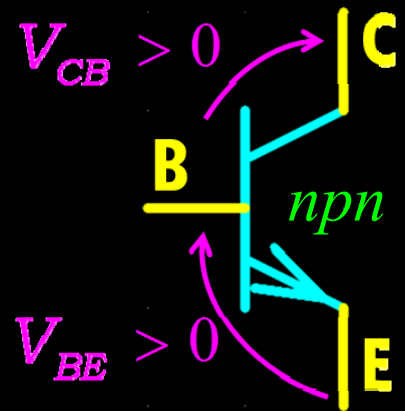
O Transistor Bipolar de Junção (TBJ) na Região Ativa



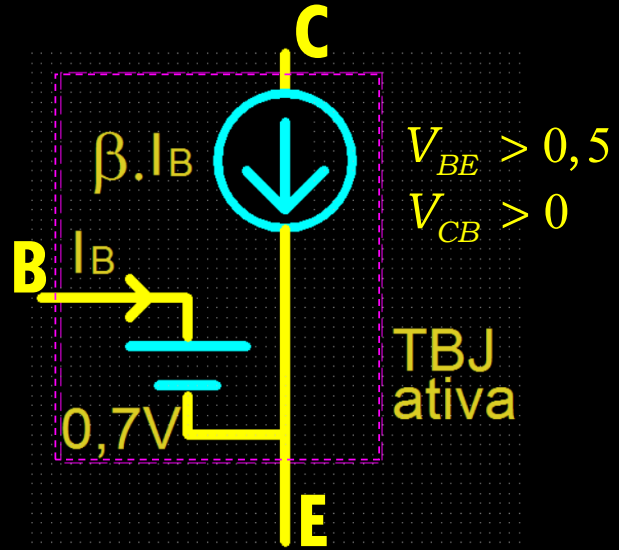
Polarização	j_{BE}	j_{CB}	Posso assumir (Si)
Ativa	Dir. Pol. ($V_{BE} > 0$)	Rev. Pol. ($V_{CB} > 0$)	$V_{BE} \approx 0,7V$; $I_C = \alpha I_E$ e $I_C = \beta I_B$ onde $\alpha \approx 0,99$ e $\beta \approx 100$
Ativa Invertida	Rev. Pol. ($V_{BE} < 0$)	Dir. Pol. ($V_{CB} < 0$)	Idem só que β muito menor

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ) na Região Ativa

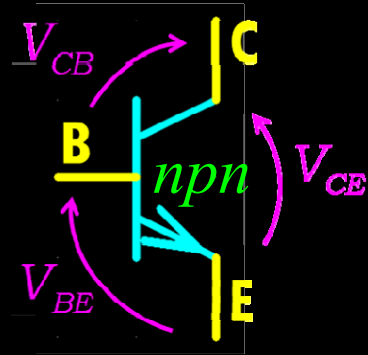
Polarização	j_{BE}	j_{CB}	Condição (Si)
Ativa	Dir. Pol. ($V_{BE} > 0$) $(V_{BE} > 0,5V)$	Rev. Pol. ($V_{CB} > 0$)	$V_{BE} \approx 0,7V$; $I_C = \alpha I_E$ e $I_C = \beta I_B$ onde $\alpha \approx 0,99$ e $\beta \approx 100$ $I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T}$ e $I_E = I_S e^{V_{BE}/V_T}$



Ativa

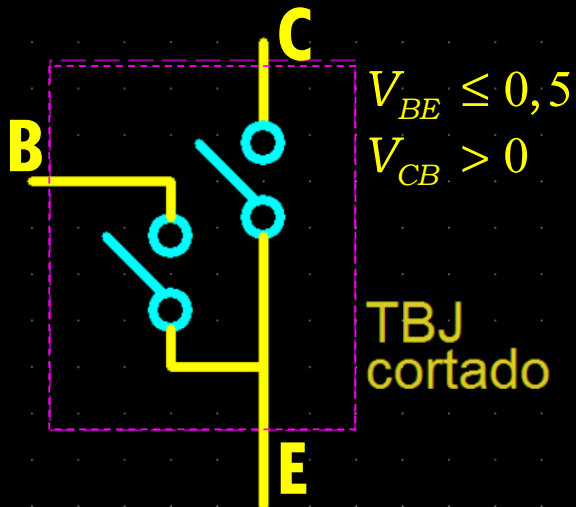


Polarizando um Transistor Bipolar de Junção (TBJ)



Cortado

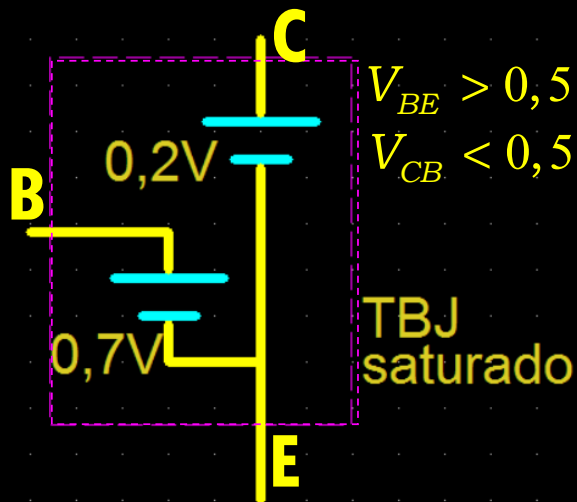
Corte



Conduzindo

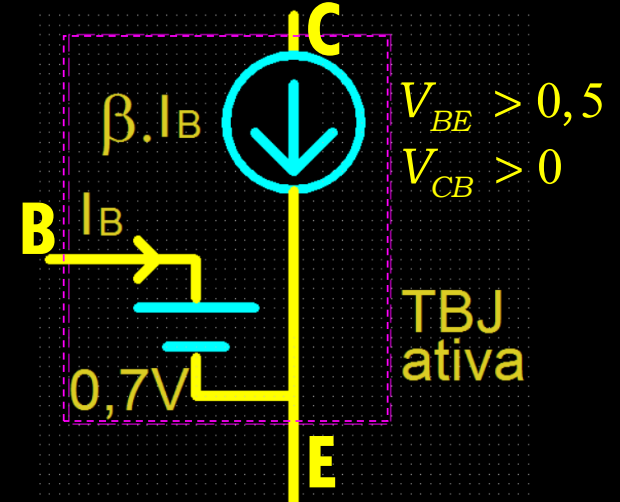
Saturação

$$(I_C < \beta I_B)$$

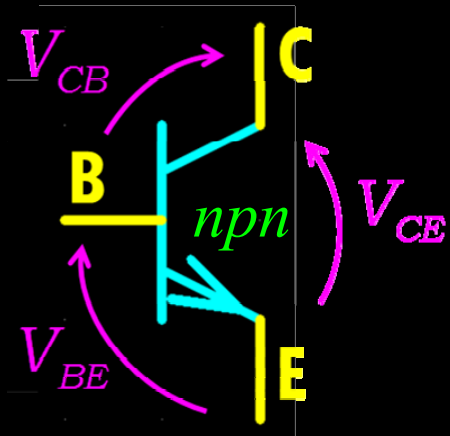


Ativa

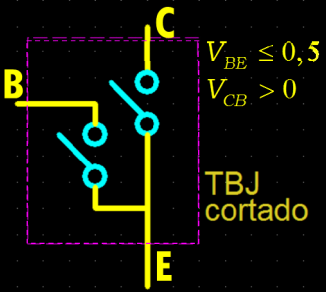
$$(I_C = \beta I_B)$$



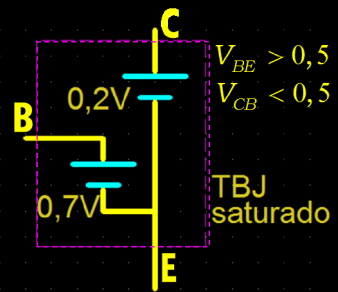
A curva $I_C \times V_{CE}$ do Transistor Bipolar de Junção (TBJ)



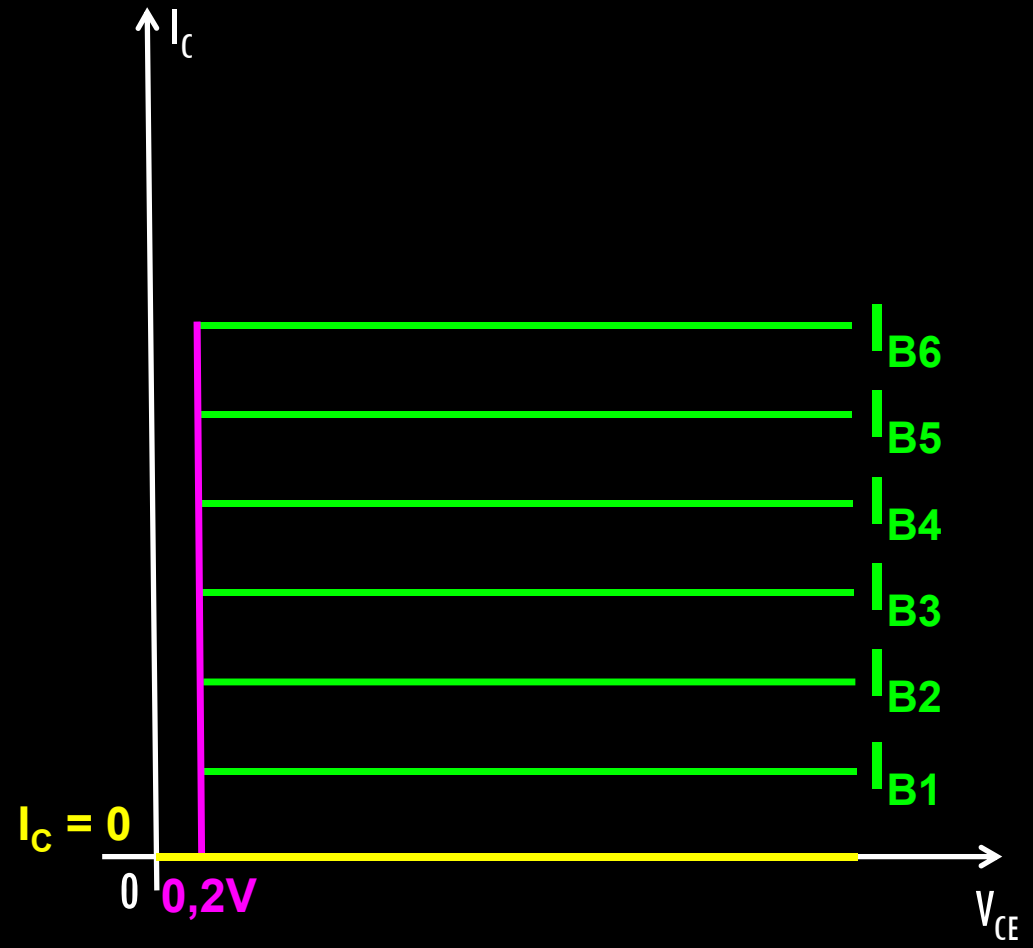
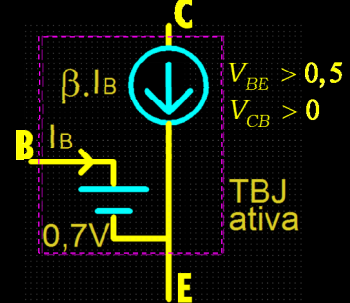
Corte



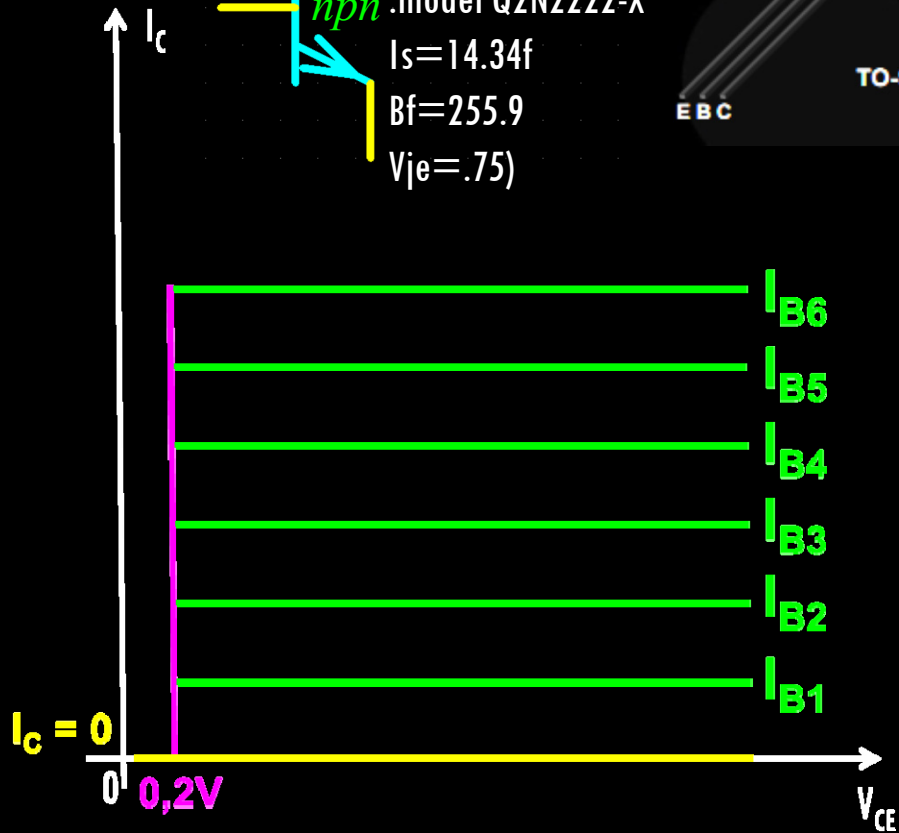
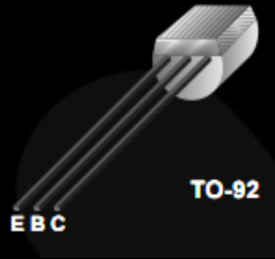
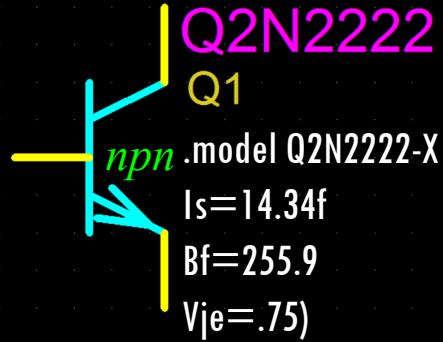
Saturação



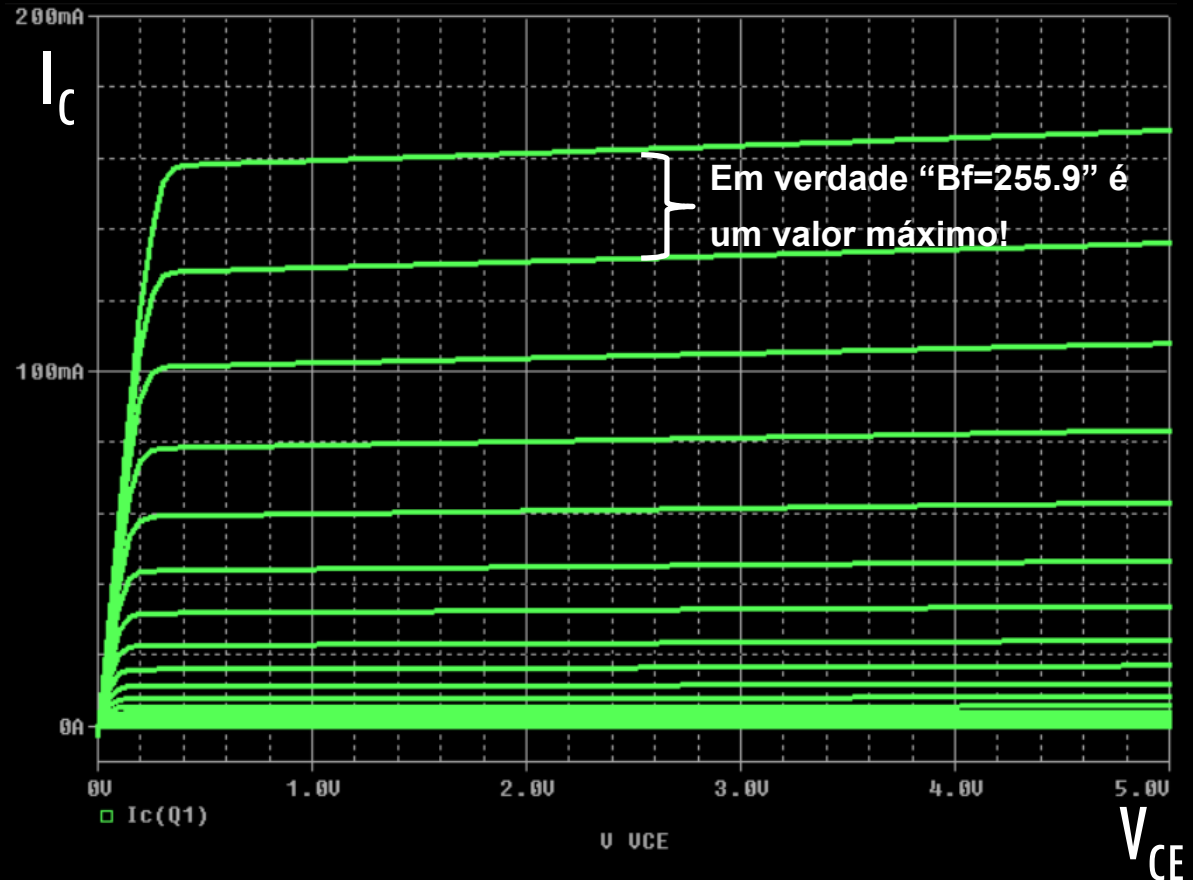
Ativa



A curva $I_C \times V_{CE}$ de um TBJ real



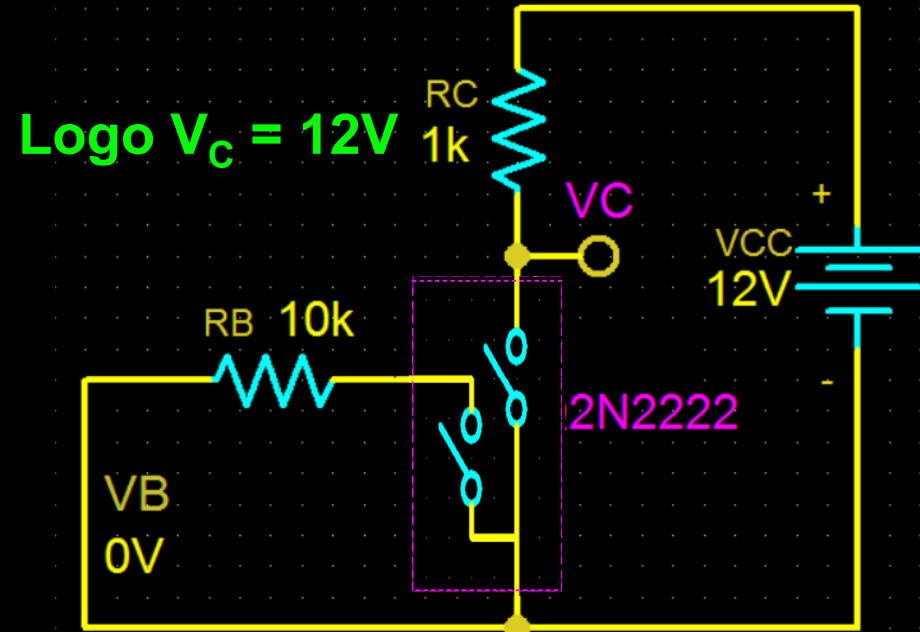
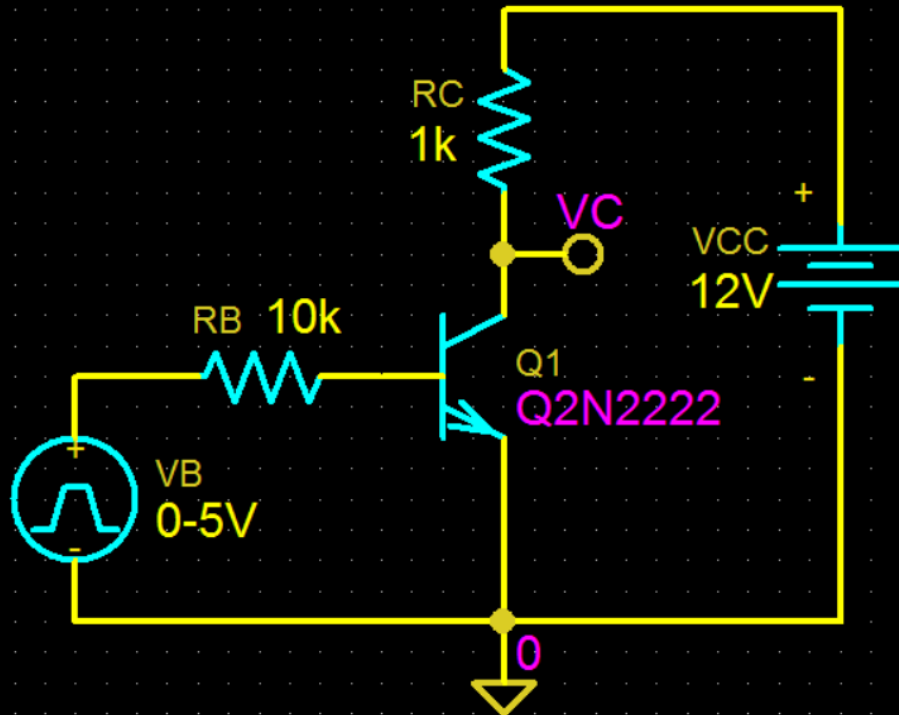
Simulação SPICE



O Transistor Bipolar de Junção (TBJ) como chave

Exercício: Determine a forma de onda V_C quando se aplica na entrada do circuito uma onda quadrada com período de aprox. 1ms e valores de tensão de 0V e 5V. Sabendo que $\beta = 220$, você pode dizer que o TBJ está atuando como chave?

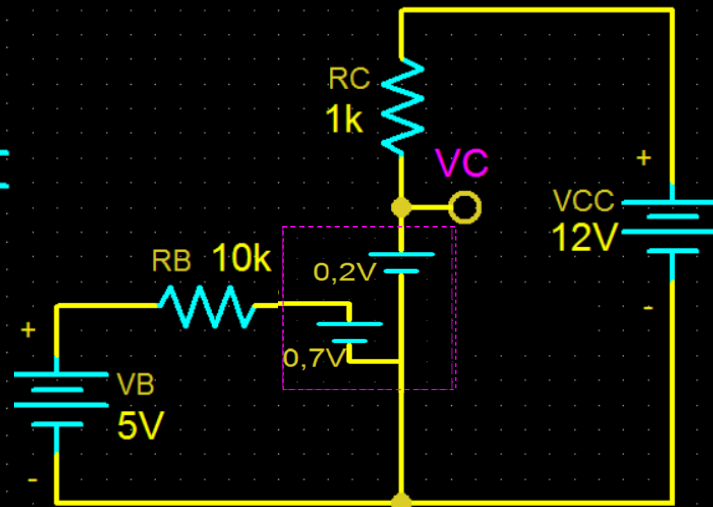
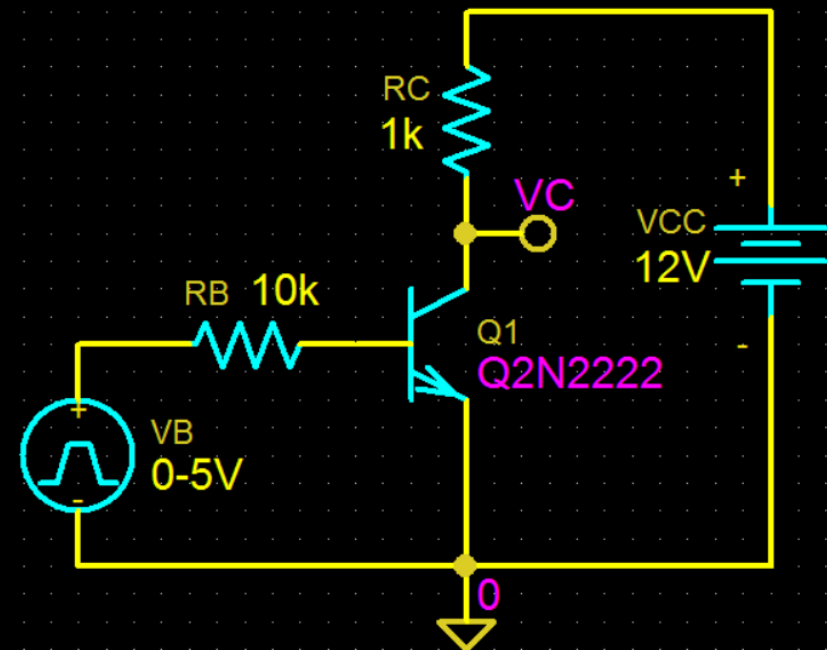
Quando $V_B = 0V$ o TBJ está cortado:



O Transistor Bipolar de Junção (TBJ) como chave

Exercício: Determine a forma de onda V_C quando se aplica na entrada do circuito uma onda quadrada com período de aprox. 1ms e valores de tensão de 0V e 5V. Sabendo que $b = 220$, você pode dizer que o TBJ está atuando como chave?

Quando $V_B = 5V$ o TBJ está conduzindo, mas na ativa ou saturado? Devemos supôr uma situação, p.ex. saturado, e conferir o resultado



$$L1, 2^{\text{a}} \text{ LK: } I_B = \frac{5 - 0,7}{10k} = 430\mu A$$

L2, 2^a LK:

$$I_C = \frac{12 - 0,2}{1k} = 11,8mA$$

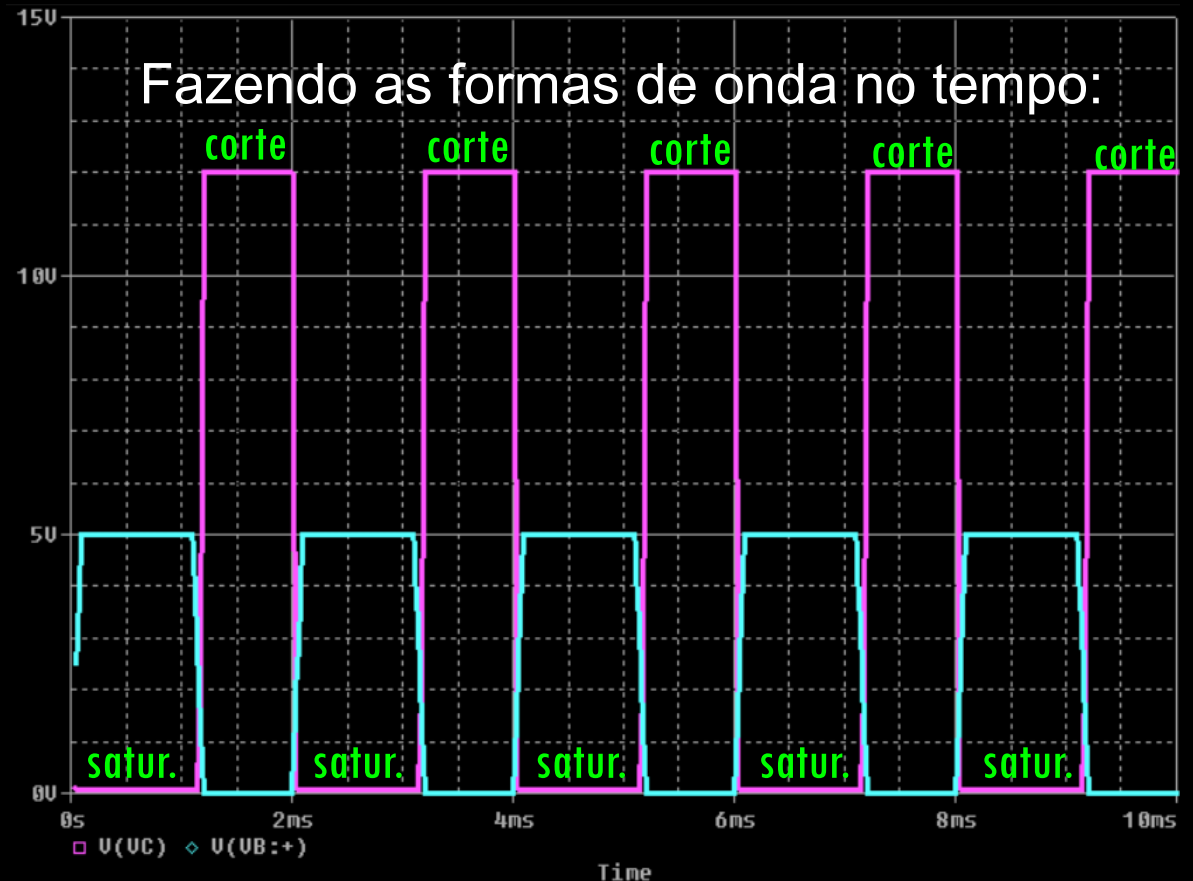
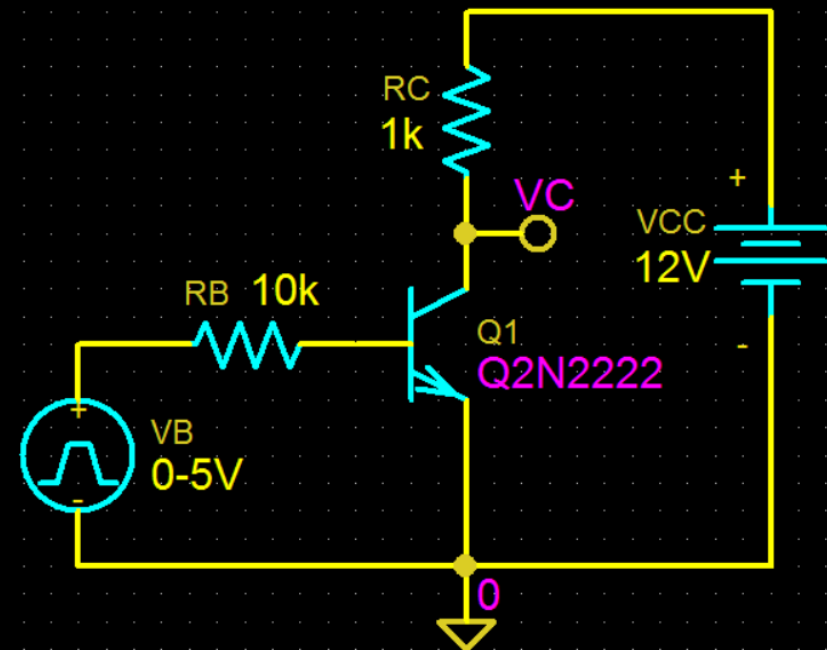
Como $I_C = 11,8mA < 220 \times 430\mu$
(94,6mA)

TBJ saturado e

$$V_C = 0,2V \text{ e } I_E = 11,85mA$$

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ) como chave

Exercício: Determine a forma de onda V_C quando se aplica na entrada do circuito uma onda quadrada com período de aprox. 1ms e valores de tensão de 0V e 5V. Sabendo que $\beta = 220$, você pode dizer que o TBJ está atuando como chave?



4ª Aula:

O Transistor Bipolar de Junção (TBJ)

Nesta aula você se tornou apto a:

- Explicar o princípio de operação do Transistor Bipolar de Junção (TBJ)**
- Identificar o TBJ npn e o TBJ pnp**
- Identificar quando o TBJ está na região de corte, saturação ou ativa**
- Enunciar as relações que compõem as leis do TBJ**
- Descrever os modelos para o TBJ**

Até a próxima aula !!!