

**Relatório Eletrônica Básica**  
**Regiões de operação**  
**Acadêmico: Stephen Michael Apolinário**

## **Objetivo**

- Estudar a polarização fixa do transistor
- Analisar a região de operação do transistor.
- Obter as tensões e as correntes dos canais Base, Emissor e Coletor.
- Realizar as simulações dos circuitos apresentados em aula.

## **Introdução**

Este relatório tem a finalidade de validar os conceitos aprendidos na disciplina, aqui serão analisadas a região de operação do transistores para comparar as tensões e correntes dos canais Base, Emissor e Coletor para que assim possamos observar se os cálculos teóricos estão de acordo com os valores obtidos em simulação.

## **Desenvolvimento**

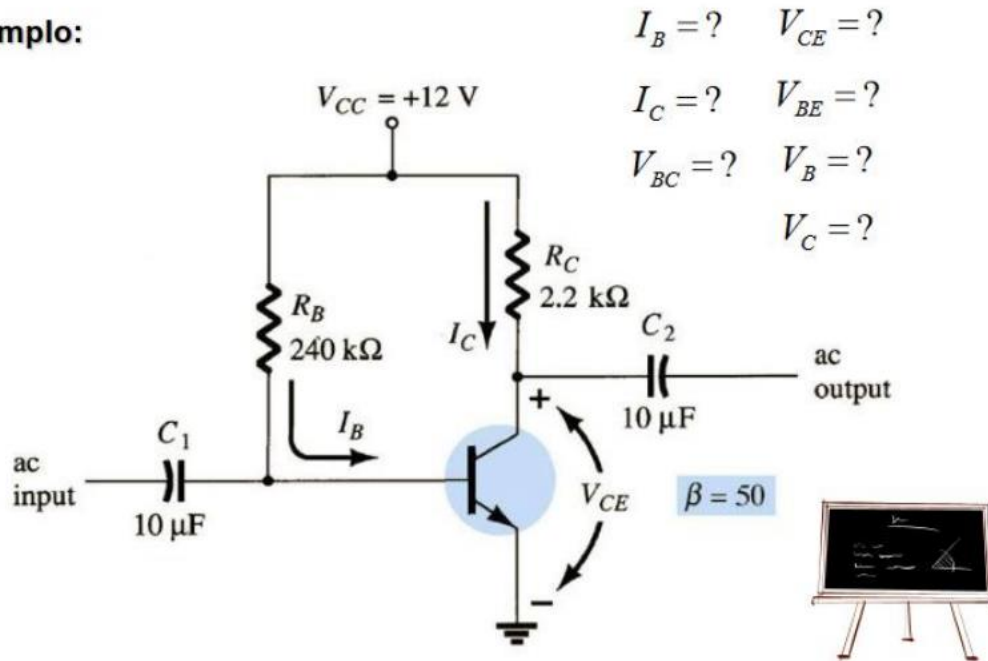
O Transistor de Junção Bipolar TJB , é um dispositivo Semicondutor, composto por três Regiões de Semicondutores sendo elas Base, Coletor e Emissor, separadas por duas Junções p-n. A Junção p-n entre a Base e o Emissor tem uma Tensão de Barreira de 0.7 V, que é um parâmetro importante do TJB.

### **Polarização fixa**

O que é polarização fixa? significa a aplicação de tensões DC em um circuito para estabelecer valores fixos de corrente e tensão. Para amplificadores com transistor, a corrente e a tensão DC estabelecem um ponto de operação nas curvas que define a região Ativa para a amplificação do sinal aplicado.

Abaixo é mostrada a imagem do circuito construído com um transistor 2n3904, com beta modificado para 50, veja a imagem abaixo:

**Exemplo:**



Neste exemplo descobriremos as correntes e as tensões nos terminais B,C e E.

$$V_{cc} = 12v$$

$$R_B = 240k$$

$$R_C = 2k2$$

$$\text{Beta} = 50$$

Considerando  $V_{BE} = 0,7v$  temos:

$$\text{Malhas de entrada: } V_{cc} - I_B * R_B - V_{BE} = 0$$

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_B = \frac{12 - 0,7}{240k} = 47,08 \mu A$$

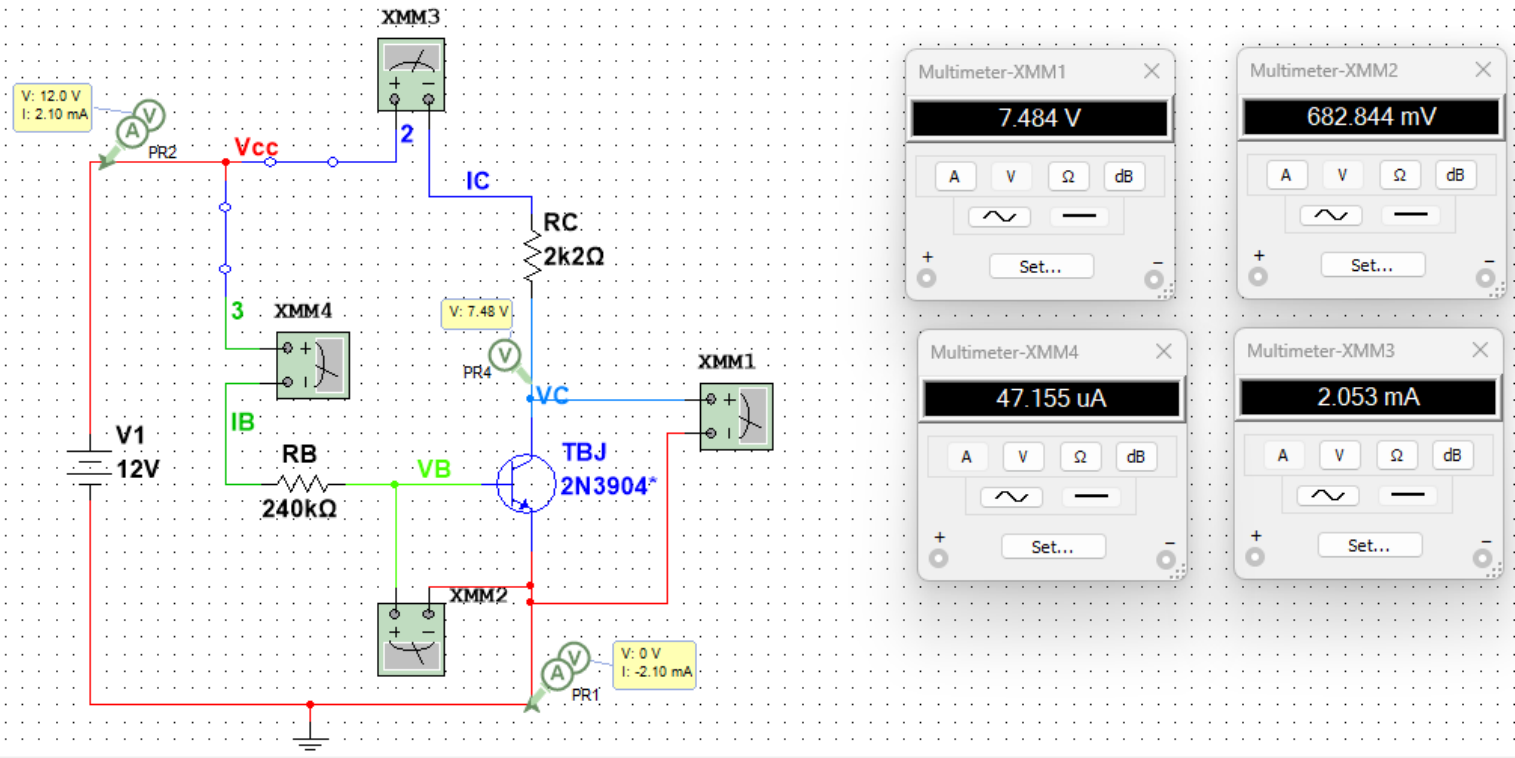
$$\text{Malha de saída: } V_{cc} - I_C * R_C - V_{BC}$$

$$I_C = \beta * I_B \rightarrow 50 * 47,08 \mu A = 2,354mA$$

$$V_{BC} = 12V - (2,534mA * 2k2) = 6,8212V$$

$$I_E = (\beta + 1) * I_B \rightarrow (50 + 1) * 47,08 \mu A = 2,39 mA$$

Abaixo a simulação do circuito e os valores obtidos:



Comparando os valores:

	Simulação	Teórico
I <sub>B</sub>	47,155uA	47,08 uA
I <sub>C</sub>	2,053 mA	2,354 mA
I <sub>E</sub>	0 A	2,39 mA
V <sub>CE</sub>	7,484 V	6,82 V
V <sub>C</sub>	7,484 V	6,82V
V <sub>BE</sub>	682.844 mV	0,7 V
V <sub>B</sub>	682.844 mA	0,7 V
V <sub>E</sub>	0 V	0 V

Observamos que os resultados foram próximos, considerando uma pequena diferença entre os resultados calculados e simulados podemos dizer que o comportamento do circuito simulado reflete o comportamento esperado.

## Região de operação

Região de Op.	<b>BASE-EMISSOR</b>	<b>BASE-COLETOR</b>
Ativa	Direta	Reversa
Saturado	Direta	Direta
Corte	Reversa	-

Tensão na Base  $\rightarrow 0,7 \text{ V}$

Tensão no Emissor  $\rightarrow 0,0 \text{ V}$

Tensão no Coletor  $\rightarrow 6,82 \text{ V}$

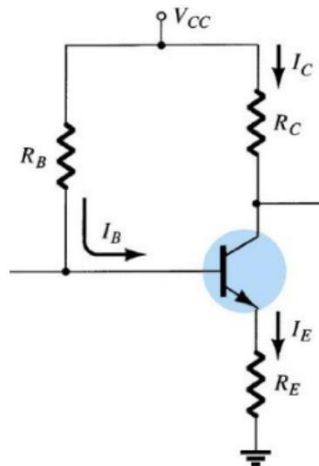
Coletor  $>$  Base  $\rightarrow$  Reversamente polarizado

Base  $>$  Emissor  $\rightarrow$  Diretamente polarizado

O Transistor está na região ativa.

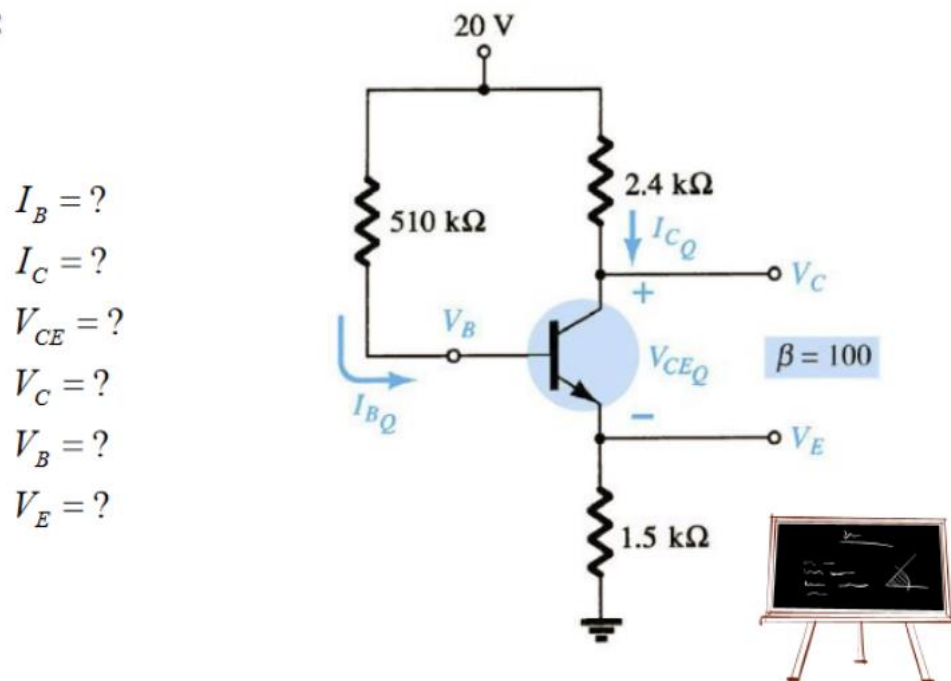
## Polarização estável do emissor:

Para diminuir a dependência da corrente de base do ganho do transistor, que é muito dependente da temperatura de operação e da fabricação do semiconductor, insere-se um resistor no canal emissor ao circuito de polarização fixa, originando o circuito de polarização estável de emissor, veja a imagem abaixo:



Descobrimos as correntes e tensão nos canais do transistor, analisando o circuito abaixo:

### Exercício:



OBS: Transistor 2n3904 com beta ajustado para 100 usado para simular.

$$V_{cc} = 20v$$

$$R_B = 510k$$

$$R_C = 2k4$$

$$R_E = 1k5$$

$$\beta = 100$$

Considerando  $V_{BE} = 0,7v$  temos:

$$\text{Malhas de entrada: } V_{cc} - I_B * R_B - V_{BE} - I_E * R_E = 0$$

$$I_E = (\beta + 1) * I_B$$

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) * R_E}$$

$$I_B = \frac{20 - 0,7}{510k + (\beta + 1) * 1k5} = 29,1761 \mu A$$

$$\text{Malha de saída: } V_{cc} - I_C * R_C - V_{CE} - I_E * R_E$$

$$I_C = \beta * I_B \rightarrow 100 * 29,1761 \mu A = 2,91761 mA$$

$$I_E = \beta + 1 * I_B \rightarrow (100 + 1) * 29,1761 \mu A = 2,9467861 mA$$

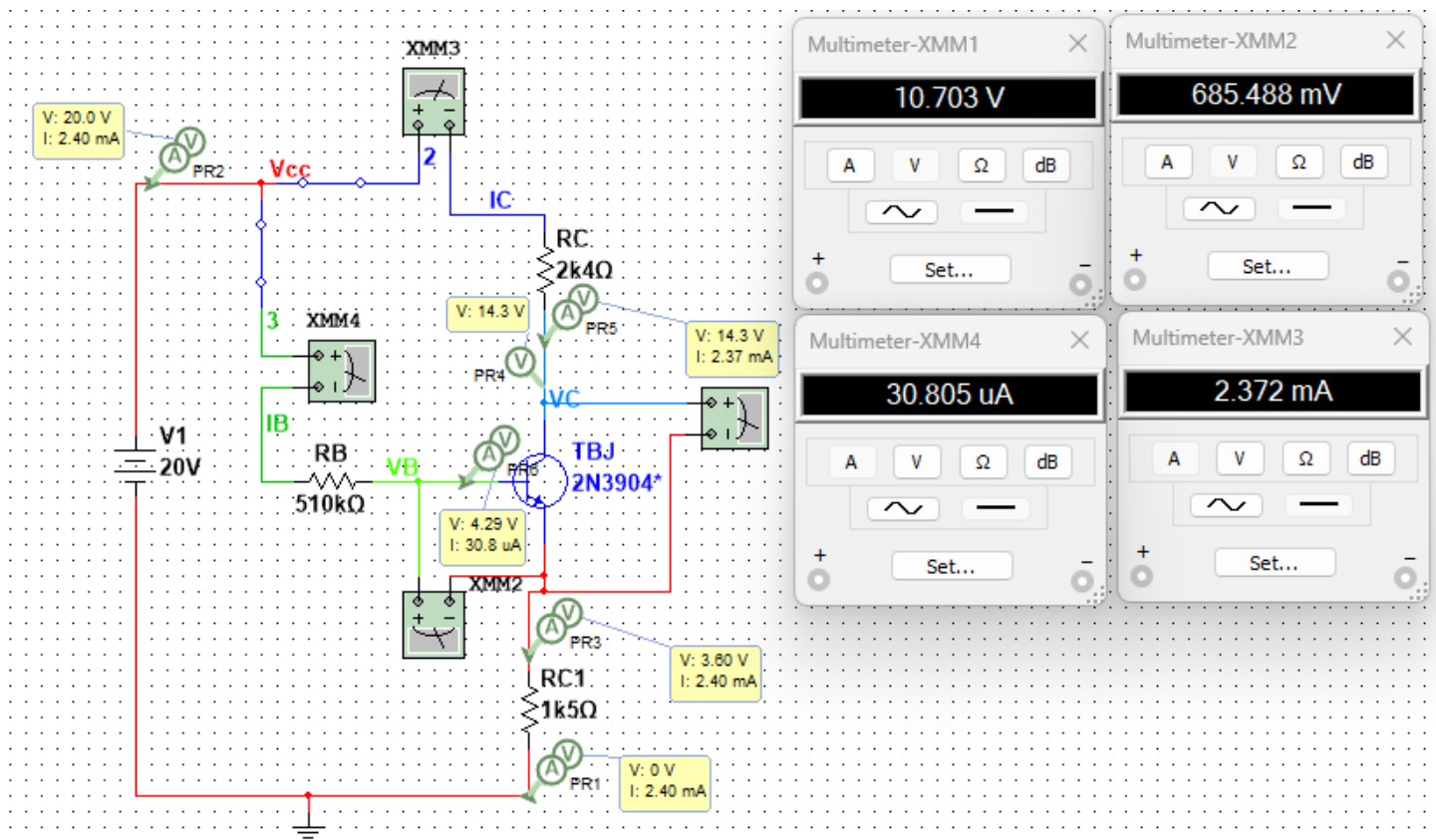
$$V_{CE} = (2,91761 mA * 2k4) - (2,9467861 mA * 1k5) = 8,57755685V$$

$$V_{BE} = V_B - V_E = 0,7V$$

$$V_E = I_E * R_E \rightarrow (2,9467861 mA * 1k5) = 4,42017915 V$$

$$V_C = V_{cc} - I_C * R_C \rightarrow 20 - (2,91761 mA * 2k4) = 12,997736 V$$

$$V_B = V_{cc} - I_B * R_B \rightarrow 20 - (29,1761 \mu A * 510k) = 5,120189 V$$



Comparação entre os resultados:

	<b>Simulação</b>	<b>Teórico</b>
$I_B$	30,805 uA	25,6512 uA
$I_C$	2,372 mA	2,56512 mA
$I_E$	2,40 mA	2,5907712 mA
$V_{CE}$	10,703 V	10,04 V
$V_{BE}$	685,488 mV	0,7 V
$V_B$	4,29 V	6,92 V
$V_C$	14,3 V	13,84 V
$V_E$	3,60 V	3,87 V

Após analisar os resultados, observamos uma pequena diferença entre os resultados calculados e simulados, podemos avaliar então que o comportamento do circuito simulado está próximo do comportamento esperado.

## Considerações Finais

Observamos com os experimentos realizados no programa Multisim, a área de atuação do transistor, chamada de região de operação. Estes exercícios têm a finalidade de melhorar a compreensão dos transistores e compreender o seu ponto de funcionamento.

Como visto em aula o transistor pode atuar como uma chave, quando na região de corte o transistor se comporta como uma chave aberta segurando a tensão, quando na região de saturação, o transistor é como uma chave fechada sendo a tensão sobre ele zero possibilitando a passagem de corrente. O segundo modo é como um amplificador, onde o transistor precisa que os canais Base e Emissor sejam polarizados diretamente e os canais Base e Coletor reversamente, garantindo que o transistor esteja na região chamada de região ativa.