

EXPERIMENTO Nº 03 – TRANSISTOR BIPOLAR

- OBJETIVO:**
- Medir as resistências do transistor
 - Avaliar as correntes e tensões nas junções
 - Medir o ganho do transistor (β ou h_{FE}),
 - Levantar a curva característica $I_c \times V_{ce}$ do transistor bipolar..

MATERIAIS:

Instrumentos

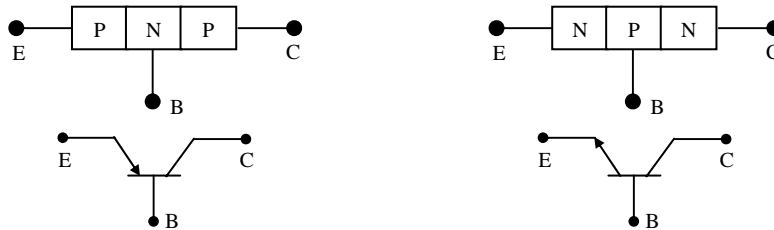
- Osciloscópio duplo traço
- Multímetro digital
- Multímetro analógico
- Fonte de alimentação DC

Materiais (responsabilidade do aluno)

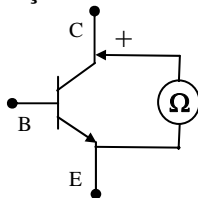
- 4 Transistores BC 548B ou BC548C e BC556 (ou equivalente)
- Resistores diversos: 100, 470, 1k, 4k7, 10k, etc...
- 1 potenciômetro de 10K Ω , 1 potenciômetro de 470 K Ω
- 1 potenciômetro de 1M Ω
- 3 pares de pontas de provas (banana-jacaré), 1 régua de proto-board
- 1 LED, pontas de prova, multímetro digital, fonte de alimentação.
- Alguns "Data Sheets" estão disponível no site da disciplina.

PARTE A:

Simbologia:



1. Medições com o VOM analógico e digital:



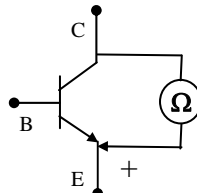
Analógico

- Alta ()
- Baixa ()

Digital

- Alta ()
- Baixa ()

(a)



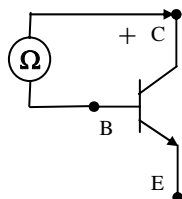
Analógico

- Alta ()
- Baixa ()

Digital

- Alta ()
- Baixa ()

(b)



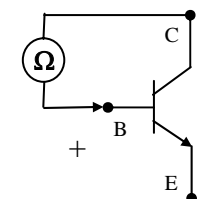
Analógico

- Alta ()
- Baixa ()

Digital

- Alta ()
- Baixa ()

(c)



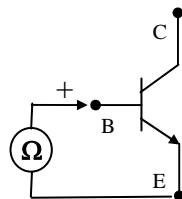
Analógico

- Alta ()
- Baixa ()

Digital

- Alta ()
- Baixa ()

(d)



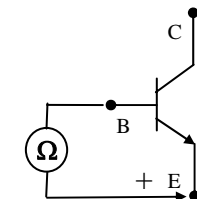
Analógico

- Alta ()
- Baixa ()

Digital

- Alta ()
- Baixa ()

(e)



Analógico

- Alta ()
- Baixa ()

Digital

- Alta ()
- Baixa ()

(f)

2. Qual a diferença entre o multímetro digital e analógico ? Justifique.

3. Quais seriam as medidas equivalentes para o transistor PNP (considere o multímetro analógico):

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| Resistência | Resistência | Resistência |
| (a) Alta () | (b) Alta () | (c) Alta () |
| Baixa () | Baixa () | Baixa () |
| Resistência | Resistência | Resistência |
| (d) Alta () | (e) Alta () | (f) Alta () |
| Baixa () | Baixa () | Baixa () |

4. Com um multímetro analógico um transistor apresentou as seguintes medidas:

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| Resistência | Resistência | Resistência |
| (a) Alta (X) | (b) Alta (X) | (c) Alta (X) |
| Baixa () | Baixa () | Baixa () |
| Resistência | Resistência | Resistência |
| (d) Alta () | (e) Alta () | (f) Alta (X) |
| Baixa (X) | Baixa (X) | Baixa () |

Trata-se de um transistor:
 () PNP () NPN () com defeito

5. Monte o circuito abaixo, ajuste $V_{BE}=10V$ e $V_{BC}=20V$, meça os valores indicados e indique com setas o sentido das correntes:

	$I_E = \frac{\quad}{R_E} =$	$V_{BE} =$
	$I_C = \frac{\quad}{R_C} =$	$V_{BC} =$
	$I_B = \frac{\quad}{R_B} =$	$V_{CE} =$

I_B deve ser igual a I_E mais I_C , porque?

6. Varie V_{BE} (<10V) e observe se I_C muda, em seguida varie V_{BC} (<20V) e observe se I_E muda.

Explique:

7. Inverta V_{BC} , meça os valores indicados e indique com setas o sentido das correntes:

	$I_E = \frac{\quad}{R_E} =$	$V_{BE} =$
	$I_C = \frac{\quad}{R_C} =$	$V_{BC} =$
	$I_B = \frac{\quad}{R_B} =$	$V_{CE} =$

I_B é igual a I_E mais I_C , porque?

6. Compare os valores de correntes e tensões com os medidos no item 3. Explique as diferenças.

PARTE B - RESUMO TEÓRICO:

1. Resumo teórico:

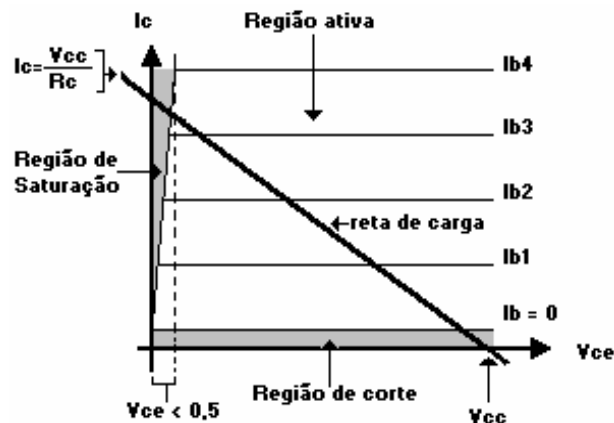


Figura 1 - Curva característica do transistor e reta de carga

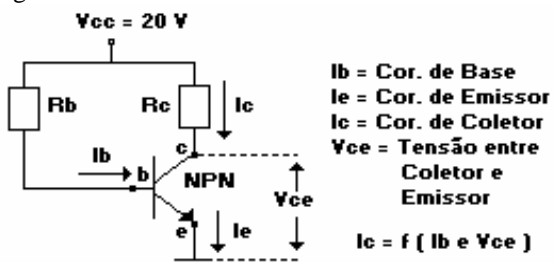


Figura 2 - Circuito para obtenção da curva característica

Regiões de operação do transistor bipolar

Na região ativa:

$I_c = \beta_{cc} I_b$; $V_{be} \cong V_j$; $I_e \cong I_c + I_b$

$I_b = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_b}$; $V_{ce} = V_{cc} - R_c I_c$

V_{cc} e β podem ser considerados constantes. Para obter-se a curva característica pode-se variar os parâmetros R_b e R_c :

- se $R_b \uparrow$ $I_b \downarrow$ e se $R_b \downarrow$ $I_b \uparrow$
- se $R_c \uparrow \approx V_{ce} \downarrow$ e se $R_c \downarrow \approx V_{ce} \uparrow$

Na região de saturação:

$I_c = \frac{V_{CC}}{R_c}$; $V_{ce} \leq 0,5V$

(Nesta condição tem-se I_c máximo)

Na região de corte:

$V_{ce} \cong V_{cc}$

(Nesta condição tem-se $I_c \cong 0$)

2. PARTE PRÁTICA – TRANSISTOR OPERANDO NA REGIÃO LINEAR2.1. Medida do Ganho do Transistor (β_{CC} OU h_{FE})

a) Montar o circuito da Figura 02 com:

$V_{CC} = 20V$,

$R_b = 220k\Omega$ em série com um potenciômetro de $470k\Omega$ ou $1M\Omega$ (dependendo do β_{CC} medido)

$R_c = 100\Omega$ em série com um potenciômetro de $10k\Omega$.

- ajustar a combinação do resistor R_c em série com o potenciômetro em $1k\Omega$.

- variar R_b até obter $V_{ce} = 5V$.

Medir o valor de $V_{BE} = \underline{\hspace{2cm}}$ Medir o valor de $V_{CB} = \underline{\hspace{2cm}}$

Obs.: Utilize o osciloscópio para essas medições, pois a baixa impedância do multímetro altera a corrente de base.

Determinar o valor de $I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \underline{\hspace{2cm}}$ $I_C = \beta_{CC} \cdot I_b = \underline{\hspace{2cm}}$

Determinar o valor de $I_b = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_b} = \underline{\hspace{2cm}}$

Preencher a Tabela 1 e determine o valor de β .

Vce	Ic	Ib	Vbe	Vcb	$\beta_{CC} = I_C / I_b$

Mantendo R_b fixo medir o valor de I_c para os valores de V_{ce} indicados na Tabela 2 (variar o valor de R_c).

Vce	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2
Ic													

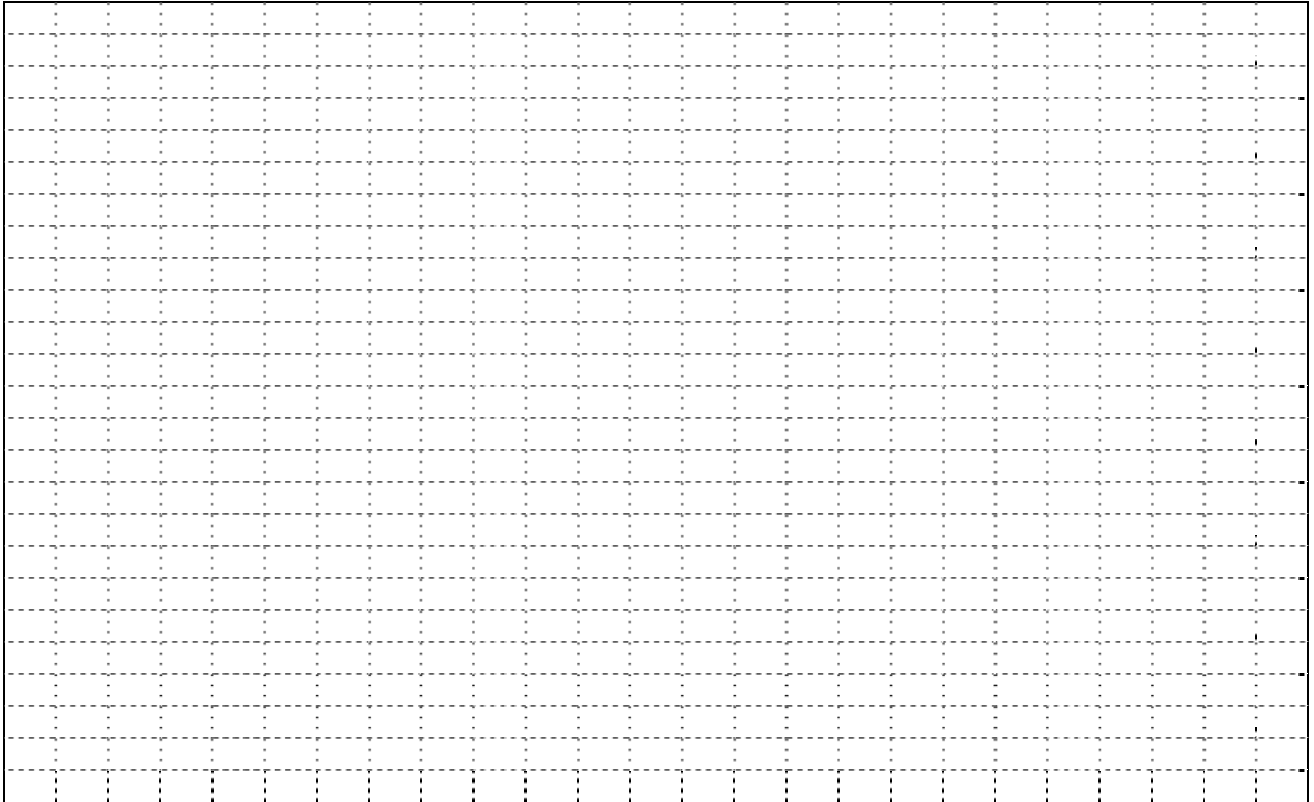
b) Ajustar R_c em $2k\Omega$ e variar R_b até obter $V_{ce} = 5V$, preencher a Tabela 3

Vce	Ic	Ib	Vbe	Vcb	$\beta = I_C / I_b$

Mantendo R_b fixo, medir o valor de I_c para os valores de V_{ce} indicados na Tabela 4 (variar o valor de R_c).

Vce	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2
Ic													

2.2 - Com os dados das Tabelas 2 e 4 traçar o gráfico de I_c x V_{ce} , indicando as 3 regiões de operação



2.3. Consulte o *data sheet* do transistor bipolar utilizado e determine o valor de h_{FE}

Valor de h_{FE} Medido	Valor de h_{FE} obtido no <i>data sheet</i>

2.4. No circuito da Figura 2 calcule os resistores com o h_{FE} obtido na prática para que o transistor opere na região linear (demonstre os cálculos e justifique os valores de V_{CE} e I_C escolhidos). Verifique se na prática o transistor está realmente operando na região linear, anote os valores de V_{CE} e I_C . Coloque em curto-circuito o resistor R_c ? O que aconteceu com a corrente I_c ? Justifique ?

2.5. Com a fonte de 20V, deseja-se polarizar um LED com 1,5V e 20mA de corrente. Para isso utilize o circuito da Figura 2. Coloque o LED em série com o resistor de emissor e polarize o transistor para que $I_c=20mA$.

3. PARTE PRÁTICA – CIRCUITOS LÓGICOS OPERANDO EM CORTE E SATURAÇÃO

3.1. Monte o circuito abaixo, preencha a tabela verdade e determine a função lógica.

	V1 (V)	V2 (V)	V0 (V)
	0	0	
	0	5	
	5	0	
	5	5	

3.1. Monte o circuito abaixo, preencha a tabela verdade e determine a função lógica.

	V1 (V)	V2 (V)	V0 (V)
	0	0	
	0	5	
	5	0	
	5	5	