



LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA ANALÓGICA I

Prática: 6

Assunto: Transistor Bipolar 1

Objetivos: Testar as junções e identificar o tipo de um transistor com o multímetro.

Verificar o funcionamento do transistor como fonte de corrente.

Verificar o funcionamento do transistor como chave.

Material necessário: 2 transistores BC 548, 2 transistores BC 558, Zener de 3,3 / 0,5 W, resistores de 220Ω, 470Ω, 680Ω, 820Ω, 1KΩ, 1K2Ω, 1K8Ω, 2K2Ω e 100kΩ, relé de 12 V, led e sonolarme.

Elaboração: Carla e Jorge Henrique

TRANSISTOR BIPOLAR

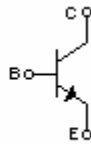
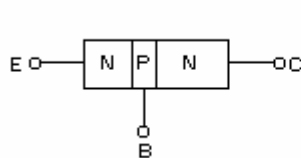
Descrição Básica

O transistor é um dispositivo que controla uma corrente na saída (maior) através de uma corrente de entrada (menor). Sendo por isso conhecido como amplificador de corrente. As características do transistor são exploradas através de várias configurações, cada uma com sua função específica.

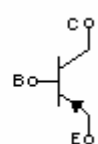
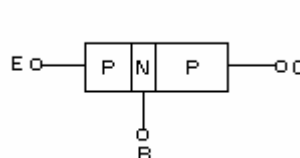
Estrutura e simbologia

Um transistor bipolar é basicamente constituído de três camadas de materiais semicondutores, formando as junções NPN ou PNP. Essas junções recebem um encapsulamento adequado, conforme o tipo de aplicação, e a ligação de três terminais para conexões externas.

Transistor NPN

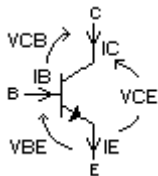


Transistor PNP



Tensões e Correntes num Transistor NPN

A figura nos mostra, que a corrente de emissor (I_E) é composta pela soma das correntes de base (I_B) e de coletor (I_C). $I_E = I_B + I_C$

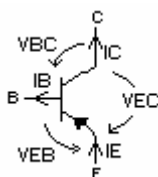


A relação entre as correntes I_C e I_E é dada pelo parâmetro “alfa”. $\alpha = I_C / I_E$

E a relação entre I_C e I_B é dada pelo parâmetro “beta”. $\beta = I_C / I_B$

A tensão entre coletor - emissor (V_{CE}) é composta pela soma das tensões entre base - emissor (V_{BE}) e base - coletor (V_{CB}). $V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$

Tensões e Correntes num Transistor PNP

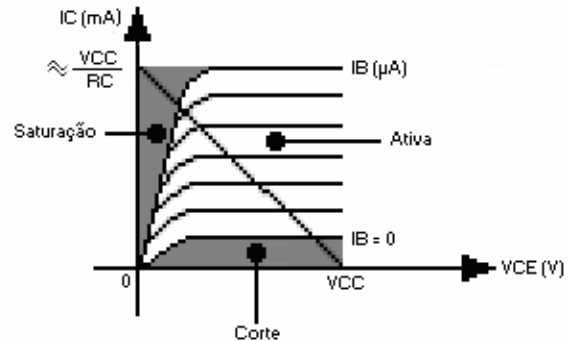
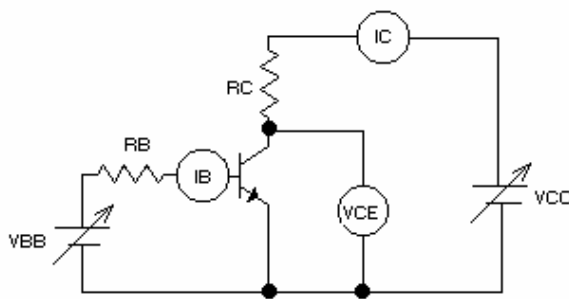


$I_E = I_B + I_C$
 $V_{EC} = V_{EB} + V_{BC}$

Observe que a relação matemática é a mesma, porém com as correntes e tensões tendo sentidos contrários.

Funcionamento

Através da montagem e medição do circuito abaixo, podemos obter a família de curvas do transistor, $I_C = f(V_{CE})$, onde podemos observar seu comportamento em todas as suas regiões de operação.



Região de Saturação: É a região onde qualquer aumento adicional da corrente de base não provoca nenhum aumento na corrente de coletor, pois a queda de tensão no resistor de coletor já atingiu seu valor máximo (aproximadamente V_{CC}), limitando desta forma novos aumentos na corrente de coletor. Nestas condições o transistor assemelha-se, em seu circuito coletor-emissor, a um interruptor fechado (transistor saturado).

Região Ativa ou Linear: Para valores de V_{CE} compreendidos entre aproximadamente 0,2 V (dependendo do tipo do transistor) e valores próximos de V_{CC} encontra-se a região ativa. Neste intervalo, o transistor comporta-se como um amplificador de corrente. A pequenos aumentos de I_B correspondem grandes aumentos de I_C , de forma quase independente de V_{CE} .

Região de Corte: O fato de fazer a corrente de base igual a zero é equivalente a manter o transistor aberto. Nestas circunstâncias, a corrente de coletor é tão pequena que, se a desprezarmos, podemos comparar o transistor, seu circuito coletor-emissor, a um interruptor aberto, e dizer que o transistor está “em corte” ou simplesmente “cortado”.

Especificações do Fabricante

- V_{CE0} máx: Tensão máxima entre coletor e emissor
- I_C máx: Corrente máxima de coletor
- P_C máx: Potência máxima ($P_{Cmáx} = V_{CE} \cdot I_C$)
- $H_{fe} (\beta)$: Ganho de corrente

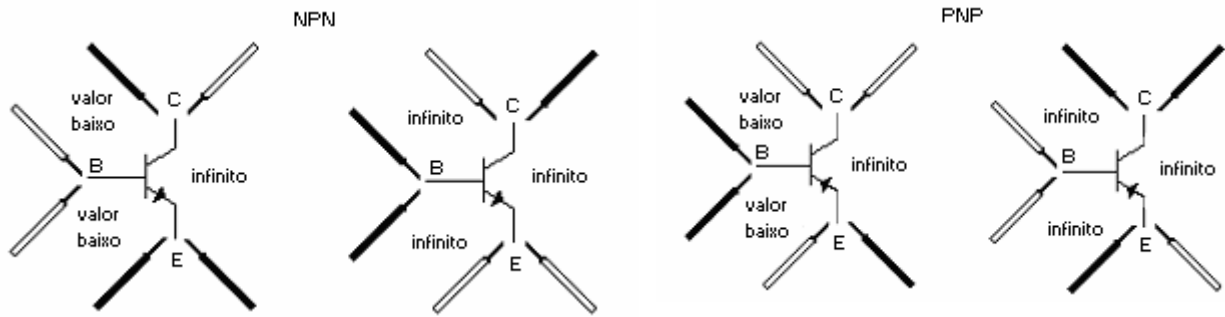
Como exemplo, podemos observar esses parâmetros na tabela a seguir:

Transistor	Tipo	V_{CE0} máx (V)	I_C máx (mA)	P_C máx (mW)	H_{fe} para $I_C = 2$ mA
BC 548	NPN	30	100	500	100 - 880
BC 558	PNP	30	100	500	75 - 475

Teste de Transistores

Com o auxílio do **multímetro digital**, podemos medir o **valor da barreira de potencial** das junções do transistor, verificando se o mesmo encontra-se em boas condições. Este teste, também serve para identificar seus terminais e seu tipo (NPN ou PNP). O teste também pode ser feito com um multímetro analógico, só que o mesmo ao invés de medir a barreira de potencial das junções, mede suas resistências.

A medida é feita entre Base e Emissor, Base e Coletor e entre Coletor e Emissor, alternando-se as ponteiros. O resumo dessas medidas é mostrado na figura a seguir:



Onde:

 Ponteira Vermelha
 Ponteira Preta

Alguns multímetros possuem um conector para medida de ganho de transistores (Hfe). Para realizar esta medida, basta colocar o transistor no conector, de acordo com o seu tipo, respeitando a ordem de seus terminais e selecionar a escala adequada. Será mostrado no visor do instrumento o valor do ganho de corrente do componente.

Tarefa 1:

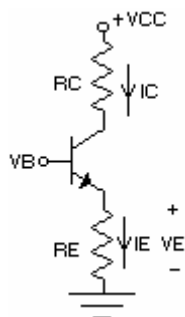
1. Com o multímetro digital na escala de diodos, meça o valor da barreira de potencial das junções de cada um dos transistores. Anote na tabela abaixo os valores medidos.
2. Meça o ganho do transistor (Hfe) e anote.

TRANSISTOR	VBE (V)	VBC (V)	VCE (V)	TIPO	Hfe (β)

3. Observando a tabela, o que se conclui em relação à medida da barreira de potencial entre Base e Coletor (VBC) e entre Base e Emissor (VBE) ?
4. O que se conclui com relação aos valores de Hfe ?

O TRANSISTOR COMO FONTE DE CORRENTE

Sua função é fornecer uma corrente **constante** para a carga.



Usando uma tensão **fixa** na base (VB), podemos “**amarrar**” a tensão de emissor, pois a tensão de emissor é igual a tensão da base menos a queda da junção base-emissor (VBE), ou seja:

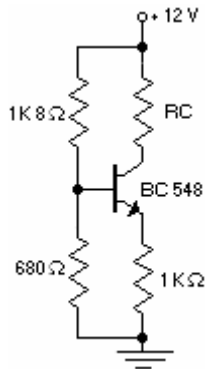
$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$\text{E como } I_E = V_E / R_E \text{ e } I_C \approx I_E$$

podemos dizer que a corrente de coletor é **fixa**, sendo assim, a corrente na carga (R_C) é **constante**.

Tarefa 2:

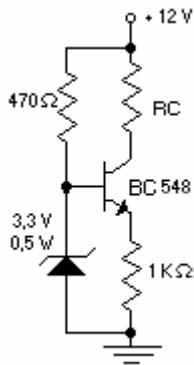
1. Monte o circuito abaixo.



2. Meça a corrente de coletor para cada valor de carga (RC) conforme tabela.

RC	220 Ω	820 Ω	1K2 Ω	2K2 Ω
IC				

3. Repita o item 2 para o circuito a seguir preenchendo uma segunda tabela.



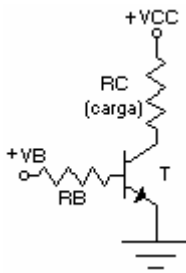
RC	220 Ω	820 Ω	1K2 Ω	2K2 Ω
IC				

4. Justifique os valores de IC medidos nos dois circuitos.

O TRANSISTOR COMO CHAVE

Conforme visto, um transistor pode trabalhar em três regiões: a de corte, a ativa e a de saturação. Na região ativa, o transistor é usado como amplificador. Nas regiões de corte e saturação, é utilizado como chave, servindo apenas para comutação, conduzindo ou não. Nesta situação, o transistor é utilizado para acionar uma carga. Ele desempenha as funções de driver de corrente, ou seja, a partir de pequenas correntes de base (sinal de controle), podemos controlar cargas grandes como relés, lâmpadas e motores.

Circuito padrão:

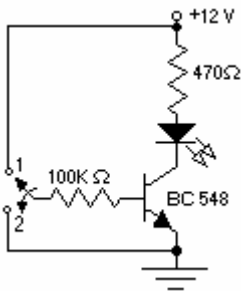


Para o transistor operar na situação de corte (chave aberta), é necessário que o potencial VB seja menor que VBE ou nulo. Nesta situação, não circulará corrente no coletor (IC = 0), sendo VCE = VCC.

Para o transistor operar na região de saturação (chave fechada), é necessário que o potencial VB seja maior que VBE, e que RB esteja corretamente polarizado. Nesta situação a corrente de coletor será a máxima possível, conforme o valor de RC.

$$I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C, \text{ sendo } V_{CE} = V_{CE \text{ sat}}$$

Tarefa 3:



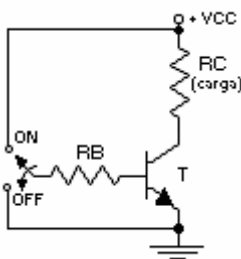
1. Monte o circuito ao lado.
2. Com a chave na posição **1**, meça e anote no quadro, os valores de IB, IC, VBE e VCE.
3. Repita as medições com a chave na posição **2**.

Chave	IB	IC	VBE	VCE	Situação
Pos. 1					
Pos. 2					

Tarefa 4:

Repita a tarefa 3, utilizando um transistor PNP no lugar do NPN (atente para as modificações que devem ser feitas no circuito).

Cálculo de RB:



A fim de utilizar o transistor como chave, calcula-se RB conforme indicado:

$$R_B \leq \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} \quad \text{onde: } I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

IC —> a corrente que a carga necessita para operar normalmente.

Tarefa 5:

1. Para o circuito que segue, projete o valor de RB para as seguintes cargas: sonoalarme e relé.
2. Monte o circuito com os valores de RB projetados para cada carga. Verifique o funcionamento.

