

3 Relatório

3.1 Introdução

Existem três modos de operação de um transistor bipolar de junção; corte, triodo e saturação. No entanto, para aplicações em que o dispositivo precisa atuar como chave, utilizamos apenas dois modos: corte e saturação. O transistor em corte significa que a chave está aberta, i.e. não passa corrente, e fechada, i.e. há passagem de corrente entre coletor e emissor, em saturação.

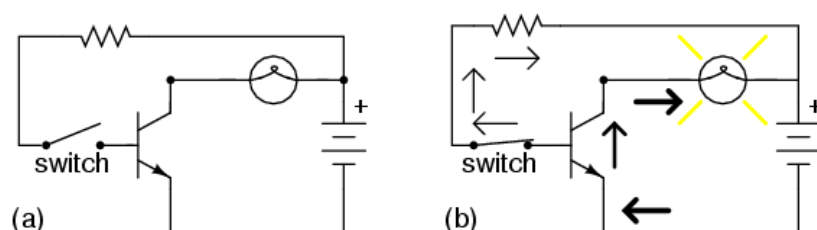


Figura 2: Transistor bipolar utilizado como um *switch* para controlar uma lâmpada.

A principal diferença entre o modo de saturação e o modo de condução triodo é o ganho ao qual o transistor opera, ou seja, a relação entre correntes de base e coletor, e a queda de tensão, V_{CE} sobre ele. Esses limites podem prontamente serem encontrados na folha de dados de cada componente.

Nesta prática, para o controle do modo de operação, será feita uma montagem que permite regular a tensão de entrada na base. Este controle é essencial pois sabe-se que a corrente de base é quem controla a passagem de portadores minoritários entre emissor e coletor. Desta forma, os circuitos devem ser apropriadamente modelados e dimensionados para que possam alternar entre saturação e corte, atuando apropriadamente como chave.

Esta chave pode atuar no controle de lâmpadas, relês e até mesmo motores. Vale ressaltar, que transistores também tem sido amplamente utilizados em circuitos digitais, e o entendimento de como um transistor pode vir atuar como uma chave, e como projetar um circuito para que isto seja possível, pode vir a ser de extrema importância para o entendimento destas aplicações digitais atuais.

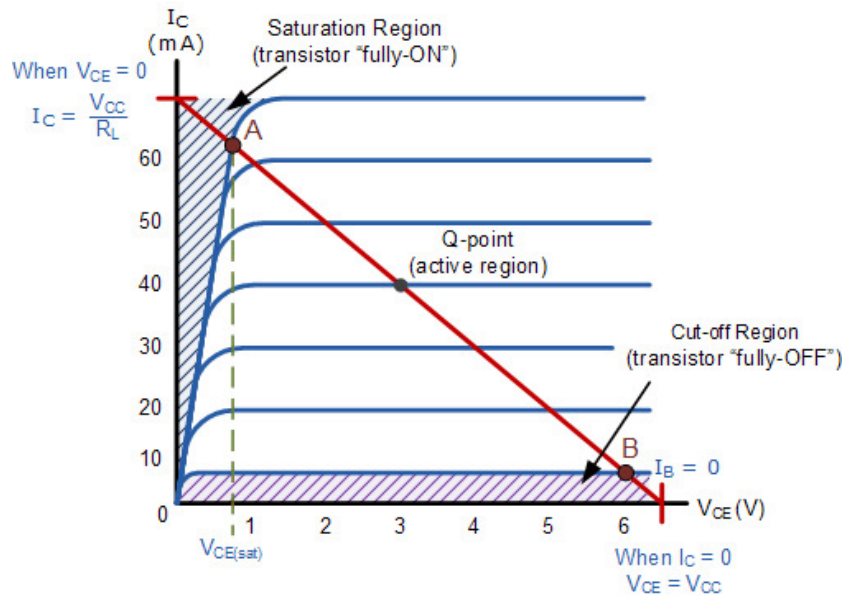


Figura 3: A área sombreada, em rosa, no fundo da curva representa a região de corte do transistor enquanto a área sombreada, em azul, representa a região de saturação do transistor.

3.2 Análises

Montou-se o circuito da Figura 1 e calculou-se o valor da resistência necessária ao potenciômetro para que corrente da base fosse $30\mu A$. Fazendo uso da lei de Ohm, pôde-se concluir que deve-se ajustar o potenciômetro para um valor igual a 31.4Ω . Feito este ajuste, mediu-se V_{BE} , V_{CE} e I_C com um multímetro. Mudou-se o resistor, R_C , e recalculou-se estes mesmos parâmetros. Estas medidas geraram a Tabela 1.

Tabela 1: Medidas de tensão e corrente para diferentes valores de R_C do circuito da Figura 1.

R_C (k Ω)	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)	I_C (mA)	Modo
10	0.646	72.2m	1.01	Saturado
1	0.696	1.295	8.837	Triodo

Para o segundo experimento, montaram-se os circuitos da Figura 2 e Figura 3, com o potenciômetro ajustado conforme anteriormente, e, com o

multímetro digital, foram realizadas medidas de V_{BE} , e_B , V_{CE} e I_C para traçar a reta de carga, que está representada na 4.

Tabela 2: Medidas de tensão e correntes para o transistor cortado e reverso no experimento 2.

	V_{BE} (mV)	V_{CE} (V)	I_C (mA)	$I_B(\mu A)$
Cortado	31.5	9.97	0	0
Reverso	-92.8	9.97	0	-2

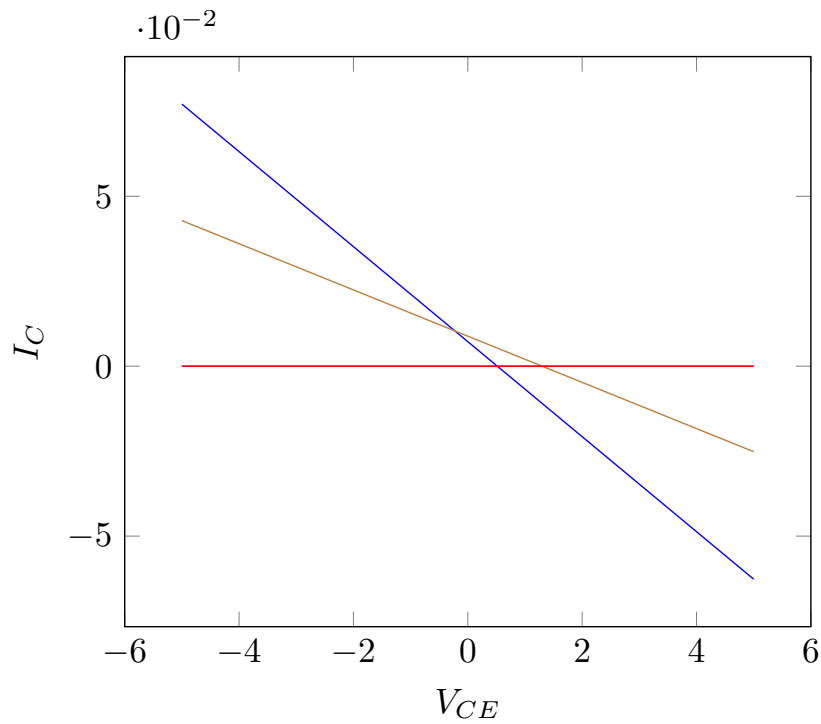


Figura 4: Retas de carga para as várias configurações do circuitos. A reta azul diz respeito ao transistor operando em região de saturação (resistor $10k$), a reta marrom diz respeito ao transistor operando em região de triódo (resistor $1k$). As demais retas sobrepostas são da operação em corte e reverso.

Da Tabela 2 e do datasheet, concluiu-se, que no primeiro caso do experimento 2, o transistor está em corte, pois não flui corrente do coletor para o emissor. E de forma similar, podemos concluir que o transistor está rever-

samente polarizado no segundo caso do experimento 2, pois corrente saí de sua base.

No último experimento, montou-se o circuito da Figura 4 e aplicou-se um sinal senoidal de frequência 3kHz e amplitude 3V. Usando um multímetro digital, mediu-se a tensão de base e coletor do transistor. Repetiram-se as medidas retirando o sinal de entrada. O led apenas se manteve aceso quando havia entrada senoidal. Os dados resultaram na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de tensão para o circuito de sinalização.

	V_B (V)	V_C
Com tensão senoidal	0.734	0.0653
Sem tensão senoidal	0	8.58

3.3 Discussões

Consultando o Datasheet do transistor BC-237 podemos notar que um V_{CE} menor que 0.2V e $V_{BE} > 0.6$ define o estado de saturação. Desta forma o circuito com resistor $10k\Omega$, se apresenta saturado, pois seu $V_{CE} = 72.2mV$. A partir desta mesma condição, define-se que a configuração de $1k\Omega$ está em triodo, pois seu $V_{CE} = 1.295 \gg 0.2$. Percebe-se a partir da reta de carga que, conforme aumenta-se o valor de R_C , diminui-se o valor de I_C , até um ponto de saturação, aonde seu ganho cai drasticamente.

Montou-se o circuito da Figura 2. O circuito foi montado com o objetivo de deixar o transistor na região de corte. A condição para que um transistor bipolar esteja na região de corte é que $V_{BE} < 0.6$, pois a partir dessa tensão, a junção base emissor fica cortada.

Em seguida, monta-se o circuito da Figura 3, com o objetivo de se polarizar reversamente a junção base emissor. Os resultados deste experimentos foram dispostos na Tabela 2 e no gráfico da Figura 6. Em ambos os casos, a corrente de coletor I_C foi igual a 0. Na situação de corte, ambas junções base coletor e base emissor ficaram cortadas, não havendo corrente de base, I_B , nem corrente de coletor I_C , conforme os dados da Tabela 2. Porém, na situação de polarização reversa, há corrente entrando no emissor e saindo pela base, no entanto, não houve presença de corrente de coletor no processo.

No último experimento, foi montado o circuito da Figura 4. Assim como os demais circuitos, este está na configuração de emissor comum. O circuito foi montado para que o estado do transistor alterne entre a região de corte a

região de saturação. Para valores suficientes de entrada (ao menos 0.6 Volts), o diodo D_2 passa a conduzir corrente, e parte dessa corrente entra na base do transistor. Isso faz com que haja uma corrente no coletor do transistor, que ocasiona uma queda de tensão no LED, acendendo-o. No caso em que retirou-se a entrada senoidal, observou-se que V_B se igualou a zero e que o LED apagou-se. Isso ocorreu pois os resistores ligados a base do transistor serviram como resistores de pull-down, fazendo a tensão se igualar a terra. Dessa forma, V_{BE} permaneceu zero, o que fez com que o transistor ficasse em corte, ou seja, deixou de conduzir corrente, apagando o LED.

3.4 Conclusão

Com a finalidade de aprender mais a respeito de transistores bipolares como chaves, montou-se três circuitos distintos. No primeiro circuito fizemos uso de um potenciômetro para que pudessemos ajustar a corrente que entrava na base. Neste circuito, foi possível entender o funcionamento do transistor operando no modo de saturação.

No segundo caso, montou-se um circuito em que o transistor operava na região de corte, pois a configuração garantiu que a tensão entre base e emissor fosse menor que $0.6V$, o que resultou em correntes de base corrente de coletor nulas.

Finalmente, no terceiro circuito, foi possível observar uma configuração que alternava entre as regiões de corte e saturação do resistor. O circuito com um sinal de entrada acendia o LED. Quando o sinal de entrada era removido, o transistor voltava para corte e apagava o LED.

Assim, está prática de forma simples conseguiu demonstrar o funcionamento de cada um dos modos do transistor e como pode-se construir uma chave através do transistor bipolar de junção.