

0323200 - Práticas de Eletricidade e Eletrônica I

Experiência 1 - Componentes Ativos

A.C.S. Edição 2016

Introdução

Na primeira experiência foram apresentados alguns componentes eletrônicos, com especial destaque para resistores e capacitores. Nesta segunda experiência utilizamos mais um componente de dois terminais: o diodo.

Tanto resistores, como capacitores e diodos, são considerados componentes passivos. Na figura 1, usando resistores como exemplo, podemos entender a razão do termo “passivo”.

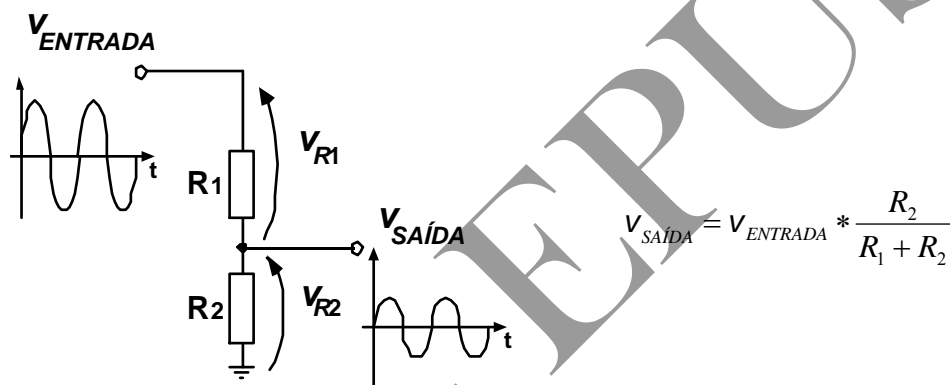


Figura 1. Um divisor resistivo ao qual aplicamos um sinal CA na entrada.

Vemos que ao aplicarmos um sinal CA na entrada, devido ao divisor resistivo formado por R_1 e R_2 , temos na saída um sinal CA atenuado (diminuído). Devido ao fato de nunca podermos obter um sinal CA de maior amplitude (ou melhor, com mais energia) em circuitos que empreguem apenas esse tipo de componentes, resistores, capacitores, indutores e diodos são chamados de componentes passivos. Isto é, esses componentes são incapazes de “aumentar”, ou mais especificamente, dar energia ao sinal CA.

Além disso, resistores e capacitores são componentes passivos lineares (em que há uma relação linear entre a tensão e a corrente no componente) e diodos são componentes passivos não-lineares (não há uma relação linear entre a tensão e a corrente no componente).

Os Componentes Ativos

Existem componentes eletrônicos capazes de “aumentar”, ou dar energia, a um sinal. São os chamados componentes ativos. Com esses componentes temos a capacidade

de amplificar sinais, que é uma característica muito desejada em circuitos eletrônicos. No entanto surge uma pergunta: de onde o componente ativo tira energia para “aumentar” o sinal? O componente ativo retira essa energia de uma fonte de alimentação. Em outras palavras, o componente ativo **transforma** energia da fonte de alimentação (em geral CC) em energia de sinal (em geral CA). A Figura 2 ilustra esse conceito.

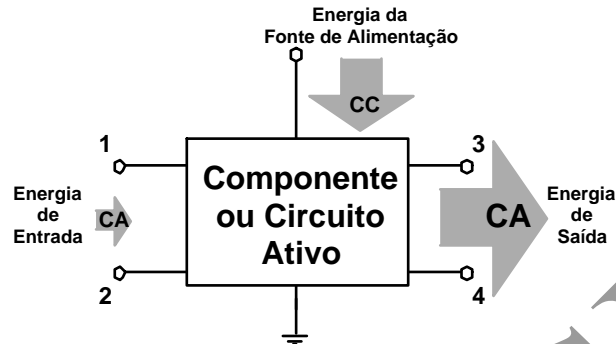


Figura 2. Forma pela qual um componente ativo aumenta a energia do sinal.

O componente ativo básico em eletrônica é o chamado transistor. O transistor possui dois tipos mais importantes, que têm seus símbolos mostrados na Figura 3.

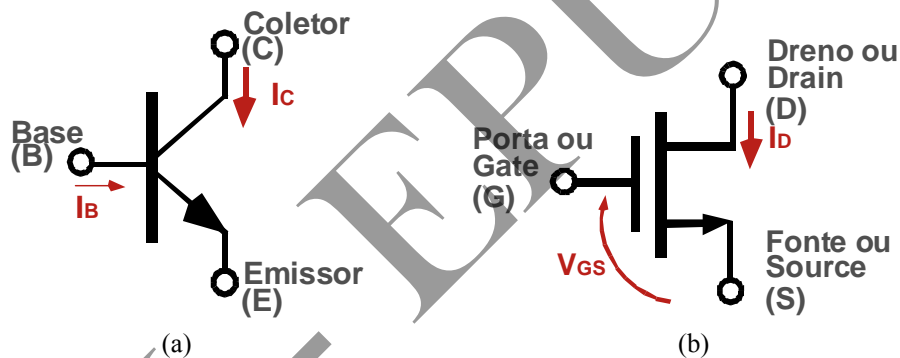


Figura 3. a) Símbolo de um transistor bipolar (tipo npn); b) Símbolo de um transistor FET (tipo MOS canal n). A seta no terminal de emissor (ou de fonte) indica o sentido da corrente elétrica entre emissor e coletor (ou dreno e fonte).

O transistor apresentado na Figura 3.a é chamado de transistor bipolar e tem como característica principal a capacidade de apresentar no terminal de saída (coletor - C) uma corrente muito maior e proporcional à **corrente** no terminal de entrada (base - B). O transistor apresentado na Figura 3.b é chamado de transistor de efeito de campo (*field effect transistor* – FET) e tem como característica principal a capacidade de apresentar no terminal de saída (dreno - D) uma corrente proporcional à **tensão** entre o terminal de entrada (porta ou *gate* - G) e o terminal da fonte (ou *source* – S). A Figura 4 mostra dois circuitos, um empregando transistor bipolar outro empregando transistor FET. É interessante observar que os transistores são fabricados em materiais sólidos com propriedades semicondutoras (e por isso são chamados de **componentes semicondutores** ou componentes em estado sólido). Uma característica importante dos componentes semicondutores é que, por não apresentarem partes móveis, possuem elevada confiabilidade.

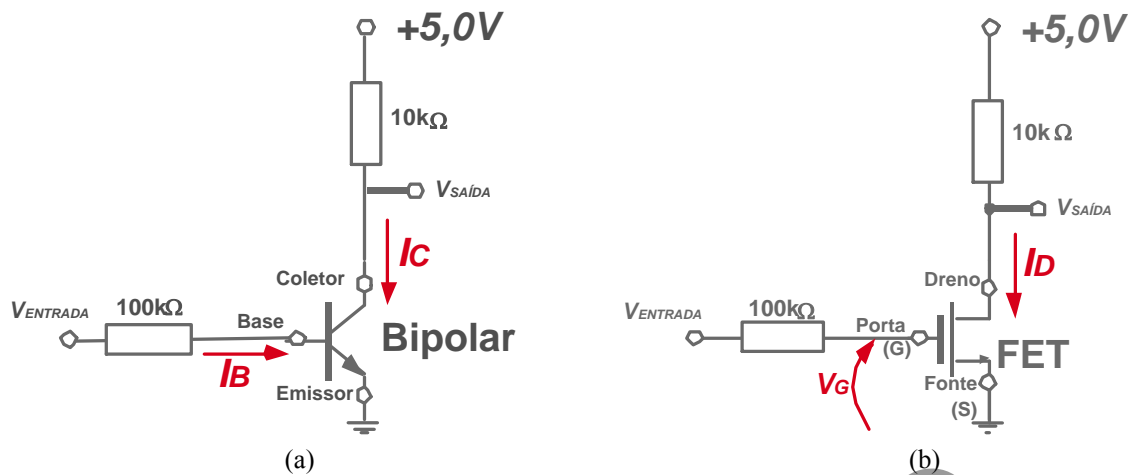


Figura 4. a) Circuito empregando transistor bipolar *npn*; b) Circuito empregando transistor MOSFET canal *n*.

Confrontando-se a Figura 2 e a Figura 4 é de se esperar que em ambos os circuitos da Figura 4 a potência do sinal CA de entrada ($v_1.i_1$) seja menor que a potência do sinal CA na saída ($v_2.i_2$) para se realizar a amplificação.

A chave eletrônica

O transistor também pode ser empregado como chave. Nesse caso o sinal que aciona a chave não está aplicado diretamente sobre a mesma. Os circuitos apresentados na Figura 4 podem ser empregados para utilizar os transistores como chave.

Vamos considerar inicialmente o caso do transistor bipolar. Para que ele funcione como chave aberta basta que a corrente na entrada (corrente de base) seja nula. Para que ele funcione como chave fechada basta que a corrente na entrada (corrente de base) seja maior que um valor pré-determinado, que chamaremos de I_{Bon} . Nesses casos o transistor pode ser representado por uma chave aberta (Figura 5a) ou uma chave fechada (Figura 5b). A mesma consideração vale para o transistor FET, considerando-se a tensão de entrada ao invés da corrente de entrada.

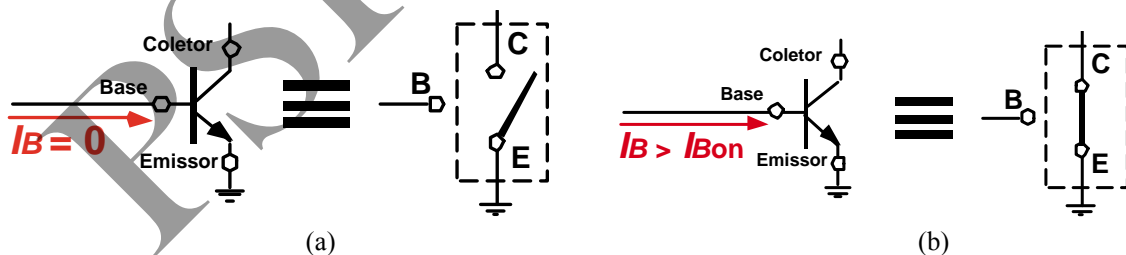


Figura 5. Transistor bipolar sendo representado por: a) Chave aberta (neste caso $I_B = 0$) e b) Chave fechada (neste caso $I_B > I_{Bon}$).

É importante observar que o sinal de controle, aplicado na entrada do transistor, normalmente é de baixa potência, e o sinal chaveado na saída é de potência geralmente maior. Assim, o transistor continua operando como componente ativo.

Um outro componente semiconductor muito conhecido é o diodo, mais simples que o transistor, e que também pode ser empregado como chave aberta/chave fechada. Note porém, que ele é um componente passivo não linear e por isso não amplifica sinais. Para funcionar como uma chave aberta (Figura 6a) ou uma chave fechada (Figura 6b) basta que

a tensão sobre ele seja inferior a 0,6V (chave aberta) ou superior a esse valor (chave fechada). Como o sinal que comanda essa chave é o próprio sinal a ela aplicada as aplicações do diodo são mais limitadas que as dos transistores.

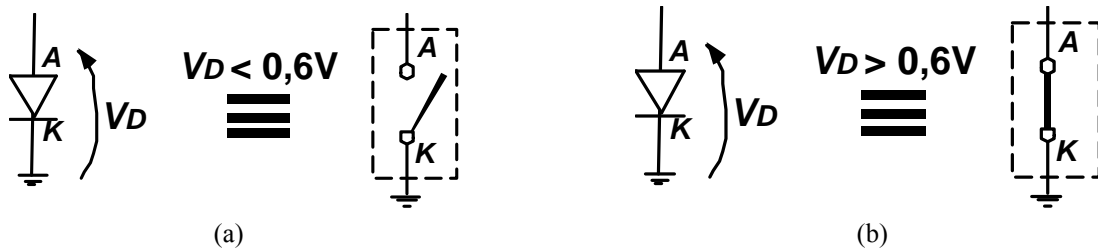


Figura 6. Diodo funcionando como: a) Chave aberta ($V_D < 0,6V$); b) Chave fechada ($V_D > 0,6V$).

A eletrônica digital

A eletrônica está dividida em duas grandes áreas, a eletrônica analógica e a eletrônica digital. A eletrônica analógica preocupa-se em processar em tempo real sinais elétricos que se comportam analogamente a outras grandezas encontradas na natureza (temperatura, pressão, etc.). Esse processamento inclui a **amplificação**.

Já a eletrônica digital representa todas as grandezas de interesse por sinais elétricos digitais (representados em base 2 e portanto compostos apenas de uns e zeros) que podem ser facilmente transmitidos e processados por **chaves** eletrônicas. Na eletrônica digital, por exemplo, o número 14 é representado pela seqüência 1110. Para decodificar o sinal 1110 basta fazer a conversão da base 2 para a base decimal (base 10):

$$1110 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 2 + 0 = 14$$

Do ponto de vista prático, temos aí uma aplicação muito importante de transistores. Quando operam como chave eles podem ser utilizados no processamento de sinais para eletrônica digital. Assim, por exemplo, uma chave fechada representa um “0” e uma chave aberta representa um “1”. Em termos de tensão, normalmente atribui-se o valor 0 V (zero volt) ao valor digital “0” e o valor 5 V (cinco volts) ao valor digital “1”. Logo, em um circuito digital, ao medirmos um valor de 5 V temos um nível 1 e ao medirmos 0 V temos um nível 0. É interessante notar que o circuito da Figura 6 converte um sinal “1” (5 V) aplicado em sua entrada em um sinal “0” (0 V) em sua saída. Portanto o circuito da Figura 6 é um inversor lógico.

Transistores operando como chave são os elementos básicos da eletrônica digital, pois através deles é possível processar informações (o circuito da Figura 4 executa a forma mais simples de processamento lógico que é inverter um valor lógico) e armazenar essas informações (um exemplo é mostrado na Figura 7).

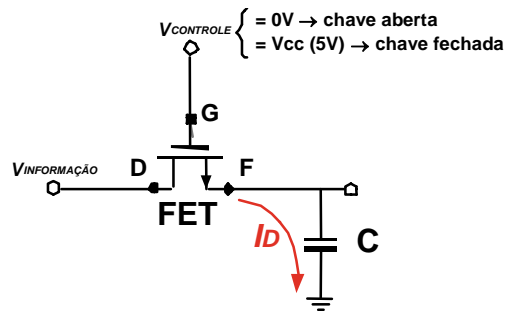


Figura 7. Um transistor FET tipo MOS sendo utilizado para armazenar informações em um capacitor de uma memória RAM.

Notas Interessantes:

1. As pastilhas (*chips*) de memórias RAM de seu computador são fabricados utilizando-se apenas capacitores e transistores.
2. Os microprocessadores são constituídos praticamente de transistores na forma integrada.
3. Tanto as memórias RAM como os microprocessadores são fabricados em sua grande maioria empregando-se apenas transistores FET (na variedade metal-óxido-semicondutor – MOS) e não transistores bipolares.

Atividades Experimentais

Para montar os circuitos experimentais, utilizaremos a placa de montagens do Laboratório, que está mostrada na Figura 8.

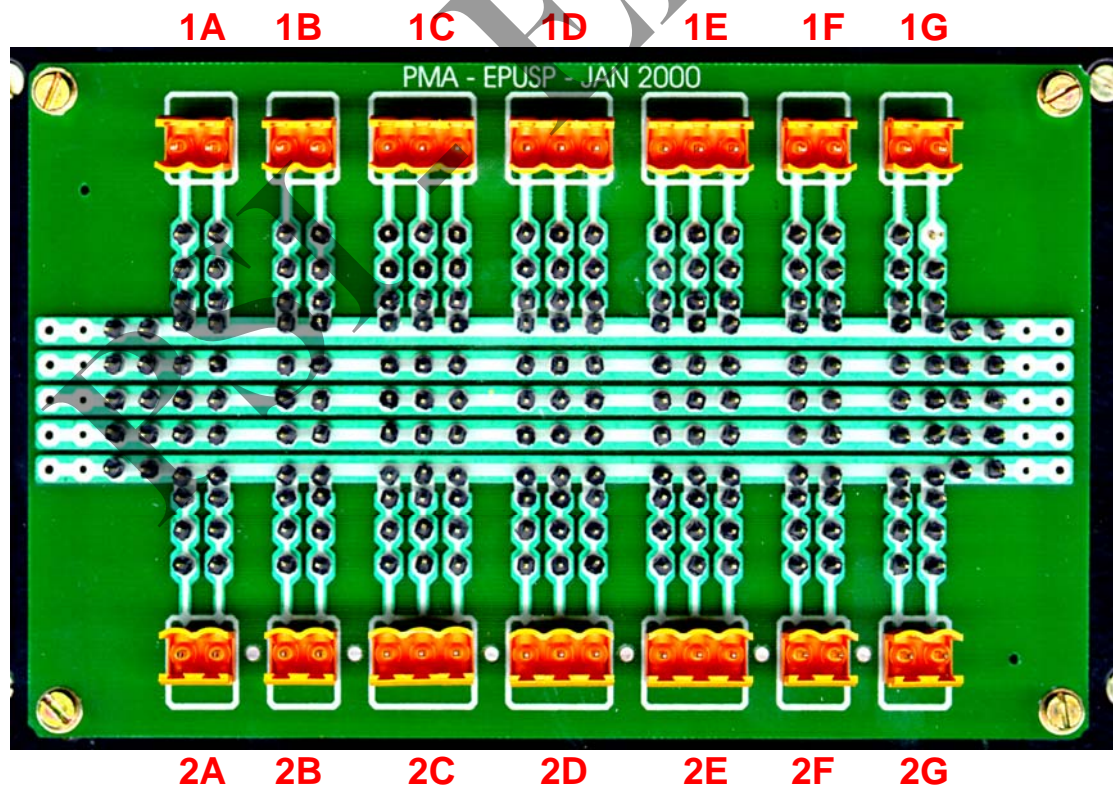


Figura 8. Placa de montagens do Laboratório. Note as letras designando os receptáculos de blocos de terminais mencionados ao longo do texto.

1. Determinação da curva característica de um diodo

Sabemos que o diodo é um componente passivo não-linear. Vamos então determinar a relação entre a tensão e a corrente em um diodo com o objetivo de verificar se ele realmente pode ser considerado como uma chave aberta/fechada. Para isso, vamos utilizar o circuito abaixo, que será montado na placa do laboratório (a forma de montagem está mostrada na Figura 9).

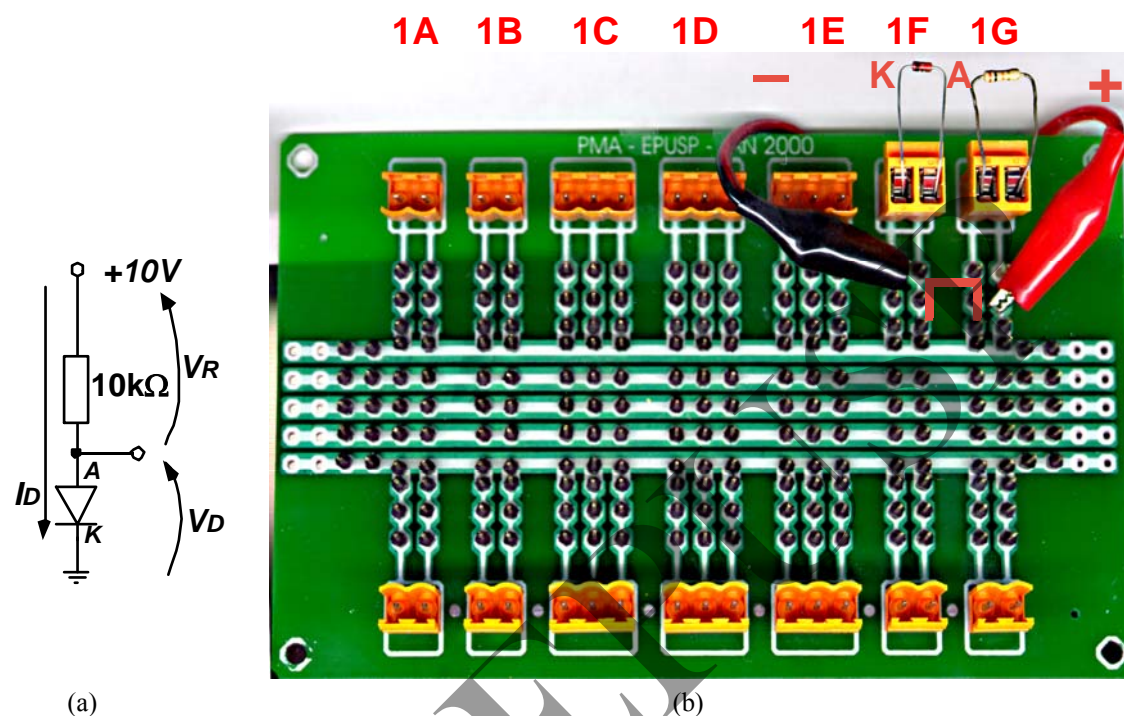


Figura 9. a) Circuito para determinação da curva característica de um diodo; b) Montagem do circuito na placa do laboratório.

Precisamos, naturalmente, determinar a tensão e a corrente no diodo. Para determinarmos a tensão basta medirmos diretamente a tensão V_D sobre ele. Por outro lado, vamos determinar a corrente no diodo (I_D) de forma indireta pois assim não precisaremos abrir o circuito. Note no circuito da Figura 9.a) que a corrente que passa no diodo é a mesma que passa no resistor. Portanto, se medirmos a tensão sobre o resistor e dividirmos por seu valor teremos o valor da corrente no resistor (e por conseqüência no diodo) pois sabemos que a relação entre a tensão e a corrente em um resistor é linear. Logo, para determinarmos a corrente no diodo de forma indireta basta dividirmos o valor da tensão no resistor pelo valor de sua resistência. Como a resistência é de valor $10\text{k}\Omega$, o valor da corrente em miliampères é numericamente igual ao valor tensão V_R medida dividido por dez.

Para realizar a montagem, siga o roteiro abaixo:

- 1.1 Teste o diodo montado no bloco, certificando-se que ele está funcionando (chave aberta/chave fechada)
- 1.2 Encaixe o bloco do diodo no receptáculo 1F (observe a polaridade!).
- 1.3 Encaixe o bloco do resistor de $10\text{k}\Omega$ no receptáculo 1G.
- 1.4 Ligue um fio entre o anodo do diodo e o resistor (siga as orientações do professor)
- 1.5 Conecte a fonte à rede elétrica e ajuste-a em 10V.

1.6 Ligue a fonte ao circuito, colocando o terminal positivo (+, vermelho) no terminal livre do resistor e o terminal negativo (–, preto) no catodo do diodo.

Os itens experimentais 1.7 a 1.12 devem respondidos no Relatório

1.13 Desligue a fonte de alimentação.

1.14 Desconecte a fonte de alimentação do circuito.

1.15 Desconecte o diodo, o resistor e o fio da placa de montagem.

2. Comprovação da atuação do transistor como chave eletrônica.

Vamos agora verificar que o transistor também pode operar como chave. Para isso, vamos medir a tensão na saída de um circuito inversor em função da tensão na entrada que assumirá dois valores: 5V se ligarmos um fio do ponto *VENTRADA* para o ponto +5,0V no circuito abaixo ou 0V se ligarmos o fio do ponto *VENTRADA* para o ponto 0V (emissor). Vamos seguir o roteiro abaixo:

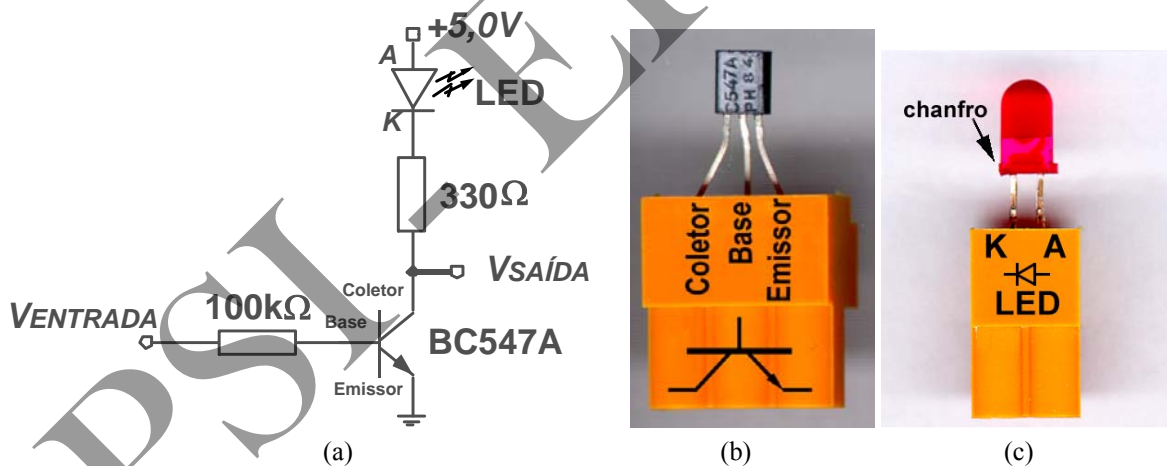


Figura 10. (a) Circuito para comprovação da atuação do transistor como chave; (b) Disposição dos terminais do transistor bipolar *npn* BC547A; (c) disposição dos terminais do diodo LED.

2.1 Encaixe o bloco do resistor de 100kΩ no receptáculo 1B.

2.2 Encaixe o bloco do resistor de 330Ω no receptáculo 1F.

2.3 Encaixe o bloco do diodo LED no receptáculo 1G. Note a disposição dos terminais do diodo LED (inclusive seu chanfro que indica o catodo) como mostra a figura 10c.

2.4 Encaixe o bloco do transistor bipolar no receptáculo 1D. Note a disposição dos terminais do transistor como mostra a figura 10b.

2.5 Ligue os 4 fios conforme mostrado abaixo.

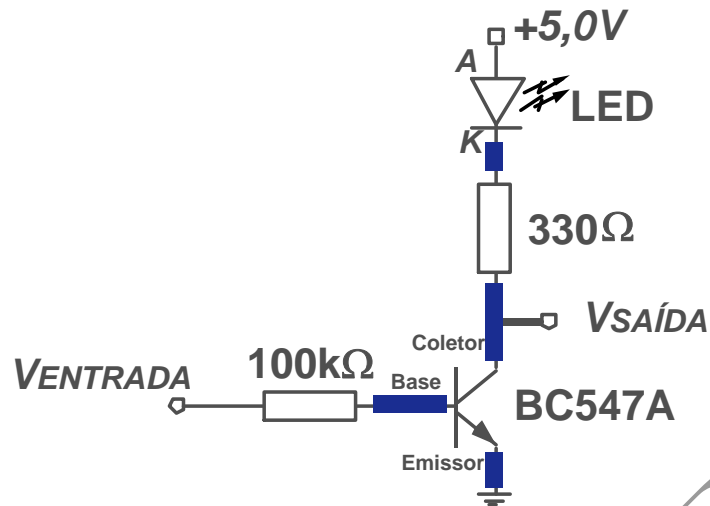


Figura 11. Indicação dos quatro fios que devem ser ligados.

2.6 Conecte a fonte à rede elétrica e ajuste-a em 5V.

2.7 Ligue a fonte ao circuito, colocando o terminal positivo (vermelho) no terminal livre do diodo (ânodo) e o terminal negativo da fonte no emissor do transistor.

Os itens experimentais 2.8 a 2.13 devem respondidos no Relatório

2.14 Desligue a fonte de alimentação.

2.15 Desconecte a fonte de alimentação do circuito.

2.16 Desconecte os componentes e os fios da placa de montagem.

Atividade de observação 1: O Circuito Integrado LM317

Como mencionado, os circuitos integrados como memórias e microprocessadores são constituídos em grande parte de transistores. O mesmo é verdade para quase todos os circuitos integrados. Em particular, o circuito integrado regulador de tensão (LM317) não é exceção a essa regra. Vamos procurar observar o que temos no seu interior.

Em primeiro lugar é interessante consultar o seu diagrama esquemático:

LM317

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

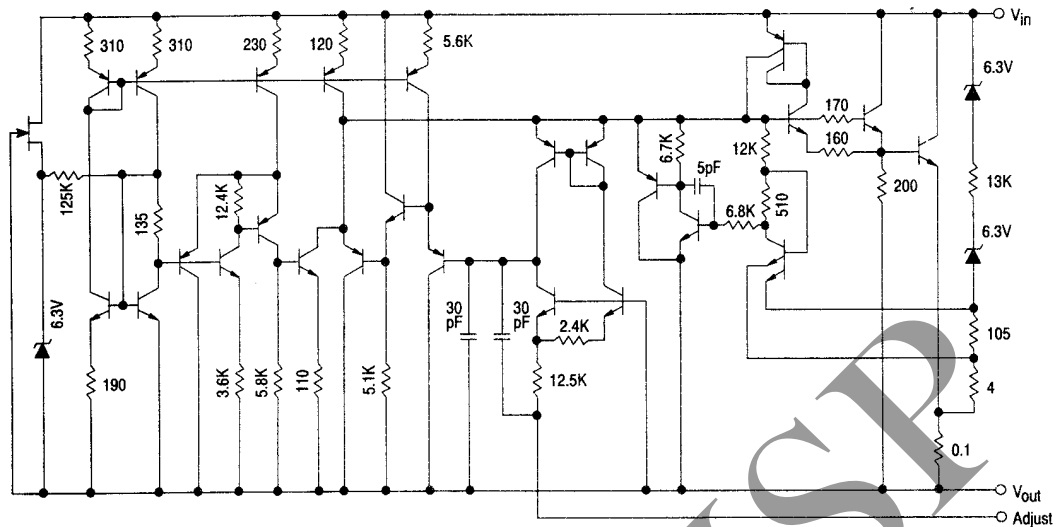


Figura 12. Diagrama esquemático do regulador de tensão LM317.

Como visto, ele é composto de um grande número de transistores. Vemos também que ele emprega resistores, capacitores e um tipo de diodo especial, chamado de diodo zener. O diodo zener é um diodo que funciona como bateria quando passa por ele uma corrente adequada *em sentido inverso*.

Esse mesmo circuito é fabricado na prática gerando o circuito integrado da figura 13.

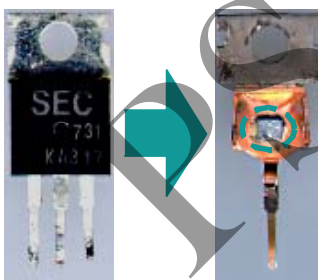
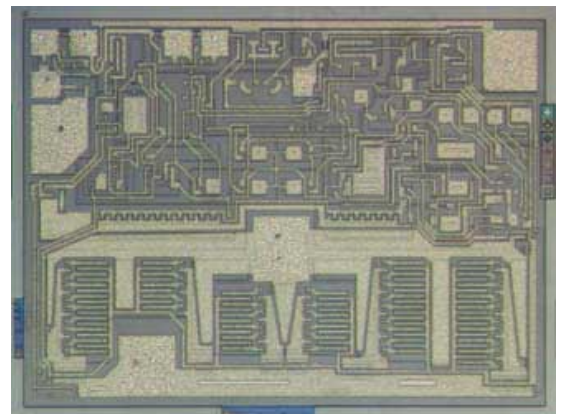


Figura 13. Foto do Circuito Integrado de um regulador de tensão LM317.



As questões 1 a 9, referentes a esta Atividade, devem ser respondidas no Relatório

Atividade de observação 2: O disco rígido (HD) de seu micro

Um outro exemplo interessante de aplicação de componentes passivos e ativos é na implementação de um disco rígido. O professor vai mostrar em aula as diversas partes do disco rígido e como são utilizados na prática os componentes que vimos nesta aula.

Material necessário

- 1 Placa didática
- 1 diodo 1N914 ou 1N4148(montado no bergstick 2 terminais)
- 1 diodo LED vermelho, Ø 5mm (montado no bergstick 2 terminais)
- 1 transistor BC 547A (montado no bergstick 3 terminais)
- 1 resistor 330Ω /0,25W (montado no bergstick 2 terminais)
- 1 resistor 10kΩ /0,25W (montado no bergstick 2 terminais)
- 1 resistor 100kΩ /0,25W (montado no bergstick 2 terminais)
- 1 fonte de alimentação
- 1 multímetro
- 1 folha de papel milimetrado
- 1 folha de papel monolog
- 1 HD aberto
- 2 cabos banana/jacaré
- 6 fios de conexão

Bibliografia

Sedra, A.; Smith, K.; *Microeletrônica*, 5ª edição, Makron Books, 2007.