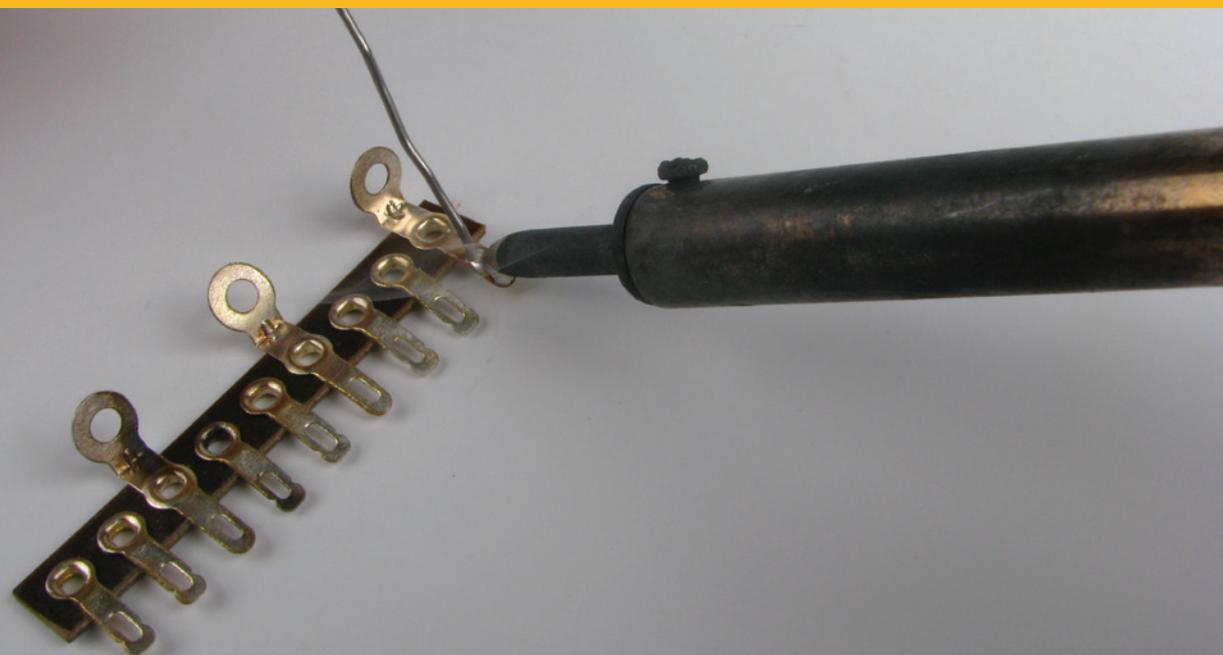


**QUÂNTICA PARA
INICIANTEs:
INVESTIGAÇÕES
E PROJETOS**

**PROJETOS
E APLICAÇÕES**

1

FONTE DE TENSÃO DIRETA DE VALOR VARIÁVEL



Pilhas e baterias são fontes de tensão de muita utilidade. Associando-se várias pilhas, ou baterias, pode-se obter valores de tensão múltiplos de 1,5 V que é a tensão gerada por uma única pilha. Isso, todavia, nem sempre é suficiente, pois é possível haver necessidade de “alimentar” um circuito com valores de tensão que não sejam múltiplos de 1,5 V. Nessas situações, a melhor alternativa consiste em utilizar uma fonte cuja tensão pode ser modificada de modo contínuo.

Uma fonte de tensão com essas características pode ser construída a partir da adaptação, em uma fonte de tensão de valor fixo – por exemplo, 6 V ou 9 V – de um circuito eletrônico de controle, que vai permitir variar a saída da fonte. Seguindo os passos descritos a seguir, você pode construir esse tipo de fonte.

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 01 potenciômetro de 5 K Ω (cinco quilo ohm)
- > 01 transistor TIP41
- > 01 resistor de 470 Ω (quatrocentos e setenta ohm) e ½ Watt
- > 01 suporte para quatro pilhas em série (6 Volts)
- > 04 pilhas de 1,5 Volt cada uma
- > Alguns pedaços de fios flexíveis
- > 02 garras jacaré
- > 02 ponte de terminais com seis terminais

MÃOS À OBRA

PASSO 01

Uma visão do todo

Observe o circuito da fonte de tensão variável mostrado na FIG. 1. Na FIG 2, observe a aparência de uma fonte montada em uma ponte de terminais. Você deve se orientar por essas imagens, nos passos seguintes, para produzir uma fonte de tensão variável.

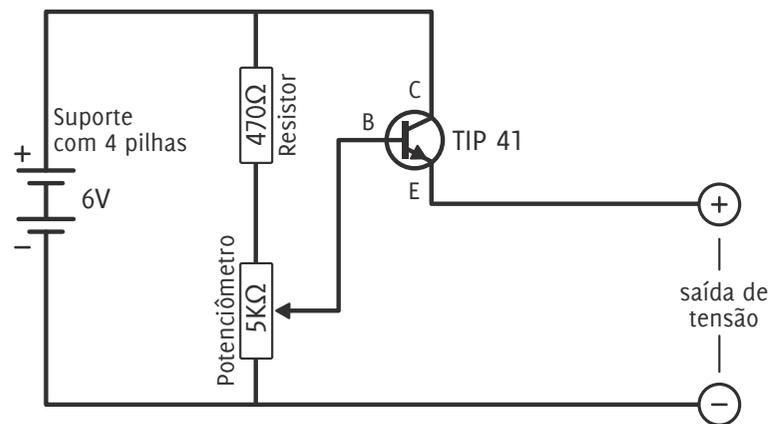
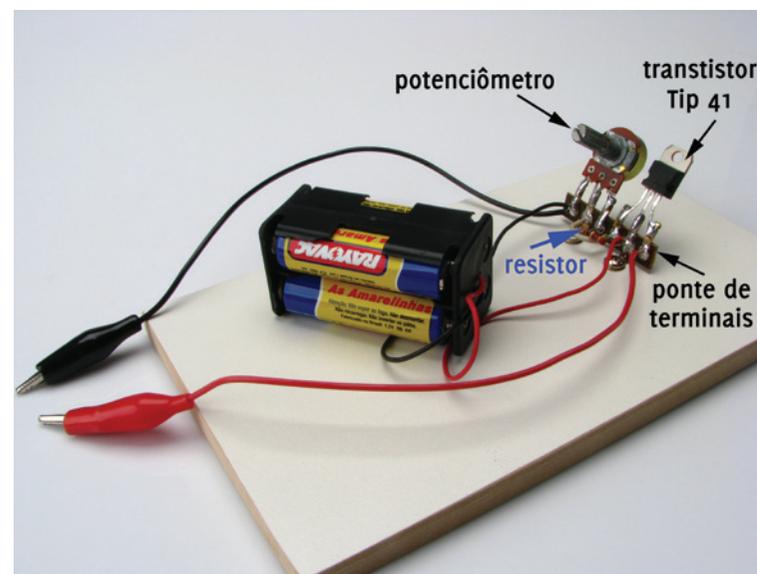


FIG.01

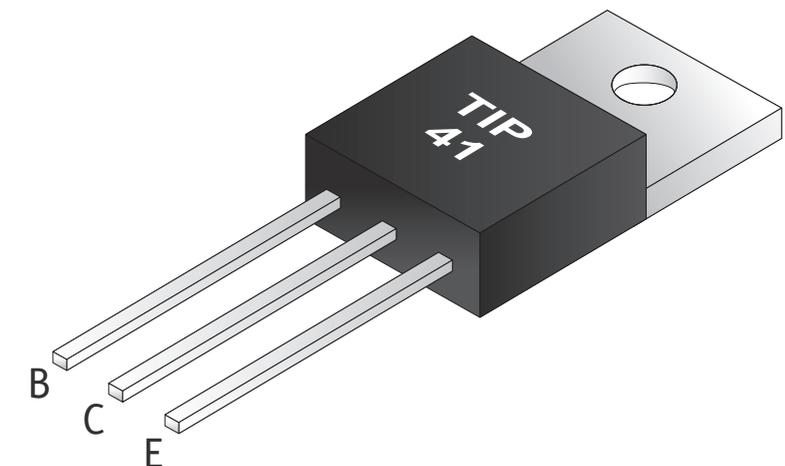


PASSO 02

Identificando os terminais do transistor TIP41

Você já aprendeu como identificar a polaridade dos terminais de um LED, para poder conectá-los aos polos – o positivo e o negativo – de uma fonte de tensão. Os terminais de um transistor também possuem polaridade. Na FIG. 3, você pode identificar essa polaridade e aprender a distinguir os terminais base (B), coletor (C) e emissor (E) de um transistor TIP41.

FIG.03



Todos os transistores TIP41, mesmo que produzidos por fabricantes diferentes, apresentam a mesma disposição dos terminais. Assim, olhando-se um TIP41 de frente – ou seja, para a face protuberante mostrada na FIG. 3 –, o terminal mais à esquerda é o base (B); o do meio, o coletor (C) e o mais à direita, o emissor (E).

PASSO 03

Conhecendo o potenciômetro

O potenciômetro também é um dispositivo de três terminais, mas, ao contrário do transistor, não possui polaridade. Esse dispositivo é constituído por apenas um resistor de valor fixo e um contato elétrico deslizante, que, ao ser girado, pode se deslocar sobre o resistor. Observando a FIG. 4, você vai entender o funcionamento de um potenciômetro.

Nessa figura, mostra-se um resistor de valor fixo conectado aos terminais A e C, estando o terminal B ligado a um contato deslizante. Ao ser girado no sentido anti-horário, o contato deslizante aproxima-se do terminal A e, desse modo, o valor da resistência elétrica entre os pontos A e B é reduzido, ao mesmo tempo que o valor da resistência entre os pontos B e C aumenta. Quando ele é girado no sentido horário ocorre o oposto. Dessa forma, o potenciômetro dá origem a dois resistores variáveis, com um terminal em comum.

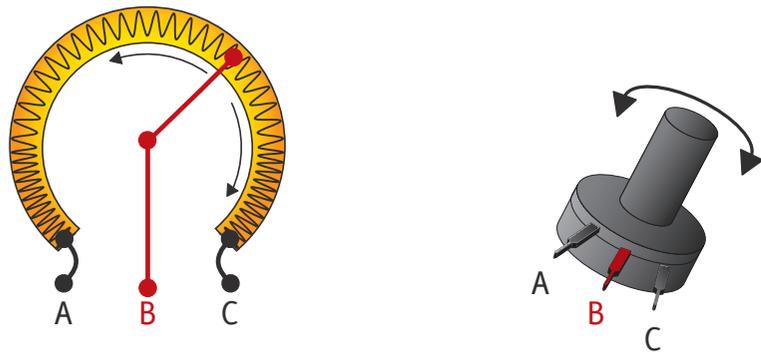


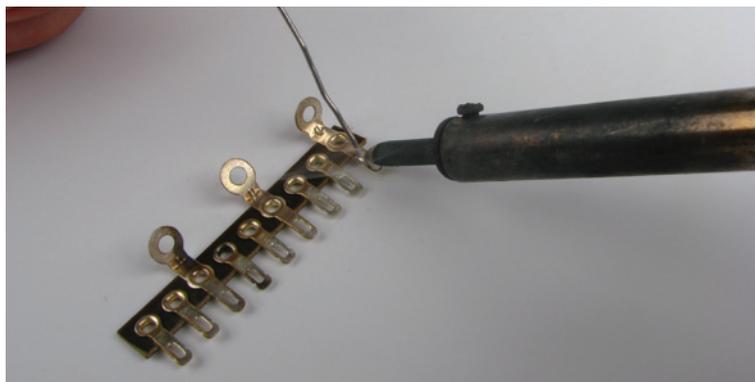
FIG.04

PASSO 04

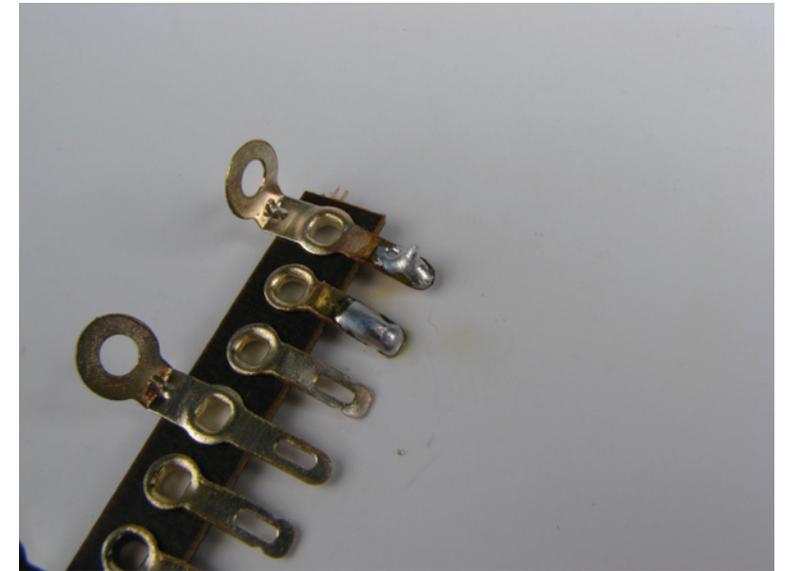
Trabalhando com a ponte de terminais

Para fixar os componentes na ponte de terminais, você deve utilizar um ferro de solda de baixa potência – em torno de 30 W – e, também, solda para circuitos eletrônicos.

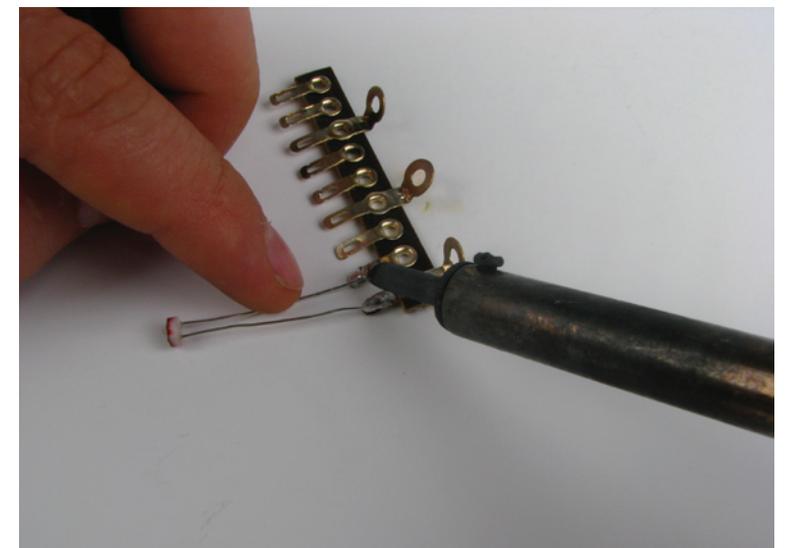
Inicialmente, preencha os buracos dos terminais da ponte com a solda. Para fazê-lo, coloque a ponta do ferro de solda, já aquecido, no



buraco a ser preenchido e encoste a solda, ao mesmo tempo, tanto no terminal da ponte quanto no ferro de solda. Assim, a solda funde-se e fixa-se no terminal.



Em seguida, coloque o terminal do componente eletrônico sobre a solda que acabou de depositar. Encoste o ferro de solda, ao mesmo tempo, tanto na solda quanto no terminal. Então, do mesmo modo, a solda funde-se e fixa o terminal do componente que estamos a soldar no terminal da ponte.





PASSO 05

Montando e testando a fonte

Proceda, agora, à montagem da fonte de tensão variável, fixando cada componente na ponte de terminais, segundo as orientações concernentes ao circuito mostrado na FIG. 1. Para facilitar a ligação da fonte aos mais diversos dispositivos, sugere-se colocar garras jacaré nos fios de saída da tensão, tal como se vê na FIG. 2.

Para verificar se a fonte de tensão que construiu está funcionando corretamente, coloque as pilhas no suporte e gire o potenciômetro, completamente, para o lado mais negativo do circuito, o que significa girar para a esquerda, no caso da fonte mostrada da FIG. 2.

Configure o multímetro como voltímetro, ajustando a escala para medir, com segurança, tensões contínuas de até 6 V. Se você nunca fez essa operação, peça ajuda a alguém mais experiente, consulte o manual do aparelho, ou acesse o portal Pontociencia para assistir a um vídeo demonstrativo.

Conecte o multímetro às garras jacaré da fonte e gire o potenciômetro, completamente, para o lado mais positivo do circuito. Observe a alteração que se verifica, então, no valor da tensão de saída indicada pelo multímetro.

Para evitar a queima dos componentes ligados à fonte, lembre-se de nunca montar um circuito antes de voltar o potenciômetro da fonte

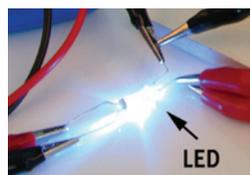
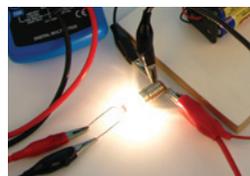
para a posição de “mínimo” – ou seja, tensão zero na saída da fonte. Após tomar esse cuidado, experimente ligar a fonte de tensão a uma lâmpada de lanterna ou a um LED e observe o resultado.

PASSO 06

Utilizando outras fontes de tensão para produzir sua fonte de tensão versátil

Você pode substituir o suporte, com as quatro pilhas, da fonte montada acima, por qualquer outra fonte de tensão fixa, como, por exemplo, um suporte com duas pilhas em série, uma bateria de 9 V ou, ainda, um eliminador de pilhas, cuja tensão não ultrapasse os 15 V. Lembre-se apenas de ligar corretamente os fios positivo e negativo dessas outras fontes de tensão aos terminais, respectivamente, positivo e negativo do circuito montado sobre a ponte de terminais.





2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE LÂMPADAS E LEDS



Um marco na história da iluminação é a invenção da lâmpada elétrica incandescente, que converte energia elétrica em duas outras formas de energia – a térmica e a luminosa. Essa invenção ocorreu na década de 1840, quando se descobriu que um filamento de algodão carbonizado, percorrido por uma corrente elétrica, se aquecia até o ponto de emitir luz.

A lâmpada incandescente só foi difundida a partir de 1879. Nesse ano, Thomas Edison aperfeiçoou a lâmpada, ao retirar o gás oxigênio do interior do bulbo de vidro da lâmpada, a fim de evitar que o filamento se queimasse na presença de ar.

Até 1907, pouca coisa mudou no projeto original da lâmpada elétrica. Nesse ano, porém, o filamento de algodão carbonizado, usado desde 1840, foi substituído por uma liga metálica de tungstênio, que é resistente a altas temperaturas. Com isso, a durabilidade das lâmpadas incandescentes aumentou enormemente.

Em 1938, foram criadas as lâmpadas fluorescentes, que representam novo marco na história da iluminação e cujo funcionamento se baseia na excitação de vapor de mercúrio contido dentro de um tubo.

Sabe-se que as lâmpadas fluorescentes são cerca de quatro a cinco vezes mais eficientes que as incandescentes. E os LEDs? Eles também são mais eficientes que as lâmpadas incandescentes? Quantas vezes? Descubra as respostas a essas questões nesta atividade.

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 01 fonte de tensão variável, como a construída no Projeto 1
- > 01 LED branco
- > 01 lâmpada de lanterna para 3 Volts
- > 02 multímetros
- > 01 LDR

PASSO 01

Usando a lâmpada para iluminar o LDR e obtendo dados para o estudo da eficiência energética

O primeiro passo desta atividade consiste em medir a tensão e a corrente necessárias para que uma lâmpada de lanterna possa iluminar a face de um LDR.

Configure um dos multímetros – ou seja, um ohmímetro – para medir a resistência elétrica e ligue os terminais desse dispositivo aos terminais de um LDR, como indicado na FIG. 1. Experimente tampar a face do LDR e voltá-la para a luz e verifique se, nessas circunstâncias, o ohmímetro indica variações na resistência elétrica do LDR.



FIG.01

Para montar os circuitos que vão permitir tanto a iluminação do LDR pela lâmpada incandescente, quanto a investigação da eficiência energética dessa fonte de luz, observe a FIG. 2 e realize as seguintes ações:

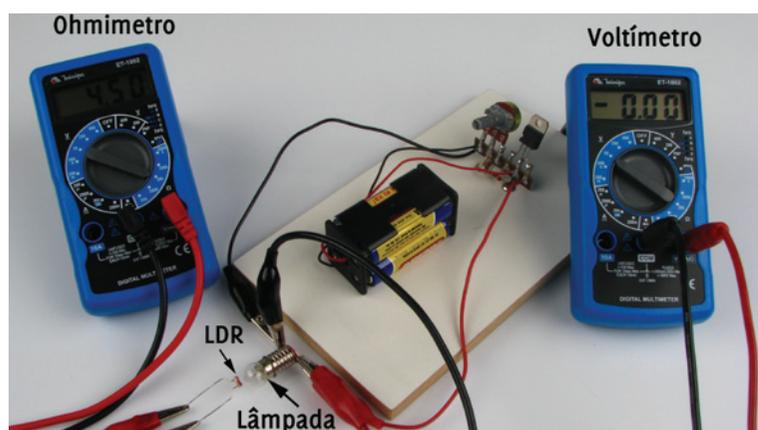


FIG.02

a) Gire o botão da fonte de tensão para zero e ligue a lâmpada na fonte de tensão.

b) Configure um dos multímetros – ou seja, um voltímetro – para medir tensão elétrica, com um fundo de escala de 20 V, e conecte os cabos desse aparelho diretamente nos terminais da lâmpada – ou seja, ligue um voltímetro em paralelo com a lâmpada.

c) Posicione o LDR que está ligado ao ohmímetro, de modo que sua face superior fique bem próxima à lâmpada.

Isso feito, varie lentamente a tensão, até que a lâmpada comece a brilhar. Quando isso acontecer, a luz da lâmpada vai iluminar a face do LDR. Nessa ocasião, anote a leitura da resistência elétrica feita pelo ohmímetro, bem como o valor da tensão que o voltímetro revela estar sendo aplicada pela fonte sobre a lâmpada, pois você vai precisar dessas informações mais adiante.

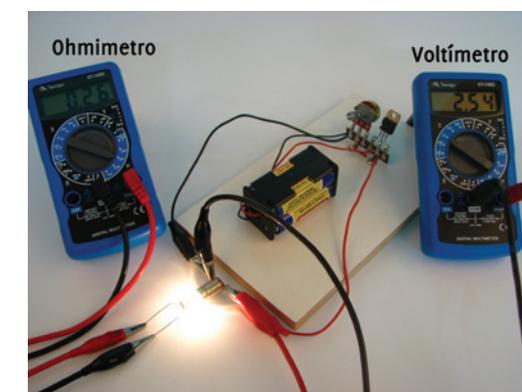


FIG.03

Para medir a corrente elétrica que circula na lâmpada nessa situação, siga os seguintes passos:

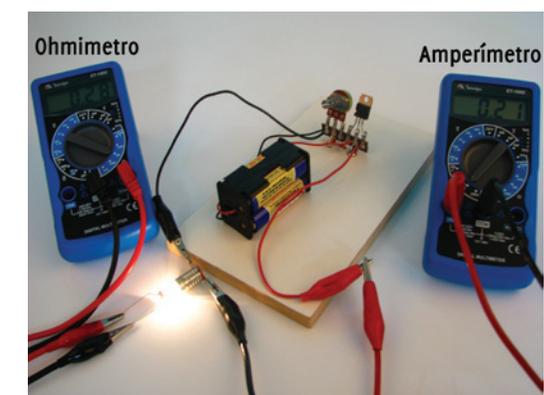


FIG.04

a) Não altere a posição do potenciômetro da fonte, para não modificar o valor da tensão aplicada à lâmpada.

b) Desconecte o voltímetro da lâmpada.

c) Mude a configuração do segundo multímetro, a fim de que ele possa medir corrente elétrica, ou amperagem. Nessa nova configuração, a chave seletora do aparelho deve apontar para um fundo de escala de 10 ou 20 ampères.

d) Desconecte um dos terminais da lâmpada da fonte de tensão e introduza o amperímetro em série com a lâmpada.

e) Verifique se a leitura do ohmímetro ligado ao LDR mudou; se não tiver mudado, anote o valor da corrente elétrica que passa pela lâmpada, com vistas a usar essa informação mais adiante.

PASSO 02

Calculando a potência elétrica da lâmpada

Utilize as medidas de corrente e de tensão elétricas para calcular a quantidade de energia que a lâmpada transforma a cada segundo. Essa quantidade é conhecida como potência elétrica. O valor da potência elétrica pode ser obtido, simplesmente, pela multiplicação do valor da corrente pelo valor da tensão. Em linguagem matemática, essa relação entre potência, tensão e corrente é assim escrita: $P = V \cdot i$. Usando essa relação, calcule a potência elétrica da lâmpada de lanterna e anote o valor obtido para usar mais adiante.

PASSO 03

Usando o LED branco para iluminar o LDR

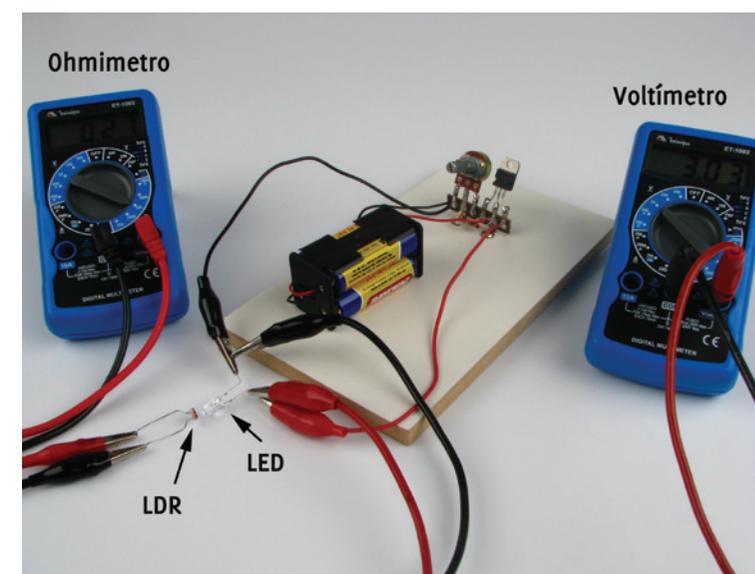
O terceiro passo consiste em medir a tensão e a corrente estabelecidas em um LED branco, usado para iluminar a face do mesmo LDR utilizado nos Passos 1 e 2 desta atividade. Os procedimentos a serem realizados são, portanto, muito similares aos já descritos:

a) Gire o botão da fonte de tensão para zero, antes de inserir o LED branco no circuito.

b) Configure novamente o multímetro para medir tensão, colocando o fundo de escala desse aparelho em 20 Volts.

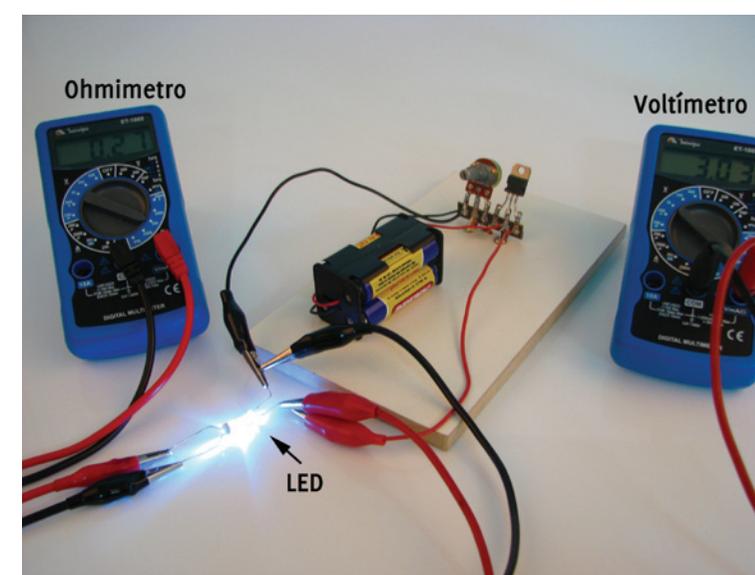
c) Mantenha o LDR conectado a um ohmímetro e aproxime-o do LED.

FIG.05



d) Varie lentamente a tensão da fonte até que o brilho do LED sobre o LDR faça com que a leitura da resistência elétrica feita pelo ohmímetro conectado ao LDR apresente a mesma leitura que você anotou no Passo 1. Meça a tensão elétrica estabelecida no LED, nesse momento, e anote o valor para usar mais adiante.

FIG.06



e) Desconecte do circuito o multímetro que estava sendo usado como voltímetro e mude a configuração dele para que possa medir corrente

elétrica, ou amperagem. Nessa nova configuração, gire a chave seletora do parêmetro para o fundo de escala de 20 ma (miliampères).

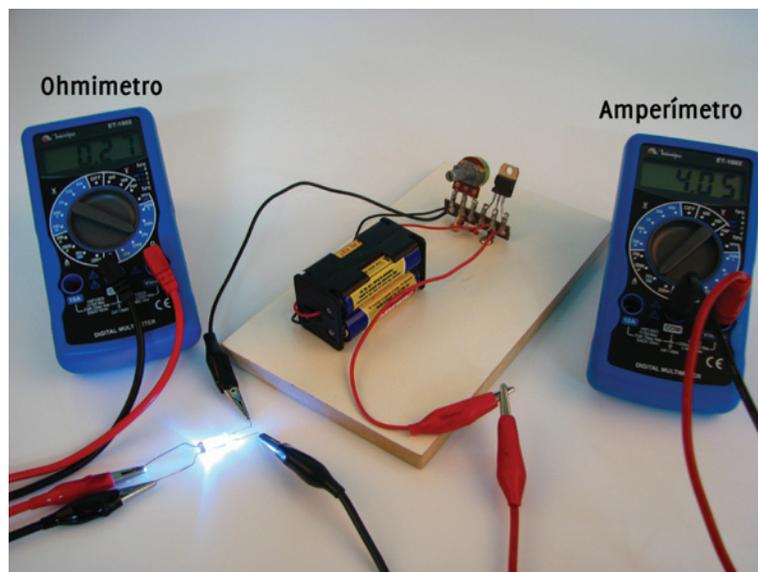


FIG.07

f) Desconecte um dos terminais do LED da fonte de tensão e introduza o amperímetro em série com o LED. Verifique se a leitura do ohmímetro ligado ao LDR mudou; se não tiver mudado, anote o valor da corrente elétrica que passa pelo LED, pois você vai precisar dessa informação no passo seguinte.

PASSO 04

Calculando a potência elétrica do LED

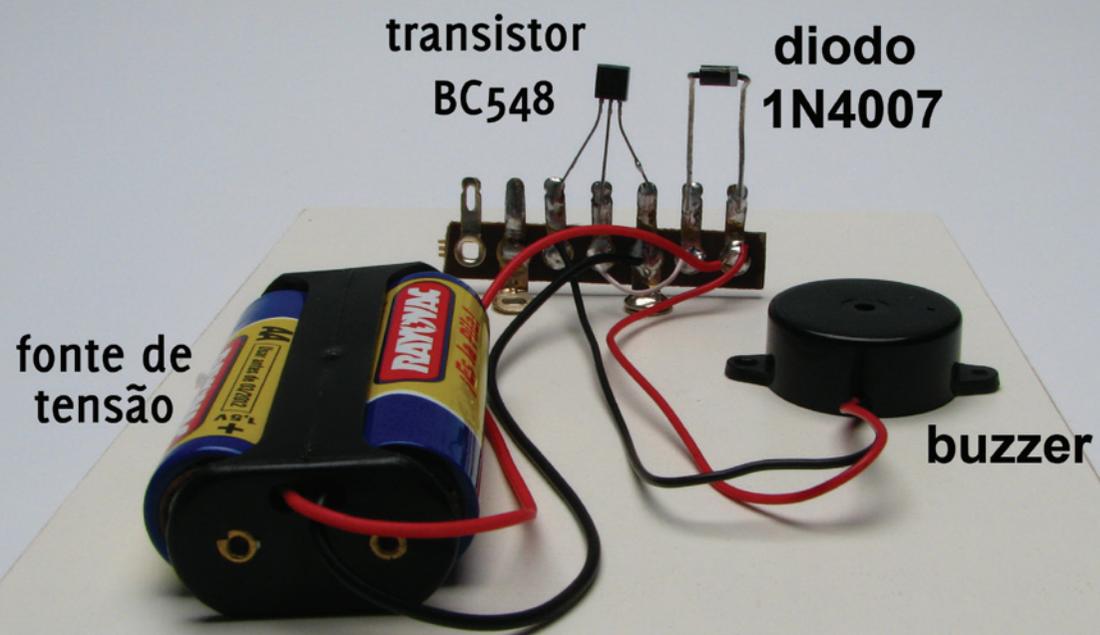
Utilize as medidas de corrente e de tensão elétricas para calcular a quantidade de energia que o LED transforma a cada segundo. Ao usar a equação $P = V \cdot i$, observe que a potência do LED é, muitas vezes, inferior à potência de uma lâmpada elétrica, embora ambos tenham fornecido a mesma quantidade de energia luminosa ao LDR. A diferença entre a eficiência energética desses dois dispositivos é enorme – ou seja, a eficiência energética de um LED é 40 vezes, ou mais, superior à apresentada por uma lâmpada incandescente. Assim, considerando-se que as lâmpadas fluorescentes são cerca de quatro vezes mais eficientes que as incandescentes, chega-se à

conclusão de que o LED é cerca de 10 vezes mais eficiente que uma lâmpada fluorescente.

Na seção 4.4 da Parte II deste livro, descreveu-se o processo de emissão de luz que ocorre em um LED. Diferentemente do que acontece no interior de uma lâmpada incandescente, que emite luz a partir do aquecimento de um filamento, a emissão de luz em um LED não envolve a transformação de energia elétrica em energia térmica.

Você, provavelmente, já sabe que aquecedores elétricos – chuveiros, ferros de passar roupa e outros – são os “vilões” da conta de energia elétrica. As quantidades de energia elétrica transformada em calor sensível são sempre muito grandes. O LED, por sua vez, se aquece pouco durante o funcionamento e, por isso, sua eficiência energética é tão elevada.

3 ALARME DE INCÊNDIO



No experimento *Temperatura e condução de eletricidade*, que compõe a Parte I deste livro, você aprendeu que um diodo semicondutor, ao ser aquecido, tem a resistência elétrica reduzida. No presente projeto, essa propriedade vai ser empregada, ao se utilizar um diodo de silício como sensor de temperatura em um alarme de incêndio.

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 01 buzzer para 3 V
- > 01 transistor BC548
- > 01 diodo 1N4007
- > 01 suporte para duas pilhas em série (3 V)
- > 02 pilhas de 1,5 V cada uma
- > 02 ponte de terminais com sete terminais
- > Ferro de solda

MÃOS À OBRA

PASSO 01

Identificando os terminais do transistor

No Projeto 1 – Fonte de Tensão Variável –, você aprendeu a identificar a disposição dos terminais do transistor TIP41. Agora, você vai usar outro tipo de transistor: o BC548. Na FIG. 1, mostra-se que há uma face chanfrada no material plástico, em que aparece impresso o código de identificação desse componente. Olhando para a face chanfrada do transistor, pode-se ver o terminal coletor (C) mais à esquerda, o terminal base (B) em uma posição central e o terminal emissor (E) mais à direita.

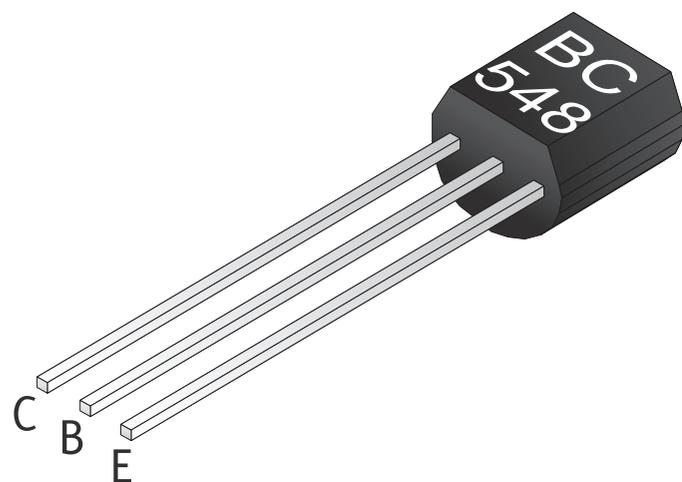


FIG.01

PASSO 02

Montagem do circuito

Utilizando um ferro de solda, monte o circuito mostrado na FIG. 2, soldando os componentes eletrônicos aos terminais da ponte. Observe que o diodo está inversamente polarizado, pois seu terminal negativo, identificado por um traço situado na ponta de uma seta, está ligado ao polo positivo da fonte. Sua montagem deve ficar igual à mostrada na FIG. 3.

Depois de montar o circuito, aproxime a chama de uma vela do diodo e observe o que ocorre.

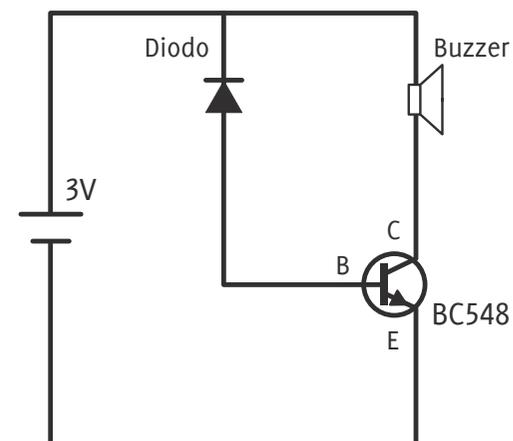
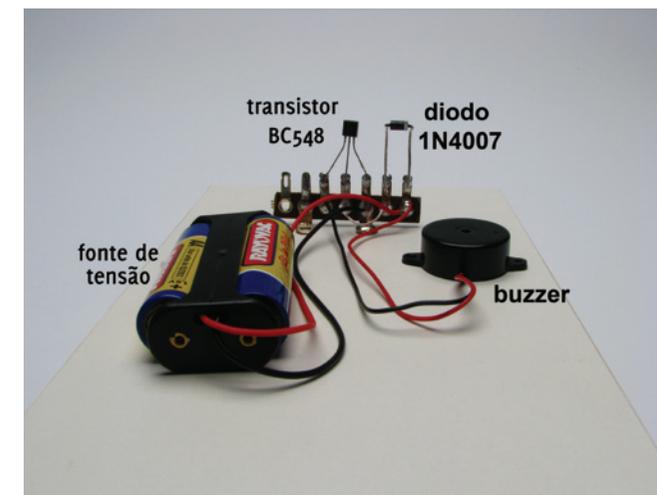


FIG.02

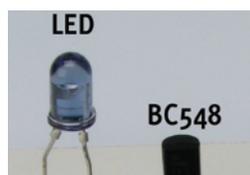


O QUE ACONTECE?

Para poder funcionar – isto é, emitir som –, o *buzzer* deve ser alimentado por uma corrente elétrica. A existência de uma corrente elétrica no *buzzer* depende, porém, do estado de condução do transistor. Em outras palavras, apenas há passagem de corrente entre os terminais coletor e emissor, se uma corrente elétrica suficiente for estabelecida no terminal base do transistor, como tratado na seção 4.5 da Parte II deste livro.

Um diodo inversamente polarizado apresenta alta resistência à passagem de elétrons e pode ser considerado uma chave aberta no circuito, tanto pelos motivos expostos no experimento **Corrente alternada e direta**, na Parte I deste livro, quanto por aqueles discutidos na seção 4.3 da Parte II.

Desse modo, quando frio, o diodo impede que haja uma corrente elétrica suficiente circulando pela base do transistor, para levá-lo ao estado de condução. No entanto, quando o diodo é aquecido, sua resistência elétrica é drasticamente reduzida. Assim, uma corrente elétrica maior circula pela base do transistor, o que o leva ao nível de condução, fazendo com que uma corrente circule entre o coletor e o emissor e, desse modo, alimente o *buzzer*.

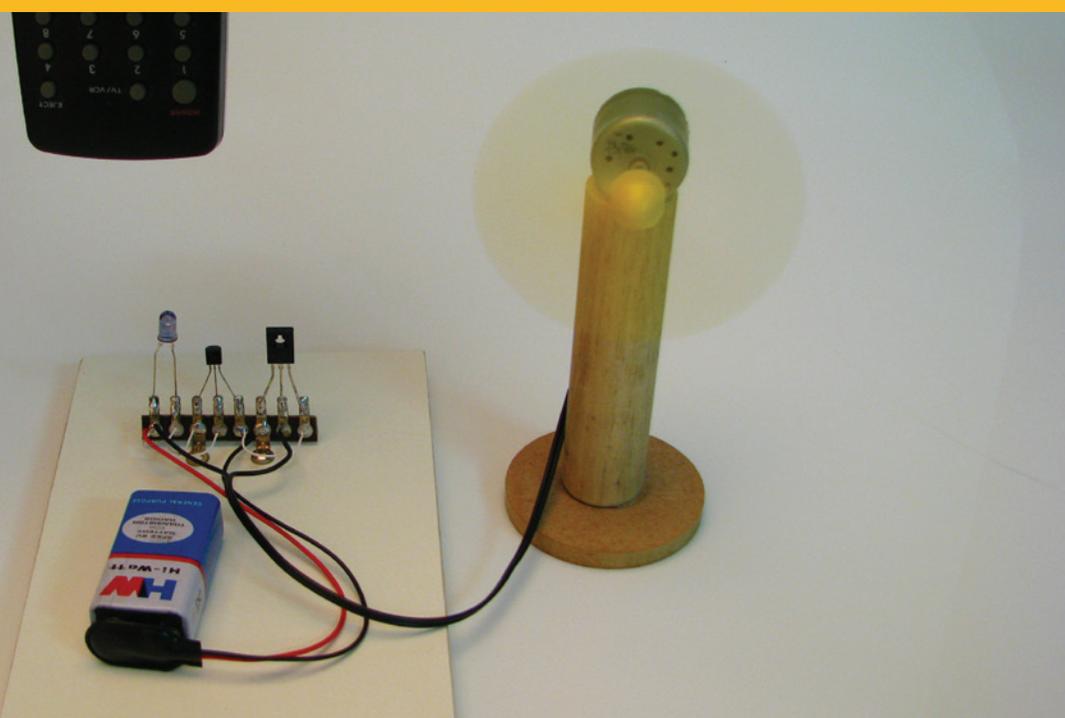


4 MOTOR ACIONADO POR LUZ

*Neste projeto, vamos usar uma fonte de luz para colocar em movimento um pequeno motor elétrico. Na Parte I deste livro, no experimento denominado **O LED e as células fotovoltaicas**, você aprendeu que os LEDs funcionam não só como emissores, mas também como receptores de luz. Essa propriedade de receptor de luz dos LEDs vai ser empregada neste projeto.*

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 01 caneta de *laser*
- > 01 LED vermelho de alto brilho
- > 01 LED infravermelho
- > 01 bateria de 9 V
- > 01 clipe para bateria – ou seja, um conector com fios, que se liga aos terminais da bateria
- > 01 transistor BC548
- > 01 transistor BD135
- > 01 controle remoto de aparelhos de TV ou de DVD
- > 01 pequeno motor de corrente contínua – por exemplo, um motor de unidade óptica de CD usado, que pode ser adquirido em lojas de consertos de aparelhos eletrônicos
- > 01 ponte com oito terminais
- > Ferro de solda



PASSO 01

A Configuração *Darlington*

Na FIG. 1, mostra-se o circuito deste projeto. Nela, é possível observar que são empregados dois transistores: um BC548, já utilizado no projeto anterior – **Alarme de incêndio** – e um BD135, cuja identificação correta dos terminais base, coletor e emissor pode ser feita, observando-se a FIG. 2.

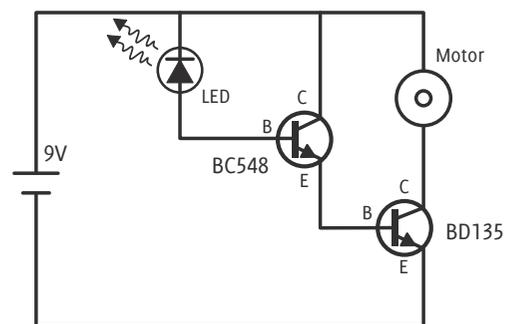


FIG.01

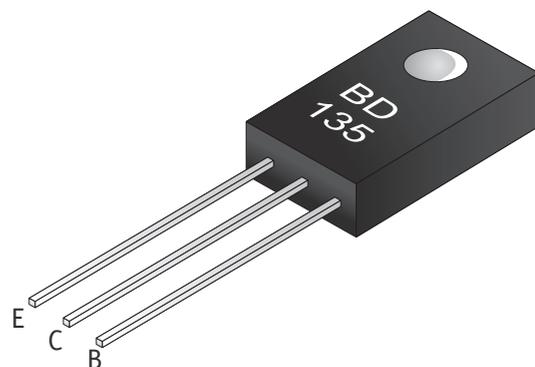


FIG.02

A ligação a ser feita, agora, entre o emissor de um transistor e a base de um segundo transistor é conhecida como Configuração *Darlington*. Ela vai ser utilizada, nesse caso, por dois motivos básicos.

Em primeiro lugar, o transistor BC548 trabalha apenas com correntes muito pequenas e não deve ser usado para controlar diretamente cargas que exigem correntes maiores – como ocorre em lâmpadas de lanterna, em relés ou em motores. Assim, o transistor BC548 é empregado para acionar o transistor BD135, que, por sua vez, controla a corrente que aciona o motor.

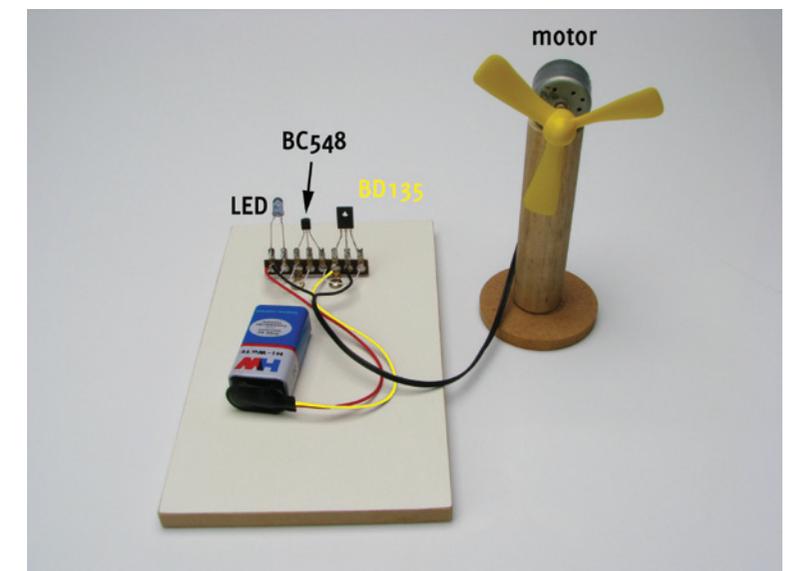
Em segundo lugar, essa configuração de transistores proporciona maior ganho de amplificação ao circuito. As pequenas correntes elétricas que acionam o BC548 não seriam suficientes para excitar o BD135. Por isso, emprega-se uma primeira etapa de amplificação com o BC548 e utiliza-se esse sinal amplificado para excitar o BD135.

PASSO 02

Montagem do circuito

Utilizando um ferro de solda, monte o circuito mostrado na FIG. 1, soldando os componentes eletrônicos aos terminais da ponte. Inicialmente, utilize o LED vermelho. Observe que esse LED está conectado ao circuito de modo inversamente polarizado, pois seu terminal negativo está ligado ao polo positivo da fonte. Lembre-se de que o terminal negativo do LED é mais curto que o terminal positivo. Ao final, sua montagem deve ficar semelhante à mostrada na FIG. 3.

FIG.03



Na FIG. 3, é possível ver um suporte de motor feito de cabo de vassoura. Você pode usar sua criatividade para construir outro suporte ou, mesmo, para adaptar o circuito a um carrinho que possua um motor elétrico.

FIG.04

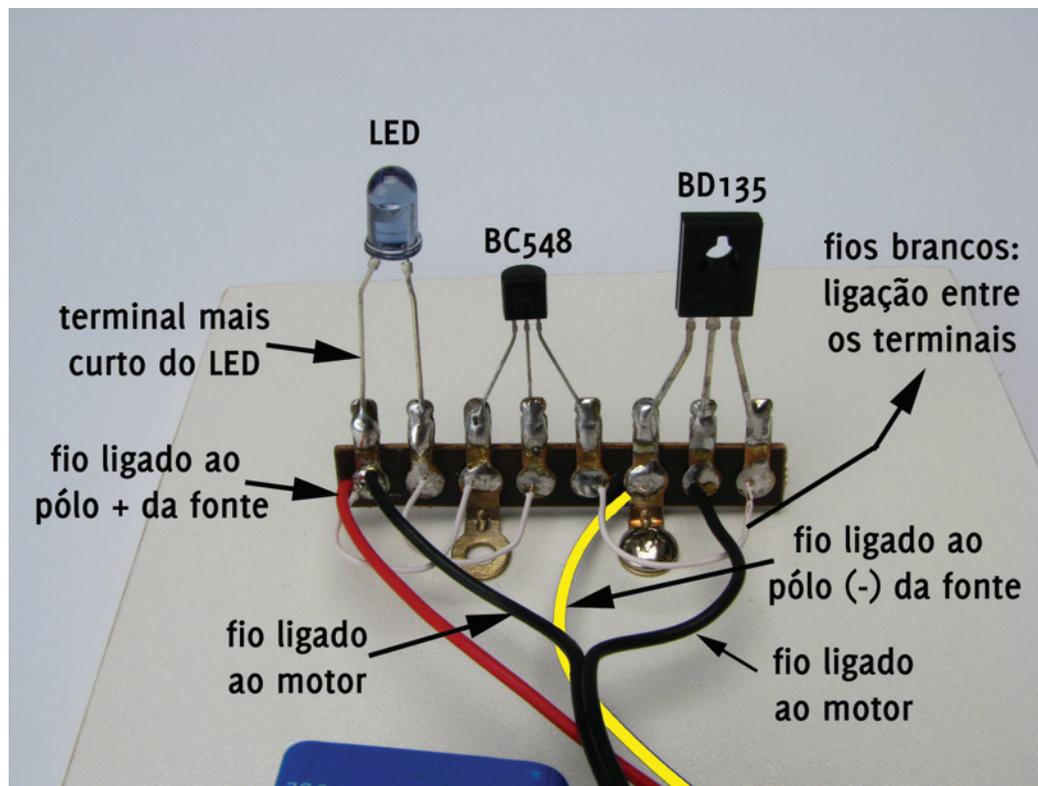


FIG.04 : Nessa figura, mostramos detalhadamente a ligação entre os terminais.

PASSO 03

Teste do circuito

Se, ao montar o circuito, o motor funcionar imediatamente, sem necessidade de se iluminar o LED com luz de maior intensidade, é provável que você tenha ligado o LED com polarização errada (não invertida). Observe que, neste projeto, é indispensável a ligação do LED com polarização invertida. Portanto, se o motor funcionar imediatamente, inverta a ligação dos terminais do LED, colocando o terminal mais curto em contato com o polo positivo da fonte de tensão elétrica.

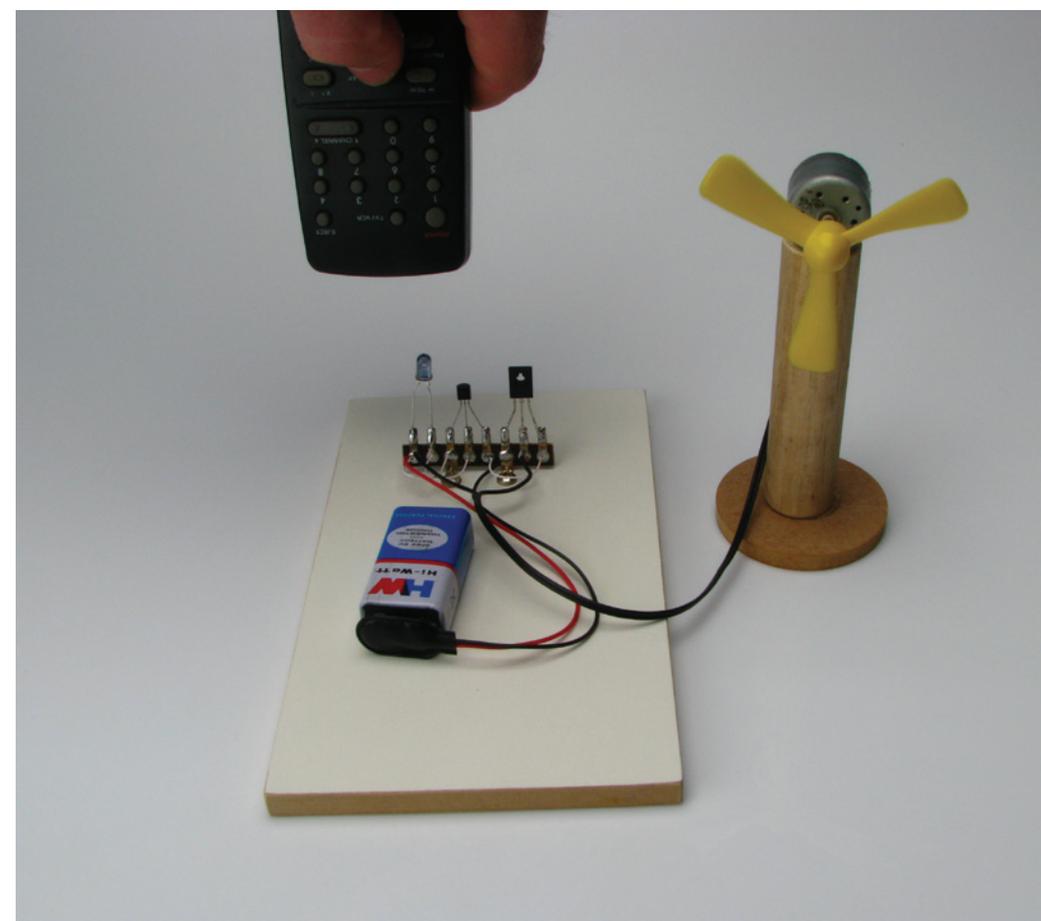
Ilumine o LED com uma fonte de luz intensa – a de uma lâmpada incandescente ou de uma caneta de *laser* – e veja o que acontece. A

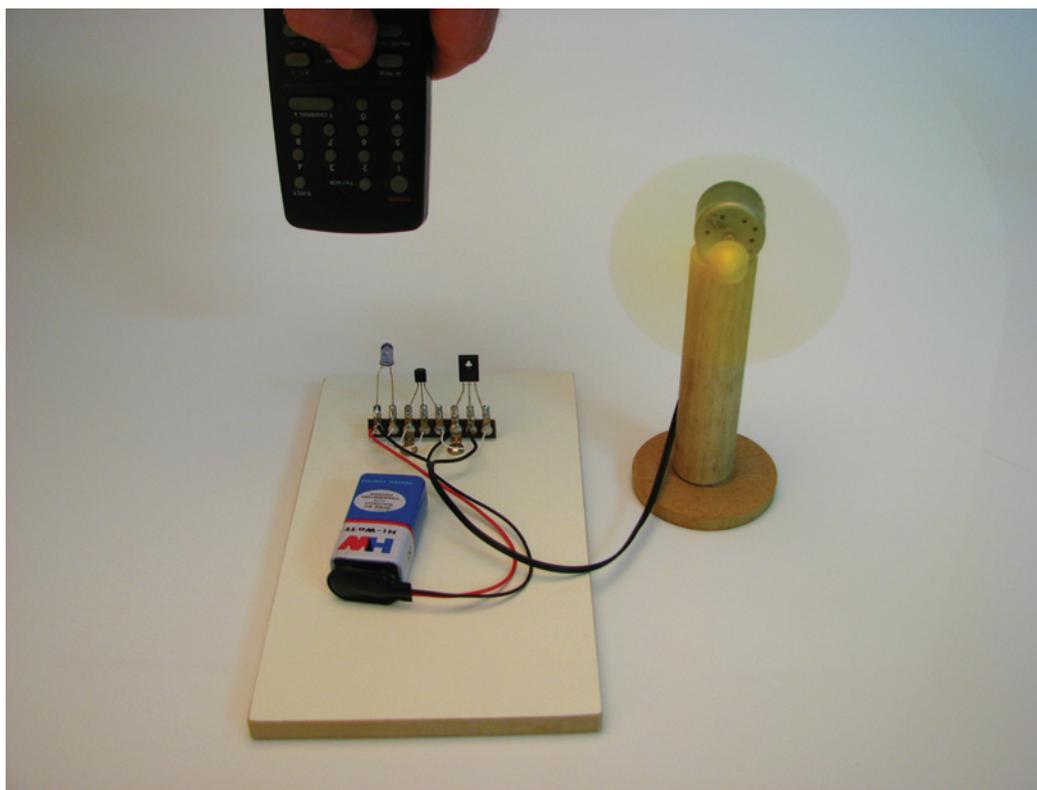
vantagem de usar a caneta de *laser* é que o motor pode ser acionado a longa distância.

PASSO 04

Acionando o motor com luz infravermelha

Agora, substitua o LED vermelho por um LED infravermelho, que é muito utilizado em controles remoto de televisores, de aparelhos de DVD ou de som, para executar ações a longa distância – entre outras, ligar e desligar os aparelhos ou fazer opções entre funções disponíveis. Os olhos humanos não conseguem enxergar o infravermelho, mas alguns dispositivos semicondutores presentes em tais aparelhos, chamados fotodiodos, são sensíveis a essa faixa de radiação.





Após a substituição do LED no circuito mostrado na FIG. 1, direcione o LED infravermelho que fica em uma das extremidades do controle remoto para o LED infravermelho do circuito. Aperte qualquer um dos botões do controle e observe o que ocorre. O LED presente no circuito funcionará como um fotodiodo semelhante aos encontrados em aparelhos tais como a televisão e o DVD.

O QUE ACONTECE?

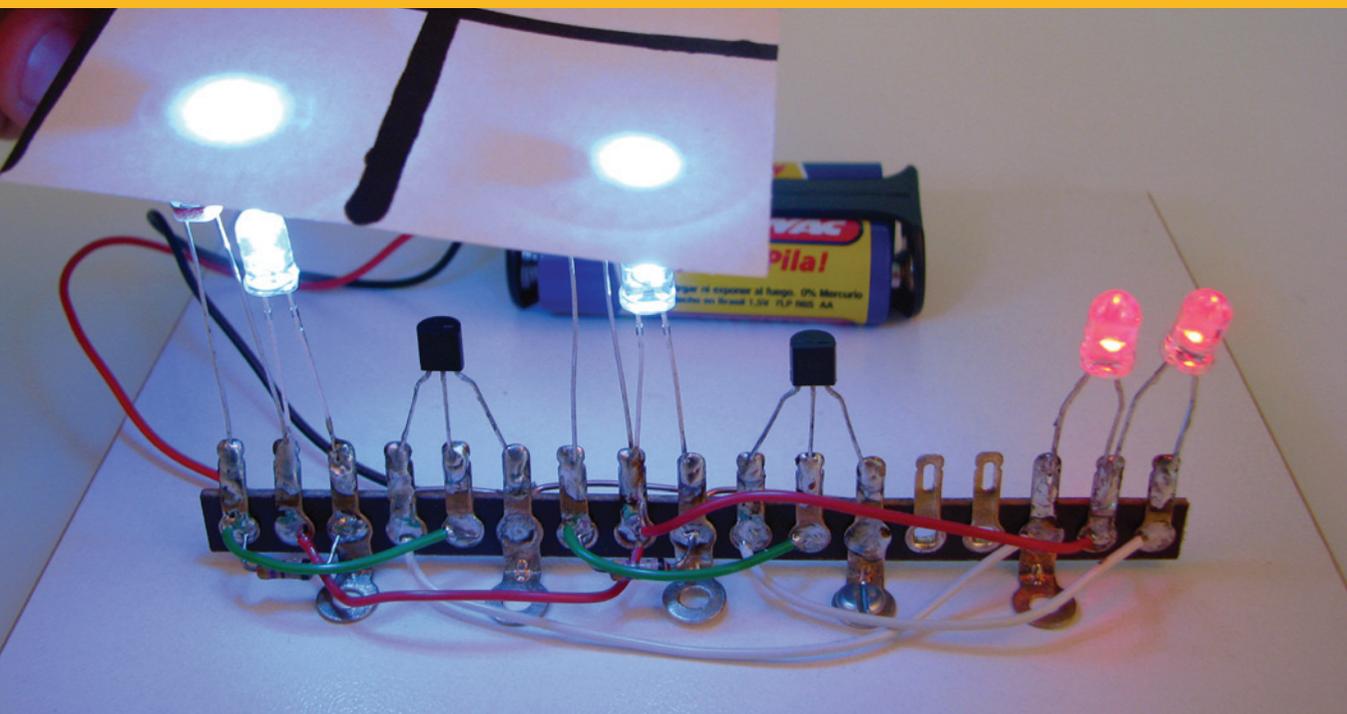
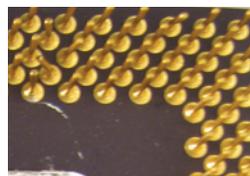
Como o LED está ligado ao circuito com polaridade invertida, a corrente elétrica que circula por ele e, conseqüentemente, pelo terminal base do transistor é muitíssimo pequena. Se a corrente elétrica aplicada a esse terminal não for suficiente para levar o transistor ao estado de condução, não haverá corrente circulando entre os terminais coletor e emissor. (Reveja, se necessário, a seção 4.5 da Parte II deste livro para entender esse processo.)

Quando o LED é iluminado com luz apropriada, sua resistência elétrica diminui bastante em função da transferência de cargas produzidas pela absorção de fótons pela junção PN que constitui o LED. (Reveja, se necessário, a seção 4.4 da Parte II deste livro para entender o que acontece quando uma junção PN é iluminada de modo adequado.)

Então, o LED passa a conduzir uma corrente elétrica suficiente para levar o transistor ao nível de condução. Nessa situação, uma corrente adequada vai circular entre os terminais emissor e coletor do transistor, acionando o motor elétrico. Isso é válido tanto para o LED de luz visível, quanto para o LED de luz infravermelha.

5

MODELO DE LEITORES ÓPTICOS



1. O código binário é uma seqüência numérica constituída por zeros e uns, como é o caso de (1;0;0;0;1;1;0). Uma seqüência com oito dígitos binários como essa é uma unidade importante de informação digital conhecida como byte.

O circuito proposto neste projeto representa, de forma muito rudimentar, o funcionamento de dispositivos capazes de reconhecer padrões de regiões claras e escuras – por exemplo, leitores de códigos de barras. O funcionamento desses dispositivos pode ser compreendido com base na FIG. 1, situada na próxima página

O código de barras é formado por várias regiões claras e escuras intercaladas. O leitor do código de barras, por sua vez, é constituído por um dispositivo emissor de luz acoplado a um dispositivo receptor de luz.

Quando atinge a região clara, a luz enviada pelo emissor é refletida em intensidade suficiente para sensibilizar o receptor; então, um circuito eletrônico interpreta esse estado do receptor e pode lhe atribuir o número “1” – ou seja, sinal recebido.

Se a luz atingir uma região escura, não haverá luz refletida suficiente para sensibilizar o receptor; nesse caso, o circuito eletrônico vai fornecer como resposta o número “0” (zero) – ou seja, ausência de sinal recebido.

Embora, na FIG. 1, se tenha desenhado apenas um feixe, o feixe de luz de um leitor de código de barras atinge uma região extensa de uma só vez e o receptor recebe, ao mesmo tempo, muitas informações do tipo “presença de sinal” (1) e “ausência de sinal” (0).

Um computador conectado ao receptor pode, então, associar a seqüência de “zeros” e “uns”, recebida pelo detector, a um **código binário**¹. Dessa forma, o computador pode identificar, por exemplo, um produto disponível nas prateleiras de uma empresa. Os leitores de CD e de DVD têm funcionamento semelhante.

Neste projeto, você pode construir um modelo simplificado do hardware utilizado em leitores de códigos de barra, CDs e DVDs. Embora não tenha uma finalidade prática, como outros projetos apresentados nesta parte do livro, o modelo a ser construído é bem interessante, além de ser conceitualmente importante.

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 02 LEDs brancos
- > 02 LEDs vermelhos
- > 02 transistores BC548
- > 01 resistores de 470 Ω
- > 01 suporte para duas pilhas em série (3 V)
- > 02 pilhas de 1,5 V cada uma
- > 01 ponte com 17 terminais
- > Ferro de solda

PASSO 01

Montagem do circuito

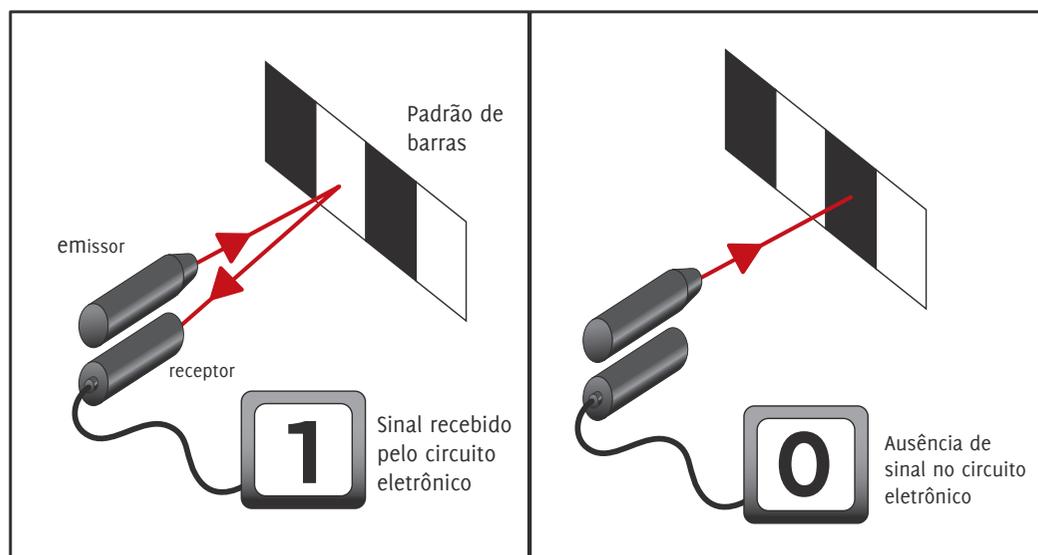


FIG.01

Nas FIG. 2 e 3, mostra-se o diagrama do circuito de um modelo de leitor óptico e uma montagem realizada em uma ponte de terminais.

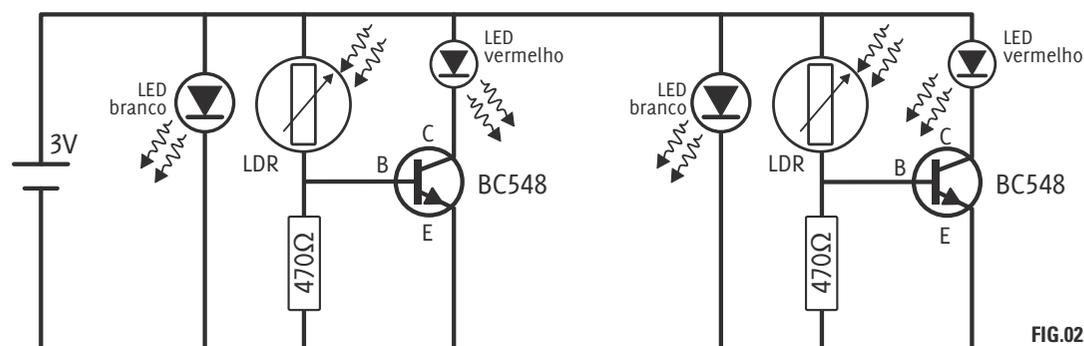


FIG.02

Monte o circuito da FIG. 2, soldando os componentes em uma ponte de terminais. Lembre-se de ficar atento em relação à polaridade dos LEDs e do transistor. A identificação dos terminais do transistor BC548 foi apresentada no Projeto 3.

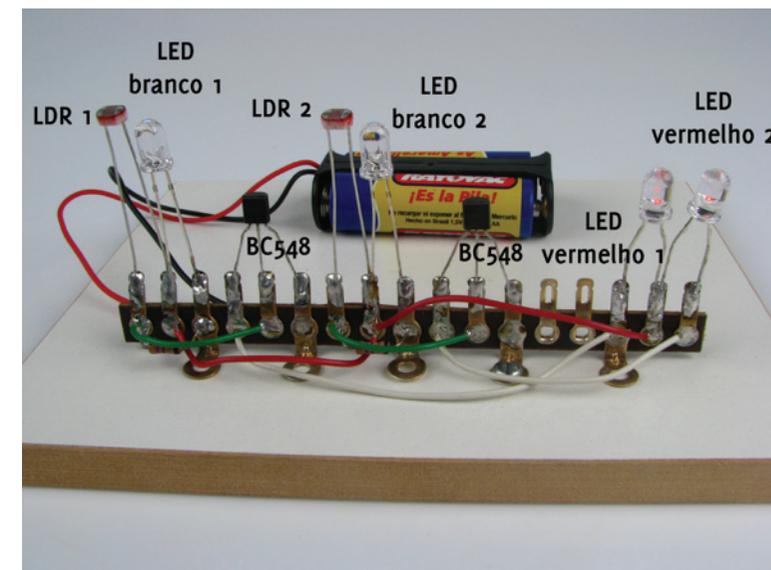


FIG.03

No circuito proposto neste projeto, o LED branco funciona como o emissor de luz e o LDR, como o receptor. Esses dois componentes devem, pois, ser montados um ao lado do outro, com o LED branco um pouco mais baixo que o LDR, como mostrado na FIG. 3.

Os LEDs vermelhos devem ficar um pouco afastados dos conjuntos emissor/receptor e serão usados para indicar se a região de uma folha colocada sobre o conjunto LED branco/LDR é branca ou preta. Se preferir, você pode colocar os LEDs vermelhos em outra base, utilizando fios compridos para ligá-los ao restante do circuito.

PASSO 02

Teste do circuito

Desde que o circuito seja montado corretamente, após a colocação das pilhas, os LEDs brancos devem ficar permanentemente acesos, enquanto os LEDs vermelhos permanecem apagados. Se os LEDs vermelhos também se acenderem é sinal de que está chegando muita luz aos LDRs. Nesse caso, uma destas três medidas pode se fazer necessária:

- a) Colocar o circuito em um local menos iluminado.
- b) Posicionar melhor o LED branco em relação ao LDR, para evitar que este receba luz direta proveniente daquele.

c) Substituir o resistor de 470Ω por um de valor menor. Nesse caso, a justificativa consiste na probabilidade, ainda que pequena, de os elementos de circuito que você adquiriu serem muito diferentes dos utilizados neste projeto.

Se o circuito estiver funcionando corretamente, os LEDs vermelhos devem se acender somente quando uma folha branca for posicionada sobre o conjunto LED branco/LDR, como mostrado nas FIG. 4, 5 e 6. Com a aproximação da folha, a luz reflete-se com intensidade suficiente para sensibilizar o LDR, o que, por sua vez, faz com que o transistor acione o LED vermelho.



FIG.04

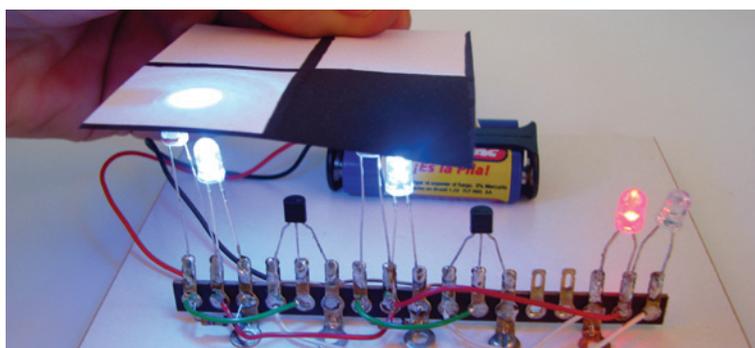


FIG.05

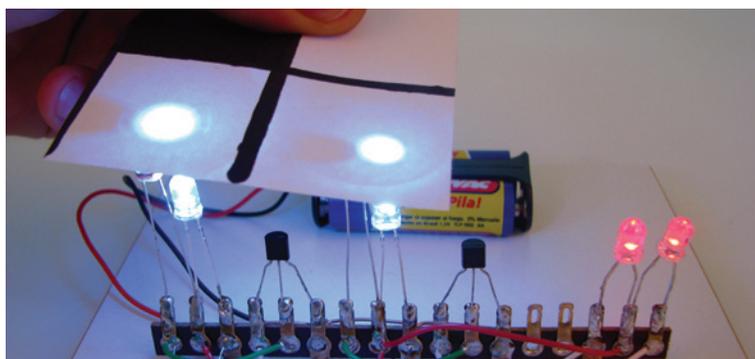


FIG.06

Teste cada um dos conjuntos isoladamente. Depois, faça alguns padrões com regiões claras e escuras em uma folha de papel branco, utilizando um pincel atômico ou canetinha de cor preta. Então, aproxime esses padrões dos conjuntos emissor/receptor e observe o resultado, olhando para os LEDs vermelhos.

O QUE ACONTECE?

O funcionamento deste projeto depende da sensibilização do LDR pela luz emitida pelo LED branco. Essa luz pode, ou não, estar disponível, dependendo de a folha colocada sobre o conjunto LED branco/LDR apresentar padrões claros ou escuros.

Quando uma região clara da folha está sobre o conjunto, muita luz é refletida sobre a face do LDR e, por isso, a resistência dele diminui. Nesse caso, a corrente elétrica que circula pelo terminal base do transistor vai aumentar. Como exposto na seção 4.5 da Parte II deste livro, aumento da corrente da base provoca aumento da corrente que o terminal emissor “injeta” no terminal coletor. Essa corrente circula no LED vermelho e, por isso, o dispositivo vai brilhar.

Se a região da folha sobre o conjunto LED branco/LDR for preta, pouquíssima luz vai se refletir sobre o LDR e a resistência dele será muito alta, impedindo que o transistor conduza corrente para o LED vermelho.

Quando se analisa o processo considerando essa informação associada ao comportamento dos LEDs vermelhos, pode-se entender como um leitor óptico funciona. Se a região da folha situada a frente do leitor óptico for branca, o LED vermelho vai emitir luz indicando a presença de sinal no circuito receptor. Esse estado “ligado” pode ser associado ao código binário “1”. Se a região for preta, o LED vermelho fica apagado indicando a ausência de sinal no circuito receptor. Esse estado “desligado” é associado ao código binário “0” (zero). Assim, com dois conjuntos de emissor/receptor, bem como com o LED indicador utilizado no circuito deste projeto, pode-se obter os quatro códigos binários mostrados na tabela a seguir.

Se o número de blocos do circuito da FIG. 2 for aumentado, o número de combinações possíveis de “0” e “1” também aumenta, o que gera um número maior de códigos binários possíveis. Assim, por exemplo, com oito conjuntos, produzem-se códigos binários tais, como os desta sequência: (0; 1; 1; 0; 0; 1; 0; 1). Essa sequência pode, obviamente, variar, dependendo do estado dos oito LEDs vermelhos, ligados ou desligados.

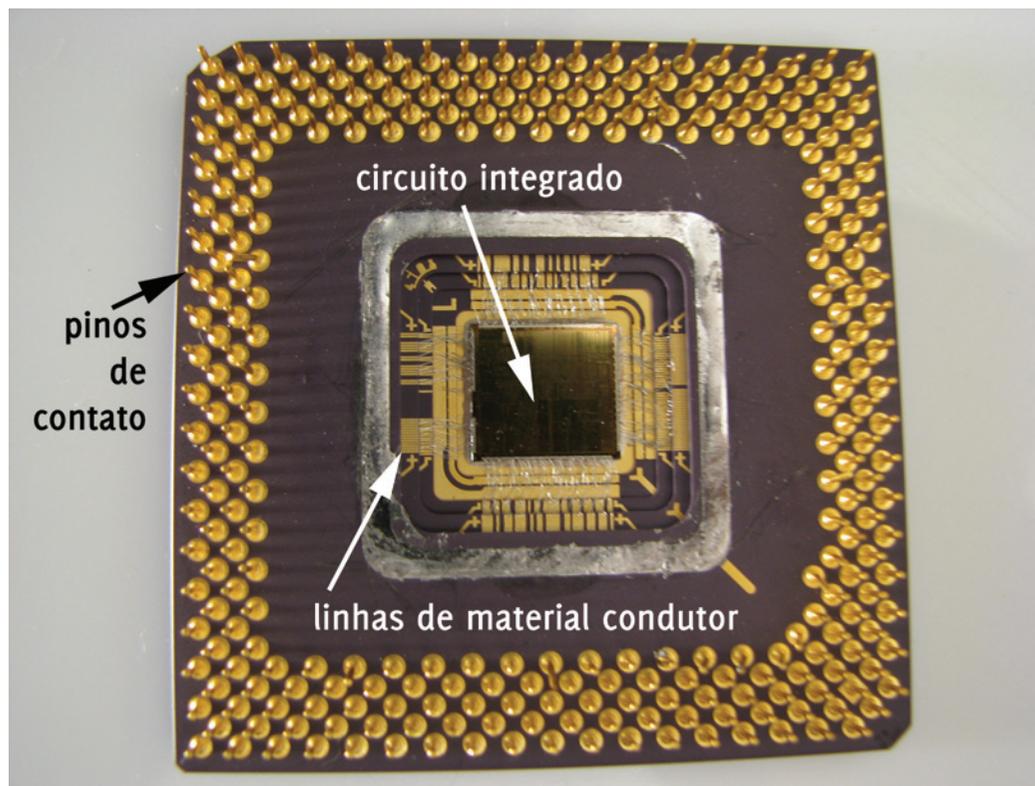
LED Vermelho 1	LED Vermelho 2	Código binário
0	0	(0, 0)
0	1	(0, 1)
1	0	(1,0)
1	1	(1,1)

Com uma sequência de oito dígitos binários, conhecida como *byte*, pode-se obter 256 diferentes combinações de “0” e “1”. Como cada combinação pode ser usada para representar algo – um número, um nome, uma cor –, diz-se que, com apenas 1 byte é possível representar 256 “coisas” diferentes.

Você já deve ter imaginado o quão complicado seria montar um circuito com oito conjuntos de LEDs brancos, LDRs e LEDs vermelhos. A montagem ficaria enorme, enquanto os circuitos que processam informação digital são, geralmente, muito pequenos.

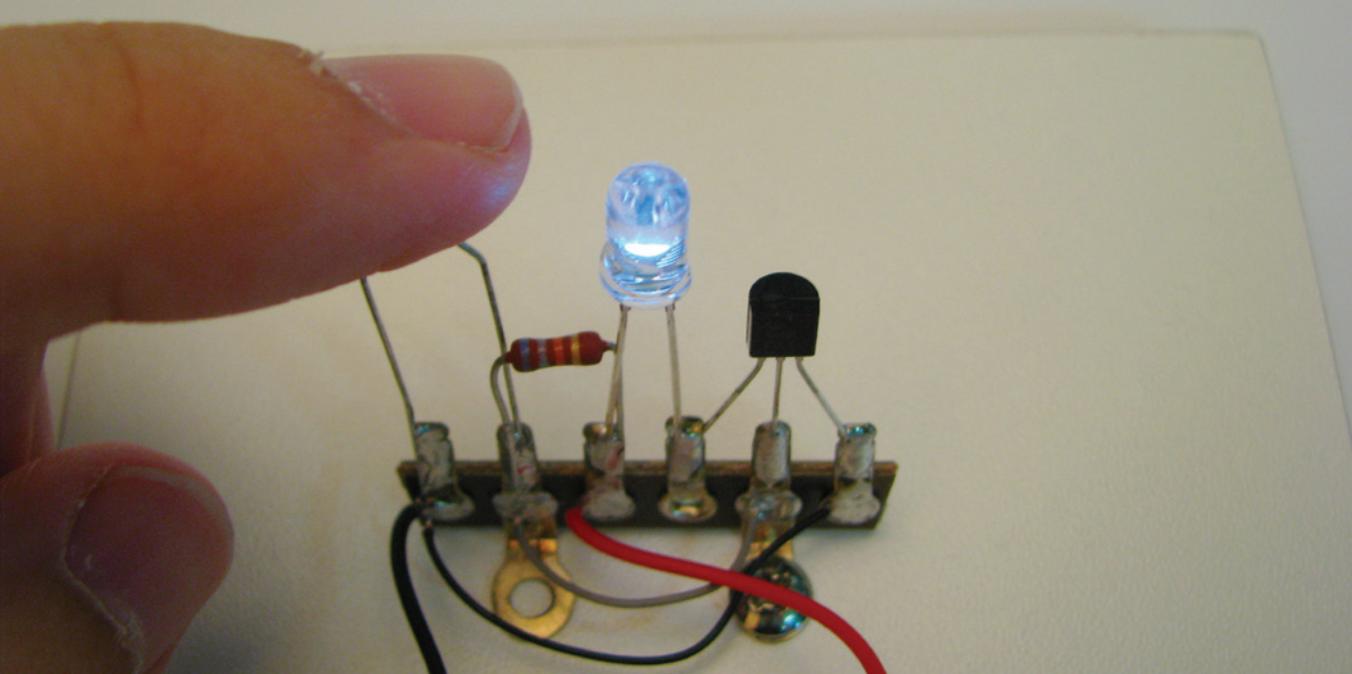
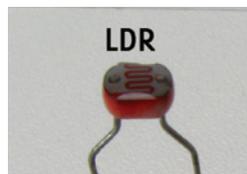
É por isso que o circuito montado neste projeto é apenas um modelo. Em um circuito eletrônico usado no processamento de informação digital, os componentes são minúsculos. Assim, em um dispositivo menor que uma pequena moeda, podem ser encontrados milhões de pequenos elementos de circuito – diodos, resistores, transistores e outros. Em circuitos microscópicos como esses podem ser processados, ao mesmo tempo, trilhões de bytes ou sequências de “zeros” e “uns” diferentes.

Na FIG. 7, mostra-se um circuito integrado do processador de um computador antigo. Nela, vê-se uma grande quantidade de pinos, verticais e paralelos, ligados a linhas formadas de material condutor. Tais linhas saem de uma pastilha situada no centro da montagem. Na superfície dessa pastilha, feita de silício, é gravado um grande número de circuitos integrados. Cada par de pinos situados na periferia da peça corresponde a um par de terminais, que liga um dos circuitos integrados contidos no interior da pastilha aos outros circuitos presentes nas placas integradas ao computador (placa de som, de vídeo, etc.).



6

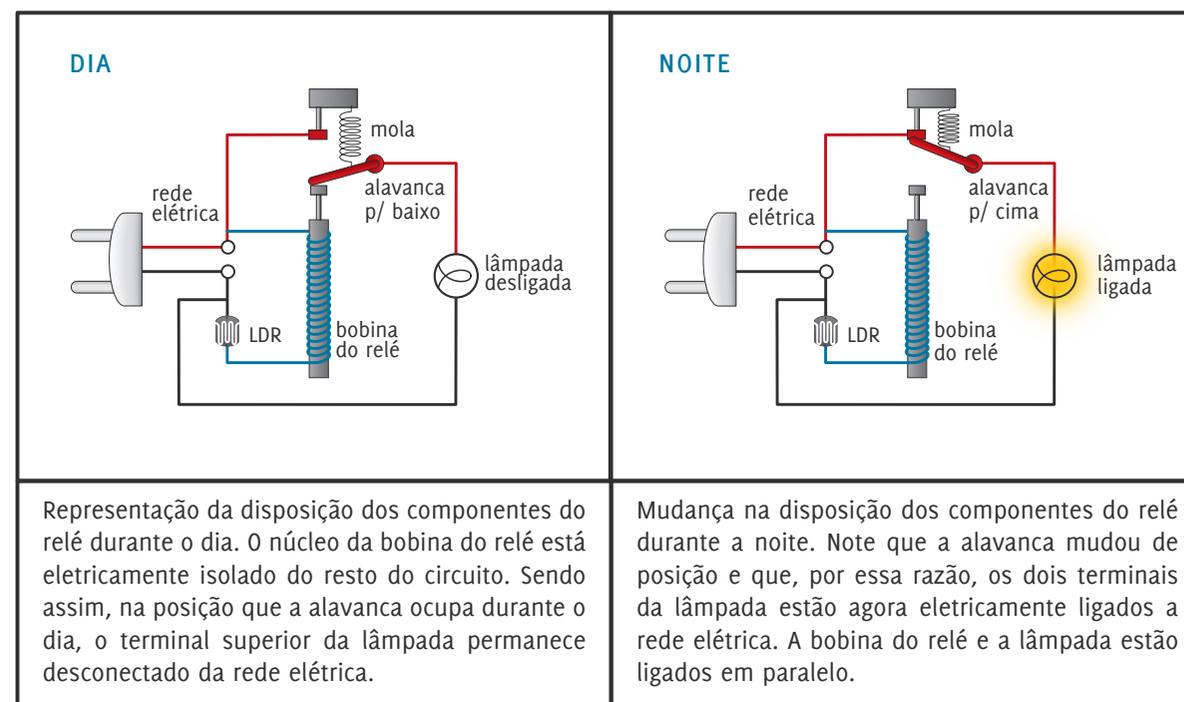
SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DA ILUMINAÇÃO



Neste projeto, propõem-se dois modelos de um sistema, que é capaz de responder automaticamente, em determinado ambiente, a mudanças na intensidade da luz. Além de ser muito divertida, a construção desses modelos vai lhe permitir dar continuidade a uma aprendizagem prática sobre montagem e uso de componentes em aparelhos eletrônicos.

O controle da iluminação pública nas ruas das cidades é feito, geralmente, por meio de um dispositivo conhecido como sensor fotoelétrico. No interior desse sensor, há um LDR, que identifica mudanças de intensidade luminosa. Com a ajuda do LDR, o sensor fotoelétrico aciona automaticamente, sem a necessidade de intervenção humana, as lâmpadas dos postes de iluminação pública.

FIG.01



Para entender o funcionamento desse dispositivo, analise os dois diagramas esquemáticos apresentados nas FIG. 1a e 1b, bem como os respectivos textos e legendas, em que se interpretam as informações neles contidas.

Durante o dia, a luz que incide sobre o LDR reduz a resistência elétrica desse dispositivo. Com isso, é relativamente intensa a corrente que circula na bobina ligada em série a esse dispositivo. Essa corrente produz, então, um campo magnético no núcleo de ferro situado no interior da bobina, que se transforma, assim, em um eletroímã, que atrai uma alavanca metálica presa a uma mola. O núcleo da bobina não está eletricamente ligado à rede elétrica. Por isso, quando a alavanca está voltada para baixo, o terminal da lâmpada, que está preso à alavanca, mantém-se desconectado da rede de energia elétrica.

Quando chega a noite, porém, o LDR pára de receber luz e sua resistência elétrica aumenta muito. Por conseguinte, a corrente elétrica que circula pela bobina do relé diminui drasticamente. Nessas circunstâncias, o campo magnético gerado por essa bobina torna-se praticamente desprezível e a alavanca metálica acaba sendo puxada, para cima, pela mola presa a ela. Esse movimento conecta os dois terminais da lâmpada à rede elétrica.

Agora que já foi apresentado o mecanismo que permite o acionamento automático da iluminação urbana, a partir da redução da intensidade luminosa presente em um dado ambiente, você está convidado a produzir dois modelos de sistemas que cumprem a mesma função. O Projeto 6.1 vai permitir o acionamento automático de um LED branco e o Projeto 6.2, o acionamento de uma lâmpada comum.

PROJETO 6.1 - Montagem do modelo com LED

VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 01 LED branco, embora também possam ser usados LEDs de outras cores
- > 01 transistor BC548
- > 01 LDR
- > 01 ponte com seis terminais
- > 01 resistor de 68 K Ω
- > 01 potenciômetro de 100 K Ω
- > 01 suporte para duas pilhas em série (= 3 V)
- > 02 pilhas de 1,5 V cada uma
- > Ferro de solda



Montando e testando o circuito

Monte o circuito mostrado na FIG. 2. Para isso, utilize um ferro de solda para fixar os componentes em uma ponte de terminais. Reveja, na FIG. 1 do Projeto 3 (p. 160), como identificar corretamente os terminais do transistor BC548.

Preste bastante atenção ao posicionamento correto dos terminais do LED e do transistor, pois, se esses dispositivos forem ligados de forma incorreta, o circuito não vai funcionar. Assim, o terminal mais comprido do LED deve estar voltado para o polo positivo da fonte de tensão, enquanto o terminal mais curto do LED deve estar conectado ao coletor do transistor BC548.

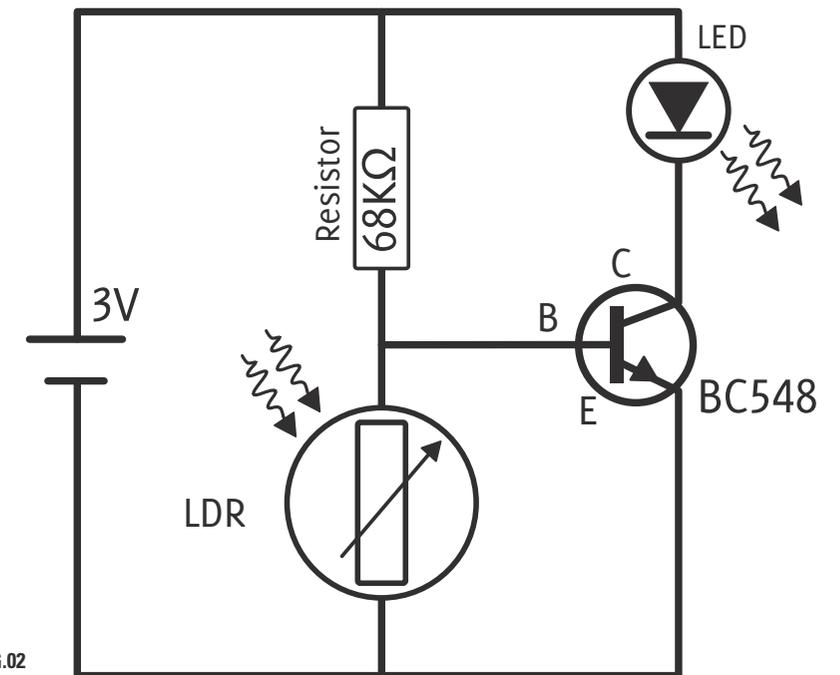


FIG.02

Na FIG. 3, mostra-se como fica a montagem, quando se utiliza uma ponte de terminais. Legendas internas identificam os elementos utilizados.

Com o circuito montado, submeta o LDR a diferentes condições de iluminação e observe o que ocorre.

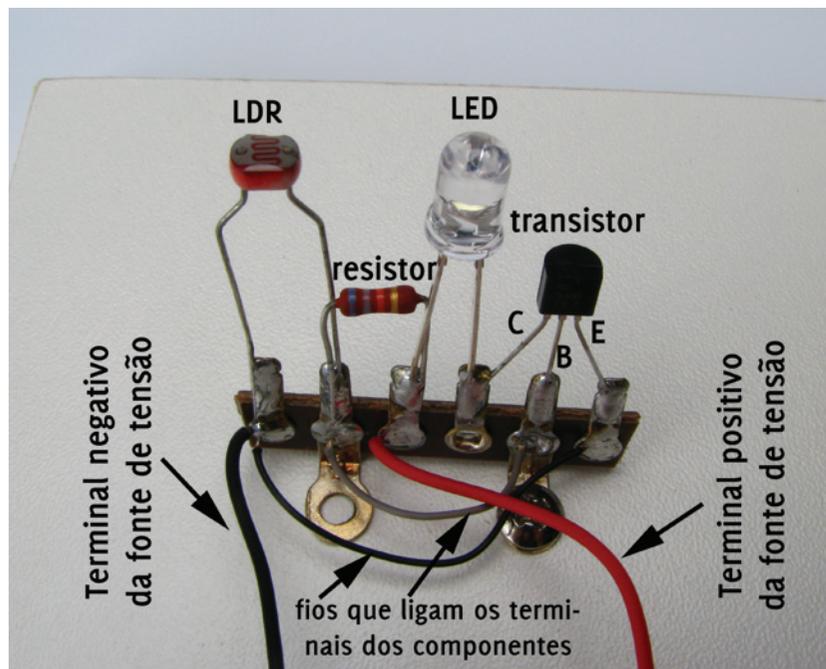


FIG.03

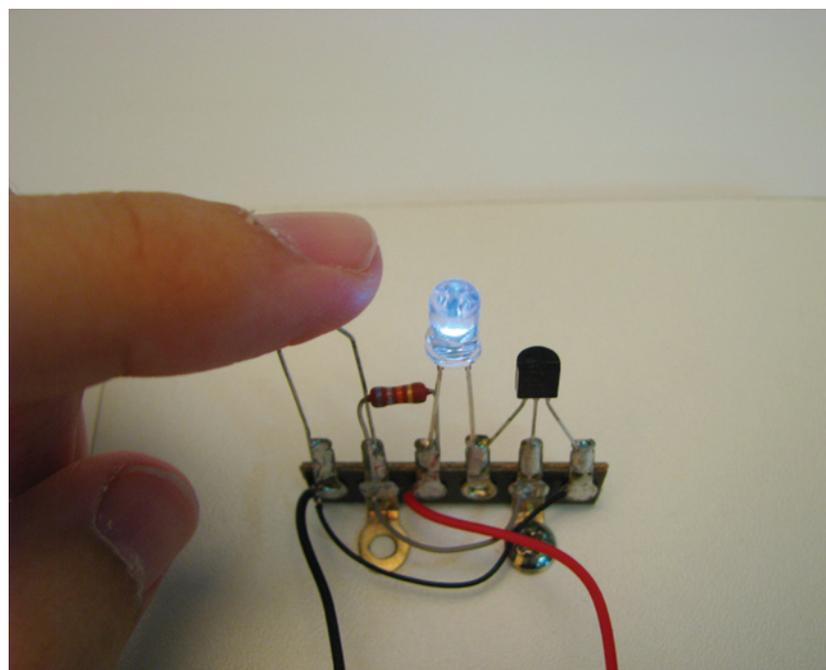


FIG.04

PASSO 02

Substituição do resistor de 68 K por um potenciômetro de 100 K

Se preferir, você pode usar um potenciômetro de 100 KΩ no lugar do resistor de 68 KΩ. Essa substituição permite que o potenciômetro funcione como um controle de sensibilidade.

Quando você ajustar o potenciômetro, o circuito vai responder a diferentes situações de falta de luz. Isso torna o circuito mais versátil, além de lhe permitir fazer um ajuste mais interessante no circuito que está montando, caso os componentes que você adquiriu sejam muito diferentes dos que utilizamos em nossa montagem.

Para retirar o resistor e substituí-lo pelo potenciômetro siga as instruções do diagrama do circuito e da fotografia que se seguem. Note que você deve usar, novamente, o ferro de solda.

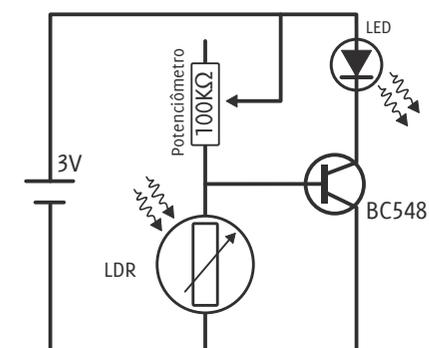


FIG.05

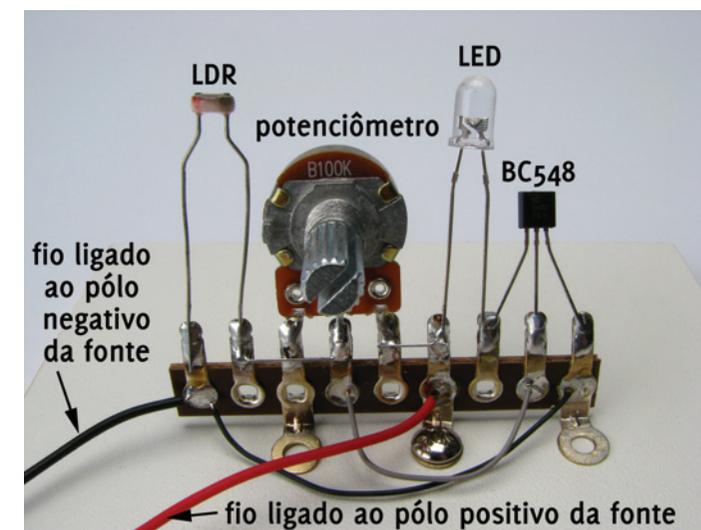


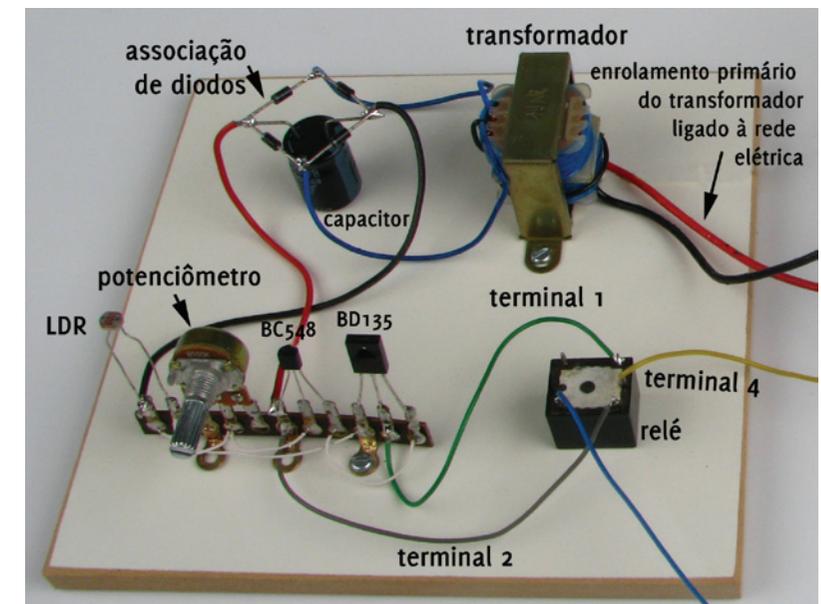
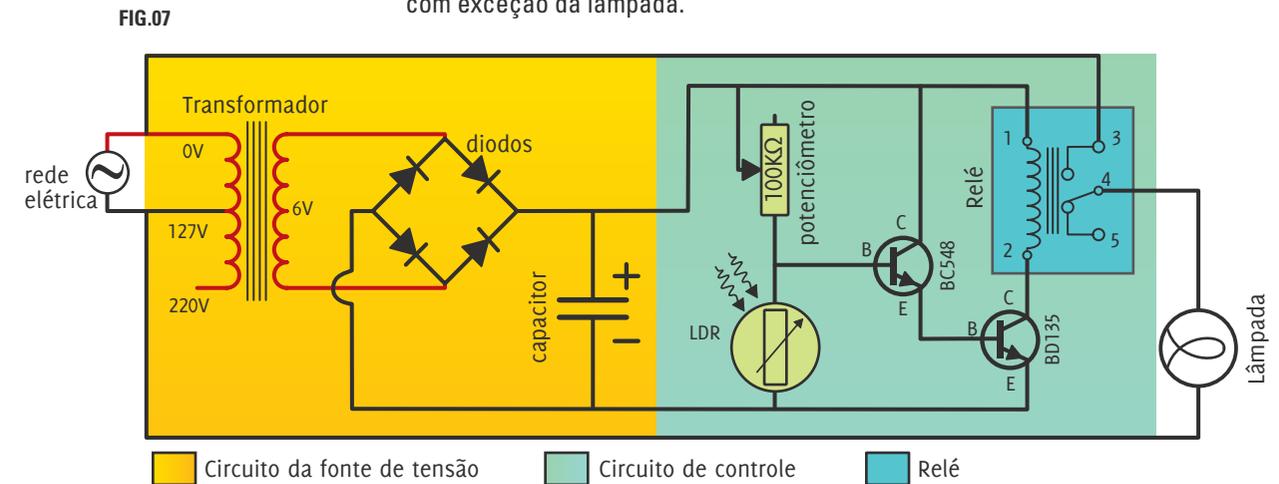
FIG.06

PROJETO 6.2 - Montagem do modelo com lâmpadas incandescentes

O circuito do modelo do sistema de acionamento automático da iluminação pública com LED utiliza componentes eletrônicos que trabalham com correntes elétricas pequenas e tensões elétricas contínuas. Por essa razão, tal circuito não é adequado para ligar lâmpadas que funcionam em 127 V, por exemplo. Se você deseja uma montagem capaz de controlar, automaticamente, uma lâmpada comum, ligada na tomada da rede elétrica, faça o projeto sugerido a seguir.

Vislumbrando o produto final

Na FIG. 7, pode-se ver o circuito esquemático desse projeto. Na FIG. 8, apresentam-se todos os elementos representados nesse circuito, com exceção da lâmpada.



VOCÊ VAI PRECISAR DE

- > 01 LDR
- > 01 transistor BC548
- > 01 transistor BD135
- > 01 relé para 6 V
- > 04 diodos 1N4007
- > 01 capacitor eletrolítico de 470 μ F e 16 V
- > 01 transformador com primário de acordo com a rede local – de 127 V ou de 220 V – e secundário de 6 V, com corrente entre 100 mA e 500 mA
- > 01 plugue macho para tomada
- > 01 lâmpada incandescente de 60 W
- > 01 boquilha
- > 01 potenciômetro de 100 K Ω
- > 01 placa de madeira de 20 cm x 20 cm, para afiação dos componentes do circuito
- > 01 ponte com 11 terminais
- > Fios para as ligações e cola quente.

Na FIG. 7, a área laranja corresponde ao circuito da fonte de alimentação, cuja função é a de fornecer uma tensão contínua para o restante do circuito. A área verde, por sua vez, corresponde ao circuito de controle, responsável pelo acendimento ou pelo desligamento da lâmpada. A pequena área azul destaca o relé, um dos elementos do circuito de controle, cuja análise vai ser de grande importância mais adiante.

Na FIG. 8, o circuito da fonte de alimentação corresponde aos elementos que aparecem na parte superior – capacitor, associação de diodos e transformador –, e o circuito de controle, aos elementos que aparecem na parte inferior – LDR, potenciômetro, relé e transistores BC548 e BD135. A seguir, vamos tratar, separadamente, de cada um desses dois circuitos interligados.

PASSO 02

Montagem do circuito da fonte de tensão

O circuito de controle funciona apenas com tensão contínua e de baixo valor. Portanto, para alimentar esse circuito, ligando-o à rede de energia elétrica, é necessário não só reduzir o valor da tensão fornecida pela rede, mas também torná-la contínua. Para isso, utiliza-se o circuito da fonte de tensão cuja construção vai ser apresentada neste Passo.

A redução do valor da tensão é realizada por um transformador, que tem o enrolamento primário ligado diretamente à rede de energia elétrica – de 127 V ou de 220 V, de acordo com o local – e o enrolamento secundário, utilizado como uma saída de tensão, de 6 V, em que serão ligados os diodos.

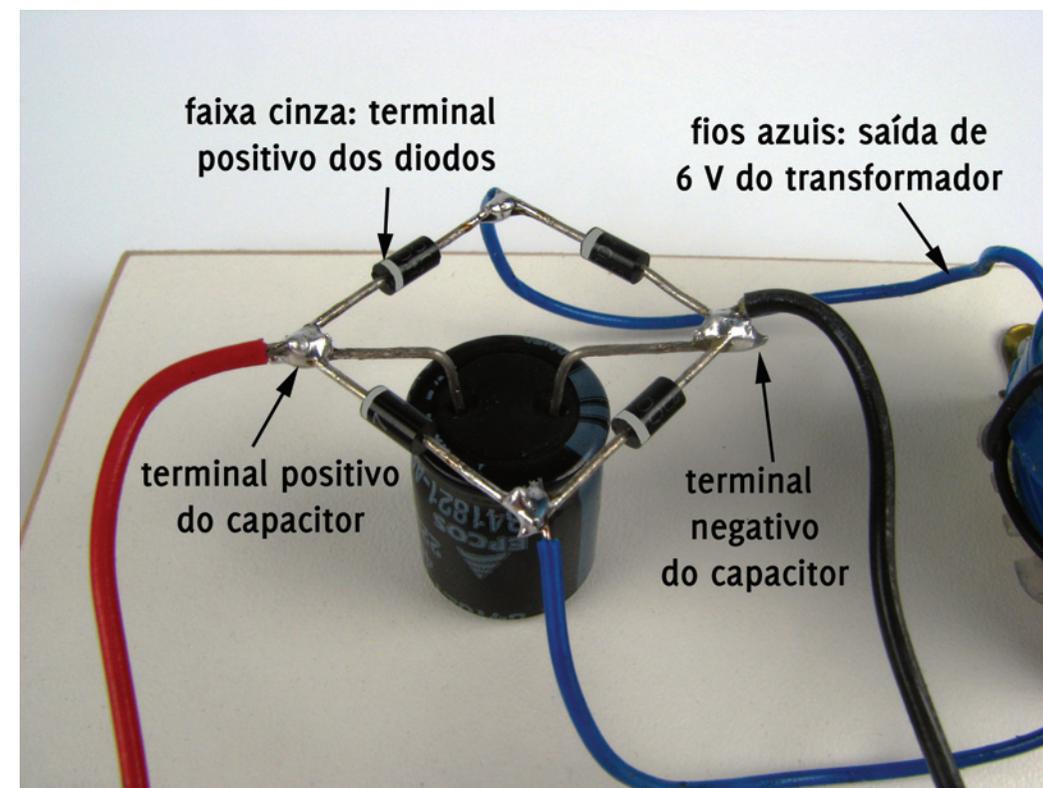
A tensão de 6 V que sai do transformador é alternada. A associação de quatro diodos, mostrada nas figuras do Passo 1, faz o papel de uma ponte retificadora. Para montar essa ponte, preste muita atenção aos terminais dos diodos. Na FIG. 9, oferece-se uma boa orientação para a execução dessas ligações.

O cilindro preto, no centro dessa figura, é o capacitor eletrolítico, que é colado, de cabeça para baixo, na placa usada para montar o circuito. Para fixar o capacitor à base de madeira, deve-se utilizar cola quente.

Esse tipo de capacitor tem polaridade e é facilmente danificado, quando ligado de modo inadequado. Para identificar os terminais do capacitor, procure, no cilindro que compõe esse dispositivo, uma faixa lateral com vários símbolos negativos (-), que, obviamente, indica o terminal negativo.

Para fazer a associação de diodos e para conectá-los aos terminais do capacitor, solde os terminais dos diodos de modo que todas as faixas de cor cinza fiquem voltadas para o terminal positivo do capacitor (FIG. 9).

FIG.09



A faixa cinza do diodo identifica o terminal positivo desse dispositivo. A associação de diodos vai formar um quadrado, que, obviamente, tem quatro vértices. O vértice que resulta da união de dois terminais positivos dos diodos – ou seja, de duas faixas cinza – deve ser soldado ao terminal positivo do capacitor.

O vértice que resulta da união de dois terminais negativos dos diodos – ou seja, o diametralmente oposto ao primeiro vértice – deve ser soldado ao terminal negativo do capacitor. Os outros dois vértices devem ser soldados aos fios que vêm do secundário do transformador, cuja tensão é de 6 V.

Após passar pelos diodos, a tensão elétrica oferecida pelo circuito da fonte de alimentação já é direta, pois a retificação modifica a tensão alternada oferecida pela rede elétrica. Essa tensão, porém, ainda estará pulsando na mesma frequência da rede elétrica – igual a 60 Hz.

O dispositivo que transforma a tensão pulsante em contínua é justamente o capacitor.

Solde dois fios, de preferência de cores diferentes, aos terminais do capacitor. Esses fios vão se constituir na saída de tensão contínua do circuito da fonte de tensão.

Solde, também, um fio duplo, com plugue macho para tomada, aos terminais do enrolamento primário do transformador.

Conecte um voltímetro configurado para medir tensões contínuas, com o fundo de escala de 20 V, aos fios que saem dos terminais do capacitor. Ligue o plugue à tomada e veja se sua fonte está funcionando corretamente. A leitura exibida pelo voltímetro deve ser um pouco maior que 6 V. Se tudo estiver certo, retire o plugue da tomada. Caso contrário, reveja, passo a passo, as ligações e as instruções dadas.

PASSO 03

Identificação dos terminais do relé

O circuito de controle utiliza dois transistores ligados em uma Configuração *Darlington*, semelhante à utilizada no Projeto 4. Os critérios para a identificação dos terminais dos transistores BC548 e BD135 foram apresentados, respectivamente, na FIG. 1, do Projeto 3, e na FIG. 2, do Projeto 4.

O relé a ser controlado pelo transistor BD135 possui uma tensão de trabalho de 6 V e uma corrente próxima a 100 mA. O esquema mostrado na pequena área azul da FIG. 7 ajuda a compreender o funcionamento desse tipo de relé. Dos cinco terminais que há nesse relé, dois são os terminais da bobina, que recebem a alimentação necessária para acionar o relé, e os outros três são destinados à ligação dos dispositivos que se pretende controlar.

Para identificar esses terminais, não é possível recorrer a um desenho esquemático, como feito no caso dos transistores. Por essa razão, vamos descrever como usar um multímetro, configurado como ohmímetro, para fazer essa identificação.

Com o ohmímetro, meça a resistência elétrica entre os vários terminais do relé. Procure encontrar dois terminais que apresentem uma resistência entre 80 Ω e 150 Ω . Esses são os terminais conectados à bobina do relé – terminais 1 e 2 da FIG. 7. Marque esses terminais, para saber como identificá-los no momento em que for conectar o relé ao circuito de controle.



Para saber se esses são mesmo os terminais da bobina do relé, você pode encostá-los nos terminais de uma fonte de tensão de 6 V, como é o caso da fonte que você montou no Passo 2. Se, então, ouvir um *click*, você pode ficar certo de ter identificado os terminais da bobina de modo correto. Esse *click* deve-se à movimentação de uma alavanca móvel, no interior do relé, ao ser acionada pelo campo magnético da bobina. Trata-se, portanto, do mecanismo ilustrado nas FIG. 1a & 1b situadas na introdução deste projeto.

Para identificar os demais terminais, conecte o ohmímetro a dois deles, de cada vez. Espere o ohmímetro indicar uma leitura igual a zero. Quando isso ocorrer, você terá encontrado os terminais 4 e 5, mostrados na pequena área azul da FIG. 7. O terminal que sobrou, obviamente, só pode ser o 3. Marque-o antes de dar prosseguimento ao processo de identificação.

Como último passo, será preciso diferenciar os terminais 4 e 5 um do outro. Para fazê-lo, execute estas ações:

a) Volte a ligar uma fonte de tensão contínua de 6 V aos terminais da bobina do relé – terminais 1 e 2.

b) Após ouvir o *click*, já ouvido anteriormente, utilize novamente o ohmímetro, para ligar o terminal 3 a cada um dos terminais que você deve diferenciar.

c) Em uma dessas ligações, o ohmímetro vai indicar um valor de resistência zero. Isso acontece quando o terminal 3 está conectado ao terminal 4.

PASSO 04

Montagem do circuito de controle

Monte o circuito de controle observando o esquema da FIG. 7 e a fotografia da FIG. 8. Note, nessa última, que, com exceção do relé, o circuito de controle está todo montado sobre a ponte de terminais. Essa é a razão pela qual apresentamos, na figura 10, um detalhamento das ligações entre os elementos desse circuito.

Observe nessa figura que há dois fios que ligam os terminais 1 e 2 do relé a terminais dos dois transistores montados sobre a ponte de terminais. Observe, ainda, que os fios vermelho e preto, provenientes da fonte de tensão, estão ligados aos elementos do circuito de controle.

Para verificar se o circuito de controle está funcionando corretamente, ligue o plugue da fonte de tensão à rede de energia elétrica.

Cubra o LDR com a mão e procure ouvir um *click* no relé. Se não ouvir nada, gire o potenciômetro, a fim de ajustar a sensibilidade do circuito. Repita o procedimento, cobrindo novamente o LDR, até ouvir o *click* no relé. Após o teste, retire o plugue da tomada.

Para concluir a montagem, solde dois fios aos terminais 3 e 4 do relé. Esses fios vão ser utilizados, no passo seguinte, para a ligação da lâmpada.

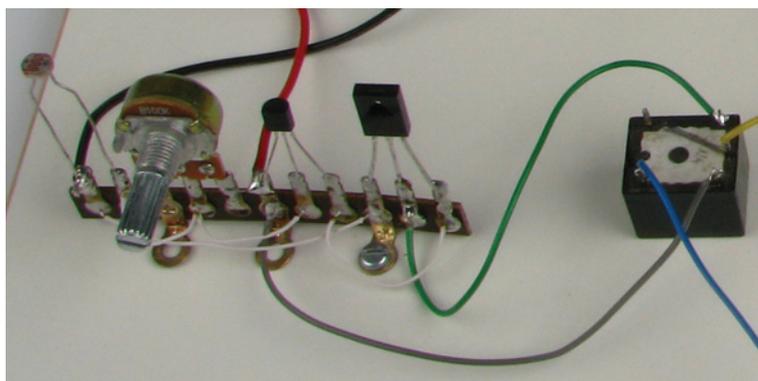


FIG.10

PASSO 05

Ligando a lâmpada ao circuito

Para ligar a lâmpada ao circuito, observe o esquema apresentado na FIG. 7 e, também, na FIG. 11 a seguir. Tenha muito cuidado ao efetuar essas ligações, pois você vai lidar, nesse caso, com tensões muito altas – de 127 V. Nessa situação, o cuidado é essencial, para se evitar o risco de choque elétrico e de curto-circuito

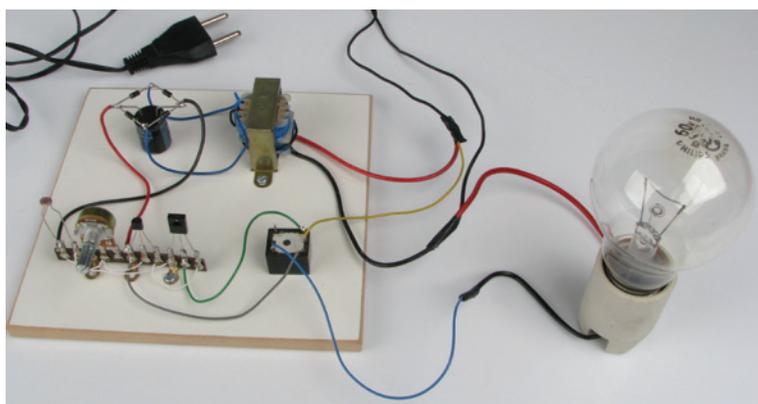


FIG.11

Inicialmente, conecte dois fios à boquilha da lâmpada. Em seguida, conecte um deles ao fio soldado no terminal 3 do relé. O fio soldado ao terminal 4 do relé deve ser conectado a um dos fios ligados à rede elétrica. O segundo fio ligado à lâmpada deve ser conectado ao outro fio da rede elétrica.

Se essas ligações estiverem corretas, basta ligar o plugue à tomada e fazer os testes, colocando a mão sobre o LDR novamente. O brilho da lâmpada deverá depender da quantidade de luz que atinge o LDR.

O QUE ACONTECE?

Nos dois projetos propostos nesta atividade, foram usados circuitos de controle. O LED, no Projeto 6.1, ou o relé, no Projeto 6.2, são acionados apenas quando uma corrente elétrica suficiente circula entre os terminais emissor e coletor do transistor. Essa corrente, por sua vez, depende da corrente que circula pelo terminal base do transistor, como tratado na seção 4.5 da Parte II deste livro.

Observe que no Projeto 5, o circuito de controle responde à presença de luz sobre o LDR. Nos Projetos 6.1 e 6.2, o circuito de controle responde à ausência de luz. Essa mudança é obtida pela troca de posição do LDR e do resistor no circuito ligado ao terminal base do transistor.