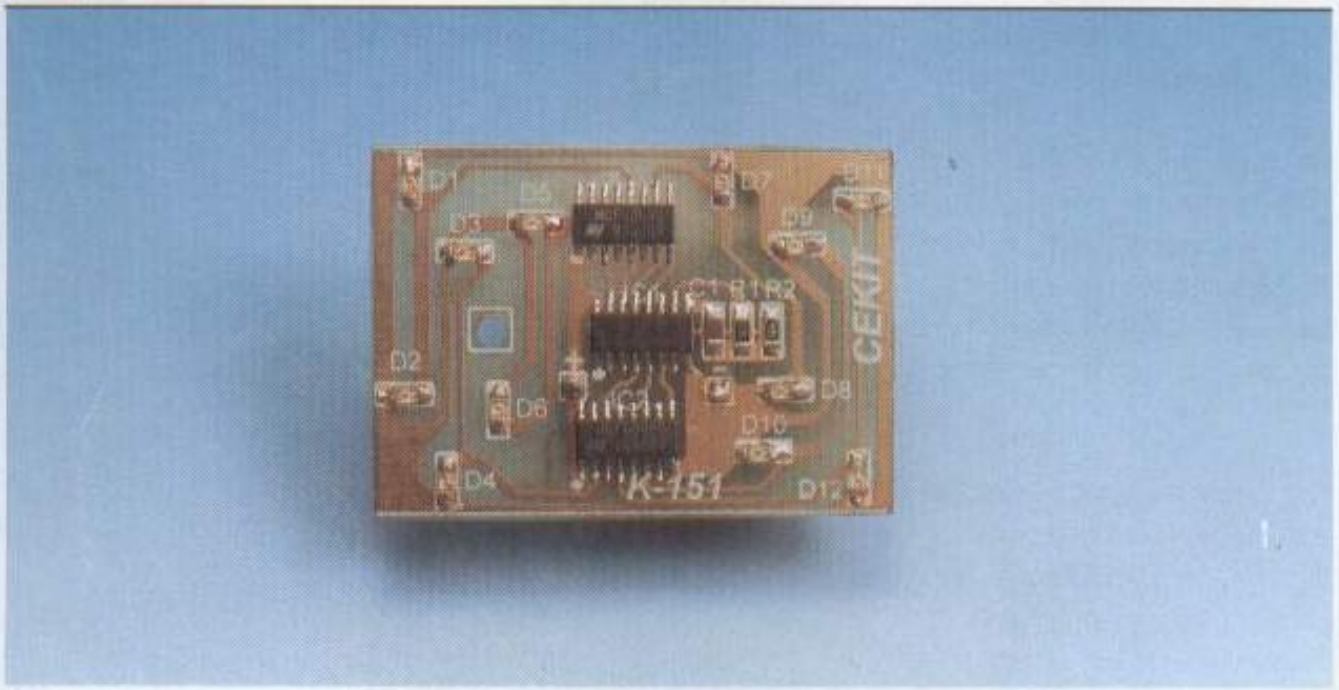
Projeto Nº 31



Luzes pseudo-aleatórias em montagem superficial

Ao construir este projeto obtem-se um circuito que produz sinais aleatórios, que são utilizados para conectar uns LED´s posicionados de tal forma, que geram efeitos visuais muito agradáveis. Além disso, é uma prática que nos introduz no mundo dos componentes em miniatura e sua manipulação.

Na seção de **Eletrônica Prática** deste mesmo curso foi feita uma descrição rápida da tecnologia de montagem superficial. Nesta ocasião, veremos a forma de posicionar os componentes no circuito impresso utilizando ferramentas comuns, para desta forma comprovar que esta técnica se encontra ao alcance de todos. Neste projeto, vamos construir um circuito muito simples, mas que vai nos servir como exemplo e como prática da utilização desta tecnologia. Trata-se de um seqüenciador de luzes pseudo-aleatórias que produz efeitos visuais muito agradáveis. Na figura 31.1 é mostrado o diagrama esquemático do circuito. A seguir, faremos uma breve explicação do mesmo.

Este projeto consiste em posicionar 12 LED de montagem superficial em diferentes pontos do circuito impresso, os quais são conectados em diferentes tempos de acordo com uma seqüência digital para dar um aspecto bastante agradável. Para gerar a seqüência de conexão é utilizado um circuito integrado CMOS 4060 (IC1) que é um contador/divisor. Este possui seu próprio circuito de oscilação com dois resistores e um capacitor (C1, R1, R2). A freqüência do clock é de 640 Hz aproximadamente, mas, como os sinais para conectar os LED são utilizados das saídas de 5 a 10, são obtidas freqüências muito menores.

Cada saída que é utilizada pelo 4060 é conectada em dois buffers 4049, os quais por sua vez alimentam dois LEDs que são posicionados em diferentes pontos do circuito impresso. O sistema pode ser alimentado com uma fonte de 3 a 6 volts que pode ser obtida de um jogo de pilhas comuns. O circuito impresso é feito um pouco maior do que o necessário para facilitar a apresentação dos LEDs.

Como os hobistas e estudantes de eletrônica não possuem ferramentas especializadas para a realização da montagem superficial, começamos a montar o circuito com um soldador de 25 watts e além disso, utilizamos solda comum. Este soldador possui uma ponta muito fina para facilitar a tarefa. O método que foi utilizado para soldar os componentes é muito simples e consiste no seguinte:

- Coloca-se um ponto de solda em um dos *pads* do componente.
- Logo que o ponto de solda estiver frio deve-se pegar o componente com o dedo ou com a ponta de um bisturí e posicionar no local que deve ocupar.
- Com a ponta do soldador é aquecida a solda que havia sido colocada inicialmente junto com o pino do componente que foi posicionado anteriormente. Quando esta é derretida, retira-se o soldador e então o componente se mantém fixo no seu local.
- Como o componente já não se move, podem ser soldados os outros pinos sem problema.

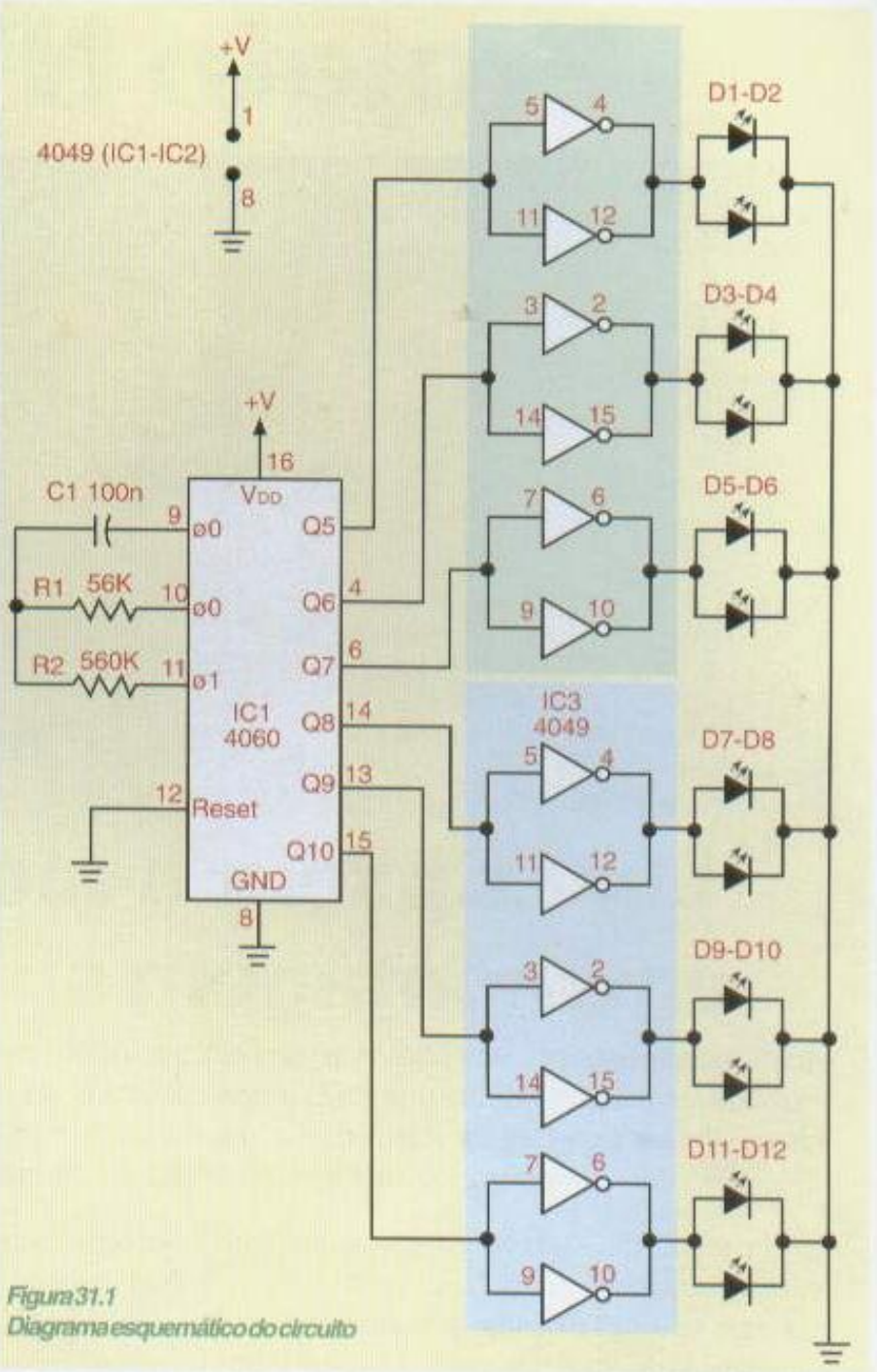


Figura 31.1
Diagrama esquemático do circuito

Os resistores que foram utilizados no experimento têm escrito seu valor de forma codificada. As duas primeiras cifras equivalem aos primeiros números significativos e a terceira cifra corresponde ao número de zeros que devem ser adicionados (sistema similar ao código de cores). O capacitor cerâmico não possui nenhuma volta especial. Os LEDs têm marcada a posição do elemento catodo em vista de um ponto de cor verde no extremo correspondente.

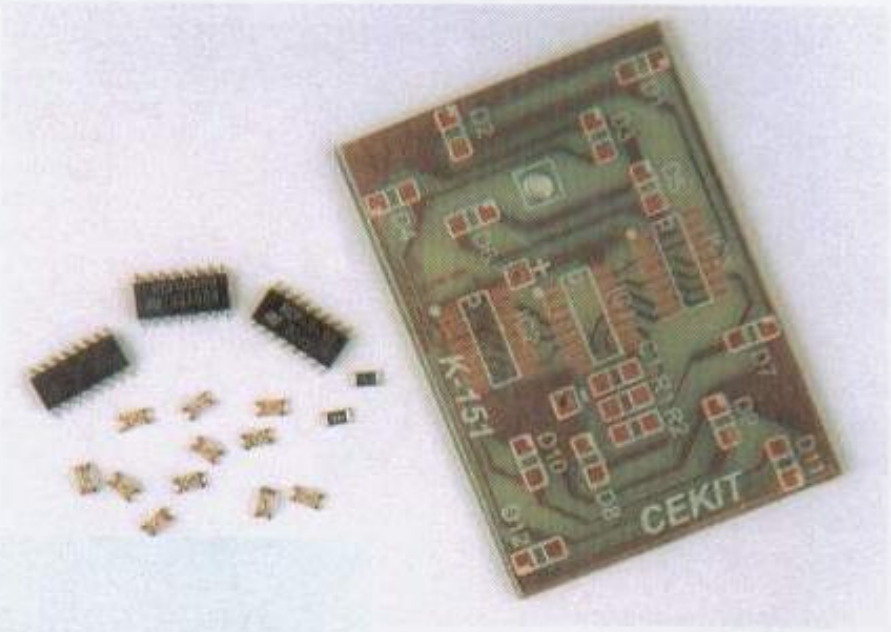
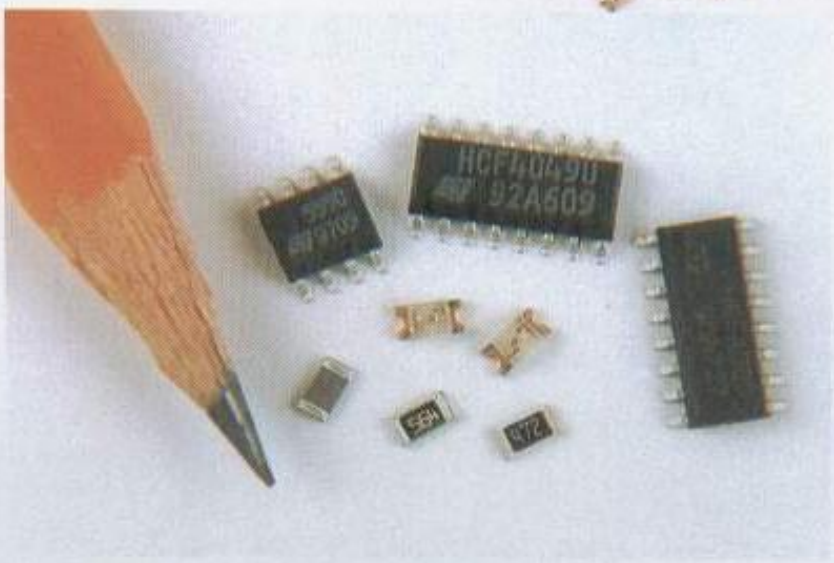


Figura 31.2 Componentes que formam o kit . Antes de iniciar a montagem do circuito devemos estar seguros de ter todos os componentes necessários. Desta forma, o trabalho é feito mais rápido já que não há interrupções; para isto devemos revisar com cuidado a lista anexa.



Deve-se ter muito cuidado no momento de manipular estes tipos de componentes, já que por seu reduzido tamanho podem escapar de suas mãos e perder-se facilmente. Na figura pode ser o tamanho real de tais elementos pode ser verificado, ao compará-los com a ponta de um lápis.

Lista de materiais

Componentes de montagem superficial

1 Resistor de 56 KΩ (R1)
1 Resistor de 560 MΩ (R2)
1 Capacitor cerâmico de 0,1μF/50V (C1)
12 LED (D1 a D12)
1 Circuito integrado 4060 (IC1)
2 Circuitos integrados 4049 (IC2, IC3)
1 Circuito impresso K-151
1 Solda
1 Bateria e conector (não inclusos)

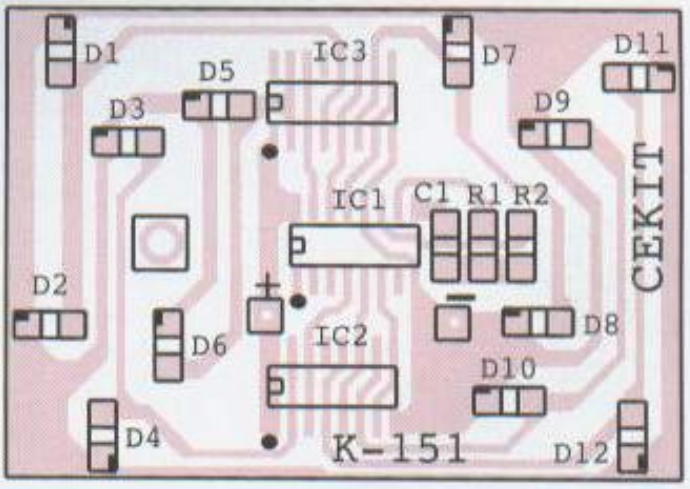


Figura 31.3 Guia de montagem e circuito impresso . O jogo de luzes em montagem superficial é montado sobre um circuito impresso de referência K-151 de CEKIT, no qual são inclusos todos os componentes e as conexões para a fonte de alimentação. Deve-se ter muito cuidado para posicionar os componentes de forma correta, já que um equívoco pode causar um mau funcionamento do circuito. Os LED´s têm o catodo marcado com um ponto de cor verde, o qual deve coincidir com a área escura que foi desenhada no screen do circito impresso.

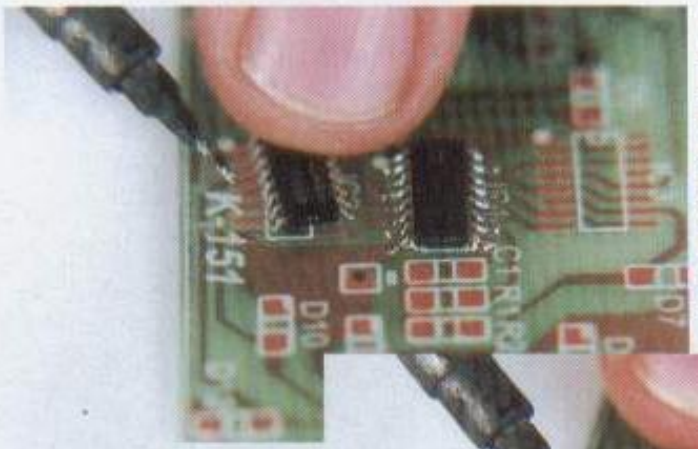
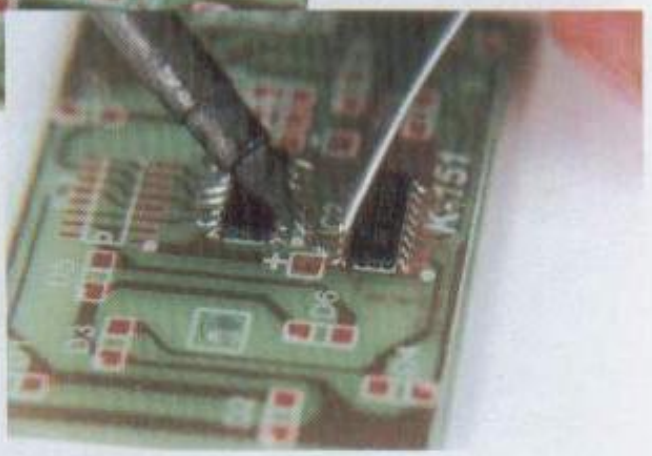


Figura 31.4 A montagem deste circuito tem etapas especiais, além das recomendações que sempre são feitas para montar qualquer projeto. Tais especificações referem-se à forma como devem ser soldados os componentes no circuito impresso já que, geralmente, são utilizadas ferramentas especiais para trabalhar com os componentes SMT. Mas, como a idéia é montar o projeto com ferramentas comuns, utilizamos um procedimento especial.



1. Coloca-se um ponto de solda em uma das marcas ou trilhas onde é conectado um dos terminais do componente.



2. Põe-se o componente no local correspondente e com o soldador é aquecido o ponto de solda que havíamos colocado anteriormente. A seguir, retira-se o soldador e deixa-se esfriar a solda. Desta forma, o componente se mantém fixo em seu local, ajustado por um ponto de solda.

3. Como o componente não é movido de seu local, iniciamos a solda dos demais terminais.

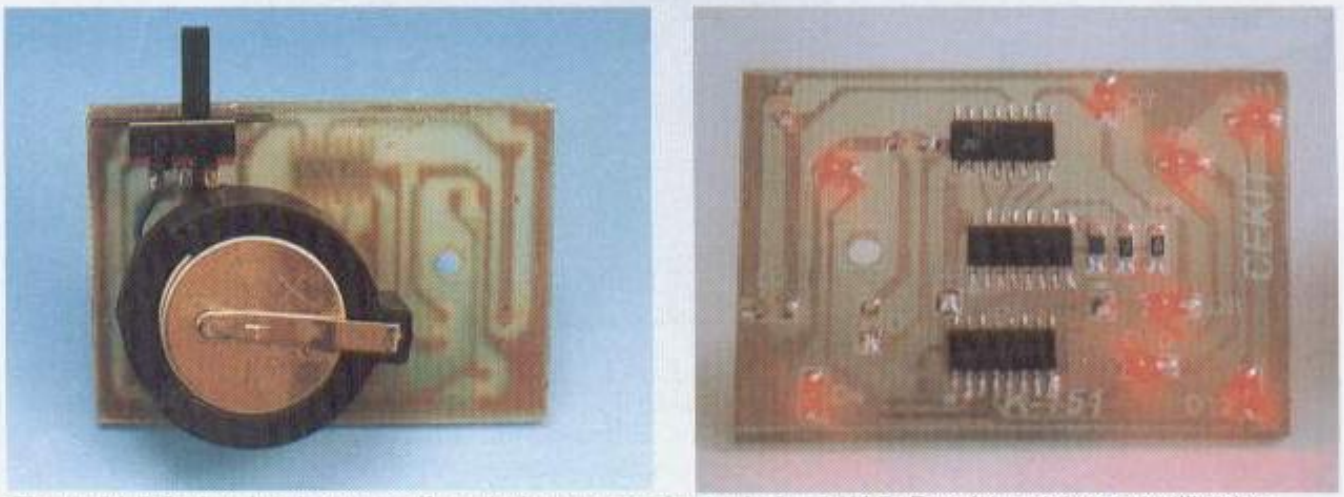
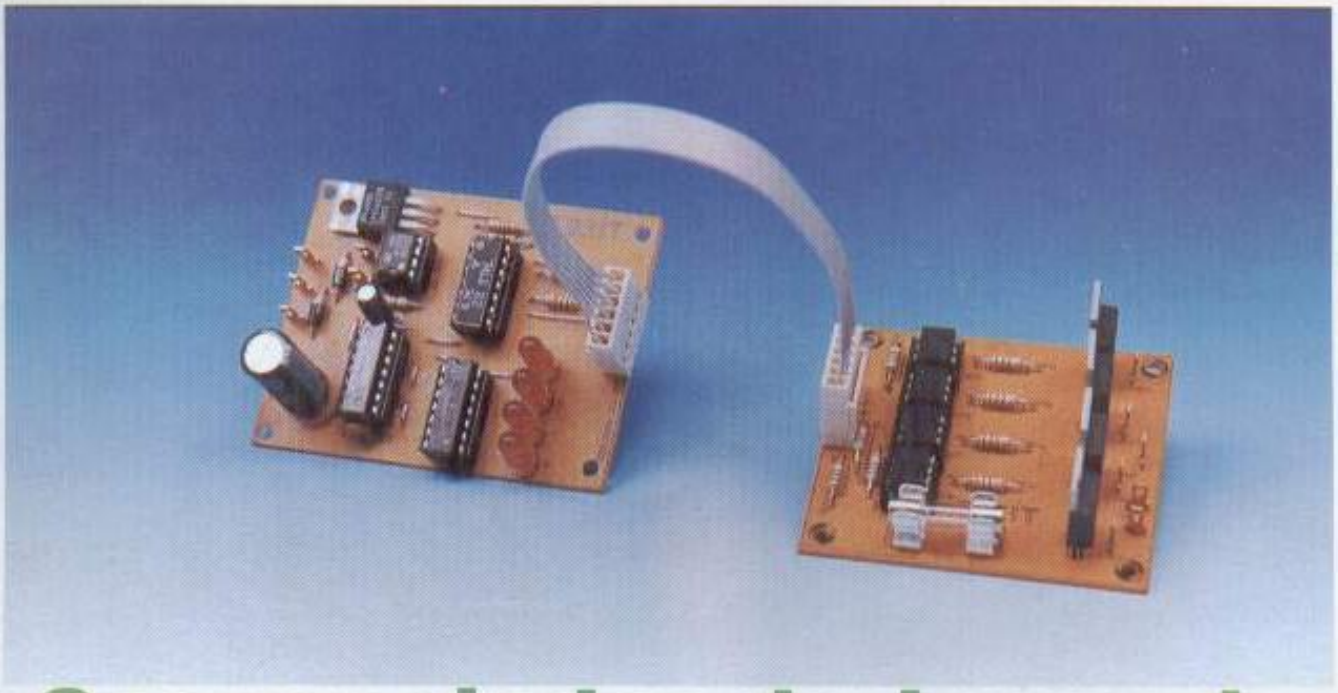


Figura 31.5 O circuito deve ser alimentado por uma fonte de 3 a 6 VCC. Para isto, podem ser utilizadas pilhas comuns com seu respectivo suporte. Outra opção é utilizar pilhas planas como as que são utilizadas nas calculadoras, na figura pode ser observada esta montagem onde foi adicionado um interruptor para controlar a ligação do circuito.

Projeto Nº 32



Sequenciador de luzes de quatro canais

Ao montar este projeto obtém-se um circuito que manipula um jogo de luzes seqüenciais, que simula um efeito de rotação ou de movimento. Pode ser utilizado em avisos luminosos, discotecas e em enfeites ou luzes de natal.

Um seqüênciador de luzes é um circuito que manipula uma determinada quantidade de lâmpadas distribuídas de diferentes formas e em diferentes circuitos para dar a sensação visual de luzes em movimento. O seqüênciador que vamos construir neste projeto está composto de várias etapas: um circuito de controle, um bloco de interface, uma etapa de potência e uma fonte de alimentação. Na figura 32.1 é mostrado o diagrama esquemático do circuito. A seguir, faremos uma descrição do mesmo.

A função básica da etapa de controle é fornecer um sinal positivo em cada uma de suas quatro saídas (S1 a S4) de forma seqüencial e com uma velocidade variável que pode ser ajustada pelo usuário. Com este sinal são ativados os circuitos de potência e estes por sua vez, fazem com que as lâmpadas ou os grupos de lâmpadas sejam conectados aos mesmos. A etapa de controle por sua vez é composta por três módulos: o circuito de clock, o contador e o decodificador.

O circuito de clock é fundamental em muitos projetos já que é o responsável por marcar a velocidade de trabalho do sistema. Tem como função enviar um trem de pulsos para outras partes do circuito fazendo com que todos os elementos trabalhem de forma sincronizada. Em nosso caso, construímos o clock com o circuito integrado LM555, o qual proporciona um sinal, em forma de onda quadrada, cuja freqüência depende dos valores de R1, P1 e C1.

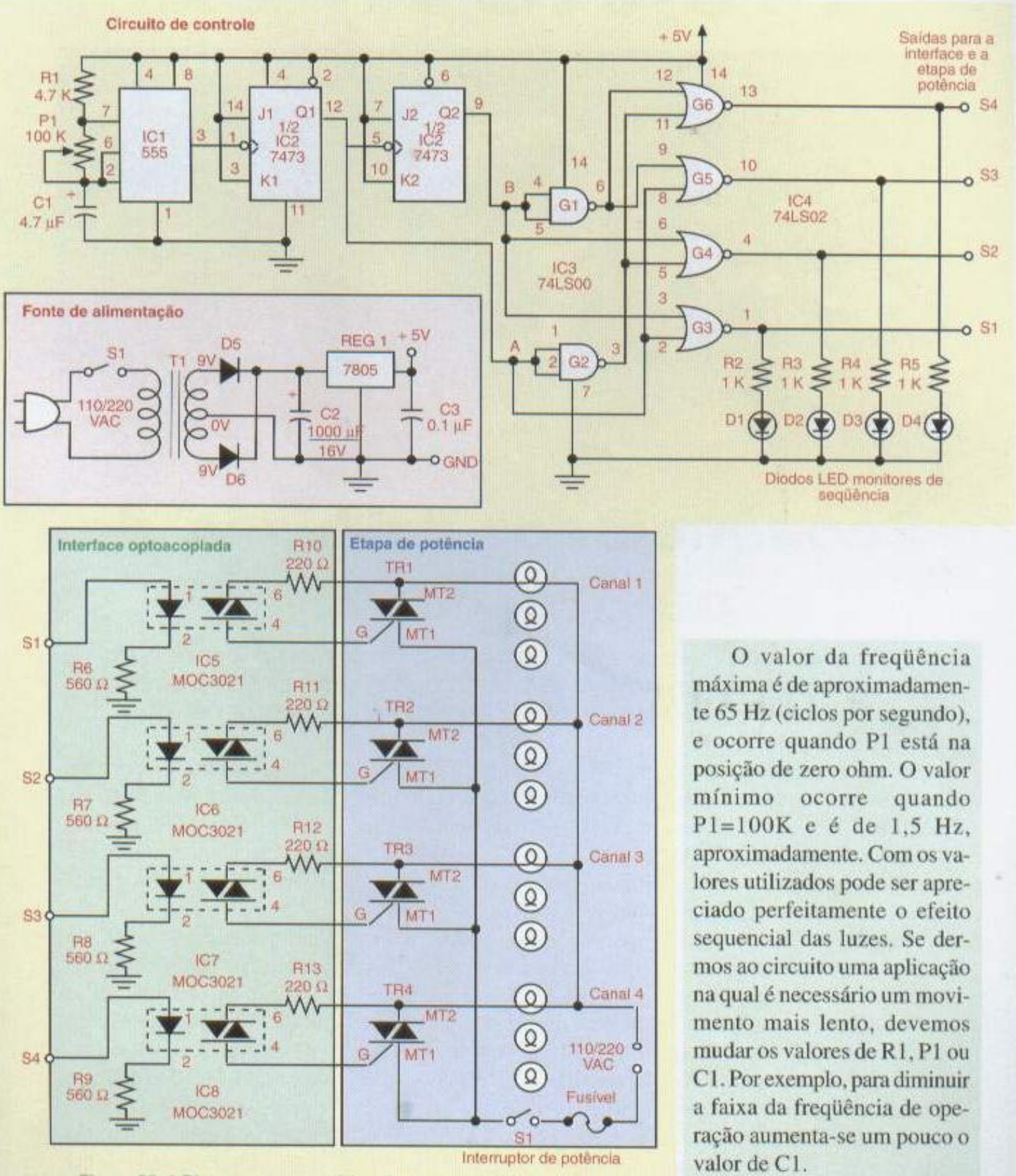


Figura 32 .1 Diagrama esquemático do sequenciador de luzes

O valor da freqüência máxima é de aproximadamente 65 Hz (ciclos por segundo), e ocorre quando P1 está na posição de zero ohm. O valor mínimo ocorre quando P1=100K e é de 1,5 Hz, aproximadamente. Com os valores utilizados pode ser apreciado perfeitamente o efeito sequencial das luzes. Se dermos ao circuito uma aplicação na qual é necessário um movimento mais lento, devemos mudar os valores de R1, P1 ou C1. Por exemplo, para diminuir a faixa da freqüência de operação aumenta-se um pouco o valor de C1.

O contador por sua vez, está formado por um conjunto de circuitos digitais denominados *flip-flops*, conectados de tal maneira que são produzidas seqüências ordenadas de uns e zeros. O 1 equivale a uma tensão ou sinal positivo e o zero equivale à ausência de sinal. Este é o princípio fundamental da eletrônica digital. Desta forma, realiza-se uma contagem no sistema binário.

Em nosso caso, somente necessitamos contar até quatro (de 0 a 3) já que o seqüenciador possui esse número de canais. Como não é encontrado um circuito integrado contador com as anteriores características, em eletrônica digital podem ser adaptados facilmente outros circuitos para obtê-lo. Na tabela a seguir é mostrada a seqüência de contagem, ou seja, a forma como devem mudar as saídas A e B do contador cada vez que o clock lhe envia um pulso.

B	A
0	0
0	1
1	0
1	1

Quando o clock envia o primeiro pulso ao contador, este apresenta em suas saídas A e B o valor lógico 00. Com o segundo pulso as saídas são 01, a seguir 10 e por último 11. Com o quinto pulso, novamente as saídas retornam para zero, voltando a repetir a seqüência indefinidamente até quando forem suspensos os pulsos ou a alimentação de tensão.

Para realizar esta função, foi implementado o contador com um circuito integrado 74LS73 que possui internamente dois *flip-flops* tipo JK, cada um dos quais possui quatro entradas; duas delas são, a J e a K, são as entradas principais de dados. A terceira é o *clock* ou clock. Quando este último recebe um pulso positivo completo, os dados em J e K produzem outros dados nas saídas Q e $\overline{Q}$. Uma quarta entrada é *clear* ou apagar, que encarrega-se de retornar as saídas do *flip-flop* a seu estado normal quando é fornecido um nível baixo ou de 0V.

Com a última combinação das entradas (J=1; K=1), cada vez que o clock realiza um pulso completo, a saída Q mudará de estado. Isto leva a que por cada dois pulsos de clock, a saída somente entrega um. O que obtém-se então é conhecido como circuito divisor de freqüência. O mais importante é que se utilizarmos a saída anterior como clock do seguinte *flip-flop*, estamos dividindo ainda mais tal freqüência, obtendo o contador desejado.

Outros dois circuitos digitais mais conhecidos são os *decodificadores*. Um decodificador recebe um código de entrada (geralmente binário) e o reconhece ativando uma de suas linhas de saída ou produzindo outro código. Embora existem circuitos integrados decodificadores, para este seqüenciador de luzes foi preferido realizá-lo por meio de portas. Desta forma, o circuito resulta mais didático.

O decodificador está formado pelas portas NAND G1 e G2 e pelas portas NOR G3, G4, G5 e G6. As duas saídas do contador levam seus sinais ao decodificador de acordo com a seqüência estabelecida:

Entradas		Saídas			
B	A	S1	S2	S3	S4
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

O circuito de controle tem uma capacidade de corrente muito limitada, da ordem de 16 mA por saída. Esta corrente é apenas suficiente para impulsionar um LED. Para manusear lâmpadas incandescentes que trabalham com maiores níveis de corrente, deverá utilizar uma interface adequada. Tal interface tem por objetivo acoplar as características elétricas dos circuitos de controle e de potência com o fim de fazê-los compatíveis. Uma das melhores formas de alcançar esta compatibilidade é utilizando *optoacopladores*.

A etapa de interface de nosso projeto utiliza quatro optoacopladores MOC3021, para isolar óticamente o circuito de controle do circuito de potência. Cada vez que é ativada uma saída do controle, é excitado um dos LED monitores e o LED do optoacoplador associado a esse canal. Este sinal é transferido óticamente à etapa de potência, ativando a porta de um *triac* ou interruptor de potência.

Desta forma, cria-se um fluxo de corrente entre os terminais principais do triac (MT1 e MT2), tornando possível o acendimento das lâmpadas que estão sendo manuseadas. A máxima potência que pode conduzir cada canal pode ser calculada conhecendo as especificações do Triac utilizado. Por exemplo, se tiver um Triac de 4 A e que trabalhe a 110 VCA, tem-se uma potência de 4 x 110 = 440 W.

Para determinar o número de lâmpadas que pode impulsionar cada canal, basta dividir a potência total pela potência de cada lâmpada. Isto quer dizer que se forem utilizadas lâmpadas de 25W, podem ser conectadas 17 por canal. A medida que aumenta a potência das lâmpadas utilizadas, reduz-se o número das mesmas que o sistema pode controlar. Por exemplo, cada canal somente pode manusear duas lâmpadas de 200 W ou quatro de 100 W.

Com a finalidade de não sobrecarregar excessivamente o triac e prolongar sua vida útil, recomenda-se deixar uma margem de segurança razoável no cálculo do número de lâmpadas. Por regra geral, o consumo de potência por canal não deve ultrapassar 80% de sua capacidade máxima.

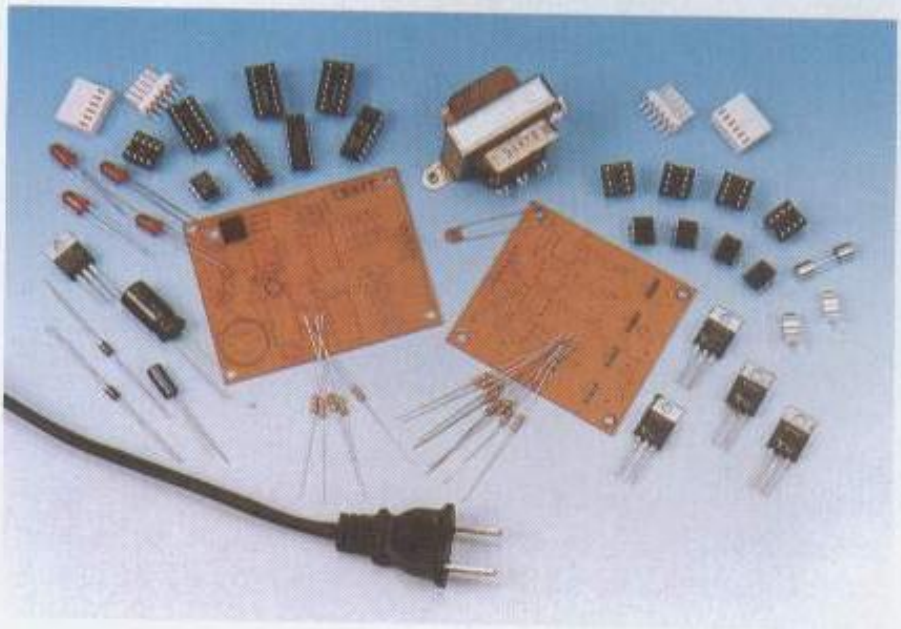


Figura 32.2 Componentes que formam o kit. Antes de iniciar a montagem do circuito devemos nos certificar de ter todos os componentes necessários. Desta forma, o trabalho é feito mais rápido já que não há interrupções; para isto devemos revisar com cuidado a lista de materiais anexa.

Lista de materiais

Etapa de potência

Resistores a 1/2W
- 4 560 Ω (R6 a R9)
- 4 220 Ω (R10 a R13)

Circuitos integrados
- 4 Optoacopladores MOC3021 (IC5 a IC8)

Triacs
- 4 Q4015L5 ou similar (TR1 a TR4)

Vários
- 4 Bases para integrado de 8 pinos
- 1 Circuito impresso Ref. SL POTÊNCIA
- 1 Conector em linha de 5 ou 6 pinos
- 1 Fusível curto de 5A
- 2 Terminais porta-fusíveis para impresso
- 7 Terminais para circuito impresso (terminal faston)
- 1 Dissipador de alumínio em forma de "L"
- 4 Parafusos milimétricos 3x7 com porca

Lista de materiais

Placa de controle e fonte de alimentação

Resistores a 1/4W
1 4,7 KΩ (R1)
4 1 KΩ (R2, R3, R4, R5)
1 Potenciômetro de 100 KΩ (P1)

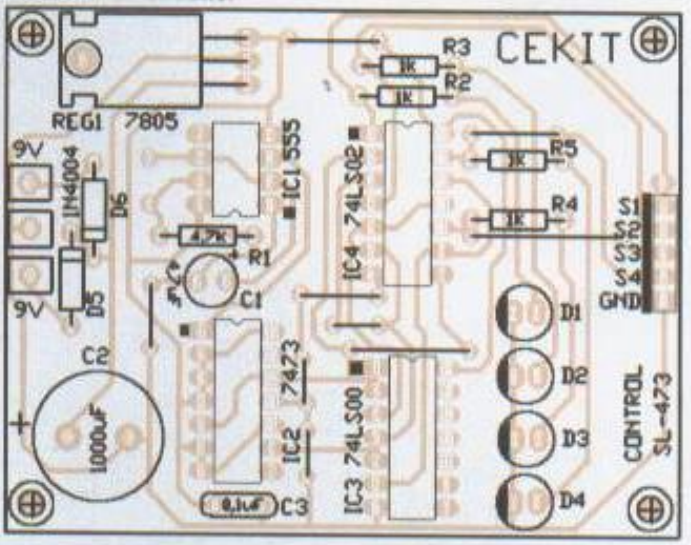
Capacitores
1 4,7µF/16V eletrolítico (C1)
1 1000µF/16V eletrolítico (C2)
1 0,1µF cerâmico (C3)

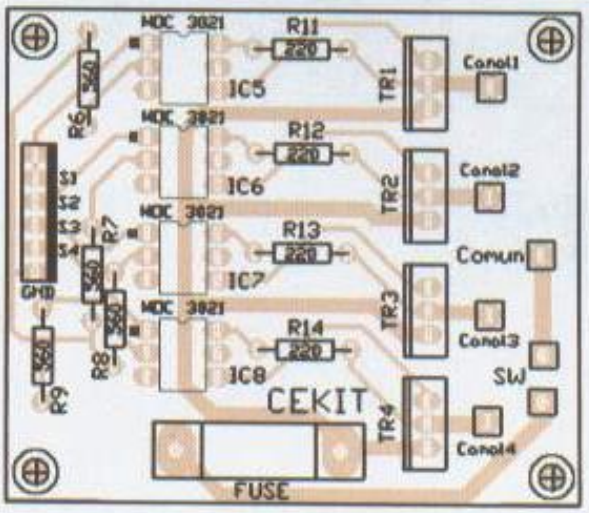
Circuitos integrados
1 LM555 (IC1)
1 74LS73 (IC2)
1 74LS00 (IC3)
1 74LS02 (IC4)
1 Regulador 7805 (REG 1)

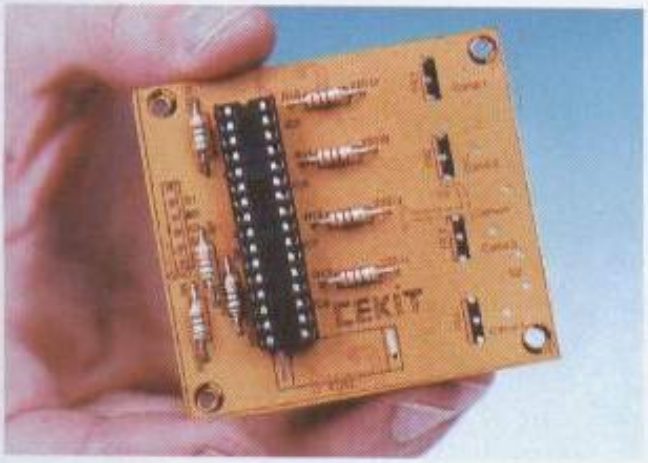
Diodos
4 LED vermelhos de 5 mm (D1 a D4)
2 1N4004 (D5, D6)

Vários
1 Interruptor SPDT (S1)
1 Transformador Primário: 110 ou 220 VCA
Secundário: 9-0-9/200mA
3 Bases para integrado de 14 pinos
1 Base para integrado de 8 pinos
1 Circuito impresso Ref. CONTROLE SL-473
1 Conector em linha de 5 ou 6 pinos
5 Terminais para circuito impresso (terminal faston)
1 Parafuso milimétrico 3x7 com porca
1 Cabo de alimentação com tomada
1 Cabo plano ou ribbon de 6 fios (30 cm)

Figura 32.3 Guias de montagem e circuitos impressos. O seqüenciador de luzes é montado em dois circuitos impressos, referência CONTROLE SL-473 para a parte de controle e SL POTÊNCIA para a etapa de saída. Neles são inclusos todos os componentes e as conexões para as entradas e saídas de sinal e a fonte de alimentação. Deve-se ter muito cuidado para posicionar os componentes de forma correta já que um equívoco pode causar um mal funcionamento do circuito.







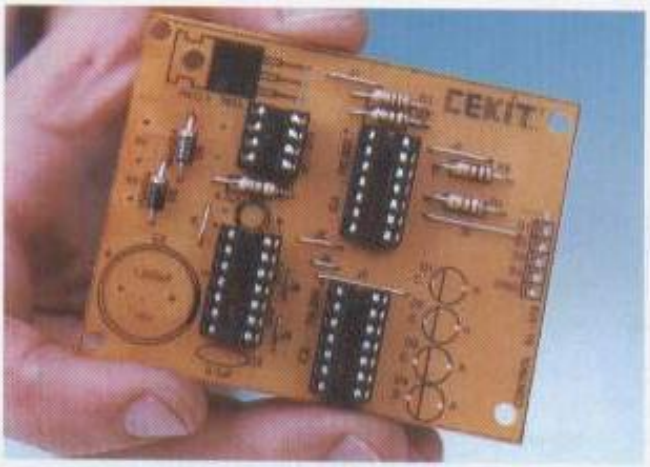
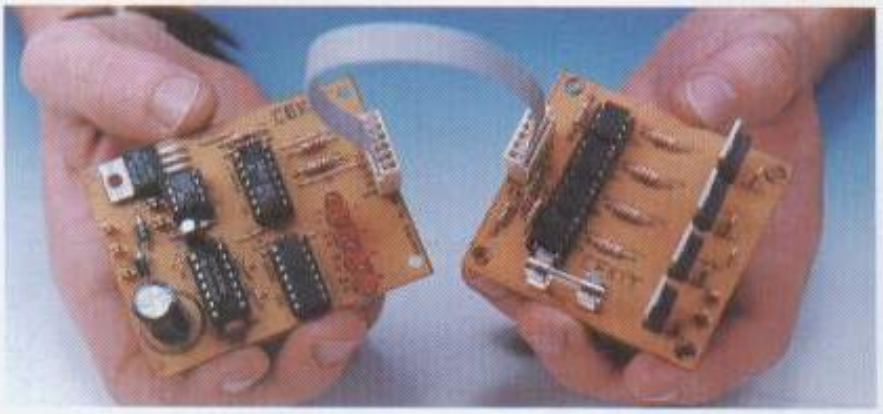


Figura 32.4 O projeto é muito fácil de montar. O primeiro passo é montar as placas ou circuitos impressos com todos os seus componentes.



Lembre-se de que os sinais de entrada e saída utilizam conectores em linha e que os cabos da fonte de alimentação, o potenciômetro de controle de velocidade e as saídas das lâmpadas são conectadas com terminais faston.

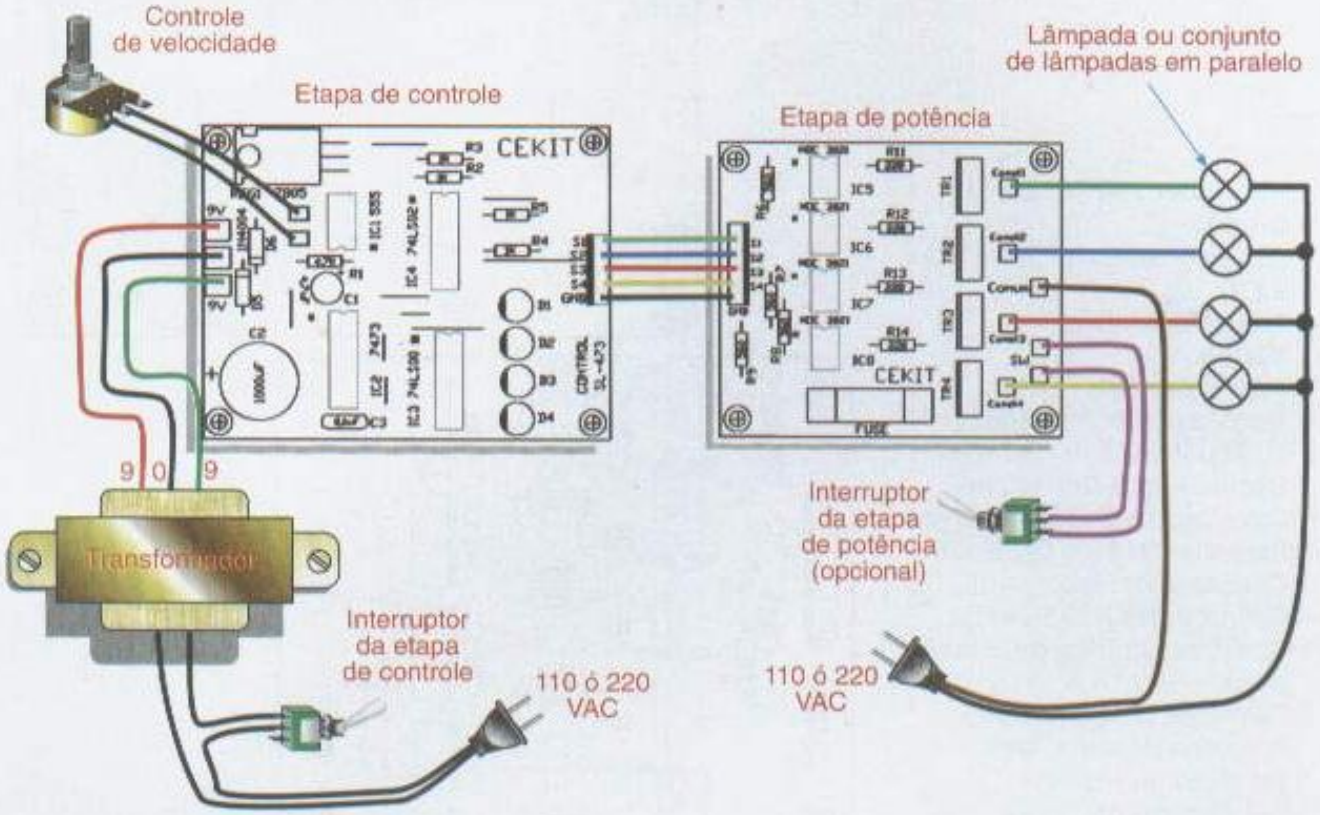


Figura 32.5 Montagem final do circuito. *Para operar normalmente o seqüenciador de luzes deve-se finalizar a montagem dos demais elementos, tais como interruptores, transformador, cabos de alimentação, etc., da forma que é mostrado no gráfico. Também, é mostrado como devem ser conectadas as lâmpadas na saída, note que no ponto marcado como SW no circuito impresso da etapa de potência foi conectado um interruptor que permite que as lâmpadas sejam desconectadas independentemente da parte de controle. Se não desejar utilizar tal sistema somente deverá pôr uma ponte de fio em tais pontos.*

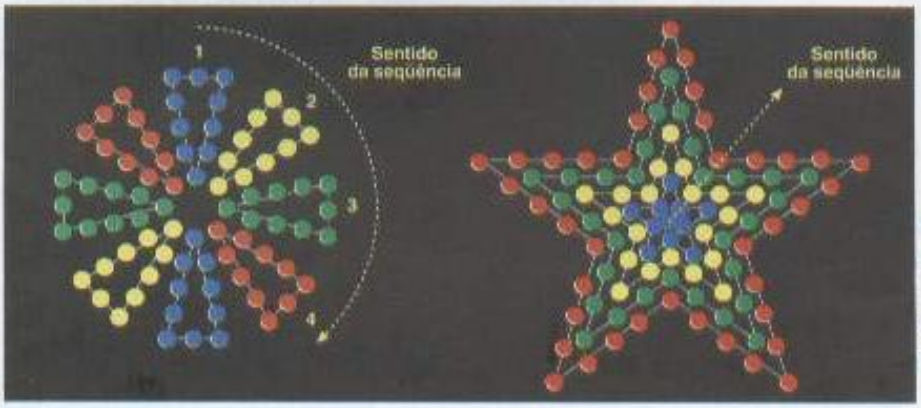
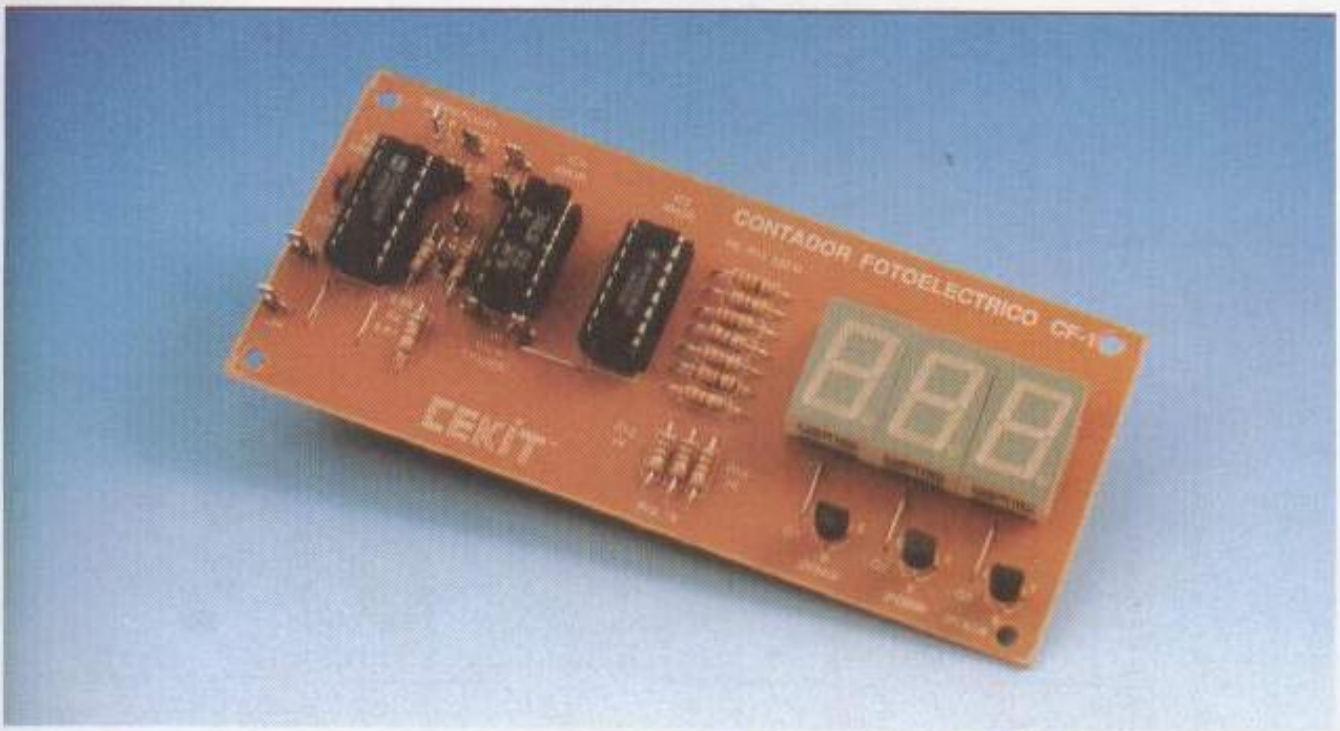


Figura 32.6 Para obter efeitos visuais muito agradáveis, *as lâmpadas de saída podem ser posicionadas de diferentes formas. Aqui apresentamos algumas idéias interessantes.*

Projeto Nº 33



Contador fotoelétrico

Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite contar os objetos que passam entre dois pontos determinados, nos quais são posicionados uma fonte de luz e um detector ótico. A contagem é apresentada em três displays de sete segmentos, que permite atingir um valor máximo de 999.

Os contadores são circuitos amplamente utilizados na indústria já que permitem estabelecer dados tão importantes quanto o número de objetos empacotados em uma embalagem, o número de objetos produzidos em um tempo determinado, etc. Além disso, seu estudo é muito importante já que eles cumprem um papel definitivo dentro da eletrônica digital.

O que vamos construir neste projeto, utiliza como sensor uma fotocélula ou LDR (resistor dependente da luz). A luz pode vir de uma fonte natural (sol) ou artificial (lâmpadas incandescentes, fluorescentes, de néon, etc.). Não existindo contato físico entre o sensor e o mundo externo, o sistema garante a ausência de desgaste mecânico e permite contar objetos de qualquer tipo, sem importar sua forma ou seu peso. Quando a contagem atinge o limite máximo (999), o circuito é reiniciado novamente em 0 e envia um sinal de sobrefluxo que pode ser utilizado externamente para ampliar a extensão da contagem para 4 ou mais dígitos. O circuito também proporciona a facilidade de apagar a contagem (*reset*) ou detê-la (*stop*) em qualquer momento.

Os contadores fotoelétricos são utilizados em uma grande variedade de aplicações, domésticas e industriais, e substituem os contadores eletromecânicos convencionais em numerosas situações.

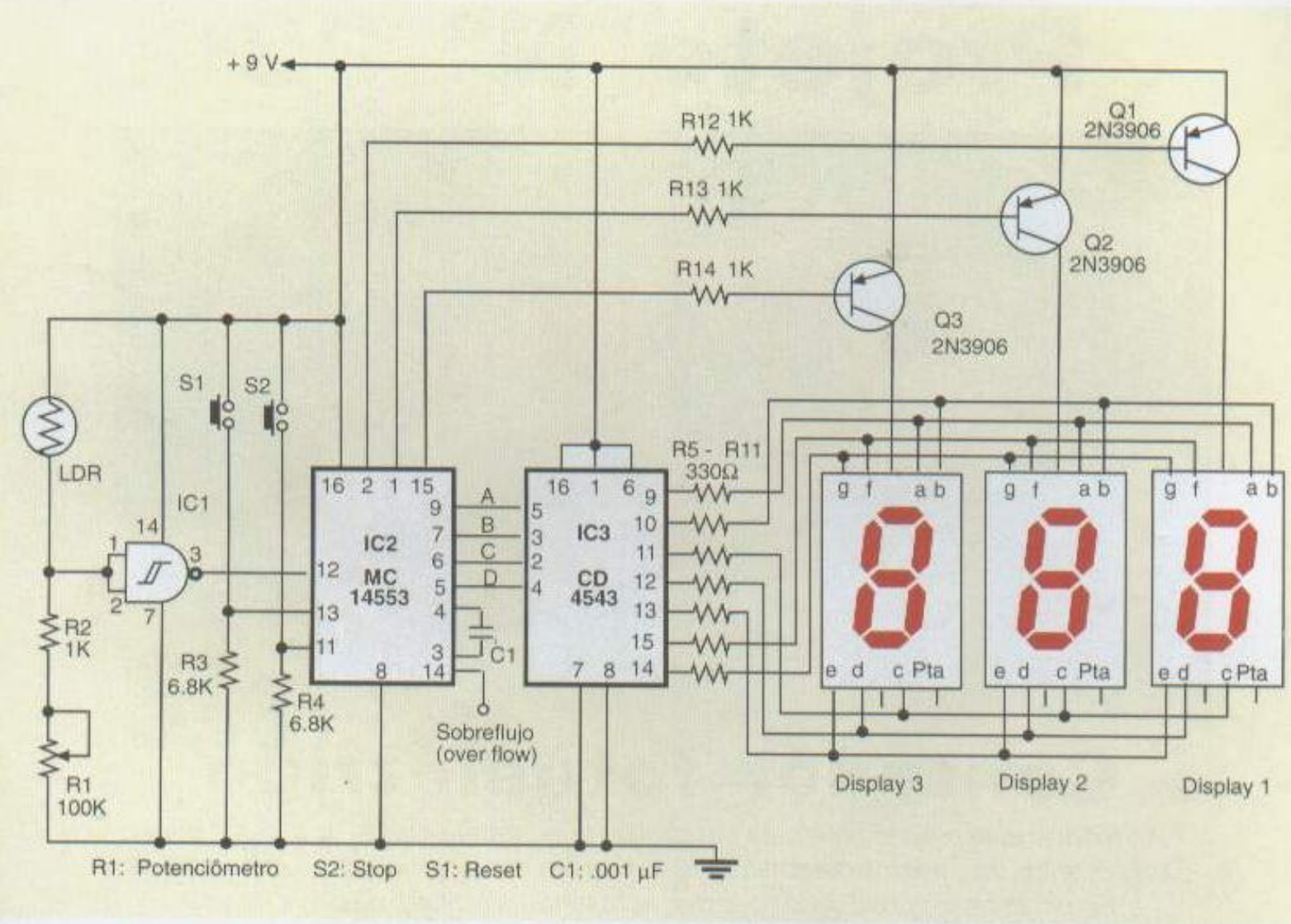


Figura 33.1 Diagrama esquemático do contador fotoelétrico. *O contador possui três circuitos integrados digitais, construídos com tecnologia CMOS, que têm como função detectar e condicionar o sinal fornecido pela fotocélula, contar as vezes em que tal sinal muda de estado e por último, passar tal contagem aos displays para que possam ser vistos pelo usuário.*

Podem ser utilizados para contar pessoas e objetos tais como folhas, garrafas, latas, caixas, bolsas, etc. Na figura 33.1 é apresentado o diagrama esquemático do circuito. A seguir, faremos uma breve descrição do mesmo.

O sistema consta, basicamente, de um sensor de luz (LDR), um gerador de pulsos, um contador de 3 dígitos com saída multiplexada, um decodificador de BCD a sete segmentos e os displays que mostram os dados. Em condições normais, a fonte de luz ilumina a fotocélula e sua resistência é muito baixa. Como resultado, a entrada do inversor *Schmitt-trigger* (IC1) recebe um sinal de nível alto e sua saída apresenta um nível baixo. Quando um objeto se interpõe entre o raio de luz e a fotocélula, a resistência desta última aumenta, aplicando um nível baixo na entrada do inversor *Schmitt-trigger*. Como resposta, a saída do circuito efetua uma transição de baixo para alto, quer dizer, produz uma rampa. Quando o objeto deixa de interromper o raio de luz, a resistência da fotocélula diminui e a saída do inversor passa a ser baixa novamente. O resultado final deste processo é a emissão de um pulso positivo de tensão. Este pulso é aplicado ao contador.

Lista de materiais

- 4 Resistores de 1 KΩ a 1/4W (R2, R12, R13, R14)
- 2 Resistores de 6,8 KΩ a 1/4W (R3, R4)
- 7 Resistores de 330 Ω a 1/4W (R5 a R11)
- 1 Potenciômetro de 100 KΩ (R1)
- 1 Fotocélula (LDR)
- 1 Capacitor de 1nF (C1)
- 3 Transistores PNP 2N3906 (Q1 a Q3)
- 1 Circuito integrado CD4O93B (IC1)
- 1 Circuito integrado MC14553 (IC2)
- 1 Circuito integrado CD4543B (IC3)
- 3 Displays simples de ânodo comum
- 2 Pulsadores normalmente abertos (S1, S2)
- 1 Base para circuito integrado de 14 pinos
- 2 Bases para circuito integrado de 16 pinos
- 1 Circuito impresso Ref. CF-1
- 11Terminais para circuito im presso (terminais faston)
- 1 Cabo dúplex AWG 22 (50 cm)
- 1 Fio telefônico para pontes (30 cm)
- 1 Solda (1 m)

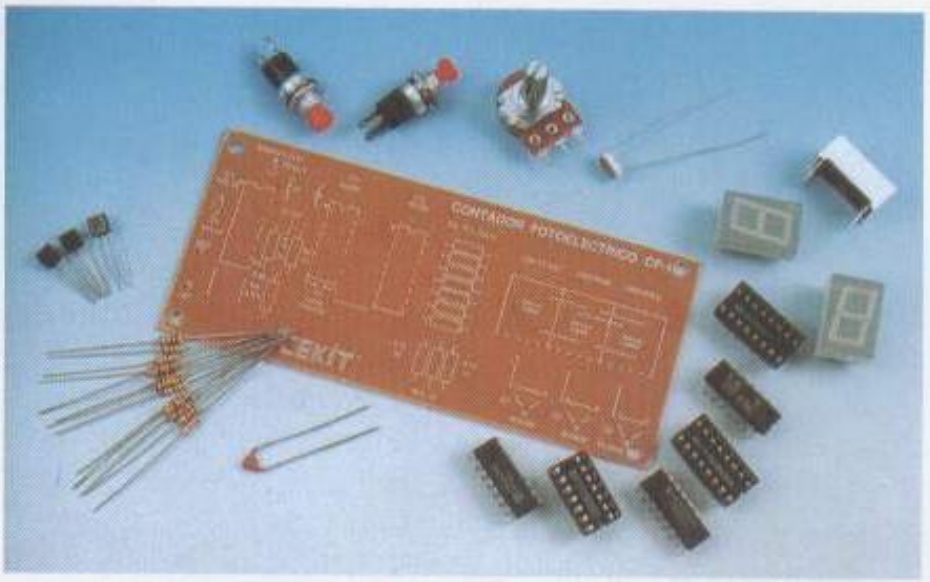


Figura 33.2 Componentes do kit. Antes de iniciar a montagem do circuito, devemos estar seguros de ter todos os componentes necessários. Desta forma, o trabalho é feito mais rápido já que não há interrupções; para isto devemos revisar com cuidado a lista de materiais anexa.

As fotocélulas não respondem de imediato as mudanças na intensidade da luz incidente e, portanto, geram sinais lentos. Esta é a razão pela qual é empregada uma porta *Schmitt-trigger* como dispositivo gerador de pulsos. O potenciômetro R1 permite o ajuste da sensibilidade da fotocélula de acordo com a intensidade da luz incidente. O resistor R2 serve de proteção, evitando que circule uma corrente excessiva quando o potenciômetro está em posição de mínima resistência e a LDR está iluminado.

O contador de pulsos é o coração deste projeto. Está desenvolvido em torno de um circuito integrado MC14553 (IC2). Este *chip* está composto por três contadores BCD conectados em cascata (BCD significa *Binary Coded Decimal* ou Decimal Codificado em Binário). O primeiro contador registra as unidades, o segundo as dezenas e o terceiro as centenas do número de pulsos. Por exemplo, se ingressaram 319 pulsos, nas saídas do primeiro contador teremos o código BCD 1001 (9), nas saídas do segundo o código 0001 (1) e nas saídas do terceiro o código 0011 (3).

Estes três códigos fazem rotação de forma seqüencial nas saídas do contador MC14553, aparecendo cada um durante uma pequena fração de tempo (1,6 ms). Esta forma de apresentar informação digital é conhecida como *multiplexagem* por divisão de tempo. As saídas do contador alimentam um decodificador 4543B (IC3), que converte cada código BCD em um código de sete segmentos que manipula os displays encarregados de visualizar as unidades, dezenas e centenas da contagem.

Os pulsos provenientes do conformador são aplicados ao pino 12 do MC14553. Para que ocorra a contagem, as linhas MR (*reset* principal, pino 13) e DIS (inibidor, pino 11) devem estar ambas em nível baixo.

Para iniciar a contagem a partir de 000 ou cancelá-la em qualquer momento, deve-se pulsar o botão de limpar S1 (RESET). Deste modo, a linha MR do MC14553 recebe um alto e todas as saídas BCD de seus contadores internos passam a ser iguais a 0000. Para deter a contagem e congelá-la no último valor registrado, sem apagá-la, deve-se pulsar o botão de parada S2 (STOP). Quando isto é feito, a linha DIS do MC14553 recebe um alto e a operação dos contadores BCD internos é inibida.

O capacitor C1 determina a freqüência de exploração, quer dizer, a rapidez com a qual o MC14553 mostra seqüencialmente em suas saídas os códigos das unidades, dezenas e centenas da contagem atual. A linha de sobrefluxo (OF, pino 14) é normalmente baixa e passa a ser elevada quando a contagem registrada pelo MC14553 atinge seu valor máximo (999). Esta característica permite expandir a extensão da contagem para 4 ou mais dígitos. As saídas BCD do MC14553 estão conectadas às entradas do decodificador CD4543. As saídas deste último, por outro lado, manipulam os três *displays* de apresentação dos dados.

Observe que todos os segmentos (a, b, c, etc.) dos displays estão unidos entre si e seus anodos estão conectados ao positivo da fonte através dos transistores Q1, Q2 e Q3. O estado destes transistores controlam as linhas de seleção DS1, DS2 e DS3 do contador. Quando o código BCD disponível nas saídas do contador é o correspondente às unidades, a linha DS1 (pino 2) é baixo, o transistor Q1 é energizado e o display da esquerda visualiza o dígito menos significativo da contagem.

Quando o código disponível é o código das dezenas, torna-se baixa a linha DS2 (pino 1), o transistor Q2 conduz e o dígito correspondente é visualizado no *display* do centro. Do mesmo modo, quando o código fornecido pelo contador é o código das centenas, a linha DS3 (pino 15) torna-se baixa, o transistor Q3 conduz e o respectivo dígito é visualizado no display da direita. Após o fim deste ciclo, que dura aproximadamente 5 milissegundos, a seqüência se repete. Os três *displays* são energizados um após o outro, a uma velocidade tal que dá a impressão de que todos estão permanentemente iluminados, embora na verdade a informação que eles representam está multiplexada no tempo.

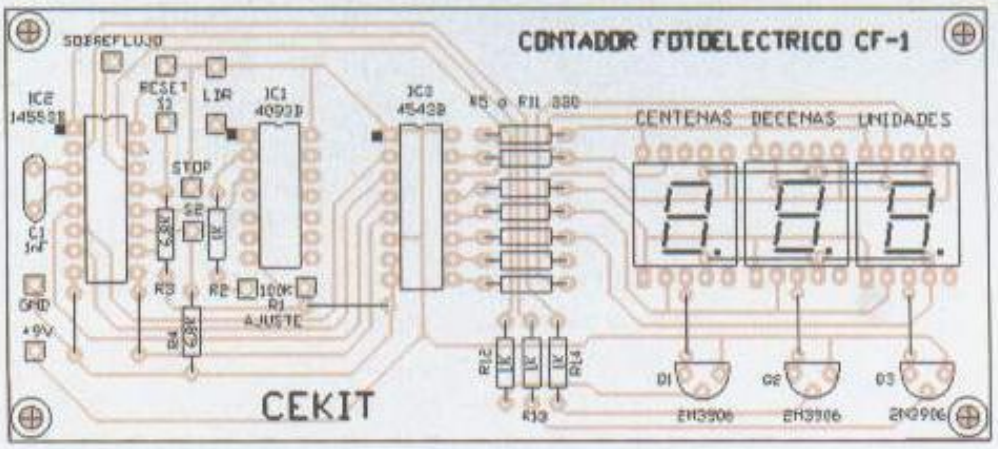


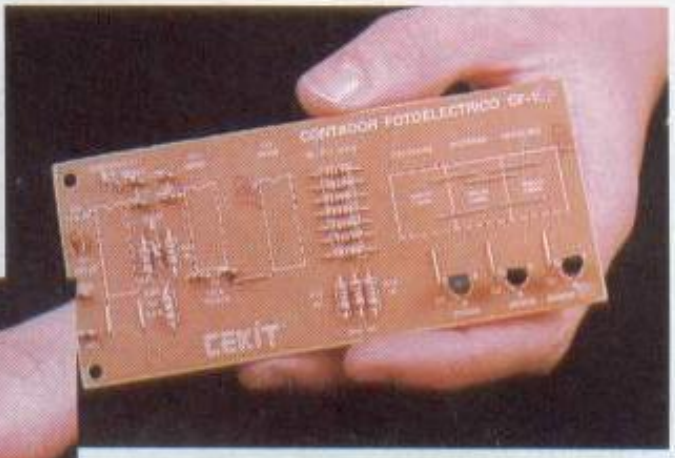
Figura 33.3 Guia de montagem e circuito impresso. O contador fotoelétrico é montado sobre um circuito impresso de referência CF-01 de CEKIT, no qual são inclusos todos os componentes e as conexões para os pulsadores, a fonte de alimentação e o potenciômetro de ajuste de sensibilidade. Deve-se ter muito cuidado para posicionar os componentes de forma correta já que um equívoco pode causar um mal funcionamento do circuito.

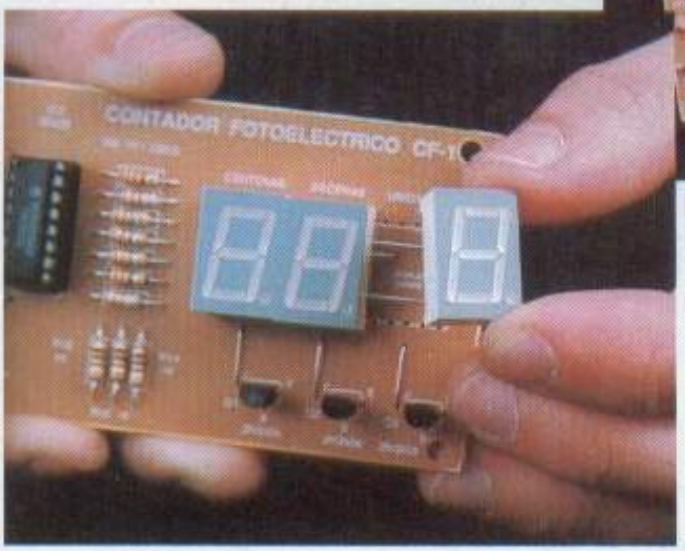


O display de sete segmentos

Este componente é formado por um conjunto de LEDs distribuídos de tal forma que, quando se acendem alguns deles, podem formar-se os números do 0 ao 9. Esse dispositivo é muito utilizado em eletrônica, já que permite mostrar números ou dados provenientes de algum processo. São obtidos em duas versões, de anodo comum e de catodo comum. O primeiro tem unidos os anodos de todos os LEDs, o que implica que para acender um deles deve-se colocar um sinal de nível baixo no catodo correspondente e um nível alto no pino comum. Para o segundo, a conexão é inversa.

Figura 33.4 O projeto é muito fácil de montar. Comece pela solda de todas as pontes, principalmente as que ficam abaixo dos displays. Continue com todas as resistências, o capacitor C1 e os transistores. Por último, solde as bases para os circuitos integrados. Oriente-os pelo sulco que estas trazem na quina correspondente ao pino 1.





Continue a instalação dos displays, cuidando para que o ponto decimal fique localizado na parte inferior direita. Depois, instale os circuitos integrados em suas bases, observando muito bem para que o pino Nº 1 fique corretamente orientado. Quando o circuito estiver pronto, certifique-se de que todos os componentes estejam bem colocados, comparando sua posição com a que corresponde a eles e de acordo com a figura.

Para que o contador opere corretamente, a fotocélula deve receber o raio de luz da melhor maneira possível, evitando que a luz natural ou a luz refletida de lâmpadas e outras fontes artificiais altere o processo de cálculo. Uma forma simples de obter este último é montando a fotocélula em um pequeno tubo de material plástico de cor negra. Lembre-se que a fotocélula pode adaptar-se a diferentes níveis de luz por meio do controle de sensibilidade (R1).

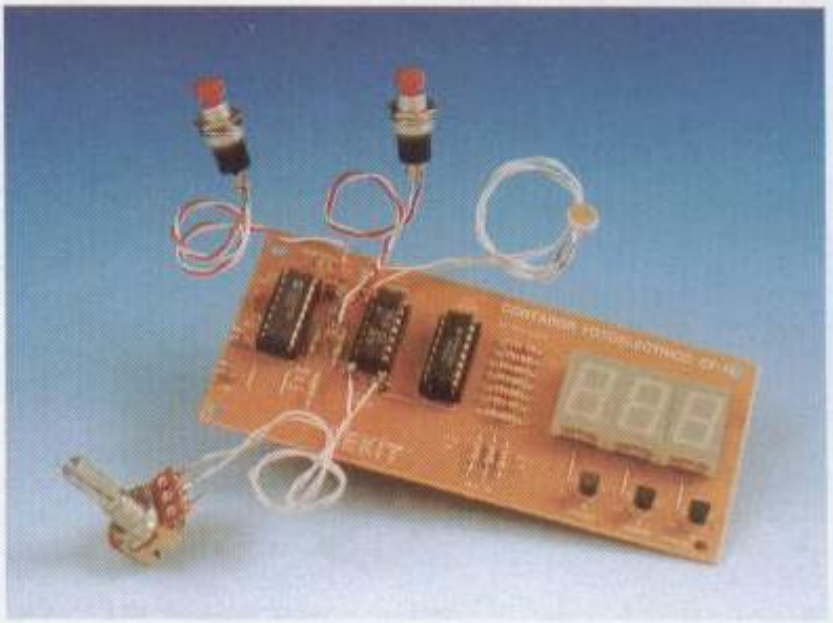
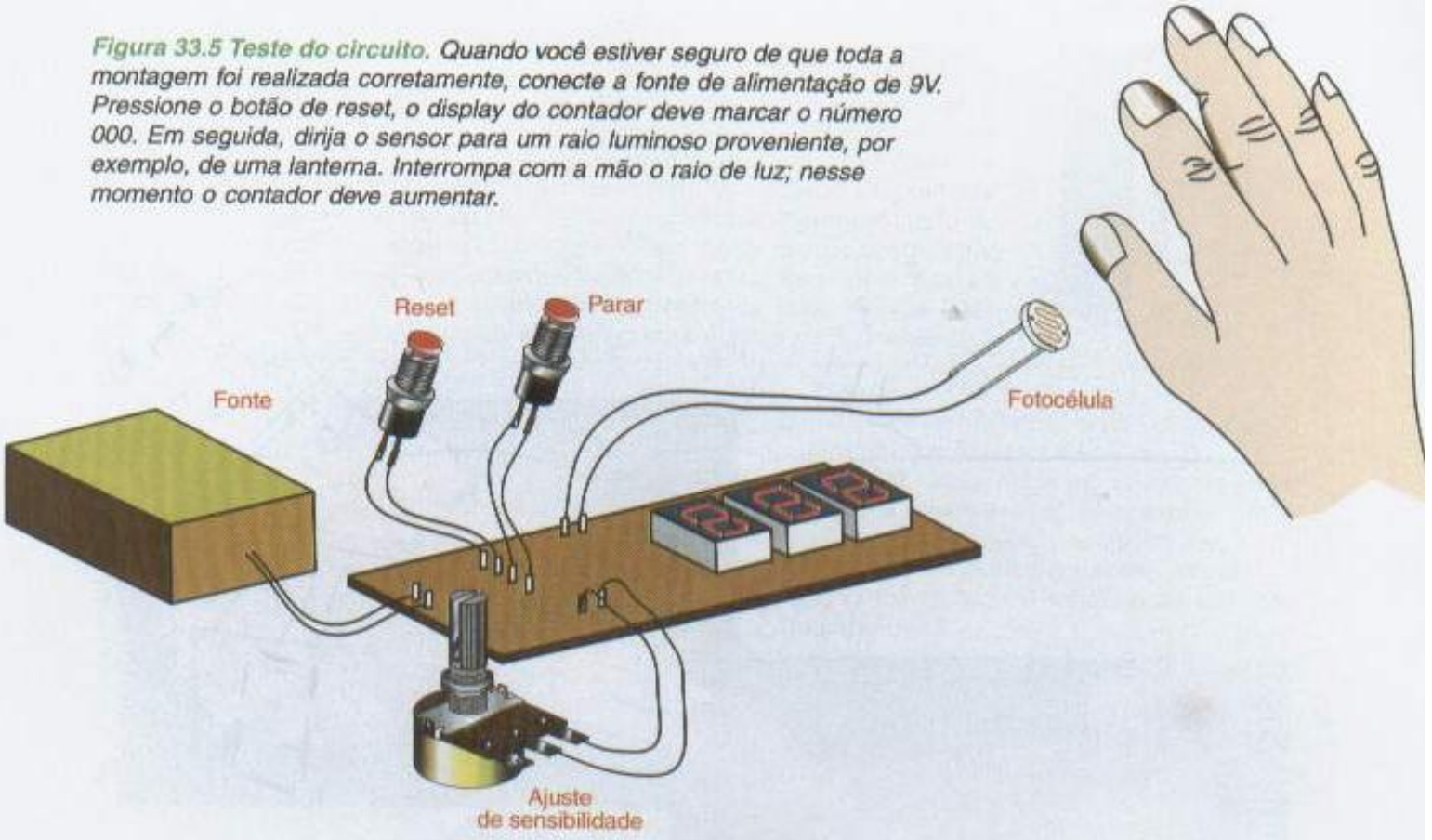


Figura 33.5 Teste do circuito. Quando você estiver seguro de que toda a montagem foi realizada corretamente, conecte a fonte de alimentação de 9V. Pressione o botão de reset, o display do contador deve marcar o número 000. Em seguida, dirija o sensor para um raio luminoso proveniente, por exemplo, de uma lanterna. Interrompa com a mão o raio de luz; nesse momento o contador deve aumentar.



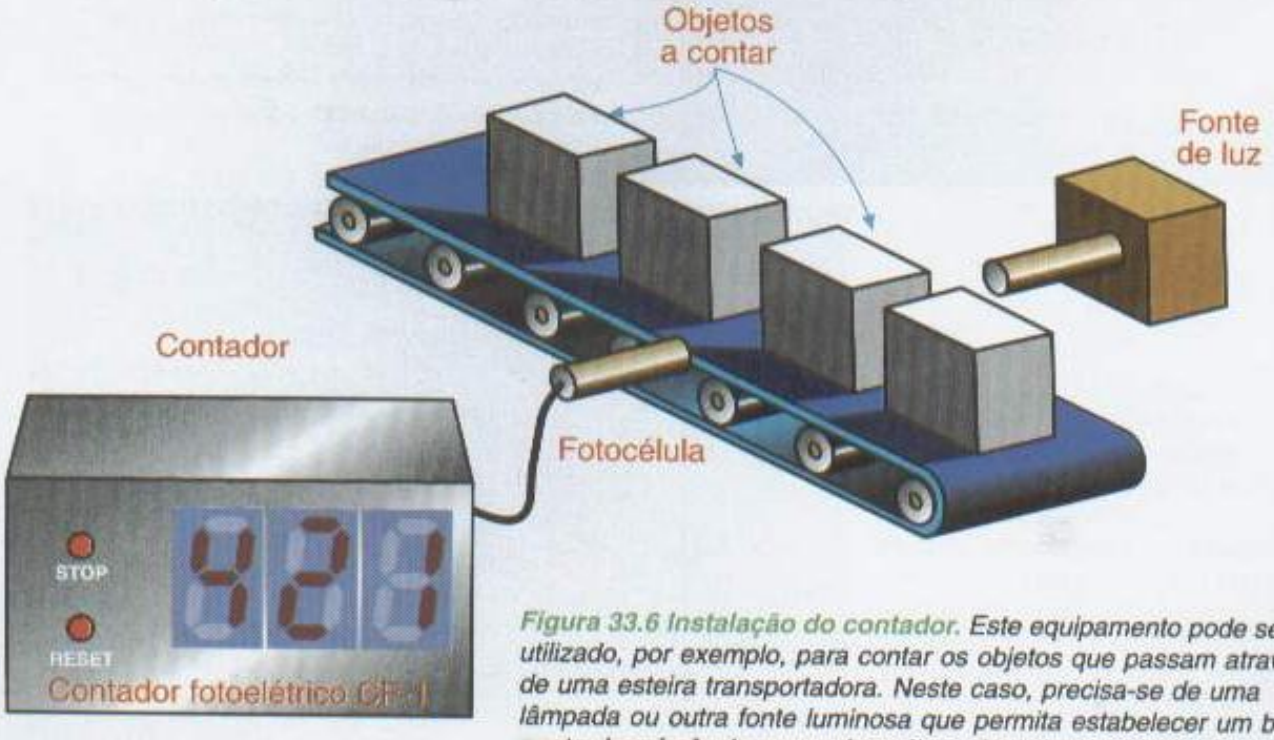
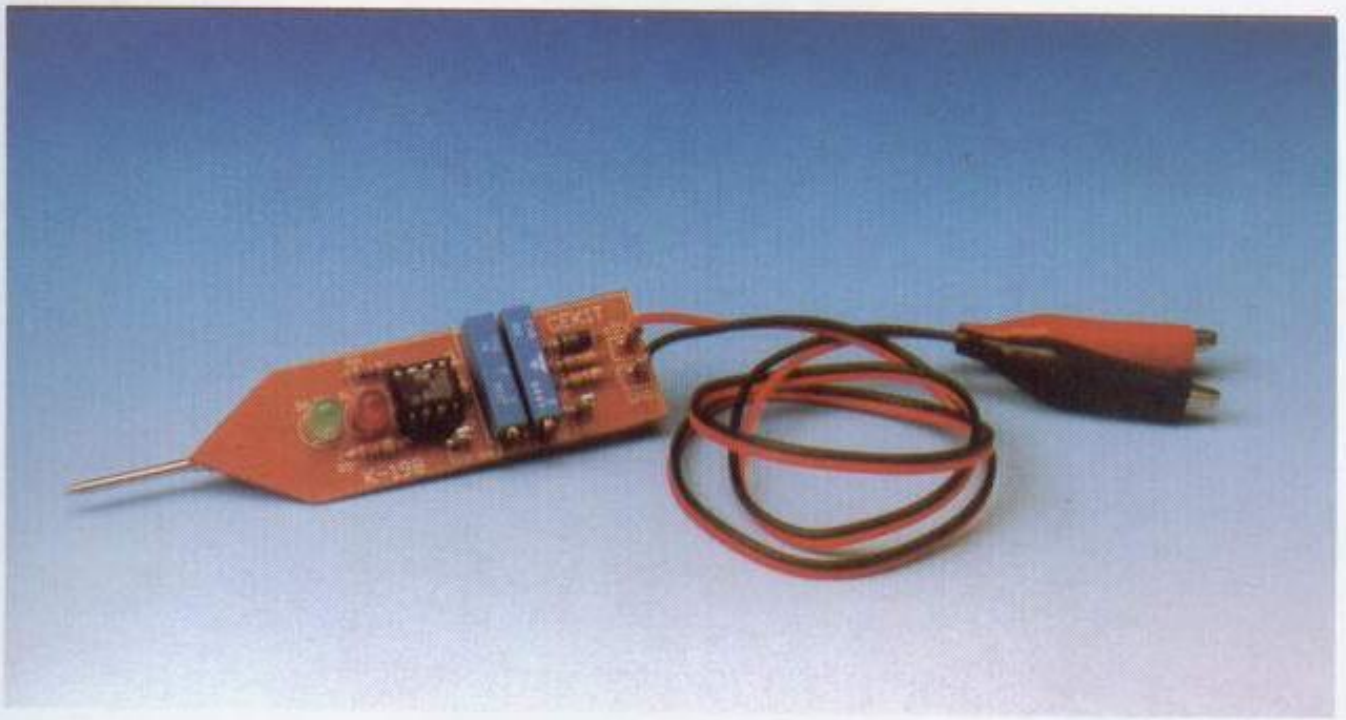


Figura 33.6 Instalação do contador. Este equipamento pode ser utilizado, por exemplo, para contar os objetos que passam através de uma esteira transportadora. Neste caso, precisa-se de uma lâmpada ou outra fonte luminosa que permita estabelecer um bom ponto de referência para a fotocélula. Obviamente, antes de começar o trabalho, deve-se realizar o processo de ajuste de sensibilidade.

Projeto Nº 34



Ponta lógica TTL

Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite comprovar os estados lógicos nas entradas e saídas de circuitos digitais. Pode ser utilizado para análise, diagnóstico de falhas e, em geral, para estudar o funcionamento de circuitos deste tipo que trabalham com uma fonte de alimentação de +5V.

A eletrônica digital revolucionou a tecnologia moderna, e graças a ela, desenvolveram-se aparelhos tão recentes como as calculadoras de bolso, os computadores, os videogames e, em geral, um sem-número de aplicações que tornam mais cômoda a vida do homem e permitem a ele interagir melhor com seu meio.

Por essa razão, o estudo da eletrônica digital é uma atividade primordial para todos nós que estamos envolvidos nesta ciência e para aqueles que apenas começam.

Apesar de a cada dia aparecerem novas tecnologias de fabricação de semicondutores e outras famílias lógicas, como a CMOS, por exemplo, que tem grande aceitação, a TTL continua com seu domínio no que se refere à eletrônica digital, dada sua facilidade de uso, baixo custo e disponibilidade. Por tal motivo, consideramos que a construção de um instrumento de teste como uma ponta lógica TTL é de grande importância para os praticantes e experimentadores dessa ciência.

O projeto que vamos construir é uma ponta lógica, que serve como instrumento para analisar o comportamento de circuitos

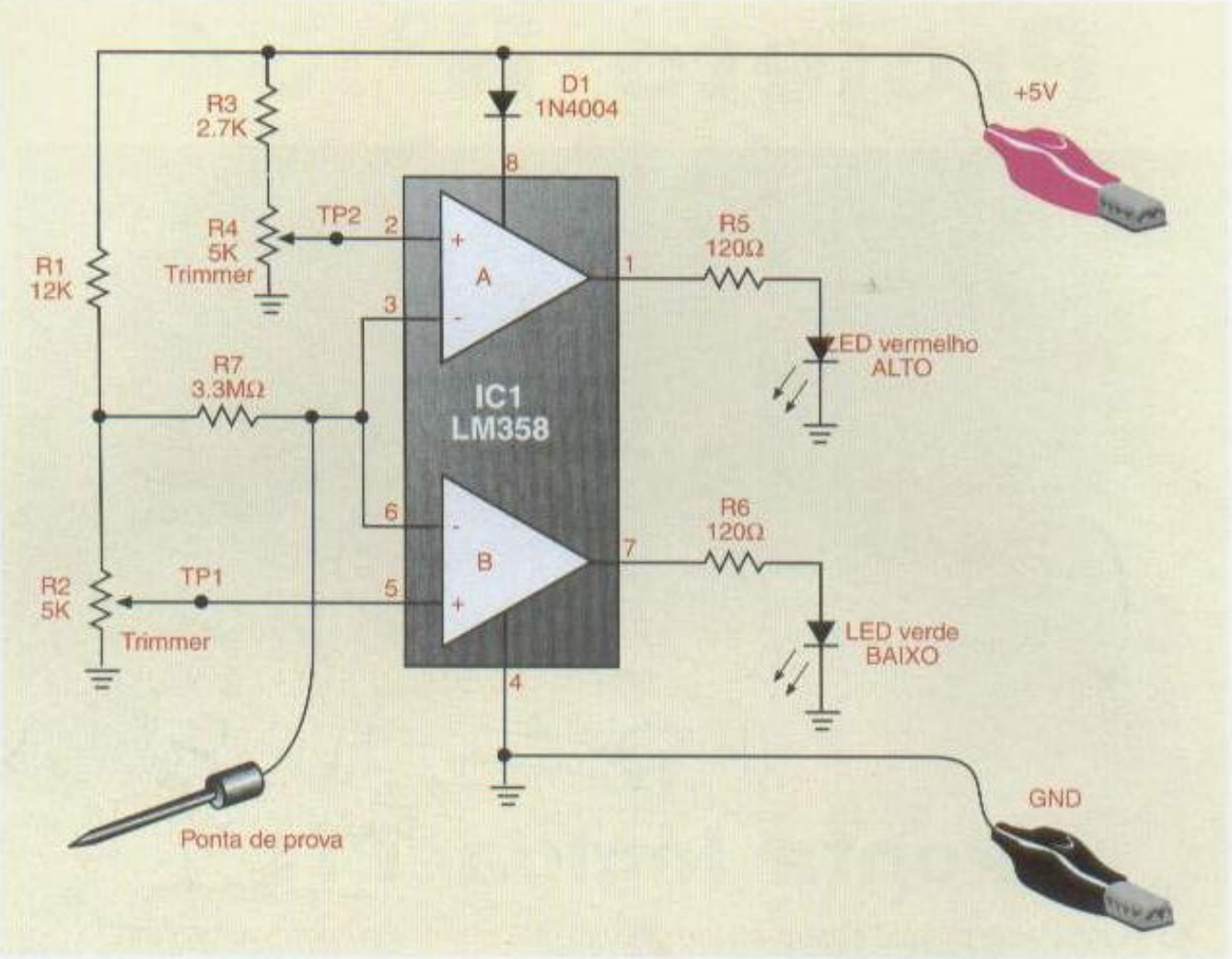


Figura 34.1 Diagrama esquemático da ponta lógica. O circuito é basicamente um comparador formado por dois amplificadores operacionais, os quais determinam, segundo as tensões ajustadas em TP1 e TP2, se o sinal medido possui um nível lógico alto ou baixo.

digitais TTL mediante a indicação visual em LEDs, de qual é o estado lógico de um ponto determinado do circuito. Para isso, conta com uma ponta de teste que deve tocar o local sob medida, o que imediatamente fará que algum dos indicadores visuais se ilumine. Na figura 34.1 mostramos o diagrama esquemático do circuito. Na continuação, faremos uma breve descrição de seu funcionamento.

O circuito é montado em torno de um amplificador operacional LM358, o qual contém internamente dois módulos amplificadores e pode trabalhar com uma fonte de alimentação simples. Nos pontos marcados +5V e GND devem-se conectar os jacarés vermelho e preto que se unem à fonte de alimentação positiva e negativa do circuito sob teste, respectivamente. O diodo D1 tem como função proteger o amplificador operacional de possíveis danos, em caso de inversão dos cabos de alimentação.

Antes de iniciar o trabalho com a ponta lógica deve-se realizar o processo de calibração das tensões que determinam quais são os níveis máximos e mínimos que um sinal deve possuir para considerá-lo como de nível lógico alto ou nível lógico baixo. Para isso, foram colocados no circuito dois resistores variáveis que permitem ajustar facilmente os valores desejados.

Calibração. Com a ponta lógica conectada à fonte de alimentação, gire o trimmer R2 de tal forma que no ponto marcado TP1 se meça uma tensão de 0,8V com relação ao terra. Com o trimmer R4 deve-se ajustar também a tensão medida em TP2 para que seja de 2,0V.

Quando se ajustam as tensões nos pontos de teste TP1 e TP2, na verdade ajustam-se os níveis de comparação do circuito conformado pelos amplificadores operacionais. Desta forma, quando a tensão do sinal medido estiver abaixo de 0,8 volts, a saída do comparador B se põe em nível alto, acendendo o LED, o que indica que o sinal medido tem estado lógico baixo. Quando a tensão do sinal medido está acima de 2 volt, o comparador A põe sua saída em nível alto e acende-se o LED que indica que o sinal medido possui estado lógico alto. Quando o sinal é uma série de pulsos, o acendimento dos LEDs se alternará .

Tal calibração faz com que o instrumento seja muito versátil já que o usuário pode determinar que valores deve ter um sinal para ser considerado de um nível lógico específico. Adicionalmente, um sinal que tenha uma tensão compreendida entre 0,8 e 2 volts faz com que não se acenda nenhum LED, já que está em uma zona proibida para os circuitos digitais TTL. Por essa razão, quando a ponta de teste não faz contato com nenhum ponto do circuito ou está em aberto, é o resistor R7 quem gera tal condição de zona proibida para manter os LEDs apagados.

Lista de materiais

Resistores a 1/4W
1 12 KΩ (R1)
1 4,7 KΩ (R3)
2 120 Ω (R5, R6)
1 3,3 MΩ (R7)
2 Trimmer de 5 KΩ (R2, R4)

Semicondutores
1 Diodo 1N4004 (D1)
1 LED vermelho de 5 mm (ALTO)
1 LED verde de 5 mm (BAIXO)
1 Circuito integrado LM358 (IC1)

Outros
1 Base para integrado de 8 pinos
4 Terminais para circuito impresso (terminais faston)
1 Circuito impresso Ref. K-198 da CEKIT
1 Cabo polarizado calibre 20 ó 22 (50 cm)
1 Jacaré vermelho
1 Jacaré negro
1 Ponta metálica
1 Soldagem (1 m)

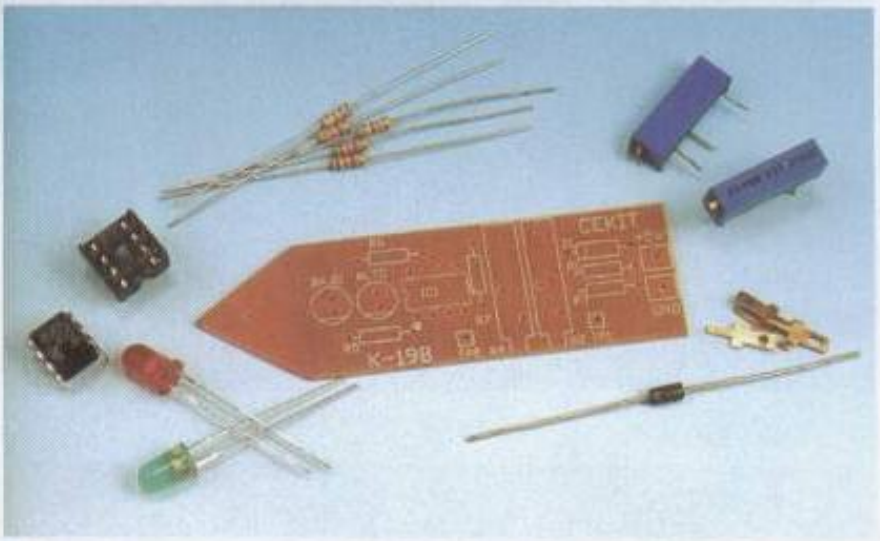


Figura 34.2 Componentes que formam o kit. Antes de iniciar a montagem do circuito devemos estar seguros de ter todos os componentes necessários. Desta forma, o trabalho se torna mais rápido já que não há interrupções; para isso devemos revisar com cuidado a lista de materiais anexa.

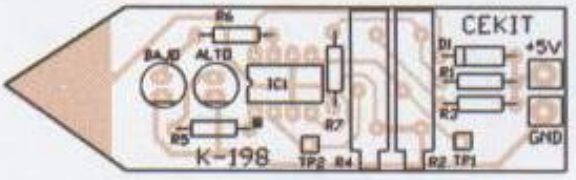


Figura 34.3 Guia de montagem e circuito impresso. A ponta lógica é montada sobre um circuito impresso de referência K-198 da CEKIT, no qual se incluem todos os componentes e as conexões para a fonte de alimentação e a ponta de teste. Deve-se ter muito cuidado para colocar os componentes em forma correta, já que um equívoco pode causar mau funcionamento do circuito.

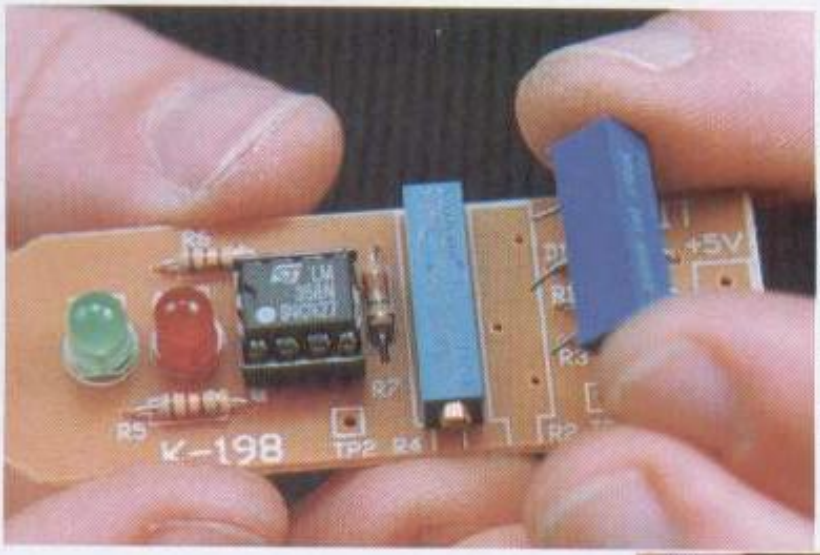
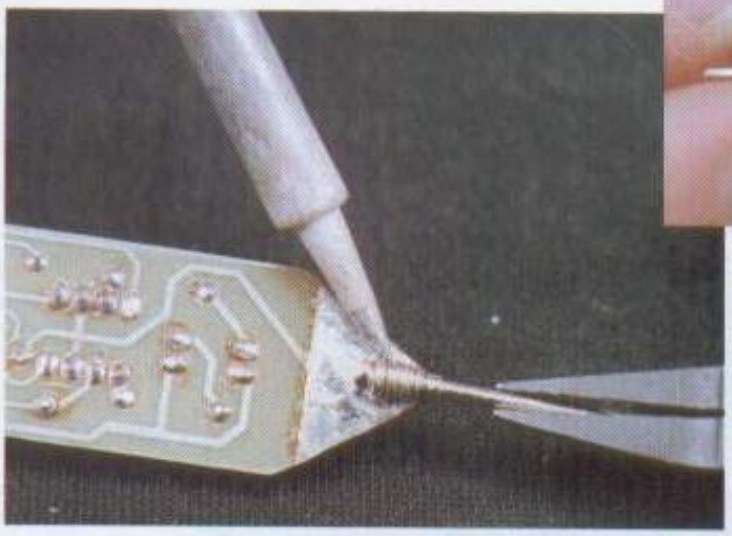


Figura 34.4 O projeto é muito fácil de montar. Comece por soldar as resistências, os LEDs, os terminais faston e os trimmer. Por último, solde a base para circuito integrado. Oriente-a pelo sulco que esta traz na esquina correspondente ao pino 1. Depois, instale o circuito integrado LM358 em sua base, fixando-se muito bem para que o pino Nº 1 fique corretamente orientado. Quando o circuito estiver pronto, assegure-se de que todos os componentes estejam bem colocados, comparando sua posição com a que lhe corresponde de acordo com a figura.





Para a ponta de teste pode-se utilizar a parte metálica de uma ponta de um multímetro ou algum outro elemento condutor que tenha a rigidez necessária.

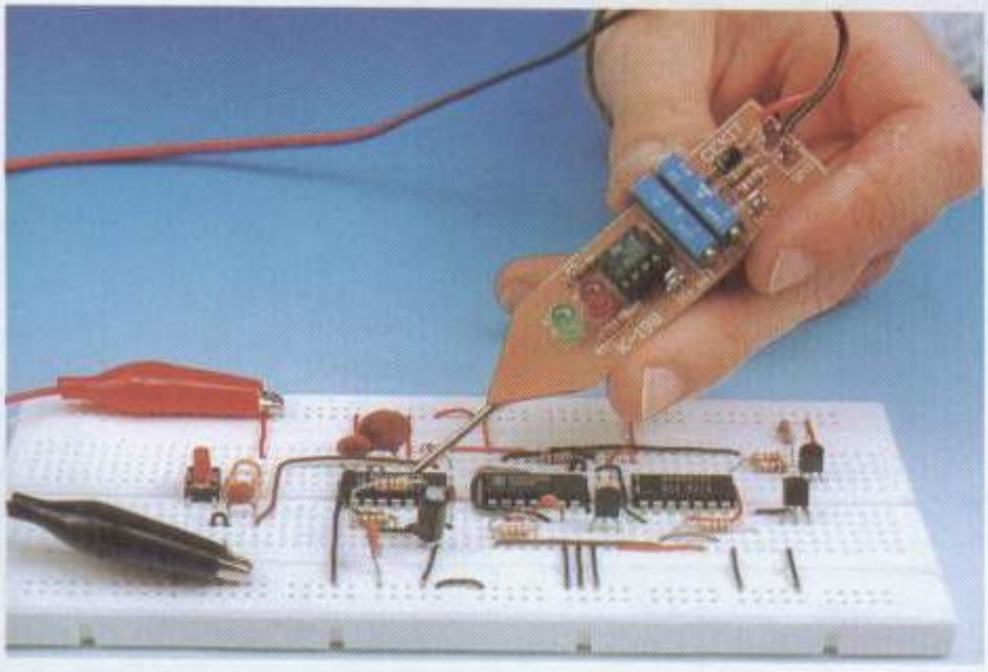


Figura 34.5 Uso da ponta lógica. Para analisar os estados lógicos de um circuito digital, os cabos de alimentação da ponta devem conectar-se à mesma fonte do circuito. Após isso, apenas se requer que a ponta de teste metálica tenha contato com o objeto em teste. Nesse momento deve acender-se o LED correspondente. Obviamente, primeiro deve-se executar o processo de calibração como se descreveu anteriormente.

Índice de Projetos Tomo 5

1. Alarme contra ladrões 1
Ao montar este projeto obtém-se um circuito de alarme que ativa um indicador sonoro quando um ou mais sensores, colocados estrategicamente em portas, janelas, etc., detectam uma invasão. Pode ser utilizado em casa ou no automóvel.

2. Luzes de velocidade variável 9
Ao montar este projeto obtém-se um jogo de luzes com dois LEDs, que acendem de forma alternada, produzindo um efeito luminoso especial. A velocidade do brilho pode variar, desde muito lenta, até tão rápida que as mudanças não podem ser notadas.

3. Fonte de alimentação de +5V, +12 e -12VDC de 0,5A 13
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que fornece três tensões constantes ou reguladas, +5V, +12V e -12V, as quais servem para alimentar todos os kits e experimentos que se montam durante o curso, evitando assim o uso de pilhas ou baterias que se desgastam rapidamente.

4. Controle de luminosidade 19
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite controlar a quantidade de potência com que se alimenta uma carga de corrente alternada. Neste caso particular conectaremos uma lâmpada incandescente, apesar de poder ser utilizado em outros aparelhos como o motor de uma furadeira, por exemplo.

5. Temporizador de eventos curtos com relé 25
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite controlar o tempo durante o qual se ativa uma carga. Uma vez que o tempo termine, esta deve desconectar-se automaticamente.

6. Amplificador de áudio de 2W com transistores 29
Ao montar este projeto obtém-se um pequeno amplificador de áudio, ideal para conectar a um walkman ou a um reprodutor de CD. Sua principal característica é que está construído com transistores, o que faz muito fácil de montar e reparar.

7. Luz intermitente com relé 33
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que gera um sinal pulsante ou intermitente, que pode-se utilizar para acender e apagar alguna carga conectada nos contatos do relé de saída.

8. Fonte de força variável de 1,5 a 25 volts 37
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que entrega uma tensão contínua, que pode estar entre 1,5 e 25 voltios, cujo valor pode ser ajustado mediante um potenciômetro. Tal tensão pode ser utilizada para alimentar todo tipo de projetos e experimentos eletrônicos.

9. Pré-amplificador para microfone 43
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que amplifica os fracos sinais fornecidos por um microfone e os eleva a níveis adequados para ser aplicados diretamente a um amplificador de potência.

10. Relé de estado sólido com Triac 47
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite manusear cargas de corrente alternada, por exemplo uma lâmpada incandescente ou um pequeno motor, ou ainda um circuito eletrônico que gera sinais de controle de baixo nível.

11. Indicador de linha telefônica em uso 51
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que se pode conectar em todas as extensões de uma linha telefônica para evitar que alguém levante o fone quando estamos conversando ou conectados à Internet, o que muitas vezes corta a comunicação.

12. Testador audível de continuidade 55
Ao montar este projeto obtém-se um instrumento de medida que permite realizar testes de continuidade em circuitos impresos, bobinas, relés, alto-falantes, etc., permitindo assim localizar falhas e realizar tarefas de reparação.

13. Sirene eletrônica 59
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que produz um som similar ao de uma sirene, o qual pode ser utilizado em sistemas de alarme, jogos eletrônicos, sinalização, etc.

14. Amplificador de áudio com circuito integrado 62
Ao montar este projeto obtém-se um amplificador de áudio de baixa potência, o qual pode ser utilizado para reforçar a saída de um pré-amplificador ou para amplificar a saída de um walkman ou um reprodutor de CD.

15. Luz noturna automática com relé 65
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que ativa ou desativa um relé, dependendo da quantidade de luz que exista no meio circundante. Pode ser utilizado para acender uma lâmpada exterior quando anoitece.

16. Controle de velocidade para motor CC 69
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite controlar a velocidade de um motor CC, desde zero até seu valor máximo. Pode ser utilizado em jogos, práticas de robótica e em geral, qualquer aparelho que exija um motor deste tipo.

17. Amplificador de áudio de alta potência 73
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite amplificar os sinais provenientes de qualquer fonte de áudio como um reprodutor de CD, um walkman ou um deck de cassettes, para que se possa escutar o som com grande intensidade e alta fidelidade.

18. Indicador de nível de água 80
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite conhecer o nível de água dentro de um recipiente, ou seja, um pequeno copo ou um tanque de grande tamanho. O nível indicado de forma visual em uma barra de LED´s.

19. Temporizador de eventos longos 85
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite ativar uma carga durante um tempo determinado, que pode ser ajustado pelo usuário de acordo com suas necessidades. Sua principal característica é que o tempo programado pode ser de até vários días.

20. Gerador de áudio variável 89
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que gera um sinal de áudio, o qual pode ter modificadas a freqüência e a amplitude, com o fim de obter diferentes efeitos sonoros. Isso permite que o circuito possa ser utilizado para provar amplificadores de áudio.

21. Voltímetro com LED's 93
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que serve para medir tensões de corrente direta e que mostra sua leitura em um conjunto de LED´s organizados linearmente. Pode ser acoplado a qualquer fonte CC de saída variável.

22. Interruptor ativado por som 99
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite conectar e desconectar aparelhos a distância, sem necessidade de cabos nem controles remotos. Basta bater palmas e automaticamente os elementos que estiver controlando se acenderão e/ou apagarão.

23. Interruptor infravermelho 105
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que gera um sinal de controle cada vez que um objeto passa por um ponto determinado, o qual está delimitado por um par conformado por um emissor e um receptor infravermelhos.

24. Misturador de áudio 109
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite misturar os sinais gerados por diferentes fontes de áudio, tais como reprodutores de CD, decks de cassete ou microfones com seu respectivo pré-amplificador.

25. Monitor de bateria para automóvel 113
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite conhecer o estado em que se encontra a bateria de um automóvel, ou seja, se está se carregando, descarregando, ou se se encontra em estado passivo.

26. Controle de temperatura para soldador 117
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite controlar a quantidade de potência que se aplica em uma carga de corrente alternada. Neste caso específico, o utilizaremos para controlar a temperatura de um soldador, o que nos permitirá fazer soldagem de componentes delicados de maneira segura.

27. Luz de emergência 121
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que acende automaticamente umas pequenas lâmpadas cada vez que se interrompe o fornecimento de corrente alternada. Pode-se utilizar como luz de emergência em casa ou no escritório.

28. Órgão eletrônico 125
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que gera tons musicais, similares aos que se obtêm nas oitavas centrais de um piano.

29. Controle de tons estéreo 129
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite ajustar os tons de um sinal de áudio segundo os gostos do usuário. Além disso, serve como pré-amplificador e pode ser conectado na entrada de um amplificador de potência para formar um sistema de som completo.

30. Amplificador de áudio de 8W 133
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite amplificar os sinais provenientes de qualquer fonte de áudio como um reprodutor de CD, um walkman ou deck de cassettes, para que o som possa ser escutado com boa intensidade e alta fidelidade em uma caixa acústica.

31. Luzes pseudoaleatórias na montagem superficial..139
Ao construir este projeto obtém-se um circuito que produz sinais aleatórios, que se utilizam para acender LEDs colocados de tal forma que geram efeitos visuais muito agradáveis. Além disso, é uma prática que nos introduz no mundo dos componentes miniaturizados e sua manipulação.

32. Sequenciador de luzes de quatro canais 143
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que administra um jogo de luzes sequenciais, o qual simula um efeito rotatório ou de movimento. Pode ser utilizado em avisos luminosos, discotecas e em adornos ou luzes de Natal.

33. Contador fotoelétrico 149
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite contar os objetos que passan entre dois pontos determinados, nos quais se localizam uma fonte de luz e um detector óptico. O conteúdo é mostrado em três displays de sete segmentos, o que permite chegar a um valor máximo de 999.

34. Ponta lógica TTL 155
Ao montar este projeto obtém-se um circuito que permite comprovar os estados lógicos nas entradas e saídas de circuitos digitais. Pode ser utilizado para análise, diagnóstico de falhas e em geral, para estudar o funcionamento de circuitos deste tipo que trabalhem com uma fonte de alimentação de +5V.

Erratas

- **Página 3**. Na lista de materiais descreve-se o resistor de 220Ω com as cores vermelho, vermelho, laranja, dourado, que corresponderia a 22kΩ. Na verdade deve dizer: vermelho, vermelho, marron, dourado.

- **Página 10.** Na figura 2.1 existem os seguintes erros nos números dos pinos do circuito integrado 555: O pino que aparece com o número 5, em realidade é o 6. O pino que não tem nenhum número corresponde ao pino 7.

- **Página 160**. Na figura 23.1, ao circuito receptor do controle remoto deve-se agregar um capacitor de 0,01μF, referência C6, entre a saída do amplificador operacional IC1B (pin7) e a entrada do IC2 (pino 3). A mesma correção deve ser feita no circuito impresso correspondente, figura 2.3.