

Monte o seu **LABORATÓRIO** **DE ELETRÔNICA**

O alto-falante dinâmico

Teoria

Jogo de azar

Digital

Loteria esportiva eletrônica

Detector de água

Controle

Baliza de alta luminosidade

LED ON-LED OFF

Oscilador de ciclo variável

Técnicas

Alimentação exterior

O laboratório

APRENDA A CONSTRUIR SEU LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA SEGUINDO RIGOROSAMENTE AS INSTRUÇÕES DO FASCÍCULO





Editor
Julio Goñi

Diretor Editorial
Julio Rodríguez

Diretor de Produção
Gregorio Goñi

Ajudante de Produção
Begoña Pinz

Diretora da obra
Marisa Fernández Rubi

Realização Técnica
Videlec, S.L.

Importador para o Brasil
Nova Lente editora, Ltda.
Rua Belisário Pena, nº 821
C.E.P. 21020 Rio de Janeiro, Brasil

Distribuição e venda para todo o Brasil
Fernando Chinaglia
Distribuidora S.A.
Rua Teodoro Da Silva, nº 907-Grajaú-RJ
Tel. 577-6655 C.E.P. 20550

Editor para Portugal
Ediber
Rua D. Carlos Mascarenhas, 15
1000 Lisboa
Tel: 3853149 - Fax: 3851229

Distribuição
Midesa
Rua Dr. José Espírito Santo, lote 1-A
1900 Lisboa

Proibida a reprodução total ou parcial da
obra sem autorização da editora

© F&G Editores, S.A.
Madrid, 2000

Fotomecânica, maquetação e filmagem
Videlec, S.L.
Rua Santa Leonor, nº 61, 4º andar, cj. 6 C.E.P.
28037 Madrid, España
Tel: 913750270

Impressão
Gráficas Reunidas, S.A.
Rua Mar Tirreno, 7 bis
P. I. San Fernando
C.E.P. 28830 San Fernando de Henares.
Madrid, España

Plano Geral da Obra:
52 fascículos semanais

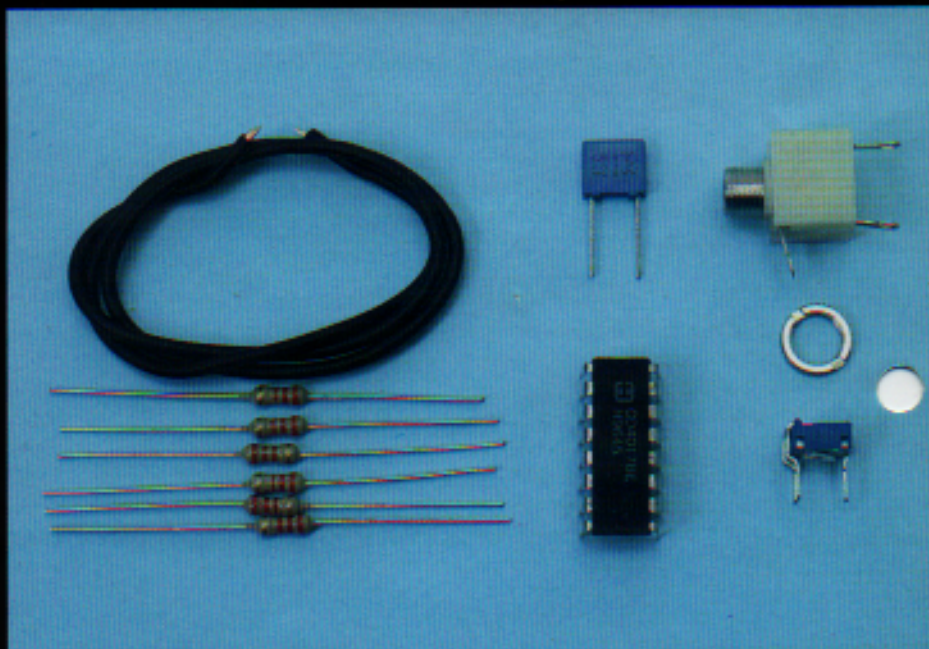
Printed in Spain
Depósito Legal: M-10820-99
ISBN da obra: 84-89617-60-0

COM O FASCÍCULO VAI ACOMPANHADO UM
KIT DE ELETRÔNICA DE BRINDE

Monte o seu LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA

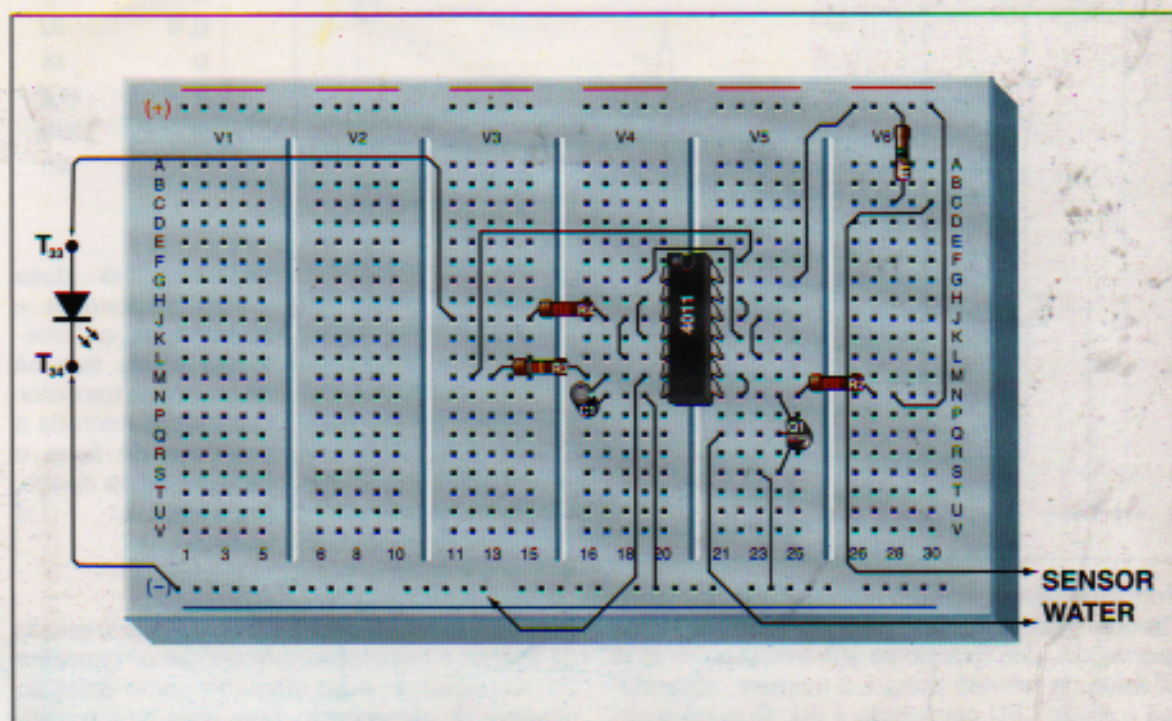
Componentes fornecidos:

- 1 Conector de alimentação
- 6 Resistores 2K2, 5%, 1/4W
- 30 cm fio negro
- 1 Capacitor poliéster 100nF
- 1 Circuito Integrado 4017
- 1 Potenciômetro de ajuste de 100K



Com este fascículo você recebe um conector com comutador incorporado para alimentação exterior, e mais componentes para realizar experimentos.

Detecta a presença de água devido à baixa condutibilidade da mesma.



Alguma vez na sua vida, você terá passado pela experiência de ver que saiu água da máquina de lavar roupas, da geladeira, ou de qualquer tubulação, com consequências na maioria dos casos muito desastrosas, com custos elevados e que deem muita dor de cabeça. Este circuito que vamos mostrar agora dá uma idéia do princípio de funcionamento dos detectores de água e nos avisará visualmente quando existir a presença da mesma.

Detecção de água

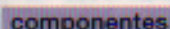
Todos conhecemos as propriedades condutoras da água, quer dizer, que a água tem a propriedade de conduzir eletricidade. A sua condutibilidade depende do número de sais que contenha em dissolução, ainda que seja em proporções muito pequenas. Este é o motivo pelo qual tantas vezes as pessoas costumam dizer que devemos tomar todas as precauções quando temos as mão molhadas e vamos ligar algum aparelho na tomada, já que se há água entre algum dos contatos da tomada e a nossa mão, receberíamos uma des-

carga, o que é extremamente perigoso. Não é o caso atual, já que vamos trabalhar com tensão contínua, que é muito pequena, para evitar uma possível eletrólise que pudesse ocorrer quando circulasse essa corrente. Apesar disso, se deixamos durante muito tempo os extremos dos fios descobertos metidos na água, veremos como perdem a cor de estanho e ficam com uma cor escura como de ferrugem, devido à perda da cobertura de cobre estanhado. Desta forma, e com um transistor trabalhando em corte/saturação, para poder obter valores lógicos no seu coletor, em corte '1' e em saturação '0', teremos um sensor que detecta a presença de água. Quando não há água, o transistor terá a base aberta, de maneira que estará em corte. Se os dois fios com os extremos pelados que usamos para a detectar (e que estarão colocados a uma distância aproximada de 1 cm) têm água, o circuito se fechará e o transistor passará a saturação.

*Sinal luminoso
de presença
de água*

Ativação do alarme

O circuito sensor se combina com a célula de memória do experimento DIGITAL 7 e cujo



R1	1M
R2, R4	2K2
R3	82K
C1	2.2 μ F
Q1	BC548
U1	4011

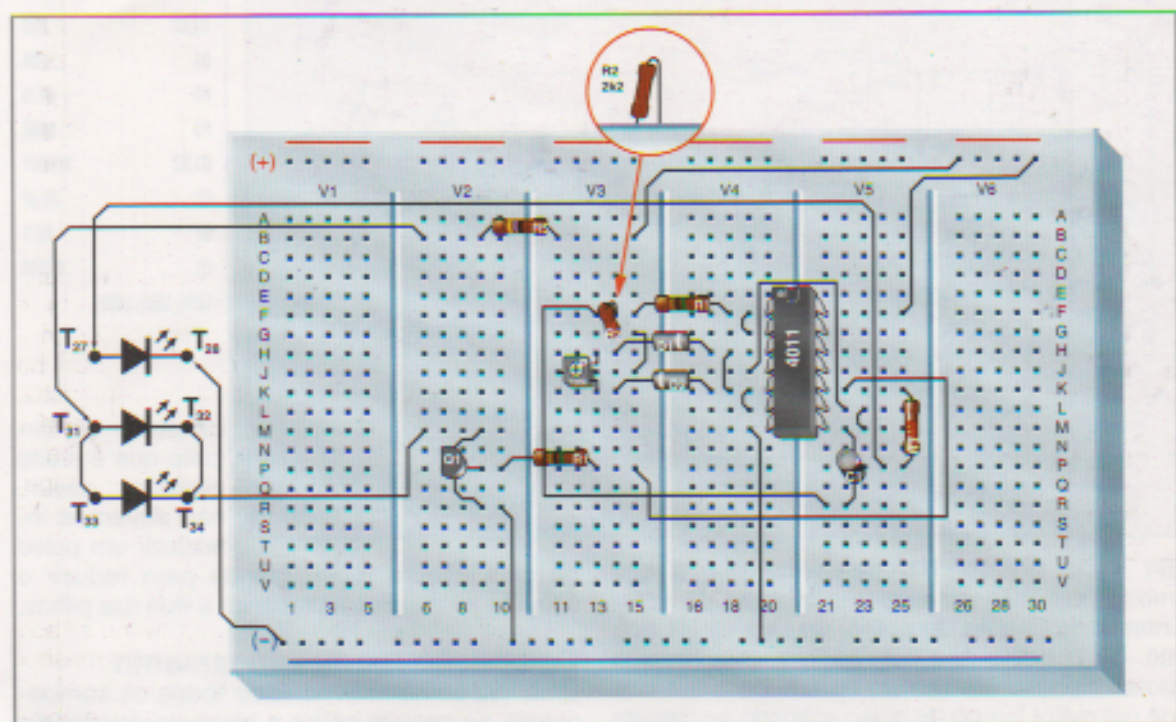
funcionamento vamos recordar rapidamente. Temos duas entradas, uma no terminal '1' da porta U1A, que quando se põe a nível baixo ativa a saída de referida porta e a mantém, ativando-se o diodo LED conectado a ela. Quando o circuito detecta água põe um zero na entrada da porta inversora formada com U1C, já que se satura o transistor Q1. Poderíamos utilizar este nível, mas é melhor realizar duas inversões, uma

Para apagar o LED depois de comprovar o estado do alarme é necessário descarregar o capacitor C1, conectando o fio marcado como reset ao negativo da alimentação, quer dizer a (-), e colocando à massa o terminal 6 de U1B. O circuito está projetado para que no momento em que se conecta à alimentação o diodo LED permaneça apagado, introduzindo de forma automática um

Experimento

Realizou-se o desenho levando em consideração por um lado o consumo, que devemos reduzir ao máximo, e por outro lado, a eletrólise. Por isso o resistor R1 é de um valor tão alto. Devemos considerar que este circuito poderá ser ampliado em breve com um indicador acústico para obter um alarme completo com aviso visual e acústico.

Este indicador proporciona a possibilidade de aplicar mais corrente a um LED do que a que é entregue por uma porta lógica.



Se você tem carro e já viajou durante a noite, terá visto alguma vez balizas que piscam indicando zonas perigosas na estrada ou avisando da existência de obras. Ou seja, servem para chamar a atenção e para avisar-nos que devemos ter extrema precaução. A forma de nos avisar para que tenhamos cuidado na escuridão da noite é emitindo pisca-piscas muito fortes e capazes de chamar atenção desde uma certa distância. Isto é o que faz o nosso circuito, um circuito no qual se produz um brilho de grande intensidade a cada certo tempo; no entanto não se deve manter a corrente elevada, pois além de aumentar o consumo poderia quebrar os LEDs.

Funcionamento

O circuito utiliza um transistor trabalhando em saturação em cujo coletor colocamos os diodos LED LD7 e LD8, que serão os encarregados de produzir o brilho. Quando se aplica um impulso à base, a corrente que passa pelo coletor pode chegar aos 50 mA, de maneira que fazemos passar uma corrente por cada um, de uns 25 mA, já

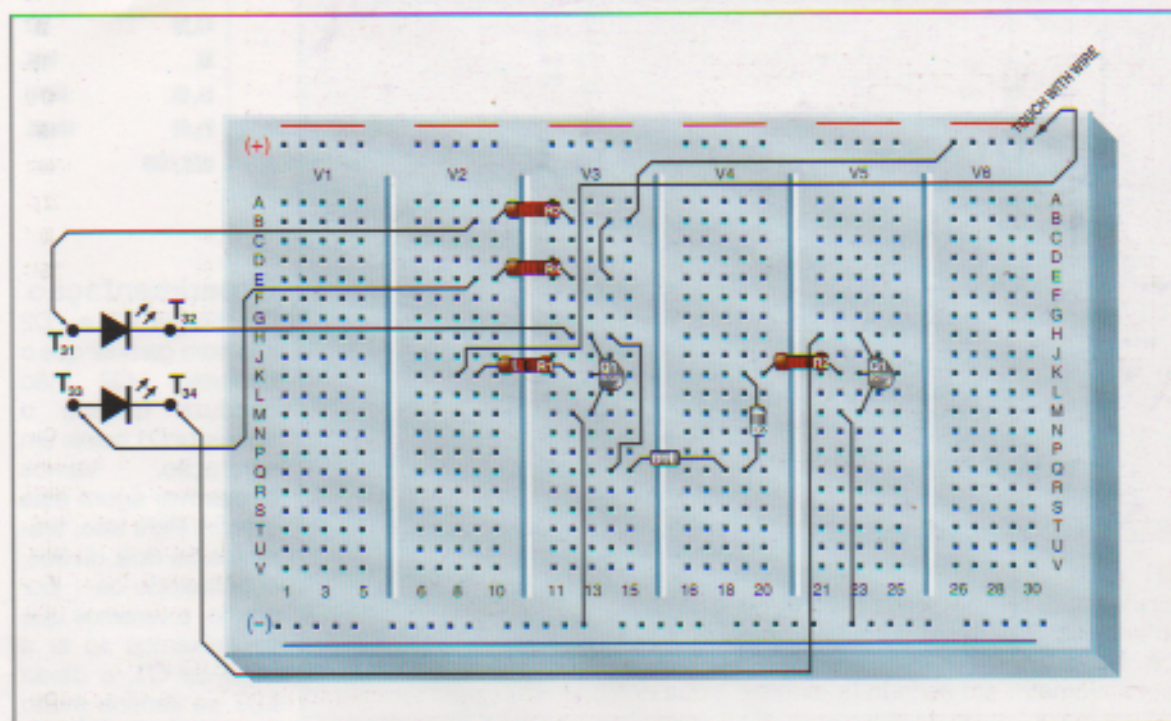
que temos que dividir por dois diodos LED. Embora esta corrente possa parecer muito exagerada devemos levar em consideração que se trata de um impulso muito curto e que, portanto, não afeta a vida do diodo LED. Outra coisa muito diferente aconteceria se aplicássemos de forma constante uma tensão na base do transistor, o que acarretaria que referida corrente circulasse pelos LED permanentemente, de maneira que estes não demorariam em quebrar num curto período de tempo.

Sinal de entrada

Para ter um sinal de entrada que cumpre estas características vamos utilizar o circuito do oscilador de ciclo variável, TÉCNICAS 10, já que além disso nos permite uma certa flexibilidade na hora de realizar o ajuste do tempo do pulso que se aplica a nosso circuito. Considerando que a largura do pulso a nível alto depende diretamente da resistência, começaremos colocando o potenciômetro com o controle remoto do seu cursor girado ao máximo em sentido anti-horário para o lado do diodo

*um brilho bem
curto permite a
economia das
baterias*

A montagem nos indica, mediante dois diodos diferentes, os diferentes estados de uma saída.



O circuito é muito útil quando queremos indicar uma mudança de estado, que pode ser a de uma saída intermediária, ou a de uma saída final que nos informe que ocorreu uma ação ou que se produziu uma detecção que desejamos marcar.

Com o circuito sem estar ligado ao positivo, a base está ao ar, que é o mesmo que conectá-la a (-). Então teremos um diodo LED ativado e outro desativado, enquanto que se conectamos a base ao positivo de alimentação V6, ambos passarão ao estado contrário.

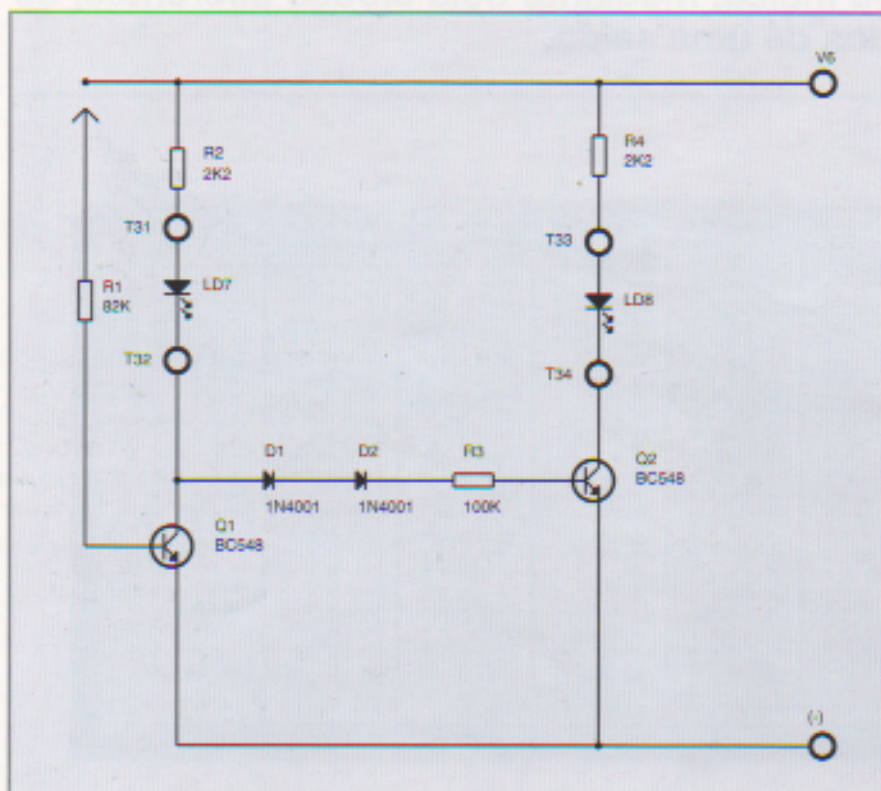
O circuito pode ser empregado quando não é possível carregar muito a saída que queremos visualizar, ou seja, que a saída não nos dá corrente suficiente para alimentar um diodo LED. Por isso utilizamos este circuito, que consome pouca corrente, como o transistor, mas que vai amplificar e vai nos dar o resultado desejado no coletor, podendo colocar um diodo LED.

O experimento

Vamos analisar o circuito nos dois estados possíveis. Por um lado temos que a base de

Q1 está ao ar. Nesta situação não circulará corrente pela base do transistor Q1 de maneira que o transistor estará diretamente em corte. Neste estado, a impedância entre coletor/emissor é muito grande, não circula corrente por Q1 e o LED 7 e portanto não se iluminará, pois pela resistência R3 não passará suficiente corrente para que se ilumine, no entanto passará corrente suficiente para polarizar a base do transistor Q2, de maneira que este transistor conduzirá e nos dará uma corrente de coletor suficiente para que o diodo LED LD8 se ilumine. Agora, se conectamos o fio da base de Q1 a V6, o transistor passa diretamente a conduzir, iluminando-se o LED 8 e ficando com uma tensão de coletor/emissor muito pequena ao estar quase em saturação. Se quase não temos tensão no coletor de Q1, não se pode polarizar o transistor Q2 e o LED8 se apagará. Em qualquer caso, como cabe a possibilidade de que o transistor não se sature totalmente, colocamos dois diodos em série, de forma que Q2 necessite uma tensão de 1,8 V (0,6 de

*Um LED se
acende e o outro
se apaga.*



componentes

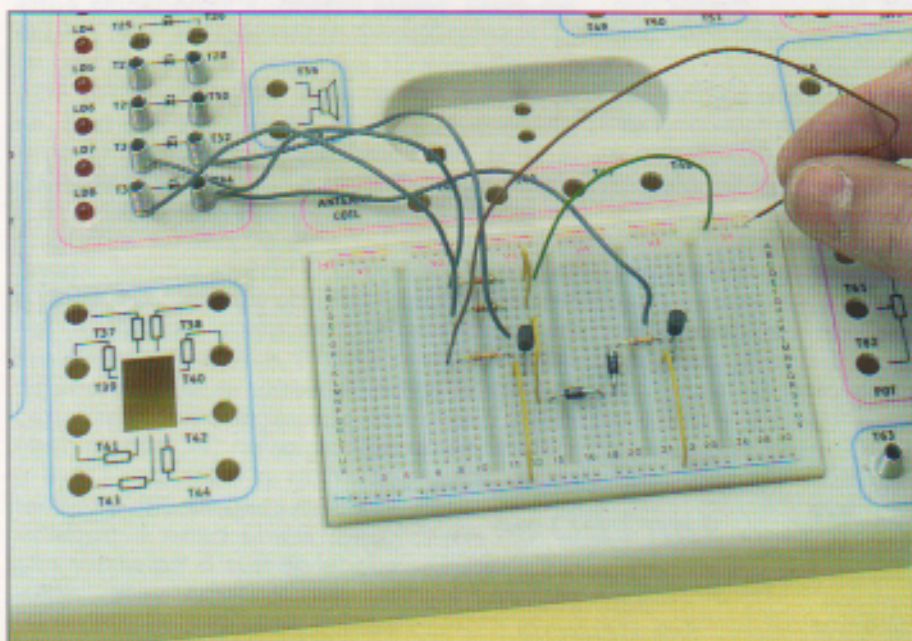
R1	82K
R2, R4	2K2
R3	100K
Q1, Q2	BC548
D1, D2	1N4001
LED7, LED8	

Experimentação

Os diodos D1 e D2 são para garantir que o transistor Q2 não conduza quando o transistor Q1 esteja em saturação. Vamos comprovar agora este estado. Para isso, tiraremos os dois diodos, substituindo-os por um fio, e veremos que se deixamos ao ar a base de Q1, o diodo LD7 se ilumina muito pouco, devido a que

cada diodo e outros 0,6 da base/emissor) como mínimo para polarizar-se e poder conduzir, de maneira que o diodo LED, LD8 neste caso, estará apagado.

entre coletor/emissor não há uma saturação boa e a corrente de base de Q2 é suficiente para que se ilumine um pouco. O mesmo ocorrerá se baixarmos a resistência R3, por exemplo, a 18K.



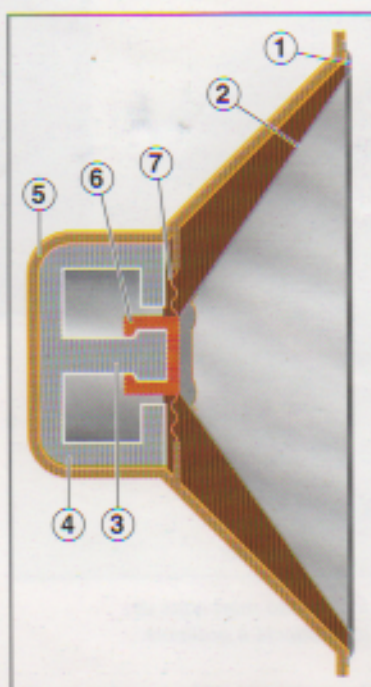
Os diodos D1 e D2 evitam que LED8 se ilumine se a tensão aplicada à base de Q1 não é suficiente para que se sature.

O alto-falante dinâmico é o mais utilizado atualmente para converter sinais elétricos em vibração sonora.

O alto-falante dinâmico é um transdutor eletroacústico que converte energia elétrica, que recebe através de dois fios em energia mecânica: quando o cone se desloca, movimenta partículas de ar, provocando uma pressão sonora. O alto-falante consiste em uma bobina unida a um cone rígido, que por estar situada dentro de um campo magnético se move quando é atravessada por uma corrente. Se referida corrente contém "informação de som" e é suficiente para fazer com que este cone se mexa, gerará som.

Circuito magnético

O campo magnético é gerado com um ímã permanente e com peças polares de ferro que fecham o circuito quase de forma concêntrica. A zona que não está fechada do circuito magnético se denomina entreferro e é muito estreita. Quanto



Partes principais de um alto-falante:
1- Borda elástica. 2- Cone. 3- Ímã.
4- Peças polares do ímã.
5- Carcaça ou estrutura. 6- Bobina móvel. 7- Aranha.

mais estreita, maior será o rendimento do alto-falante, mas é necessário levar em consideração que a bobina móvel deve ter espaço para mover-se no seu interior.

Carcaça ou estrutura

A carcaça é a armação que sustenta todas as partes do alto-falante. Deve ser rígida para suportar o ímã e as suas peças polares, a borda elástica, a aranha e os contatos de conexão; além disso a carcaça também é utilizada para prender o alto-falante ao equipamento onde este for instalado.

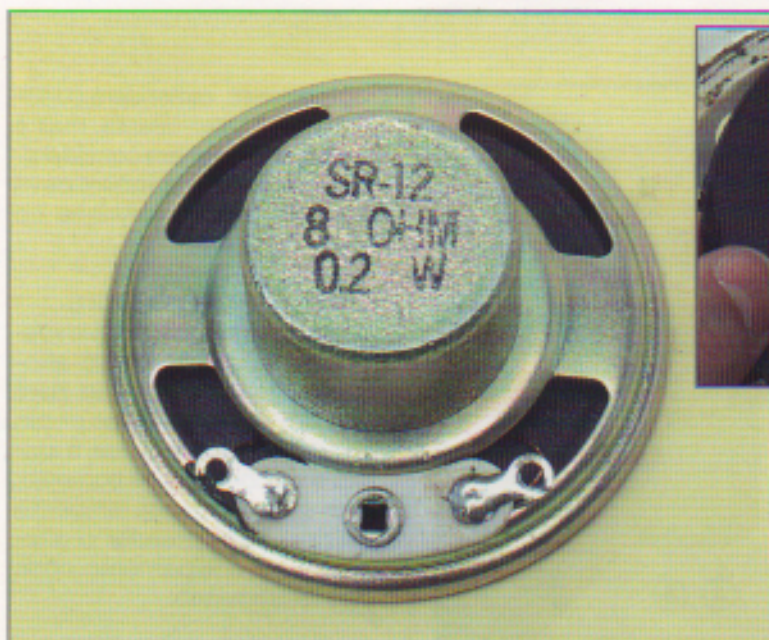
Bobina móvel

A bobina móvel consiste em várias espiras de cobre enroladas sobre um tubo de cartão que tem a forma exata do entreferro, é uma superfície cilíndrica quase perfeita. As espiras da espiral de cobre são muito juntas para ocupar o mínimo espaço. Os extremos da bobina devem

ser conectados a fios muito flexíveis de desenho especial que devem ser colados ao cone e deste passam aos contatos isolados da carcaça. Estes fios têm uma forma especial para evitar que se quebrem, pois estão vibrando continuamente. A bobina se desloca dentro do entreferro, mas não pode tocar as paredes dele, pois se isto acontece se produz um barulho irritante e o alto-falante se torna imprestável. Quando se aplica ao alto-falante mais potência que a recomendada se danifica e se deforma o suporte da bobina por



Há uma grande variedade de modelos e tamanhos de alto-falantes dinâmicos.



Sobre o exterior da estrutura, ou sobre o ímã, estão marcadas as características principais do alto-falante: impedância e potência.

aquecimento, ou se desprendem as espiras e tocam as paredes do entreferro.

Aranha

A bobina móvel se mantém no seu devido lugar, dentro do entreferro, graças a um anel que tem leva o nome de aranha, que tem uma forma diferente segundo o tipo de alto-falante. Este anel não se vê facilmente, pois está debaixo do cone. Tem que ser de material elástico para permitir o deslocamento vertical do cone, mas não lateral.

Anel elástico

O cone do alto-falante deve ser preso pela sua parte mais estreita pela aranha, mas pela sua parte mais larga é sustentado por uma borda elástica, que também mantém o cone centralizado, embora permita o movimento do mesmo. Para as frequências mais baixas os deslocamentos são maiores.

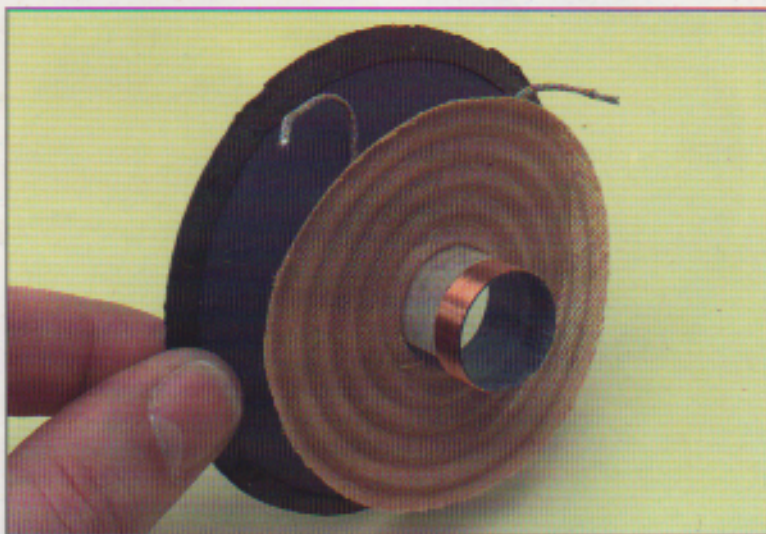


O deslocamento do cone do alto-falante é o que gera as ondas sonoras.

car-se, mas também evita que o pó ocupe a estreita separação que há entre a bobina e o entreferro, o que seria nefasto para o alto-falante.

Caixas acústicas

Se aplicamos um sinal elétrico com informação sonora a um alto-falante que está ao ar, ou seja, quando não está dentro de nenhum painel ou caixa, o cone vibra de tal maneira que produz uma onda sonora. Mas além de mover o ar que está diante do



Alto-falante desmontado onde se pode ver a bobina móvel, o cone e a aranha.



O ímã vai preso à carcaça, em alguns casos poderá estar coberto. Os terminais de conexão são fixados na carcaça.

cone, move o ar que está atrás do mesmo, produzindo uma onda sonora frontal e uma onda sonora posterior, as quais têm fases diferentes e inclusive podem chegar a cancelar-se ou somar-se. Estas ondas, depois de vários rebotes, chegam ao ouvido com diferentes pausas. O som que emite um alto-falante ao ar, embora seja um alto-falante de graves, é estranho, já que é muito fácil escutar

e verificar a ausência de baixas frequências, ainda que tenhamos certeza de que o sinal elétrico aplicado as contém.

Experimento

Se escolhemos um pequeno alto-falante de aproximada-

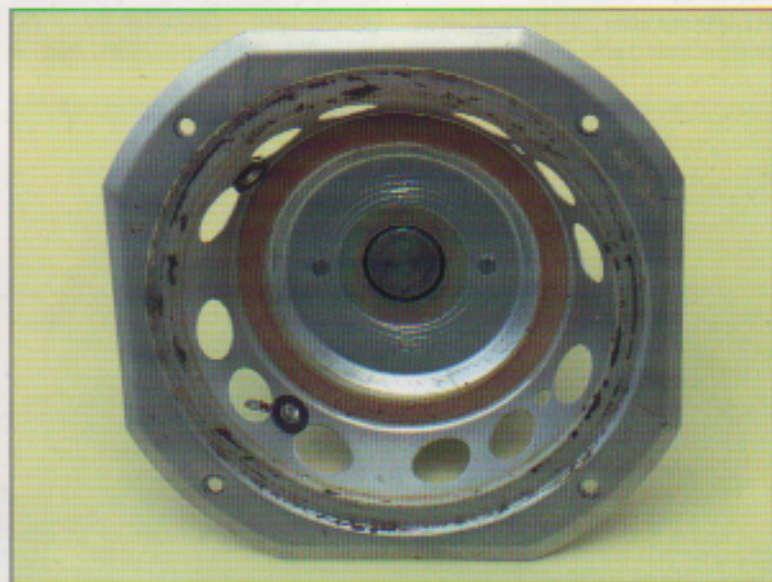
mente 5 cm de diâmetro, lhe conectamos um fio e o estimulamos com a saída de um receptor de rádio portátil ou de um walkman, notaremos que o som é muito agudo. Basta tapar a sua parte posterior com uma lata de refrigerante ou com uma tampa recuperada de algum produto de uso doméstico e o som melhora muito, tornando possível ouvir as frequências mais baixas.

Os graves

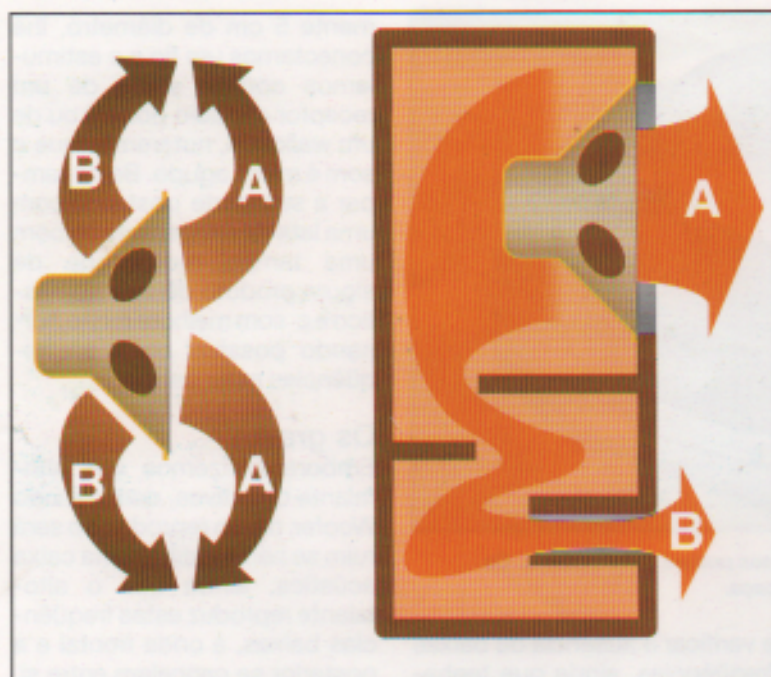
Embora utilizemos um alto-falante de graves, denominado Woofer, o som reproduzido será ruim se não se utiliza uma caixa acústica, ainda que o alto-falante reproduz estas frequências baixas, a onda frontal e a posterior se cancelam entre si. Estes alto-falantes são de grande tamanho. As dimensões de um alto-falante costumam ser múltiplos de polegada, uma polegada são aproximadamente 25,4 milímetros. Os alto-



Dentro do entreferro se desloca a bobina móvel quando recebe estímulo.



A carcaça também suporta as peças polares do ímã, de forma que o circuito magnético se interrompe por uma estreita fenda que recebe o nome de entreferro.



O alto-falante necessita uma caixa acústica para evitar que a onda anterior se cancele com a onda posterior.

falantes de graves costumam ter de 6 polegadas em diante.

A caixa acústica

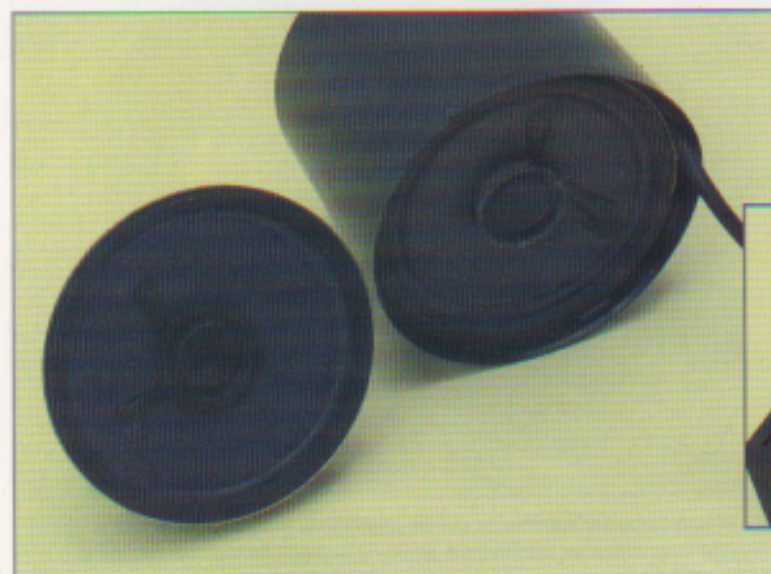
A primeira solução ao problema seria situar o alto-falante em um

vão de uma parede infinita, deste modo a onda posterior e a frontal não poderiam encontrar-se nunca e portanto não poderiam cancelar-se, no entanto, esta solução não é

prática. Há dois tipos de caixas acústicas, uma delas é a hermética, na qual a caixa está completamente fechada e os alto-falantes estão em suspensão pneumática; neles, o movimento da membrana do alto-falante para pelo fato do ar estar comprimido. Os alto-falantes para este tipo de caixa acústica se quebram se são utilizados em caixas acústicas não herméticas. Também há outro tipo de caixas abertas, nas que a onda posterior viaja por um labirinto, de tal forma que quando sai pelo painel frontal se soma à onda frontal. Este tipo de caixa acústica é mais complicada mas permite aproveitar mais a potência acústica gerada pelo alto-falante.

Os agudos

Os alto-falantes para reproduzir agudos, os chamados tweeters, geralmente são de tamanho reduzido e não necessitam uma caixa acústica para gerar um bom som. Os alto-falantes de uso comum costumam incluir quase toda a banda de áudio, mas não costumam reproduzir bem as frequências mais agudas nem as mais graves. É normal combinar alto-falantes de diferentes tipos para reproduzir bem toda a gama de frequências de áudio.



O efeito de uma caixa acústica simples se escuta facilmente.

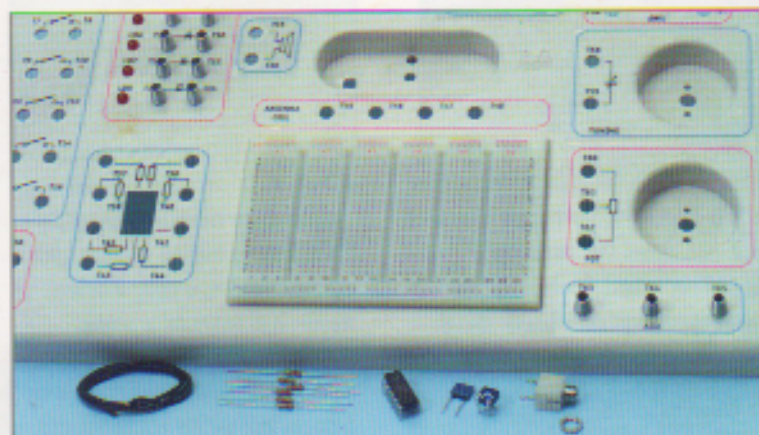


Para a reprodução de notas graves se necessita uma caixa acústica adequada ao alto-falante utilizado.

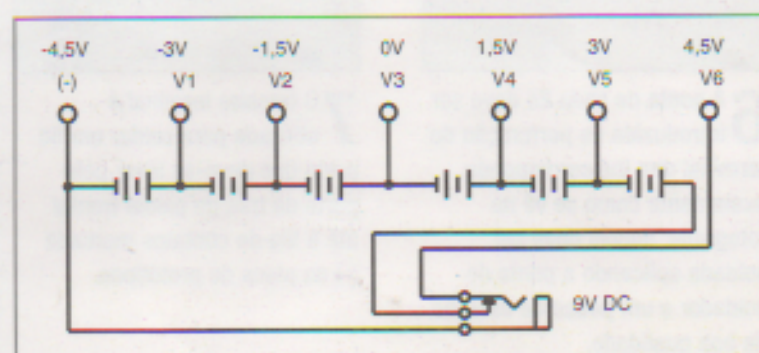
O laboratório será dotado de um conector para que este possa receber uma alimentação contínua de 9 V desde uma fonte de alimentação externa.

Materiais

1. Conector alimentação
2. Fio preto



1 Coloca-se um conector para obter uma fonte de alimentação externa; o negativo se leva a (-) e o positivo a V6. Ao introduzir este, deve-se acionar o comutador que incorpora o conector do laboratório, desconectando-se V6 do positivo das pilhas e conectando-se ao positivo do alimentador.

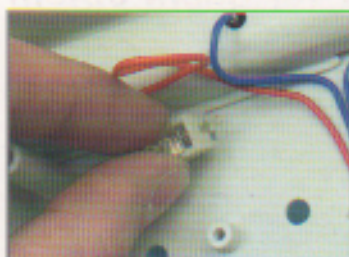


2 O alimentador deve ser conectado a (-) e a V6. V1 a V5 devem permanecer conectados às pilhas. Estas podem ser retiradas quando não se necessitam conexões intermediárias. Quase todas as montagens poderão ser alimentadas desde uma fonte de alimentação externa.

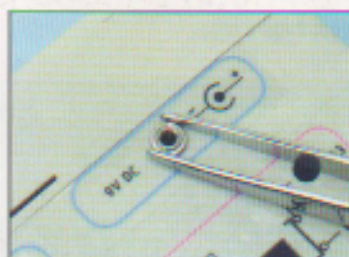
Truques

Este conector permite a utilização de fontes de alimentação externas, das que existem muitas marcas e modelos. Deve dispor de uma saída de 9 V e proporcionar uma corrente de uns 300 mA no mínimo, que deve ser contínua. Muitos fontes têm a facilidade de mudar a polaridade. O positivo deve ser conectado sempre a V6. Pode-se comprovar a polaridade correta usando o laboratório: deve-se conectar o terminal do cátodo de um diodo LED, por exemplo T34, a (-) e entre o terminal do ânodo do LED utilizado, neste caso T33, e V6 será conectado um resistor de 2K2 ou de 3K3. Se a polaridade for correta, o LED se iluminará.

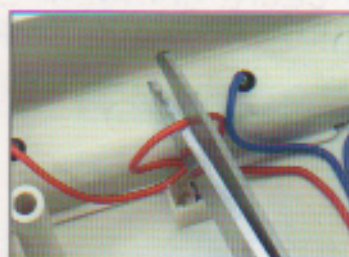




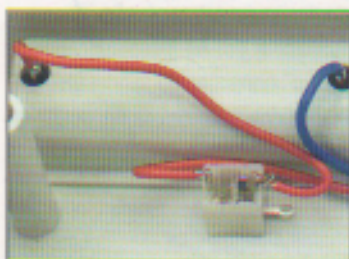
3 O conector tem uma porca que deve ser retirada antes de inseri-lo no orifício onde deve ser colocado. Deve ficar exatamente da forma que se vê na fotografia.



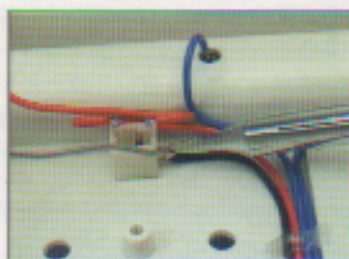
4 Deve-se manter o conector na sua posição correta com uma das mãos e com a outra deve-se aproximar a porca, depois se aperta com um alicate de ponta fina, evitando arranhar a parte frontal do equipamento.



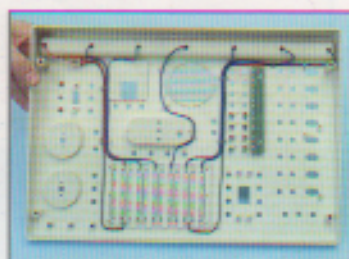
5 O fio vermelho que leva a alimentação a V6 deve ser cortado, de maneira que os extremos cortados possam chegar aos terminais do conector. Deve-se descascar entre 2 e 3 mm a ponta de cada um deles.



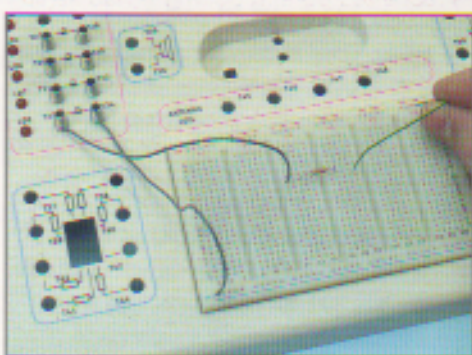
6 A ponta de cada fio deve ser introduzida na perfuração do terminal que lhe corresponde, exatamente como se vê na fotografia; depois deve ser soldada aplicando a ponta do soldador e um pouco de estanho de boa qualidade.



7 O terceiro terminal é utilizado para soldar um fio preto que deve-se levar pela parte de trás do painel frontal até a fila de contatos marcada (-) na placa de protótipos.



8 O laboratório tem duas possibilidades de alimentação: à pilha ou através de uma fonte de alimentação externa. Os fios podem ser presos com silicone que se deve esperar que se sequem antes de dar a volta ao laboratório.

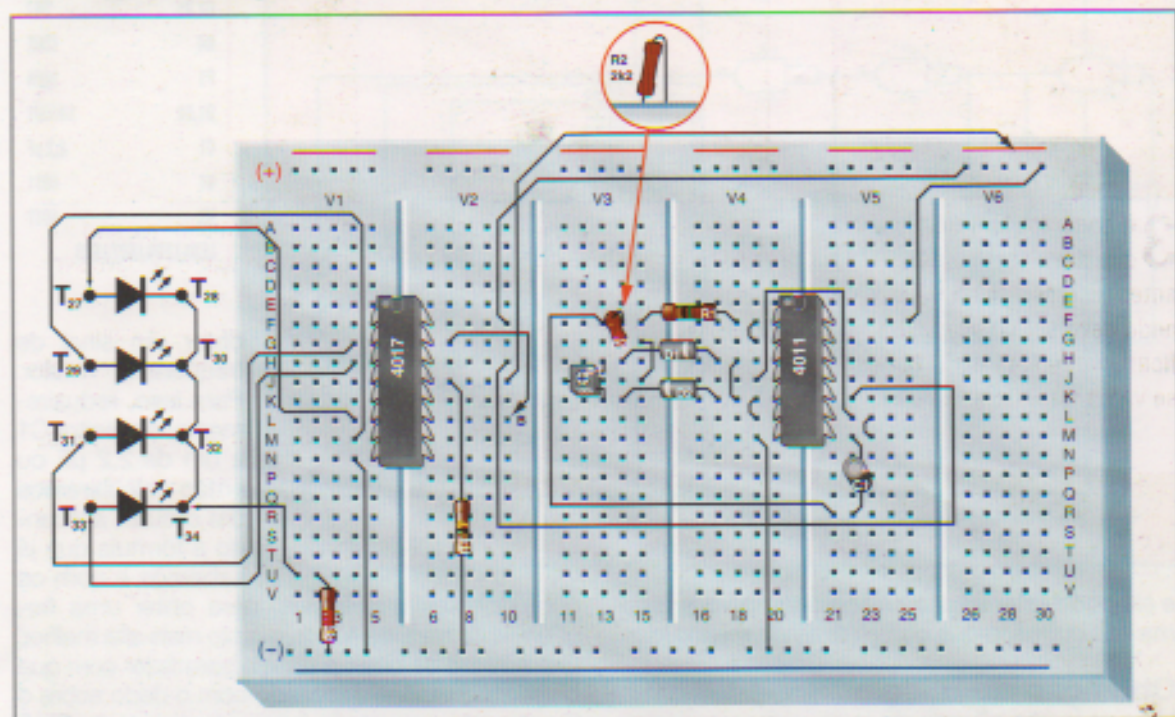


9 A polaridade da alimentação deve ser comprovada cada vez que se modifique a fonte de alimentação, principalmente quando se tratar de alguma fonte de alimentação na que seja fácil modificar a polaridade.



10 A utilização de uma fonte de alimentação externa é uma vantagem quando o consumo dos equipamentos é alto já que evita o gasto de pilhas.

Neste experimento, o circuito servirá de divertimento. Você poderá competir com os seus amigos para ver quem obtém mais pontuação.



Com este circuito e definindo uma pontuação a cada um dos quatro diodos LED do circuito, podemos nos distrair e tentar melhorar em cada jogada ou superar a pontuação obtida por algum adversário. Também podemos estabelecer vários graus de dificuldade, e para tanto bastará simplesmente mudar a ligação da forma como explicaremos mais adiante. Assim, existe a possibilidade de que nenhum dos diodos LED se ilumine, de maneira que o jogo será mais emocionante. Para isso, claro, temos que utilizar um relógio com uma frequência muito elevada, para que o resultado seja imprevisível.

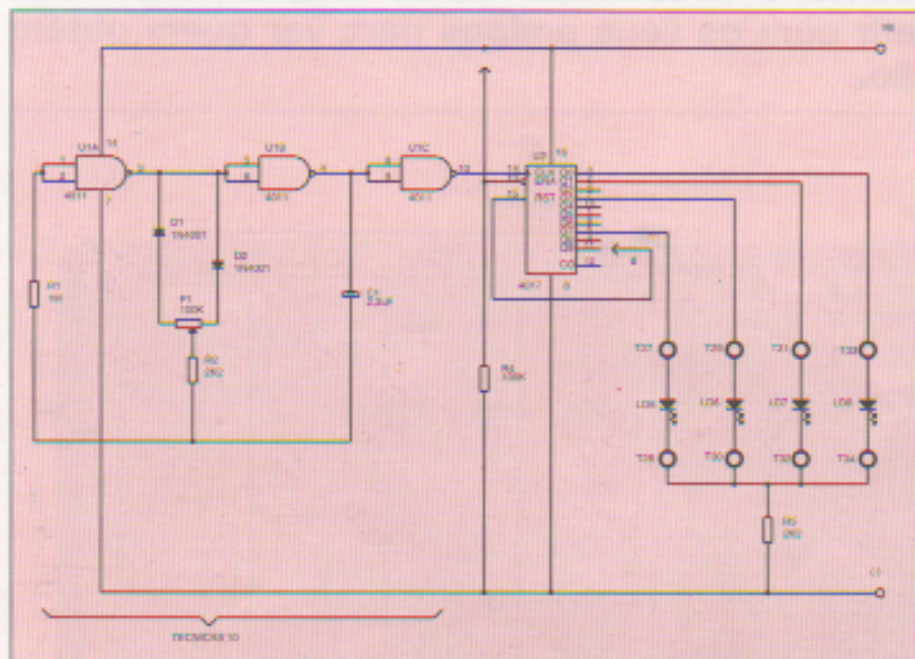
O jogo

Neste jogo poderemos estabelecer vários graus de dificuldade. Vamos ver o nível mais simples possível. Neste nível sempre pontuaremos, já que teremos só os quatro diodos conectados às saídas Q0, Q1, Q2 e Q3. A saída Q4 deve ser ligada ao terminal de RESET (terminal 15). Se queremos tornar o jogo mais difícil, deixaremos a saída Q4 livre e conecta-

remos o RESET à saída Q5, daí já podemos ter outra opção na que se complica um pouco o jogo. Se queremos um nível de dificuldade máxima, a conseguiremos quando utilizamos todas as saídas possíveis do circuito integrado, que são 11. Desta forma, se você distribuir os LED do modo como indicamos na montagem, entre as 11 possibilidades só conseguiremos obter alguma pontuação em 4, mas todas as outras 7 possibilidades restantes podem ocorrer e não se iluminar nenhum LED. Neste caso, para que o circuito esteja funcionando de forma contínua devemos conectar a entrada do terminal 15 (RESET) à massa, senão o circuito não funcionaria e a saída

Q0 permaneceria sempre ativa, assim como o diodo LED se estivesse ativado. A distribuição de pontos que vamos fazer a cada um dos diodos não vai importar, já que a dificuldade de acertar depende mais da distribuição dos LED nas saídas do circuito integrado, como já vimos. Você pode chegar a estranhar quando nos referimos a 11 saídas, já que de Q0 a Q9 há só 10, mas é que a saída CO é um tanto especial,

Uma frequência elevada vai garantir a maior dificuldade e a impossibilidade de prever o jogo.



componentes

R1	1M
R2,R5	2K2
R4	100K
P1	100K
D1,D2	1N4001
C1	2,2 μF
U1	4011
U2	4017
LED5,LED6,LED7,LED8	

obter um sinal de frequência maior. Para isso, reduziremos o capacitor C1 a um de 2,2 μF ou então calcularemos um circuito, aplicando a fórmula que já sabemos e com os

e ela pode estar ativa ao mesmo tempo que alguma das outras, o que complica ainda mais o jogo.

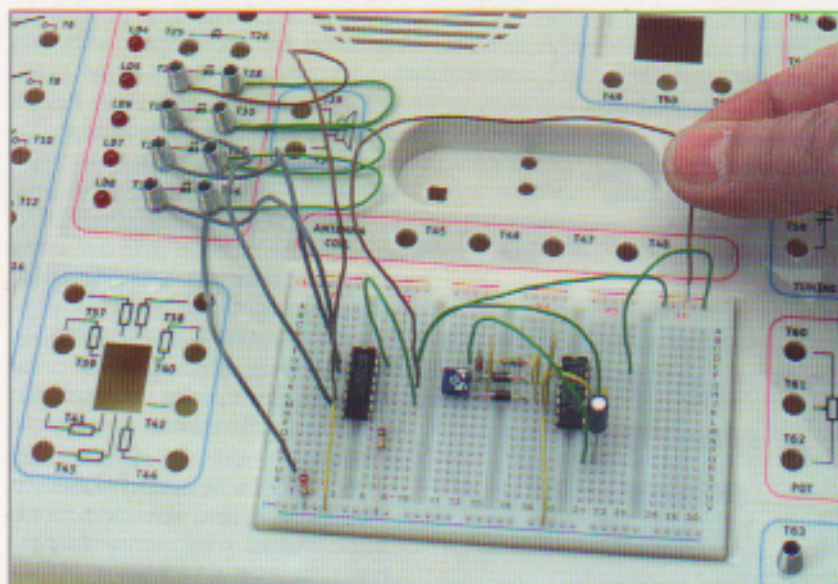
Obtenção do relógio

Uma vez vista a teoria do jogo, vamos ver como colocamos o circuito em funcionamento. Quando tenhamos ligado todo o circuito da maneira indicada no esquema, temos que procurar um relógio para que funcione. Podemos usar o do experimento TÉCNICAS 10, com algumas mudanças para

componentes que temos, para obter uma frequência de mais de 10 Hz, quanto mais alta melhor. Outra forma de obter o relógio para fazer com que o circuito funcione é tocando com o dedo sobre o fio que está conectado à entrada do relógio CLK, as interferências que podemos transmitir serão captadas e consideradas como níveis lógicos.

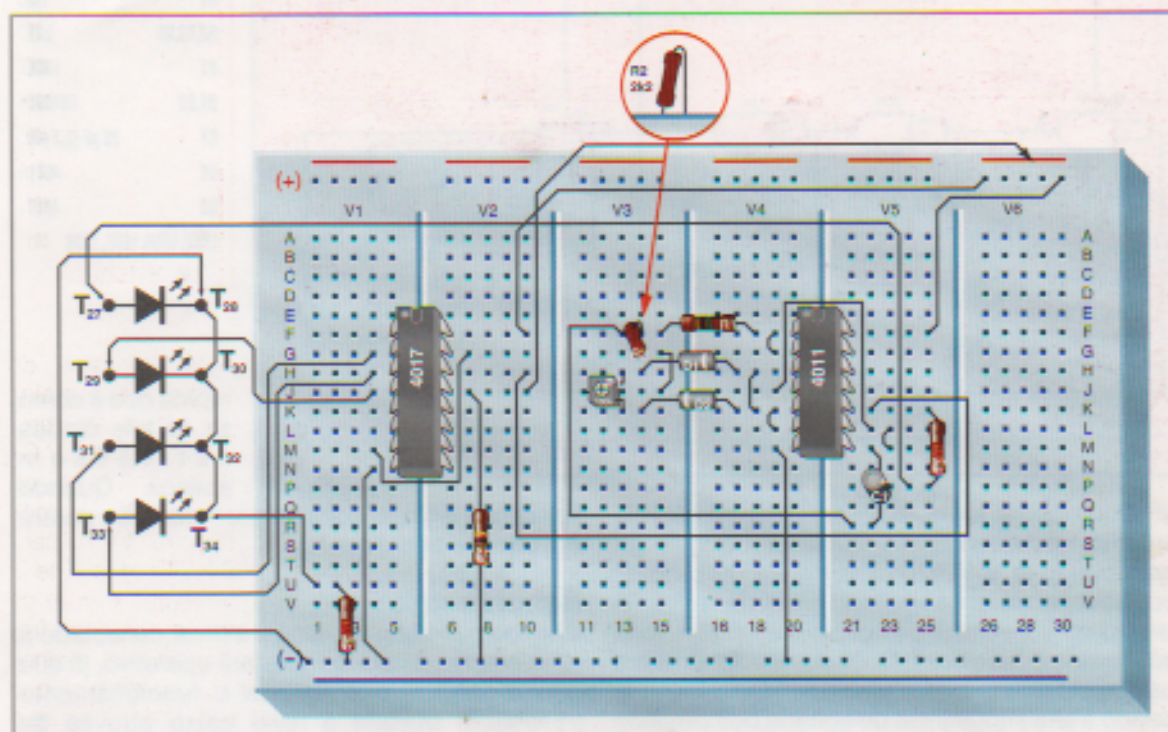
Funcionamento

Quando já temos um relógio ligado ao circuito, bastará uni-lo à alimentação para que funcione de forma continuada, podendo pará-lo quando quisermos, e para isso teremos que ligar o terminal 13, que está posto à massa, através do resistor R1 ao positivo da alimentação. Desta forma, paramos a conta num ponto que será a saída final. Cabe a possibilidade de fazê-lo ao contrário, ou seja, ligando o resistor R1 entre o terminal 13 e V6, e assim, o circuito estará parado. Quando você ligar o terminal 13 à massa através de um cabo, o circuito contará, o voltaremos a levantar e vamos obter a saída.



Você parará o jogo quando conectar o terminal 13 a V6.

A elevada frequência do oscilador fará com que o signo seja totalmente aleatório.



O circuito nos permite obter diretamente os sinais da loteria esportiva ao realizar a ligação indicada com uma flecha no esquema. Usaremos três LEDs. Cada um representará o '1', o 'X' e o '2' e se iluminarão de forma cíclica enquanto você mantiver a ligação. O brilho ocorrerá uma velocidade tão rápida que não se poderá ver qual é o estado de cada um. Quando se tira a ligação, um dos três diodos permanecerá iluminado e assim já teremos um signo para marcar. O fato de que a velocidade seja tão rápida evita a repetição do mesmo signo quando estamos fazendo uma loteria e tocamos periodicamente.

O integrado

O 4017 é um circuito integrado de grande utilidade e aplicação no mundo da eletrônica. Não podemos colocá-lo dentro de nenhum tipo de integrado uma vez que não é um contador, nem um divisor propriamente dito, embora ele seja conhecido como contador em anel porque em qualquer momento há uma, e só uma, saída ativa que vai mudando de uma saída à seguinte cada vez que

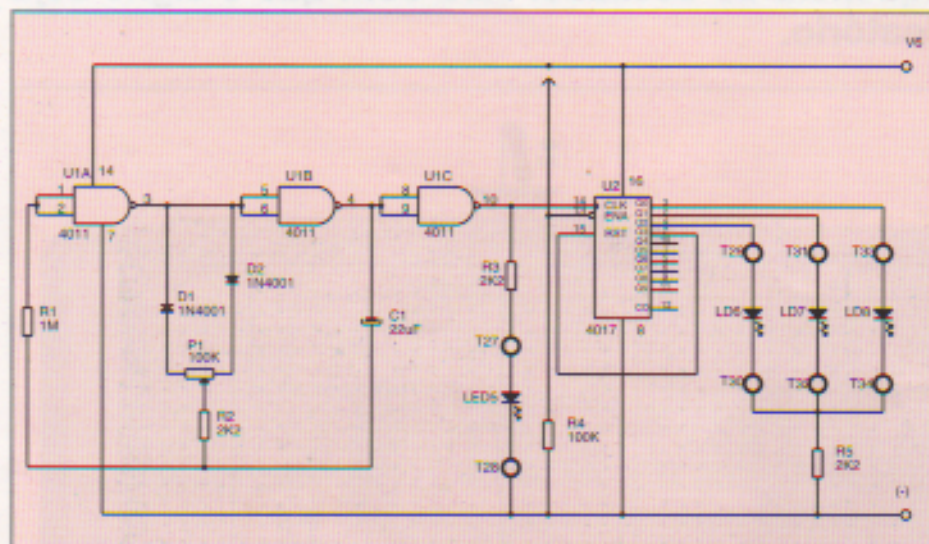
entra um impulso pelo terminal CLK, siglas que costumam definir o terminal do relógio (clock) e por meio do qual o circuito recebe a ordem de mudar para a saída seguinte. Isto acontece de maneira tão simples quanto introduzir um lado de subida, ou, o que é a mesma coisa, uma mudança de nível baixo '0' a nível alto '1'.

Vamos fazer uma observação sobre o sinal do relógio (clock). Um sinal de relógio não é mais que um sinal quadrado periódico, quer dizer, que se repete a cada certo tempo.

Obtenção do relógio

O funcionamento da montagem de um relógio é muito simples. Para isto, necessitamos um sinal de relógio, que vai ser um motor para que o circuito funcione. Como já dissemos, é preciso ter um sinal de relógio que seja muito rápido e por isso, se utilizamos o experimento TÉCNICAS 10 do circuito oscilador com ciclo variável, por ter uma frequência muito pequena, vamos ter que mudar algum componente para que nos sirva, e nada mais fácil que mudar o capacitor. Assim, passaremos este de 22 μF a 2,2

O jogador terá de acertar qual LED se iluminará entre os três possíveis.



componentes

R1	1M
R2,R3,R5	2K2
P1	100K
D1,D2	1N4001
C1	22 µF (2,2 µF)
U1	4011
U2	4017
LED6, LED7, LED8	

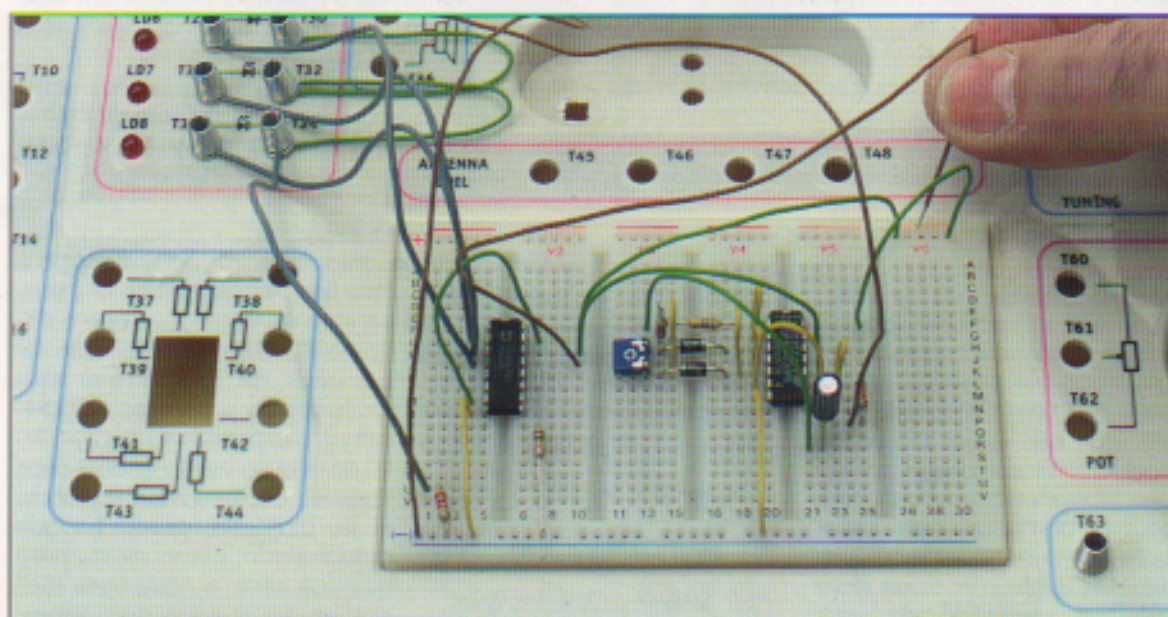
rápida que é como se os três diodos estivessem acesos. Quando

µF o que lhe vai tornar 10 vezes mais rápido. No entanto, recomendamos começar com 22 µF para observar o funcionamento do circuito. A outra forma de conseguir um sinal de relógio é um pouco especial. Pode parecer esquisito, mas nós mesmos seremos a fonte do relógio. Embora pareça estranho, somos fonte de interferências e devido à alta impedância de entrada dos circuitos CMOS, estes podem captá-las e tomar como níveis lógicos '1' e '0'. Desta forma, com o extremo do fio vai ao terminal CLK do nosso integrado posicionado entre os nossos dedos, veremos como nosso circuito conta de forma tão

soltarmos o fio, o acendimento dos três parará em um dos três diodos.

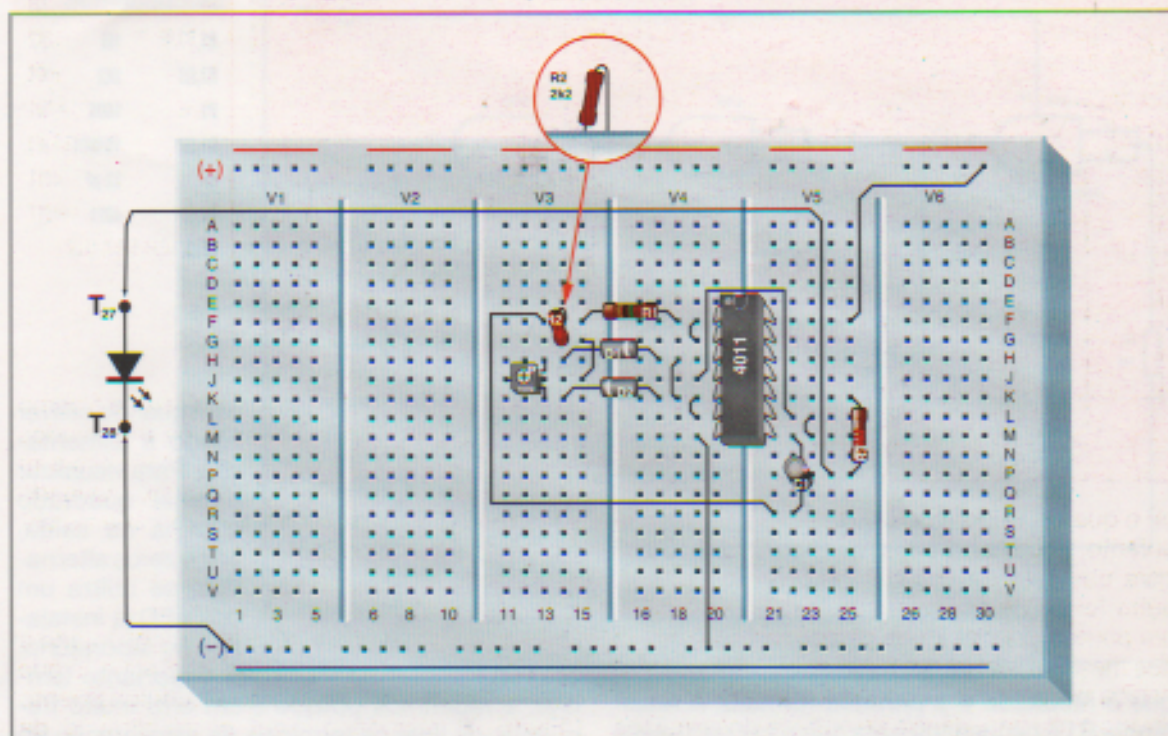
Funcionamento

Quando o circuito de relógio estiver conectado à alimentação, o circuito já estará operativo, já que tem a entrada que habilita o funcionamento (/ENABLE) ativada a nível baixo através da resistência R1 de 1M. O circuito integrado irá deslocando o sinal de saída entre as três saídas Q0, Q1 e Q2, de forma que ao chegar a Q3, este sinal se aplica ao terminal de RESET e passa de novo a saída ativa a Q0.



A conexão entre o terminal 13 do 4017 e V6 se utiliza para parar a contagem.

Este oscilador permite variar o tempo em que o sinal de saída é um ou zero.



Até agora tínhamos visto a montagem de um oscilador que nos proporcionava um sinal de saída com um ciclo de trabalho de 50%, quer dizer, que o sinal se mantinha a nível alto o mesmo tempo que a nível baixo. Com este novo circuito poderemos variar o ciclo de trabalho e criar sinais que permaneçam muito tempo a nível alto e muito pouco a nível baixo, ou vice-versa. Calcula-se o valor dos componentes para que a frequência seja o suficientemente pequena e para poder ver o sinal de saída mediante um diodo LED. A saída do oscilador, terminal 4 do circuito integrado, não deve ser usada como saída e se intercala uma porta inversora entre esta e o diodo LED utilizado como testemunha do funcionamento do circuito.

Funcionamento

Os componentes que permitem regular o tempo em que o sinal de saída permanece em estado alto ou baixo são os diodos D1 e D2 e o potenciômetro P1, que é o que em realidade nos permitirá variar a resistência e, portanto, os tempos. Para canali-

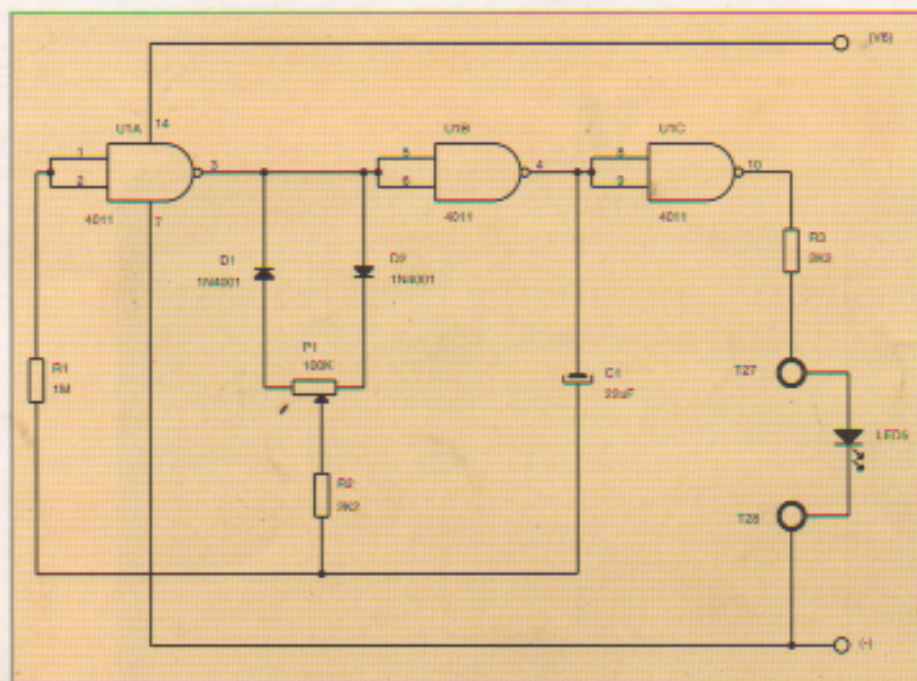
zar de forma independente a variação de cada um dos tempos de carga e descarga, o diodo D2 será utilizado para a carga e o D1 para a descarga. O diodo LED, como é habitual, nos servirá como testemunha do estado da saída. Como sempre, o tempo de carga imposto por uma rede R-C é o que marca a temporização.

Cálculos

Se montamos o circuito anterior obteremos uma frequência na saída que vem dada pela fórmula $f = 1/(2,2 \cdot (R_2 + P_1) \cdot C_1) = 1/(T_1 + T_2)$. Desta forma, sabemos que a frequência de saída depende do valor de uma resistência e um capacitor, como em todos os circuitos osciladores. No entanto, neste caso podemos liberar os tempos em estado alto, $T_1 = 1,1 \cdot R_a \cdot C_1$ e $T_2 = 1,1 \cdot R_b \cdot C_1$,

que é o tempo em estado baixo. R_a é a resistência soma de R_2 mais a parte da resistência do potenciômetro que fica para o lado do diodo D1. R_b é a soma do potenciômetro que fica na outra parte do potenciômetro P1 mais R_2 . Se somamos os dois tempos poderemos comprovar

O ciclo de trabalho é ajustado com um potenciômetro.



componentes

R1	1M
R2,R3	2K2
P1	100K
D1,D2	1N4001
C1	22 µF
U1	4011
LED5	

ará quando estiver ligado à alimentação. Para visualizar o sinal quadrado que há na saída, uns e zeros alternados, se utiliza um dos LED já instalados no laboratório. É importante lem-

que o resultado é a primeira fórmula. A resistência R1 é necessária para que o circuito oscile e o seu valor deve ser bem alto; para garantir um bom funcionamento deve estar compreendida entre 5 e 10 vezes o valor de $P1+R2$. No que se refere ao capacitor, não é recomendável que supere os 100 µF, já que pode ter problemas de estabilidade.

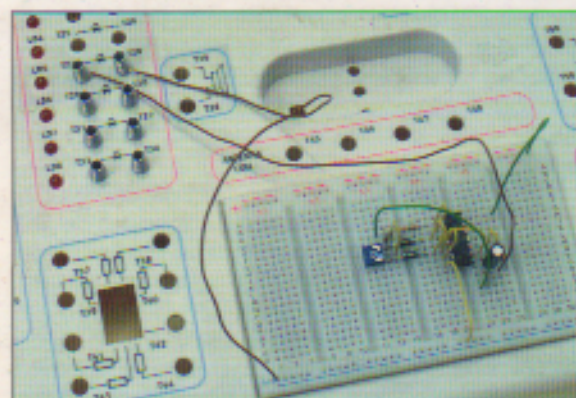
Colocação em funcionamento

Para provar o circuito com todos os componentes montados, bastará conectá-los da maneira indicada no esquema, já que o circuito funcio-

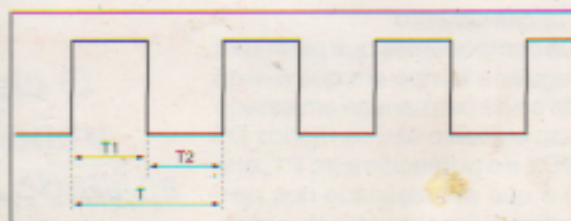
nará quando estiver ligado à alimentação. Para visualizar o sinal quadrado que há na saída, uns e zeros alternados, se utiliza um dos LED já instalados no laboratório. É importante lem-

Variando a frequência

O período total do sinal quadrado que obtemos na saída do oscilador astável de ciclo variável é de uns 5 s, podendo variar o estado alto e baixo dentro destas margens. Desta forma, se colocamos o potenciômetro completamente para o lado esquerdo, teremos um nível alto muito pequeno ao ser $Ra=2K2$, $T1=0,1s$, e a saída estará sempre a nível baixo. Quando o situamos totalmente virado para a direita acontece exatamente o contrário, pois estará praticamente sempre a nível alto. Variando R2, mudamos o período do sinal total, assim; podemos experimentar modificando o valor desta.



O potenciômetro P1 é usado para ajustar o tempo no qual o sinal da saída está a nível alto e baixo.



Com P1 se ajusta a relação entre T1 e T2, mas T permanece constante.