

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

FCG

00043



8 414090 707138

**Teoria**

Circuitos reguladores de tensão

**Técnicas**

Astável com três transistores

**Audio**

Sirene modulada por luz

Campainha com melodia

Gerador digital de áudio

**Componentes**

Registro duplo de deslocamento de 4 bits

**Controle**

Controle de iluminação de 8 LED

**O laboratório**

Reparação de fios



**Editor**  
Julio Goñi

**Diretor Editorial**  
Julio Rodríguez

**Diretor de Produção**  
Gregorio Goñi

**Ajudante de Produção**  
Begoña Piriz

**Diretora da obra**  
Marisa Fernández Rubí

**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.F.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

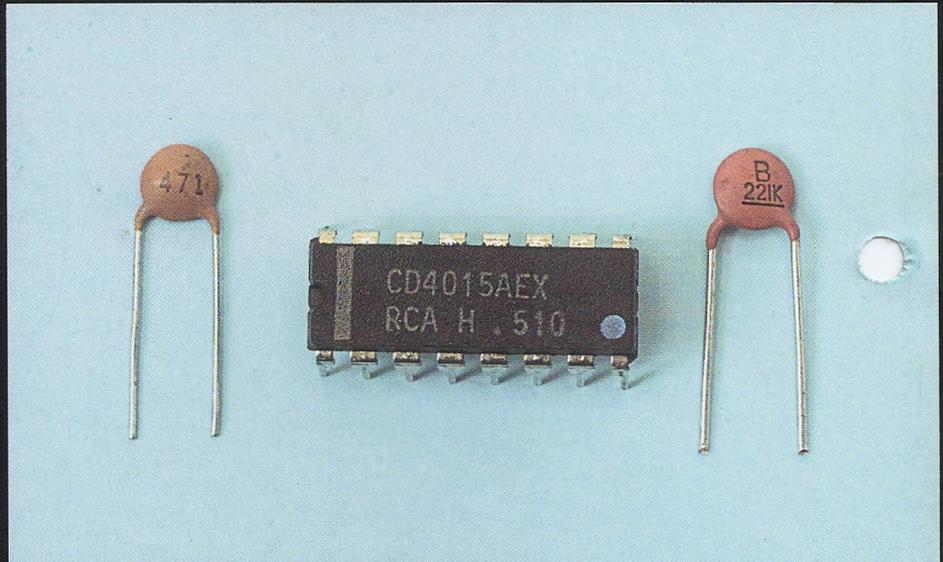
Printed in Spain  
Depósito Legal: M-10820-99  
ISBN da obra: 84-89617-60-0

OS FASCÍCULOS VÃO ACOMPANHADO COM  
PEÇAS OU COMPONENTES ELECTRÓNICOS  
DE BRINDE

# Monte o seu LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA

## Componentes fornecidos:

- 1 Circuito integrado 4015
- 1 Capacitor 220 pF cerâmico
- 1 Capacitor 470 pF cerâmico



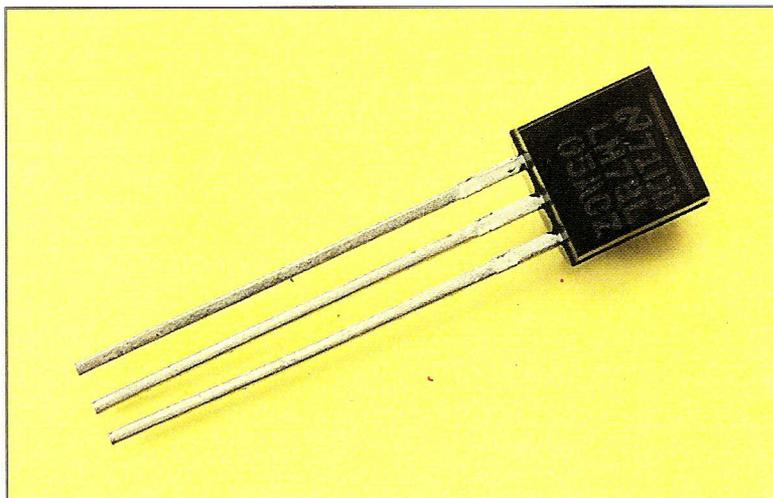
Com este fascículo continua o fornecimento de componentes para realizar mais experimentos.

## Muitos circuitos eletrônicos necessitam uma tensão de alimentação contínua que se mantenha dentro de uma margem muito estreita de tensão

Uma fonte de alimentação simples pode ser muito útil mas também pode apresentar algumas limitações que a torna inviável de ser empregada em determinadas aplicações. Alguns circuitos não suportam os seguintes problemas: filtragem insuficiente, variação de tensão da fonte - ao variar a carga - e risco de danos por falta de proteção. Todos estes problemas que acabamos de descrever podem ser solucionados com os estabilizadores de tensão, também denominados reguladores de tensão, que podem estar desenhados com componentes discretos ou bem com circuitos integrados, e há uma grande variedade destes últimos.

### Filtragem insuficiente

Quando a filtragem é insuficiente, se produzem efeitos perturbadores no funcionamento do aparelho alimentado. Por exemplo, um amplificador de áudio costuma transmitir



Pequeno regulador tipo 78L05, tensão de saída de 5V.

gle point regulation. The voltages available allow regulators to be used in logic systems, instrumentation, and other solid state electronic equipment. Designed primarily as fixed voltage regulators these can be used with external components to obtain

6XX series is available in an aluminum TO-3 package will allow over 1.0A load current if adequate heat provided. Current limiting is included to limit the but current to a safe value. Safe area protection for transistor is provided to limit internal power dissipation provided, the thermal safe area protection for preventing the IC from overheating. Circuit effort was expanded to make 6XX regulators easy to use and minimize the number

the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

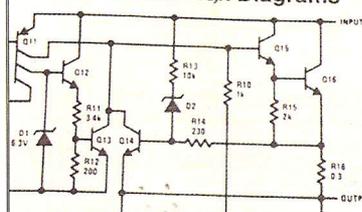
### Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

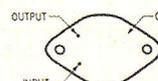
### Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

### Schematic and Connection Diagrams



Metal Can Package  
TO-3 (K)  
Aluminum



Bottom View

TL/H/7748-2

Order Number LM7805CK.

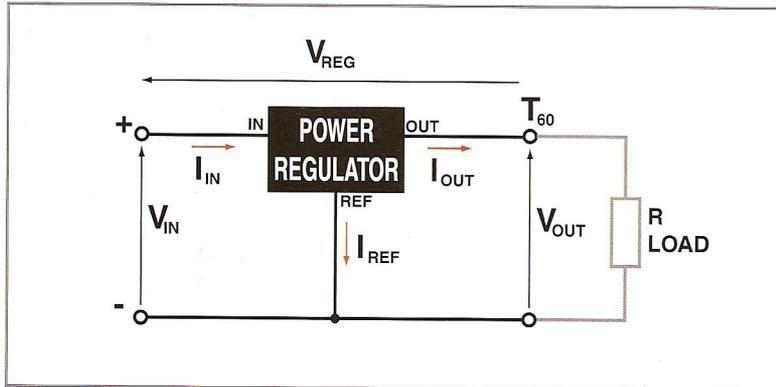
Para conseguir o máximo rendimento dos circuitos integrados reguladores é conveniente conhecer muito bem as suas características.

um ruído incômodo de 50 ou 100 Hz que se escuta nos altofalantes misturado com o som original. Num televisor, além do zumbido no som, é possível que se observem algumas ondulações da imagem que se deslocam em sentido vertical à imagem que aparece na tela.

Teoricamente, este problema pode ser solucionado aumentando a capacidade do capacitor de filtro até o valor necessário; mas o que acontece é que o tamanho do mesmo aumenta consideravelmente, e além disso, podem chegar a necessitar valores de capacidade não existentes no mercado. O circuito regulador pode chegar a eliminar parte do encrespado que o filtro não elimina, mas a pesar disso, o filtro sempre é necessário.

### Regulação com a carga

Quando a fonte de alimentação não é regulada, a tensão medida à saída da fonte de alimentação varia com as variações da carga. Isto pode ser comprovado conectando um multímetro na fonte de alimentação de um amplificador de áudio. Alguns equipamentos não suportam estas variações que podem afetar em grande medida o funcionamento do mesmo.



A tensão que não chega à carga cai no regulador  $V_{reg}$ .

### Variações na entrada

Também existem oscilações na tensão de entrada, que se transmitem através do transformador, devido a variações na tensão de rede que se produzem por diversas circunstâncias. Estes problemas e os anteriores se solucionam empregando os circuitos estabilizadores que mantêm a tensão de saída com variações muito pequenas, quer dizer, praticamente constante e independente das oscilações da tensão de entrada e das da corrente de carga, dentro de margens razoáveis de variação. O estabilizador

se coloca sempre entre o filtro e o circuito que será alimentado.

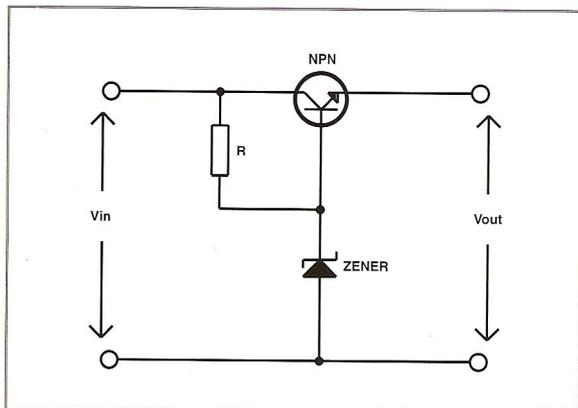
É necessário, também, prever a fonte, de maneira que a máxima corrente entregue ao estabilizador uma tensão um pouco maior que a necessária. Por último, é conveniente chamar a atenção para o fenômeno de estabilização que se produz às custas de uma queda de tensão em dito elemento, o que leva um consumo de potência com a conseguinte dissipação de calor, em função de dita queda e da corrente de carga.

### Tipos de reguladores

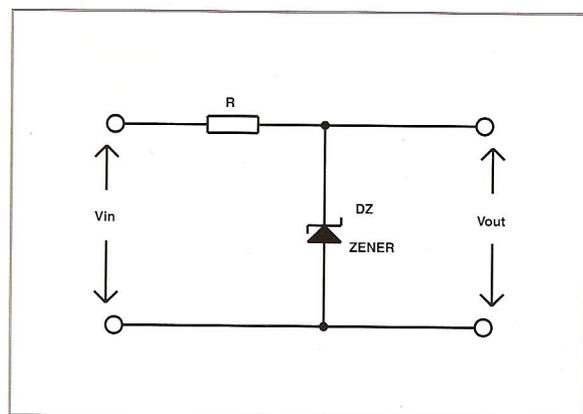
Existem dois sistemas estabilizadores de tensão cuja denominação depende da posição relativa que ocupe o circuito regulador: regulador paralelo, conectado em paralelo com a carga, e regulador série, conectado em série com a carga.

### Reguladores paralelo

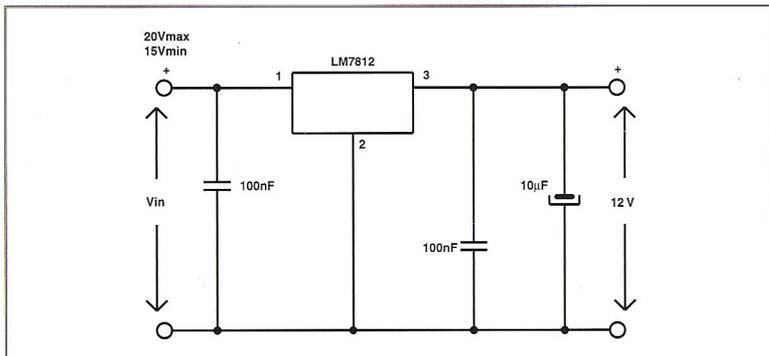
Neste sistema, o elemento estabilizador está colocado em paralelo com a carga e a sua forma de trabalho consiste em absorver grande quantidade de corrente nos momentos em que esta não é consumida pela carga, não conduzindo ou fazendo-o em pequena quantidade quando a carga alcança o limite máximo. Desta maneira, se consegue que a corrente que o filtro entrega seja praticamente constante, e por conseguinte a tensão de saída também. No caso de que se produzam variações na rede o comportamento é o mesmo, já que o estabilizador responderá ante elas, variando a corrente que o atravessa, e neste caso também a corrente do filtro, o



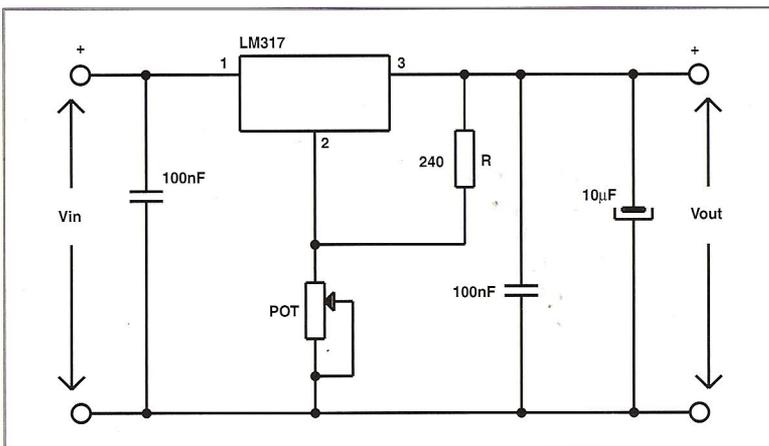
Este regulador série é muito simples, porém eficaz quando não se necessita uma regulação muito precisa.



O regulador paralelo mais simples se constrói com uma resistência e um diodo zener.



Regulador integrado com corrente máxima de 1 A e com um número mínimo de componentes.



Regulador de tensão, com tensão de saída ajustável.

que provocará uma variação da tensão contrária à que recebe, compensando-se o efeito total.

O circuito mais simples para construir reguladores paralelo é o diodo zener, o qual é capaz de manter uma tensão constante nos seus terminais de uma forma quase independente da corrente que o atravessa, quando se encontra polarizado acima da sua tensão zener nominal. No circuito paralelo com diodo zener, a resistência R é a encarregada de absorver a diferença de tensão que existe entre a saída do filtro e a tensão do zener. Também podem ser construídos reguladores paralelo mais

complicados com transistores, no entanto, este tipo de estabilizador não se usa muito na

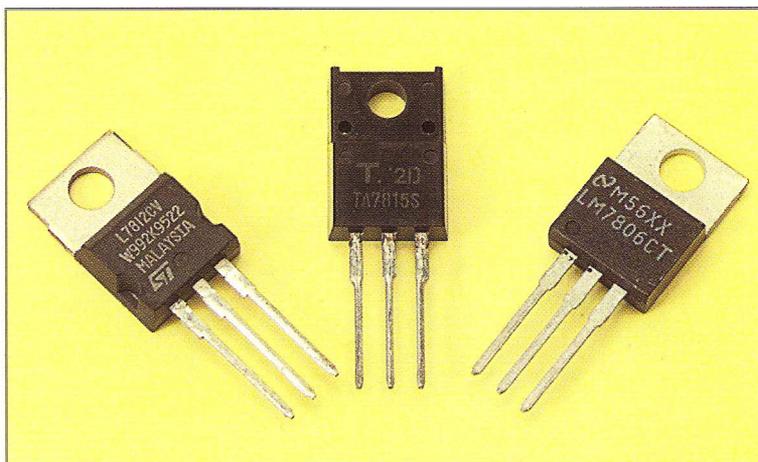
prática, devido a que o rendimento é baixo.

**Estabilizador série**

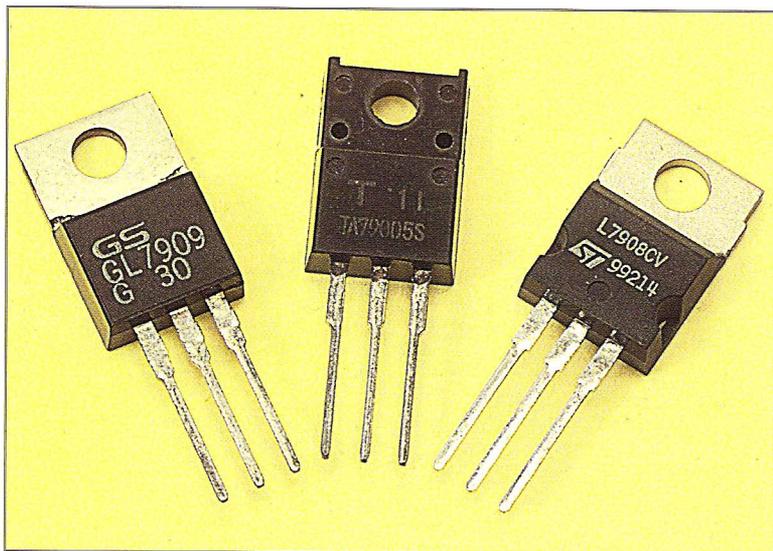
Este tipo de regulador é muito mais utilizado e atua diretamente sobre as variações de tensão, absorvendo as flutuações, para conseguir na sua saída uma tensão estabilizada. O circuito mais simples consiste em um transistor com um diodo zener na sua base que o obriga a dar uma tensão constante na saída sobre a carga.

**Dissipação máxima**

Quando se emprega um circuito regulador série é preciso ter muito claro o conceito da máxima dissipação de calor que o integrado suporta, incluindo, como é lógico, a capacidade ampliada por um dissipador. O primeiro que é preciso levar em conta é que a tensão de saída somada com a que cai no regulador é igual à tensão de entrada, e o segundo é que a corrente que atravessa a carga é quase a mesma que atravessa o regulador. Suponhamos que temos um circuito que consome 800 mA e que se alimenta a 12 volts, temos um sistema de alimentação não



Reguladores de tensão positiva da família 78XX.



Reguladores de tensão negativa da família 79XX.

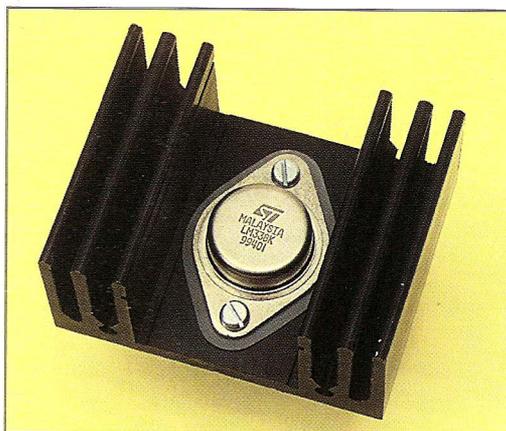
está abaixo dos 15, o que nos indica que o regulador é adequado para esta aplicação.

### Reguladores integrados

Os reguladores lineais integrados são muito cômodos de utilizar e necessitam muito poucos componentes exteriores, um dos reguladores integrados de tensão positiva mais populares que entregam uma corrente máxima de 1 A são os da família 78, que estão ajustados para alguns valores fixos da tensão de saída, por exemplo 7805, 7808, 7812, 7815 e 7818, com tensões de saída de 5, 8, 12, 15 e 18 volts, respectivamente.

estabilizado que entrega na sua saída uma tensão filtrada contínua e não estabilizada que pode chegar a 20 volts. Temos um regulador série cuja corrente máxima é de 1 A e que admite uma tensão máxima na sua entrada de 35 volts. Com estes dados o regulador parece perfeito, mas ainda nos falta um dado, é necessário saber quanto calor pode dissi-

par, o comprovamos, e com um bom radiador pode dissipar 15 W. A queda de tensão no regulador é de 20 - 12 = 8 volts e a corrente 0,9 A, pelo que a potência que o regulador tem que dissipar será de  $8 \times 0,9 = 7,2 \text{ W}$ , que



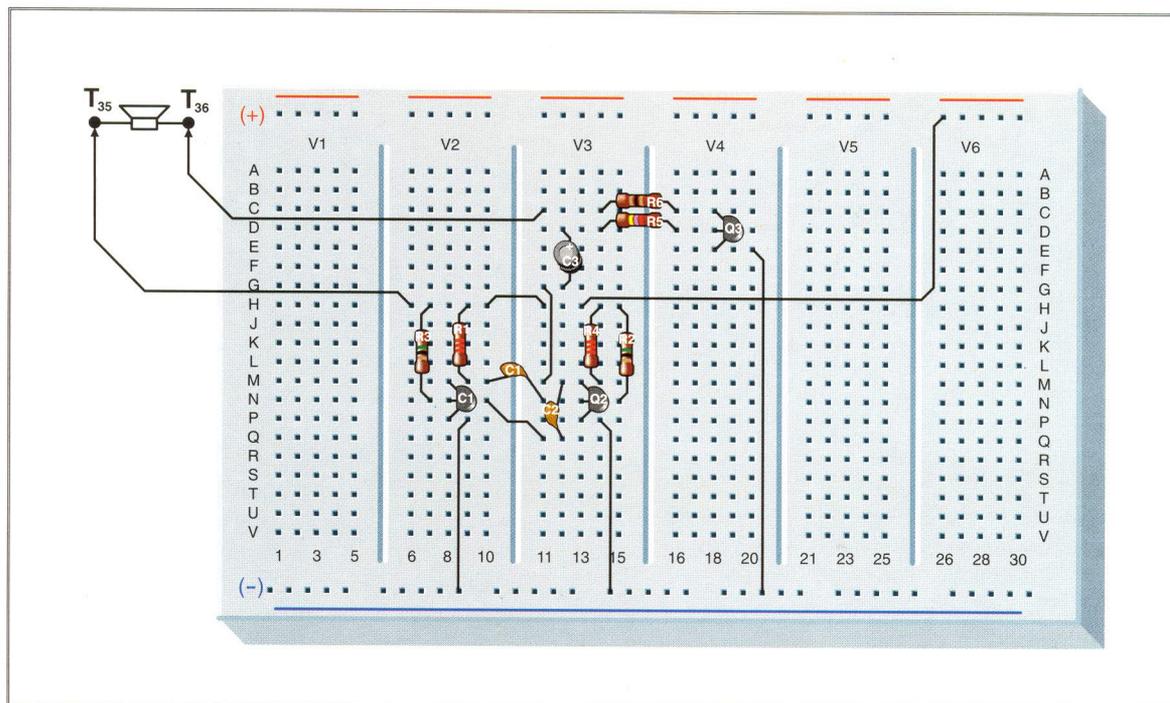
Quando a potência a ser dissipada é muito elevada se recorre à utilização de dissipadores.



Reguladores do tipo 317 com diferentes encapsulados.

Muitos dos reguladores integrados têm certa proteção contra sobrecargas, de maneira que diminuem automaticamente a tensão de saída ao ultrapassar o umbral definido. Também existem circuitos integrados reguladores cuja tensão de saída pode ser fixada por meio de componentes exteriores, normalmente um potenciômetro ou um par de resistências.

## Gerador simples de som



**E**ste experimento é muito simples e além disso rápido de montar, portanto é muito recomendável para aquelas pessoas que dispõem de pouco tempo para experimentar. A primeira parte do circuito é um oscilador astável totalmente simétrico, a saída é uma onda quadrada e a sua frequência depende dos valores escolhidos para os componentes R2, R3, C1 e C2. O circuito funciona com qualquer tensão contínua compreendida entre os 5 e os 9 volts, embora seja possível que funcione com valores ainda menores. A saída se toma do coletor de um dos transistores e se leva a outro transistor, que excita um alto-falante, para que o som se torne audível e possa ser comprovado que o circuito está oscilando.

### O circuito

O circuito é um esquema clássico empregado para construir astáveis com transistores, e demonstrar que nem sempre é necessário usar um circuito integrado especializado. A frequência do circuito pode ser aumentada utilizando valores mais pequenos para as resistências R2 e R3, e também para os capacitores C1 e C2, para que a onda seja simétrica devem ser iguais dois a dois. Os transistores também têm que

ser iguais. Este tipo de oscilador tem a vantagem de que tem um funcionamento muito seguro e começa sempre a oscilar com facilidade.

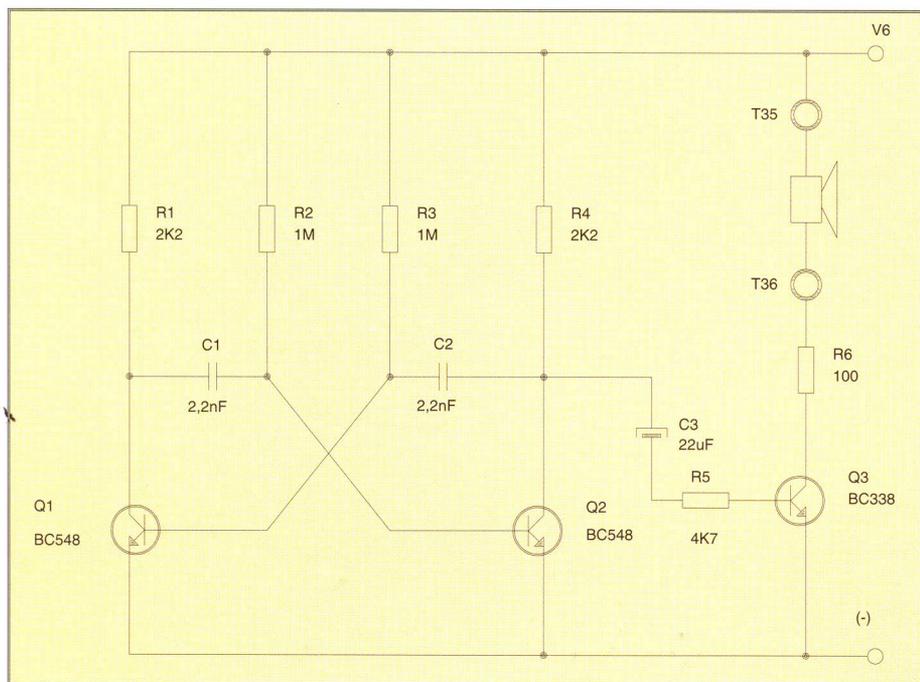
### Colocação em funcionamento

O circuito tem poucos componentes e deve funcionar na primeira no momento em que o conectarmos à alimentação. A única dificuldade é escolher bem os transistores, e colocá-los na placa principal do laboratório de tal maneira que cada terminal se introduza no lugar adequado. Se a frequência for muito baixa não se escutará o som no alto-falante e se for muito alta menos ainda, já que o ouvido não seria capaz de escutá-la.

### Experimento 1

Se observamos o circuito, veremos que o capacitor C3 desacopla a componente contínua e a base do transistor Q3 só recebe impulsos. O circuito pode ser melhorado acrescentando uma resistência de polarização de base ao transistor Q3, este se realiza conectando uma resistência de 1M entre a base e o coletor de Q3. Para algumas frequências notará alguma mudança no som.

*Astável clássico  
com transistores*



**componentes**

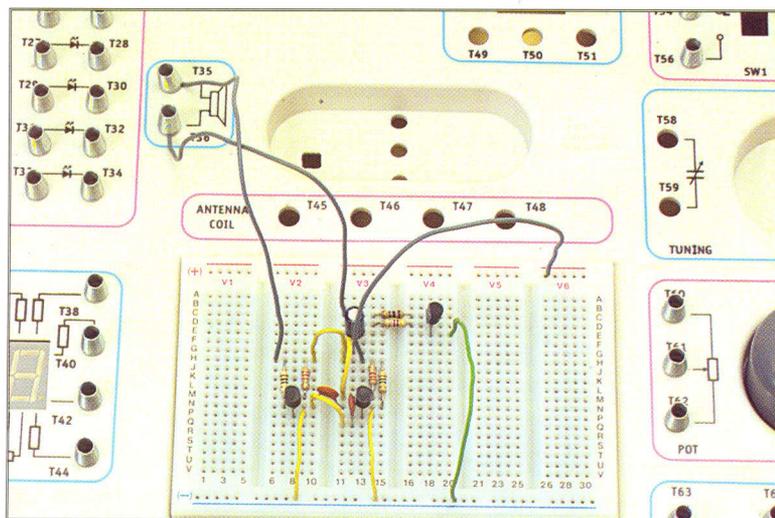
R1,R4	2K2
R2,R3	1M
R5	4K7
R6	100 Ω
C1,C2	2,2 nF
C3	22 μF
Q1,Q2	BC548
Q3	BC338
ALTO-FALANTE	

**Experimento2**

Uma vez que o circuito esteja em marcha se recomenda experimentar com ele. Para começar mudaremos as resistências R2 e R3 por outras de outros valores, por exemplo 820K e 680K, também podemos utilizar valores diferentes e observar as mudanças produzidas. Os capacitores C1 e C2 também podem ser subs-

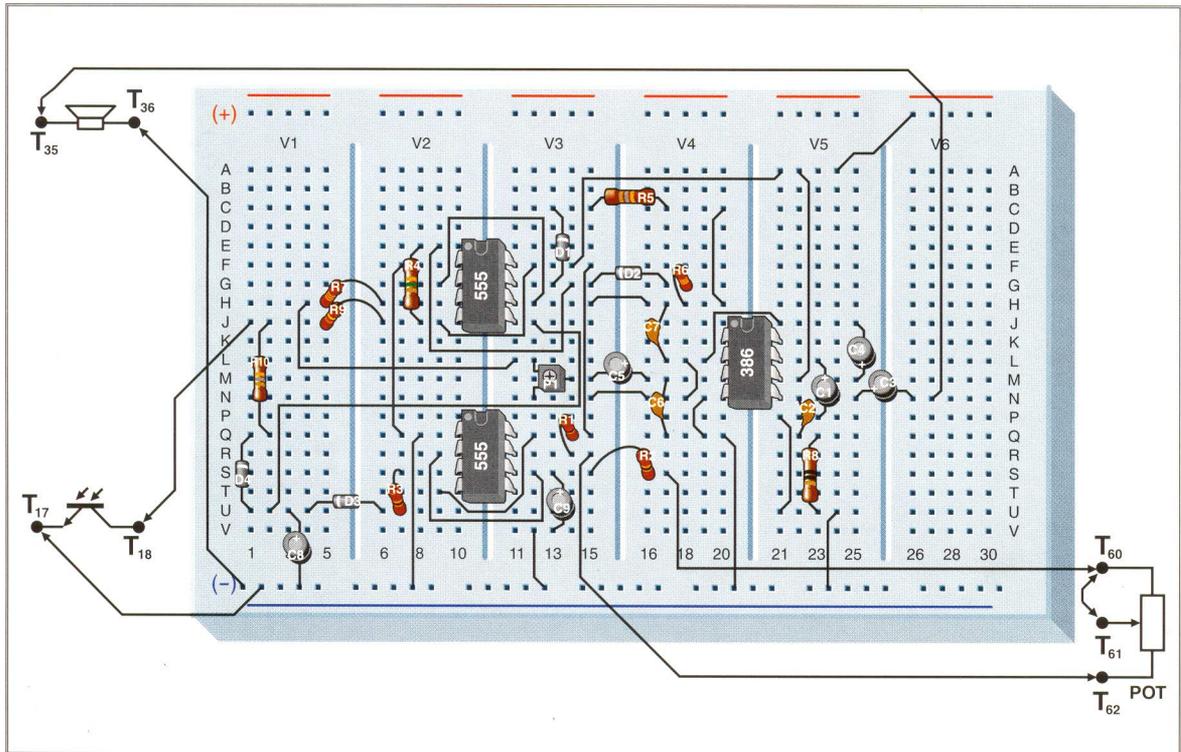
tituídos, mas é preciso ir usando valores próximos e ir diminuindo ou aumentando pouco a pouco, porque embora este oscilador possa funcionar a freqüências muito altas, ou muito baixas, tem o inconveniente de que não poderemos comprovar o seu funcionamento se nos saímos da faixa de áudio. O ouvido humano pode captar sons entre 20 Hz e 20 kHz, no

entanto, perto destes extremos é mais difícil ouvi-los, além disso, as baixas freqüências são difíceis de reproduzir por alto-falantes pequenos. Realmente a faixa de áudio prática se reduz de 100 Hz a 15 kHz. Se temos um amplificador de áudio é possível tomar o sinal entre o capacitor C3 e R5 para o fio interior e a malha do cabo se conectará a (-). Esta conexão deve ser feita com cabo de malha, exceto se utilizarmos o amplificador LM386, que pode ser copiado de experimentos anteriores e montar na mesma placa. Se empregarmos um equipamento exterior é preciso começar com o volume muito baixo.



Astável com transistores para experimentos de áudio.

A saída do oscilador se modula por luz e por um oscilador auxiliar



**E**ste circuito é uma variação do experimento Áudio 41 e consiste em um oscilador astável modulado pelo sinal de saída de outro astável e pelo nível de luz que se recebe no fototransistor. Este circuito tem a vantagem de que os seus efeitos são comprovados de maneira muito fácil sem necessidade de utilizar instrumentação, pois dispõe de um amplificador de áudio, com controle de volume para escutar o som gerado no alto-falante do laboratório. Desta maneira, aumentam-se as possibilidades de geração de som, como o do experimento Áudio 41, tornando-o um circuito muito recomendado para aquelas pessoas que não tem instrumentos e são fanáticos pela geração de sons. É possível mudar muitos componentes e multiplicar o número de experimentos tal como se explica a seguir.

**O circuito**

O oscilador é similar ao apresentado em áudio 41 e não vamos repetir a explicação, somente vamos explicar a parte que é diferente. Recordamos que a frequência principal se gera no circuito U2 e a

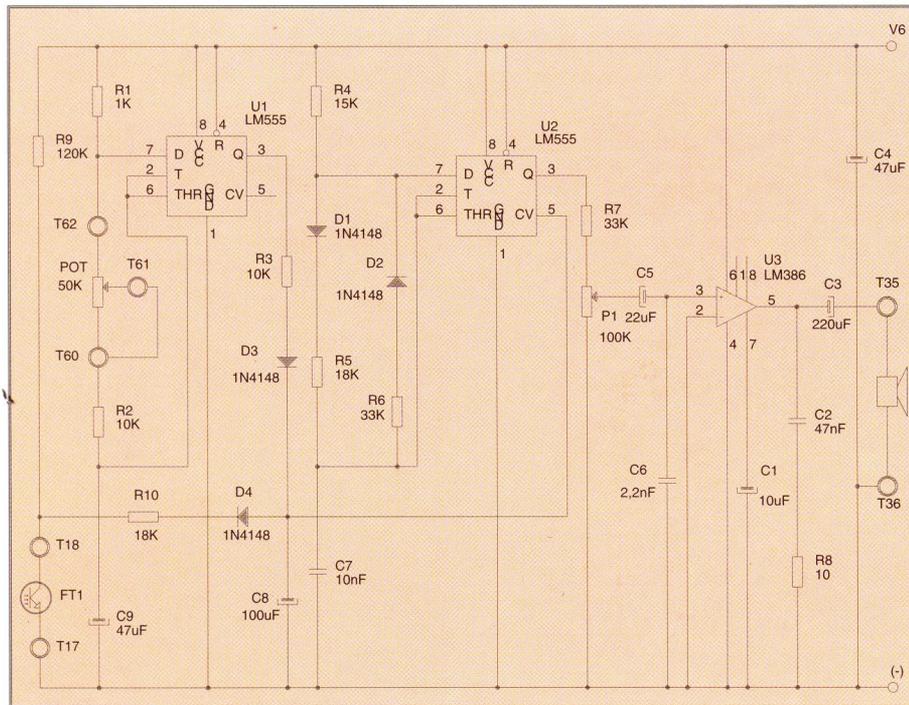
tensão que se recebe no seu terminal 5 é a que produz a modulação. A diferença com o circuito anterior é que se acrescenta um diodo D3. A parte que se acrescenta ao circuito é o fototransistor FT1, com a sua resistência de polarização do coletor R9. O sinal de saída deste circuito é levado à entrada de modulação de U2, que é o mesmo terminal 5, para este se utiliza a resistência R10 e o diodo D4. Portanto, a tensão de entrada que modula a U2 se modifica com o nível de luz captado pelo fototransistor.

**Colocação em funcionamento**

Antes de conectar a alimentação ao circuito é preciso rever muito bem todas as conexões, assegurando-se de que os circuitos integrados estejam bem inseridos e que os diodos estejam conectados seguindo a sua polaridade: o terminal correspondente ao catodo é o mais próximo à faixa impressa no seu corpo.

Quando começamos a prova os cursores dos potenciômetros devem ser ajustados aproximadamente até a metade do seu percurso, a tensão de alimentação

*Modulação Dupla*



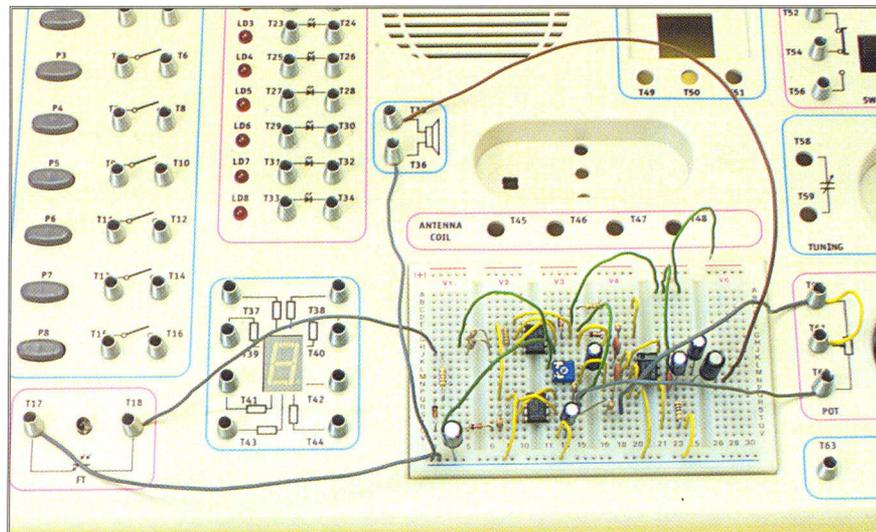
componentes	
R1	1K
R2,R3	10K
R4	15K
R5,R10	18K
R6,R7	33K
R8	10 Ω
R9	120K
P1	100K
C1	10 µF
C2	47 nF
C3	220 µF
C4,C9	47 µF
C5	22 µF
C6	2,2 nF
C7	10 nF
C8	100 µF
D1,D2,D3,D4	1N4148
U1,U2	LM555
U3	LM386
POT	
FT1	ALTO-FALANTE

tação pode ser 6, 7, 5 ou 9 volts, portanto podem ser utilizados os terminais V4, V5 ou V6. Ao conectar a alimentação, o circuito deve emitir um som bem alto, similar ao de uma sirene, de forma que é provável que seja preciso baixar o volume usando o potenciômetro de ajuste P1. Se não se escutar nenhum som, comprovaremos em primeiro lugar se há tensão nas pilhas, e se houver, desconectaremos e comprova-

remos o trabalho realizado, verificando se estão feitas todas as conexões e se estão realizadas de maneira correta.

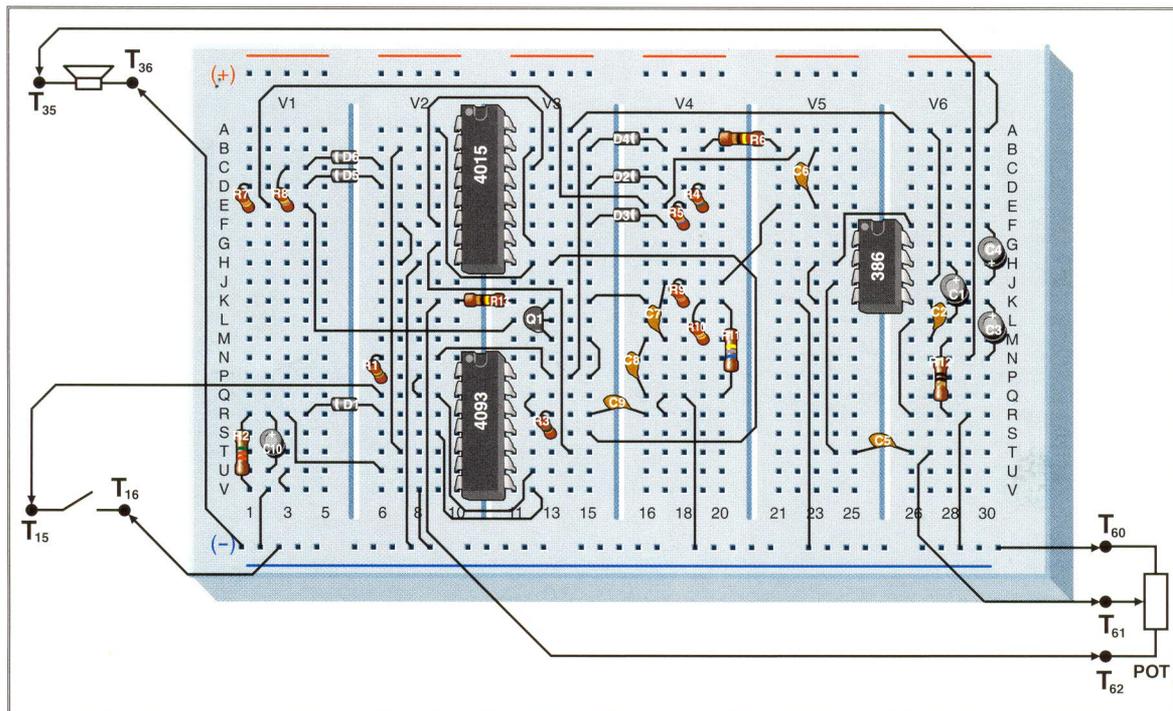
### Experimento 1

Ao girar o controle do potenciômetro do laboratório, você verá que se modifica a modulação do tom gerado em U2. Também verá mudanças no som quando se evita que a luz incida sobre o fototransistor FT1; esta prova se melhora fazendo incidir uma iluminação forte, natural ou artificial, sobre o fototransistor, e observando as mudanças que se produzem no som de saída quando se tapa este. Para tapá-lo podemos usar uma tampa de plástico preto de uma caneta ou pincel atômico.



Sirene modulada pela luz.

## Gerador de melodia temporizado que pode ser utilizado como campainha



O circuito é um gerador de som que repete uma seqüência fixa durante um tempo prefixado, pode ser utilizado como campainha de uma porta ou como aviso de atenção para sistemas de megafones. Ao acionar a tecla se gera uma melodia, que se repete de maneira cíclica até que termina a temporização. O som se escuta em um alto-falante e é muito agradável de ser ouvido.

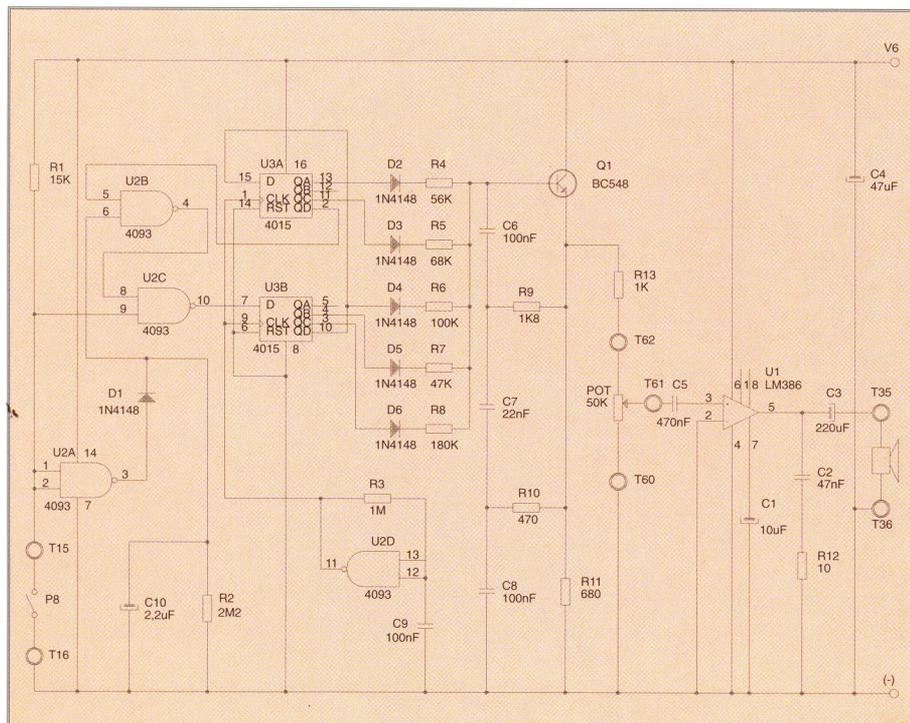
### O circuito

Se observamos o esquema poderemos ver circuitos já conhecidos. O circuito integrado U3 é um registro de deslocamento que necessita um relógio para funcionar, este relógio, que também marca o ritmo da melodia, está formado para a porta U2D do circuito integrado 4093. O circuito de disparo está integrado pela tecla P8; quando esta tecla é acionada passa a nível baixo a entrada do inversor formado com a porta U2A, a sua saída passa a nível alto e permite que o registro de deslocamento comece a contar, mas as suas saídas neste caso já não são zero, já

que se aplica em nível um ao terminal 7 de U3, e começa a melodia. A melodia continua soando enquanto o terminal 6 da porta U2B está a nível alto, isto se consegue com facilidade devido à carga armazenada no capacitor C10, que se descarrega lentamente pela resistência R2, até que a tensão chega ao nível baixo e a porta muda de nível. Este circuito funciona bem porque a corrente de entrada das portas CMOS da série 4000 é muito pequena. O tom da melodia depende do valor de cada uma das resistências R4 a R8. No momento da ação, além de ativar o temporizador, aplicamos um 1 na entrada de dados, terminal 7 do 4015, colocando-se a nível alto a saída da porta U2C. Quando o circuito está em silêncio é devido a que o registro 4015 só recebe zero na sua entrada de dados e não gera nenhum som por serem

todas as suas saídas zero. A melodia depende do número de 1 carregados e este número depende do tempo que se mantenha pressionada P8. Os 1 armazenados vão se deslocando seguindo a seqüência do relógio.

*Uma agradável melodia*



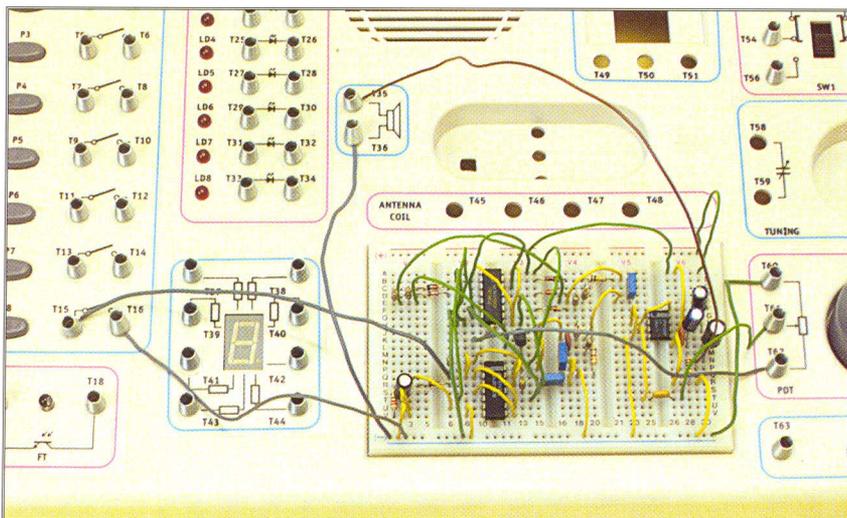
componentes

R1	15K
R2	2M2
R3	1M
R4	56K
R5	68K
R6	100K
R7	47K
R8	180K
R9	1K8
R10	470 Ω
R11	680 Ω
R12	10 Ω
R13	1K
C1	10 μF
C2	47 nF
C3	220 μF
C4	47 μF
C5	470 nF
C6,C8,C9	100 nF
C7	22 nF
C10	2,2 μF
D2,D1,D3,D4,D5,D6	1N4148
Q1	BC548
U1	LM386
U2	4093
U3	4015
POT	
P8	
ALTO-FALANTE	

Colocação em funcionamento

O circuito deve funcionar na primeira se a montagem for feita de uma forma organizada; para não cometer erros é preciso ter muita certeza do valor de cada componente utilizado. Depois de conectar a alimentação, pressionaremos P8 brevemente e se escutará uma melodia durante alguns segundos e depois o circuito parará de

soar sozinho, se pressionamos outra vez, a melodia deve repetir-se. O volume não deve estar a zero como é lógico. Se o tempo acaba sendo muito longo pode ser que se escute a melodia



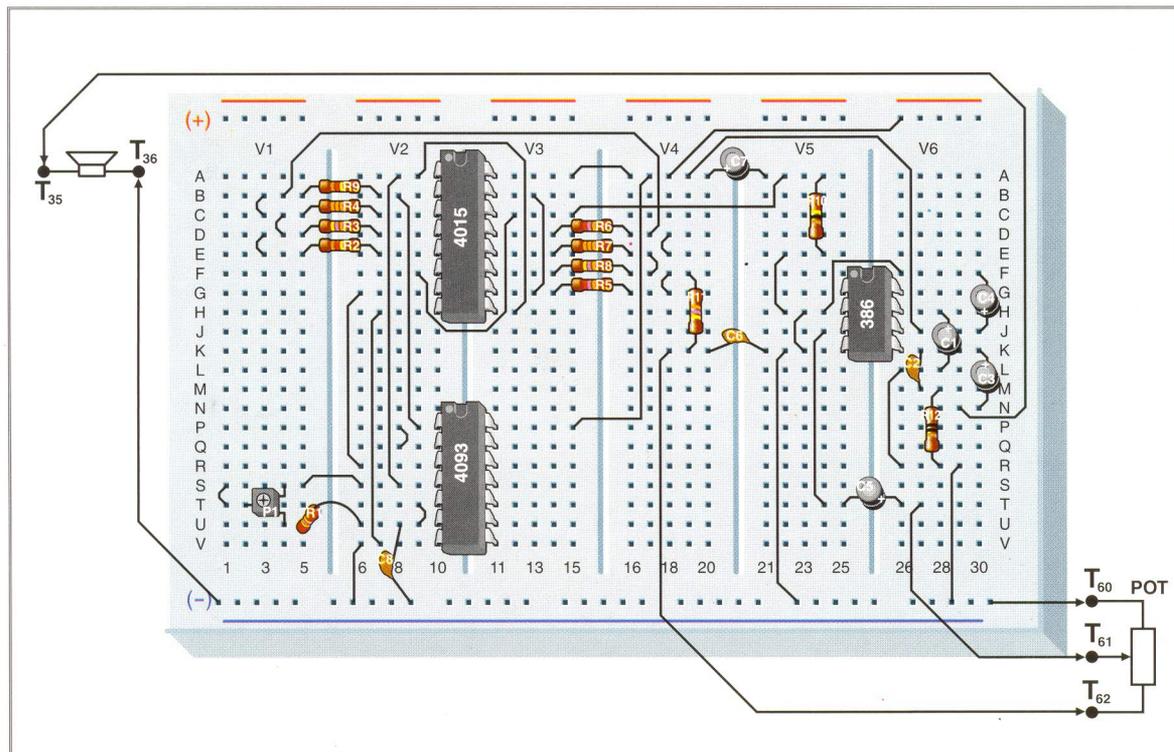
Campainha musical que emite uma melodia.

várias vezes, e se, ao contrário, for muito curto, pode ser que não se escute completa.

Experimentos

O ritmo da melodia se modifica mudando o valor da resistência R3 ou do capacitor C9. A temporização depende de C10, se recomenda provar com valores de 1μF e de 4,7μF, para valores superiores, o tempo acaba sendo longo.

Com este gerador se consegue uma onda senoidal a trechos quase perfeita



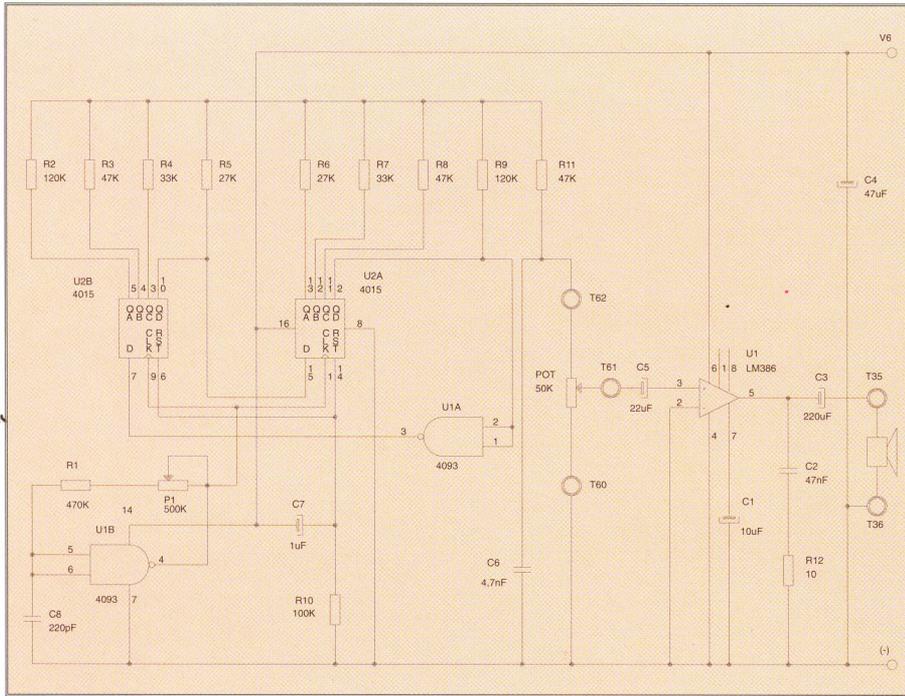
Esta é uma aplicação um pouco especial para um registro de deslocamento. Vamos obter uma onda senoidal em 16 trechos. A frequência do sinal de saída será a do relógio dividida por 16, desta maneira se filtra este sinal formado por trechos, e com um filtro passa-baixas pode-se obter um sinal senoidal quase perfeito.

**O circuito**

Nesta aplicação se utilizam os dois registros de 4 bits do circuito integrado 4015, que se conectam de tal maneira que o último bit do primeiro registro, terminal 10 do integrado U2, é levado à entrada de dados do segundo, terminal 15 do mesmo integrado. No instante de conectar a alimentação ao circuito todos os dados de saída são zero, esta circunstância se aproveita para introduzir um 1 com a porta inversora U1A na entrada de dados do primeiro registro, terminal 7 de U2B. Desta maneira, com cada pulso de relógio, vai se deslocando um 1 de uma saída à seguinte, até que chegue um 1 à saída QD de U2A, que envia um 1 à

entrada de dados; o dado que se repete é um 0 e o sinal vai diminuindo outros oito valores, conseguindo-se em total um sinal senoidal em 16 trechos. A resistência R11 e o capacitor C6 formam um simples filtro passa-baixas para que o sinal se pareça ainda mais a uma onda senoidal. O circuito, como já se mencionou antes, arranca com todas as saídas a zero, isto não é uma mera coincidência, mas sim que se produz por efeito da rede RC formada pelo capacitor C7 e a resistência R10, que ao estar conectadas às entradas de reset do integrado, terminais 6 e 14, recebem um impulso positivo no momento da conexão, depois este terminal fica a nível baixo, quando o capacitor se carrega, devido à forma de conexão a negativo da resistência R10. O oscilador principal está formado pela porta U1B do circuito integrado 4093; quando varia a frequência deste oscilador, a frequência do sinal de saída muda. Embora este circuito esteja pensado para frequências de áudio, é possível colocá-lo para trabalhar a frequências muito maiores, podendo chegar até quase 1

*Onda senoidal digital*



componentes

R1	470K
R2,R9	120K
R3,R8,R11	47K
R4,R7	33K
R5,R6	27K
R10	100K
R12	10 Ω
P1	500K
C1	10 µF
C2	4,7 nF
C3	220 µF
C4	47 µF
C5	22 µF
C6	4,7 nF
C7	1 µF
C8	220 pF
U1	4093
U2	4015
U3	LM386
POT	ALTO-FALANTE

MHz sem problemas para a etapa osciladora principal, pois está claro que para frequências elevadas é preciso ir diminuindo o valor do capacitor C6: como regra, cada vez que se duplica a frequência deve-se dividir por dois o valor de C6. A etapa amplificadora de saída não é necessária, mas se inclui para comprovar o funcionamento do circuito, apesar de que se tivermos um amplificador de áudio exterior, por

exemplo, o de um equipamento de alta fidelidade, não será necessário montá-la.

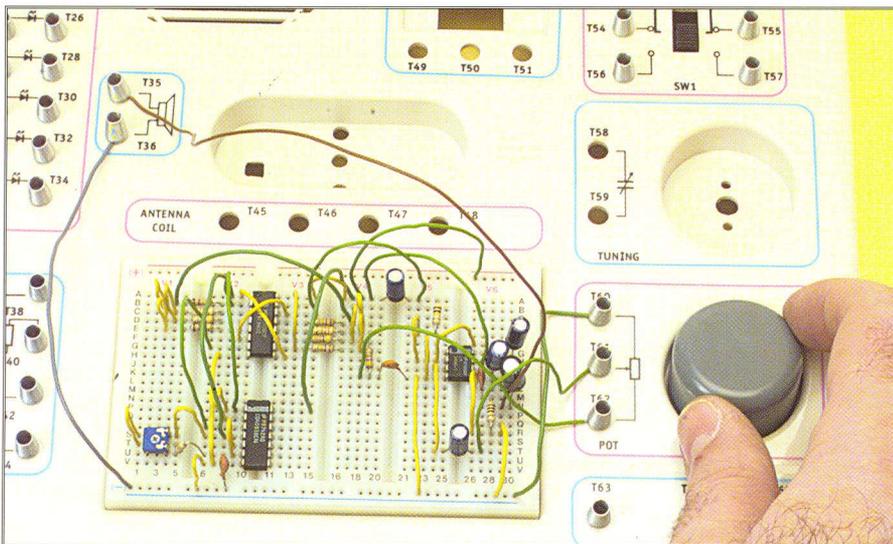
Colocação em funcionamento

O circuito deve funcionar na primeira, a frequência do sinal de saída se ajusta com o controle do potenciômetro que controla a frequência do oscilador que se utiliza como relógio e que é 16

vezes superior à frequência de saída.

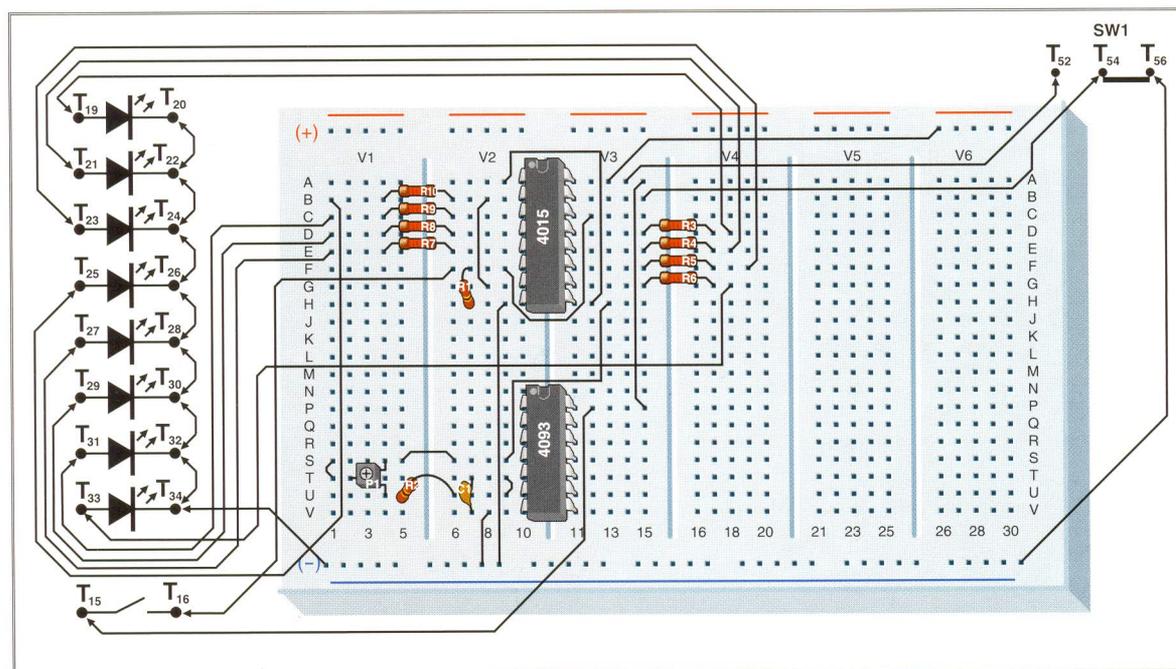
Experimento1

Os valores das resistências R2 a R9 não podem se alterar, pois em caso de o fazer a onda de saída se deformaria e não seria senoidal. O que realmente pode ser mudado são os componentes do oscilador principal que se utiliza como relógio, ou usar outro circuito de relógio diferente.



Gerador digital para frequências de áudio.

## O integrado dispõe de dois registros de deslocamento de 4 bits



Utilizando este integrado poderemos entender como o computador é capaz de ler todos os dados que entram pelo porto série. Vamos introduzir dados em série que irão deslocando-se cada vez que entra um pulso de relógio.

### O 4015

Este integrado de 16 terminais e encapsulado no formato padrão DIL-16 é o que se conhece como registro de deslocamento. O 4015 dispõe de dois registros de deslocamento de 4 bits cada um. Cada um dos registros tem um terminal de entrada de dados, uma entrada de relógio e outra de reset para apagar todas as saídas em qualquer momento. O sinal da entrada de dados vai passando de uma saída à seguinte cada vez que se produz um subida positiva (passa de 0 a 1) na entrada de relógio. Desta forma, o dado de uma saída a outra vai passando - deslocando - daí o seu nome. Este integrado tem todas as entrada protegidas contra descargas eletrostáticas. O integrado tem todas as características de um

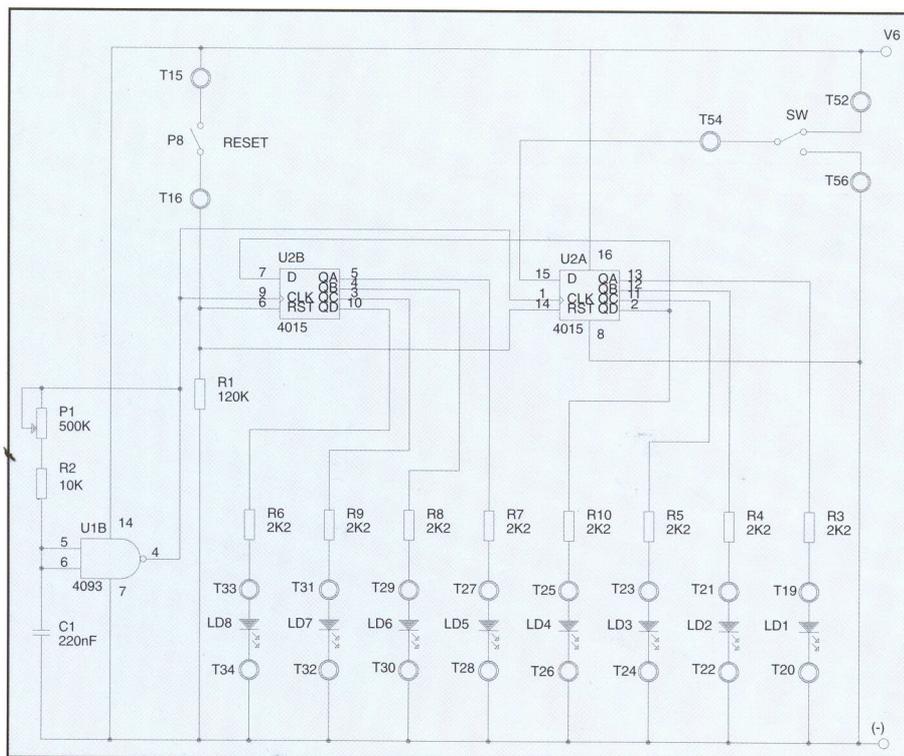
CMOS e além tem uma velocidade de deslocamento de relógio máxima de uns 8 MHz.

### O circuito

Se observarmos o esquema do circuito comprovaremos que encadeiam os dois registros de deslocamento de 4 bits para construir um registro de deslocamento de 8 bits. Isto se consegue unindo os dois relógios entre si, terminais 1 e 9, de forma que os dados passem ao mesmo tempo de uma saída à seguinte. Ditos relógios se conectam ao oscilador construído com a porta NAND 4093, que tem uma frequência suficientemente lenta para poder perceber o deslocamento de bits, que se comprova com o acendimento de um LED por cada bit de saída. Para que funcionem encadeados, o que se deve fazer é unir a entrada de dados do segundo registro, terminal 7, com a última das saídas do primeiro registro, terminal 2. Desta forma, os dados que saem do primeiro registro entram diretamente ao segundo. Mediante o comutador SW1 se seleciona o dado de entrada. Desta forma, se conectamos ao

*Os dados entram em série e saem em paralelo.*

*Este circuito integrado serve para converter dados série a paralelo.*



componentes

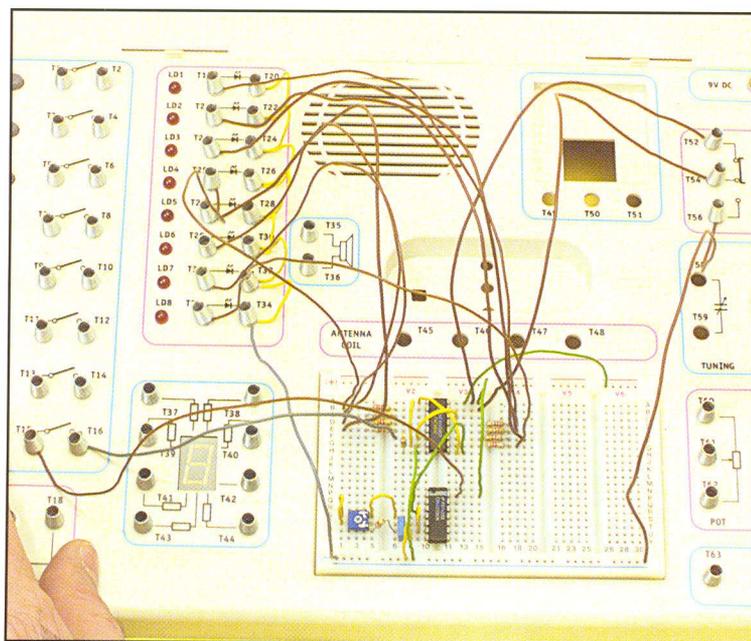
- R1 120K
- R2 10K
- R3 a R10 2K2
- C1 220 nF
- U1 4093
- U2 4015
- P8
- LD1 a LD8
- SW1

positivo de alimentação, estaremos introduzindo 1 de dado e cada vez que se produz um flanco de relógio, se verá como desde LD1 o dado vai passando a LD2, LD3 e assim até LD8. Se agora pusermos SW1 de forma que se introduzam

zeros, desde LD1 até LD8, todos os diodos LED se irão apagando. Em qualquer momento, se acionarmos P8, todos os LED se apagarão, já que se fez um RESET.

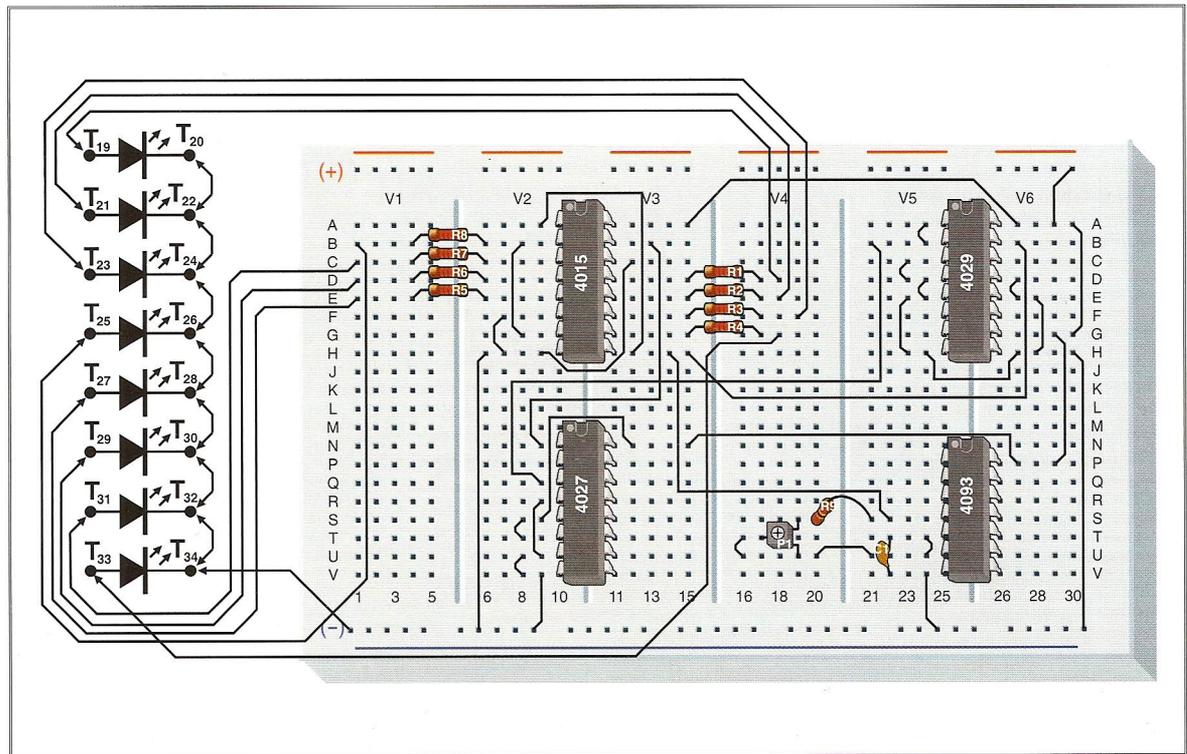
Colocação em funcionamento

O circuito deve funcionar assim que seja conectado à alimentação. Para poder ver se funciona é importante colocar SW1 de forma que entrem níveis altos '1' e se veja como se iluminam os distintos diodos LED em forma de seqüência. Se não se iluminar, deve-se esperar uns segundos, porque pode ser que o oscilador tenha P1 no seu valor máximo e a freqüência seja muito baixa. Se ainda assim não mudar, é preciso comprovar que as entradas 14 e 6 estão unidas à resistência R1 e esta colocada à massa. Depois só resta comprovar os terminais de alimentação do integrado. A prova pode ser feita mais ou menos de maneira lenta aumentando ou diminuindo o valor do capacitor C1.



Em LD1 se vê o dado que há em cada momento na entrada.

## Os LED se apagam e acendem por ordem



Que se pretende neste circuito é realizar uma simples aplicação na que se possa comprovar como os dados vão chegando de oito em oito. Para isso se estabelece uma entrada de dados contínua de oito uns seguidos de oito zeros para comprovar visualmente dito efeito, e este se repete em forma de seqüência. Ilumina-se o LED LD1 e vão se iluminando todos; uma vez que se iluminem todos o LED LD1 se apaga e vão se apagando todos até que ao final se ilumina de novo LD1 e se repete o processo enquanto se mantenha a alimentação.

### O circuito

O experimento consiste em um deslocamento de um pacote de oito uns seguidos de outro pacote de oito zeros que irão se alternando de forma automática. O oscilador tem um potenciômetro para permitir variar a freqüência do relógio. Este relógio é o que marca o deslocamento de um bit nas saídas e um aumento do contador. O contador conta de

000=0 a 111=7 e quando chega o 1000=8, quer dizer, a saída Q4 se põe a nível alto, por um lado se carrega 0000 no contador (se dá reset) e ao mesmo tempo se introduz um flanco ao basculador JK que está configurada como um basculador T. Por isso, cada vez que se produz este flanco a saída muda de estado (se está a

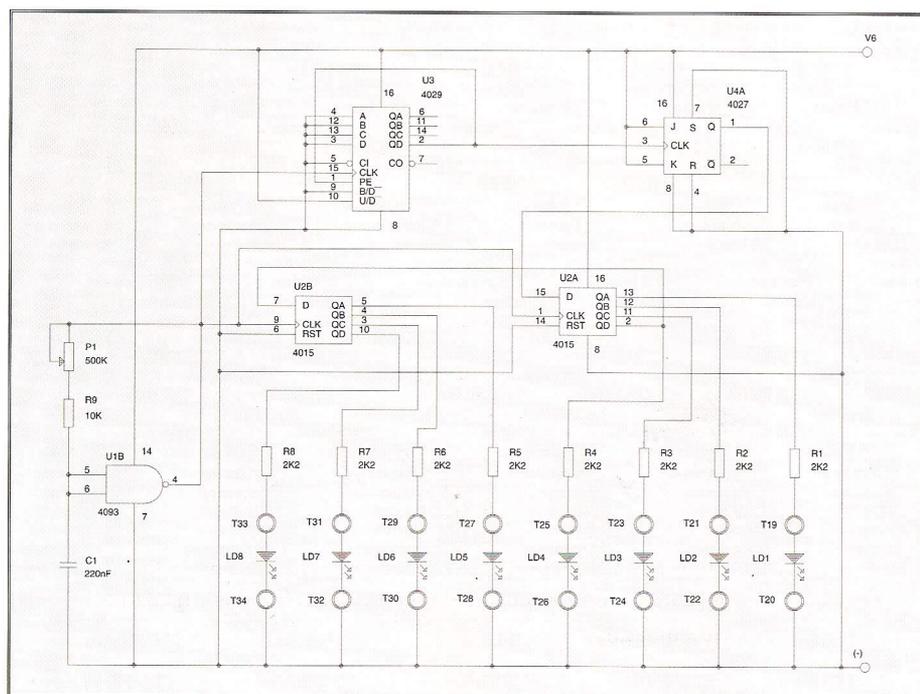
nível alto passa a baixo e vice-versa). A saída do basculador é a entrada de dados do 4015. Este integrado tem os seus dois registros de 4 bits encadeados, quer dizer, a última saída do primeiro, terminal 2, se conecta à entrada de dados do segundo, terminal 7. Colocando os terminais 6 e 14 ao negativo de alimentação, inabilitamos as

entradas de reset.

### Funcionamento

O circuito tem um funcionamento automático, quer dizer, uma vez tenhamos conectada a alimentação do mesmo, o oscilador estará funcionando e o contador contará de 0 a 7. Em cada

*Um contador  
será o que  
estabeleça os  
dados*



componentes

R1aR8	2K2
R9	10K
P1	500K
C1	220 nF
U1	4093
U2	4015
U3	4029
U4	4027
LD1 a LD8	

conta mudará o estado do basculador T configurado a partir do 4027. Desta forma durante oito ciclos de relógio estarão entrando zeros pela entrada de dados, terminal 15, do registro de deslocamento, e durante outros oito ciclos de relógio entrarão uns. Portanto, começarão a

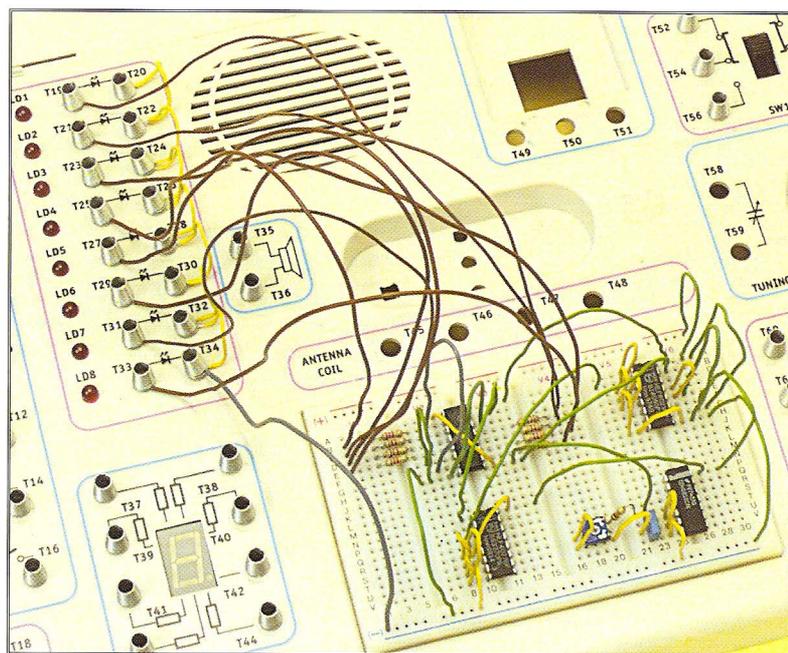
se iluminar os diodos desde LD1 a LD8 quando entrem uns e começarão a apagar-se desde LD1 a LD8 quando entrem zeros.

Colocação em funcionamento

Com a alimentação conectada a V6 o circuito funcionará imediatamente. Se não funcionar se deve esperar uns segundos, se por acaso se a frequência do oscilador for baixa. Se não funcionar se desconectará de imediato a alimentação e revisaremos a conexão começando pela alimentação dos integrados. Para que o circuito funcione corretamente é necessário que exista um relógio, pelo que é preciso comprovar a conexão da porta do 4093 e a alimentação do integrado, terminais 7 (negativo) e 14 (positivo).

Experimentos

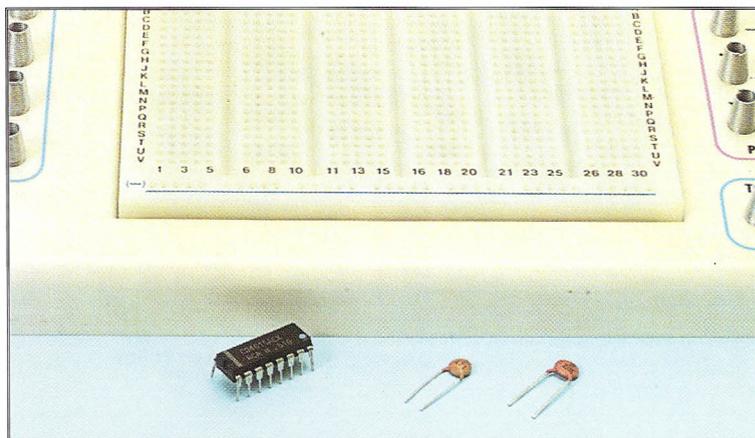
Não existe nenhuma possibilidade de mudar nada na montagem experimental, a não ser a categoria de frequência do oscilador, para o que será preciso mudar o valor da resistência R9 e o capacitor C1.



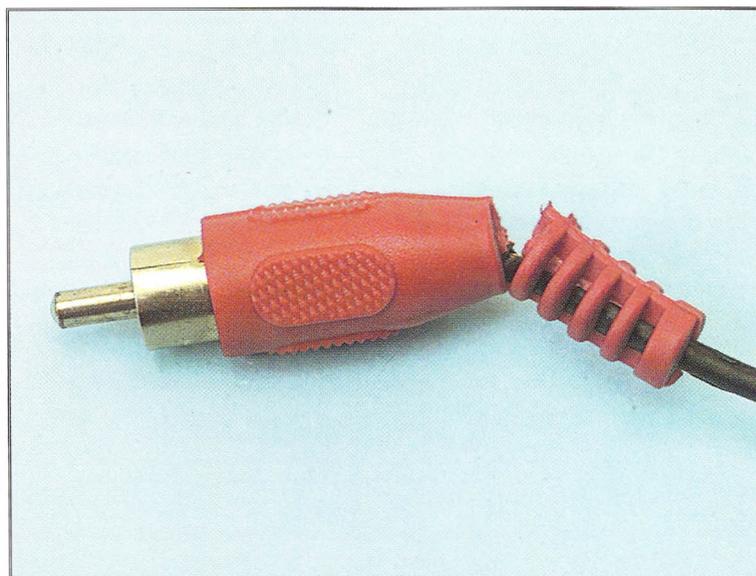
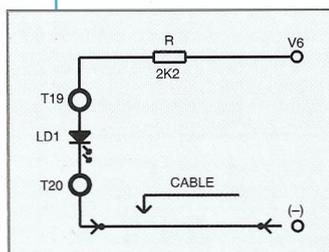
Os diodos LED se iluminam e apagam sempre desde LD1 a LD8.

Os fios, tanto os de alimentação como os de sinal, são um dos elementos que mais têm problemas.

Materiales



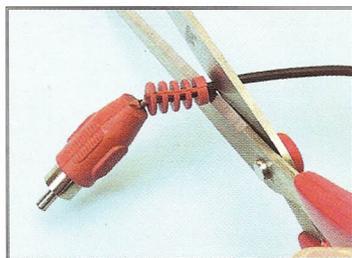
**1** De modo geral, é possível consertar os fios sem grandes dificuldades.



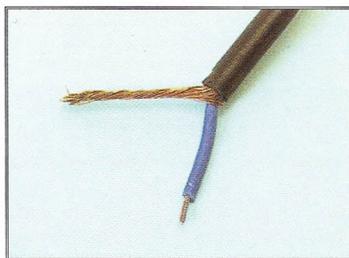
**2** Quando a zona flexível do conector se quebra, também se costuma quebrar em seguida o condutor interior do fio, devido às repetidas dobraduras.

Truques

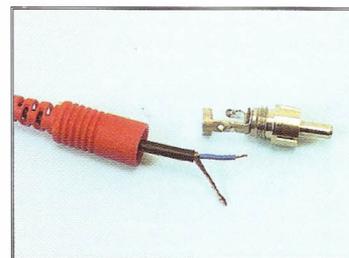
No esquema podemos ver como realizar uma montagem muito simples para comprovar a continuidade entre os dois extremos de um fio, também se utiliza para o contrário, quer dizer, para comprovar que os fios que têm que ir separados não estão unidos por um falso contato.



**3** Se o fio se quebra é necessário consertá-lo cortando um pedaço, alguns conectores podem ser recuperados, outros não, os que se moldam depois da conexão .



**4** As ligações de áudio realizam-se com cabo de malha. A malha do cabo deve ser posta para um lado.



**5** Antes de soldar os terminais é preciso assegurar-se de ter passado a tampa do conector, é um erro típico que se comete com muita frequência.



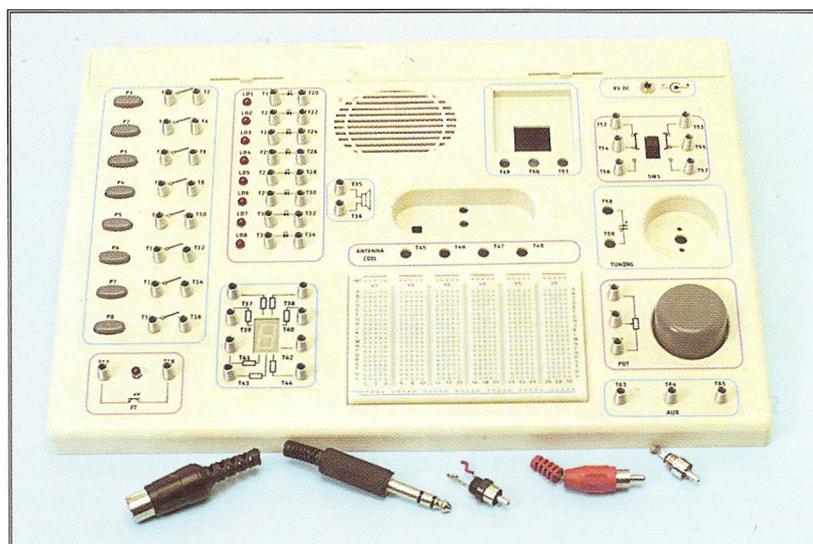
**6** O condutor interior do fio é soldado ao conector interior do conector. Não se deve aplicar calor excessivo pois algumas peças do conector podem se fundir.



**7** A tampa do conector deve ficar bem ajustada e é preciso procurar escolher modelos que prenam bem o fio e que evitem uma flexão excessiva do mesmo.



**8** Outro modelo de conector muito utilizado é o jack. Há jacks de diversos tamanhos. É preciso levar em consideração a seção do conector.



**9** Os conectores são muito úteis para levar o sinal de uns equipamentos a outros e também para conectar os experimentos do laboratório a equipamentos exteriores.