

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

Os fios

Teoria

Som de máquina caça-níqueis

Audio

Seletor de ganho para transistores NPN

Medida

Prova do 4066

Dado sonoro

Digital

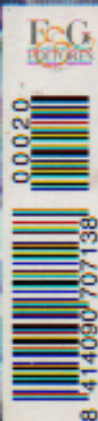
Porta NOR de quatro entradas

Pequeno órgão com 4066

Conselhos e truques (VII)

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
Marta 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.F.P. 20650

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

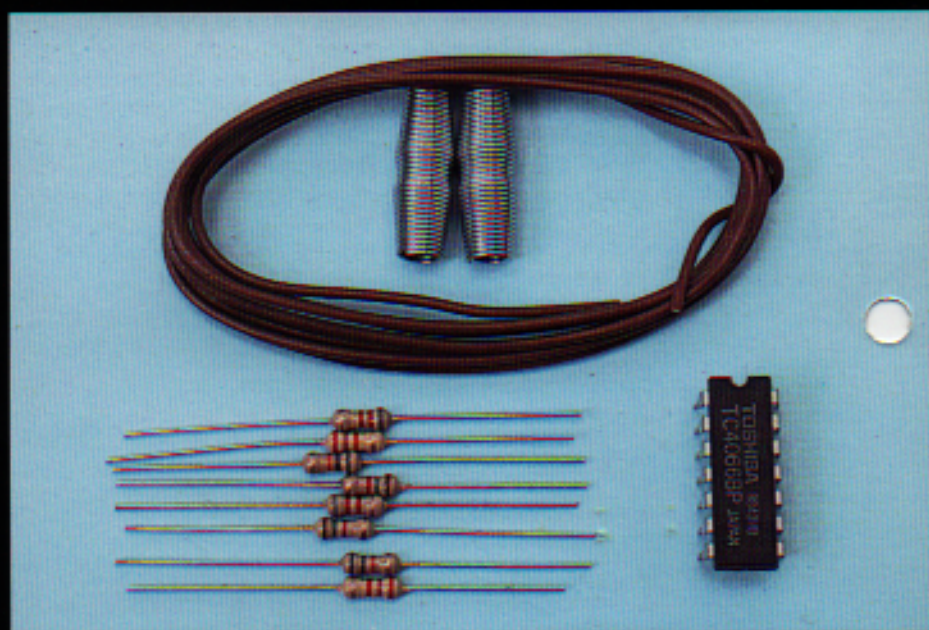
Printed in Spain
Depósito Legal: M-10820-99
ISBN da obra: 84-89617-60-0

COM O FASCÍCULO VAI ACOMPANHADO UM
KIT DE ELETRÔNICA DE BRINDE

Monte o seu LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA

Componentes fornecidos:

- 2 Molas
- 100 cm fio marrom
- 1 Circuito integrado 4066
- 2 Resistores 2K7, 5%, 1/4W
- 2 Resistores 68K, 5%, 1/4W
- 2 Resistores 8K2, 5%, 1/4W
- 2 Resistores 1K5, 5%, 1/4W



Com este fascículo vamos continuar a instalação do display de 7 segmentos e são fornecidos componentes para realizar mais experimentos.

Os fios são utilizados para a alimentação e para o transporte de sinais.

Os fios têm uma grande importância, tanto no interior dos equipamentos, como para fazer a interligação entre eles. A grande variedade destes fios vai associada ao tipo de sinais que são transmitidos através deles. Os fios também são utilizados para levar a alimentação até os equipamentos.

Os fios

Em geral, um fio se compõe de um condutor e de uma capa isolante. O condutor deve ter as características elétricas adequadas ao sinal que transporta, e a capa, além das características de isolamento, deve poder resistir a certos esforços mecânicos, dependendo da aplicação a que se destine. Quando se tem que utilizar várias ligações entre dois pontos é necessário utilizar fios diferentes que podem ser agrupados e ir protegidos por uma cobertura comum, que recebem a denominação de cabos elétricos, embora também se utilize a denominação genérica de fios.

O condutor

O condutor pode consistir em um único fio de cobre de formato cilíndrico ou estar



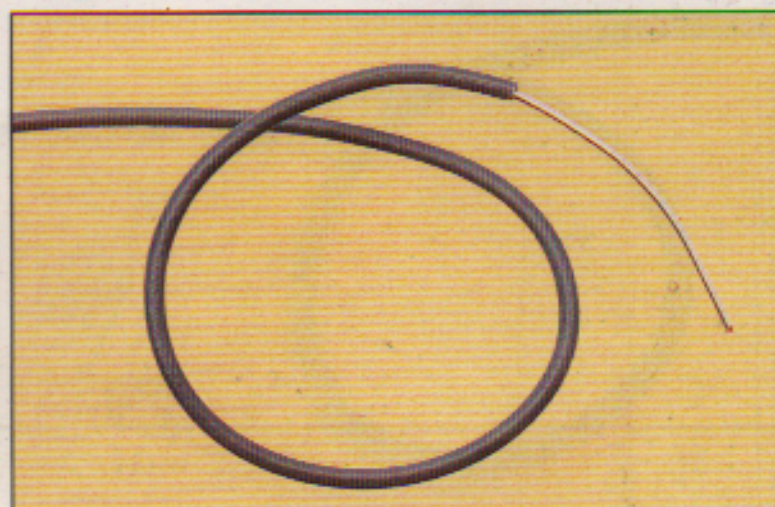
Há uma grande variedade de fios para aplicações muito diferentes.

formado por vários fios de cobre de menor formato enrolados entre si para formar um condutor único mas de mais flexibilidade e mais resistente às vibrações. Utiliza-se o cobre pela sua boa condutibilidade, pelo baixo coeficiente de temperatura, por ser muito flexível e por ter uma alta resistência à corrosão. Nos

fios de uso mais comum e para a utilização em ambientes protegidos se utiliza o cobre diretamente sem tratamento, embora seja importante que tenha cobertura isolante que por sua vez lhe proteja da corrosão. No entanto, quando se trabalha em ambientes com certos níveis de umidade ou em atmosferas onde seja pre-



O condutor mais elementar é o fio de cobre.

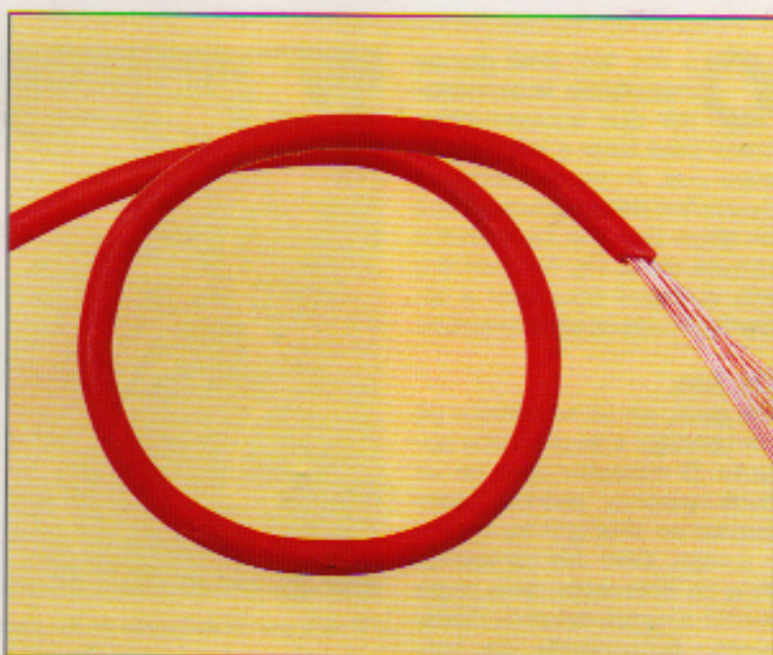


Os fios levam uma cobertura isolante, costumam ser utilizadas cores diferentes para diferentes conexões.

visível que apareça a corrosão se necessita uma proteção adicional e se recorre à utilização destes condutores de cobre mas com uma capa de estanho, seja este um fio de cobre para ser utilizado nu, um condutor interior de um fio, um condutor rígido ou um formado por vários fios, todos estarão estanhados. Também existem outras coberturas mas se reservam para aplicações mais especiais, um exemplo são os fios de cobre cobertos de prata, para baixar a resistência na fabricação de bobinas para circuitos de radiofrequência.

Instalações domésticas

Nas instalações elétricas de uso doméstico se utilizam tubos rígidos cobertos de isolante, normalmente PVC, de um diâmetro de 1,5 ou 2,5 mm² nas zonas de mecanismos, ou seja, em interruptores e tomadas para aplicações gerais, no entanto, para cozinhas, fornos, máquinas de lavar roupa, etc. se utilizam diâmetros supe-



Para aumentar a flexibilidade de um cabo, o condutor está formado por vários fios de menor diâmetro.

riores de 4, 6 e até 10 mm² de grossura. E além disso, os três fios, fase, neutro e terra vão protegidos por um tubo isolante que será embutido nas paredes e no chão.

O isolamento

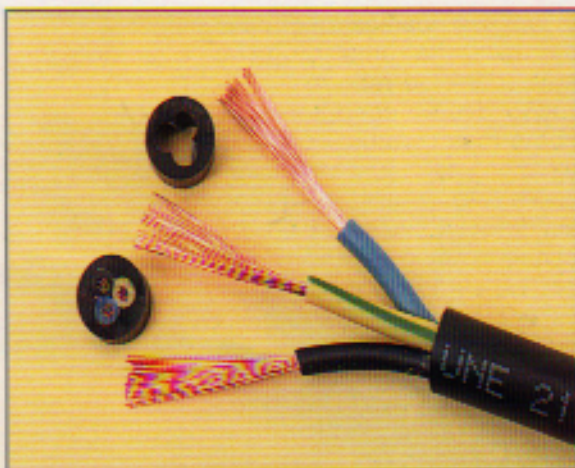
O isolamento dos fios é feito pela sua cobertura, pode ser de uma ou várias capas, e o material utilizado depende das condições elétricas e ambientais de utilização, tais como: isolamento elétrico, temperatura, resistência à umidade, a ácidos, a óleo, à luz solar, a ser pisado, etc. Também é muito importante que seja barato. Antes de utilizar um fio é preciso conhecer em que condições esse fio vai funcionar, com o objetivo de escolher o modelo mais econômico mas que cumpra todos os requisitos da aplicação. Por exemplo, desde o ponto de vista elétrico um abajur de uma sala é igual a uma luz portátil que se utiliza numa oficina de carros.



Os condutores de cobre costumam ser estanhados para evitar a corrosão e facilitar a soldagem.



Mostra de cabo utilizado nas redes de transmissão de dados no interior de edifícios.

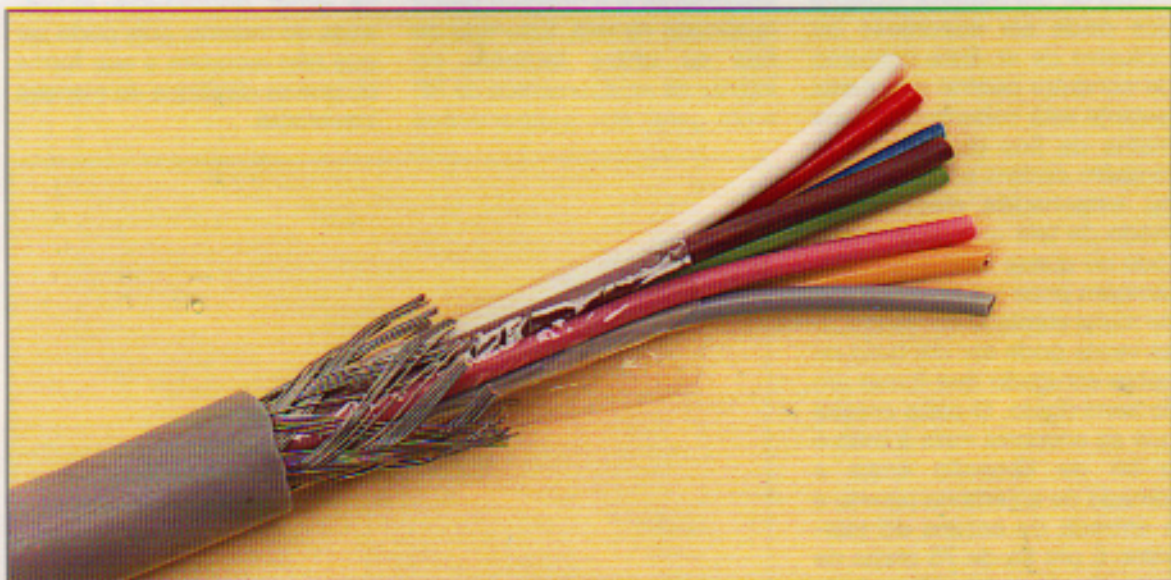


Cabo elétrico de alimentação de três condutores, além do isolante de cada condutor tem um isolante geral que abrange os outros três.

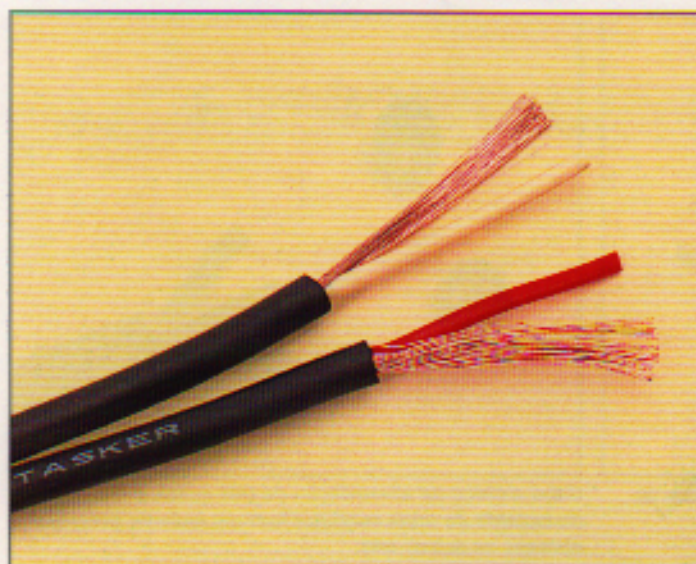
No primeiro caso, pode ser suficiente um fio com dois condutores em paralelo e talvez uma cobertura geral fina que proteja o conjunto dos dois fios. Este fio vai sofrer poucas agressões, ou talvez nenhuma, o abajur será ligado na tomada e o fio será tocado alguma vez para deslocar o abajur de lugar. No entanto, no segundo caso será preciso

levar em conta outros aspectos, a cobertura do fio deve suportar água, gasolina, óleo, gásóleo, embora estes produtos estejam distantes por questões de segurança, a sujeira do chão, ou inclusive a das mãos, contêm estes compostos que podem afetar à cobertura de algum tipo de fios. O fio será arrastado pelo chão e estará em contato com

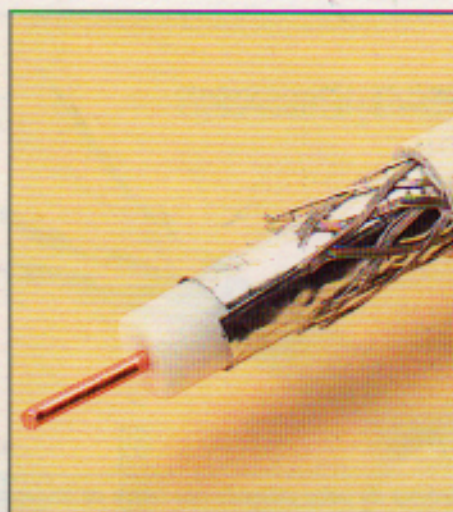
bordas metálicas e será pisado. Deve resistir a tudo isso e não se quebrar a cada vez que seja pisado. Além disso, o fio vai ficar se enrolando e tende a sofrer flexões várias vezes ao dia. O fio deve estar formado por muitos fios quanto mas finos melhor para que seja flexível e para que os condutores interiores não se quebrem.



Cabo com malha, evita a entrada ou saída de sinais para o exterior.



Cabo de áudio.



Cabo coaxial de 75 ohm utilizado para distribuição de sinais de TV no interior de uma casa.

Fios coaxiais

O cabo coaxial está formado por um condutor interior que pode estar formado por um ou vários fios, normalmente é de cobre, de prata ou estanhado, para melhorar a sua condutibilidade. Este condutor interior é feito em forma de eixo e ao seu redor e de forma uniforme se rodeia de um material isolante que pode ser esponjoso ou inclusive de ar. Este conjunto de condutor central e material isolante está coberto com uma malha de fios de cobre que também podem ser prateados ou estanhados dispostos a modo de tela que cobre todo ou quase todo o isolante, também pode ser uma fina tira de metal enrolada em espiral. E às vezes pode ser um tubo de cobre enrugado que forma um fio semi-rígido. O cabo coaxial que se encontra mais à mão é o fio de conexão entre a tomada de antena da parede e a entrada da antena do televisor. É um fio de 75 ohms de impedância e se utiliza, hoje em dia, até 2 GHz de fre-

quência, embora ainda se utilizem fios de 1GHz dos que há muitos instalados. A importância para uma boa escolha deste tipo de fios é a grande enfraquecimento que se pode produzir no sinal por utilização de um fio inadequado, pode ser que no caso de um televisor o sinal que chegue seja insuficiente e a imagem perca qualidade na tela. Este tipo de fios se utiliza também no interior de equipamentos de RF e em geral, em equipamentos

que trabalham com sinais de frequências elevadas. Estes fios são utilizados sempre com conectores especiais, quer seja dentro de caixas de conexão, quer se trate de conectores aéreos. Este tipo de fios perde propriedades e se deteriora quando se deforma, não deve ser pisado e além disso, deve-se evitar dobraduras excessivas do mesmo, pois pode ser que não recupere a sua forma ou que se danifique de maneira irreversível.

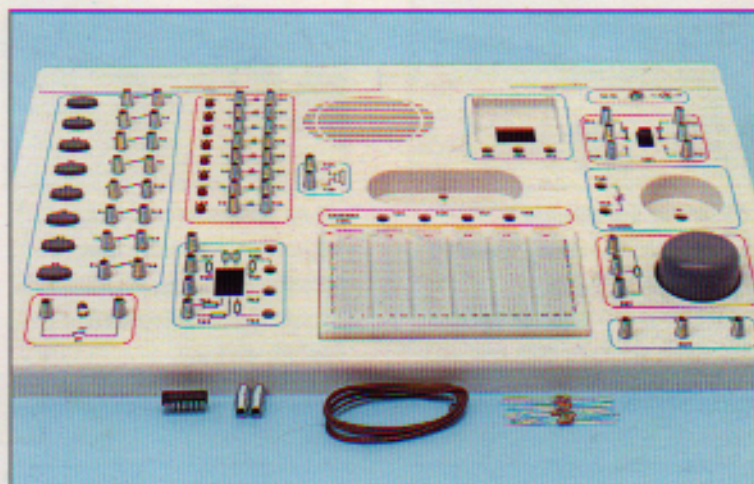


Cabo RG-58 de 50 ohm muito utilizado em instalações de rádio de VHF.

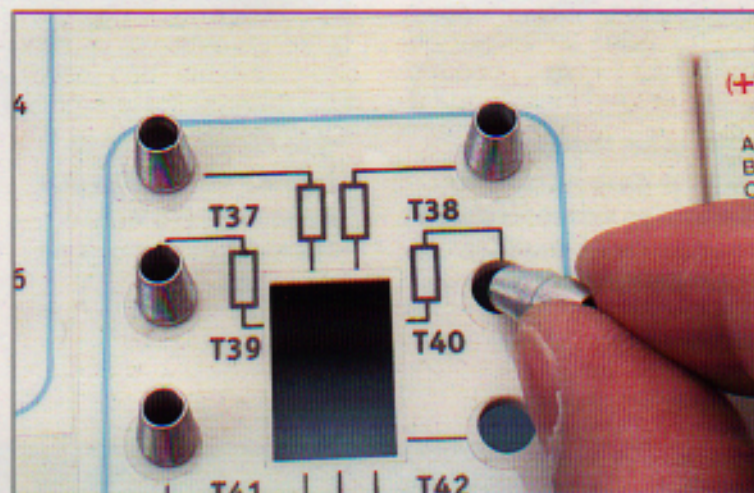
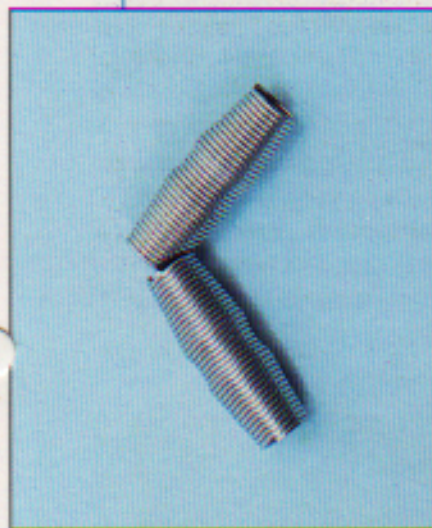
Vamos continuar a instalação dos contatos de molas para o display.

Materiales

1. Molas (2)



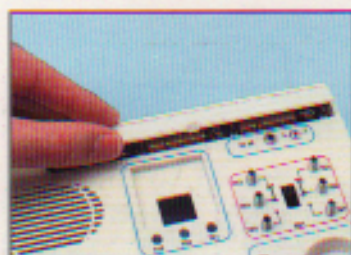
1 Você continua recebendo mais componentes, fios de interligação e peças para completar o laboratório.



2 Nesta fase são instaladas as molas T38 e T40. Posteriormente, serão utilizadas para conectar o display de 7 segmentos.

Truques

Deve-se utilizar pilhas de boa qualidade e, também, se vai ser usado com frequência, é recomendável que sejam alcalinas. Não utilize pilhas já meio gastas procedentes de outros equipamentos.



3 De vez em quando é necessário revisar o estado das pilhas, para isso é necessário retirar as tampas, o que deve ser feito com cuidado para não quebrá-las.



4 As pilhas devem ficar presas com uma leve pressão e não apresentar folgas, o que dificultaria o contato elétrico.



5 No caso de que algum contato falhe, pode-se estirar com cuidado utilizando uma pequena chave de fenda.



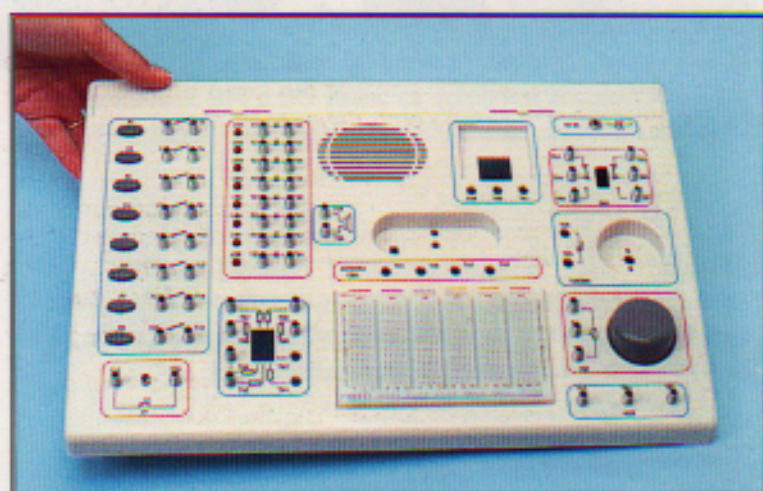
6 As pilhas têm que ser todas iguais e devem ser mudadas ao mesmo tempo. Se alguma pilha for grande ou desproporcional também deve ser retirada.



7 Os fios de interligação devem ser bem cuidados, quer dizer, devem ter os extremos descascados e em bom estado.

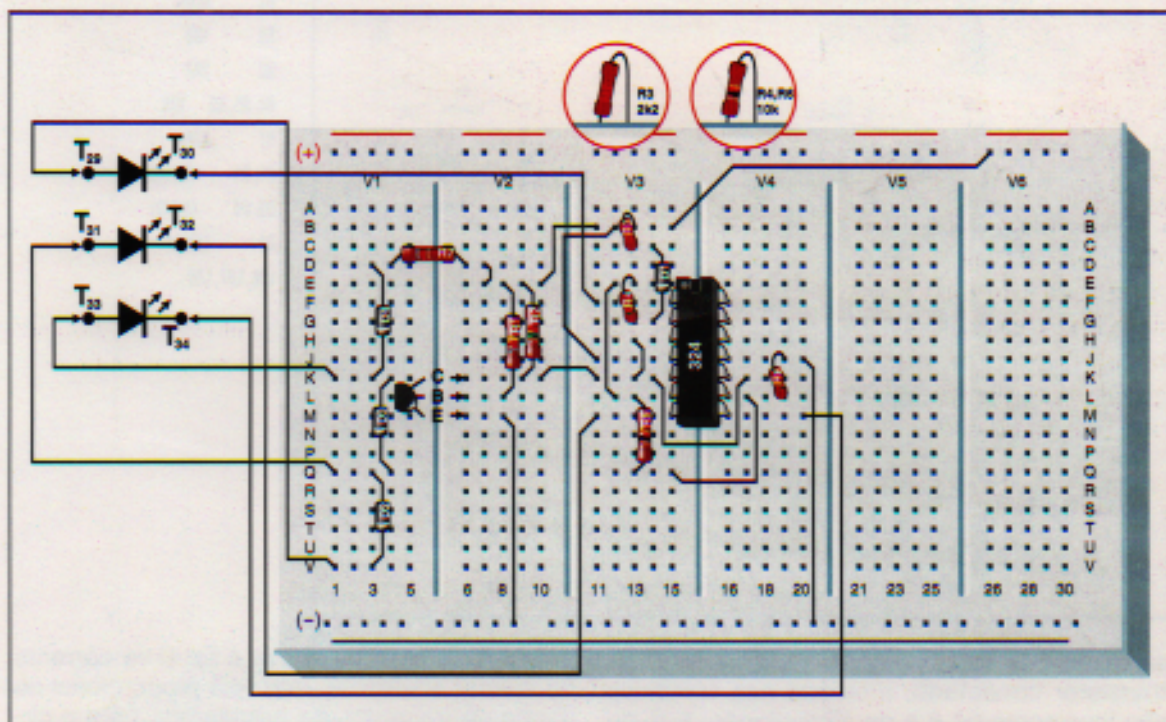


8 Os fios se estragam com frequência devido ao excesso de utilização ou ao descascá-lo. Às vezes o dano é originado pela própria ferramenta que se usa para descascar o fio.



9 O número de experimentos que podem ser realizados aumenta a cada dia porque agora você tem uma grande variedade de componentes.

Com este seletor vamos saber a categoria do ganho de um transistor



O circuito tem três categorias de identificação de ganho. Quando colocamos um transistor para comprovar qual é a categoria na qual está incluído, funciona de forma automática indicando-o. Em repouso, o circuito não indica nada. Os níveis estabelecidos coincidem aproximadamente com algumas das características de ganho de corrente que os modelos de transistores mais comuns apresentam.

Funcionamento

Em estado de repouso, quer dizer, logo que se conecte a alimentação do circuito e sem nenhum transistor conectado nos terminais de prova, o circuito permanece totalmente passivo e os três diodos LED apagados.

A base do circuito está constituída por três comparadores construídos com o LM324, U1A, U1B e U1C. Nestes, se fixa uma tensão de referência em cada um dos terminais de entrada inversores dos operacionais. Quando se conecta um transistor para comprovar o seu ganho, se ativa um ou outro operacional iluminando-se o correspondente LED de saída e

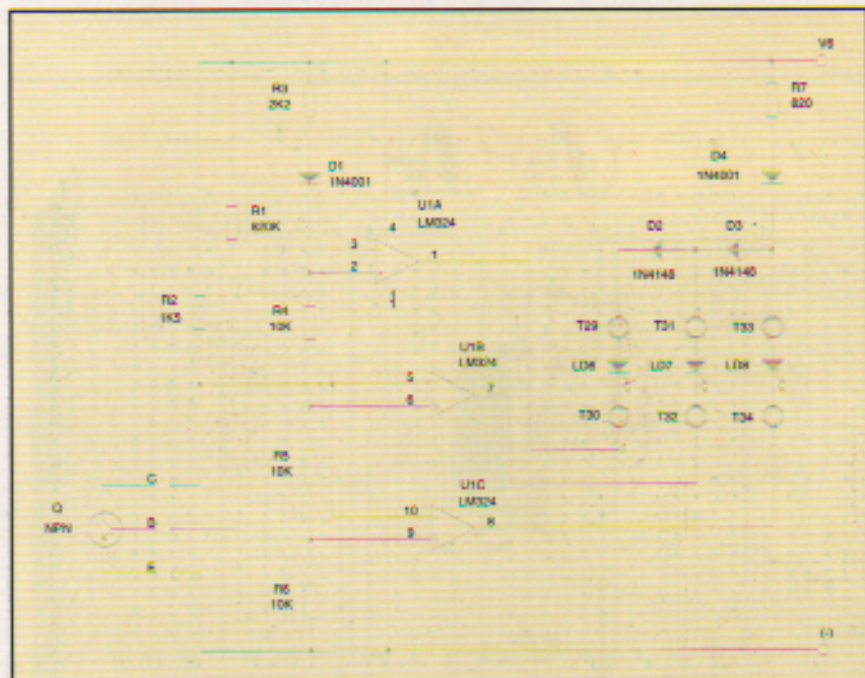
indicando que o ganho desse transistor está dentro de uma das três categorias. O LED LD6, que está conectado à saída de U1A, sinal a um ganho $h_{fe} < 200$. O LED LD7 nos indica que o ganho de corrente está compreendida entre $200 < h_{fe} < 400$. Por outro lado, o LD8 significa que a ganho de corrente é $h_{fe} > 400$. Qualquer transistor que coloquemos de forma correta no circuito o colocará em marcha, sempre que se cumpram duas condições: a primeira é que o transistor seja NPN e a segunda que esteja em bom estado, quer dizer, que funcione corretamente. Esta última característica também pode nos servir para fazer do nosso circuito uma boa maneira de comprovar transistores.

Um diodo LED nos indicará a categoria

O circuito

Como acabamos de comentar, o circuito sem o transistor que será medido mantém todos os LED apagados. Para que isto ocorra, as saídas dos três comparadores U1A, U1B e U1C devem estar a nível alto, o

que se consegue fazendo com que a tensão nos terminais não inversores (3, 5 e 10) do LM324 seja maior que a dos terminais inver-



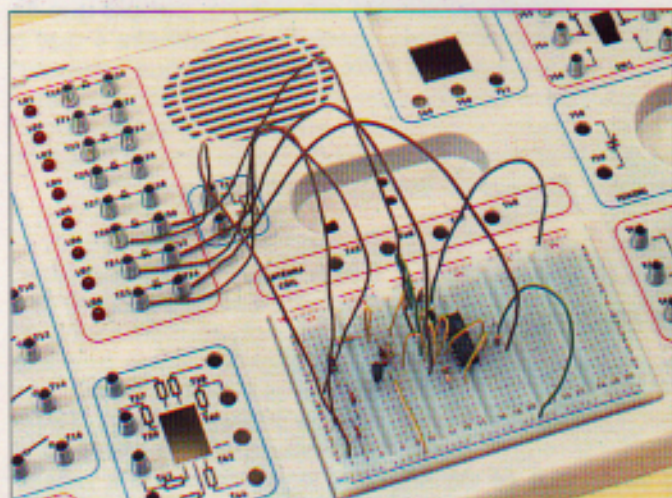
componentes

- R1 820K
- R2 1K5
- R3 2K2
- R4, R5, R6 10K
- R7 820/2
- D1, D4 1N4148
- D2, D3 1N4001
- U1 LM324
- LD6, LD7, LD8

sores (2, 6 e 9). No circuito, quando não há transistor conectado, a tensão nos terminais não inversores (+) é a de alimentação, 9 V, de forma que como nos terminais inversores (-) aplicamos uma tensão de 2,7, 5,4 e 8,1 V, a saída dos três estará a nível alto.

O que queremos conseguir é um circuito no qual tenhamos uma tensão que dependa do ganho do transistor. Esta tensão pode ser a do coletor-emissor, de forma que se polarizamos o transistor a ser comprovado com os resistores R1 e R2, injetando-lhe uma corrente fixa pela

base (Ib), o que queremos é ter uma corrente de coletor ($I_c = I_b \times h_{fe}$) que seja proporcional ao ganho do transistor. Se calculamos, com o circuito de polarização, as tensões que deveria haver entre coletor-emissor para os ganhos 200 e 400, e estas são as tensões fixadas nas entradas 2 e 6 do LM324 com os resistores R3 a R6. Desta maneira, quando se comprova um transistor, a tensão variará em função do ganho e se ativará um dos comparadores, o qual nos indicará a categoria do ganho do transistor.



Conectando o transistor às entradas C-B-E vamos ter a informação sobre a sua categoria de ganho.

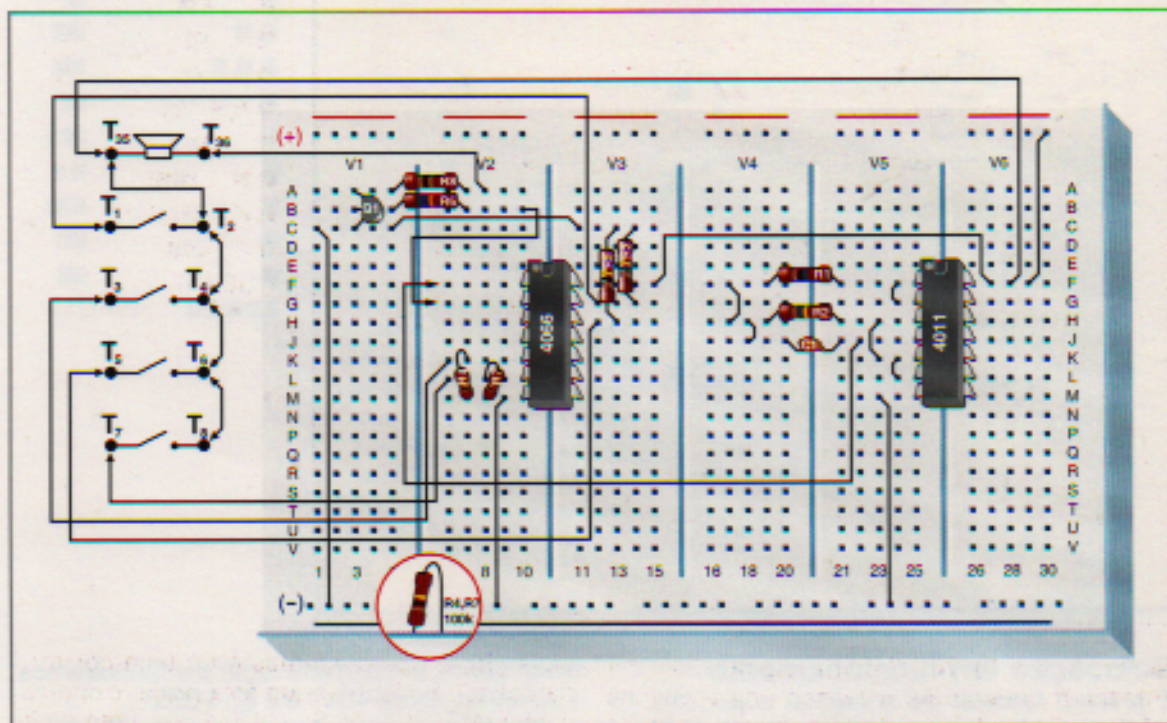
Colocação em funcionamento

O circuito deve funcionar com a alimentação conectada e com um transistor NPN de prova conectado nas entradas CBE. Se não funcionar mudaremos o transistor de prova, porque pode ser que esteja danificado. Se continua sem funcionar, comprovaremos a alimentação do operacional quádruplo assim como a polaridade de todos os diodos da montagem.

Experimentos

O circuito está calculado para funcionar como indicamos, de forma que qualquer modificação levaria a um mal funcionamento do mesmo. Porém, podemos variar a resistência R7 para modificar a luminosidade dos diodos LED.

Ele tem quatro interruptores analógicos com controle independente.



Este circuito integrado tem no seu interior quatro interruptores analógicos bidirecionais, cada um deles controlado por uma entrada de controle que funciona com níveis lógicos da série 4000. Este experimento consiste em comprovar um a um todos e cada um dos interruptores do integrado.

O 4066

Este integrado de 14 terminais tem no seu interior quatro interruptores analógicos com três terminais cada um deles. Cada um dos interruptores tem uma entrada de controle (C), e dois terminais A e B que são a entrada e a saída, ou seja, fazem as funções de contatos do interruptor. Se colocamos a entrada de controle a nível alto, os contatos A e B se fecham, ou seja, equivale a fechar o interruptor. Se, pelo contrário, a entrada de controle está a nível baixo, os terminais A e B estão isolados, o que equivale a ter o interruptor aberto. Se o interruptor está fechado tem uma pequena resistência menor de 100 Ω , se está aberto tem uma resistência

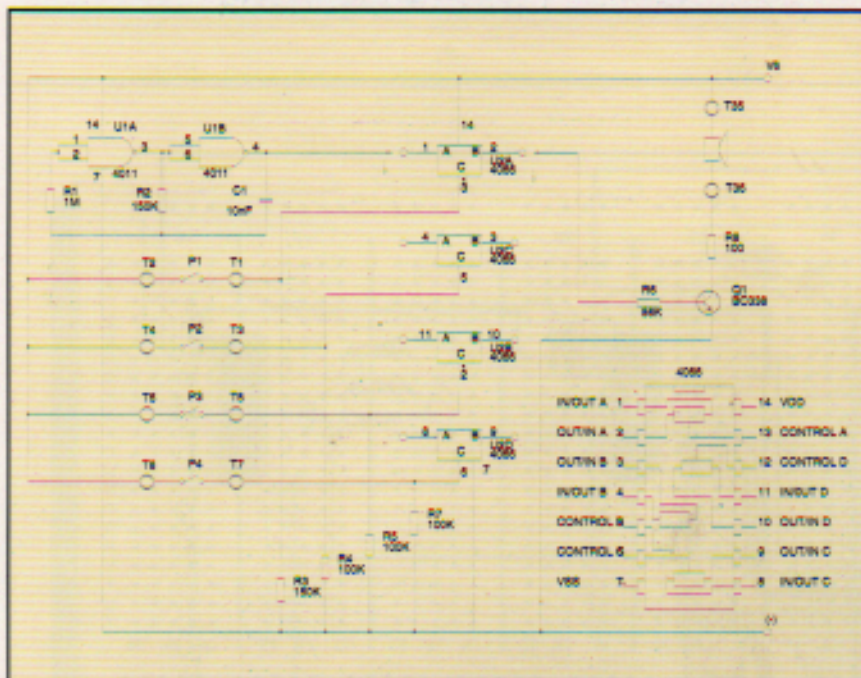
tão elevada que se considera um circuito aberto.

O circuito

Com o circuito se aprende o funcionamento do integrado 4066 e se comprova que o interruptor eletrônico permite a passagem de sinais, sem nenhuma distorção.

Os terminais A e B podem ser entradas/saídas, de forma que é possível conectar indiferentemente o sinal ao ponto A ou ao B. Neste caso se utilizam como entrada os terminais A e aqui se conecta o sinal procedente do oscilador com portas NAND. A saída, terminal B, se leva à base do transistor, e excitará o alto-falante tornando o sinal do oscilador possível de ser ouvido. Realmente o que se faz é intercalar um interruptor entre o oscilador e o transistor de saída. Quando se aciona a tecla conectada à respectiva entrada de controle, o interruptor se fechará, deixando passar o sinal da sua entrada à sua saída.

As entradas de controle atuam com níveis lógicos



componentes

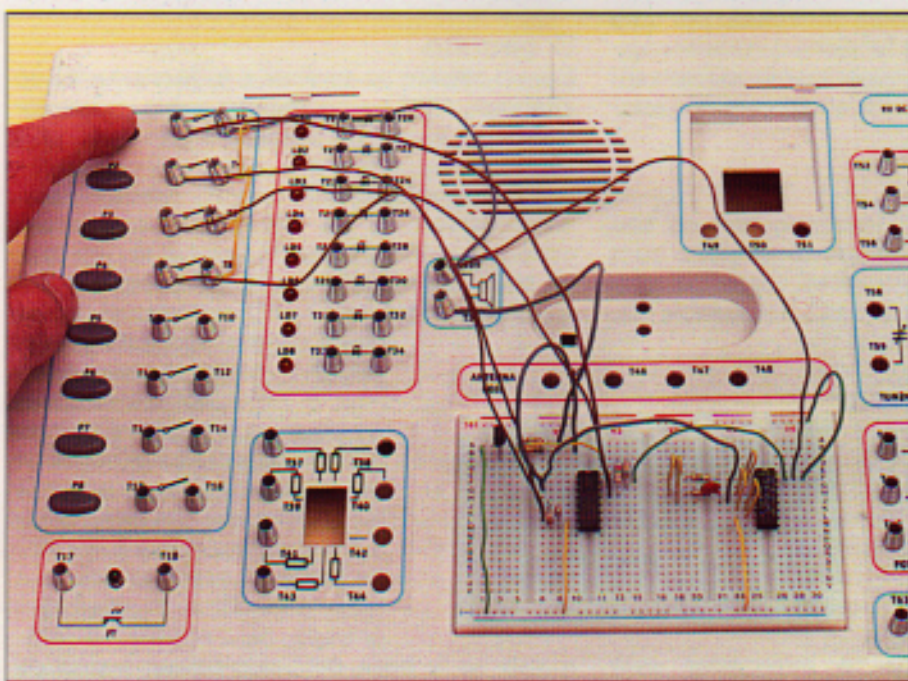
R1	1M
R2, R3	150K
R4, R5, R7	100K
R6	50K
R8	100 Ω
C1	10 nF
Q1	BC338
U1	4011
U2	4066
ALTO-FALANTE	

Colocação em funcionamento

É preciso lembrar de alimentar o circuito. O oscilador estará conectado e a base do transistor também, bastará pressionar a correspondente tecla para que o circuito funcione. Se não

fosse assim, em primeiro lugar comprovaremos a alimentação do 4011 e a do 4066.

Também revisaremos a conexão do transistor BC338. Esta prova se realizará com todos os interruptores.

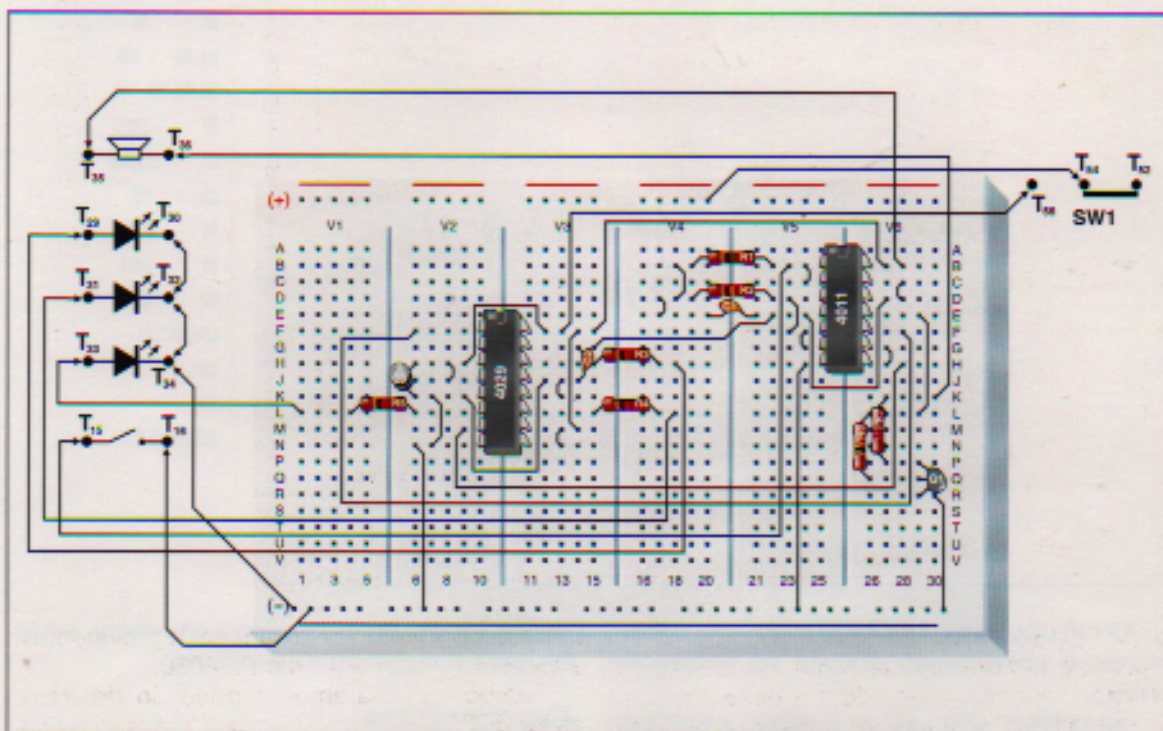


Montagem de prova para o 4066.

Experimentos

Para comprovar que o interruptor, apesar de ser analógico, funciona em toda a categoria de frequências, podemos variar a frequência do oscilador. Baixaremos esta, aumentando a resistência R2 e o valor do capacitor C1. Também podemos aumentá-la, reduzindo o valor destes componentes.

Um apito indicará que podemos fazer uma jogada



O circuito é um dado eletrônico ao que incorporamos som, de forma que um apito nos indica que podemos apertar a tecla para fazer uma jogada.

No momento de pressionar, aparece nos LED um valor em binário compreendido entre 1 e 6, correspondentes aos possíveis valores de um dado.

O circuito

A montagem tem várias partes. Em primeiro lugar, temos um circuito oscilador que é o encarregado de fazer avançar o contador. Este circuito funciona de forma permanente quando tem alimentação, e se pára quando se pressiona P8, já que colocamos a zero a entrada do oscilador (terminais 1 e 2 de U1A). Este sinal de relógio também se utiliza para obter som, se inverte com U1D e se leva, através da resistência R6 à base do transistor Q1, em cujo circuito de coletor temos um alto-falante que soará sempre que o oscilador esteja funcionando.

O circuito contador está configurado para

contar em binário e de modo ascendente desde 9 até 15, mas por usar só três LED se lê de 1 a 6, utilizando a saída CO (frete de saída) invertida para carregar o início da conta. Para conectar a alimentação devemos ativar o interruptor SW1.

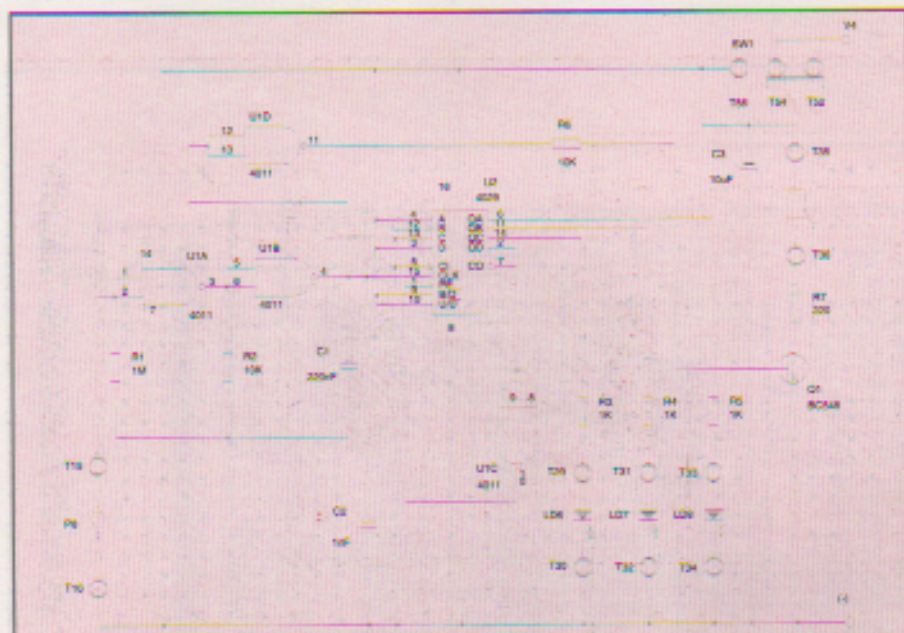
Funcionamento

O funcionamento do circuito é muito simples. Com a alimentação conectada o alto-falante deve emitir um apito agudo e os três diodos LED estarão acesos, devido a que as três saídas do contador estão mudando a uma velocidade bem alta. Quando falamos que mudam nos referimos a que o contador está contando 1, 2, ..., 6, de forma que as saídas mudam de estado.

Quando quisermos fazer uma jogada bastará pressionar P8 para deter o contador e que nos três LED apareça representado o número de saída. Enquanto mantenhemos pressionado P8 o contador terá a sua saída fixa e o alto-falante não soará, já que o oscilador permanecerá desativado.

Colocação em funcionamento

*Pressionando
P8, o contador se
detém.*



componentes

- R1 1M
- R2, R6 10K
- R3, R4, R5 1K
- R7 220 Ω
- C1 220 nF
- C2 1nF
- Q1 BC548
- U1 4011
- U2 4029
- LD6, LD7, LD8
- SW1
- P8
- ALTO-FALANTE

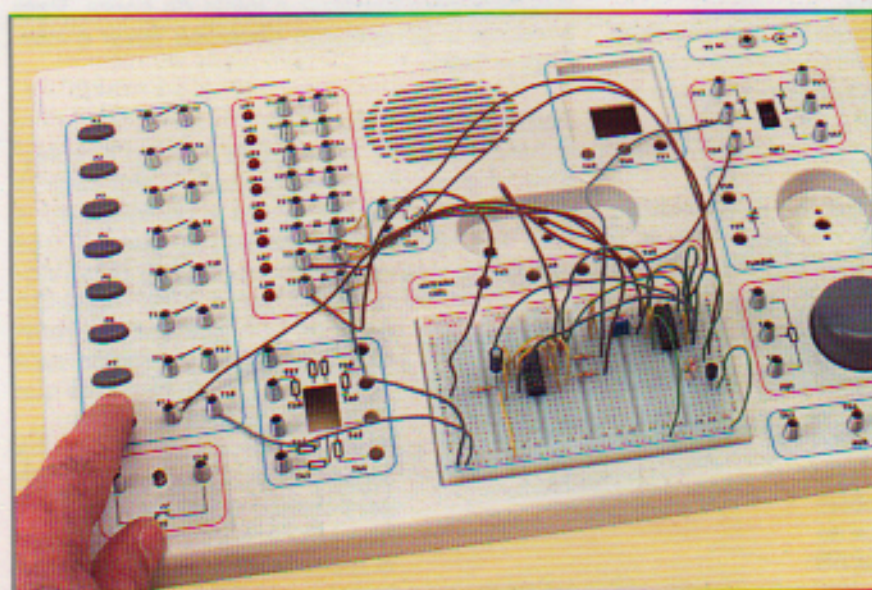
O circuito deve funcionar logo que conectemos a alimentação através do interruptor SW1.

Se nenhum dos LED se iluminar, comprovaremos a alimentação em cada um dos integrados U1 e U2. Também revisaremos a polaridade dos LED, LD6-LD8, assim como revisa-

remos se os contatos do comutador estão situados no lugar correspondente.

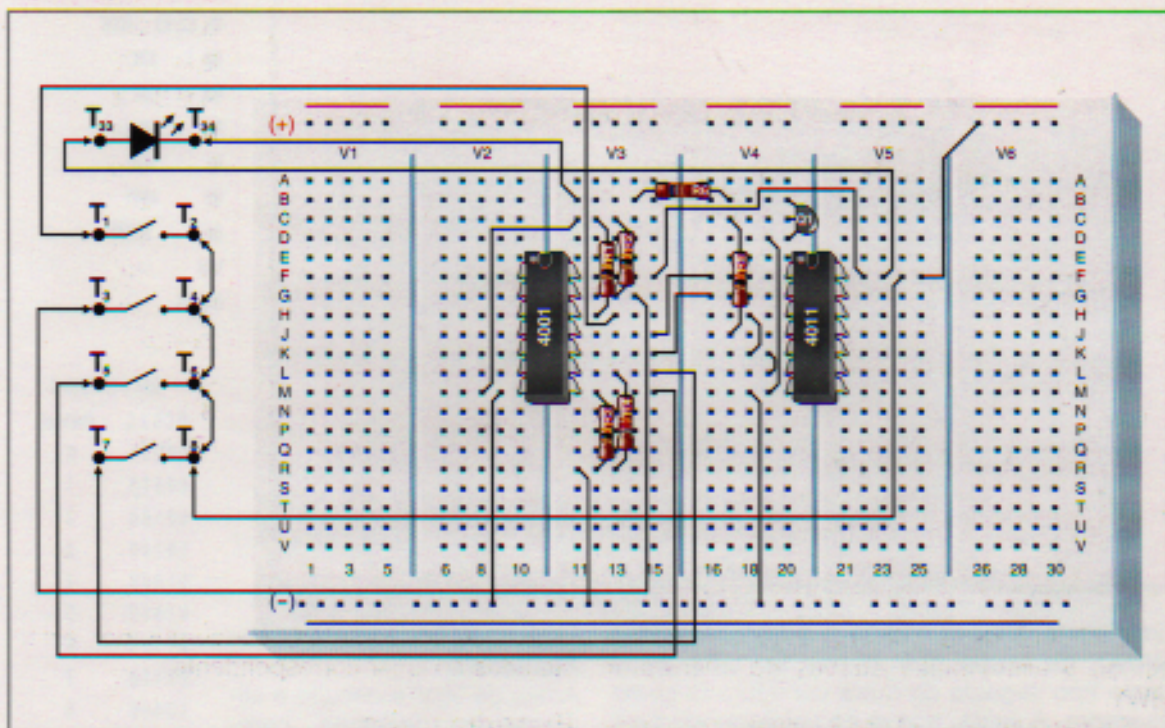
Experimentos

Nenhum dos componentes deste projeto é crítico, de forma que podemos modificar o valor de qualquer um dos componentes. Assim, podemos mudar a frequência do oscilador para obter um som que nos pareça mais agradável ou para que o relógio vá mais lento e comprovar como mudam as saídas do contador, ainda que se for muito lento não se poderá ouvir. Também podemos modificar, sem introduzir grandes mudanças, a polarização do transistor, para desta forma, variar a potência de saída do alto-falante.



Se a frequência do oscilador está na banda de áudio se escutará no alto-falante.

Vamos realizar uma combinação de portas para obter uma NOR de quatro entradas.



O circuito é uma porta NOR de quatro entradas realizada a partir de circuitos lógicos de vários tipos. A sua construção está de acordo com as leis de Morgan. Além disso, conectamos a saída através de um transistor para não carregar muito a porta, desta forma, podemos atacar elementos de mais potência a partir de uma simples porta lógica.

Teoria lógica

O funcionamento do circuito é muito simples. Trata-se de uma porta lógica NOR de quatro entradas, de forma que a sua saída responderá à tabela que representamos. Se relembremos as Leis de Morgan e observamos a função NOR de quatro entradas, pode-se dividir em um produto de duas somas invertidas; vamos ver: $\overline{A+B+C+D} = \overline{(A+B)} \cdot \overline{(C+D)}$. Este é o produto de duas somas invertidas. Se falamos a nível de lógica, vemos que isto não é nada mais que duas portas NOR onde as entradas a cada uma são A-B e C-D. O produto intermediário é uma função AND. Desta forma conse-

guimos realizar uma função lógica mediante uma simples combinação de portas.

Funcionamento

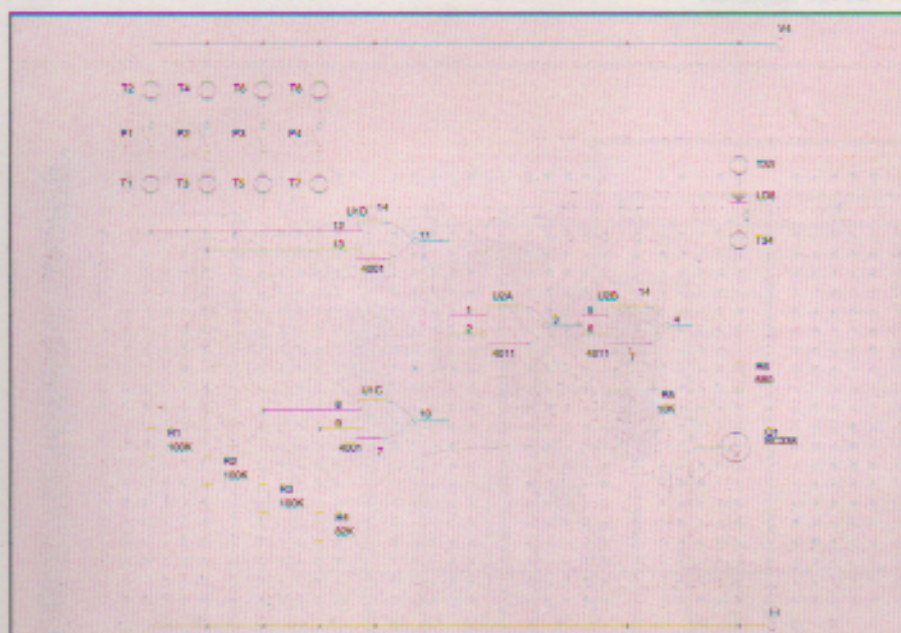
Uma vez entendido o porquê do circuito passaremos a realizar a comprovação do mesmo.

Para isso, usaremos a tabela e comprovaremos uma por uma cada uma das saídas para as respectivas entradas. Vamos ter níveis lógicos '1' pressionando a respectiva tecla. Para o nível lógico '0' deixaremos a tecla aberta, já que em situação de repouso todas as entradas são '0' devido a que todas estão unidas ao negativo de alimentação por meio das resistências R1, R2, R3 e R4.

*Um LED nos
indicará o estado
da saída*

O circuito

O circuito é um fiel reflexo da função lógica que representa. Vamos ter os níveis de entrada por meio das teclas P1, P2, P3 e P4. Vamos ter um '0' na entrada correspondente quando estejam abertas e fechadas estabeleceremos um nível alto '1' sobre as resistências conectadas na entrada. As saídas das portas NOR passam a



uma porta AND realizada a partir de portas NAND, de forma que vamos ter uma porta deste tipo seguida de outra configurada como inversora. A saída, que já se corresponde com uma porta NOR de quatro entradas, ataca à base de um transistor para ativar desta forma o LED que tem no seu coletor quando a saída é um nível alto '1'.

Colocação em funcionamento

Antes de ligar o circuito à alimentação devemos comprovar todas as ligações para evitar possíveis erros de montagem. Sobretudo, devemos ter cuidado com a alimentação dos circuitos

integrados e com a polaridade do transistor e do LED.

Experimentos

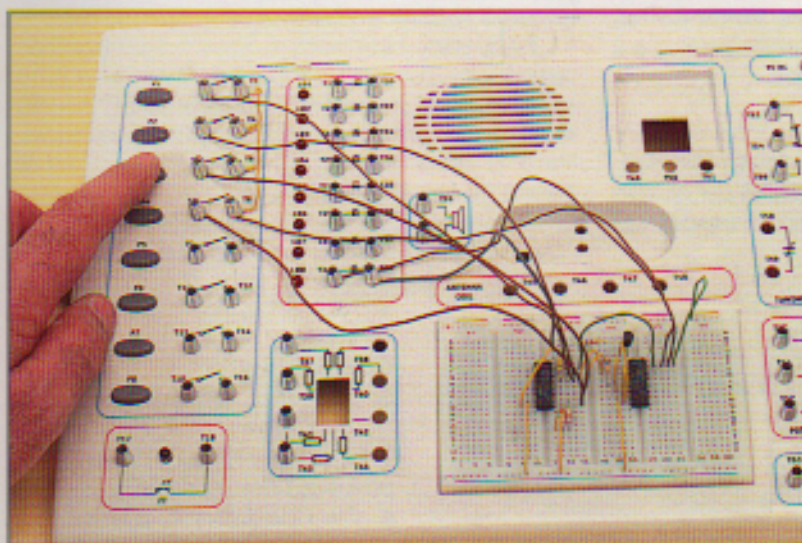
O único ponto do circuito que podemos modificar é o da polarização do transistor para variar a intensidade luminosa do LED. Para isso, mudaremos a resistência do coletor. Se queremos diminuir a luminosidade aumentaremos o seu valor, é preciso levar em conta que estamos alimentando a pilhas e é conveniente reduzir consumos.

componentes

R1, R2, R3 100K
 R4 82K
 R5 10K
 R6 680 Ω
 U1 4001
 U2 4011
 Q1 BC338
 LD6
 P1a P4

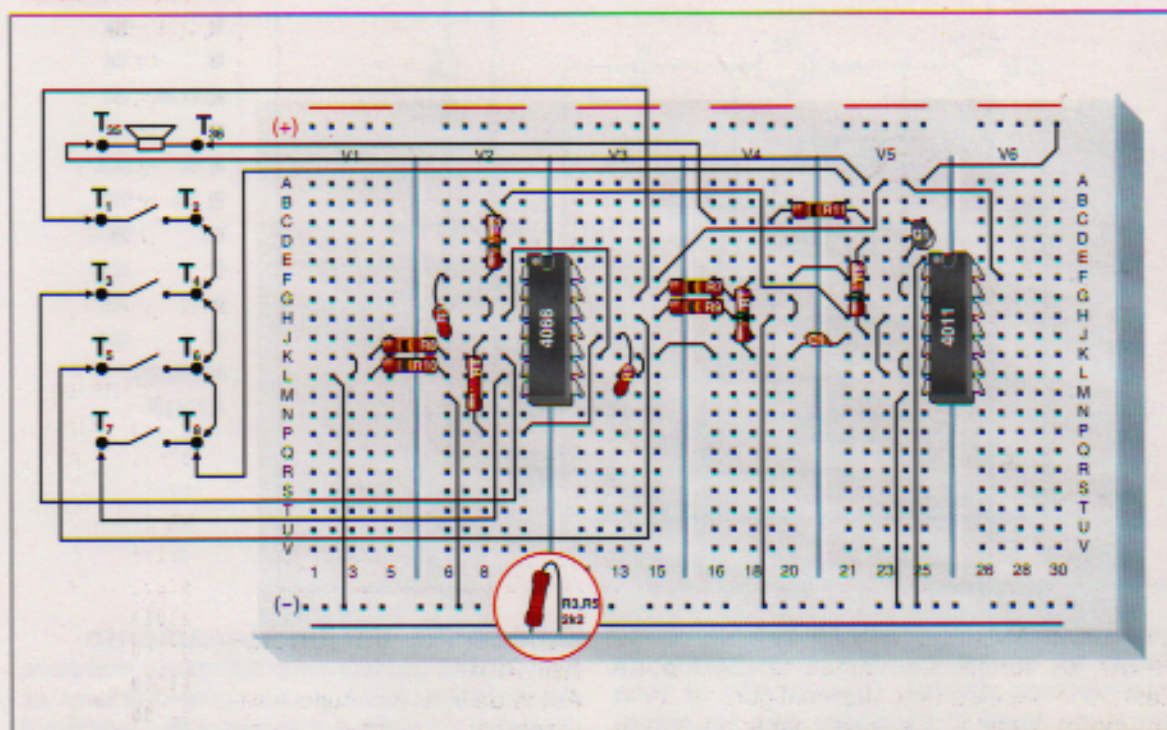
MOR 4 ENTRADAS

DCBAS	Decimal
00001	0
00010	1
00100	2
00110	3
01000	4
01010	5
01100	6
01110	7
10000	8
10010	9
10100	10
10110	11
11000	12
11010	13
11100	14
11110	15



A tecla aberta equivale a um '0' e fechada a um '1'.

Controlando as portas analógicas mudamos a frequência do oscilador.



Este experimento são utilizados interruptores analógicos para variar o valor da resistência que determina a frequência de um oscilador, realizado com portas NAND. Vamos fazer um órgão de quatro notas. As teclas atuam sobre interruptores eletrônicos que comutam resistências.

Funcionamento

Como se pode ver, a base do circuito é um oscilador realizado com portas NAND. Para obter as frequências diferentes o que vamos fazer é variar a resistência que configura a frequência do oscilador. O circuito tem quatro teclas, P1, P2, P3 e P4, que controlam diretamente as entradas de controle dos interruptores analógicos, de forma que cada vez que pressionamos uma delas ativaremos dito interruptor. Se pressionamos P1, fecharemos U2A e será R2 a resistência que forma parte do oscilador. Se pressionamos P2, ativaremos U2C e a resistência do oscilador será R2+R3. Pressionar P3 supõe

ativar U2B e modificar a resistência do oscilador a R2+R3+R4. Por último, se pressionamos P4, ativaremos a resistência do oscilador que neste caso será a soma total de R2+R3+R4+R5.

O circuito

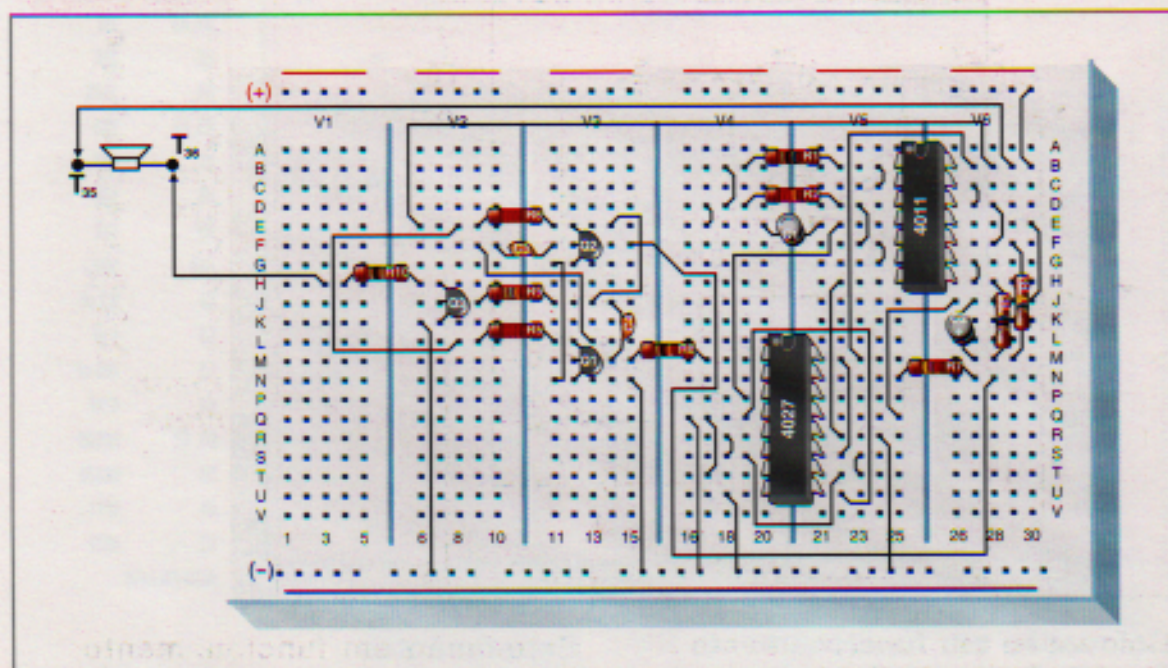
Como vimos, a base do circuito está constituída pelos interruptores analógicos controlados de forma digital.

Quando a entrada de controle (terminal C) destes interruptores está a nível baixo, entre os terminais A e B há uma impedância muito elevada e portanto temos um circuito aberto. No entanto, se a entrada de controle está a nível alto, entre os terminais A e B há uma resistência muito pequena, alguns ohms, de forma que se considera que os terminais A e B estão unidos. Esta propriedade se utiliza para conectar as resistências entre os pontos que quisermos no oscilador.

As resistências R7 a R10 se usam para assegurar que as entradas de controle

Altera-se o valor de uma resistência

Simula o som utilizado em algumas máquinas caça-níqueis.



E circuito produz três frequências diferentes, que são geradas pelos osciladores com portas NAND e que marcam o ritmo da melodia eletrônica. Os osciladores digitais controlam um terceiro oscilador analógico, realizado com transistores, e que funcionará quando existam determinadas condições.

O circuito

O circuito foi projetado para obter um som eletrônico entrecortado, ou seja, com interrupções, parecido ao das famosas máquinas caça-níqueis.

Para entrecortar o som são utilizados dois osciladores realizados com portas NAND, e de frequências diferentes. O formado por U1A e U1B tem um sinal de saída de 10 Hz, enquanto que o integrado por U1C e U1D tem 3 Hz. As saídas destes dois osciladores não podem ser acopladas diretamente ao oscilador com os transistores que montamos. Por isso, utilizamos como circuito adaptador as bsculas JK. Estas bsculas estão configuradas como bsculas T, de forma que dividirão a frequência dos dois osciladores à metade. Os dois sinais de saída das bsculas, terminais 1 e 15,

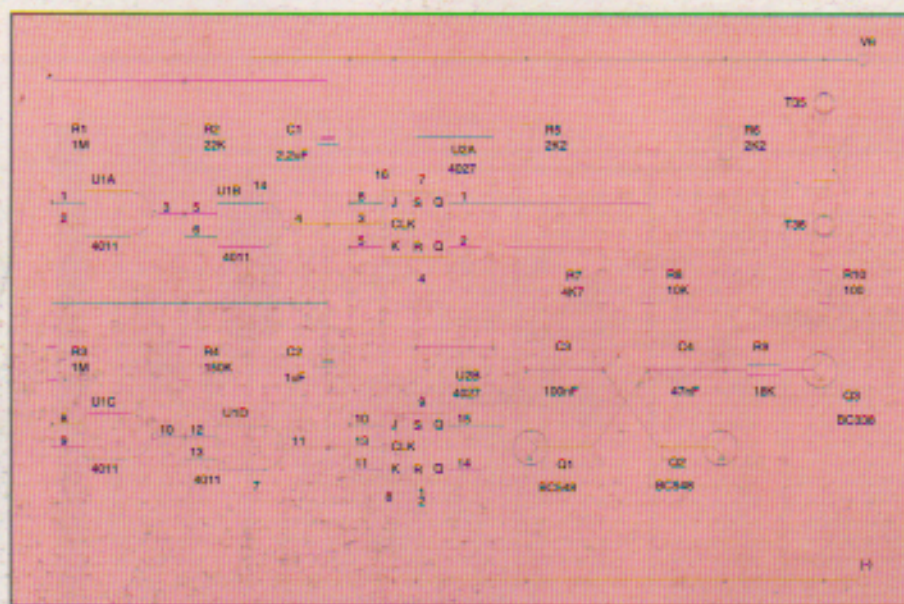
serão os que entrecortam a frequência real do oscilador montado com transistores, já que este só funcionará quando as duas saídas Q estejam a nível alto. Esta operação não se produzirá sempre da mesma forma, já que os sinais têm uma frequência de 5 e 1,5 Hz, e não sempre coincidem o mesmo número de vezes em estado alto os dois sinais. Esta peculiaridade é a que dá lugar ao ritmo entrecortado do qual falamos anteriormente.

Funcionamento

O circuito deve funcionar quando estiver conectado à alimentação. Os osciladores trabalharão de forma ininterrupta, de forma que as bsculas configuradas em modo T também.

Os transistores Q1 e Q2 formam um oscilador que é o que emite o som e que só funcionará quando coincidam a nível alto as saídas das duas bsculas. Para conseguir um efeito sonoro tão estranho, a frequência de um oscilador não deve ser múltiplo inteiro da outra. A saída do oscilador se aplica a um transistor de elevado ganho para que o amplifique. Desta forma, obtemos um som muito eletrônico.

*Dois osciladores
marcarão o ritmo*



componentes

- R1, R3 1M
- R2 22K
- R4 150K
- R5, R6 2K2
- R7 4K7
- R8 10K
- R9 18K
- R10 100Ω
- C1 2,2 μF
- C2 1 μF
- C3 100 nF
- C4 47nF
- Q1, Q2 BC548
- Q3 BC338
- U1 4011
- U2 4027
- ALTO-FALANTE

Colocação em funcionamento

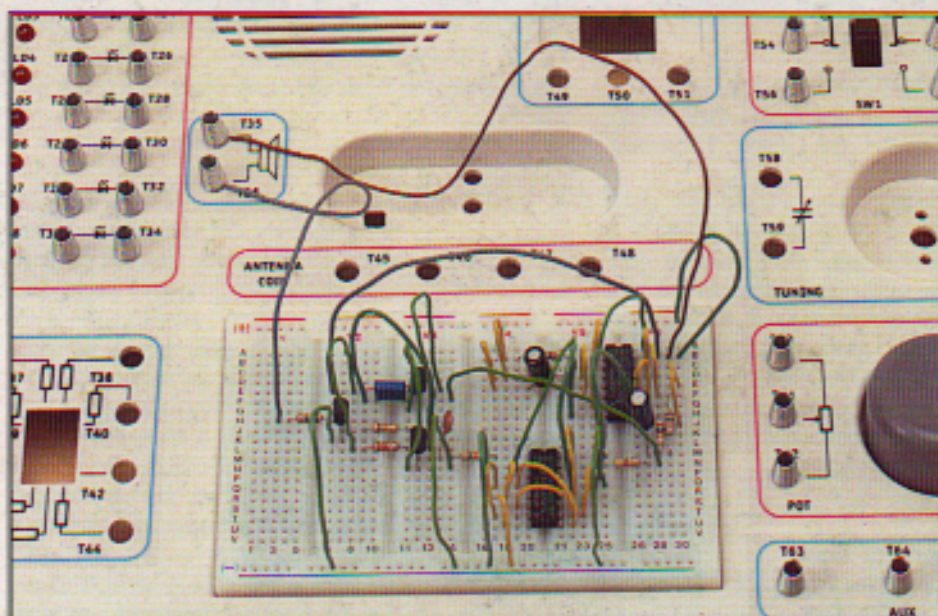
Se o circuito não funciona ao ligar a alimentação, V6, o primeiro que faremos é desconectar esta. A seguir, comprovaremos a alimentação dos integrados do circuito e a polaridade dos capacitores eletrolíticos e a de todos os transistores. Não é aconselhável ligar a alimentação antes de verificar todas as ligações do circuito.

Experimentos

Nesta montagem podemos mudar completamente o som emitido pelo alto-falante. Se queremos variar o tom modificaremos R7, C3, R8 e C4. Se, pelo contrário, o que queremos é modificar o ritmo, mudaremos o valor de R2, C1 e/ou R4 e C2.

Seria interessante experimentar mudando

todos os valores para observar o efeito que produz sobre a composição final. Também pode-se acrescentar em série com R2 o potenciômetro de ajuste de 5K, e em série com R4 o potenciômetro de ajuste de 100K. Desta forma, pode-se obter uma grande variedade de sons.



No alto-falante, ouviremos um som eletrônico sem ritmo.