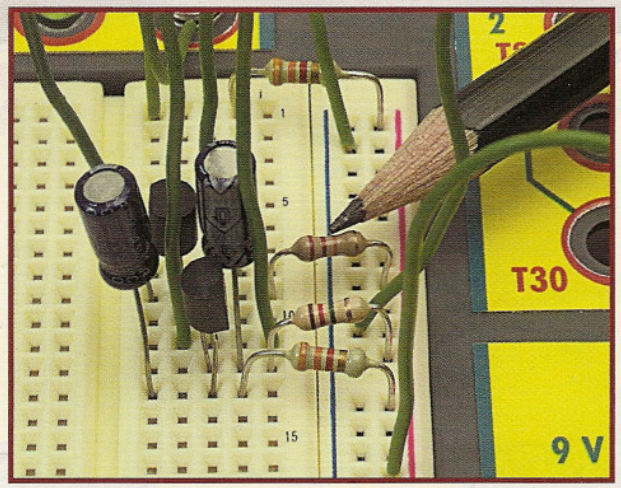
Eletrônica Modular

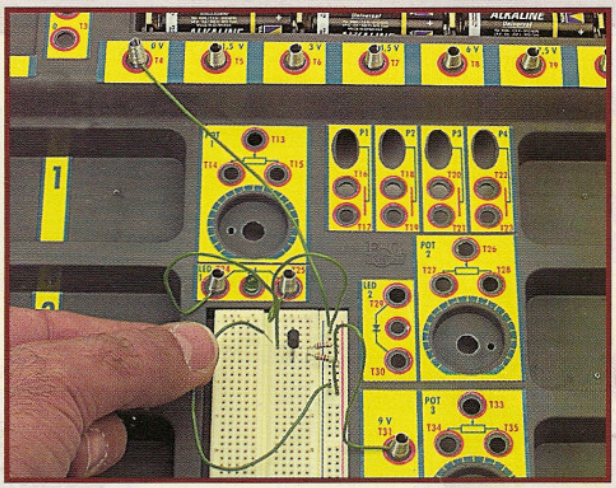
4

EXPERIÊNCIA



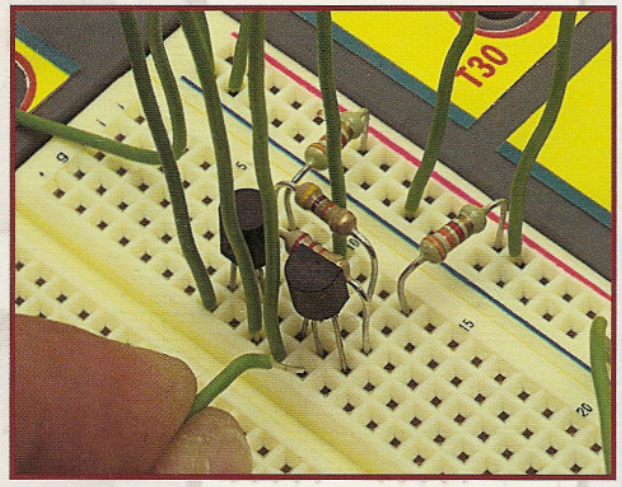
Sistema cíclico com transistores

EXPERIÊNCIA



Detector de rompimento do fio

EXPERIÊNCIA



Báscula RS com transistores

SISTEMA DE TESTES



Sistema de conexão de pilhas

Aprenda a construir seu Sistema de Testes seguindo rigorosamente as instruções do fascículo

Monte seu Sistema de Testes

F&G
00004
8 414090 707251

Editor
Julio Goñi

Diretor Editorial
Julio Rodríguez

Diretor de Produção
Gregorio Goñi

Ajudante de Produção
Begoña Píriz

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
Tels: (0XX21) 590.9613 - 290.6273
Fax: 590.2878
E-MAIL: nlentelogistic@montreal.com.br

Distribuição e venda para todo o Brasil
Fernando Chinaglia
Distribuidora S.A.
Rua Teodoro Da Silva, nº 907-Grajaú-RJ
Tel: (0XX21) 3879.7766 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, 2002
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:
60 fascículos semanais
Printed in Spain
ISBN FICHA: 84-89617-89-9
ISBN BORA: 84-89617-88-0
ISBN FICHEIRO I: 84-89617-90-2
ISBN FICHEIRO II: 84-89617-91-0
ISBN FICHEIRO III: 84-89617-92-9
Depósito Legal: M-29613-2000

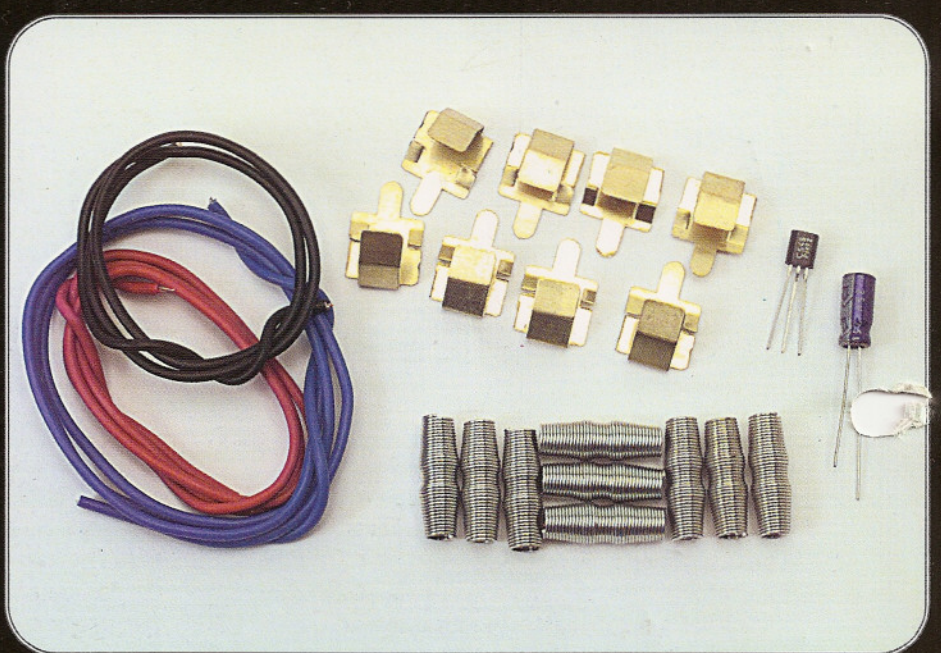
OS FASCÍCULOS
VÃO ACOMPANHADOS
COM PEÇAS OU COMPONENTES
ELETRÔNICOS DE BRINDE

Eletrônica Modular

Monte seu Sistema de Testes

Nesta entrega

- 8 Contatos para pilha
- 9 Molas de conexão
- 30 cm Fio preto flexível
- 60 cm Fio azul flexível
- 40 cm Fio vermelho flexível
- 1 Capacitor 22µF eletrolítico
- 1 Transistor BC548



Nesta entrega se fornecerão os contatos do porta-pilhas, seus fios de conexão e suas molas. Na próxima entrega se fornecerão componentes para completar o Módulo 1 e para realizar experiências.

SISTEMA CÍCLICO COM TRANSISTORES. Este oscilador é um circuito muito clássico e de funcionamento assegurado.

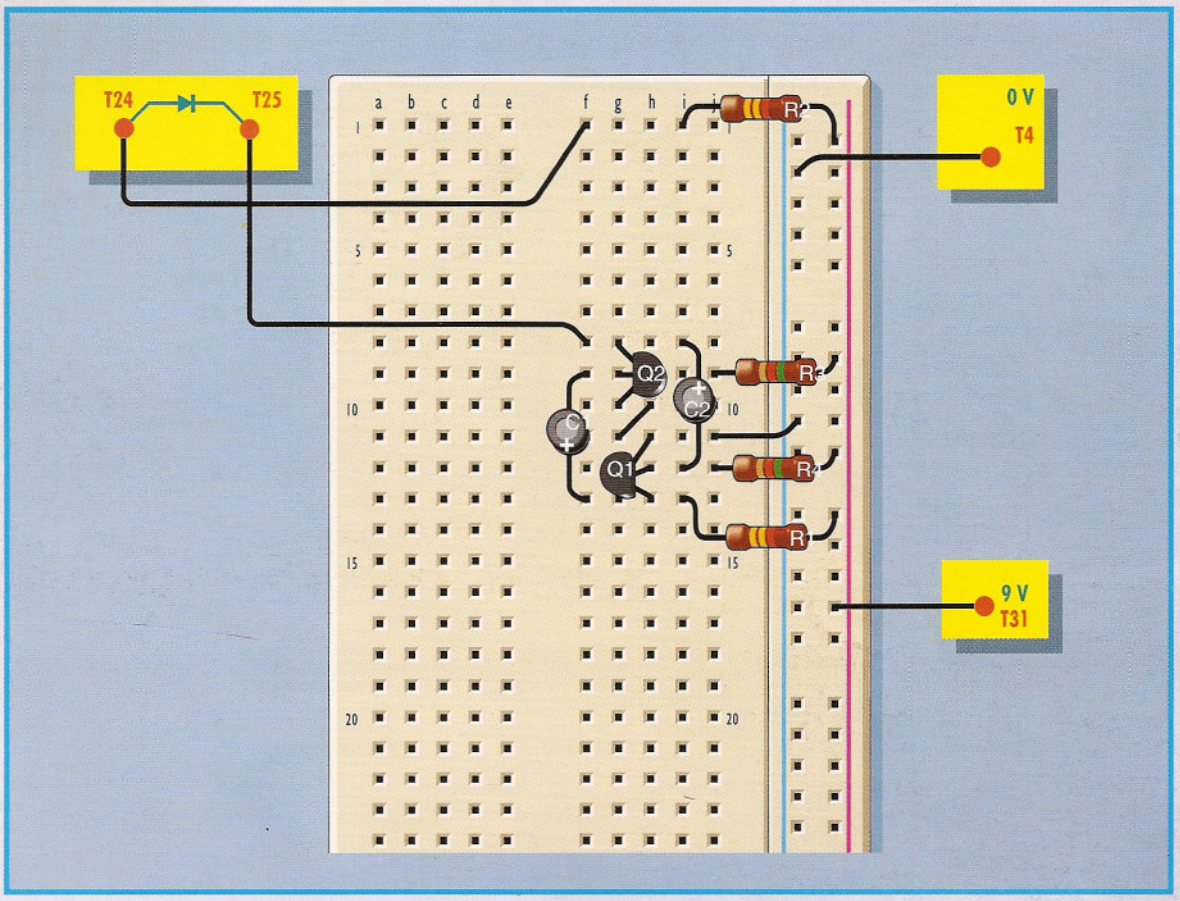


Diagrama de conexão correspondente ao circuito oscilador cíclico com transistores.

Este circuito é típico em todos os livros de eletrônica. Recebe diversos nomes, os mais conhecidos são: oscilador cíclico e multivibrador cíclico. O diodo LED se coloca para comprovar seu funcionamento, pois só se pode observar a mudança de sua luz quando a freqüência for baixa, no entanto, este circuito pode funcionar a freqüências muito elevadas, cobrindo, por exemplo, toda a faixa de áudio. A onda de saída é quadrada.

Funcionamento

Antes de começar a explicação convém dizer que os transistores Q1 e Q2 conduzem de maneira alternativa. A polarização de um deles controla o outro, e vice-versa. Suponhamos, por um momento, que o transistor Q1 conduza e o transistor Q2 esteja em corte (LED apagado). O capacitor C1 se carrega através de R3 e quando a tensão no ponto de união entre ambos, que está unido à base do transistor Q2, superar os 0,6 volts, Q2 entrará em condução e bloqueará o transistor Q1 que deixará de conduzir. Então o diodo LED se ilumina. Repete-se o processo para C2 que se carrega através de R4. Isto é um pouco complicado, portanto, o melhor é antes de nada ordenar os materiais e realizar a montagem tal como se observa no diagrama de conexão.

Montagem

Este circuito necessita pouquíssimos componentes, no entanto, haverá que se ter cuidado para não cair em enganos. As resistências se identificam por seu código de cores. Recordamos que deve-se começar a ler as faixas de cores pelo extremo oposto à faixa mais separada que indica a tolerância. Esta última faixa é cor de ouro para resistências de 5%. Os

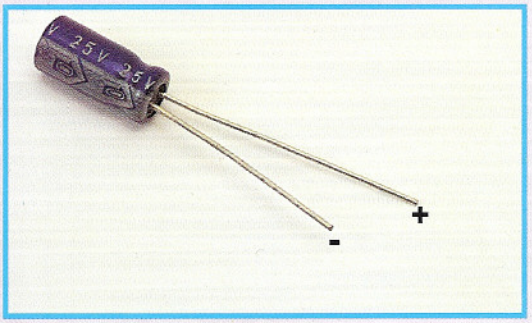
SISTEMA CÍCLICO COM TRANSISTORES.

LISTA DE COMPONENTES

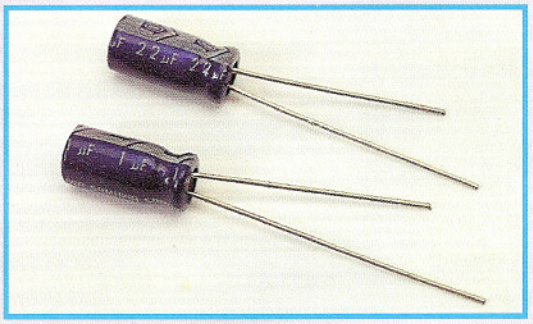
R1	Resistência 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R2	Resistência 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R3	Resistência 1M2 5% 1/4W (marrom, vermelho, verde)
R4	Resistência 1M2 5% 1/4W (marrom, vermelho, verde)
C1	Capacitor 1µF eletrolítico
C2	Capacitor 1µF eletrolítico
Q1	Transistor NPN BC548
Q2	Transistor NPN BC548
LED	1

DADOS TÉCNICOS

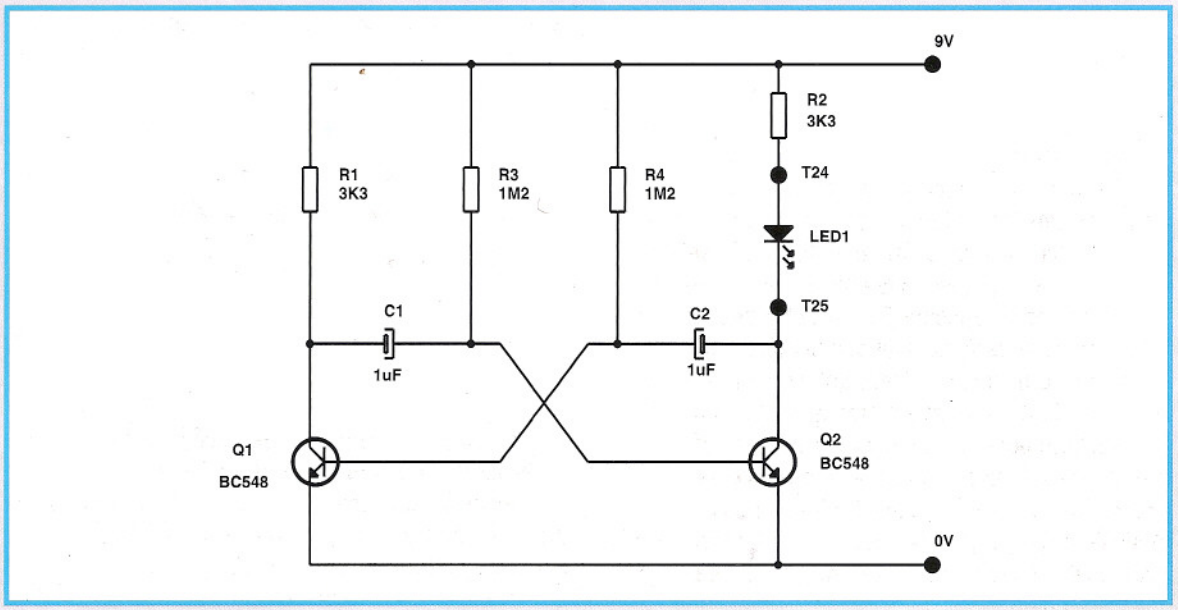
Tensão de alimentação máxima 12V
Tensão de alimentação mínima 4,5V
Consumo médio 2,5 mA



O terminal de maior comprimento de um capacitor eletrolítico corresponde ao positivo.



O valor dos capacitores eletrolíticos se identifica muito bem no seu corpo.



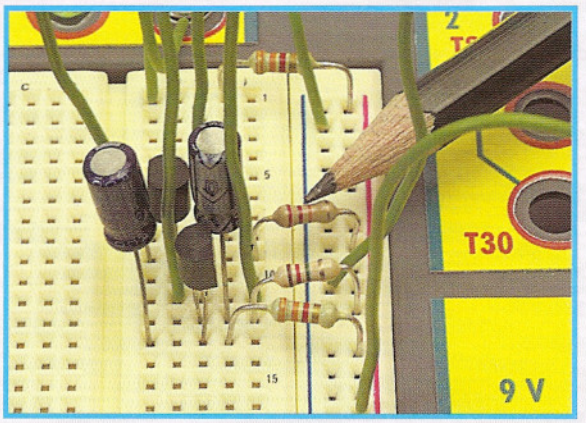
Esquema elétrico do oscilador cíclico, também denominado multivibrador.

SISTEMA CÍCLICO COM TRANSISTORES.

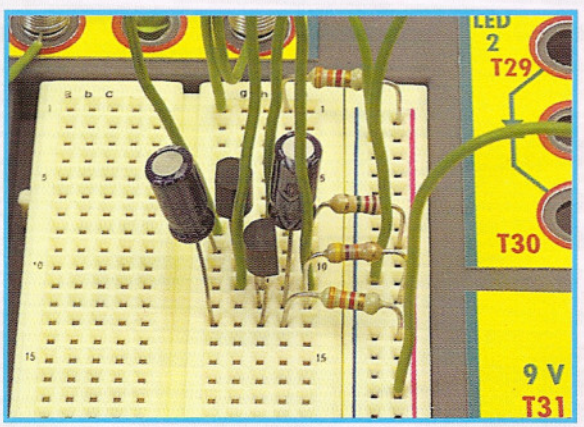
transistores têm sua referência de fabricante marcada em seu corpo, haverá que prestar atenção à distribuição de seus terminais, para evitar conectá-los invertidos. A última conexão que se realiza para finalizar a montagem é a do positivo da alimentação. Se o circuito não funciona a primeira ação é desligar a alimentação e revisar todas as conexões, uma por uma.

Alimentação

Este circuito é ideal para os que começam. É um oscilador que arranca muito facilmente, não necessita ajuste e funciona com uma ampla margem de tensões de alimentação. Recomenda-se provar com tensões de 9 até 3 volts, e, como é lógico, ao baixar a tensão, baixará, também, a luminosidade do LED.



Se substituirmos R3 por outro de 22K, o LED emitirá um breve destelho.



Se substituirmos a resistência R4 de 1M2 por outra de 47K, o LED se apagará de maneira muito breve.

Variantes

Se se monta o circuito com os valores de componentes indicados no esquema, obtém-se uma intermitência simétrica, isto é, o diodo LED está ao mesmo tempo apagado e aceso. Se, por exemplo, substituirmos o capacitor C2 por outro de 22µF, um dos tempos se fará, aproximadamente, de 15 segundos. Deixemos ao leitor que comprove qual é. Se se muda C1 é o outro tempo que se muda.

Também pode-se modificar os valores das resistências. Mas antes vamos deixar os dois capacitores de 1µF originais. Se trocarmos a resistência R3 de 1M2 por outra de 47K, obteremos uns resplendores muito curtos, mas se em vez de fazer esta mudança com a resistência R3 o fizermos com a R4, o LED não chegará a tentar se apagar. Mas tudo isto deve ser comprovado com o circuito montado no sistema de testes. Quando se dispuser de mais componentes, será possível utilizar outros valores intermédios e realizar mais testes.

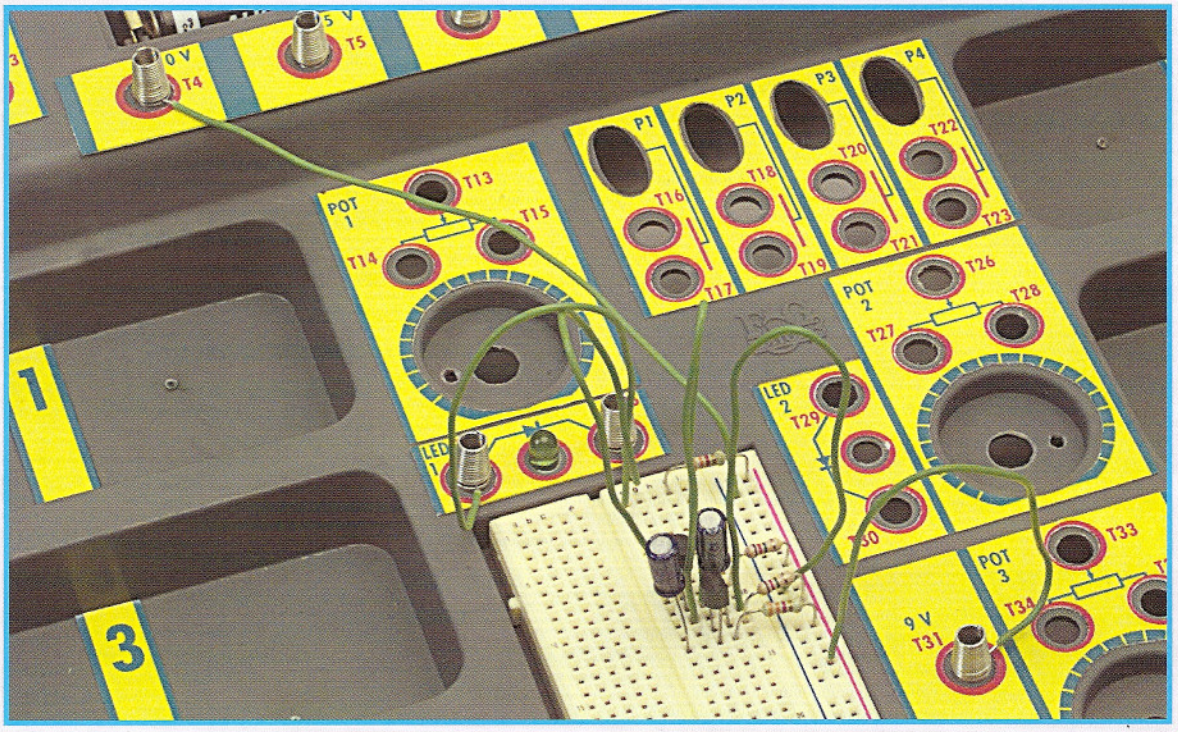
Tempos de ficar aceso e apagado

Embora aos tempos de acender e apagar possam variar bastante, devido às tolerâncias dos componentes utilizados, vamos lhe propor uma fórmula prática para poder calcular, embora seja de maneira aproximada. O tempo em que o LED permanece iluminado calcula-se mediante a seguinte fórmula Ton = 0,7 x R x C. Sendo R = 1M2 e C = 1µF. Expressando a capacitância em Farads, dando um tempo teórico de mas 8 décimas de segundo, isto é, quase um segundo.

A onda de saída é quase quadrada

O tempo em que permanece apagado é o mesmo. Ao experimentar com diferentes valores de resistências e de capacitores pode-se conseguir outro ciclo de trabalho. Neste caso o ciclo de trabalho é simétrico, pois o tempo que o LED permanece apagado é o mesmo que permanece aceso, isto é, 0,8 s aceso e 0,8 s apagado.

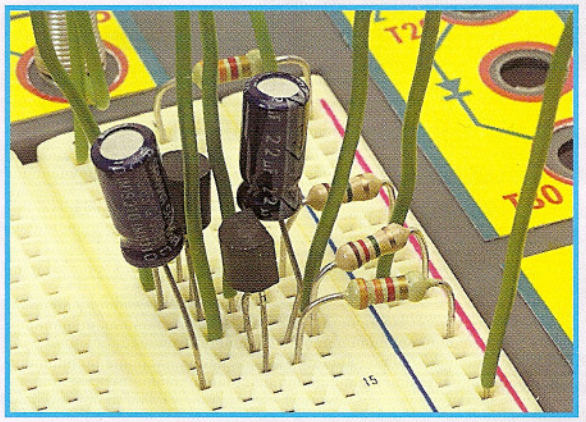
SISTEMA CÍCLICO COM TRANSISTORES.



O LED se ilumina de maneira intermitente.

A freqüência

Para calcular a freqüência de um sinal periódico haverá que calcular o período do sinal e calcular seu inverso, isto é, dividir um pelo período. Neste caso, o período é T = 0,84 + 0,84 = 1,68, a freqüência será f = 1/1,68 = 0,6 Hz. Trata-se de uma freqüência muito baixa. O circuito pode-se adaptar para freqüências mais elevadas, mas até que não disponhamos de outros meios de comprovação, que logo teremos, haverá que trabalhar com freqüências baixas para que o nosso olhar possa seguir o acendido e o apagado do LED. Por exemplo, para capacitores de 10nF se obteria uma freqüência de uns 60 Hz e se baixarmos as resistências R3 e R4 uns 56K, obteríamos uma freqüência de uns 1200 Hz, que, convenientemente amplificada, poderia ser audível em um alto-falante, pois esta dentro da faixa de freqüências de 20 Hz a 20 kHz que o ouvido humano pode captar.



Se substituirmos o capacitor C2 por outro de 22µF, o atraso que se consegue será de, aproximadamente, 15 segundos.

Alguns conselhos

As montagens que se observam nas fotografias estão realizadas com os mesmos componentes que se fornecem e que estão disponíveis até a entrega atual, no entanto, assim que completarmos a coleção, as possibilidades de montagem aumentarão. Além de uma grande variedade de valores de resistências e de capacitores, com os quais pode-se substituir os do esquema original, para variar os parâmetros dos circuitos, disporemos de fios de diferentes comprimentos, pois de momento os fios fornecidos, embora cumpram sua função, podem parecer compridos demais em alguns casos.

DETECTOR DE ROTURA DE FIO. A perda de continuidade pode-se utilizar para iluminar ou para apagar um LED.

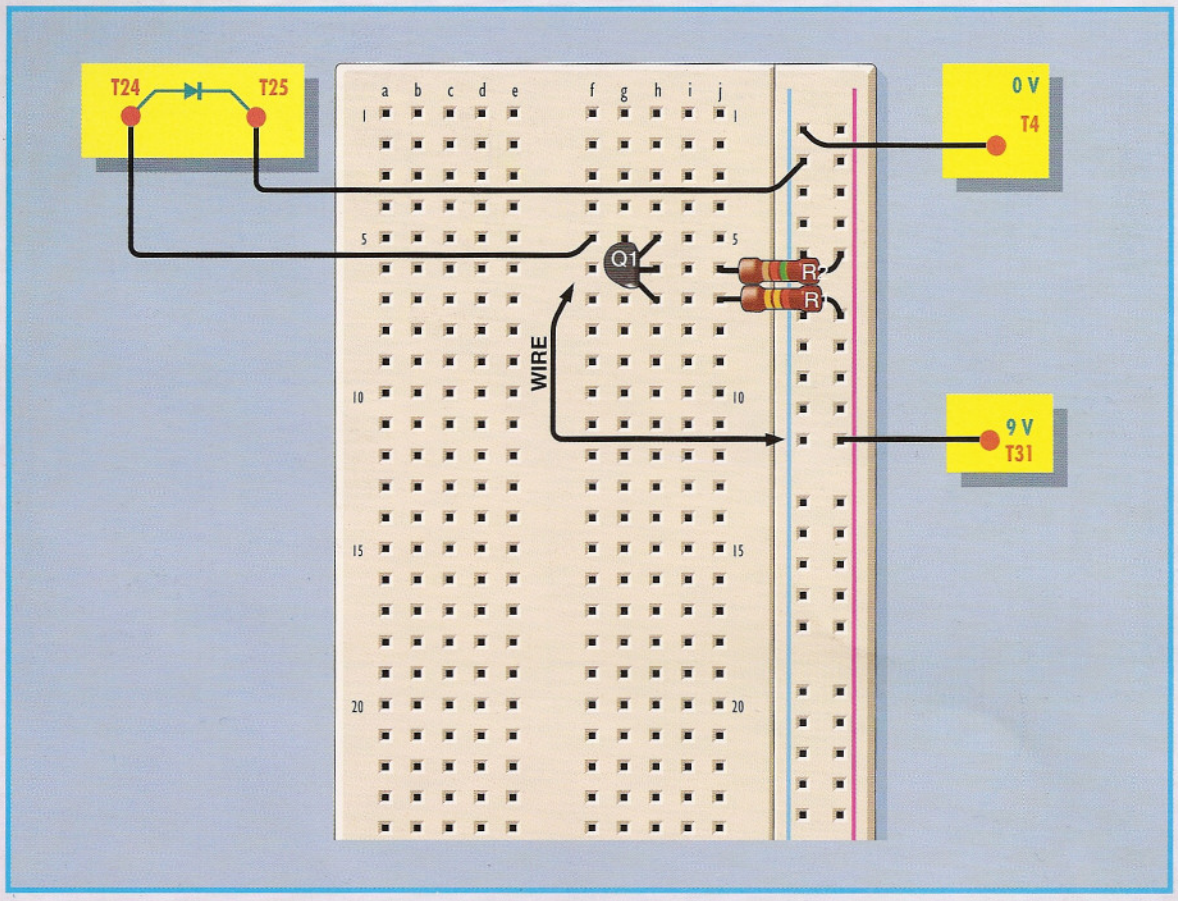


Diagrama conexão correspondente ao detector de quebra de fio, variante (B).

Os circuitos utilizados nesta experiência são extremamente simples, no entanto são um bom exemplo para mostrar muitas possibilidades de utilizar um transistor. O sistema consiste em esticar um fio que mantém uma pequena corrente e quando esta corrente se interrompe, produz-se o estado de alarme. Apresentam-se duas variantes. A primeira delas que denominaremos (A), indica o estado de alarme iluminando o LED, quando se corta o fio. Na segunda variante (B), o estado de alarme se marca de maneira contrária, ao abrir-se o circuito o diodo LED se apaga.

Circuito (A)

Neste caso, o LED permanece apagado pois o transistor se mantém em estado de corte ao impedir que circule corrente por sua base. Neste caso, e quando não se produzir o alarme, o LED não consome e pelo circuito detector circula uma corrente muito pequena que se pode calcular utilizando a lei de Ohm I = V/R = 9/1M2 = 7,5µA, o que parece um consumo reduzidíssimo. O que nos leva a concluir que este circuito poderia se alimentar a pilhas.

O circuito só consome uns 2,5 mA, se se produzir o rompimento do fio.

Neste circuito haverá que considerar a ganância do transistor. Quanto maior for a ganância, maior poderá ser a resistência de base, porque ele necessita de uma corrente de base menor para obter a mesma corrente de coletor. A resistência de base, neste caso R2, deve ser a maior possível, pois por ela está circulando e de maneira permanente a corrente que circula pelo fio detector. Mas se esta resistência for muito elevada, pode ser que a corrente de base seja insuficiente para que a corrente que circula pelo

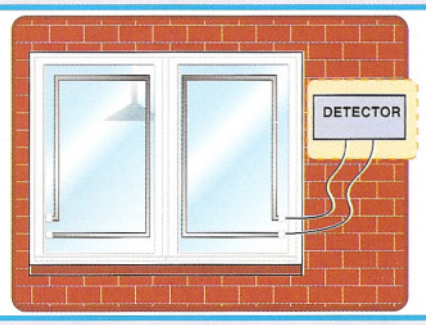
DETECTOR DE ROTURA DE FIO.

LISTA DE COMPONENTES

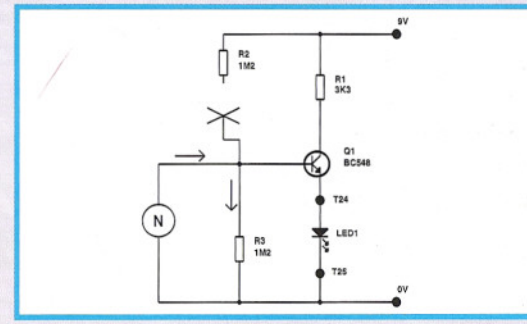
R1	Resistência 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R2	Resistência 1M2 5% 1/4W (marrom, vermelho, verde)
R3	Resistência 1M2 5% 1/4W (marrom, vermelho, verde)
Q1	Transistor NPN BC548
LED 1	

DADOS TÉCNICOS

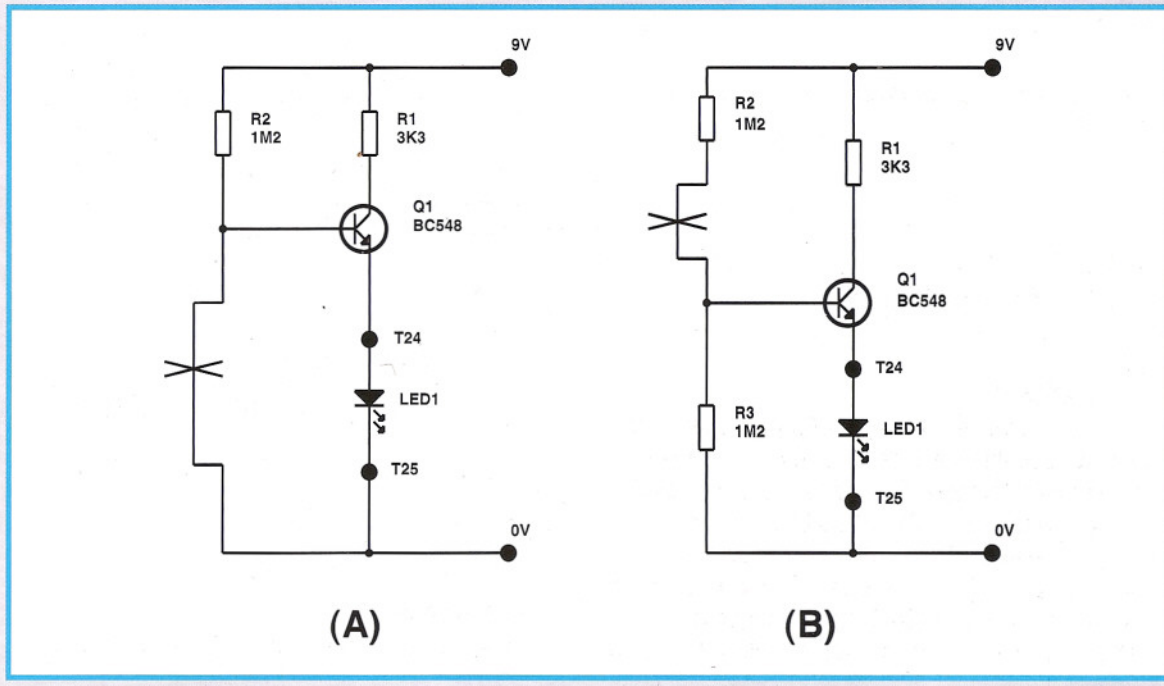
Tensão de alimentação máxima 12V
Tensão de alimentação mínima 4,5V
Consumo médio 2,5 mA



Alguns circuitos que detectam o quebra de vidraças estão baseados na perda de continuidade de uma fita condutora.



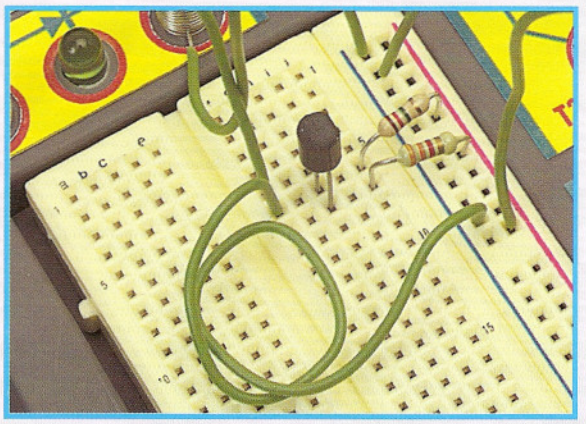
A resistência R3 dificulta que o LED se ilumine se o fio, que pode ser de bastante comprimento, capte ruído radioelétrico.



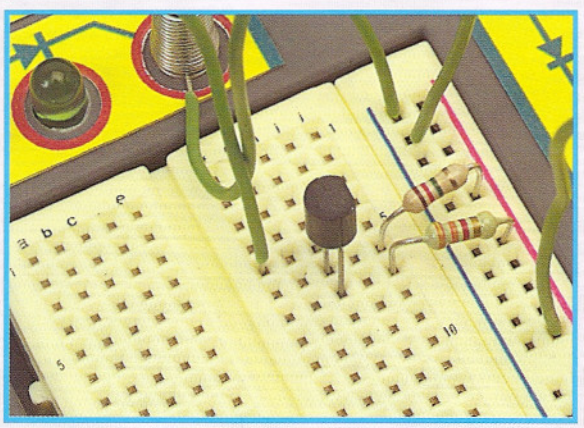
No circuito (A) o LED se ilumina ao se cortar o fio. No circuito (B) o LED se apaga ao se cortar o fio.

DETECTOR DE ROTURA DE FIO.

LED seja suficiente. Isto não tem muito importância se o lugar onde o LED estiver situado tiver pouca iluminação, mas se houver muita luz pode ser difícil discernir se o LED está apagado ou aceso e é possível que necessite de uma corrente maior para poder ser visto em zonas bem iluminadas. Neste caso, haverá que aumentar a corrente de base, para o qual utilizaremos uma resistência de base menor, por exemplo, de uns 100K. Este circuito tem a vantagem de que se visualiza melhor um estado de alarme pela iluminação de uma pequena lâmpada, normalmente vermelha, que pelo ausência de luz de outro, que normalmente será verde. Normalmente as lâmpadas que indicam falhas importantes nos equipamentos ou nos estados de alarme são vermelhas. Para falhas de pouca importância, que não afetem a



O LED se apaga ao se fechar o circuito com o fio.



O LED permanece iluminado se o circuito não se fechar com o fio.

operatividade do equipamento, são laranja ou amarela, e os indicadores de funcionamento normal são verdes.

Circuito B

Nesta variante do circuito, o LED permanece aceso enquanto a continuidade do fio se mantiver. Este circuito tem a vantagem de que estamos seguros de que está alimentado, pois se vê o LED sempre iluminado quando não se detecta o estado de alarme. Este tipo de circuitos é pouco recomendável para ser utilizado com alimentação a pilhas, ao menos se se fizer de maneira permanente. A resistência R3 que se coloca entre 0V da alimentação e a base do transistor tem como função evitar, ou pelo menos dificultar, que o ruído radioelétrico captado por um fio de certo comprimento possa conseguir que se ilumine o LED, embora o fio esteja cortado em algum ponto, e a pesar de que esteja desligado da resistência R2. Neste caso também haverá que comprovar que o LED se ilumine bem e que se possa comprovar de maneira fácil e segura se está apagado ou aceso. Também neste caso e, se fosse necessário, se poderia diminuir a resistência de base R2 para aumentar a corrente de base e como conseqüência disso a de coletor.

Detector de quebra de vidraças

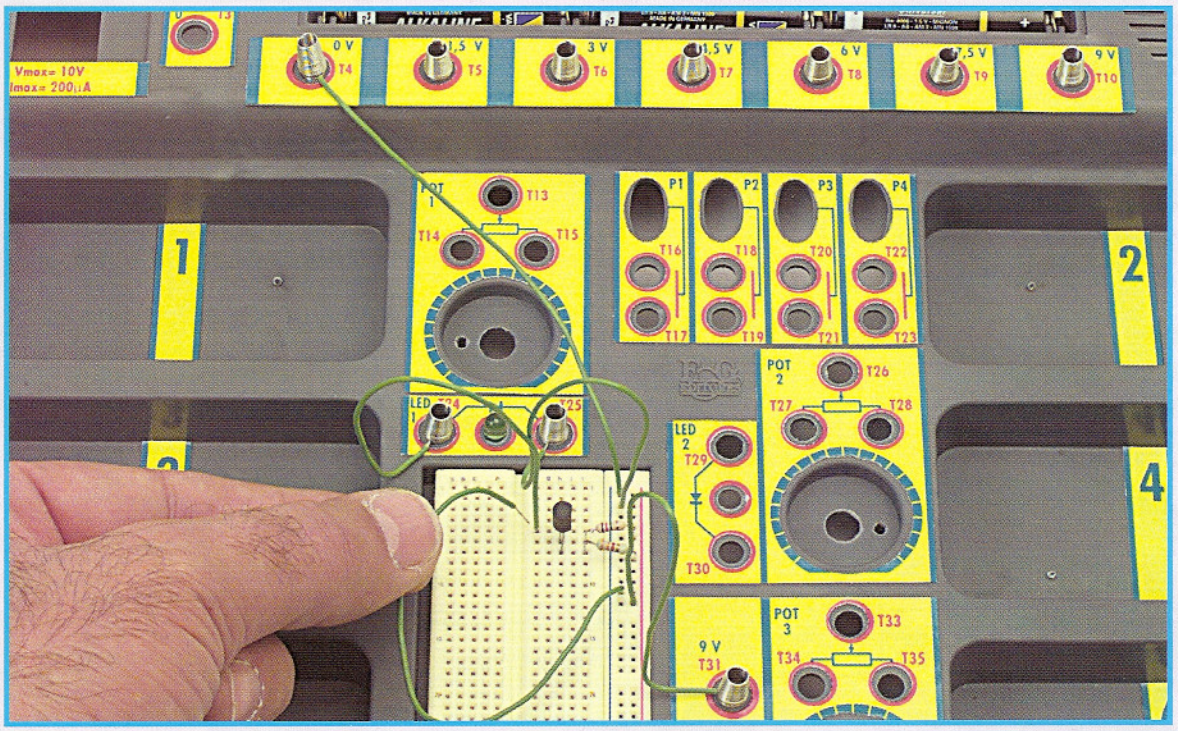
Em alguns tipos de vidraças se utilizam sistemas baseados nestes princípio. Em alguns casos se trata de uma fita colada à vidraça. Quando esta se quebra, a fita se corta e se produz o alarme. Também há vidraças que contêm fios muito finos, quase invisíveis, fundidos com a própria vidraça e que se rompem facilmente ao fraturar-se o painel de vidro.

A perda de continuidade se utiliza em sistemas de alarme

A montagem

Este circuito é talvez dos mais fáceis de montar e ideal para quem estiver pensando em usá-lo. Basta fixar-se na cor das resistências, cortar os fios

DETECTOR DE ROTURA DE FIO.

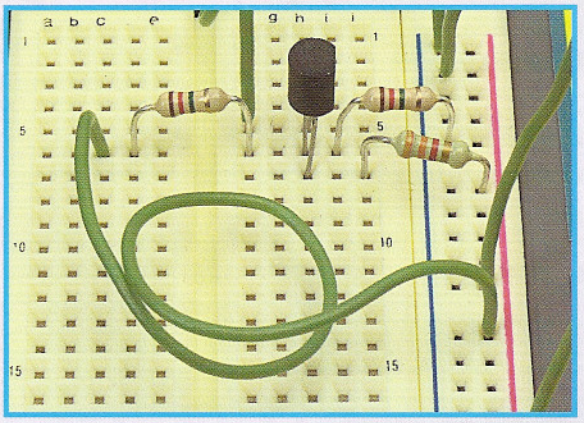


Sistema de Testes com o detector de rotura de fio variante (A).

de conexão e inserir os componentes, seguindo o plano de conexão e a ajuda das fotografias. Basta inserir as pilhas e conectar a alimentação. O fio de conexão que supostamente se corta para testar o circuito se simula ligando e desligando um pedaço de fio de interconexão. Se o circuito não funciona, retira-se a conexão da alimentação e se revisam todas as conexões de uma em uma, comprovando que não há conexão de mais, ou terminais de componentes, especialmente resistências que possam tocar-se e fazer com que o circuito não funcione ou o faça de maneira anômala. Também é conveniente comprovar o estado das pilhas, de vez em quando. Não se deve deixar os circuitos conectados quando não se utilizam. Use a seguinte norma: quando termine uma experiência desligue imediatamente a alimentação, retirando o fio da mola de conexão correspondente.

Modificações

Se apesar de aumentar a corrente de base se necessita uma luminosidade maior, pode-se trocar a resistência de coletor R1 de 3K3 a 1K. Circulará uma corrente maior, aumentará a luminosidade, mas este gasto se pagará com um aumento de consumo.



Aqui se apresenta a montagem da variante (B).

O circuito pode funcionar com diferentes tensões de alimentação, mas deve-se testar no entanto, se ao descer a tensão de alimentação também diminui a corrente de base. Este problema se soluciona substituindo a resistência de base R2 de 1M2 por outra menor para manter a polarização do transistor na zona adequada. Para tensões de alimentação baixas se utilizará a resistência de coletor de 1K ou de 820Ω.

4

BÁSCULA RS COM TRANSISTORES. O circuito é una célula de memória analógica realizada com dois transistores.

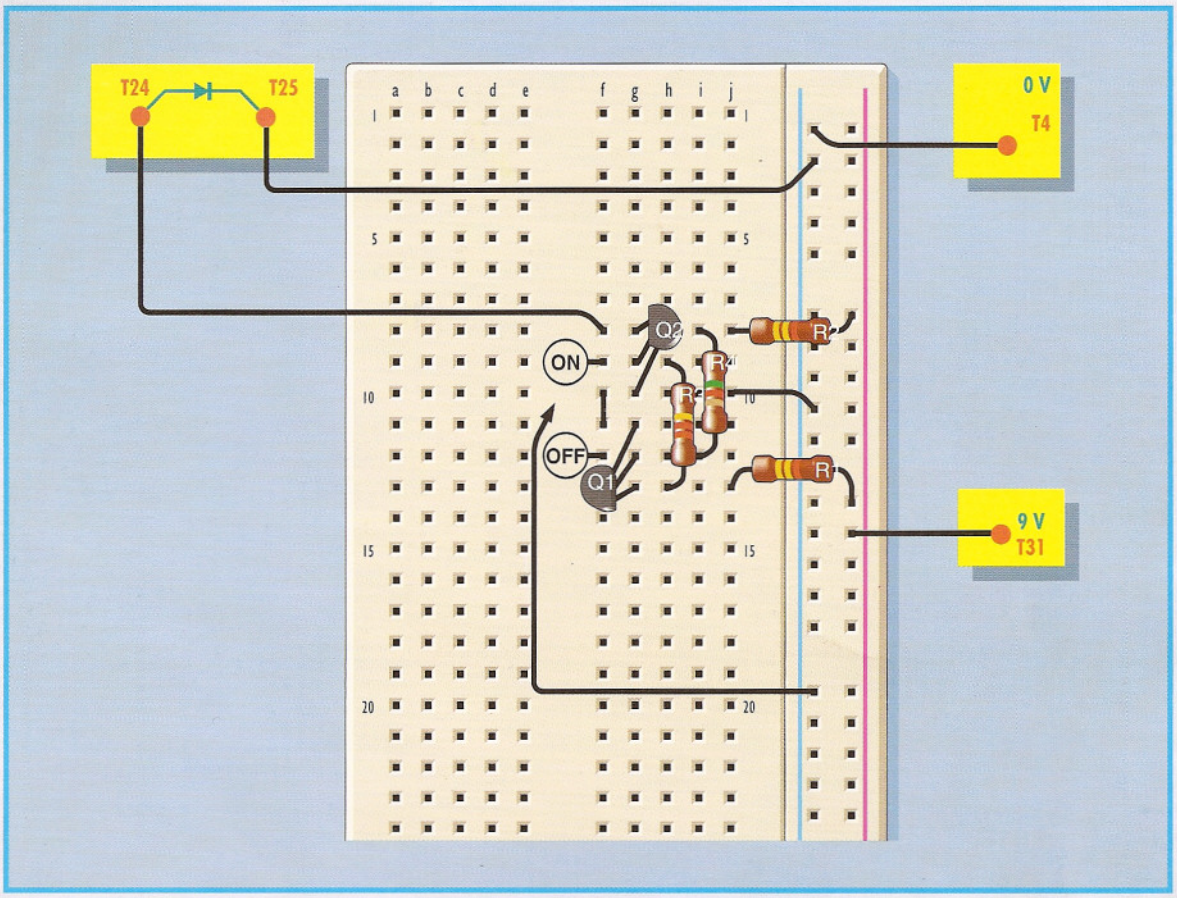


Diagrama de conexão da báscula RS circuito.

Nesta experiência monta-se uma célula de memória com dois transistores. Para armazenar cada um dos dois possíveis estados faz-se trabalhar os transistores em estados extremos: corte e saturação.

O circuito

Se observarmos o esquema elétrico podemos ver que, excetuando o diodo LED, o circuito é simétrico, isto é, se partirmos o esquema pela metade, as duas partes serão completamente iguais. Cada um dos dois transistores está polarizado pelo outro transistor. Desta forma, sempre estão em oposição, isto é, se um conduz o outro está em corte. Os circuitos de polarização de cada uma das duas etapas de transistores que compõem o circuito são: para o transistor Q1 a resistência de base R4 e a resistência de coletor R1. Para o transistor Q2, como resistência de base, temos R3 e como resistência de coletor R2.

O diodo LED se ilumina sempre que unamos mediante um fio as conexões indicadas com "ON" e permanecerá neste estado embora se retire a conexão, até que, mediante um fio, unamos as conexões que corresponderiam ao botão "OFF" e permanecerá apagado embora se retire a conexão. Isto é, memoriza a conexão embora se retire esta.

Os botões "ON" "OFF"

Talvez não tenha ficado claro o conceito de memória que pretende transmitir este circuito. Do que se trata é de produzir uma mudança de estado na saída com um simples acionamento de botão, isto é, sem manter acionado o botão, apertar e soltar e que esta mudança se mantenha.

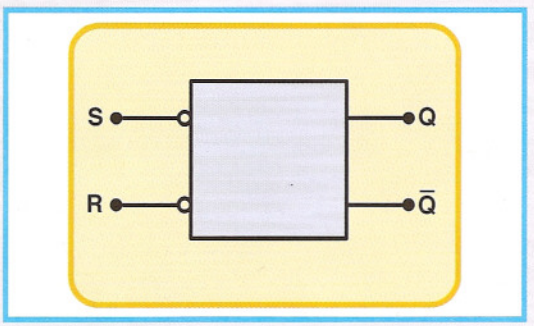
BÁSCULA RS CON TRANSISTORES.

LISTA DE COMPONENTES

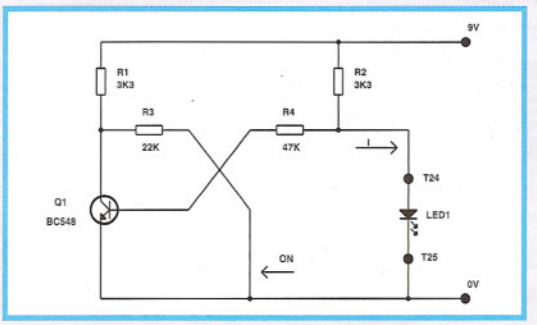
R1	Resistência 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R2	Resistência 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R3	Resistência 22K 5% 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)
R4	Resistência 47K 5% 1/4W (amarelo, roxo, laranja)
Q1	Transistor NPN BC548
Q2	Transistor NPN BC548
LED 1	

DADOS TÉCNICOS

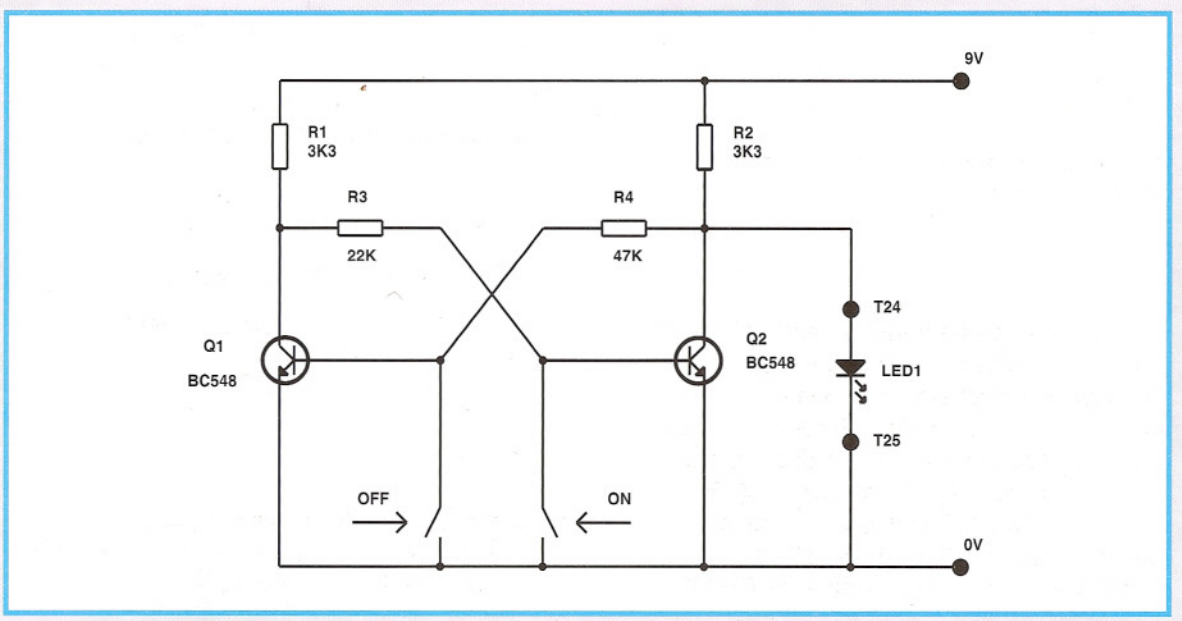
Tensão de alimentação máxima 12V
Tensão de alimentação mínima 4,5V
Consumo médio 4 mA



Símbolo da báscula R-S



Esquema do transistor Q1 em estado saturado. O diodo LED está iluminado.



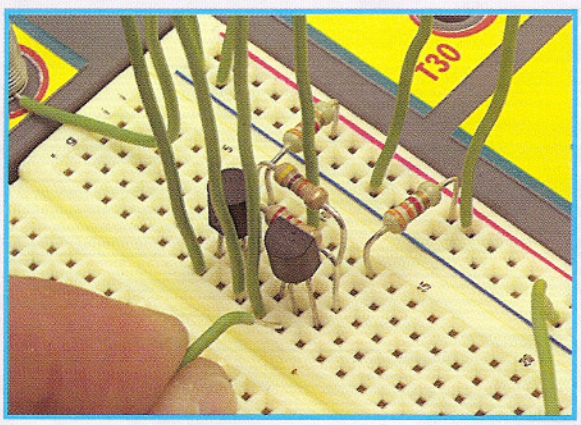
Esquema elétrico do circuito da báscula R-S.

BÁSCULA RS CON TRANSISTORES.

Para provar o circuito necessitaríamos dois botões, mas até que não tenhamos dois botões em nosso sistema de testes, teremos que substitui-los por uma conexão de fio. Desta forma, quando quisermos simular um toque de botão, uniremos a extremidade solta ao negativo de alimentação num instante, ou, o que é a mesma coisa, daremos um simples toque com a extremidade do fio nu no negativo de alimentação e comprovaremos como o LED muda de estado.

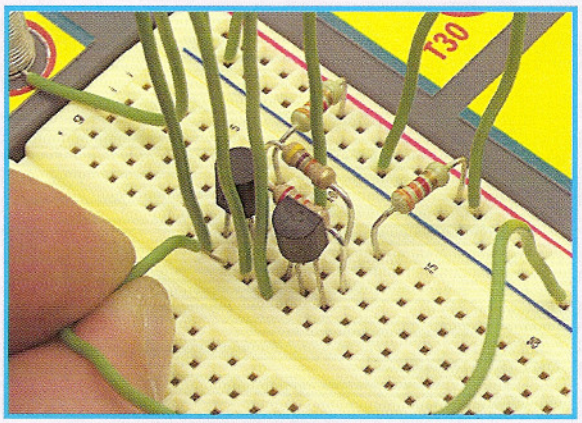
Estados de SET e RESET

A este circuito se conhece no jargão eletrônico como báscula R-S ou também como flip-flop. As letras R e S são as inicias de duas palavras muito utilizadas no mundo eletrônica: SET e RESET. Estas palavras significam "colocação a nível alto" e "colocação a nível baixo ou excluído". Esta nomenclatura também a veremos com muita assiduidade no terreno da eletrônica digital e nos cansaremos de vê-la nos circuitos que montaremos em nosso sistema de testes.



Ao realizar a conexão OFF, o LED se apaga, embora se retire a conexão.

Se fizermos uma tradução mais prática do significado destes termos diremos que "colocação a nível alto" equivale a dizer uma (tensão próxima à de alimentação(. Por outro lado, uma "colocação a nível baixo" equivale a dizer uma (colocação a tensão zero(. Em nosso circuito o SET equivale ao estado de ON, isto é, ao estado em que o LED se ilumina. Por outro lado, o estado de RESET equivale ao estado de OFF, isto é, ao estado em que o LED se apaga.



O LED se ilumina ao realizar a conexão indicada com ON e se mantém iluminado embora se retire esta conexão.

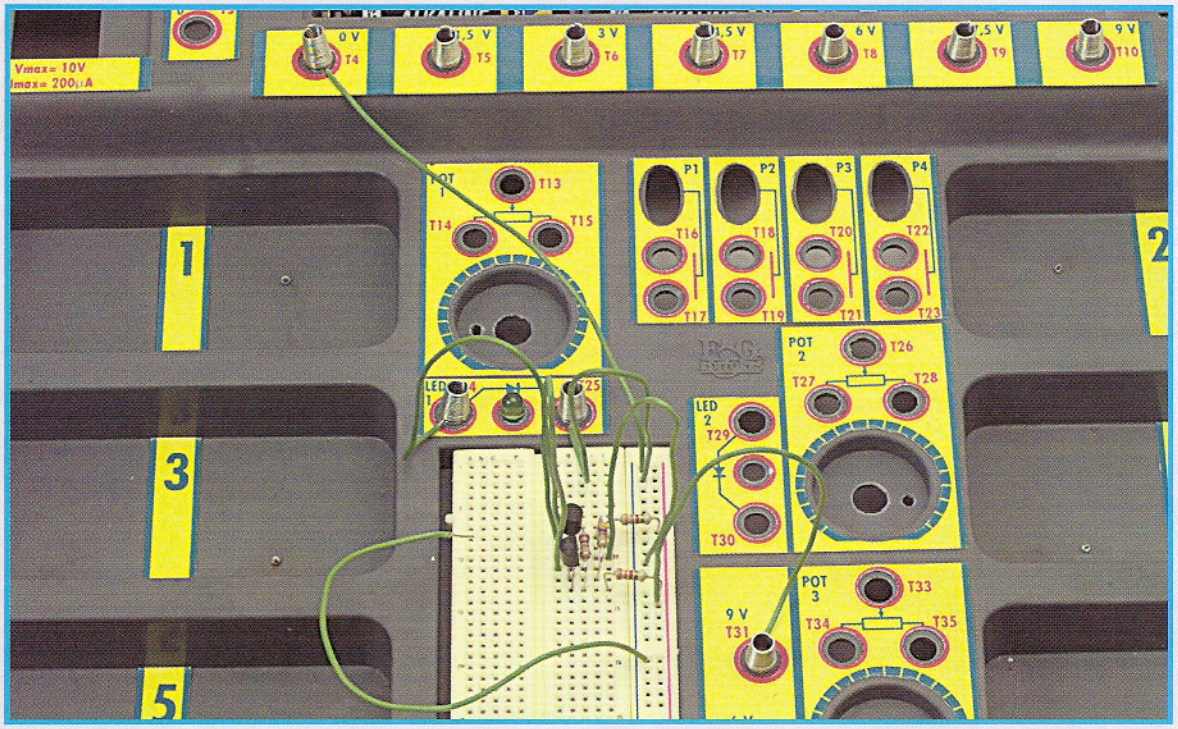
Polarização dos transistores

Os dois transistores sempre estarão polarizados de forma oposta. Vamos partir de um estado: o transistor Q1 está em corte. Nestes estado o transistor Q1 não conduz, pelo qual o transistor Q2 está polarizado através das resistências R1 e R3. Estas resistências fazem com que circule uma corrente de base suficiente para saturar o transistor Q2, o que dá lugar a que em seu coletor a tensão seja próxima a zero volts. Isto dará lugar a que o diodo LED não se ilumine, isto é, está em OFF. Este estado é ume estado estável, já que pode ficar assim de forma fixa se não retirarmos a alimentação. Se acionarmos o botão OFF neste estado, não ocorrerá nada, pois este diodo já está em corte. Se acionarmos o botão ON, poremos a base do

Memoriza o estado até que se toca ou cessa a alimentação

transistor Q2, durante um instante, ao negativo de alimentação, pelo qual o transistor se porá em corte. Neste estado, o transistor Q2 não conduz, portanto, Q1 se polariza através das resistências R2 e R4. A corrente que circula, embora seja

BÁSCULA RS CON TRANSISTORES.



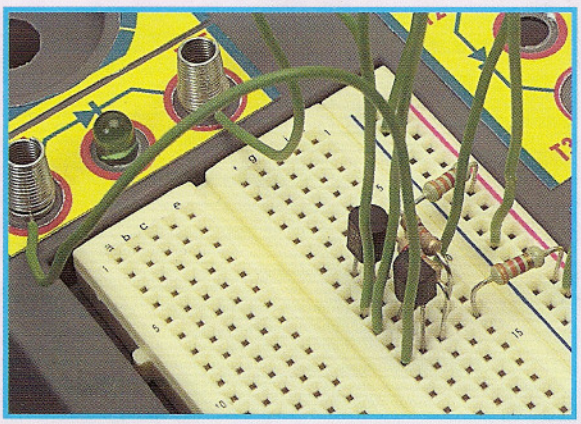
Báscula RS.

menor que anteriormente, é suficiente para fazer com que o transistor Q1 esteja quase saturado e no seu coletor haverá uma tensão muito pequena e insuficiente para polarizar Q2. Também o LED se ilumina polarizado através da resistência R2. Por isso, quando soltemos o acionamento do botão o estado ficará estável e o diodo LED permanecerá iluminado.

Se agora acionarmos o botão OFF, voltaremos ao estado descrito ao princípio, no qual o LED estava apagado, Q1 em corte e Q2 saturado.

Transistor corte/saturação

Há várias formas de ver um transistor neste dois estados. Dizemos que um transistor está em corte quando não está polarizado, isto é, quando não tem tensão de base-emissor suficiente para se polarizar (0,6 V) ou quando a corrente de base que se lhe injeta é demasiado pequena. Isto dará lugar a que entre coletor emissor se possa considerar que a resistência seja muito elevada. Por outro lado, um transistor em saturação é quando está trabalhando ao limite de sua amplificação em corrente. Nestes estado a tensão de coletor emissor é muito baixa, já que, ao ser superior a

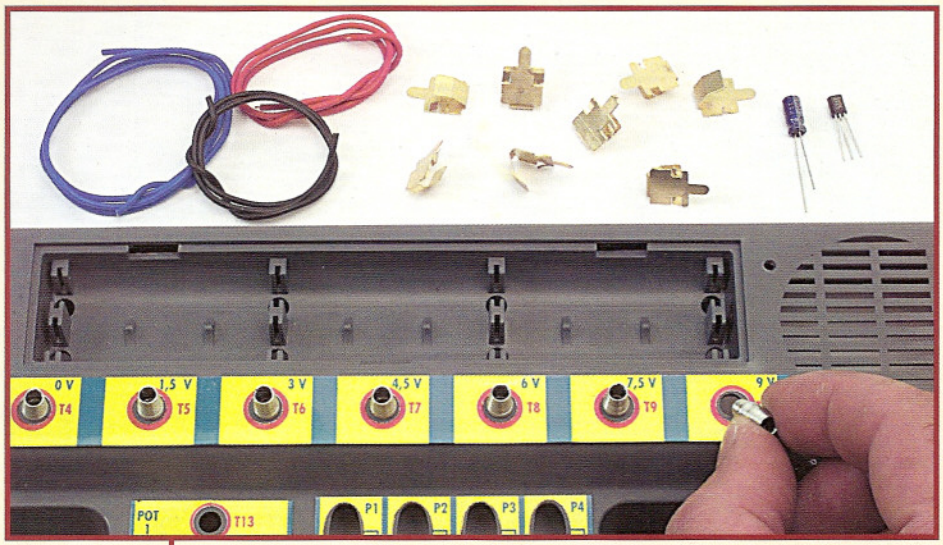


Se se troca o LED do coletor do outro transistor, invertem-se as funções dos botões ON e OFF.

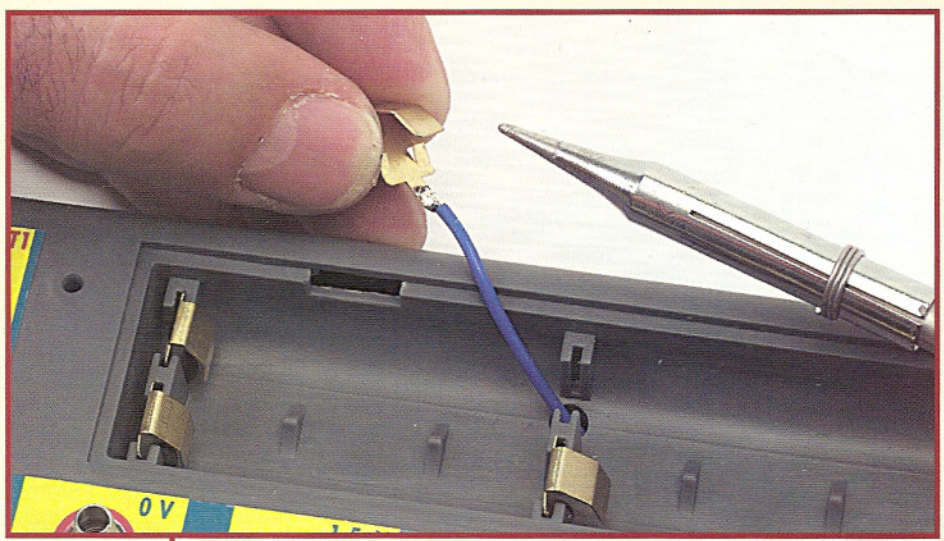
corrente de base à máxima corrente de base para zona ativa, a qual se calcula dividindo a máxima corrente que teoricamente pode circular pela resistência de coletor pela ganância. Produz-se uma caída de tensão na resistência de coletor, de maneira que a tensão coletor emissor no transistor é muito pequena, da ordem de 1 a 2 volts.

4

O SISTEMA DE CONEXAO DE PILHAS. O sistema de testes se alimenta com seis pilhas de 1,5 volts.

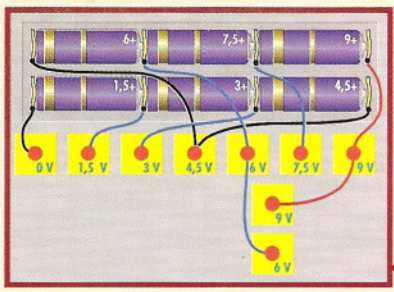


As seis pilhas se conectam em série. Há molas de conexão para tensões desde 1,5 atá 9V em saltos de 1,5 volts.

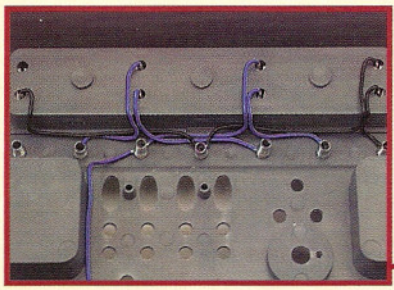


Retira-se a capa de uma extremidade do fio e se solda o terminal, depois, introduz-se o terminal, estica-se o fio e corta-se. Repete-se a operação outra vez.

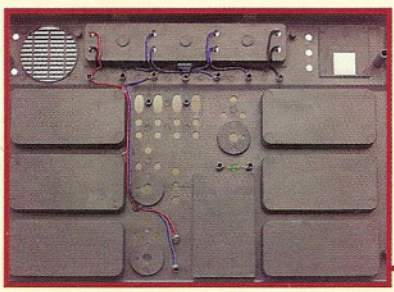
As nove molas correspondentes à alimentação se colocam de maneira habitual, nas posições T4 até T10 e T31. De fora para dentro, puxando com cuidado para não deformá-las e girando as molas. O terminal T8 e o T32 estão unidos entre si. Também estão unidos T10 e T31. Pega-se um terminal de pilha, solda-se a uma extremidade do fio da cor que lhe corresponde, sem cortá-lo. Depois de soldado, insere-se por pressão no porta-pilhas, estica-se o fio para que chegue à mola correspondente, deixando um pedaço de, aproximadamente, 8 mm para a conexão. Corta-se o resto do fio, retira-se a cobertura da ponta, solda-se outro terminal e repete-se a operação. O fio deve ser cortado na medida justa para que fique bem apresentado e, além disso, para que seja suficiente para montar todo o sistema de fios.



1 Plano de conexão do sistema de testes visto de frente. As molas de 6 e de 9 volts se repetem para facilitar as conexões de alimentação. Haverá que se considerar, quando se virar o painel, que o plano está realizado vendo o painel pelo outro lado.



2 Primeiro se fazem as conexões do fio azul. Depois as do preto. Solda-se um terminal, coloca-se o terminal, estica-se o fio e corta-se do comprimento exato, para que se prenda à mola, retira-se o isolante e se continua até acabar.



3 O fio vermelho se conecta como os anteriores, utiliza-se para a conexão correspondente aos 9 volts. A utilização de fios de diferentes cores facilita a fiação e evita erros. Terminadas as conexões pode-se prender os fios com umas gotas de silicone ou de cola.



4 Todos os terminais das pilhas são iguais e se colocam com a mesma orientação. Os dois que estão situados mais à direita devem ser apertados de maneira que se feche a lingüeta, para que entrem bem no lugar correspondente. No resto de terminais, a lingüeta deve ficar sobressaindo.

As pilhas se colocam todas na mesma posição, com o positivo para a direita, tal como se pode observar. De todas as maneiras, tentar colocá-las invertidas pode ser complicado e, além disso, não se realizará a conexão dos negativos.

