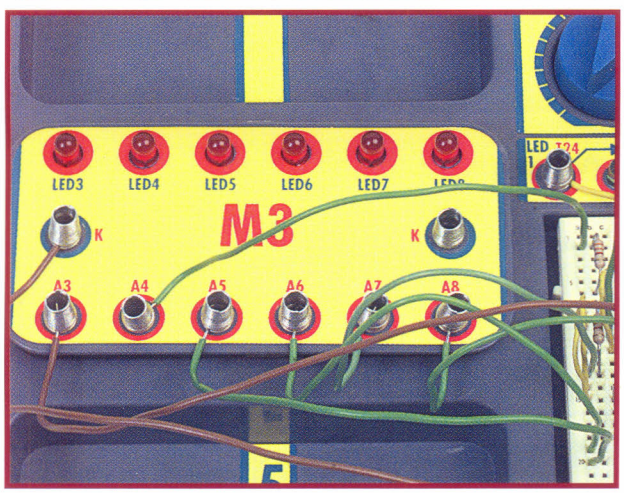
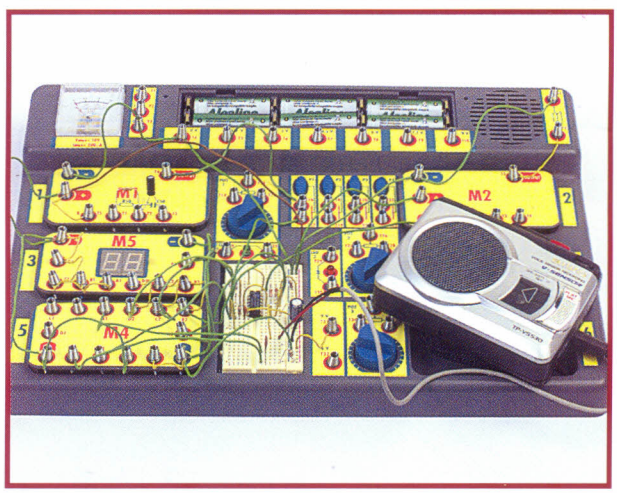
Eletrônica Modular

EXPERIÊNCIA



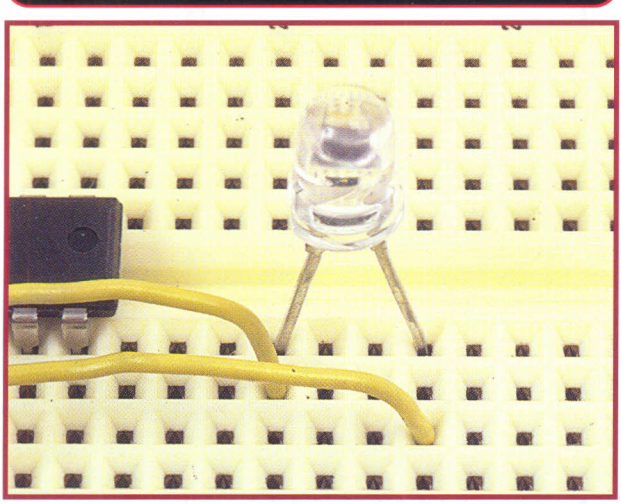
Serpente de luz

EXPERIÊNCIA



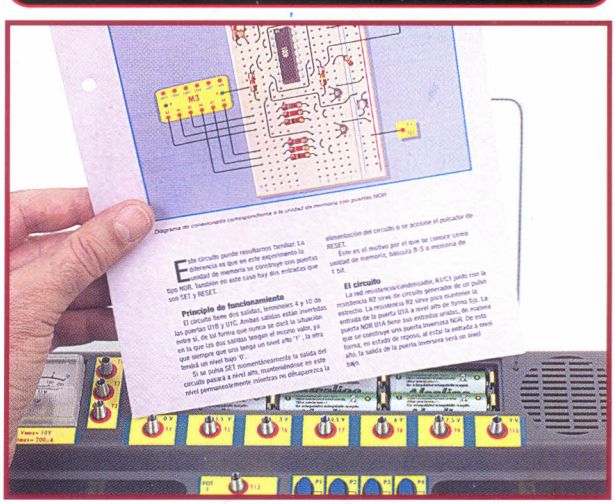
Controle de volume com indicador de nível

EXPERIÊNCIA



Luxímetro de penumbra

SISTEMA DE TESTES



Atril

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

Monte seu Sistema de Testes

E&G
00049
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) 2561.8271
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
IBERGRAPHI 2002
Rua Mar Tirreno, 7
San Fernando de Henares. Madrid

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

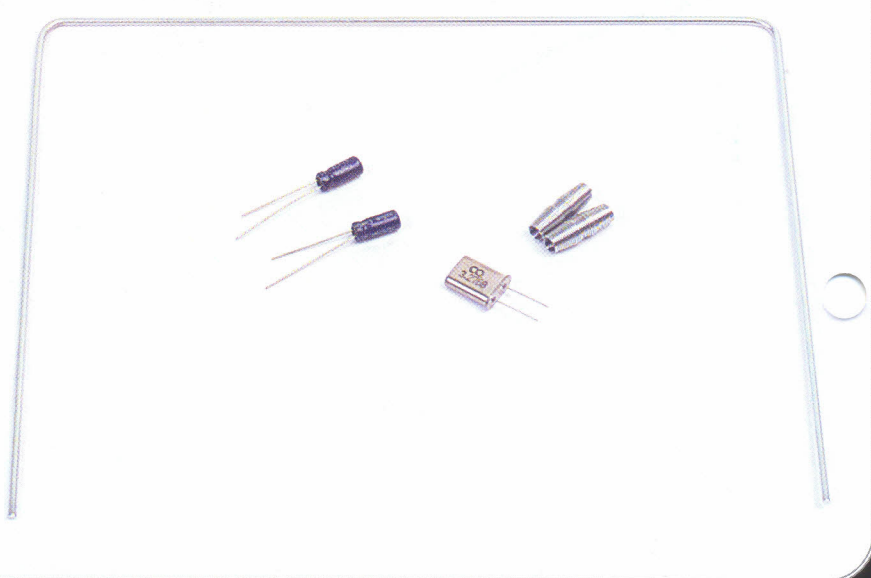
1 Atril de arame

2 Capacitores 47µF eletrolíticos

Para o módulo M8

1 Cristal de quartzo de 3,2768 MHz

2 Molas de conexão



Nesta entrega são fornecidos o atril do sistema de testes, o cristal de quartzo do módulo M8 e mais componentes para a realização de experiências.

SERPENTE DE LUZ. Os oito LEDs vão se acendendo e apagando de maneira seqüencial.

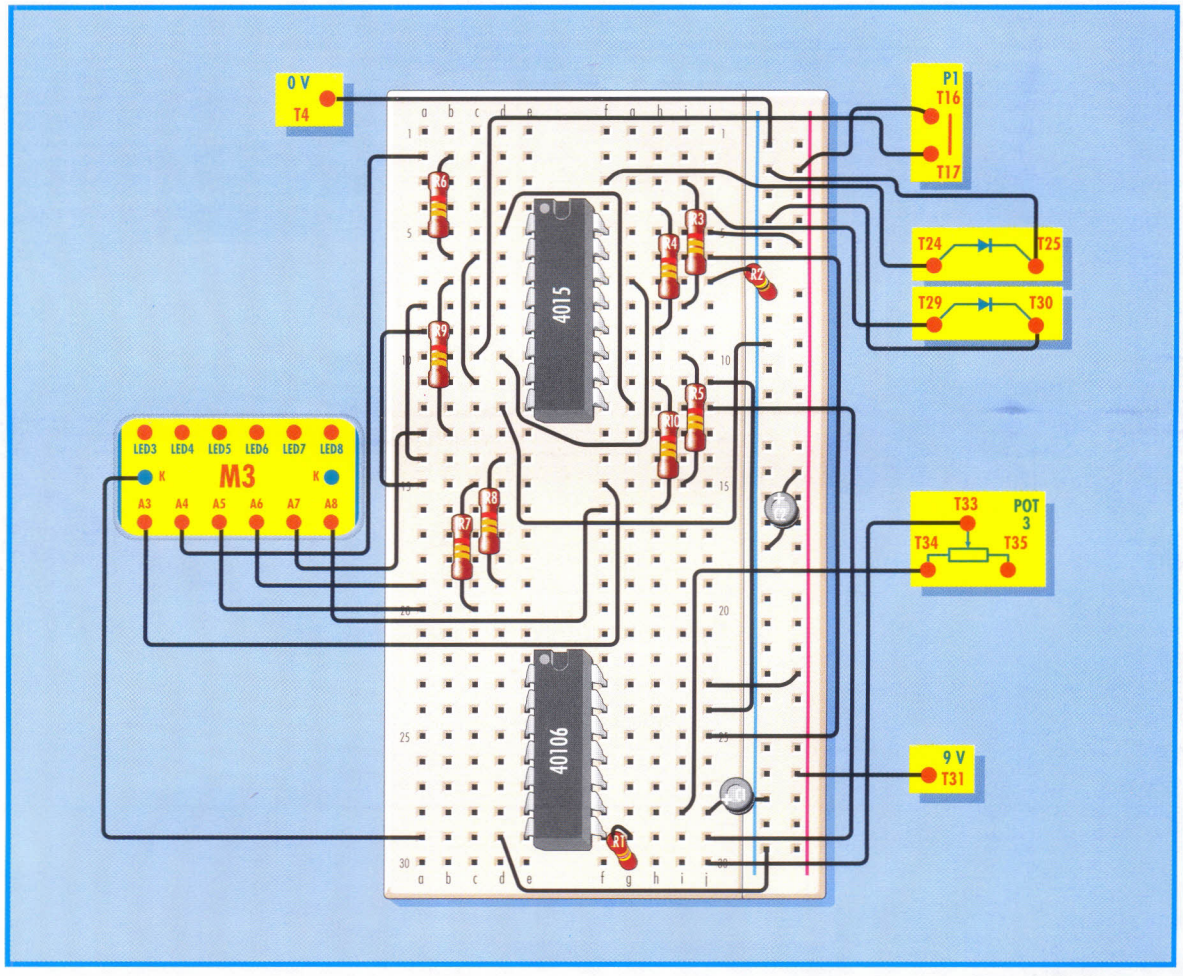


Diagrama de conexão do circuito "serpente de luz".

Nesta experiência é montado um jogo de luzes com aparência de movimento, a partir de dois registros de desiocamento.

Em muitas ocasiões é suficiente um pequeno complemento num circuito para que este se comporte de maneira original, e, neste caso, produzirá um efeito curioso. Basta acrescentar uma simples porta inversora à entrada de dados do 4015 e tomando o dado da saída do último bit do segundo registro U1B conseguir um bonito efeito luminoso.

O circuito

Se nos fixarmos no esquema elétrico, veremos que este circuito utiliza dois circuitos integrados: um 4015, que contém dois registros de deslocamento de quatro bits e um 40106, do qual se utilizam duas portas inversoras Trigger Schmitt, das seis que ele contém. Para a visualização da saída utilizaremos os seis diodos do módulo M3, além dos LEDs 1 e 2 que estão fixos no sistema de testes. A porta inversora U2A está configurada para trabalhar como oscilador cíclico, aproveitando seu funcionamento como Trigger Schmitt. O sinal que proporciona este oscilador se aplica diretamente à entrada de relógio dos dois registros de deslocamento do circuito integrado U1 (U1A e U1B).

Estes dois registros estão interconectados de forma encadeada, conectando a saída QD de U1A à entrada D de U1B. As entradas de Reset dos dois registros estão unidas e conectadas ao negativo de alimentação através da resistência R2. Este ponto também está unido ao botão P1 que põe a entrada em nível alto quando acionada e desta forma volta ao início, pondo em zero as oito saídas dos registros.

SERPENTE DE LUZ.

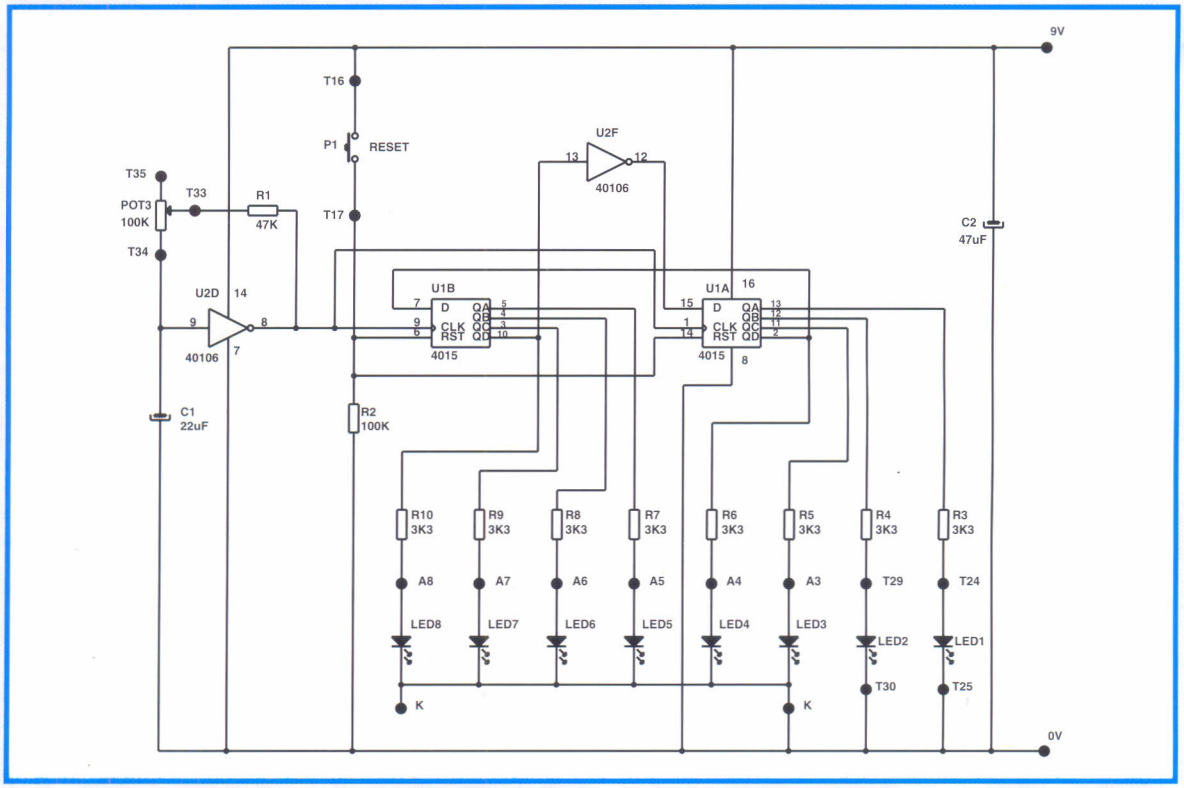
LISTA DE COMPONENTES

Módulo M3

R1	Resistência 47K 5% 1/4W (amarelo, roxo, laranja)
R2	Resistência 100K 5% 1/4W (marrom, preto, amarelo)
R3	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R4	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R5	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R6	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R7	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R8	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R9	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R10	Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
C1	Capacitor 22µF, eletrolítico
C2	Capacitor 47µF, eletrolítico
U1	Circuito integrado 4015
U2	Circuito integrado 40106
Tecla P1	
LED1	
LED2	
POT3	

DADOS TÉCNICOS

Categoria de tensão de alimentação: 5 a 12 V
Freqüência de relógio: menor de 5 Hz



Esquema elétrico do circuito "serpente de luz".

SERPENTE DE LUZ.

Cada uma das saídas é conectada ao ânodo de um diodo LED, intercalando uma resistência de polarização.

O capacitor C2, de 47 µF, se encarrega de realizar uma filtragem e de estabilizar a linha de alimentação.

O oscilador

O sinal quadrado que proporciona o oscilador cíclico, construído a partir da porta U2B, é de freqüência variável, ao redor de 0,58 Hz (esta freqüência está calculada, considerando que o potenciômetro POT3 se encontra na metade de seu percurso).

Devemos recordar que para o cálculo da freqüência neste tipo de oscilador pode se utilizar a fórmula aproximada:

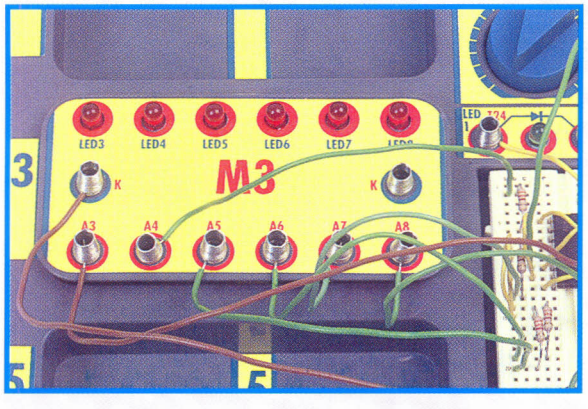
$$f = 1/0{,}8xRxC$$

A categoria de freqüências que se obtém é bastante baixa podendo variar entre:

POT3 = 0 -> 1,2 Hz

POT3 = 100 KΩ -> 0,38 Hz

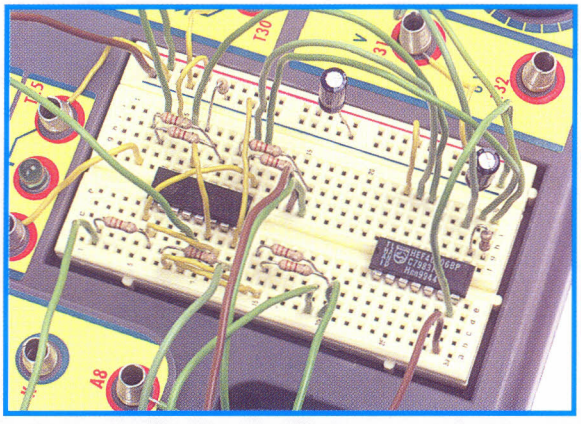
Portanto, movemo-nos dentro de uma categoria de baixa freqüência para poder observar de maneira fácil o deslocamento do LED, apagado ou aceso.



Se observarmos bem, os 8 LEDs vão se iluminando e depois se apagando e de novo se iluminando de maneira cíclica.

A montagem

A montagem da experiência no sistema de testes é bastante simples, pois se utiliza um reduzido número de componentes. O primeiro passo da montagem é a seleção de componentes, tarefa que pode ser bastante rápida quando se tem os componentes ordenados. Depois, são introduzidos os dois integrados na placa de inserção na mesma posição e orientação que o diagrama de conexão indica. A seguir, é colocado o resto de componentes e o módulo M3. Realizar-se-á o sistema de fiação, revisando cada fio depois de colocado, deixando para o final a conexão ao



Componentes da experiência sobre a placa de inserção.

positivo de alimentação de 9V. Esta conexão só se realizará depois de se revisar todo o trabalho de montagem.

Funcionamento

Ao conectar a alimentação, todas as saídas dos registros de deslocamento estarão em nível baixo, e, portanto, todos os diodos LEDs estarão apagados.

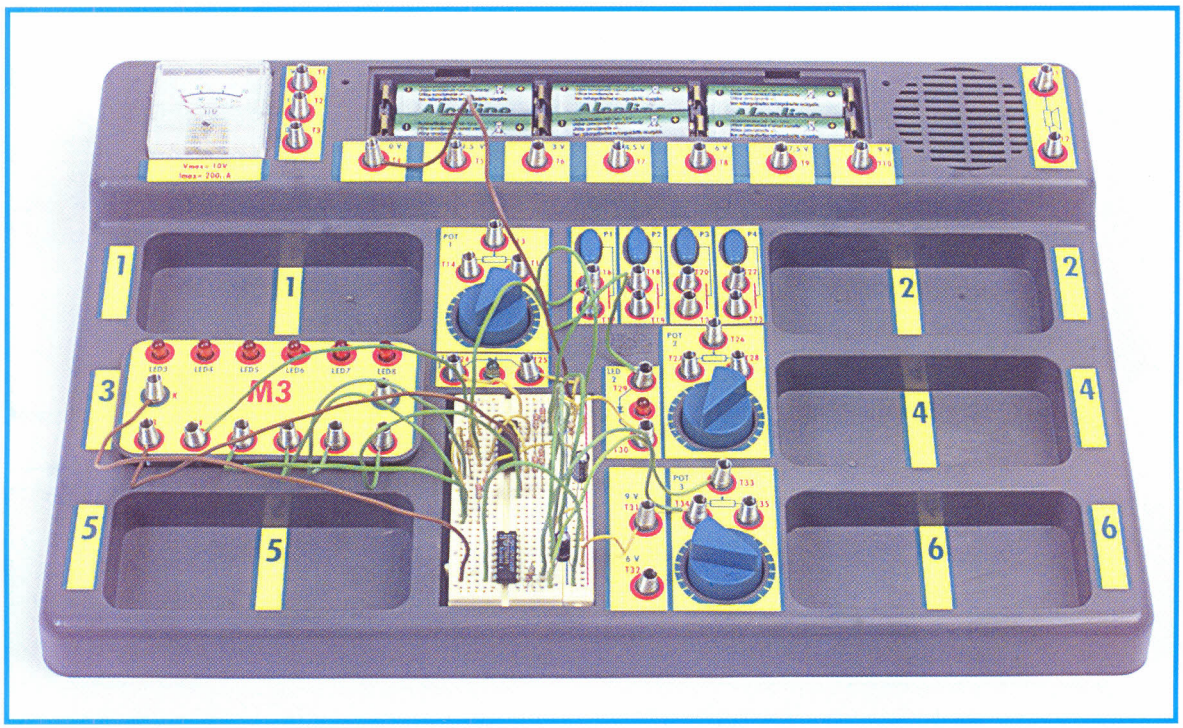
A porta U2F inverte a seqüência

A entrada de dados 'D' do registro U1B ao estar conectada à saída QD de U1A terá um nível baixo, enquanto a entrada de dados de U1A 'D' terá um nível alto por estar conectada à saída da porta inversora U2B.

Quando entrar o primeiro ciclo de relógio, o nível alto da entrada D de U1A passará à saída QA, então o diodo LED1 se iluminará, o resto de saídas permanecerão em nível baixo e, portanto, os LEDs permanecerão apagados. Se entrar outro impulso de relógio, na entrada de dados de U1B, seguirá havendo um zero, pelo que todas as saídas seguirão em zero, enquanto na entrada de dados de U1A seguirá havendo um nível alto e, portanto, a saída QA tornará a ser de nível alto, além da QB, já que o dado de QA passará a QB. Nesta situação, os LEDs 1 e 2 estão iluminados e o resto apagados.

Depois do quarto impulso, as quatro saídas do registro U1A estarão em nível alto, com os quatro LEDs iluminados conectados a elas, enquanto as

SERPENTE DE LUZ.



Experiência completa com sistema de fios no sistema de testes e preparado para ser testado.

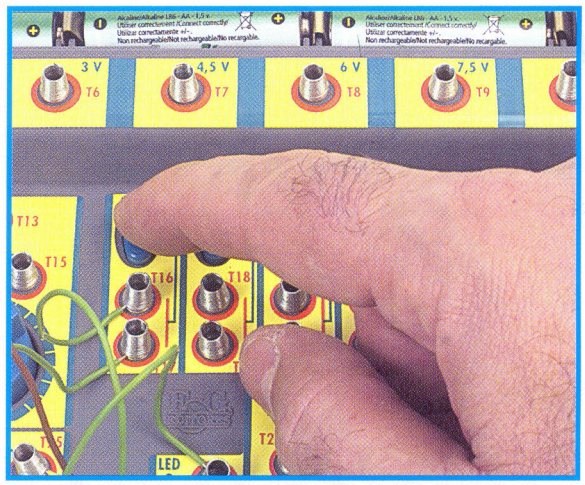
quatro saída do registro U1A estarão em nível baixo e os quatro LEDs de suas saídas apagados.

Nesta situação, na entrada de dados de U1B já temos um nível alto (da saída QD de U1A) e na entrada de dados de U1A teremos um nível baixo.

À chegada do quinto impulso, a saída QA de U1B passará a nível alto e as quatro saídas de U1A seguirão em nível alto. Quando da chegada do oitavo impulso todas as saídas passarão a nível alto e todos os diodos LEDs estarão iluminados.

Nesta situação, QD de U1B estará em nível alto e a entrada de dados de U1A em nível baixo, enquanto a entrada de dados de U1B estará em nível alto.

Ao chegar um novo impulso, a saída QA de U1A passará a nível baixo e o LED1 se apagará e os demais seguirão iluminados. Ao seguinte impulso também se apagará o LED2 e assim, sucessivamente, até que se apaguem todos. Ao se apresentar esta situação, recomeçam a se iluminar outra vez, repetindo-se de maneira periódica.



Ao apertar P1 se apagam todos os LEDs.

Experiência

Podemos variar o efeito luminoso que se produz. Para isso, bastará trocar ou a saída que conectamos à entrada da porta inversora, por exemplo, conectando-a à saída QB, ou então a saída que conectamos à entrada e de dados 'D' de U1B, por exemplo QA.

É claro que poderemos fazer uma brincadeira, trocando umas e/ou outras para obtermos resultados diferentes.

CONTROLE DE VOLUME COM INDICADOR DE NÍVEL. Sobe-se o volume com uma tecla, e, no display, lê-se o nível de saída.

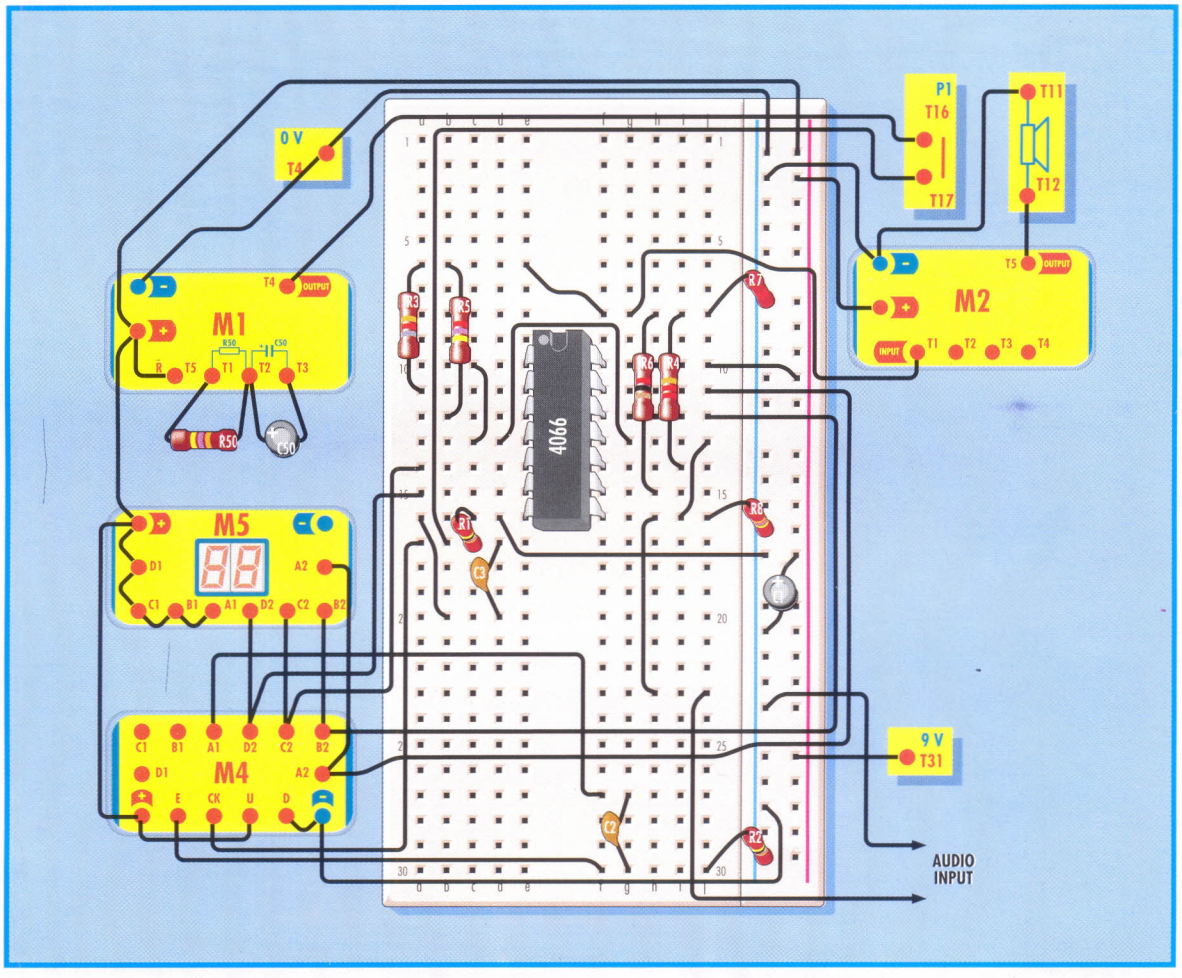


Diagrama de conexão correspondente ao controle de volume.

O circuito consta de um oscilador que aplica impulsos a um contador quando se aciona a tecla. As saídas do contador controlam, por um lado, a indicação do display e, por outro, os interruptores eletrônicos que, por sua vez, com sua abertura ou fechamento, controlam o atenuador eletrônico, responsável pelas mudanças de volume. Desta forma, em função do valor da saída do contador, se acionará uma determinada combinação de interruptores do 4066 e aparecerá uma leitura no display direito.

O circuito

Começando pela parte esquerda do esquema, temos um oscilador cíclico construído a partir do módulo M1, que servirá de sinal de relógio do circuito.

A tecla P1 é a que permitirá a passagem dos impulsos à entrada de relógio do contador em uma unidade. A rede paralela formada pela resistência R1 de 100K e o capacitor de 10nF servirá para evitar rebotes cada vez que acionemos o botão. Desta forma só passará à entrada de relógio o sinal procedente do módulo oscilador.

O módulo de contadores, M4, está configurado com o terminal U, colocado em positivo, de forma que a direção da contagem será ascendente. Por outro lado, o terminal D está conectado em negativo, para que a contagem seja em decimal (0 a 9).

Da saída dos contadores só se utiliza a de menor peso, que se aplica por um lado ao módulo de visualização, conectando-se só ao descodificador

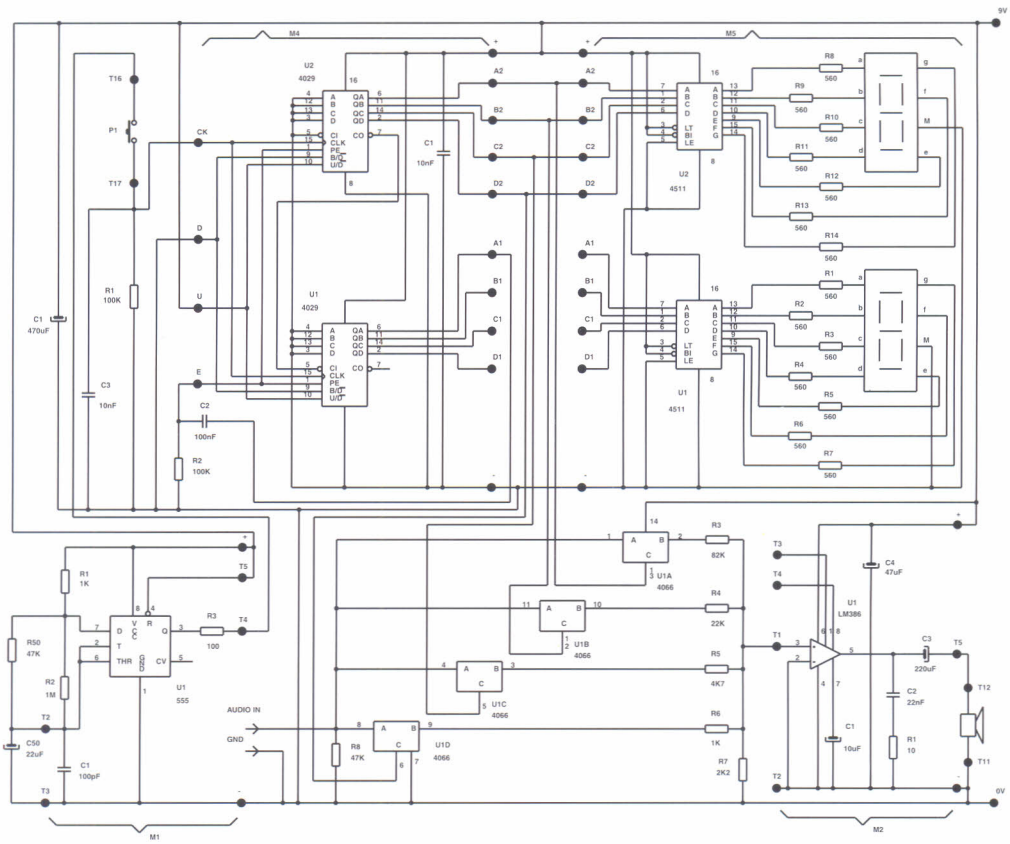
CONTROLE DE VOLUME COM INDICADOR DE NÍVEL.

LISTA DE COMPONENTES

Módulo M1	
Módulo M2	
Módulo M4	
Módulo M5	
R1	Resistência 100K 5% 1/4W (marrom, preto, amarelo)
R2	Resistência 100K 5% 1/4W (marrom, preto, amarelo)
R3	Resistência 82K 5% 1/4W (gris, vermelho, laranja)
R4	Resistência 22K 5% 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)
R5	Resistência 4K7 5% 1/4W (amarelo, roxo, vermelho)
R6	Resistência 1K 5% 1/4W (marrom, preto, vermelho)
R7	Resistência 2K2 5% 1/4W (vermelho, vermelho, vermelho)
R8	Resistência 47K 5% 1/4W (amarelo, roxo, laranja)
R50	Resistência 47K 5% 1/4W (amarelo, roxo, laranja)
C1	Capacitor 470 µF, eletrolítico
C2	Capacitor 100 nF
C3	Capacitor 10 nF
C50	Capacitor 22 µF eletrolítico
U1	Circuito integrado 4066
Tecla P1	
ALTO-FALANTE	

DADOS TÉCNICOS

Tensão de alimentação 9V
Número de passos de volume: 10



Esquema elétrico do circuito de controle de volume com indicador digital.

CONTROLE DE VOLUME COM INDICADOR DE NÍVEL.

correspondente ao 4511 U2 e, por outro, ao controle dos quatro interruptores analógicos de que consta o 4066.

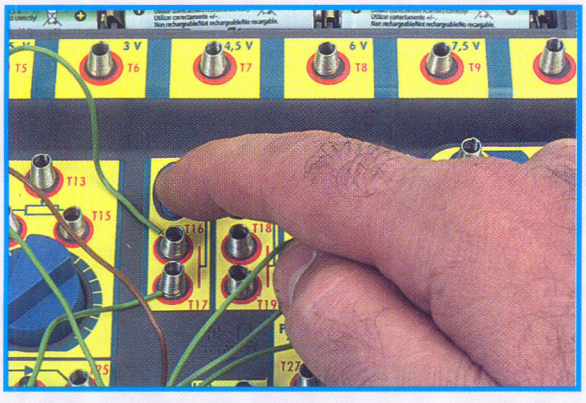
O sinal de áudio de entrada se aplica diretamente à entrada dos quatro interruptores, fazendo a resistência R8 o papel de carga de entrada.

As resistências R3, R4, R5, R6 junto com R7 constituem o divisor de tensão que fixará o nível de sinal que se aplicará ao módulo amplificador.

O sinal de saída é tomado diretamente da resistência R7 e aplicado ao amplificador de áudio do módulo M2.

O divisor de tensão

Se observarmos com atenção a parte do circuito formada pelos quatro interruptores eletrônicos, da qual consta o 4066 com as resistências associadas, veremos que este conjunto constitui um divisor de tensão resistivo bastante simples.



Nesta experiência, o potenciômetro de volume é substituído por uma tecla.

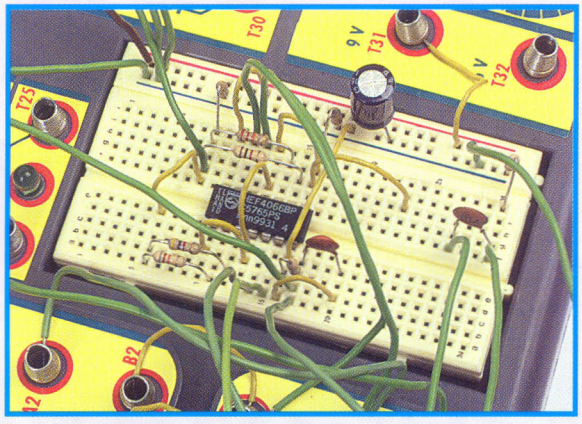
Suponhamos que se acione o interruptor U1D. Neste caso, a entrada verá a resistência R6 em série com a R7, tomando-se sempre a tensão sobre esta última. Se se acionar U1C, teremos R5 em série com R7 e se se acionar U1B, serão R4 e R3 as que estarão em série com R7, respectivamente.

Se se acionar vários interruptores ao mesmo tempo, suas resistências associadas ficarão em paralela e estas, por sua vez, em série com R7.

Desta forma, o sinal que se aplicará ao módulo amplificador de saída será, sempre:

$$V_{entrada} \times R7/(R+R7)$$

Sendo R a resistência associada ao interruptor ativo ou o paralelo de resistências, se são vários os interruptores ativos.



Este circuito é muito grande, mas por utilizar módulos sua montagem é simplificada.

Quanto ao interruptor eletrônico, realmente tem uma pequena resistência entre os terminais A e B, de uns 100 Ω, que consideramos ideal, porém não é levada em consideração por não causar nenhum efeito.

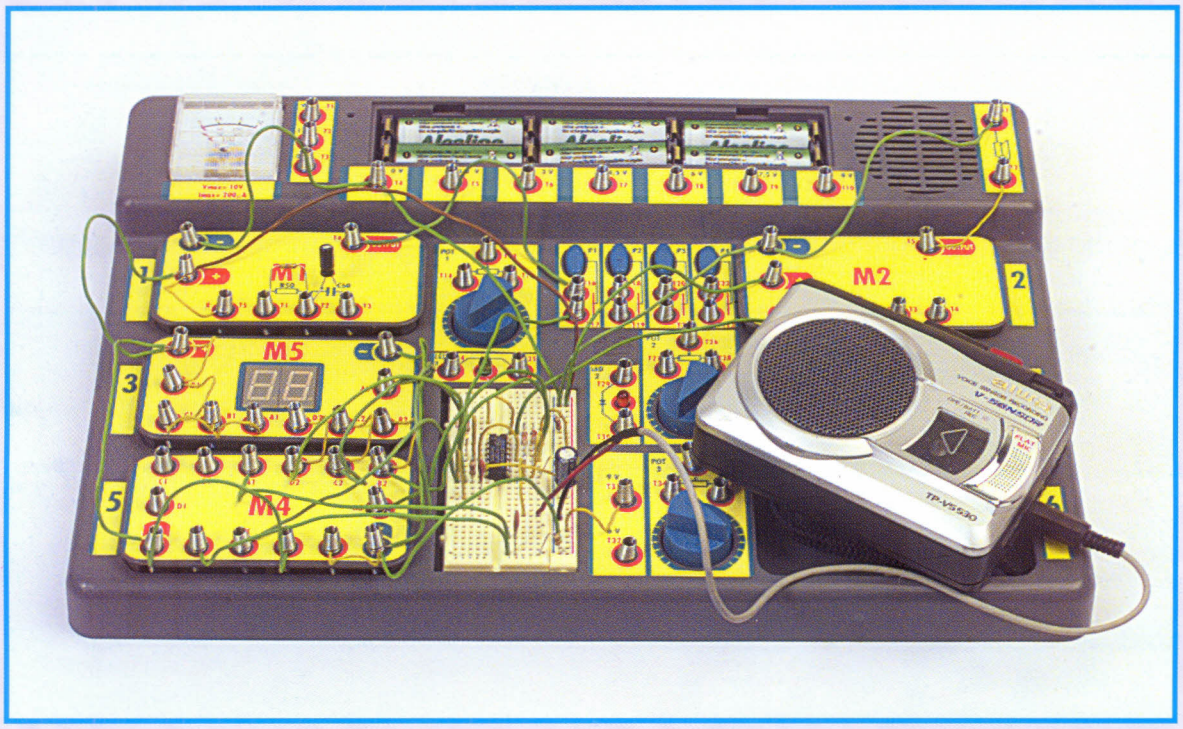
Com quatro interruptores se conseguem 16 níveis.

Funcionamento

Apesar do tamanho do circuito, como se pode observar olhando o esquema, seu funcionamento é bastante fácil de entender. Quando acionarmos a tecla P1, se aplicará um impulso à entrada de relógio do módulo contador e este avançará sua conta, o que fará com que o valor que aparecerá sobre o display vá aumentando. Ao ser a freqüência de relógio muito baixa, pode-se ver com comodidade sete avanços e poderemos parar quando quisermos, para isso basta soltar a tecla. Se passarmos do valor desejado, poderemos seguir apertando a tecla até que ao chegar a nove o contador volte de novo ao zero.

Esta mesma conta ativa os diferentes interruptores e, portanto, produz uma variação de tensão que diminuirá à medida que aumentar a conta. Portanto, o volume máximo se obterá quando

CONTROLE DE VOLUME COM INDICADOR DE NÍVEL.



Sistema de testes com o circuito de controle de volume com indicador digital pronto para ser testado.

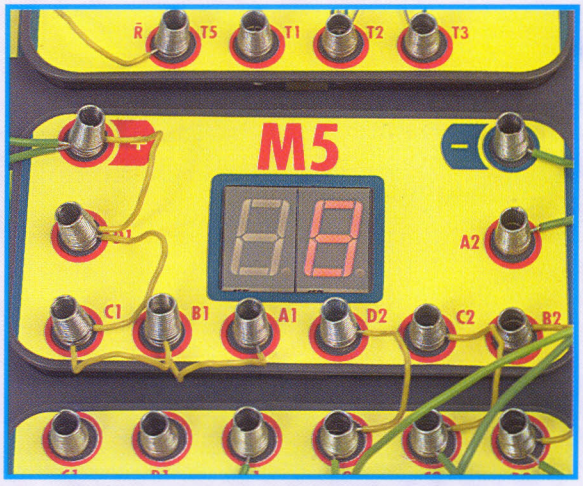
tivermos um '1' no display e esse irá baixando, chegando ao mínimo quando marcar '9' sobre o display.

Uma nota importante é que ao ter um display que marca de '0' a '9', temos que limitar a conta dos contadores em decimal.

Experiências

Podemos variar o valor das resistências R2 a R6 e comprovar como afeta as mudanças de volume que se produzem cada vez que acionamos a tecla P1.

De qualquer maneira, não aconselhamos baixar nenhum dos valores a menos de 1K porque poderemos carregar excessivamente as saídas dos interruptores eletrônicos fazendo-lhes conduzir corrente demais.



O nível de volume é indicado no display.

A montagem

A montagem é muito trabalhosa, porém fácil, já que utiliza um grande número de módulos e não tem nenhum elemento de ajustamento, portanto, deverá funcionar logo que conectada a alimentação. Como sempre, devemos prestar especial atenção à conexão da alimentação do circuito integrado 4066, assim como à conexão dos módulos M1, M2, M4 e M5. Também terá que se cuidar a polaridade dos capacitores C1 e C50 e deixar para o final a conexão do positivo da alimentação em 9V. Mas antes, terá que se revisar todo o trabalho realizado, especialmente todas as conexões.

BALIZA ACÚSTICA R LUMINOSA. Emite uma cintilação a cada certo tempo, acompanhada de um sinal sonoro.

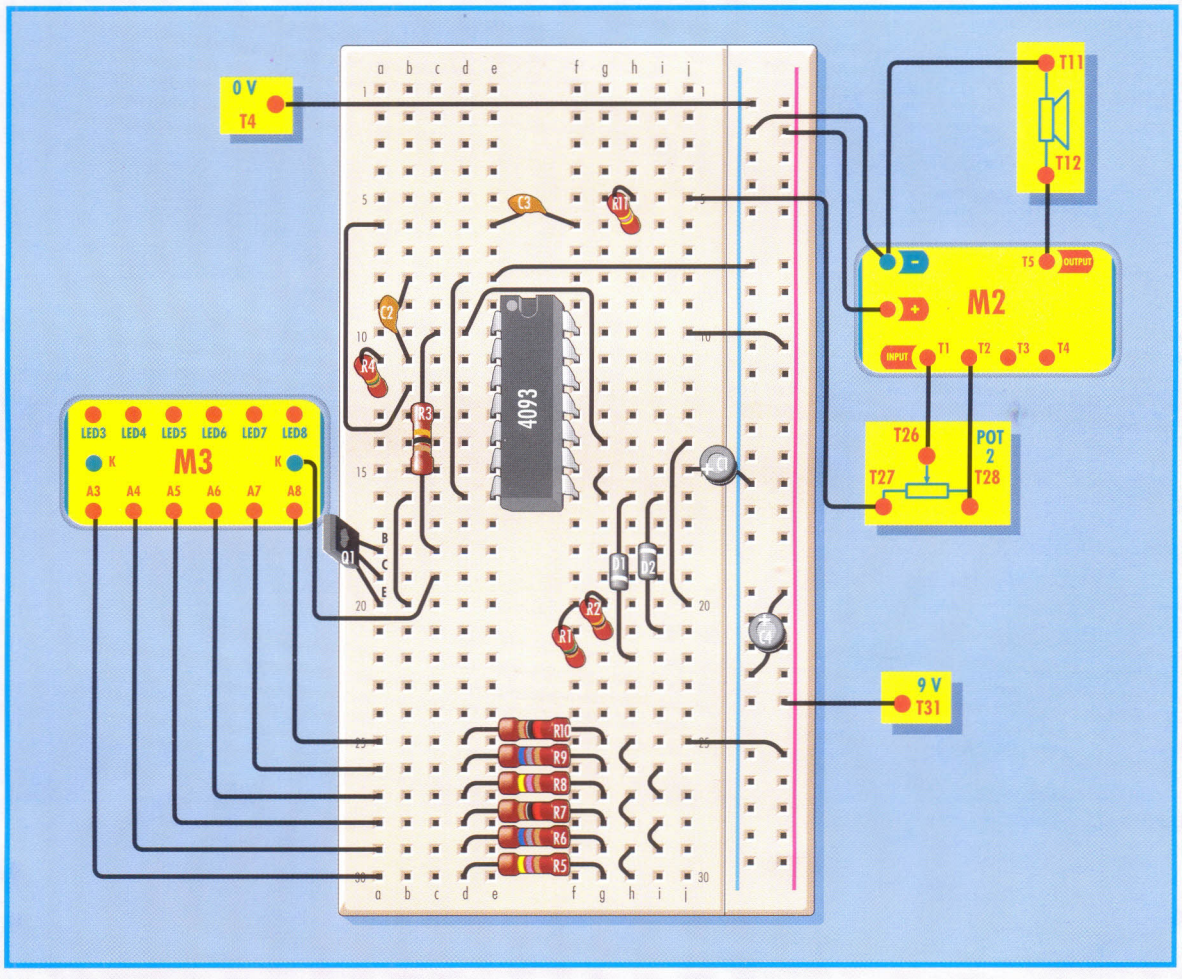


Diagrama de conexão da baliza acústica e luminosa.

Nesta experiência se conseguem cintilações de luz de alta luminosidade. De maneira simultânea à cintilação se emite um breve aviso acústico.

No circuito, a partir do sinal quadrado assimétrico, gerado por um oscilador, conseguiremos produzir uma cintilação nos diodos LEDs e ao mesmo tempo ativar um zumbido que escutaremos no alto-falante.

O circuito

À vista do esquema, o circuito pode ser dividido em várias partes para estudo: um oscilador cíclico com saída assimétrica, outro oscilador cíclico que emite uma freqüência de áudio, um transistor de potência que ataca os LEDs e um amplificador de áudio.

O elemento principal do circuito é o oscilador cíclico construído ao redor da porta NAND U1C, configurada como inversora.

Este oscilador tem uma onda de saída assimétrica, isto é, o tempo em que o sinal estiver em nível alto será diferente do tempo em que o sinal estiver em nível baixo. A saída deste oscilador cíclico fornece, quando está em nível alto, através da resistência de 10K R3, a corrente de base do transistor de potência Q1. Ao mesmo tempo, este sinal controla o funcionamento do oscilador cíclico construído também com a porta NAND U1A. Quando esse sinal estiver em nível alto o oscilador funcionará.

Para evitar que haja circulação de corrente contínua, entre o amplificador de áudio e o oscilador, deverá se interpor entre ambos o capacitor de

BALIZA ACÚSTICA R LUMINOSA.

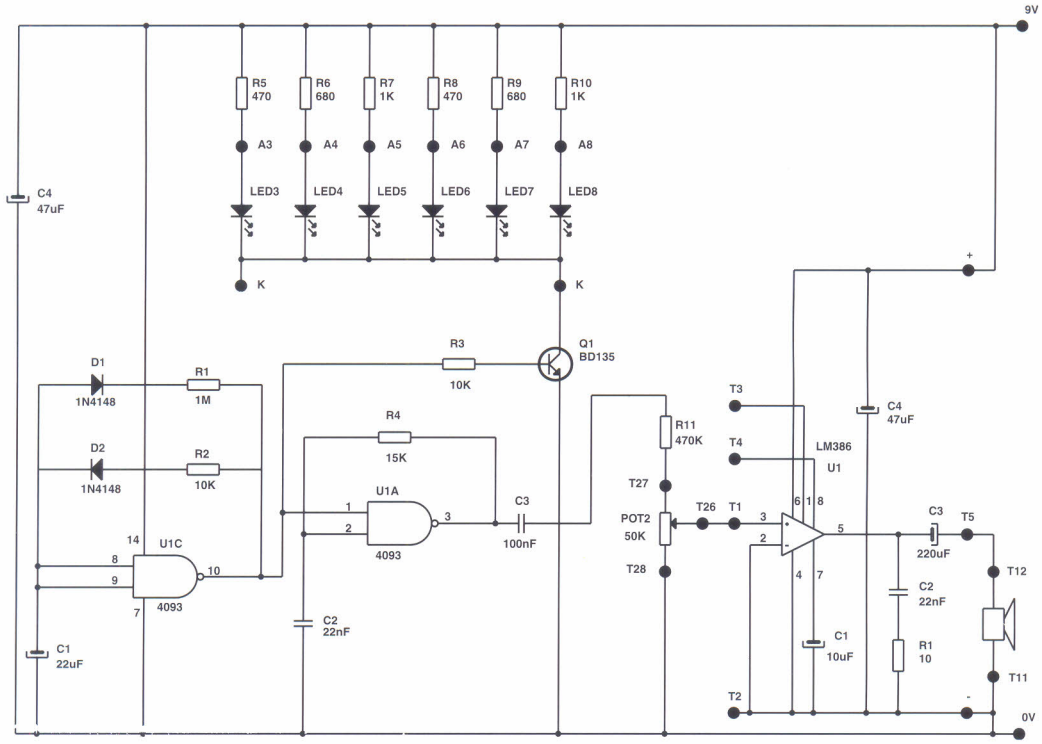
LISTA DE COMPONENTES

Módulo M3

R1	Resistência 1M 5% 1/4W (marrom, preto, verde)
R2	Resistência 10K 5% 1/4W (marrom, preto, laranja)
R3	Resistência 10K 5% 1/4W (marrom, preto, laranja)
R4	Resistência 15K 5% 1/4W (marrom, verde, laranja)
R5	Resistência 470 Ω 5% 1/4W (amarelo, roxo, marrom)
R6	Resistência 680 Ω 5% 1/4W (azul, cinza, marrom)
R7	Resistência 1K 5% 1/4W (marrom, preto, vermelho)
R8	Resistência 470 Ω 5% 1/4W (amarelo, roxo, marrom)
R9	Resistência 680 Ω 5% 1/4W (azul, cinza, marrom)
R10	Resistência 1K 5% 1/4W (marrom, preto, vermelho)
R11	Resistência 470K 5% 1/4W (amarelo, roxo, amarelo)
C1	Capacitor 22 µF eletrolítico
C2	Capacitor 22 nF
C3	Capacitor 100 nF
C4	Capacitor 47 µF eletrolítico
D1	Diodo 1N4148
D2	Diodo 1N4148
Q1	Transistor NPN BD135 o BD137
POT2	
ALTO-FALANTE	

DADOS TÉCNICOS

Tensão de alimentação máxima 12V
Tensão de alimentação mínima 4,5V



Esquema elétrico da baliza acústica e luminosa.

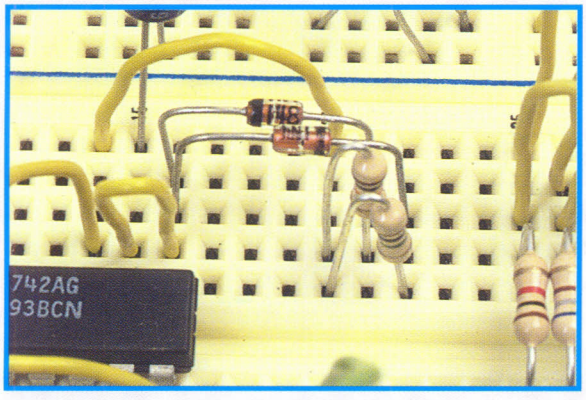
BALIZA ACÚSTICA R LUMINOSA.

desacoplamento C3. A resistência R11 atenuará o sinal aplicado à etapa amplificadora de áudio, antes do potenciômetro de volume POT2.

Oscilador de saída assimétrica

Se o oscilador construído com a porta U1C não tivesse os diodos seria um oscilador cíclico idêntico ao construído com a porta U1A, com a ressalva de que teria como resistência de realimentação o paralelo das resistências R1 e R2.

No entanto, ao estarem os diodos colocados em oposição, o circuito tem um comportamento diferente, já que a corrente de carga e descarga do capacitor C1 será diferente e, portanto, variará o tempo em que a saída ficará em nível alto e em nível baixo.



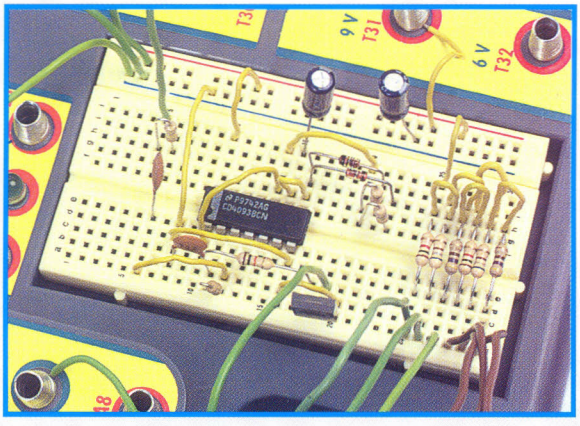
Os diodos permitem obter tempos diferentes de carga e de descarga do capacitor C1.

A carga do capacitor se faz através da resistência R2, enquanto a descarga será através da resistência R1. Na carga, a saída está em nível alto, enquanto que na descarga a saída estará em nível baixo.

Isto significa que a saída ficará muito pouco tempo em nível alto e muito em nível baixo, já que a carga é rápida através de uma resistência de 10K, R2, e a descarga é bastante lenta através de uma resistência de 1M, R1.

Oscilador controlado

O oscilador construído a partir da porta U1A tem uma entrada de controle em seu terminal 1. Quando esta entrada estiver em nível baixo, a saída estará em nível alto fixo, portanto, na etapa amplificadora não entrará nenhum tipo de sinal. Pelo contrário, quando nesta entrada houver um nível alto, o circuito oscilará e o sinal se aplicará à etapa



Componentes da baliza na placa de inserção.

amplificadora. O capacitor C3 evitará que quando a saída estiver em nível alto passe corrente contínua ao amplificador de áudio.

O transistor

A finalidade deste transistor de mediana potência é proporcionar corrente suficiente para poder iluminar todos os LEDs do módulo M3.

Os tempos de carga e de descarga de C1 são diferentes.

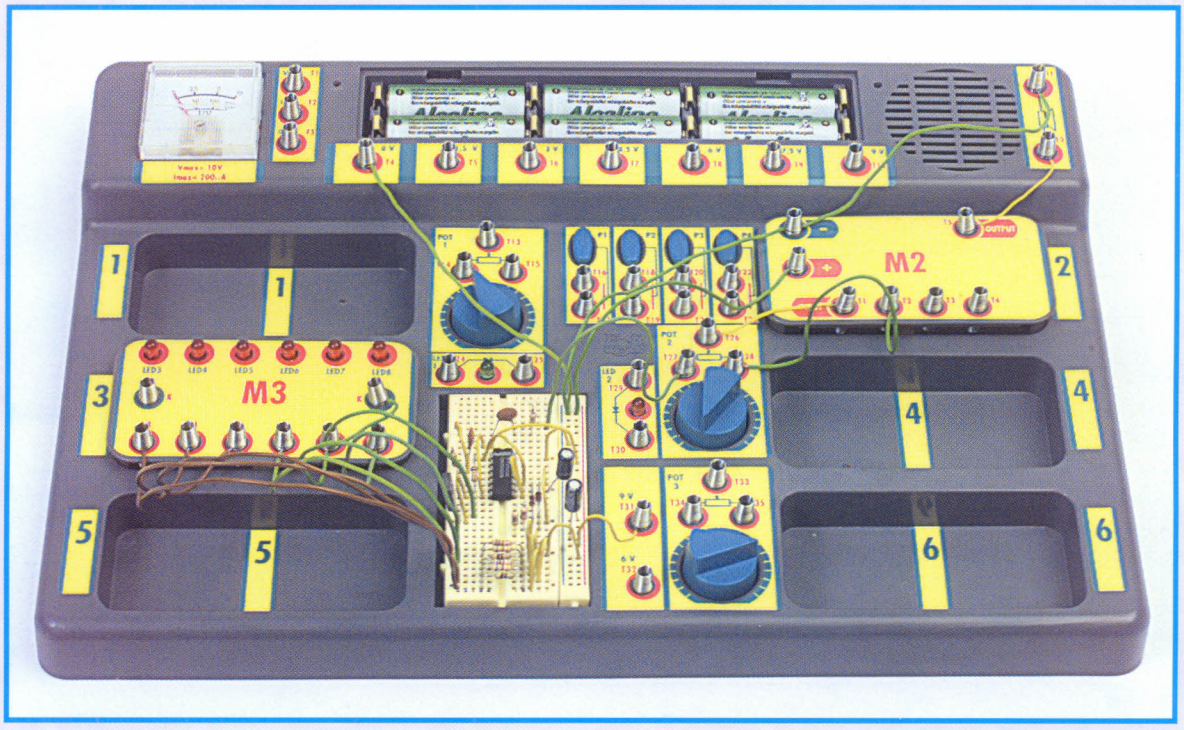
Este tipo de transistor, apesar de seu baixo ganho, é capaz de proporcionar corrente de coletor suficiente para iluminar todos estes LEDs e, inclusive, alguns mais, já que pode conduzir correntes elevadas.

A montagem

Antes de conectar a alimentação, isto é, antes de conectar o fio de alimentação em 9V, será conveniente revisar todas as conexões, especialmente as que afetam a alimentação do circuito integrado, e que, no circuito integrado U1, correspondam aos terminais 7 e 14 como negativo e positivo de alimentação, respectivamente.

Com a alimentação conectada, o circuito deve funcionar sem problemas, iluminando-se os LEDs e produzindo ao mesmo tempo um zumbido.

BALIZA ACÚSTICA R LUMINOSA.



Sistema de testes pronto para testar com a baliza.

Experiência 1

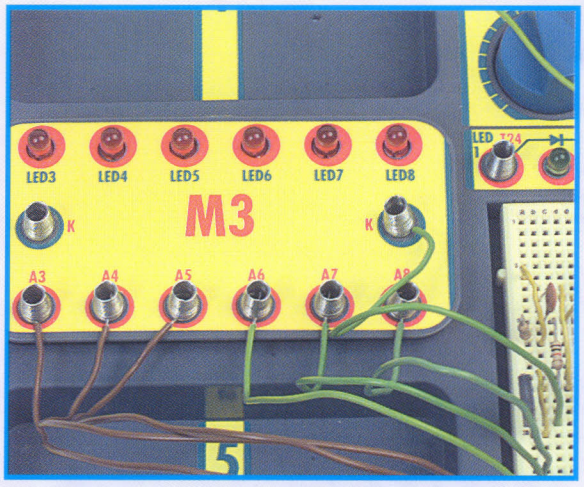
Podemos realizar mudanças na freqüência do sinal de áudio obtida na saída. Para isso deveremos trocar os valores da resistência e do capacitor associados à porta U1A, isto é, R4 e C2.

Experiência 2

Pode-se variar o tempo em que os LEDs estão apagados e o alto-falante em silêncio. Para isso basta manipular o valor da resistência R1.

Como sempre, para aumentar o tempo, aumentaremos o valor da resistência, enquanto para diminuir o tempo, diminuiremos este valor.

Se quisermos aumentar ou diminuir o tempo em que os LEDs estão iluminados e o zumbido está tocando, atuaremos sobre a resistência R2.
No entanto, é muito importante ter em conta que aos LEDs se pode aplicar correntes mais elevadas do que o normal, por exemplo 20 ou 25 mA, desde que seja por um tempo muito pequeno, algumas frações de segundos. Portanto, recomenda-se ampliar muito pouco o tempo em que o sinal permanecerá em nível alto, salvo que se limite a corrente que circula por cada LED até um máximo de 10 mA. No entanto, o tempo em que o sinal permanece em nível abaixo poderá ser aumentado sem problemas, mas não se deve baixar do valor mínimo, isto é, o tempo que tem no circuito. Também se poderia aumentar o valor de C1 e ambos os tempos aumentariam ao mesmo tempo.



Os LEDs emitem uma cintilação de alta intensidade, mas de curta duração.

LUXÍMETRO DE PENUMBRA. Permite medir mudanças de luminosidade em ambientes de penumbra.

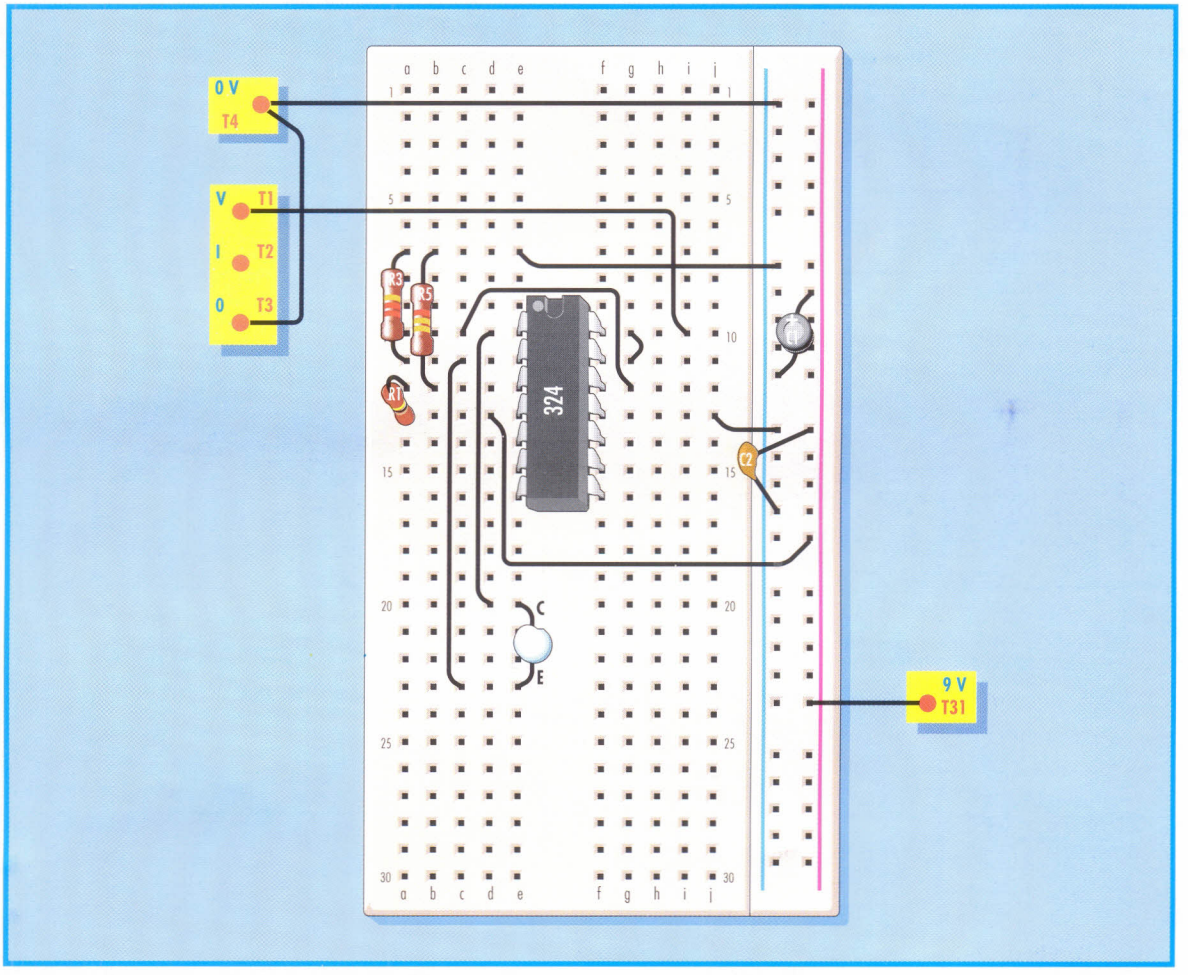


Diagrama de conexão do luxímetro.

Esta atrativa experiência nos permitirá obter um eficaz instrumento de medida para detectar pequenas variações de luminosidade em ambientes de penumbra. Utiliza um transistor conectado no circuito de realimentação de um amplificador operacional para poder dispor de uma grande sensibilidade.

O fototransistor

Antes de começar a descrição do circuito é conveniente fazer uma breve revisão do funcionamento deste semicondutor sensível às mudanças de nível de luz.

O componente é constituído por um corpo de plástico com uma lente em seu interior. Tem só dois terminais: coletor e emissor, sendo a base a parte sensível à luz. A corrente que circula entre os terminais do coletor e do emissor é proporcional à radiação luminosa que incide sobre a base.

Desta forma, quando não incidir luz, o fototransistor não conduzirá, pelo que não circulará nenhuma corrente através dele. Quando a luz incidir sobre a base, produzirá exatamente o mesmo efeito produzido pela corrente que se introduz pela base a um transistor normal. Por-se-á em condução, deixando passar a corrente entre seu coletor e seu emissor.

Portanto, pode se dizer, de maneira aproximada, que este componente sofre uma variação de resistência entre seu coletor e seu emissor, inversamente proporcional ao nível de luz que recebe, isto é:

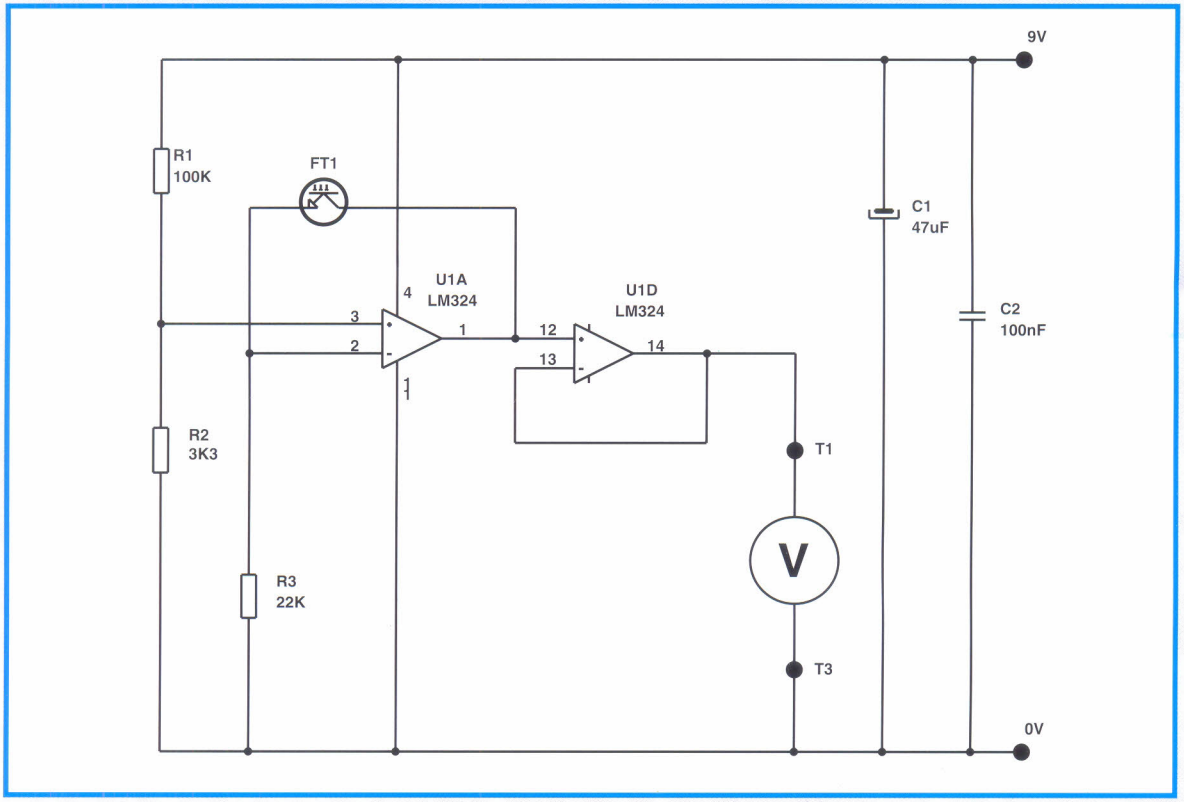
LUXÍMETRO DE PENUMBRA.

LISTA DE COMPONENTES

R1	Resistência 100K 5% 1/4W (marrom, preto, amarelo)
R2	Resistência 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R3	Resistência 22K 5% 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)
C1	Capacitor 47 µF eletrolítico
C2	Capacitor 100 nF
FT1	Fototransistor
Instrumento	

DADOS TÉCNICOS

Tensão de alimentação: 9V
Categorias de níveis detectados: Luz tênue



Esquema elétrico do luxímetro.

LUXÍMETRO DE PENUMBRA.

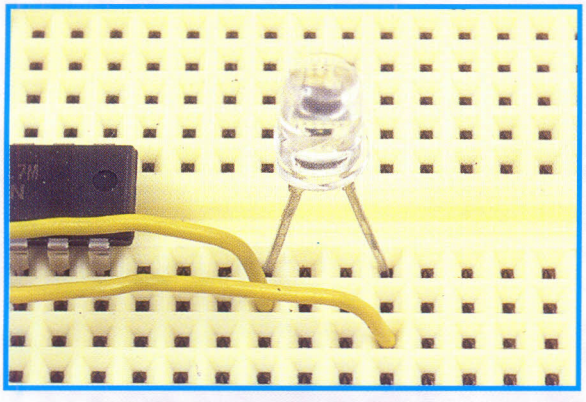
- Incide muita luz -> diminui a resistência
- Incide pouca luz -> aumenta a resistência.

Veremos como este efeito é aplicado diretamente à experiência que se descreve, a seguir, de maneira detalhada.

O circuito

O circuito consta de três partes claramente diferenciadas, que vamos descrever separadamente. Em primeiro lugar, teremos um amplificador operacional, U1A, configurado como amplificador inversor e com ganho variável.

A saída deste amplificador é aplicada ao seguidor de emissor que serve para fazer uma perfeita adaptação de impedância entre a saída do amplificador e o instrumento de medida que funciona como voltímetro.



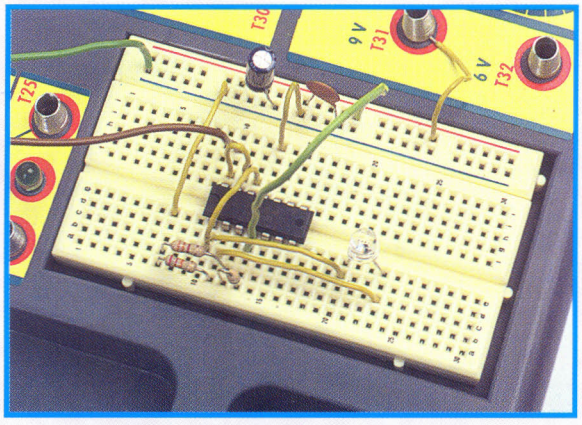
A luz é detectada com um fototransistor.

Para desacoplar a linha de alimentação se colocaram em paralelo os capacitores C1 e C2, um eletrolítico e outro cerâmico. Esta combinação é a mais aconselhável de todas para fazer uma boa limpeza de parasitas na alimentação.

O amplificador inversor

O amplificador inversor que conhecemos, até agora, tem uma resistência como elemento de realimentação entre a entrada e a saída. Tal como seu próprio nome indica, em um modelo normal, este tipo de amplificador inverte a tensão de entrada de tal forma que uma tensão positiva amplifica-a, multiplicando seu valor por uma constante K e, além disso, muda-lhe o signo, isto é, torna-a negativa.

Para que isto suceda, será necessário que a alimentação do circuito seja simétrica, isto é, a operação é alimentada entre uma tensão positiva e negativa do mesmo valor.



Vista dos componentes do luxímetro instalados sobre a placa de inserção.

Esta montagem não responde a este funcionamento.

Nesta caso substituímos a resistência de realimentação por um fototransistor e, além disso, aplicamos uma pequena tensão positiva ao terminal não-inversor do amplificador operacional através do divisor de tensão composto pelas resistências R1 e R2.

Funciona com luz muito tênue.

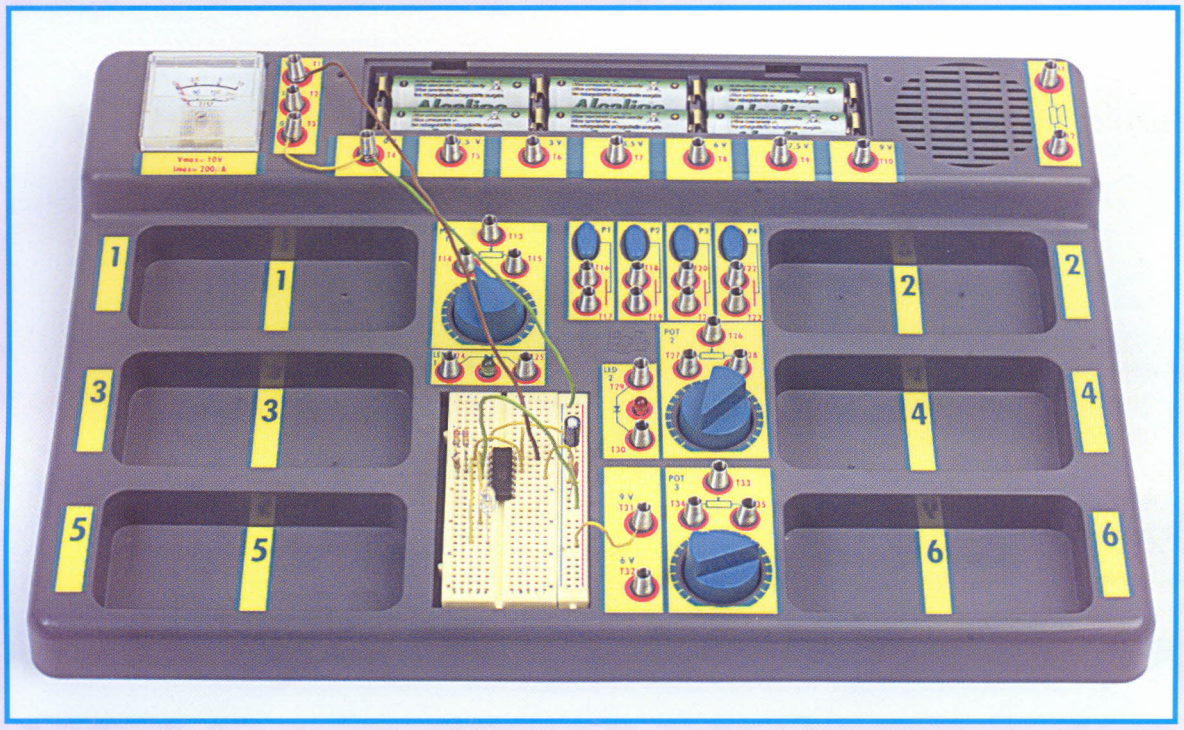
Desta forma, quando existir escuridão na saída, teremos uma tensão alta, cerca de 7 V, e quando aumentar um pouco a luz a tensão cairá.

Funcionamento

O estado de repouso do circuito acontece quando ele não receber muita luz, isto é, dispondo de uma sala com luz natural, temos uma persiana baixada parcialmente, deixando algumas frestas, o suficiente para poder ver alguma coisa. Nesta situação, o voltímetro deve dar sua indicação máxima, que ronda os 7 V.

Se aumentarmos um pouco a luz, levantando um pouco a persiana, veremos como o ponteiro baixa imediatamente até alcançar os 0V. Neste ponto,

LUXÍMETRO DE PENUMBRA.



Sistema de testes com o luxímetro experimental montado.

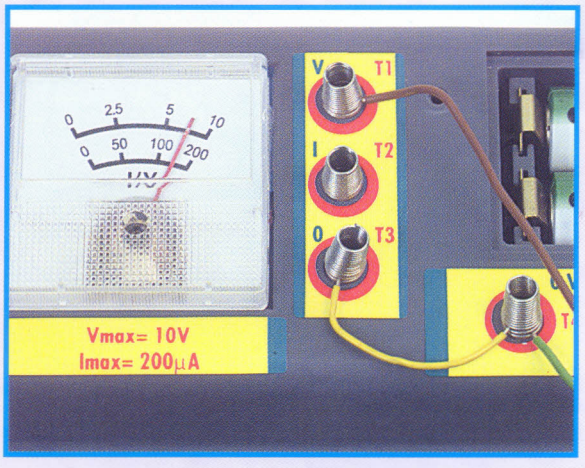
se pusermos nosso corpo entre a janela e o sensor, poderemos observar como o ponteiro aumenta sua indicação.

O mais interessante desta experiência é a grande sensibilidade obtida, o que permite quantificar níveis de luz muito débeis, impossíveis de medir com outras experiências anteriores.

Experiências

Podemos conectar a extremidade da resistência R1 conectado ao positivo de alimentação de 9V a 7,5 V e se variarmos de novo o nível de luz, veremos que o circuito varia sua resposta. Isto se deve a que variamos o nível de tensão aplicada ao terminal positivo do equipamento.

Também poderemos aumentar este nível, aumentando o valor da resistência R2, e comprovar que o circuito não detecta mudanças de luz de nenhuma intensidade.

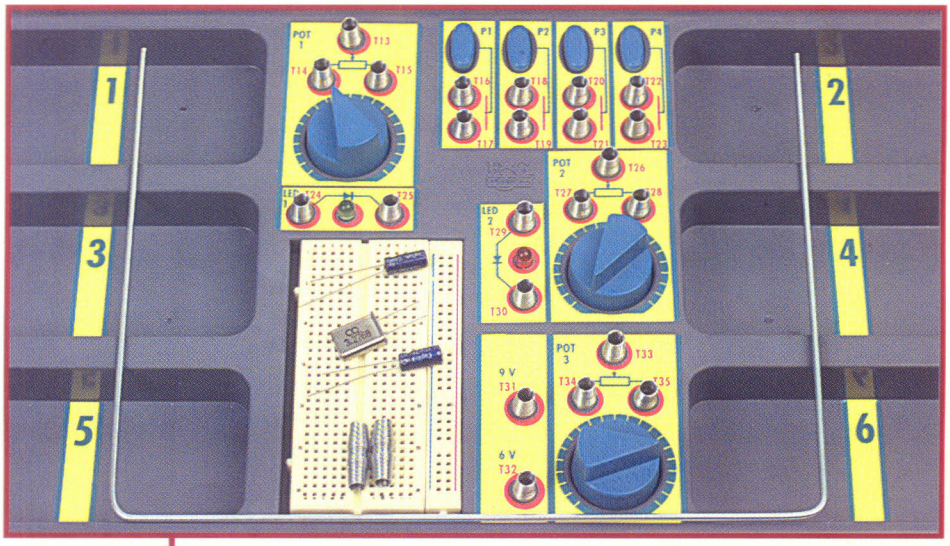


O instrumento indica o nível de luz captado.

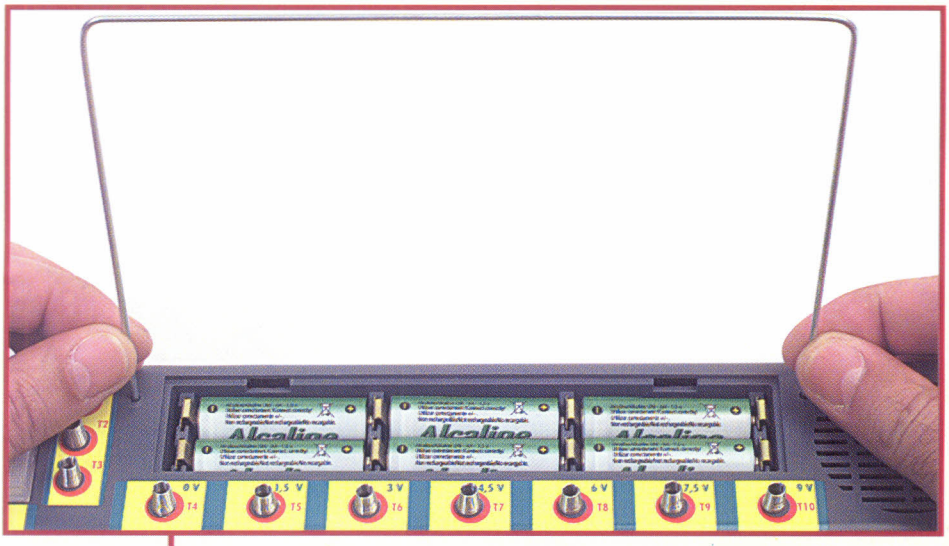
A montagem

A montagem é muito simples, utilizam-se muito poucos componentes. Não deve haver nenhum problema já que só temos que respeitar a polaridade da alimentação do equipamento e do fototransistor, assim como o do instrumento de medida. Terá que se utilizar só os terminais T1 e T3 dele. Terá que se ter especial cuidado para não conectar, por acidente, o terminal T2 do instrumento, pois este último poderia se estragar.

O ATRIL. Permite manter a ficha de pé, e presa, durante a montagem da experiência.

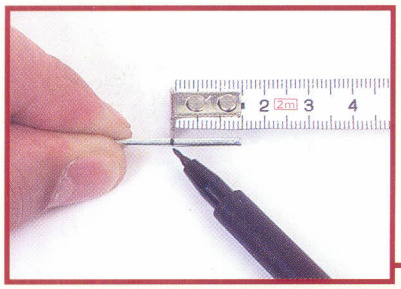


Nesta entrega são fornecidos: o arame para construir o atril, dois capacitores para realizar experiências, uma mola para o módulo M8 e outra sobressalente e o cristal de quartzo que também se utilizará no módulo M8.

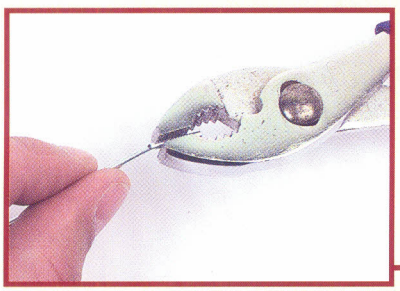


O sistema de testes tem, perto do porta-pilhas, dois orifícios para segurar o atril. O atril foi feito de arame de alta resistência e de um dlâmetro menor que estes orifícios. Deve entrar com muita facilidade neles sem necessidade de fazer pressão.

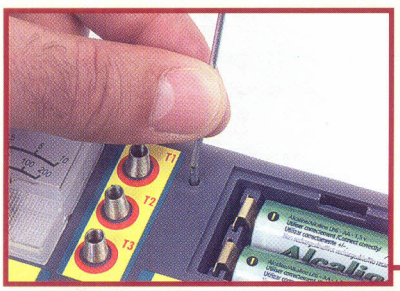
A montagem das experiências é facilitada seguindo os diagramas de conexão e, por outro lado, para o estudo dos circuitos seria bom ter presente o esquema. Nos dois casos é muito útil a utilização do atril para segurar a ficha e poder vê-la facilmente somente levantando um pouco a vista.



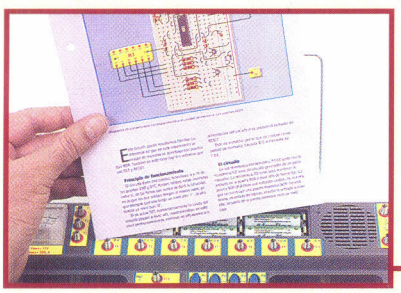
1 Em ambas as extremidades do arame que se utiliza para construir o atril se faz uma marca, com uma caneta de feltro, aproximadamente a 15 mm de cada ponta.



2 Com um alicate de ponta plana ou com um do tipo universal, dobra-se, pelas marcas antes realizadas, no mesmo ângulo ambas as extremidades, de tal forma que o atril se incline levemente para trás.



3 O atril deve ficar levemente inclinado para trás para facilitar a colocação da ficha, as duas pontas devem entrar facilmente nos dois orifícios e não se deve forçar o fundo destes orifícios.



4 O atril é um elemento fácil de instalar e é de grande ajuda na realização das experiências.

Este é o aspecto do sistema de testes. Já está quase completo. Haverá 7 módulo completos disponíveis e dois em fase de construção.

O número de experiências que é possível realizar é já altíssimo.

