36

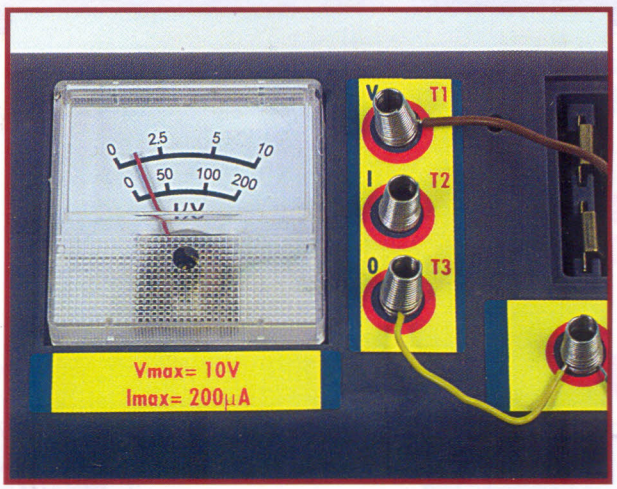
Eletrônica Modular

MÓDULO



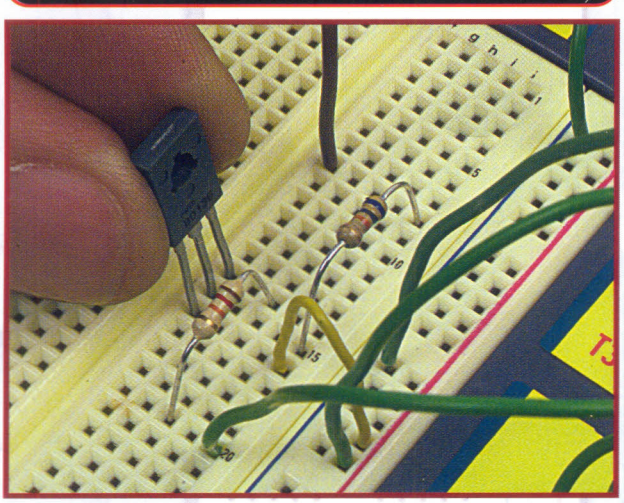
M7 Detector de tom

EXPERIÊNCIA



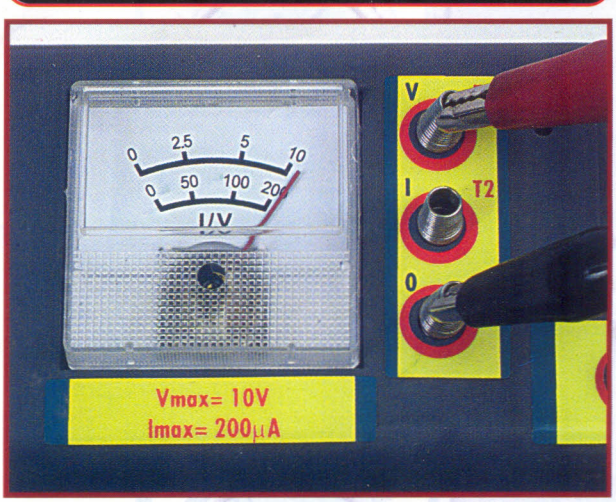
Conversor D/A experimental

EXPERIÊNCIA



Detector de mudança de temperatura

SISTEMA DE TESTES



Calibragem do voltímetro

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

Monte seu Sistema de Testes

8 414090 707251 00036

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

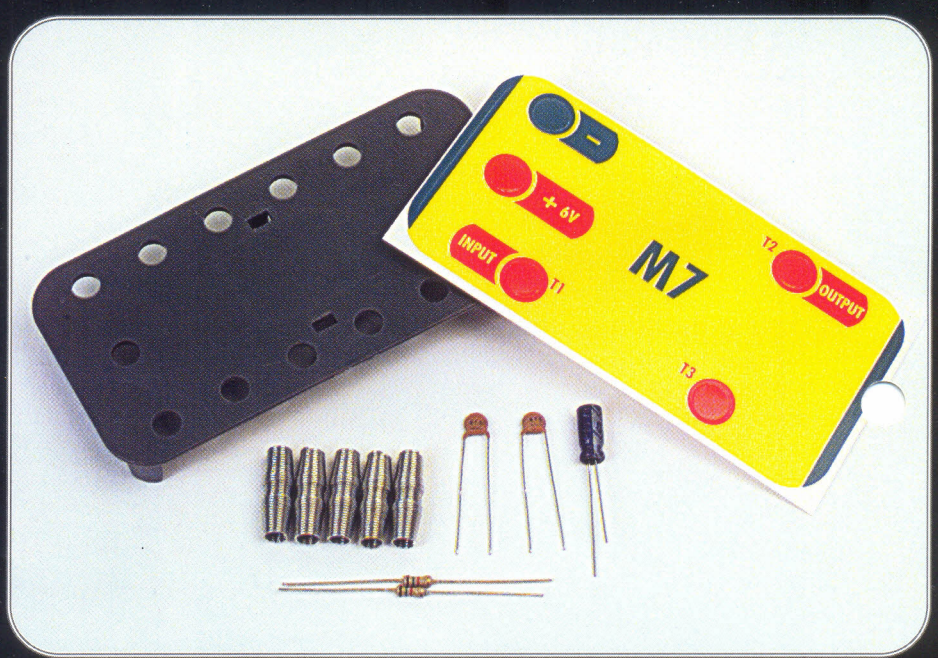
Eletrônica Modular

Monte seu Sistema de Testes

Nesta entrega

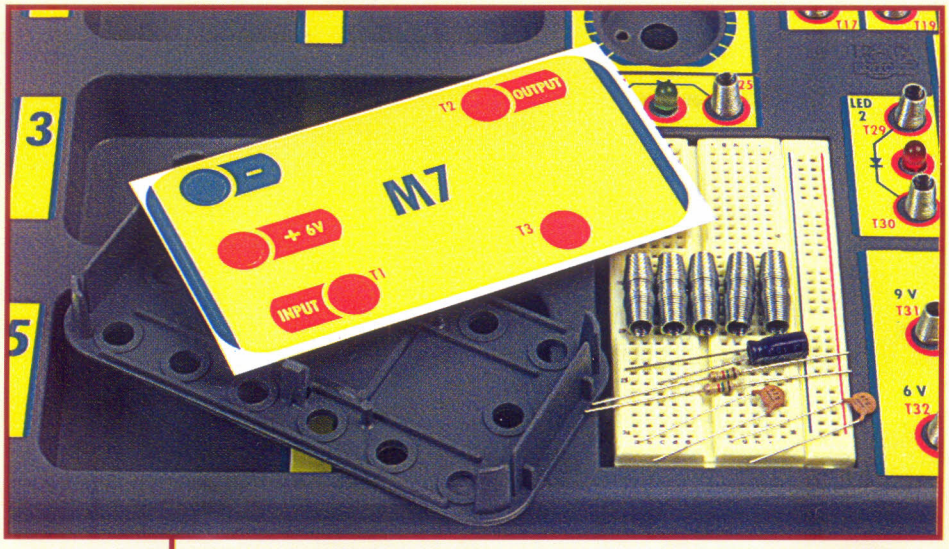
Para o módulo M7

- 1 Painel plástico módulo
- 1 Etiqueta M7
- 5 Molas de conexão
- 1 Capacitor 10µF eletrolítico
- 2 Resistências 1K5 5% 1/4W
- 2 Capacitores 47 nF

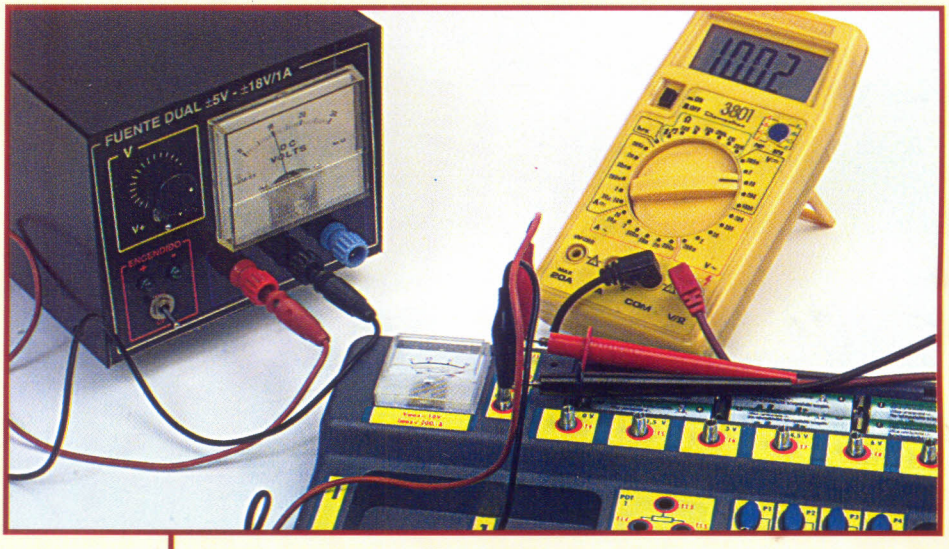


Nesta entrega são fornecidos componentes para se começar o módulo M7 e para realizar experiências.

CALIBRAGEM DO VOLTÍMETRO. Indica-se como calibrar o voltímetro.

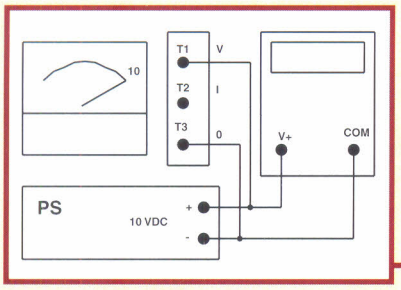


Nesta entrega são fornecidos os materiais necessários para se construir o painel frontal do módulo M7 e componentes para se realizar experiências.

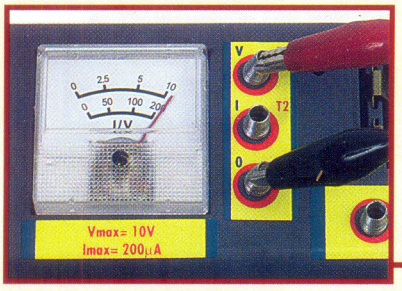


Para calibrar o instrumento, necessita-se de uma fonte de alimentação que forneça 10 V e de um instrumento de medida calibrado; pode-se utilizar um polímero.

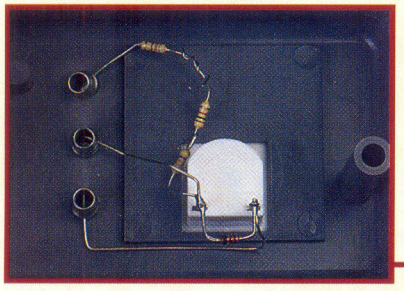
O voltímetro com fundo de escala a 10 V se obtém a partir de um microamperímetro de 200 μA, utiliza-se para isso uma resistência em série, formada por duas resistências, mas o instrumento deverá ser calibrado para que meça o mais exato possível.



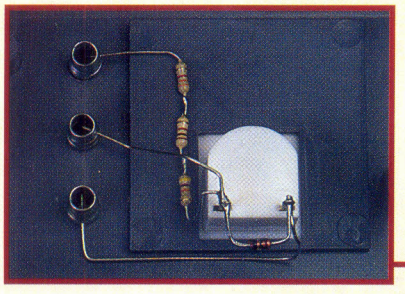
1 Neste esquema se indica como conectar o instrumento, a fonte e o instrumento utilizado como padrão.



2 Quando comprovemos que a tensão for exatamente 10 V, o instrumento do sistema de testes deve marcar também 10 V, mas pode ser, tal como se indica na fotografia, que marque mais.

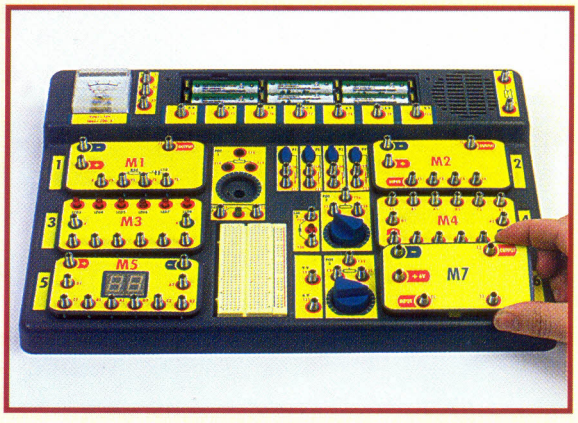


3 No caso de que marque mais, deverá se testar com várias resistências, acrescentando-as em série às já existentes e repetir a medida até que o ponteiro marque 10 V, quando se aplicarem 10 V. Em nosso caso, necessitaremos acrescentar uma resistência de 3K3.



4 Comprovado o valor da resistência que se necessita, passamos a soldá-la para assegurar um bom contato. Depois se conecta a extremidade livre à mola de conexão.

Já temos um sistema de testes bastante completo para realizar experiências. O módulo M7 ainda está em processo de montagem.



CONVERSOR D/A EXPERIMENTAL. A tensão de saída depende do número formado com os três bits.

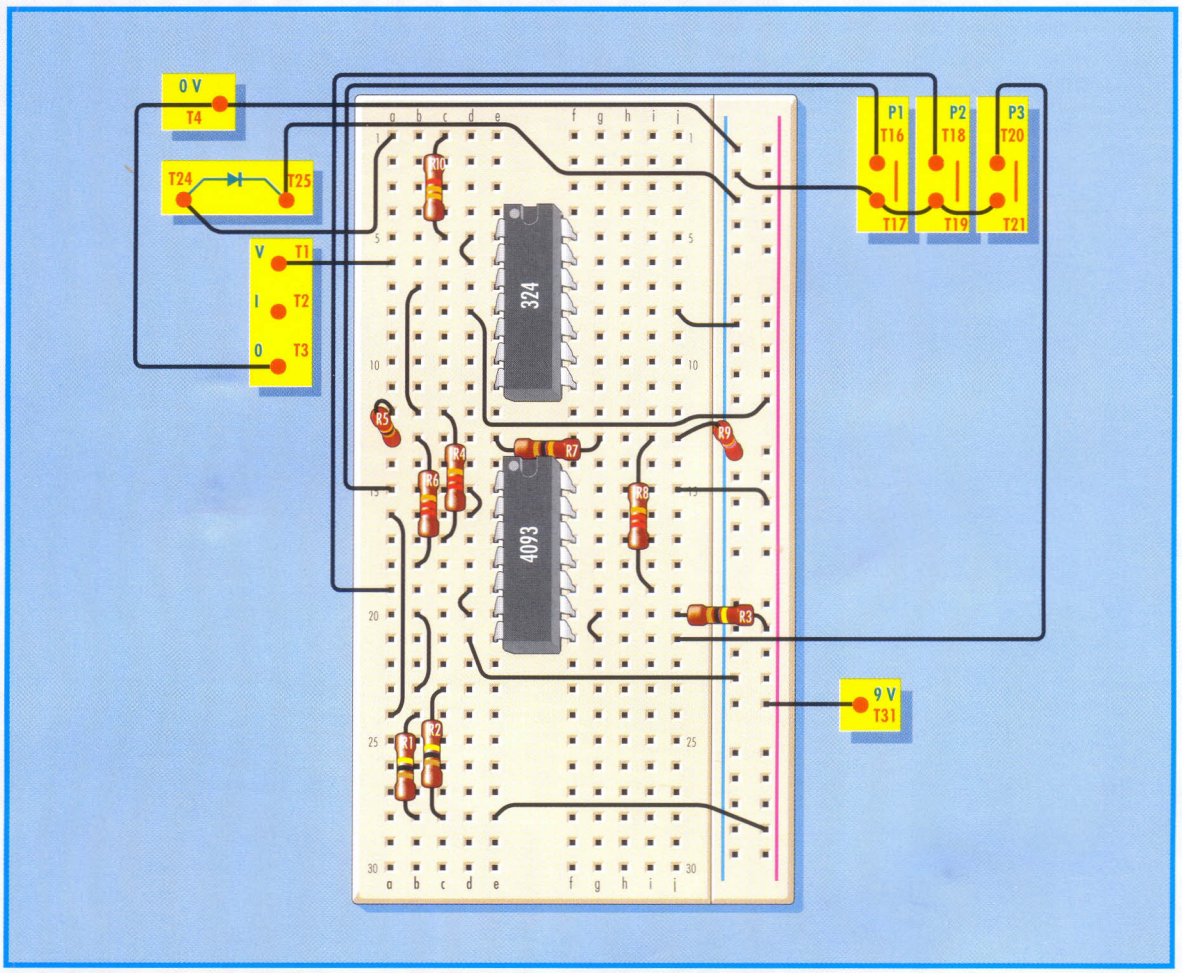


Diagrama de conexão correspondente ao conversor D/A experimental.

Os conversores digitais/analógicos têm muitas aplicações, uma delas é a que permite obter tensões analógicas a partir dos bits entregues por um computador, de forma que este possa interagir com o mundo exterior. Embora existam muitos tipos e alguns muito avançados, veremos uns dos mais simples e fáceis de construir.

Finalidade

A finalidade deste circuito é comprovar, sobre o voltímetro de medida do sistema de testes, como se realiza a conversão analógica/digital, isto é, como, variando o código de entrada mediante os botões, variará a tensão de saída.

O circuito

O circuito consta de três teclas: P1, P2 e P3. Quando se pressiona uma delas, está se gerando um zero na entrada da porta lógica correspondente. Estas duas teclas constituem as entradas do circuito. As três resistências R1, R2 e R3 de 100 K, estão conectadas às entradas das três portas NAND configuradas como inversoras.

As saídas das três portas inversoras estão conectadas a três resistências: R4, R6 e R8, as quais, por sua vez, estão conectadas a outras resistências: R5, R7 e R9, que constituem um divisor de tensão.

O amplificador operacional U2A, que é um dos quatro amplificadores operacionais que compõe o

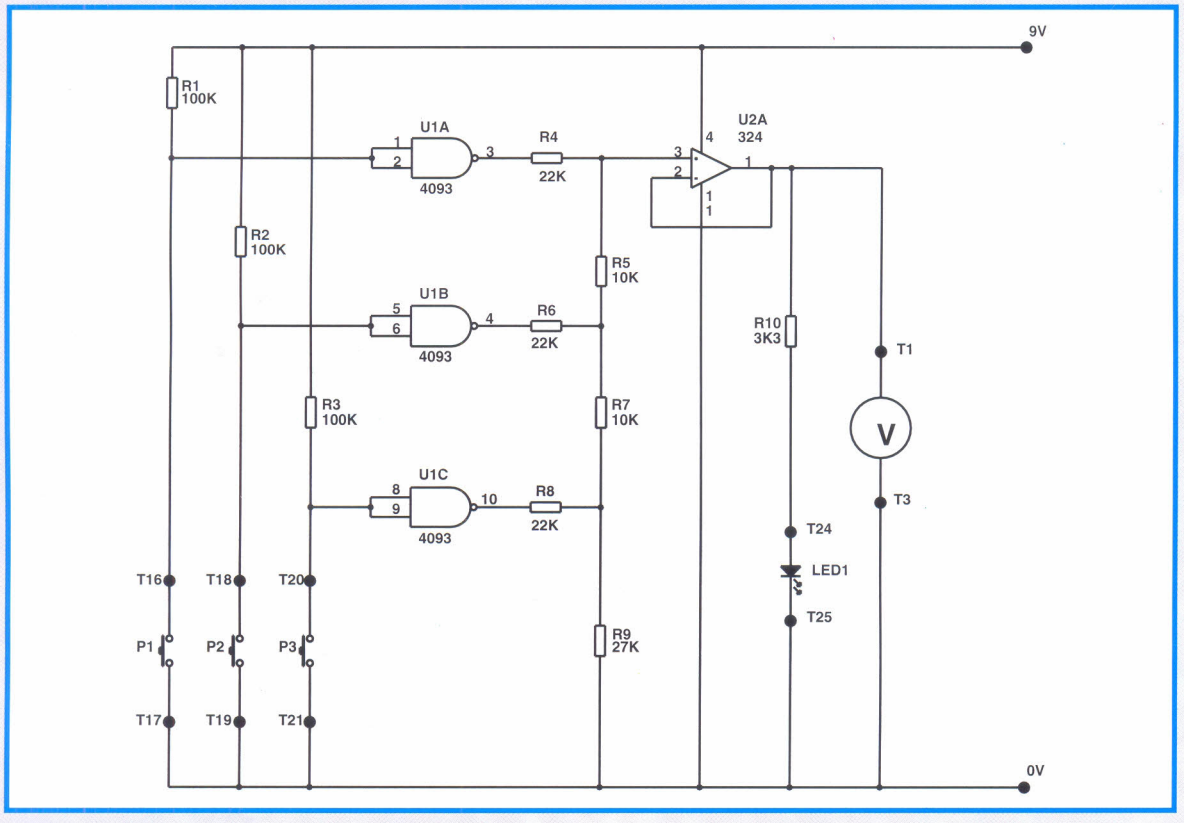
CONVERSOR D/A EXPERIMENTAL.

LISTA DE COMPONENTES

R1	Resistência 100K, 5%, 1/4W (marrom, preto, amarelo)	R7	Resistência 10K, 5%, 1/4W (marrom, preto, laranja)
R2	Resistência 100K, 5%, 1/4W (marrom, preto, amarelo)	R8	Resistência 22K, 5%, 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)
R3	Resistência 100K, 5%, 1/4W (marrom, preto, amarelo)	R9	Resistência 10K, 5%, 1/4W (marrom, preto, laranja)
R4	Resistência 22K, 5%, 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)	R10	Resistência 3K3, 5%, 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
R5	Resistência 10K, 5%, 1/4W (marrom, preto, laranja)	U1	Circuito integrado 4093
R6	Resistência 22K, 5%, 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)	U2	Circuito integrado LM324
		LED1	
		Teclas P1 a P3	

DADOS TÉCNICOS

Tensão de Alimentação máxima: 9 V
Tensão de Alimentação mínima: 5 V
Código de entrada admitido: 3 bits



Esquema completo do conversor D/A de três bits.

CONVERSOR D/A EXPERIMENTAL.

LM324, está configurado para trabalhar como um seguidor de emissor.

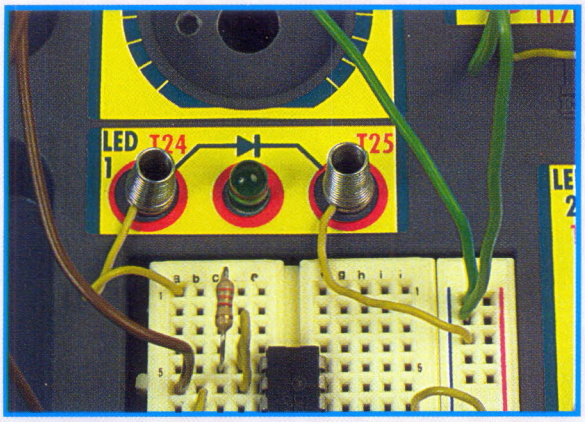
A saída do U2A se aplica a um diodo LED através de uma resistências polarizadora, que serve para limitar a corrente, e o nosso instrumento de medida. Desta forma veremos o incremento de tensão sobre a escala do instrumento.

No caso de que o ponteiro tenha osciladores, eles podem ser eliminados, conectando um capacitor de 10µF entre 9V e 0V.

Geração de códigos de entrada

Dispomos de três teclas para produzir os códigos de entrada, e, sendo assim, dispomos dos códigos 000 até 111, o que é a mesma coisa, de 0 até 7.

Em estado de repouso, isto é, sem nenhuma das três teclas pressionadas, as entradas das portas inversoras estão em nível alto, pelo que as saídas terão um nível baixo.

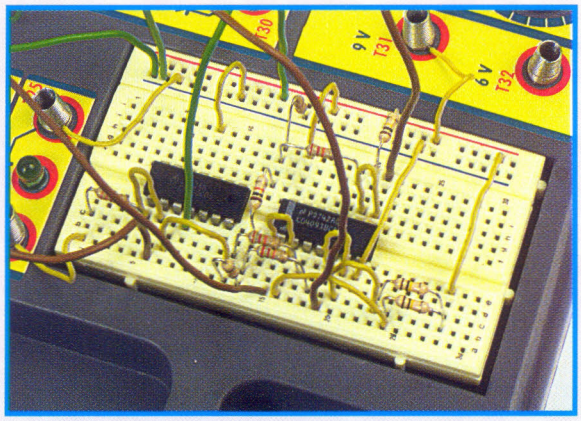


Quando o LED1 aumenta sua luminosidade, serve como testemunha do aumento da tensão.

A tecla P3 corresponde ao bit de menor peso do código de entrada, isto é, se só pressionamos esta tecla, eqüivaleria a introduzir o código binário '001'. Por outro lado, a tecla P1 corresponde ao bit de maior peso, e pressioná-la equivaleria introduzir o código binário '100' na entrada.

Funcionamento

O jogo de resistências R4 e R9 constituem um divisor de tensão, adaptado em impedância, mediante o seguidor de emissor que constitui o amplificador operacional U2A, o qual tem uma impedância de entrada muito elevada. Se não existisse esta adaptação, produzir-se-ia uma variação das caídas de tensão e o circuito não funcionaria corretamente.



Este tipo de conversor requer a utilização de pouquíssimos componentes.

Se observarmos os valores das resistências, as de saída das portas são idênticas e as das verticais, R5 e R7, também o são. Este tipo de conversor chama-se R-2R, já que as resistências que o constituem têm este valor, isto E, R = 10K e 2R = 20K, que, neste caso, são 22K. A tensão do bit menos significativo, isto é, a que se gera quando pressionamos P3, vem dada pelo valor da resistências R9.

O seguidor permite utilizar divisores de tensão

O valor desta resistência deveria ser de 2R, mas, neste caso, para ter uma leitura mais fácil, optou-se por pôr um valor um pouco superior.

Cada vez que aumentamos o código de entrada, a tensão de saída aumentará em um valor fixo, por isso veremos saltos no ponteiro do instrumento de medida.

Também poderemos notar a variação de tensão que se produz na saída, na luminosidade do diodo LED1.

Experiência

Tal como está a montagem, cada vez que aumentarmos em um o código binário que configuramos com as três teclas de entrada produzir-se-á um aumento idêntico na tensão de

CONVERSOR D/A EXPERIMENTAL.



Sistema de testes com o conversor instalado. O diodo LED1 e o instrumento indicam o estado da saída do circuito.

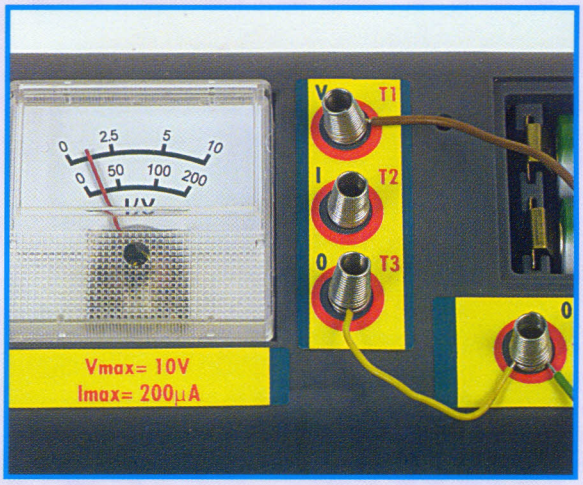
saída. Se agora variarmos o valor de alguma das resistências R4 e R8, veremos que isto não é exatamente assim,

Por exemplo, diminuiremos de modo considerável o valor de R6. Desta forma, sempre que pressionamos a tecla P2, o aumento da tensão de saída que se produzirá será maior do que o normal e assim se refletirá no voltímetro com um salto brusco do ponteiro. É possível que isto também se reflita sobre a luminosidade do diodo LED1.

Pondo em funcionamento

Conectado o circuito à alimentação, deveremos operar sobre as teclas para variar a tensão de saída.

É importante não esquecer do código binário que correspondem às entradas, para o que é recomendável realizar uma tabela de 000 até 111, com P1, P2 e P3 como valores variáveis.



O instrumento é muito mais preciso que o LED para observar o comportamento do circuito.

A montagem

Se ao conectar a alimentação ao circuito não se produzir nenhuma transformação no ponteiro, deveremos desligar imediatamente a alimentação e comprovar que, tanto o circuito integrado U1 como U2 estão corretamente conectados à alimentação. Recorde que o 4093 tem seus terminais de alimentação nos números 14 e 7, correspondentes ao positivo e negativo, respectivamente. Se o que ocorre é que o LED1 não se ilumina, é provável que esteja conectado com a polaridade invertida. Na nossa montagem, com 111 se obtiveram 7,4 V; com 110, 6,3 V; com 001 1,2 V; e com 000, 0 V.

DETECTOR DE MUDANÇA DE TEMPERATURA. A temperatura afeta muito o funcionamento dos transistores.

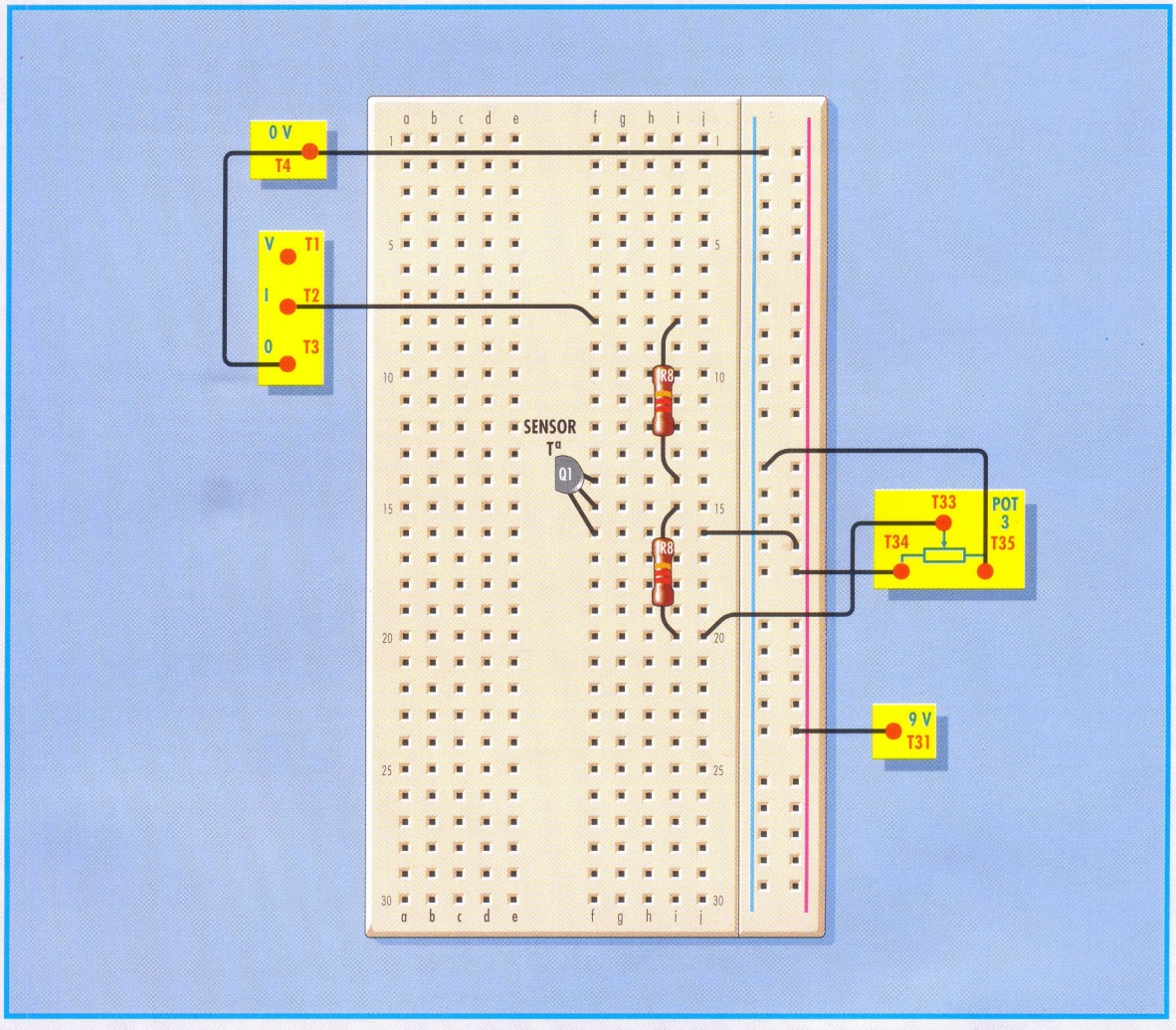


Diagrama de conexão do circuito detector de mudança de temperatura.

Trata-se de demonstrar nesta experiência que a temperatura afeta muito o funcionamento dos circuitos que utilizam transistores, seja como componentes individuais ou como partes de um circuito integrado.

A influência da temperatura é tão importante que pode fazer com que o circuito deixe de funcionar. Mas também não devemos nos alarmar, porque cada problema tem sua solução. Trata-se de um fenômeno bastante estudado e haverá maneiras de modificar os circuitos para eliminar, ou pelo menos diminuir a influência da temperatura no funcionamento deles. Os fabricantes de circuitos integrados também tomam em conta a influência da temperatura e a compensam em certa medida.

O circuito

O circuito necessário para esta experiência é extremamente simples: consiste em um transistor PNP, com uma resistência no coletor. A corrente de coletor se mede com o microamperímetro do sistema de testes. A resistência de base toma seu alimento do cursor de um potenciômetro, situado

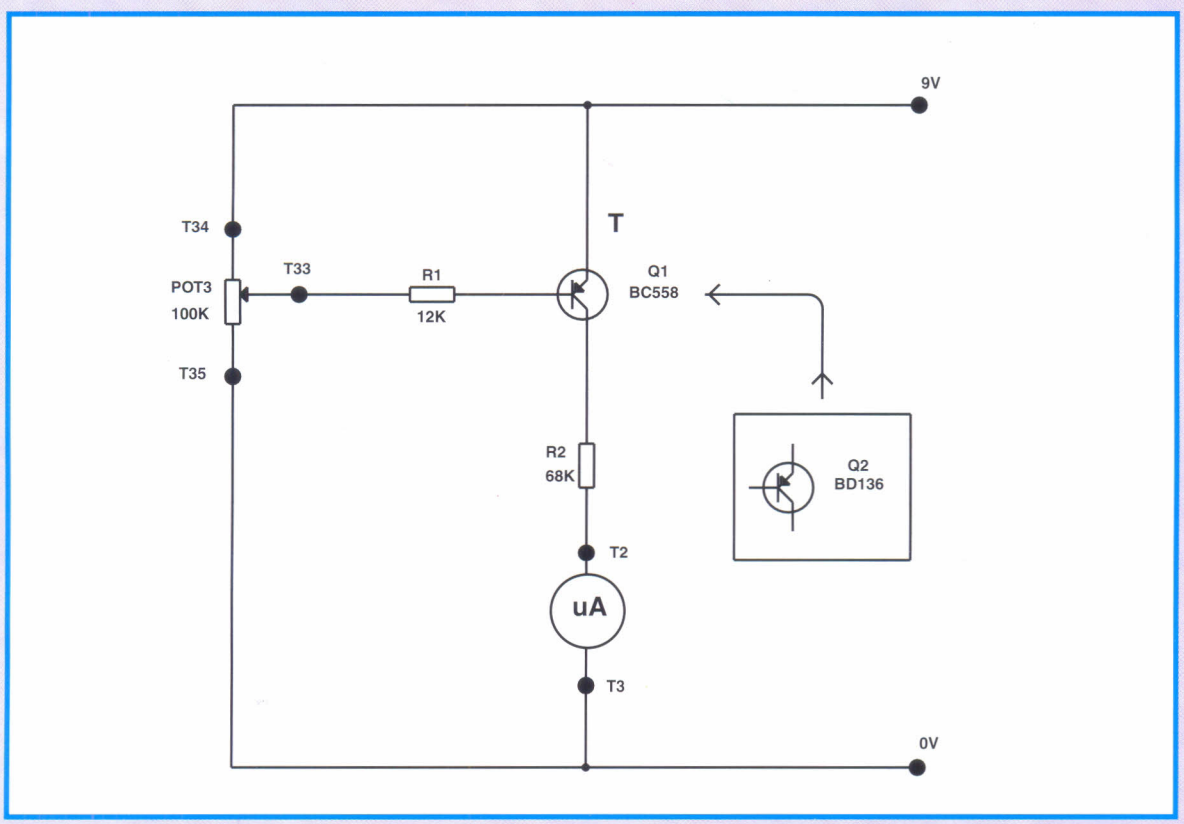
DETECTOR DE MUDANÇA DE TEMPERATURA.

LISTA DE COMPONENTES

R1	Resistência 12K, 5%, 1/4 W (marrom, vermelho, laranja)
R2	Resistência 68K, 5%, 1/4 W (azul, cinza, laranja)
Q1	Transistor NPN BC558 o BC557
Q2	Transistor NPN BD136 o BC138
POT3	
INSTRUMENTO	
ALTO-FALANTE	

DADOS TÉCNICOS

Tensão de Alimentação: 9 V



Esquema elétrico do circuito detector de mudança de temperatura.

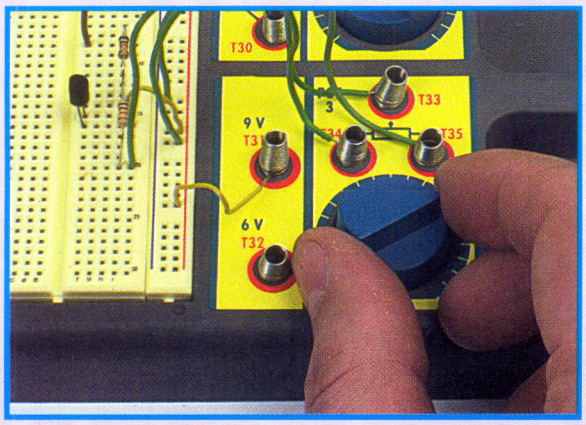
DETECTOR DE MUDANÇA DE TEMPERATURA.

nas extremidades da alimentação, o que nos permite selecionar qualquer tensão entre 0 e 9 V.

Zonas de funcionamento

O transistor pode funcionar em três zonas básicas: zona de corte, zona ativa e zona de saturação. O primeiro estado é o mais fácil de entender: o transistor está em estado de corte quando a corrente de base é insuficiente para que entre em condução, isto é, está cortado, não conduz. O estado de saturação é a outra extremidade; à medida que vai-se aumentando a corrente de base, vai aumentando a corrente de coletor, mas chega um momento em que a corrente de coletor não aumenta porque o impede a resistência de coletor, apesar de que se siga aumentando a corrente de base. Neste caso, diz-se que o transistor está saturado.

A zona ativa é a intermediária entre as duas anteriores em que a corrente de coletor tem certa proporcionalidade com a corrente de base. Diz-se que



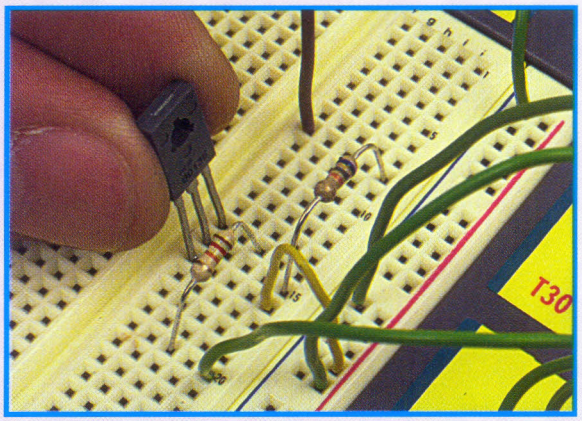
Para começar a prova, coloca-se o ponteiro no centro do instrumento com POT3.

a corrente de coletor é beta (b) vezes a corrente de base. No entanto, deverá se levar em conta que esta b não é uma constante, pois varia com a corrente, a maior corrente de coletor, menor b.

A experiência

O efeito da temperatura é muito fácil de observar quando o transistor está trabalhando em zona ativa. Vamos explicar como se realiza a experiência.

Antes de conectar a alimentação do circuito deverá se comprovar muito bem todas as conexões, levando em consideração também a capacidade de deslizamento do transistor utilizado, que sempre deve



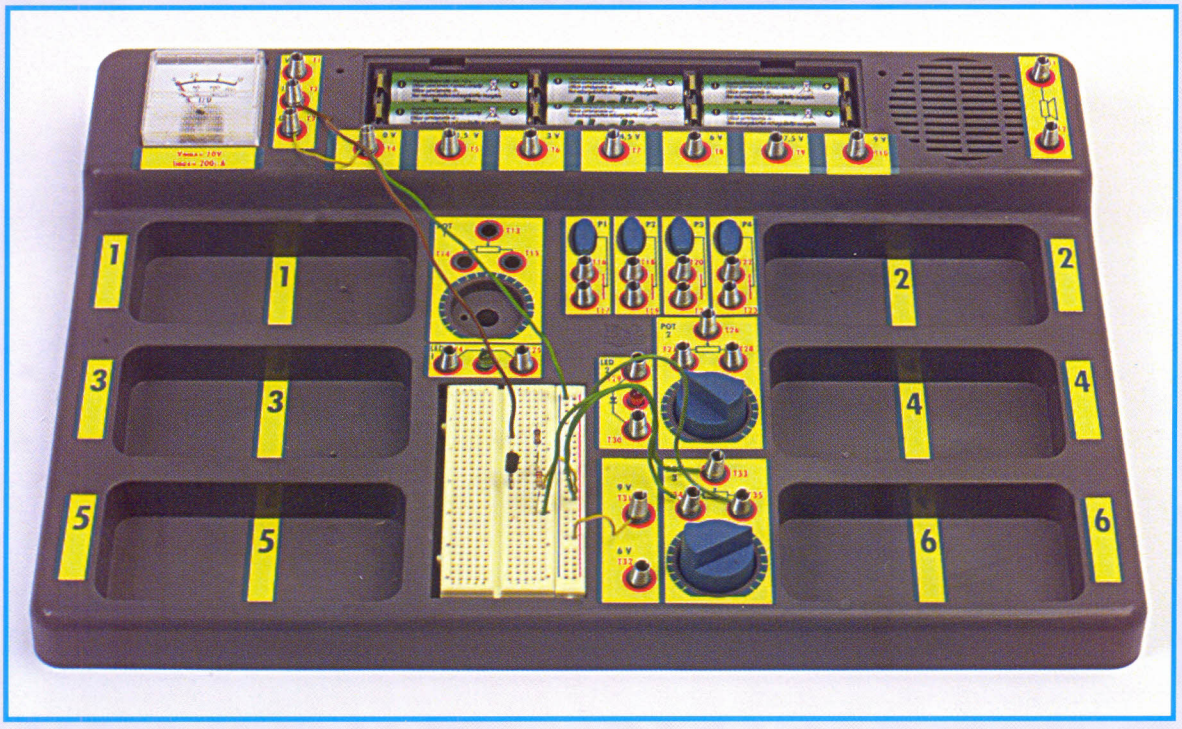
Pode-se trocar de transistor sempre que seja PNP, mas atendendo à capacidade de deslizamento.

ser PNP. Não devemos esquecer também que os transistores Q1 e Q2 têm uma distribuição de terminais diferente; usaremos um ou outro e comprovaremos que ambos os transistores têm um comportamento muito parecido. O botão do transistor POT3 se posicionará aproximadamente na metade de seu percurso. Ao atuar sobre o botão, observa-se que o ponteiro do microamperímetro se desloca do zero até um certo máximo, deve-se girar o botão de controle do potenciômetro até levar o ponteiro a uma

O circuito temporiza sua própria alimentação

posição intermediária. Se elevarmos a temperatura do transistor, com o calor dos dedos, por exemplo, se estava muito frio, ou aproximando a ponta de um soldador ou de um cigarro, mas sem chegar a tocá-lo, e com cuidado para não queimar nenhuma parte do sistema de testes, veremos que o ponteiro se move indicando um aumento da corrente que circula pelo transistor. O ponteiro sobe e, ao se retirar a fonte de calor que originou o aumento de temperatura, o ponteiro começará a baixar, lentamente, até que alcance o valor inicial. O efeito da temperatura variará com o ponto de polarização escolhido. Isto pode ser comprovado repetindo o teste anterior em diferentes posições do cursor do potenciômetro.

DETECTOR DE MUDANÇA DE TEMPERATURA.



Sistema de testes com circuito detector de mudança de temperatura.

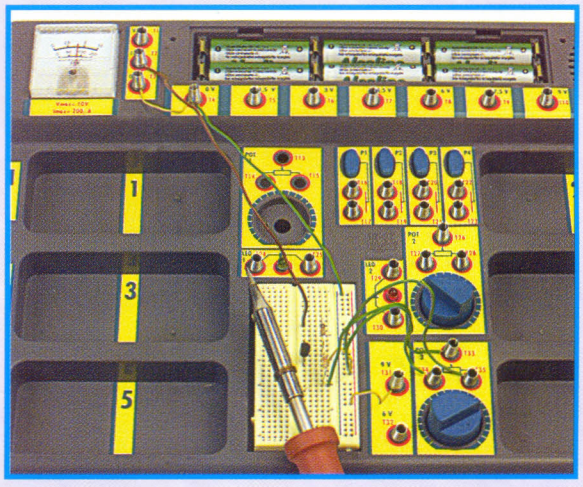
Montagem

A montagem é muito fácil e ademais tem muito poucos componentes. Mas deverá se ter muito cuidado com a conexão do microamperímetro, pois se estiver conectado o terminal T3 do negativo (ou comum) do instrumento ao negativo da alimentação, nos equivocamos na conexão do terminal T2 do instrumento, poderíamos destruí-lo. Também deverá se prestar atenção na conexão do transistor utilizado como sensor de temperatura e especialmente que seja PNP. Devemos nos assegurar de que a resistência R2 seja a indicada e não um valor muito menor, pois se circulasse corrente em excesso pelo instrumento poderia danificar-se. A leitura de corrente se faz neste caso na escala 0 a 200 do microamperímetro.

O sol

O sol é uma fonte de calor e também pode ser utilizada na experiência para aquecer o transistor. Para isso se recomenda tampar o resto do circuito pois não é bom expor o sistema de testes à luz direta do sol durante muito tempo.

O transistor de mediana potência BD136 pode ser aparafusado a uma peça de uma máquina cuja temperatura terá que ser controlada, construindo um alarme de temperatura.



O aumento de temperatura afeta o transistor e produz um deslocamento do ponteiro.

Precauções

Deverá se ter cuidado de que a fonte de calor utilizada não estrague o sistema de testes nem seus módulos. Por exemplo, não se deve utilizar um secador de cabelo pois poderá estragá-lo, no entanto o transistor pode agüentar temperaturas superiores a 100º C.

ELEVADOR DE TENSÃO. Obtém-se, na saída, uma tensão maior do que a de alimentação.

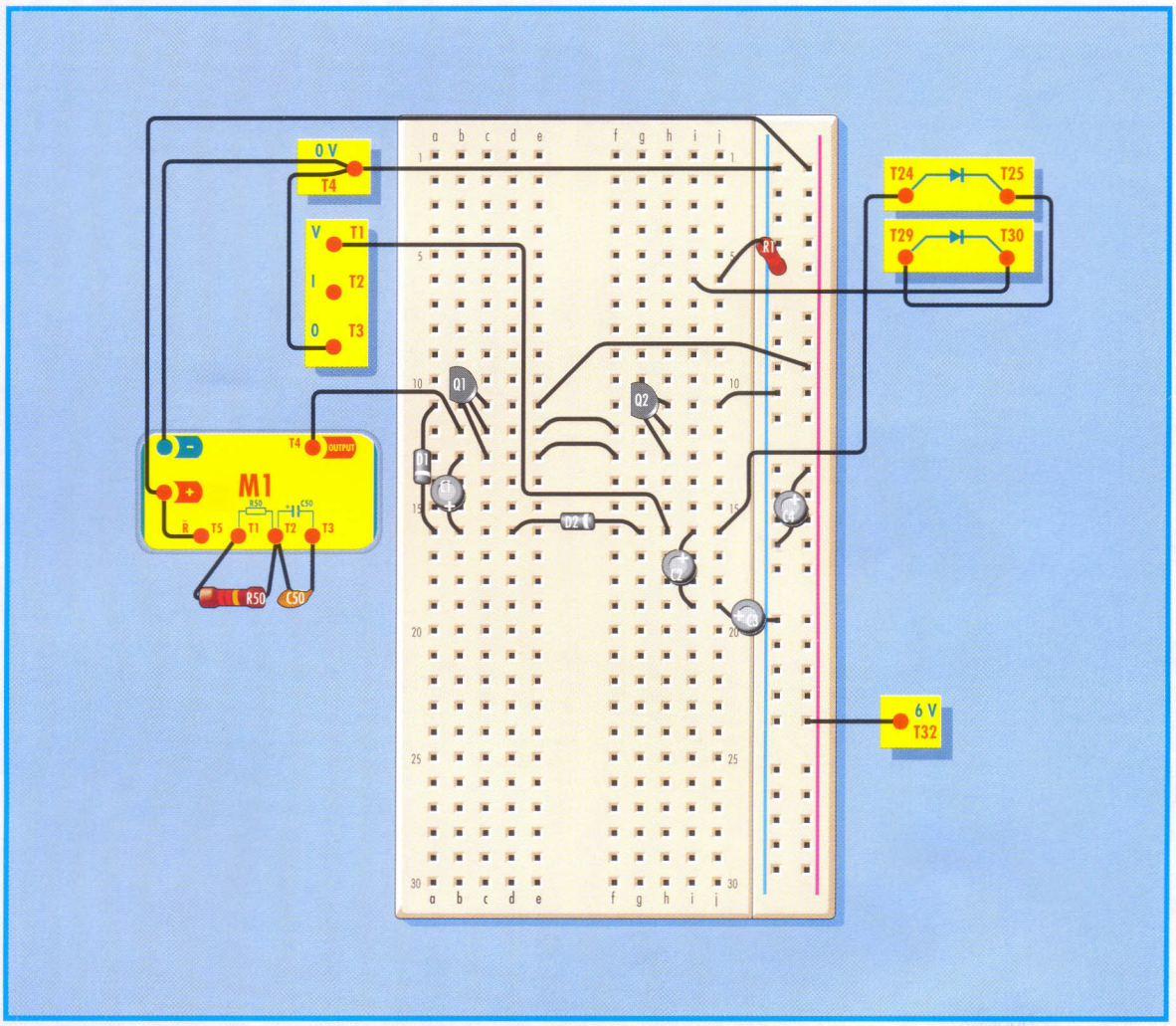


Diagrama de conexão do elevador de tensão.

Normalmente, a tensão mais alta disponível em um circuito é a de alimentação. No entanto, nesta experiência sem obtém uma tensão contínua maior do que a de alimentação, com circuitos simples e sem necessidade de se utilizar um transformador.

O circuito

Embora este circuito esteja construído com poucos componentes, cada um deles tem uma função específica dentro do circuito e a ausência de qualquer um deles daria lugar a um mau funcionamento.

Em primeiro lugar, temos um oscilador cíclico com uma freqüência de oscilação alta. Este sinal quadrado oscilante é o que serve de base para a obtenção da tensão de saída do circuito. O sinal quadrado se aplica a um par de transistores complementários: Q1 BC548 de tipo NPN e Q2 BC558 de tipo PNP. Ambos os transistores trabalham em corte ou em saturação, quando conduzem estão em estado de saturação e quando não o fazem, em corte. Desta forma, conseguiremos que cada um dos transistores conduza a um nível lógico, isto é, o NPN conduzirá quando se lhe aplique um nível alto e o PNP o fará quando se lhe aplique um nível baixo. Conduzem de maneira alternativa: quando Q1 conduzir, Q2 não conduzirá, e vice-versa.

ELEVADOR DE TENSÃO.

LISTA DE COMPONENTES

Módulo M1

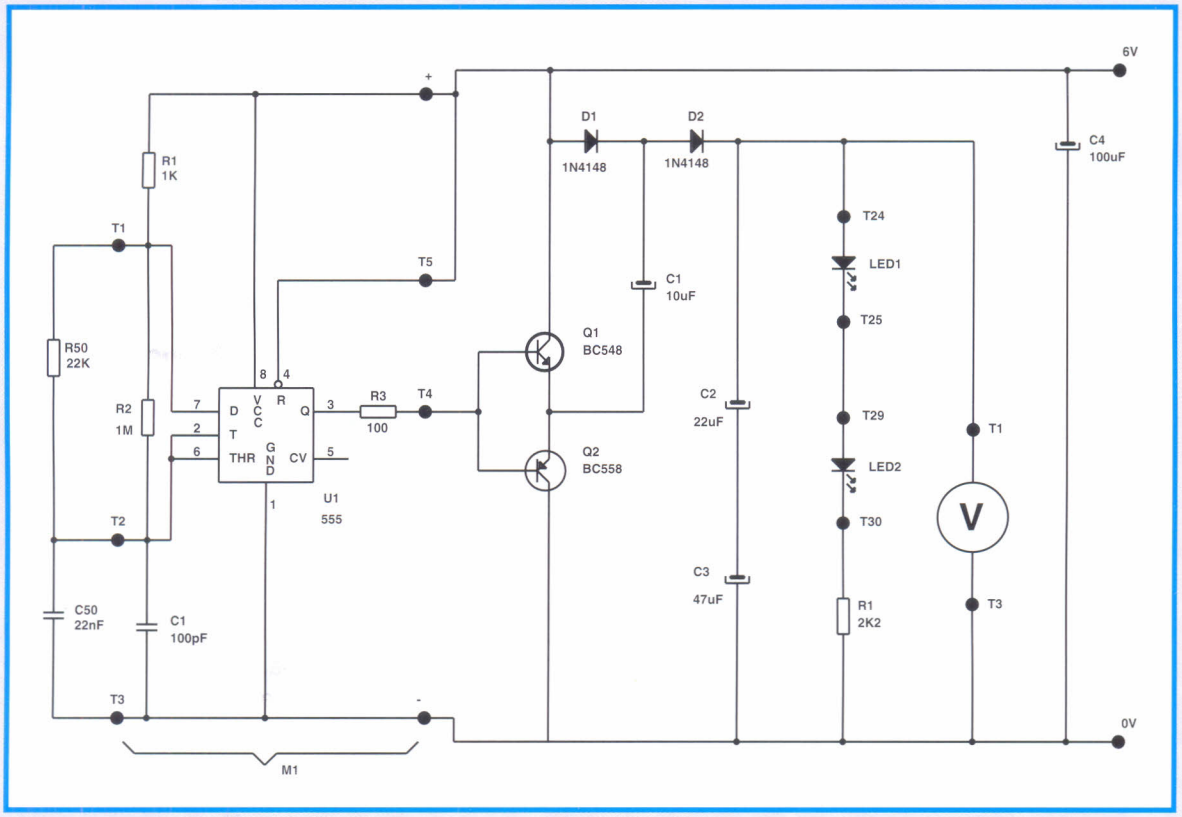
R1	Resistência 2K2, 5%, 1/4W (vermelho, vermelho, vermelho)
R50	Resistência 22K, 5%, 1/4W (vermelho, vermelho, laranja)
C1	Capacitor, 10 µF, eletrolítico
C2	Capacitor, 22 µF, eletrolítico
C3	Capacitor, 47 µF, eletrolítico
C4	Capacitor ,100 µF, eletrolítico
C50	Capacitor 22 nF
Q1	Transistor NPN BC547 o BC548
Q2	Transistor PNP BC557 o BC558
D1	Diodo semicondutor 1N4148
D2	Diodo semicondutor 1N4148
LED1	
LED2	
INSTRUMENTO DE MEDIDA	

DADOS TÉCNICOS

Tensão de Alimentação: 6 V

Tensão de saída (com 6V de entrada):
8 V aprox.

Freqüência do oscilador: 1.300 Hz



Esquema do circuito elevador de tensão.

ELEVADOR DE TENSÃO.

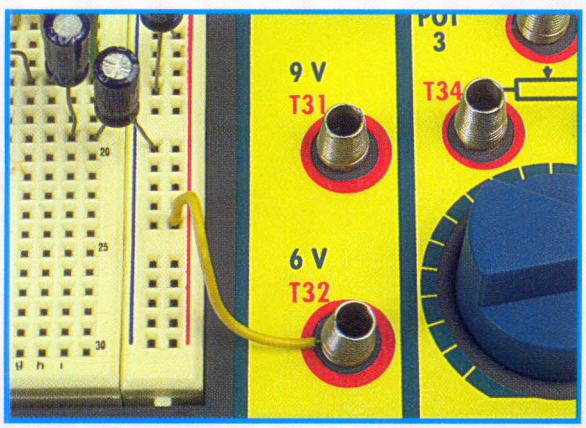
Os diodos 1N4148, D1 e D2 têm uma função chave e servem para manter a carga do capacitor eletrolítico C1, e do conjunto C2/C3. Este tipo de circuito se conhece também como "bomba de carga", fazendo um símil hidráulico.

Os capacitores eletrolíticos C2 e C3 conectados em série, serão os que, depois de carregados, mantenham a tensão de saída depois de elevado. Esta tensão se aplica diretamente sobre os dois diodos LED1 e 2 com sua resistência de polarização.

Na saída se conecta também o voltímetro para que possamos observar como a tensão é maior do que a de alimentação.

O capacitor eletrolítico C4, colocado nas linhas de alimentação, serve para dar estabilidade ao funcionamento do circuito.

Este circuito apresenta um dos princípios dos elevadores de tensão, que supôs a plataforma de arranque para o desenvolvimento dos circuitos multiplicadores de tensão, nos quais, a partir de uma pequena tensão, podem-se obter tensões elevadas. Em nosso caso, o circuito tem uma pequena restrição e é que o consumo que podemos ter na saída é bastante baixo, poderemos pôr só um pouco mais dos dois LEDs que conectamos.



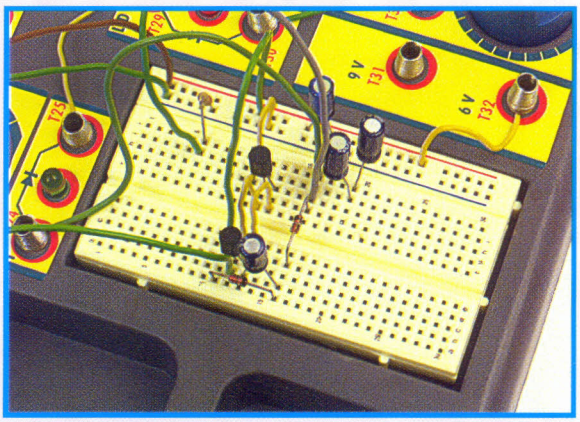
Este circuito se alimenta a 6 V para poder medir, no instrumento, a tensão de saída.

Princípio de funcionamento

A etapa de transistores complementares formado por um NPN e um PNP tem a base conectada ao mesmo ponto, para assim conduzir de forma alternativa.

Quando a saída do oscilador cíclico do módulo M1 for um nível baixo, '0', o capacitor C1 se carrega aproximadamente à tensão de alimentação. Isto se produz devido a que o transistor Q2 conduz e o capacitor se conecta ao positivo de alimentação do circuito, através do diodo D1, e ao negativo do mesmo, mediante o coletor/emissor do transistor Q2, que trabalha em saturação. Quando a saída do oscilador for um nível alto, '1', a tensão total no positivo deste capacitor será a que tinha anteriormente mais a de alimentação, pelo que será, aproximadamente, o dobro da tensão de alimentação.

A tensão se aplica através do diodo D2 aos dois capacitores eletrolíticos de saída, C2 e C3, conectados em série, de tal forma que os dois diodos LED de saída, que são a carga do circuito, consomem diretamente a corrente deste dois capacitores.



Os componentes que utilizamos são poucos, mas deverá se cuidar muito as polaridades durante a montagem.

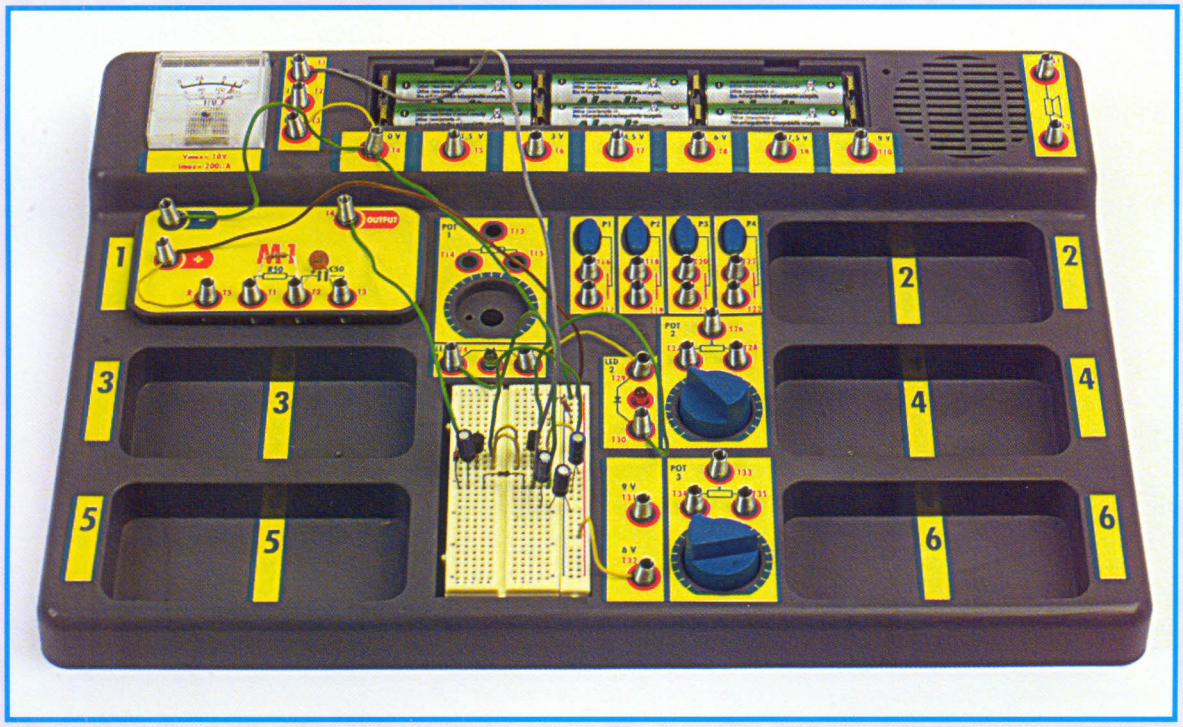
Utiliza-se um duplicador de tensão de diodos

É importante destacar que é totalmente impossível chegar a conseguir o dobro da tensão de alimentação, porque como mínimo haveria uma caída de tensão de dois diodos (D1 = 0,6 V e D2 = 0,6 V) com o qual já temos 1,2 V, ao qual deverá ser somada a corrente de fuga dos capacitores e a carga que coloquemos no circuito, para que esta tensão baixe ainda um pouco mais.

Medida de tensão

Para ter uma certeza absoluta do correto funcionamento do circuito deveremos fazer uma medida comparativa, isto é, mediremos entre os pontos indicados no circuito, que correspondem com a saída

ELEVADOR DE TENSÃO.



Experiência completa do elevador de tensão montado no sistema de testes.

do circuito elevador de tensão e depois mediremos a tensão de alimentação de todo o circuito.

Para realizar esta última medida basta trocar o fio correspondente ao positivo do voltímetro, que está conectado no terminal positivo do capacitor C2, e conectá-lo diretamente ao positivo de alimentação.

Experiência 1

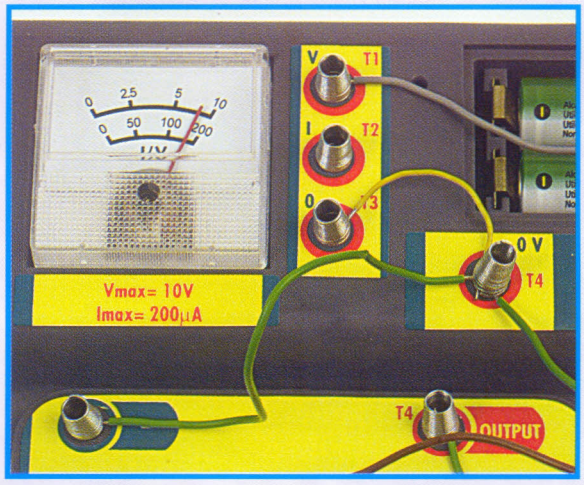
Um dos fatores que influem na consecução da tensão de saída é a freqüência do sinal aplicado ao circuito, vamos diminuir de forma considerável esta freqüência e desta forma veremos que se produz uma variação da tensão de saída.

Para isso, basta aumentar de forma considerável o valor da resistência R50 e/ou o capacitor C50.

Também poderemos colocar, em série com R50, o potenciômetro POT3, por exemplo, conectando-o entre o terminal central e uma das extremidades. Desta maneira se poderá variar a freqüência de saída, girando o botão e observar como progride a tensão de saída do circuito. Não se deve alimentar a mais de 7,5 volts para evitar danar o voltímetro, que está alimentado a 5,66 volts e que entrega à sua saída uma tensão de 7,78 volts.

A montagem

A montagem deste circuito deve funcionar assim que conectarmos a alimentação do circuito.



Tensão de saída obtida com uma entrada de pouco mais de 6 V.

Se não o fizer, pode ser que seja devido a que algum componente com polaridade está mal colocado, pelo que recomendaremos revisar todas as conexões, mas, para isso, será preciso desligar a alimentação. Deverá se observar com muito cuidado para não confundir as conexões do instrumento de medida.

DETECTOR DE TOM. A saída se ativa ao se detectar uma freqüência determinada.



Módulo 7 completo.

Este módulo é um detector de tom, e sua saída se ativa, passando a nível baixo, quando em sua entrada se detectar uma freqüência que, neste caso, e com os componentes utilizados, está próxima a 1.000 Hz. Este circuito pode ser empregado em aplicações nas quais se necessite detectar um tom de sinalização, por exemplo, em telefonia ou em controles remotos, bem seja através de raios infravermelhos, rádio ou mediante um fio. A largura de faixa é estreita, para evitar que o circuito se ative com outras freqüências e também que tenha um atraso para evitar disparos com sinais de muito curta duração.

Os componentes

Os componentes básicos deste módulo podem-se dividir em duas partes: o painel frontal e o circuito impresso. O painel frontal é bastante simples, pois só tem cinco molas de conexão. O circuito impresso contém os componentes do circuito. O mais importante é o circuito integrado LM567 ou, também, NE567, pois as duas primeiras letras mudam de um fabricante a outro. Este componente, incluindo o circuito impresso, serão fornecidos no decorrer da coleção e quando tivermos todos, indicaremos como realizar a montagem.

A freqüência

A freqüência à qual este circuito trabalha, ou melhor dito, a freqüência à qual a saída passa a nível baixo, depende do valor de dois componentes: da resistência R2 e do capacitor C5. Teoricamente se pode ajustar esta freqüência entre 0,01 Hz e 500 kHz. Em nosso módulo a freqüência escolhida é de 1 kHz. A fórmula, aproximada, utilizada é:

$$F = 1{,}1/R2C5$$

Com os valores escolhidos para R2 de 10K e de 100 nF para C5 se obtém uma freqüência próxima a 1 kHz.

Freqüência fixa

Em geral, neste tipo de circuitos, como a freqüência deve ser muito precisa, costuma se utilizar algum elemento de ajuste, normalmente um potenciômetro. No entanto, neste módulo se decidiu não o pôr, pois nem todos os leitores vão ter a possibilidade de dispor de instrumentação para realizar o ajuste. Depois de testar muitos módulos, em cada um aparecia um valor diferente de freqüência, como é lógico, mas sempre muito

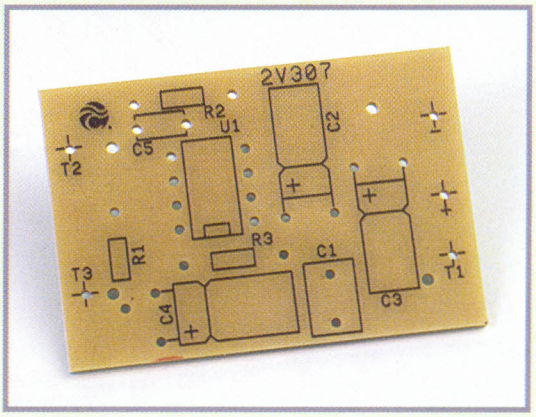
DETECTOR DE TOM.

LISTA DE COMPONENTES

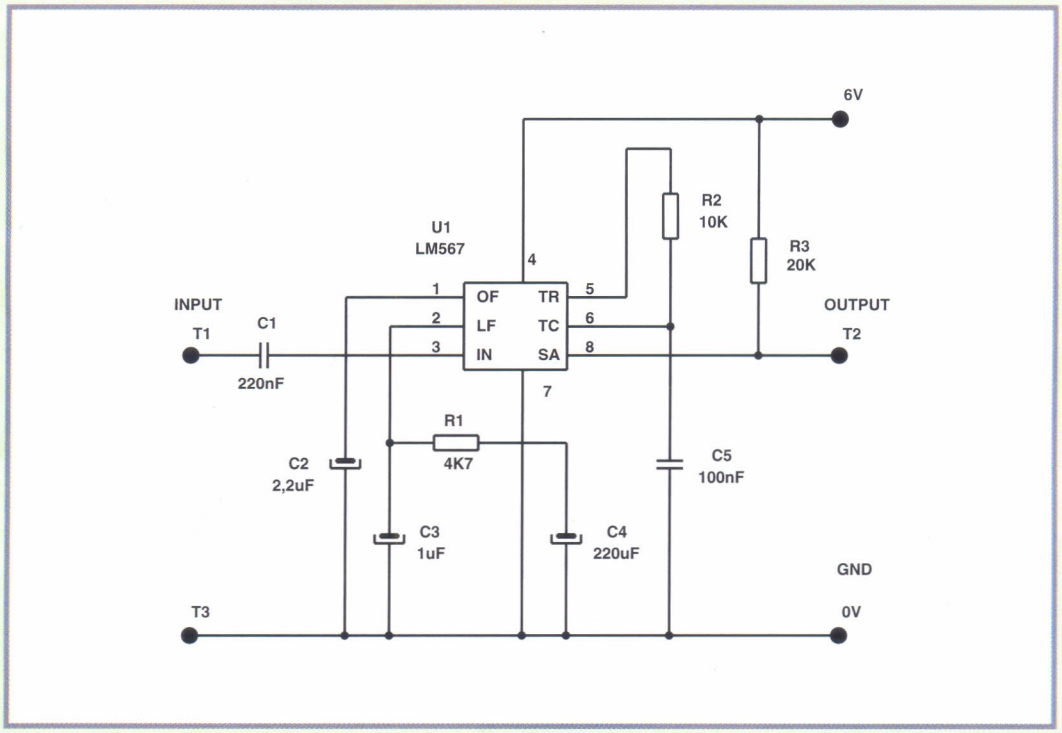
1	Painel base de módulo
1	Circuito impresso 2V307
5	Molas de conexão
1	Etiqueta M7
R1	Resistência 4K7, 5%, 1/4W (amarelo, violeta, vermelho)
R2	Resistência 10K, 5%, 1/4W (marrom, preto, laranja)
R3	Resistência 20K, 5%, 1/4W (vermelho, preto, laranja)
C1	Capacitor 220 nF
C2	Capacitor, 2,2 µF, eletrolítico
C3	Capacitor, 1 µF, eletrolítico
C4	Capacitor, 220 µF, eletrolítico
C1	Capacitor 100 nF
U1	Circuito integrador LM567
15 cm	Fio desencapado

DADOS TÉCNICOS

Tensão de Alimentação máxima: 9 V
Tensão de Alimentação recomendada: 6 V
Freqüência de detecção: próxima a 1 kHz

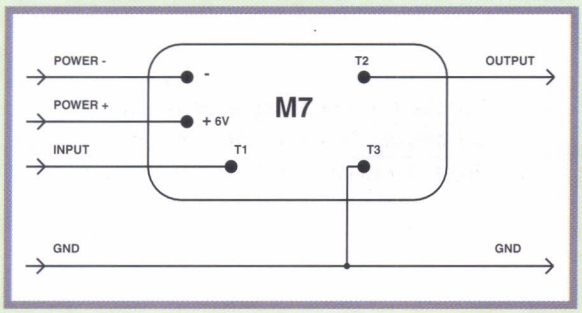


Circuito impresso do módulo M7.



Esquema elétrico do módulo M7. Detector de tom.

DETECTOR DE TOM.



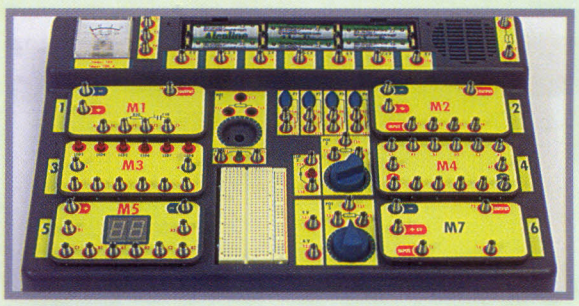
Distribuição de terminais do módulo M7.



Este módulo deve-se alimentar a 6 V, pois as pilhas novas podem fornecer mais de 9 V.



O módulo M7 pode ser testado facilmente com o módulo M1.



Já temos cinco módulos completos e começaremos a construção do módulo M7, adiantando o M6.

próxima a 1 kHz, e, portanto, todos servem para realizar as experiências apresentadas. Esta dispersão de valores se deve às tolerâncias dos componentes utilizados e é normal que assim seja.

Tensão de entrada

Este circuito necessita, para detectar a freqüência, de um nível de tensão aplicado à sua entrada. Este nível deve ser bastante elevado e para um bom funcionamento do circuito é aconselhável que esteja situado entre uns 150 e 200 mV eficazes. Em muitas ocasiões, se o sinal disponível não alcançar este nível, deverá ser amplificada. Para isso se utilizará normalmente um transistor ou um ampliador operacional. Abaixo de uns 15 mV o circuito não detecta nada, no entanto, conforme as circunstâncias, pode começar a detectar acima dos 25 mV. É recomendável utilizar sinais entre os níveis antes indicados para assegurar um bom funcionamento do módulo.

Corrente de saída

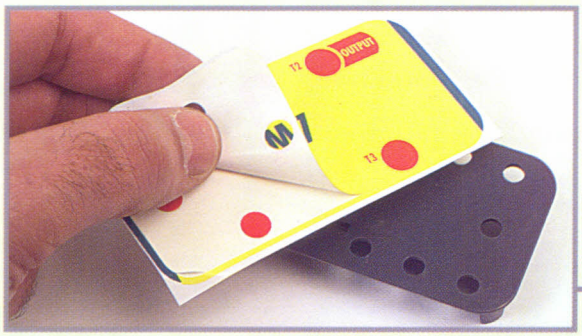
A saída do circuito pode absorver um máximo de 100 mA, o que permite ativar diretamente alguns circuitos. É muito importante recordar que a saída permanece em nível alto até receber a freqüência à qual está ajustado. Detectado o tom, a saída passa a nível baixo.

Alimentação

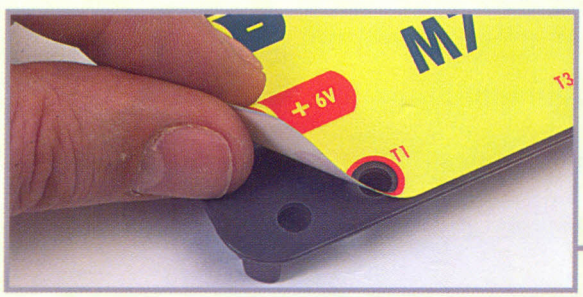
Este circuito pode-se alimentar até um máximo de 9 V, no entanto, recomenda-se trabalhar a 6 V, pois quando as pilhas forem novas, é possível que superem a tensão de 9 V.

Se este módulo se usasse de forma que sua saída excitasse algum circuito da família TTL, deveríamos alimentá-lo a 5 V, para que os níveis lógicos da saída sejam compatíveis com os desta família.

DETECTOR DE TOM.



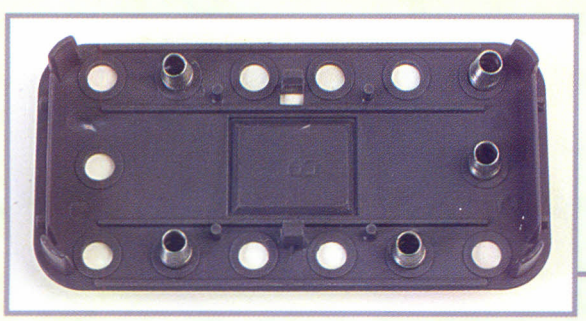
1 A etiqueta deste módulo é instalada da mesma maneira que as anteriores, com idênticas precauções e cuidando a limpeza da peça de plástico que serve de base ao módulo e a higiene das próprias mãos. Deve se tocar o menos possível a zona da etiqueta.



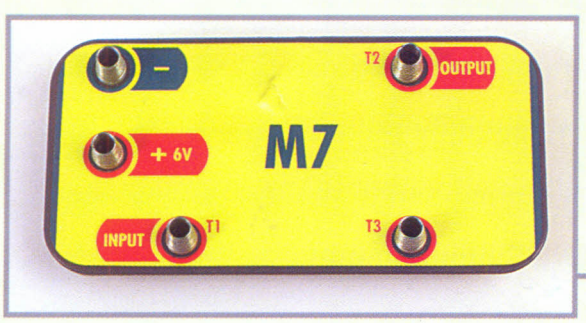
2 Centrada a etiqueta, comprova-se que está bem colocada e se pressiona sobre ela com um trapo, mas sem se exceder para não rompê-la. Não devem ficar bolhas de ar, se aparecerem se pressiona, estendendo para o exterior, para retirar o ar.



3 Assim que a etiqueta estiver bem presa, procede-se a instalação das cinco molas. Prende-se a placa pela beira para não estragar a etiqueta e se introduzem as molas pelo exterior, puxando-as pelo interior, mas com cuidado para não esticá-las, até que fiquem bem encaixadas no painel.



4 Do interior do painel se comprova que a parte de menos diâmetro de cada mola, que está situada na zona central dela, coincide com o orifício do painel frontal. Desta maneira elas ficarão bem presas e situadas à mesma altura.



5 Este é o aspecto exterior do módulo M7, que reservaremos até completar o circuito impresso e até colocá-lo no seu interior.