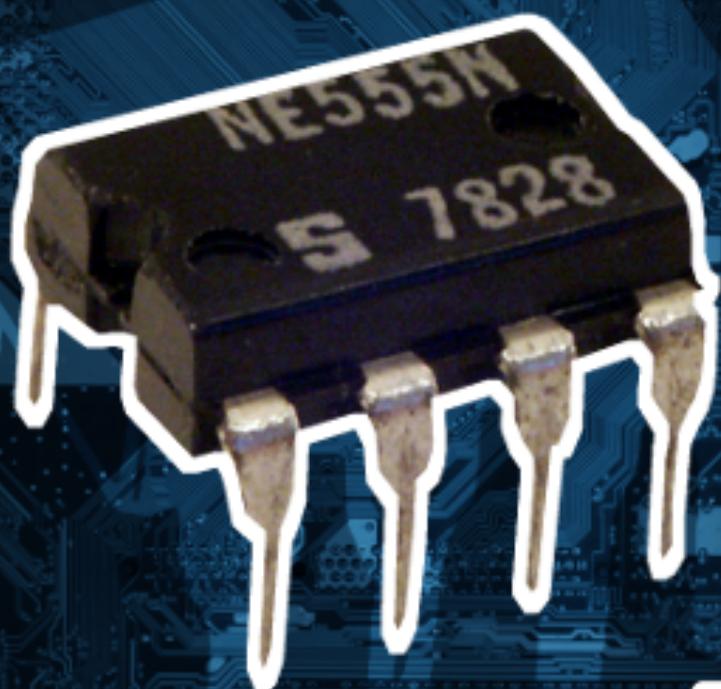


AQUILINO R. LEAL

# O Superversátil C.I. 555



INSTITUTO  
**NCB**

**M**  
MOUSER  
ELECTRONICS

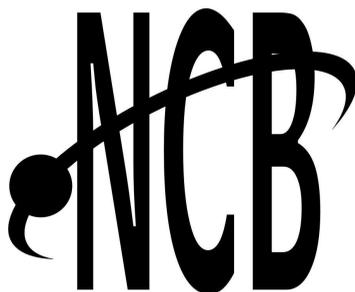
# O Superversátil CI 555

**Aquilino R. Leal**

---

São Paulo - 2018

Editora:



**Instituto NCB**

[www.newtoncbraga.com.br](http://www.newtoncbraga.com.br)

**Diretor responsável:** Newton C. Braga

**Coordenação:** Renato Paiotti

**Produção:** José Antonio Azzi

**Impressão:** AgBook – Clube de Autores

O Superversátil CI 555

**Autor:** Aquilino R. Leal

São Paulo - Brasil - 2018

**Palavras-chave:** Eletrônica - Engenharia Eletrônica - Componentes - Circuitos práticos - 555 - Faça Você Mesmo

Copyright by  
INTITUTO NEWTON C BRAGA.  
1ª edição - Revisado 2018

Patrocinado por:



**MOUSER**  
**ELECTRONICS**

<http://br.mouser.com>



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.

---

# Índice

---

<b>Índice</b>	<b>3</b>
<b>Apresentação</b>	<b>6</b>
<b>Prefácio da Edição Original (Esgotada)</b>	<b>7</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>I. RECOMENDAÇÕES ÚTEIS SOBRE MONTAGENS</b>	<b>12</b>
FERRAMENTAL	12
COMO SOLDAR	15
AS MONTAGENS	17
EXECUÇÃO DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO	20
MONTAGEM DOS COMPONENTES NA PLACA	29
CONCLUSÃO	31
<b>II. O VERSÁTIL C.I. 555: CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES</b>	<b>32</b>
<b>III. PISCA-PISCA ELETRÔNICO DE PEQUENA POTÊNCIA</b>	<b>45</b>
O CIRCUITO	46
A MONTAGEM	48
AJUSTES	53
INSTALAÇÃO	53
<b>IV. ESPANTA-MOSQUITOS ELETRÔNICO</b>	<b>56</b>
O CIRCUITO	57
A MONTAGEM	60
AJUSTES	64
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES	65
<b>V. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CONTROLADO PELA LUZ</b>	<b>66</b>
O CIRCUITO	67
A MONTAGEM	73

---

INSTALAÇÃO	80
AJUSTES	82
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES	82
<b>VI. MINUTERIA ELETRÔNICA</b>	<b>84</b>
O CIRCUITO	84
A MONTAGEM	88
AJUSTES	92
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES	92
<b>VII. TESTE NEUROLÓGICO</b>	<b>94</b>
O CIRCUITO	95
A MONTAGEM	98
AJUSTES	104
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES	104
<b>VIII. PISCA-PISCA ELETRÔNICO DE ALTA POTÊNCIA</b>	<b>106</b>
O CIRCUITO	106
A MONTAGEM	110
AJUSTES	113
<b>IX. ALARMA ATIVADO POR TOQUE</b>	<b>114</b>
O CIRCUITO	116
A MONTAGEM	120
INSTALAÇÃO	124
AJUSTES	125
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES	126
<b>X. TERMOSTATO DE PRECISÃO</b>	<b>128</b>
O CIRCUITO	128
A MONTAGEM	134
INSTALAÇÃO	137
AJUSTES	137
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES	138
<b>APÊNDICE I</b>	<b>139</b>

---

<b>APÊNDICE II</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE III</b>	<b>146</b>
<b>APÊNDICE IV</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE V</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE VI</b>	<b>150</b>
<b>APÊNDICE VII</b>	<b>151</b>
<b>APÊNDICE VIII</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE IX</b>	<b>156</b>

---

## Apresentação

---

Mais um livro que levamos aos nossos leitores sob o patrocínio da MOUSER ELECTRONICS. Trata-se de um livro publicado em 1982, mas que aborda um assunto que ainda é atual para o caso do funcionamento de circuitos eletrônicos em geral, componentes e montagens. Trata-se de um livro sobre o circuito integrado 555 escrito por alguém que consideramos uma das maiores autoridades no trabalho com este componente, autor de dezenas de artigos em muitas publicações técnicas e, em especial um grande amigo nosso. Trata-se de Aquilino Rodrigues Leal, ou se preferirem Aquilino R. Leal. Mesmo havendo tecnologias mais modernas para a montagem de projetos equivalentes com o 555, podemos dizer que ele é ainda a base de quase tudo, principalmente de projetos simples para quem deseja aprender eletrônica, shields e outras aplicações.. Fizemos algumas pequenas melhorias, alterações e atualizações ao republicar esse trabalho, com a devida autorização do autor, esperando que seja do agrado de nossos leitores. A maioria dos conceitos apresentados em muitos dos projetos ainda é ainda atual e eles encontram aplicações práticas. Tudo depende dos recursos, necessidade e imaginação de cada um. A maioria dos componentes adicionais citados, e é claro o 555 em suas versões tradicionais e algumas modernas de baixo consumo, pode ser adquirida na Mouser Electronics (<http://br.mouser.com>). Enfim, mais um presente que damos aos nossos leitores que desejam enriquecer sua biblioteca técnica e aprender muito, e sem gastos.

Newton C. Braga <sup>(1)</sup>

---

<sup>1</sup> Newton C. Braga também possui um livro sobre o 555 (O Circuito Integrado 555 Mágico) que complementa este (ou vice-versa) e que apresenta muitos projetos e ideias a mais sobre o componente.

## **Prefácio da Edição Original (Esgotada)**

Em 1948, nos Laboratórios da Bell Telephone Co., USA, foi descoberto um componente eletrônico que revolucionou a indústria e a engenharia de sistemas eletrônicos, o transistor. Pode-se dizer que a vida moderna, tal como a conhecemos, seria completamente diferente se este componente não houvesse sido inventado.

O transistor pertence à família dos dispositivos eletrônicos em estado sólido, também conhecidos como semicondutores, a qual tem sido objeto de constantes estudos e desenvolvimentos em todo o mundo.

Conquistas recentes, como, por exemplo, as novas técnicas de fabricação de circuitos integrados, e o aparecimento de novos conceitos em filosofia de projetos de sistemas eletrônicos, causado pela utilização cada vez maior de circuitos integrados programáveis (microprocessadores), nos permitem dizer que existe, atualmente, uma gama quase infinita de possibilidades de aplicações de circuitos eletrônicos nos mais variados campos da tecnologia.

É a este mundo fascinante de técnicas e aplicações que este livro nos introduz.

E o faz de uma forma simples e direta, discutindo a utilização de um dos circuitos integrados que, por sua versatilidade, é dos mais conhecidos e utilizados em todo o mundo: o 555.

Este integrado pode ser considerado um temporizador "programável", e suas aplicações incluem desde simples temporizadores, com tempos que podem variar de milissegundo a minutos, até partes integrantes de complexos sistemas de controle e processamento de sinais.

Apesar do grande background de conhecimentos necessários para o projeto e implementação de circuitos realmente práticos e eficientes empregando tal dispositivo, o entendimento e a realização prática das aplicações apresentadas neste livro não requerem conhecimento especializado por parte dos leitores, pois o assunto é coberto com um nível de

detalhamento que normalmente não é encontrado em publicações no gênero. Isto permite que principiantes, ou mesmo leigos em eletrônica, possam atingir, com sucesso, os objetivos a si próprios impostos ao adquirir o livro.

Agradeço ao Autor a oportunidade que me oferece, através deste livro, de participar de sua experiência e conhecimento do assunto, esperando que não se limite a este volume, na tarefa de ensinamento a que se propõe.

João Baptista Bayão Ribeiro Engenheiro de Telecomunicações, Ms. C Professor da Universidade Federal Fluminense.



### DICA DE LEITURA

Sem dúvida alguma, um dos circuitos integrados mais populares, conhecido por todos os praticantes da eletrônica é o 555. Versátil, barato e podendo ser encontrado com muita facilidade o circuito integrado 555 pode ser usado numa infinidade de aplicações. De fato, estima-se que mais de 1 bilhão destes circuitos são vendidos mensalmente e que podemos encontrá-lo em

aparelhos de todos os tipos e usos. O autor deste livro explorou o 555 numa infinidade de artigos publicados em seu site e livros, com grande sucesso. O 555 é atual e vai ser atual por muito tempo podendo ser usado em aplicações modernas como automatismos, shields ou simplesmente com finalidade didática e pensando nisso preparou este livro. O 555 Mágico reúne o essencial sobre o este maravilhoso componentes que, realmente pelas suas características, pode fazer mágicas, e uma grande quantidade de projetos, todos muito práticos e atuais.

[Clique aqui e veja como comprar](#)

## **Dedicatória**

Aos meus queridos pais, Domingo e Maria, dois emigrantes, que tudo fizeram pelo seu filho.

Aquilino R. Leal

---

## APRESENTAÇÃO

---

O constante e progressivo desenvolvimento da tecnologia tem possibilitado a realização de uma série incalculável de benefícios para a humanidade; muitas vezes, porém, a tecnologia e a ciência têm sido, infelizmente, utilizadas pelo homem para as mais diversas finalidades não pacíficas; mesmo assim, a balança ainda pende para o lado das leis e justas aspirações.

A eletrônica talvez seja a ciência que detém o maior índice de desenvolvimento em relação às demais ciências, principalmente após o evento do transistor, tanto que nestes vinte últimos anos a sua evolução tem sido assombrosa, a tal ponto que somente uma minoria consegue acompanhar este frenético ritmo de evolução e desenvolvimento. No campo da eletrônica aplicada com os circuitos integrados, principalmente os denominados digitais, o desenvolvimento alcançou níveis que ultrapassam qualquer estimativa especulativa dos futurólogos, principalmente nestes dez últimos anos e nos últimos cinco a seis anos para o nosso país.

Mesmo após todo este tempo de implantação dos circuitos integrados, ainda se verifica uma certa aversão aos mesmos, principalmente por parte daqueles que concluíram seus cursos de eletrônica anteriormente à década de 70; os recém-formados, por outro lado, foram devidamente instruídos nas respectivas instituições de ensino quanto às possibilidades, quase que miraculosas, destes pequenos componentes eletrônicos e, por este motivo, aceitam, assim como aqueles que ainda se sentam nos bancos escolares, com muito mais facilidade qualquer inovação neste sentido.

Todos aqueles que não tiveram no seu currículo escolar esta formação, devem recorrer às páginas de publicações técnicas, quer de livros ou revistas, a fim de extraírem dos mesmos informes, inicialmente básicos, porém necessários, para dar início à sua formação técnica em circuitos integrados. O método mais rápido e eficaz para atingir os propósitos do aprendizado é o "Aprenda Fazendo", também conhecido como "Aprenda Brincando"; este método consiste em realizar montagens de circuitos cujo funcionamento foi previamente

comprovado pelo (s) autor (es) de tais projetos. Essas montagens tanto servirão para familiarizar o leitor com componentes, como desenvolver a sua capacidade manual; além disso, tais montagens poderão ser utilizadas em aplicações úteis e muitas vezes necessárias. Em vista disso, resolvemos lançar esta obra visando fornecer informes fundamentais sobre os circuitos integrados, ou melhor, familiarizar o leitor com um dos mais populares circuitos integrados, o 555, através de uma série de aplicações práticas possíveis de serem realizadas com o integrado em questão, o qual encontra limitação prática na limitação criadora do projetista. Este trabalho tem por objetivo proporcionar aos leitores, principalmente aos entusiastas da eletrônica, conhecimentos teóricos e práticos que nem sempre são adquiridos nos diversos cursos de formação técnica ou mesmo em publicações similares, também se prestando como ponto de apoio aos estudantes, como de recordação àquele que já se formou. Para conseguir, ou pelo menos tentar, este intuito, procurou-se o caminho didático menos íngreme.

No primeiro capítulo são apresentadas algumas técnicas de montagem, confecção artesanal de placas de fiação impressa, ferramental, etc.; enfim, a "teoria da prática". Para melhor cumprir a finalidade didática da obra, são apresentadas as características operacionais do integrado 555, assim como alguns conceitos teóricos e práticos que certamente serão solidificados através das aplicações práticas; este segundo capítulo se destina aos leitores que não querem apenas se distrair, mas, simultaneamente, aprender e colher informações nem sempre encontradas em livros e periódicos especializados. Os oito últimos capítulos tratam de aplicações práticas e úteis, altamente ilustradas e fartamente descritas, de forma que o experimentador entenda o que realmente está montando e não apenas siga a tão conhecida "receita de bolo". Finalmente, resolvemos incluir no apêndice toda a "matemática" inerente a cada capítulo da obra, visando fornecer mais subsídios para o leitor, a fim de que o mesmo possa alterar convenientemente as características de cada projeto em si, de forma a atender a outras finalidades práticas.

Esperamos assim que nosso intento seja, se não totalmente, pelo menos parcialmente logrado; de qualquer forma, o Autor se dispõe a receber, através da Editora, qualquer crítica construtiva relativa a esta obra.

---

## **I. RECOMENDAÇÕES ÚTEIS SOBRE MONTAGENS**

---

As sugestões e recomendações que se seguem certamente não irão solucionar todos os casos-problema com que o eventual montador irá deparar quando da realização das montagens oferecidas nesta publicação ou em publicações congêneres; elas, apenas, devem ser encaradas como um guia prático, à guisa de orientação, bastante geral, o qual pretende, isto sim, que os casos-problema, se não forem integralmente eliminados, se apresentem em quantidade reduzidíssima. Por outro lado, estas sugestões poderão fornecer subsídios básicos, porém importantes, para rapidamente obter-se a solução ideal nos casos-problema acima mencionados.

### **FERRAMENTAL**

Em qualquer montagem, é indispensável utilizar algumas ferramentas; note-se, porém, que não há necessidade de dispor de uma grande quantidade delas — menos de uma dúzia é suficiente para a maioria dos casos. A ferramenta mais importante e mais útil é o ferro de soldar. Devemos optar por um ferro de soldar de 25 W a 30 W, de ponta fina, tal qual o mostrado na Fig. 1-1, para circuitos integrados e transistores; para soldar componentes mais robustos, convém adquirir um modelo mais potente, de 35 W a 70 W, com ponteira reta ou curva (Fig. 1-2). A ponta do ferro de soldar sempre deve estar muito limpa e suficientemente afiada; devemos, além disso, conservá-la estanhada e, sobretudo, utilizar solda de boa qualidade — dar preferência à solda de 1 mm de diâmetro e de liga 60/40.

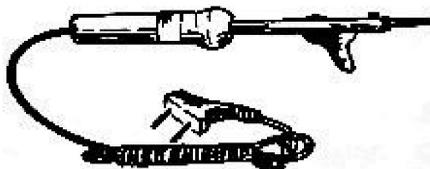


Fig. 1-1 — Ferro de soldar de pequena potência para a soldadura de semicondutores tipo transistores e circuitos integrados.

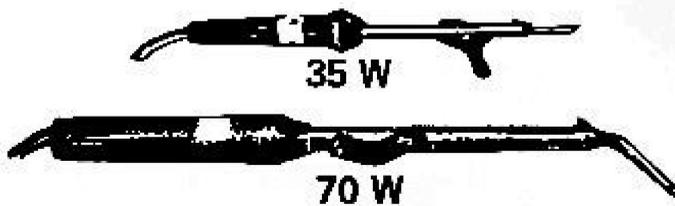


Fig. 1-2 — Ferros de soldar de média potência, destinados à soldagem de componentes de médio a grande porte, tais como fios de força, resistores de fio, capacitores eletrolíticos de elevada capacitância, etc.

Duas ou três chaves de parafusos (chaves de fenda), de ponta comprida e de larguras diferentes, poderão tornar-se extremamente úteis, pois a miniaturização das montagens obriga seu emprego; dar preferência, ainda que mais caras, às cromadas, pois nestas a solda não adere às suas pontas. Quanto aos alicates, um par é suficiente: um de corte (Fig. 1-3) e outro de ponta (Fig. 1-4). Tanto um como outro devem ser de boa qualidade, pequenos e preferencialmente cromados. Evidentemente, o amador poderá dispor de outros alicates mais robustos que atenderão a serviços, digamos, mais "pesados".

Recomendamos igualmente que o amador adquira um par de pinças do tipo usado pelos relojoeiros: uma de ponta reta e outra de ponta curva. Estas pinças permitirão pegar e introduzir pequenos componentes na placa de montagem.

Da mesma forma é útil uma mini furadeira com um jogo de três a cinco brocas dos mais diversos diâmetros, visando a

furação das placas de fiação impressa quando confeccionadas artesanalmente (Fig. 1-5); estas brocas poderão ser facilmente adquiridas em qualquer consultório odontológico, mesmo que elas já tenham sido usadas.

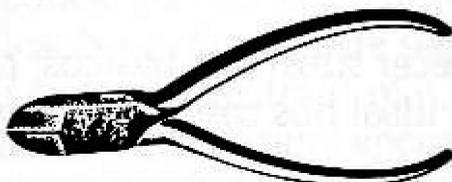


Fig. 1-3 — Alicate de corte.

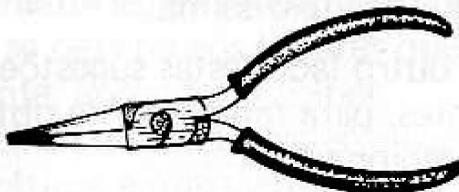


Fig. 1-4 — Alicate de ponta ou de bico, como é popularmente conhecido.

Também é recomendável um sugador de solda, manual ou automático, sendo utilíssimo para serviços de dessoldagens (Fig. 1-6). Outras ferramentas também úteis para qualquer montagem são: punção bem fino, martelo, serra de cortar metal, serra para madeira (serrote), limas planas e triangulares, furadeira elétrica, etc. No que se refere a instrumental, o amador deverá dispor de um multi teste de razoável qualidade em sua bancada.

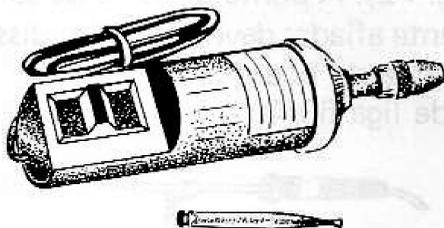


Fig. 1-5 — Mini furadeira elétrica para a furação de plaquetas de fenolite ou fibra de vidro.



Fig. 1-6 — Sugador de solda, cuja função é desobstruir os furos das plaquetas quando da dessoldagem de um determinado componente, principalmente se este for um integrado.

## **COMO SOLDAR**

Os maus contatos devido a soldagens defeituosas ou a falsas soldagens (soldagens "frias") se constituem nas principais causas do não funcionamento das montagens. Observe-se ainda que, depois da montagem executada, é difícil descobrir estes maus contatos; portanto, deveremos ter o máximo cuidado ao executar qualquer soldagem, pois da qualidade dela dependerão os resultados obtidos.

O primeiro princípio para fazer uma boa soldadura é manter limpa e afiada a ponteira do ferro de soldar. A ponteira poderá ser limpa com uma lima (para metal) pequena ou com uma escova metálica, ou ainda com lixa. Como estas ponteiros se oxidam com bastante facilidade, é aconselhável desligar o ferro de soldar sempre que o mesmo não for utilizado prolongadamente.

A ponteira do ferro deve estagnar-se aplicando solda em grande quantidade na sua extremidade; o excedente de solda deve ser retirado sacudindo vigorosamente o ferro de soldar, tomando o cuidado para que a solda despreendida não atinja alguma parte do nosso corpo, provocando queimaduras bastante dolorosas.

Os componentes, principalmente os passivos, como resistores, capacitores, etc., também devem ser previamente estagnados; esta preparação consiste em aquecer o terminal do componente aplicando sobre ele a ponta do ferro de soldar. Quando este terminal estiver suficientemente quente (3 a 5 segundos de aplicação são suficientes) aplica-se a solda no terminal do componente de forma que ela venha a fundir-se através de seu contato com o lide; este, por sua vez, deverá ficar o mais liso possível, evitando-se a criação de "bolas" de solda que

poderiam dificultar a sua inserção na placa de circuito impresso — este procedimento deve ser repetido no(s) outro(s) terminal(is).

Uma soldagem bem executada se traduz por uma superfície lisa e brilhante, enquanto uma mal executada apresenta um aspecto áspero, pouco homogêneo e sem brilho. Em realidade, a soldagem deve ser realizada em uma única operação, pois do contrário será aplicada desnecessariamente solda a mais, com o risco de destruir o contato da placa de circuito impresso ou, ainda, o próprio componente por excesso de temperatura; é por esta razão que as soldagens devem ser rápidas (de 2 a 3 segundos de duração) e com a utilização de um mínimo de solda, a qual em hipótese alguma deve fundir-se sobre a ponta do ferro ou mesmo ser transportada pela ponteira; ela, isto sim, deverá fundir-se entre os pontos de contato dos elementos a serem soldados, tal qual mostra a Fig. 1-7.

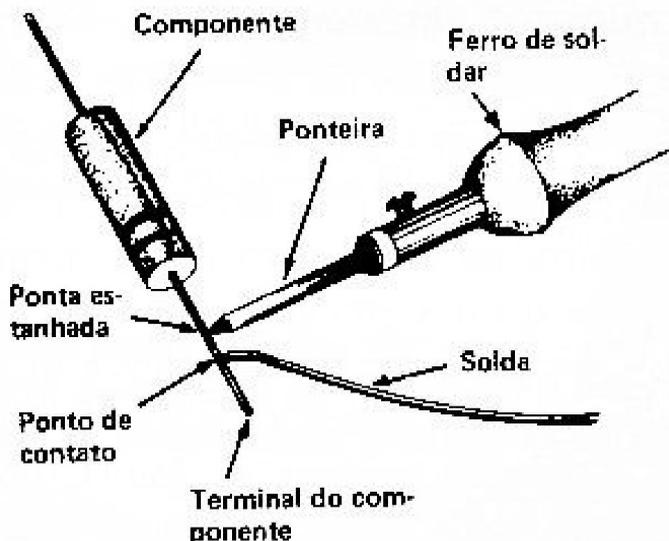


Fig. 1.7 — Forma correta para realizar uma montagem perfeita

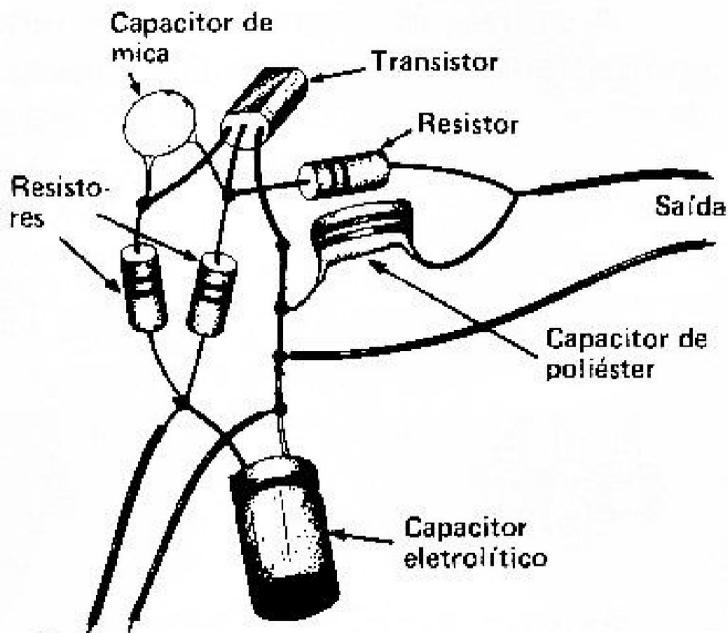


Fig. 1-8 — Aspecto de uma montagem tipo "teia de aranha".

## AS MONTAGENS

A fim de assegurar uma boa rigidez mecânica dos componentes necessários em uma determinada montagem, recorre-se aos mais diversos tipos de suportes de montagens. Nos primórdios da eletrônica utilizavam-se suportes metálicos dotados de diversos furos, destinados a suportar os soquetes das válvulas eletrônicas e outros componentes. Com o evento da miniaturização e paralelamente à evolução desta, foram idealizados outros tipos de suportes destinados a receber os novos componentes de reduzidas dimensões. Porém ainda é utilizada a conhecida montagem "teia de aranha", que remonta "àqueles" tempos, quando o circuito a ser montado é extremamente simples e sem integrados; em realidade, este tipo de montagem é amplamente utilizado pelos projetistas quando do desenvolvimento experimental de um circuito.

A montagem "teia de aranha" vale-se da resistência mecânica das lides dos componentes, os quais servem, na maioria dos casos, para realizar diretamente a montagem; basta então reproduzir, sem qualquer suporte, a disposição indicada no esquema. As grandes desvantagens desta modalidade de montagem são: a dificuldade de realizar duas ou mais soldagens em um mesmo lide de um mesmo componente (normalmente são desfeitas as soldaduras anteriores ou as mais próximas ao novo ponto de solda); só é aplicável, como já dissemos, a circuitos extremamente simples; a probabilidade do circuito montado funcionar é relativamente pequena, isto porque poderão existir curtos-circuitos inesperados entre dois pontos quaisquer da montagem; além disto, esta modalidade de montagem exige uma boa dose de habilidade e paciência, além do risco de danificar os componentes devido aos curtos acima mencionados. Contudo, este método apresenta a vantagem de permitir testar o circuito, mantendo a estrutura física inicial das lides dos componentes, possibilitando a sua reutilização; a Fig. 1-8 mostra uma montagem deste tipo. Pelas razões expostas, este tipo de montagem não é recomendável àqueles que estão iniciando-se em montagens.

A utilização de uma régua de terminais facilita normalmente a montagem, apresentando as vantagens do método anterior, além de fornecer uma economia de espaço se tivermos um mínimo de habilidade. A Fig. 1-9 apresenta o aspecto físico destas régua. Observamos que a intervalos regulares encontram-se umas lides maiores que se destinam a fixar a régua em um suporte, como um pedaço de madeira, por exemplo. A fim de aumentar ainda mais as possibilidades de montagem, poderemos utilizar duas destas régua montadas, paralelamente, frente a frente.

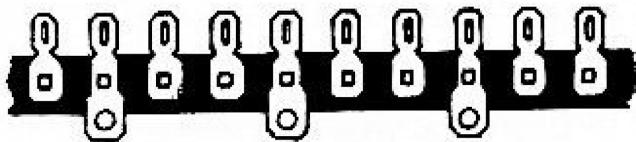


Fig. 1-9 — Tipo mais usual de régua de terminais para a realização de montagens relativamente simples e que não utilizem integrados.

Existem também placas isolantes de baquelita, fenolite ou mesmo de fibra ou de outro qualquer material isolante, totalmente perfuradas, mas sem dispor de contatos metálicos para soldaduras. Serão os próprios lides dos componentes os responsáveis pela fixação e pontos de solda — a distância entre os furos destas placas de montagem é tal que possibilitam, na maioria dos casos, a inserção de circuitos integrados. Ainda que os tipos de montagem acima descritos, e outros não mencionados, sejam relativamente práticos, eles não serão recomendados no decorrer desta obra; sistematicamente iremos aconselhar o uso de placas de material isolante, como fenolite, as quais apresentam uma de suas faces total ou parcialmente cobreada, ou seja: recoberta com uma fina camada de um material condutor, basicamente de cobre. Estas placas cobreadas permitem a miniaturização da montagem e um ótimo acabamento, e é justamente sobre elas e a sua confecção que iremos tecer as próximas considerações. As placas totalmente cobreadas devem ser submetidas a um processo de corrosão controlado visando a extração do cobre indesejável, só restando a parte cobreada que corresponderá às ligações entre os componentes, fazendo o papel de fios de ligação. Neste processo, a placa terá de ser furada nos locais em que serão soldados os terminais dos componentes, cabendo ao projetista, não só a disposição das ligações, ou cobre, que deve ficar na placa em função do tamanho e formato dos componentes, como, também, de modo a não haver cruzamento de ligações, pois em um circuito impresso (nome usualmente dado à placa quando está pronta) isto não é possível. Os leitores não devem preocupar-se com isto porque em todas as montagens desta obra é fornecido o desenho das ligações, isto é, a disposição das áreas corroídas e não corroídas, de modo que a sua execução se resume apenas em transpor do desenho para a placa aquilo que deve ser feito.

Outro meio para executar uma boa montagem consiste em utilizar as placas padronizadas com furação também padronizada, podendo, inclusive, na maioria dos casos, comportar circuitos integrados cujos pinos não permitem acentuados movimentos; a Fig. 1-10 apresenta, em tamanho reduzido, alguns tipos destas placas existentes à venda no mercado especializado. Dentre estas placas-padrão destacam-se as semiacabadas, com furação padronizada para circuitos integrados de mecânica 'd.i.I' (duplo em linha); estas placas são formadas

por várias tiras de cobre, constituindo-se em condutores paralelos perfurados conforme poderemos observar na Fig. 1-11. A utilização destas placas é muito simples: as tiras de cobre perfuradas servem como condutores aos quais serão soldados os componentes; o único cuidado a tomar-se é o de interromper estes condutores no local, ou locais, onde a tira de cobre deve deixar de ser condutora. A Fig. 1-12 mostra, ao contrário, em tamanho ampliado, parte de uma destas placas, podendo-se observar alguns destes cortes realizados nas tiras de cobre — existe à venda um cortador especialmente idealizado para esta finalidade; a Foto 1-1 mostra o seu aspecto.

A Foto 1-11 dá uma ideia de uma montagem realizada em uma placa semiacabada.

## **EXECUÇÃO DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO**

Supondo que o desenho das ligações seja fornecido, isto é, estando indicadas as áreas da placa que não devem ser corroídas, a execução da placa de fiação impressa pronta para receber os componentes é extremamente simples, ainda que exija um material especial que poderá ser conseguido com bastante facilidade no comércio especializado.

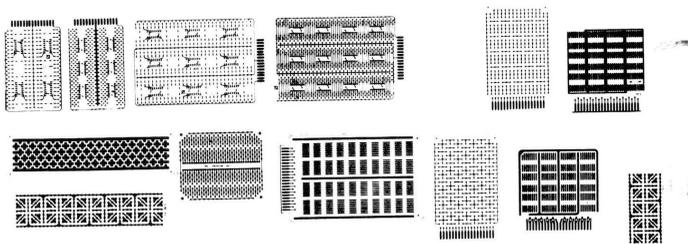


Fig. 1-10 — Aspectos de algumas plaquetas padronizadas.

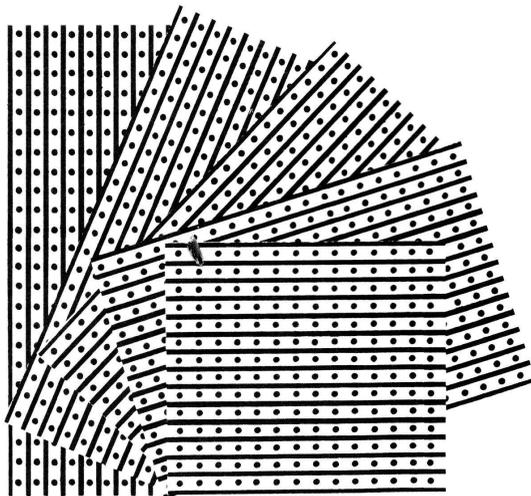


Fig. 1-11 — Alguns modelos de plaquetas do tipo "semi-acabadas".

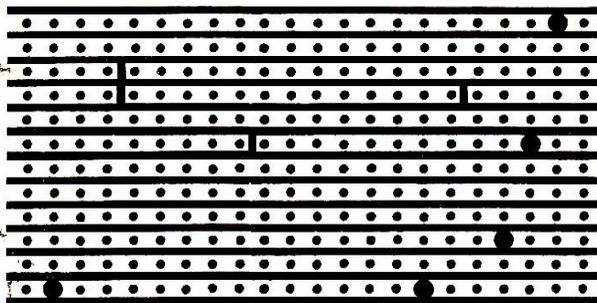


Fig. 1-12 — Detalhe de algumas interrupções realizadas em uma plaqueta semiacabada vista ' pelo lado cobreado.

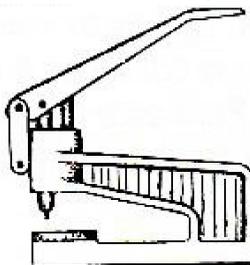


Fig. 1-13 — Perfurador utilizado para a furação de placas cobreadas virgens.

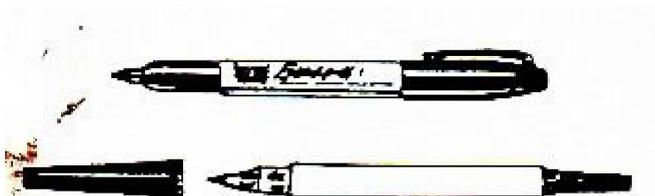


Fig. 1-14 — Caneta com tinta especial anticorrosiva para a confecção do circuito impresso em plaquetas cobreadas.

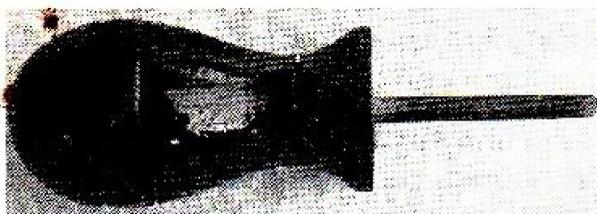


Foto 1-15 — Cortador utilizado para fazer interrupções nas tiras de cobre em uma placa semiacabada.



Foto 1.16 — Montagem realizada em uma placa semiacabada, vendo-se pelo lado do cobre.

- a) Minifuradeira no tipo mostrado na figura 1.5 ou perfurador de placas (figura 1;13) que dispensa fonte de alimentação.
- b) Caneta especial para circuitos impressos (figura 1.14). Esta caneta será utilizada para desenhar as linhas condutoras na face cobreada da placa de circuito impresso.
- c) Decalques ácido-resistentes — estes decalques têm a mesma função que a caneta, porém com a vantagem de se apresentarem com apropriado dimensionamento para a maioria dos componentes mais usuais, em especial circuitos

integrados cujos pinos, como já dissemos, normalmente em grande quantidade, não possuem muita flexibilidade de movimento, exigindo, portanto, certa precisão na localização dos respectivos furos da placa; estes decalques se apresentam nos mais diversos símbolos, desde linhas retas, curvas, "bolinhas" das mais diversas dimensões, conectores, etc. Dentre os decalques ácido-resistentes encontrados à venda no comércio especializado, recomendamos os da marca 'Alfac', por serem os que oferecem melhores resultados; aliás, em todos os desenhos de placas de fiação impressa, assim como em todos os protótipos desta obra, foram apenas utilizados cerca de uma dúzia de modelos diferentes desses decalques, tencionando padronizar e ao mesmo tempo minimizar os custos das montagens.

- d) Cortador — essa ferramenta é usada para cortar as placas nas dimensões requeridas para a elaboração dos circuitos impressos — o cortador é o que normalmente se usa para cortar fórmica (Foto 1-111). Para esta mesma finalidade poderá ser usada uma serra para metal, que também oferece bons resultados.

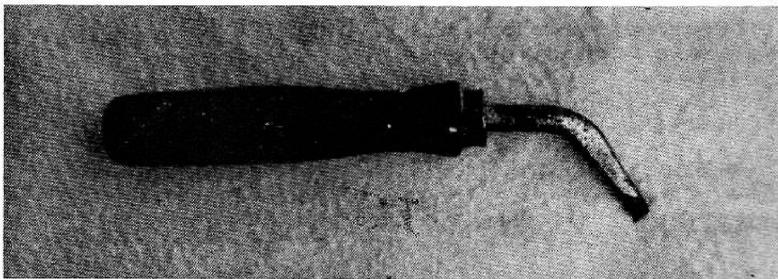


Foto 1-111 — Ferramenta utilizada para cortar as placas no formato apropriado.

- e) Punção ou estilete, ou qualquer objeto pontiagudo como, por exemplo, prego, ponta de compasso, de tesoura, etc. — essa ferramenta tem por objetivo facilitar a marcação da placa de circuito impresso no local da furação e na transferência do desenho para a região cobreada.
- f) Percloroeto de ferro é o ácido responsável pela corrosão do cobre nas regiões onde deve ser removido, não influenciando,

porém, sobre a tinta da caneta especial ou sobre os decalques mencionados anteriormente. O percloroeto de ferro tanto poderá ser adquirido já em solução como em pó ou pedra, caso em que deverá ser dissolvido na proporção 1:1 em água, preferencialmente morna e limpa.

Obs.: Ainda que este ácido seja de ação lenta, evite o seu contato com a pele.

- g) Placa de circuito impresso virgem — tais placas podem ser adquiridas em diversos tamanhos no comércio especializado; elas serão cortadas de acordo com a necessidade. São encontradas em espessuras que variam entre 0,8 mm a 1,2 mm, podendo ser de fenolite ou de fibra (estas muito mais caras); poderão ainda ser de face simples (apenas uma face cobreada) ou de face dupla (ambas as faces cobreadas). Para qualquer montagem desta publicação o leitor deverá empregar as de face simples e, por questões de economia, as de fenolite.
- h) Diversos — como tal entendemos: palha de aço bem fina, do tipo 'Bombril', acetona ou benzina, verniz ou uma solução breu-álcool, lixas de diversas texturas de grão, régua de metal, banheira de plástico ou qualquer outro recipiente de plástico (não servem os de metal), etc.

Aqueles que desejarem poderão adquirir uma grande parte deste material num conjunto sob a forma de 'kit', disponível no comércio.

De posse do material relacionado acima e do desenho da fiação do circuito a ser montado, poderemos partir para a elaboração da placa de fiação impressa que, depois de pronta, deve apresentar-se igual ao desenho original, exceto se tivermos feito alguma modificação na mesma devido a diferenças de tamanhos físicos dos componentes adquiridos, em relação aos utilizados pelo Autor na montagem do protótipo em questão.

Os passos a serem obedecidos em sequência são os seguintes:

- a) Conhecendo as dimensões da placa, com a régua de metal colocada de modo a marcar o local de corte sobre a face cobreada, passamos o cortador fazendo um sulco profundo na

mesma (se necessário passamos várias vezes a ferramenta até fazer um sulco aproximadamente a metade da espessura da placa (Fig. 1-15). Os demais cortes serão feitos da mesma forma.

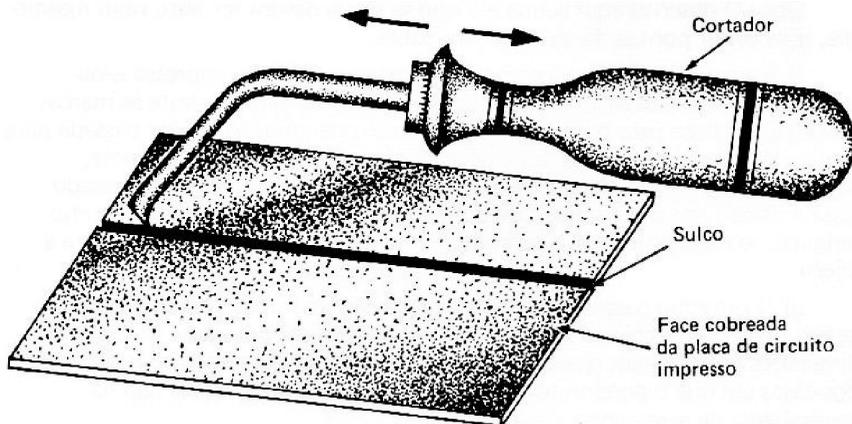


Fig. 1-15 — Croqui mostrando o processo usual para o corte de placas para circuito impresso.

b) Utilizando a borda de uma mesa como apoio, colocamos a placa com a face cobreada voltada para baixo, e com uma pancada firme a quebramos no local do corte. Repetimos o procedimento para os demais cortes.

Obs.: Evidentemente esses dois procedimentos não têm o mínimo sentido se em lugar do cortador tivermos utilizado uma serra.

c) O acabamento dos cortes é feito dispendo uma folha de lixa em uma superfície bem lisa, e passando através dela, e bem perpendicular, a placa pelo local onde foi realizado o corte, até que o mesmo fique totalmente liso e reto. Outros retoques poderão ser feitos normalmente com uma lixa de grão bem mais fino.

d) A seguir "tiramos" uma cópia (Xerox) do desenho do circuito impresso, e fixamos esta cópia à face cobreada através de fita adesiva, de modo que o desenho fique alinhado com a placa; com o auxílio do punção marcamos suavemente na placa todos os locais dos furos — eles normalmente estão representados no desenho por pequenas circunferências.

Tratando-se de circuitos integrados (isto será facilmente visualizado por um aglomerado de pontos bastante juntos no desenho), não há necessidade de marcarmos todos os furos indicados; bastará assinalar os quatro mais afastados, que correspondem aos, digamos, quatro cantos do integrado — os decalques ácido-resistentes recomendados automaticamente assinalarão, e com mais precisão, os furos intermediários a serem realizados.

e) Conferimos se realmente todos os furos assinalados no desenho foram efetivamente marcados; então, retiramos a cópia do desenho com certo cuidado, pois ela ainda terá utilidade, e fazemos uma inspeção, como a anterior, na placa. A seguir limpamos toda a face cobreada com palha de aço ('Bombril'), até remover qualquer marca ou mancha de gordura. Estando a placa limpa, evitamos tocá-la na superfície cobreada pois a gordura dos dedos irá prejudicar o processo de corrosão pelo ácido.

Obs.: O descrito aqui acima e o que se segue deverá ser feito num mesmo dia, para evitar pontos de oxidação no cobre.

f) A seguir, utilizando a caneta especial para circuito impresso e/ou decalques ácido-resistentes adequados, interligamos corretamente as marcas deixadas na placa pelo punção. Toda vez que unia interligação for passada para a placa deveremos riscar no desenho (cópia) a conexão correspondente, evitando desta forma esquecer algum ponto ou conexão. Uma vez passado para a placa todo o desenho, é de bom alvitre verificar, através do desenho original, se realmente toda a reprodução foi devidamente transferida para a placa.

g) O próximo passo consiste na preparação da solução corrosiva; para tanto, usando um recipiente plástico (nunca metálico, por causa do ácido) de dimensões apropriadas, dissolvemos o percloro em água na proporção 1: 1 — nos casos em que o percloro já estiver sob a forma de solução, não há necessidade de acrescentar água.

h) Preparada a solução, prendemos à placa, pelo lado não cobreado, uma ou duas tiras de fita adesiva, visando a remoção da placa do interior da solução. A placa preparada deve ser colocada na solução no sentido inclinado, para evitar a

formação de bolhas de ar, e de modo que a face cobreada fique voltada para baixo (Fig. 1-16); uma agitação do conjunto, de tempos em tempos, facilita o efeito de corrosão, além de evitar a formação de bolhas de ar. O tempo de corrosão depende basicamente da espessura cobreada da placa, da temperatura da solução e da sua concentração; normalmente são obtidos bons resultados entre 15 e 25 minutos de imersão — o leitor poderá ir verificando o processo de corrosão examinando a placa; evite, no entanto, o contato direto dos dedos com a solução, recorrendo à fita adesiva: observando partes rosadas, é sinal de que o processo ainda não se completou, requerendo, portanto, mais tempo de banho.

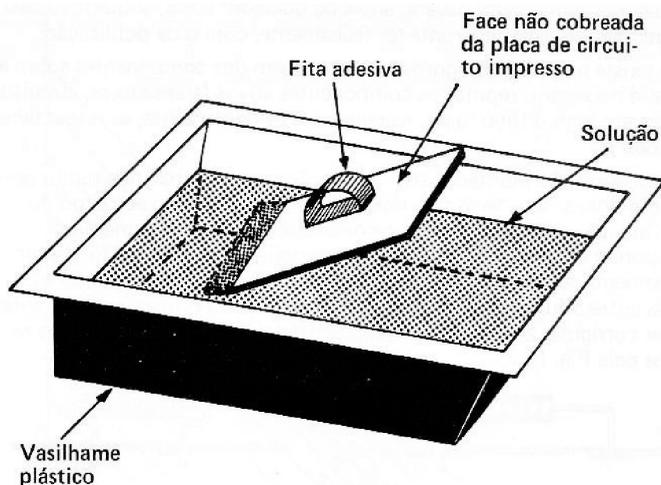


Fig. 1-16 — Forma de submeter uma placa de circuito impresso ao processo de corrosão.

i) Completada a corrosão, retiramos a placa da solução e a lavamos com água corrente, de modo a remover o perclorato de ferro que ainda existia; em seguida, com algodão embebido em benzina, ou outro qualquer produto semelhante, extraímos a tinta e os decalques das regiões que não foram atacadas pela solução, a qual deverá ser devidamente guardada em um vasilhame de plástico para a futura confecção de outras placas.

j) A seguir fazemos a furação, obedecendo o diâmetro

dos terminais dos componentes, limpamos novamente a placa com a palha de aço bem fina e fazemos o seu acabamento, passando na sua face parcialmente cobreada um algodão, ou pincel, embebido numa solução breu-álcool, e a placa estará pronta para receber os respectivos componentes.

## **MONTAGEM DOS COMPONENTES NA PLACA**

A colocação dos componentes na placa, quer deitados, quer em pé, depende do projeto ou das modificações introduzidas no original pelo montador, devido à diversidade de tamanho físico dos componentes adquiridos em relação aos utilizados no protótipo. É por esta razão que o leitor, antes de iniciar qualquer montagem, deverá, antes de qualquer coisa, adquirir todo o material necessário para confrontá-lo, fisicamente, com o da publicação.

Não existe uma ordem rigorosa de montagem dos componentes sobre a placa, mas é necessário montar os componentes ativos (transistores, circuitos integrados, etc.) em último lugar, respeitando, evidentemente, as respectivas polarizações.

Os resistores são montados sem precauções particulares, não sendo, porém, conveniente dobrar seus terminais demasiadamente próximo ao corpo do resistor. Quanto aos capacitores, as recomendações são praticamente as mesmas, porém em alguns tipos, como os de poliéster, convém não afastar demasiadamente seus lides devido à sua fragilidade mecânica — pequenas diferenças entre a furação da placa impressa e estes, ou outros, componentes podem ser corrigidas adotando-se alguns artifícios mecânicos, tais como os mostrados pela Fig. 1-17.

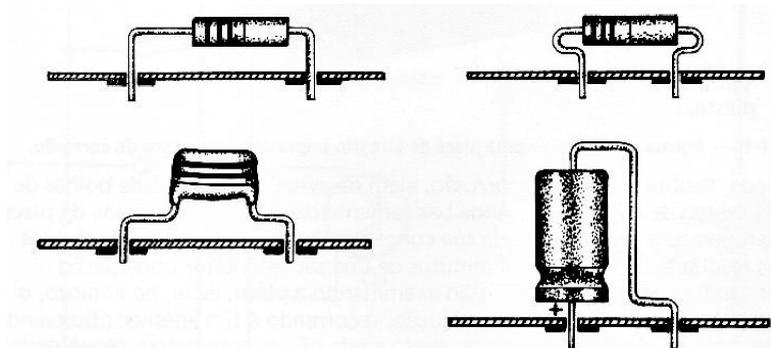


Fig. 1-17 — Artíficos para a soldadura de componentes cujas extremidades dos lides não coincidam com a furação realizada na plaqueta de circuito impresso.

No caso dos transformadores, eles devem ser presos à placa através de parafusos, normalmente de 1/8" x 3/8", e porcas; seus terminais, quando constituídos por fios rígidos (secundário), são esmaltados e, portanto, existe necessidade de retirar este isolante com ajuda de uma faca, canivete, lima ou mesmo lixa, visando não efetuar soldagens precárias ou ineficientes. Os circuitos integrados, assim como os transistores, devem ser manipulados com certo cuidado, tanto na sua inserção na placa (ou soquete) como na sua soldagem, pois, como vimos, o excesso de calor poderá danificá-los. Por esta razão, recomenda-se, ao longo desta obra, o uso de soquetes para os circuitos integrados; estes soquetes serão diretamente soldados à placa, enquanto os circuitos integrados serão neles inseridos, não sofrendo os efeitos de temperatura e sendo facilmente removíveis no caso de danificação. Para outras ligações, tais como fonte de alimentação, alto-falante, potenciômetro, 'LED' (diodo foto emissor), enfim, componentes, digamos, externos à placa, recomenda-se a utilização de fios flexíveis cobertos de plástico colorido. Com efeito, os fios rígidos, depois de sofrerem quatro ou cinco dobras, partem-se no interior da cobertura plástica sem que nos apercebamos disto.

Ainda no que se refere a estas diversas ligações exteriores à placa, é útil o emprego de um código prático de cores, sempre atribuindo ao fio de cor vermelha a alimentação positiva (+) e, preferencialmente, ao preto ou azul a alimentação

negativa (—); sempre que possível, não empregar estas cores para outro fim.

## **CONCLUSÃO**

As linhas que antecederam constituíram um pequeno apanhado de informações adquiridas ao longo de inúmeras montagens realizadas. É claro que estas informações não são suficientes para uma formação prática em alto nível; elas serão complementadas à medida que mais e mais montagens realizarmos.

As montagens não devem ser executadas como se tratasse de um mero jogo infantil de construção; é necessário que nos reportemos, elemento a elemento, ao esquema básico, tirando dele, e da descrição do seu funcionamento, uma enorme riqueza de alto valor educativo. Pois quando uma montagem não funcionar a contento, de nada valerá dizer: o circuito não funciona ou existe algum erro no circuito! É necessário, sim, investigar toda a montagem realizada, procurando entender, peça por peça, o funcionamento do circuito, obtendo-se desta maneira ferramentas poderosas, as quais, quando bem empregadas, rapidamente assinalarão as falhas.

De qualquer forma, como esta publicação trata de aplicações simples, tudo leva a crer que não existirá qualquer espécie de dificuldade; existirá, sim, uma satisfação pessoal muito maior que a simples execução de uma montagem sem problemas, levando-nos ao desejo de realizar todas as montagens a que este pequeno livro se refere.



## **II. O VERSÁTIL C.I. 555: CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES**

Ao planejarmos esta obra dentro de seu objetivo de familiarizar os leitores com os circuitos integrados, tivemos que exercer uma opção: qual o tipo, ou quais os tipos de C.I. que deveriam ser utilizados nas montagens descritas no livro.

Foi uma opção facílíma, pois existe um circuito integrado que reúne todos os requisitos para uma imensa variedade de usos, e é fabricado em larga escala por todos os principais fabricantes de semicondutores; conseqüentemente, é facilmente encontrável no comércio de componentes eletrônicos do mundo inteiro e, finalmente, graças à "economia de escala" (pois sua utilização atinge cifras fabulosas), é um dos mais baratos dentre os C.I. disponíveis no mercado internacional.

Este notável circuito integrado é o tipo 555.

Quando o integrado em questão foi lançado no comércio por volta de 1972, poucos foram os que vislumbraram todo o campo de aplicações a que este integrado se presta, nem tampouco imaginaram que viria a tornar-se o C.I. (circuito integrado) mais conhecido e discutido desta década, tanto que atualmente qualquer fábrica de integrados mantém em suas linhas de produção a fabricação deste semicondutor: a Signetics o identifica pela sigla SE 555 ou NE 555, a Motorola o conhece por MC 1555, a Texas o identifica por SN 52555 ou SN 72555, entre outras fábricas. Cada um destes tipos apresenta determinadas vantagens em relação aos outros, porém todos eles mantêm as mesmas características operacionais que serão vistas adiante. <sup>(2)</sup>

O encapsulamento mais usual em que se apresenta este integrado obedece à disposição duplo em linha (dual in line — DIL) com apenas oito pinos, tal qual nos mostra a Fig. 11-1 com a respectiva identificação numérica de seus pinos; este tipo de

---

<sup>2</sup> Existem hoje muitas subfamílias deste integrado indicadas para operação em muito baixa tensão, com muito baixo consumo e até alta tensão.

mecânica é perfeitamente compatível com a dos circuitos integrados convencionais, principalmente os da área digital, quer da família TTL quer da família CMOS, entre outras. O integrado 555, porém, também pode apresentar-se com a mecânica mostrada na Fig. 11-2.

A principal característica deste integrado é a estabilidade: é pouco sensível a variações de temperatura e tensão de alimentação, pelo menos teoricamente — na prática verificam-se variações de funcionamento relativamente acentuadas quando estes dois parâmetros variam; no entanto, isto não invalida o integrado, ainda mais se levamos em consideração o fato dele ser extremamente simples e barato.



Fig. 11-1 — Ligações dos pinos do C.I. 555, vistas de cima, em encapsulamento tipo 'duplo em linha'.

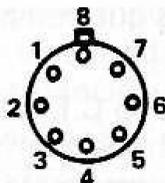


Fig. 11-2 — Identificação dos pinos do C.I. 555, visto de topo, quando o seu encapsulamento for metálico.

Outra característica que torna ainda mais versátil este integrado é a que se refere ao valor da tensão de alimentação, a qual poderá estender-se desde 4 volts até 18 volts — na maioria dos projetos é usual adotar o valor de 12 volts, que é intermediário aos extremos permissíveis, além de ser, digamos, padronizado.

Por outro lado, este C.I. pode manipular diretamente, sob certas condições, cargas que "puxem" até uns 200 mA, segundo as especificações da maioria dos fabricantes — na prática convém cargas que manipulem correntes não superiores a 100 mA, sem nos preocuparmos com as condições.

Devido às características acima apresentadas, o C.I. 555 tanto é compatível com a lógica TTL ("baixa tensão" e "alta corrente") como com a lógica MOS ("elevada tensão" e "baixa corrente").

O diagrama em blocos do integrado pode ser apreciado na Fig. 11-3; de imediato constatamos que o C.I. não tem nada de complexo, até pelo contrário! Vejamos então a função de cada uma das entradas (e saídas) do integrado (Fig. 11-3) :

**Pinos 1 e 8** — destinam-se à alimentação do C.I., a qual, como vimos, poderá situar-se entre 4 volts e 18 volts;

**Pino 3** — corresponde à saída dos sinais gerados pelo integrado: quando ele está ativo, esta saída assume o nível lógico alto, isto é, próximo a +Vcc, e quando em repouso o nível de tensão é praticamente nulo (zero volt), caracterizando o nível lógico baixo;

**Pino 2** — esta entrada possibilita situar o C.I. no ciclo ativo (nível lógico de saída alto) toda vez que a ela aplicarmos um nível de tensão inferior à terça parte do valor da tensão de alimentação (+ Vcc). Esta entrada é sensível a níveis baixos, como pode ser visto pela presença da "bolinha" associada a esta entrada (29 comparador — Fig. 11-3);

**Pino 6** — ao contrário da entrada precedente, esta entrada permite reciclar o integrado toda vez que a este pino aplicarmos uma tensão em nível lógico alto, no caso superior a 2/3 de Vcc (observar que a esta entrada não está associada a "bolinha", como ocorre com a entrada "disparo" — Fig. 11-3); podemos dizer, em poucas palavras, que a saída do C.I. retornará ao estado de repouso (nível baixo) ao aplicar-se uma tensão superior a 2/3 de Vcc nesta entrada;

**Pino 5** — esta entrada é destinada a realizar desacoplamentos dos resistores R internos ao integrado (Fig. 11-3); permite ainda que sejam alterados os níveis de referência, em tensão, para cada um dos comparadores que compõem o integrado, possibilitando realizar modulação de sinais;

**Pino 4** — a função deste comando é similar à do pino 6: o C.I. retornará a seu estado de repouso (saída "baixa") se levamos esta entrada ao nível lógico baixo; esta condição de repouso do integrado assim permanecerá independentemente dos estados lógicos aplicados às outras entradas, os quais serão ignorados enquanto perdurar o aterramento (nível lógico baixo) nesta entrada;



pode ser variada ao alterarmos convenientemente o valor resistivo de um ou dois resistores e/ou a capacitância de um capacitor.

Vejamos agora como se porta o integrado em questão no funcionamento astável.

A configuração típica para o funcionamento do integrado nesta condição (astável) é mostrada na Fig. 11-4; observamos que a entrada-disparo (pino 2) e a entrada-sensor de nível (pino 6) foram interligadas. A base de tempo é fornecida pela carga e descarga do capacitor C através dos resistores R1 e R2, conforme mostraremos.

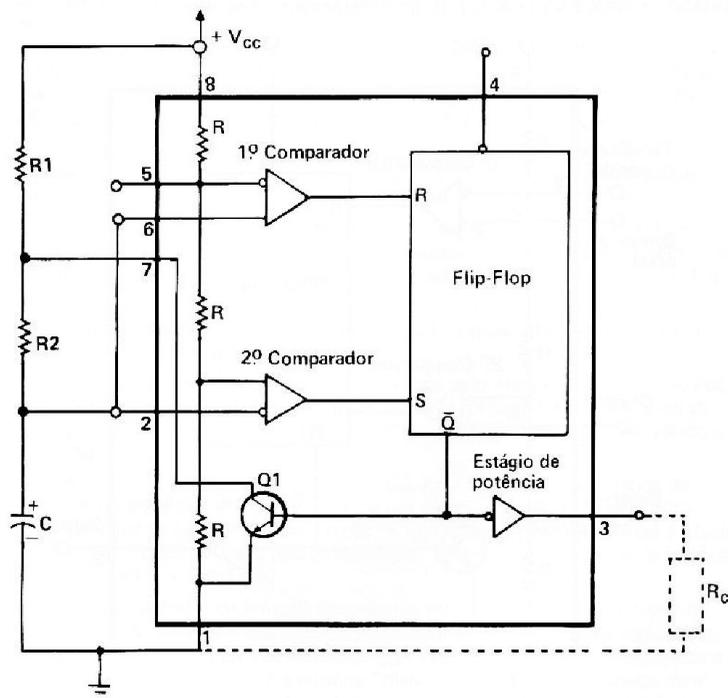


Fig. 11-4 — Configuração elétrica «pica para o 555, funcionando como oscilador.

Inicialmente suporemos que o capacitor esteja descarregado devido ao aterramento provocado pelo pino de descarga (pino 7) e, nestas circunstâncias, toda a corrente que circula por R1 é desviada para terra através desta entrada; em

consequência, o capacitor C não poderá carregar-se. Acontece que, estando o capacitor descarregado, o potencial do pino 2 é praticamente nulo e logicamente menor que  $1/3$  de  $V_{cc}$ ; isto, como sabemos, faz com que o segundo comparador comute o flip-flop que, por sua vez, obriga a saída do C.I. (pino 3) a passar do nível baixo para o nível alto; a saída do flip-flop, simultaneamente, leva ao corte o transistor Q1, o qual retira o potencial terra do pino 7, e, então, o capacitor C começa a carregar-se exponencialmente através de R1 e R2. Tão logo a tensão entre os bornes do capacitor seja superior a  $2/3$  de  $V_{cc}$ , o primeiro comparador faz comutar o estado lógico da saída (5 do flip-flop; com isto, a saída do C.I. passa para o nível baixo, ao mesmo tempo que o transistor Q1 satura, aterrando o pino 7; como consequência, o capacitor começa a descarregar-se, também exponencialmente, através de R2 e Q1; mal a tensão entre os terminais do capacitor atinja um valor inferior a  $1/3$  de  $V_{cc}$ , o segundo comparador faz comutar o flip-flop, repetindo-se o ciclo conforme descrito anteriormente.

A Fig. 11-5 mostra a forma de onda sobre o capacitor, assim como a forma de onda sobre a carga  $R_c$ . É mostrado claramente que o primeiro ciclo difere ligeiramente dos subsequentes; este fenômeno provém do fato de estar o capacitor totalmente descarregado no primeiro ciclo, enquanto nos demais não alcança esta situação, já que permanece com uma tensão residual em torno de  $1/3$  de  $V_{cc}$ .

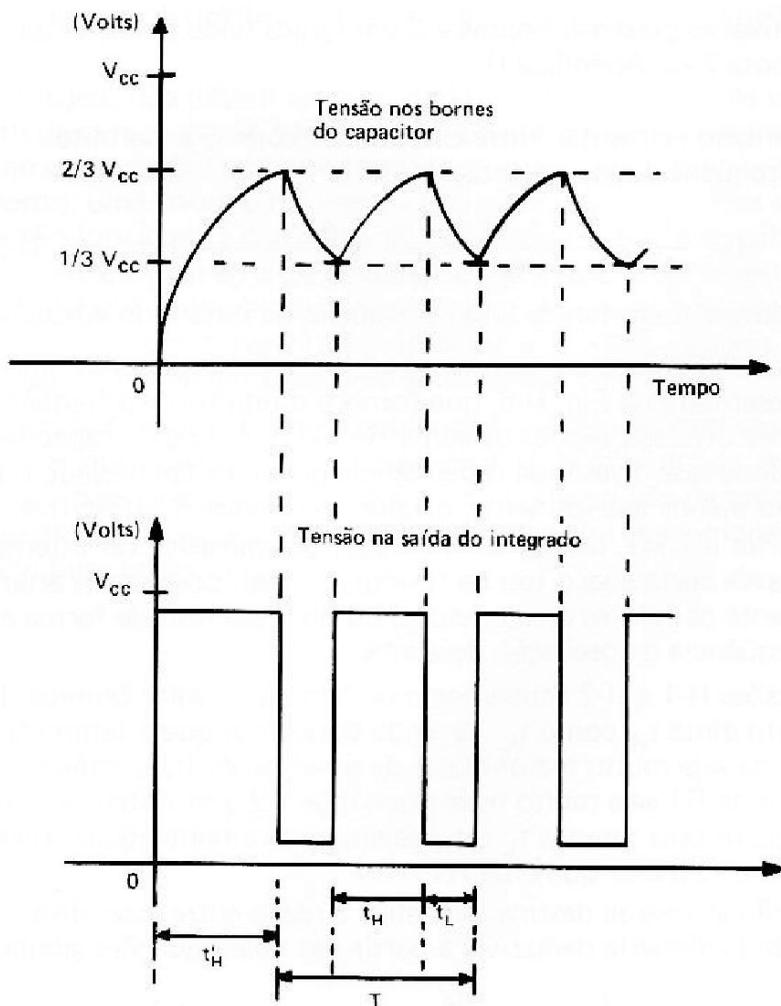


Fig. 11-5 — Formas de onda que se esperam observar sobre o capacitor e na saída do circuito da figura anterior.

O período de tempo  $t_H$  (Fig. 11-5) em que a saída do C.I. permanece em nível alto (carga do capacitor) pode ser avaliado matematicamente pela expressão:

$$t_H = 0,693 (R_1 + R_2) C \text{ segundos} - \text{II-1}$$

quando R1 e R2 estiverem simultaneamente expressos em ohms e C em farads (vide a dedução da fórmula na nota 1 do Apêndice 1, ao final do livro).

De forma semelhante, o tempo  $t_L$  (Fig. 11-5), em que a saída do integrado permanece em nível baixo (descarga do capacitor), pode ser determinado pela expressão:

$$t_L = 0,6093 \times R2 \times C \text{ segundos} - \text{II-2}$$

quando R2 estiver expresso em ohms e C em farads (vide dedução da expressão na nota 2 do Apêndice 1).

Uma álgebra elementar entre estas duas expressões permite determinar a frequência teórica de oscilação.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_H + t_L} = \frac{1,44}{(R1 + 2.R2) C} \text{ Hz} \quad \text{II-3}$$

R1 e R2 em ohms e C em farads (vide a dedução na nota 3 do Apêndice I).

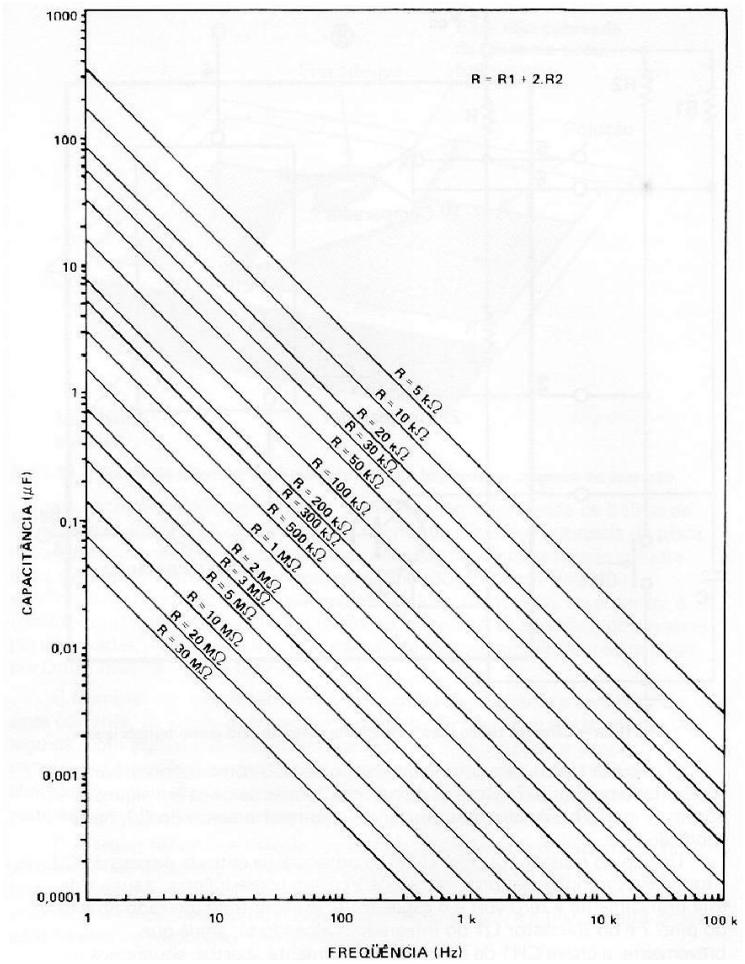
Aqueles que não quiserem envolver-se com cálculos poderão fazer uso do gráfico apresentado na Fig. 11-6, que fornece diretamente a frequência  $f$  de oscilação para diversos valores da soma  $R = R1 + 2.R2$  e da capacitância do capacitor C. Ainda que o valor da capacitância possa ser tão elevado quanto queiramos, pelo menos teoricamente, o valor do resistor R1 (Fig. 11-4) não deverá ser inferior a 1 k ohms devido às limitações do transistor Q1 interno ao integrado. Através deste ábaco (ou da fórmula acima), poderemos alterar convenientemente os valores dos resistores ou do capacitor, de forma a obtermos a frequência de oscilação desejada.

As expressões II-1 e II-2 acima nos mostram que o valor ôhmico do resistor R2 tanto afeta  $t_H$  como  $t_L$ . Quando desejamos que o tempo em nível alto ( $t_H$ ) da saída seja muito maior que o de nível baixo ( $t_L$ ), teremos de fazer com que o valor de R1 seja muito maior que o de R2; por outro lado, havendo interesse em que os dois tempos  $t_L$  e  $t_H$  sejam praticamente iguais, o valor de R2 terá de ser muito maior que o de R1.

A expressão abaixo se destina a mostrar a razão entre esses dois períodos, sendo facilmente deduzível a partir das duas equações acima;

$$\frac{t_L}{t_H} = \frac{R2}{R1 + R2} \quad ||-4$$

Como podemos observar a partir desta expressão, o período em nível alto na saída do integrado é sempre maior, devido a  $R1$ , que o período em nível baixo. Em realidade, através de alguns artifícios é possível tornar exatamente iguais estes dois tempos, inclusive pode-se fazer com que o tempo  $t_L$  venha a ser maior que o  $t_H$ ; isto, porém, foge ao escopo deste capítulo.



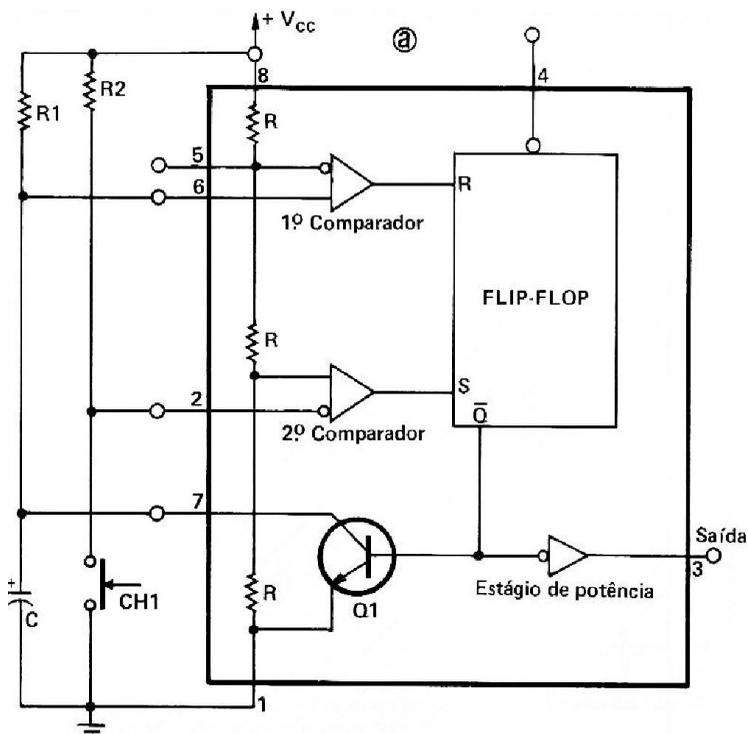


Fig. II-7a — Circuito típico para o funcionamento do 555 como temporizador.

O circuito típico para o funcionamento do 555 como monoestável está apresentado na Fig. I I-7a, com as respectivas formas de onda em alguns pontos (Fig. I I-7b). Analisemos, portanto, o comportamento do C.I. nesta condição.

Devido ao resistor R2 (Fig. I I-7a), o potencial da entrada-disparo do C.I. situa-se em um potencial próximo ao de Vcc; em consequência, a sua saída está praticamente a zero volt e o capacitor C se encontrará aterrado através do pino 7 e do transistor Q1 do integrado. Calcando-se, ainda que brevemente, a chave CH1 de contatos normalmente abertos, situaremos o potencial do pino 2 a zero volt, o que faz disparar o integrado e, portanto, como vimos anteriormente, a saída do C.I. passa para o nível alto; por outro lado, o capacitor C começa a carregar-se exponencialmente através do resistor R1, já que a comutação do integrado retirou o aterramento da entrada-descarga, pino 7.

Quando a d.d.p. entre os bornes do capacitor for superior a  $2/3$  de  $V_{cc}$ , o primeiro comparador se encarrega de comutar o estado lógico do flip-flop e, assim, a saída do C.I. passa para o nível baixo, ao mesmo tempo que o capacitor se descarrega quase que instantaneamente através do transistor Q1 que, nestas circunstâncias, está conduzindo fortemente.

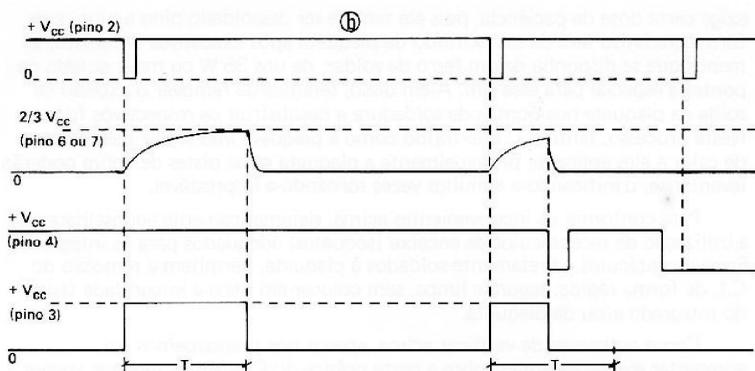


Fig. II-7b — Formas de onda em alguns pinos do integrado.

O intervalo de tempo  $T$  (Fig. I I-7b), em que a saída do 555 se encontra em nível alto, pode ser determinado teoricamente por:

$$T = 1,1.R1.0 \text{ segundos}$$

**II-5**

quando  $R1$  está expresso em ohms e  $C$  em farads (a dedução da fórmula se encontra na nota 4 do Apêndice I).

O processo de temporização pode ser interrompido quando aterrarmos a entrada-reciclagem (pino 4), conforme ilustram as formas de onda da Fig. I I-7b; ainda por estas formas de onda, também observamos que se esta entrada estiver aterrada, os pulsos de disparo aplicados ao pino 2 do C.I. passam a ser inoperantes, ou seja, o integrado permanece em repouso — saída em zero volt. Aliás, estas considerações também são válidas em qualquer condição de funcionamento do integrado.

As propriedades e características acima, ainda que bastante gerais, permitem ter uma ideia do vasto campo de

aplicação em que o integrado pode tomar parte. Quanto ao manuseio, o C.I. 555 é suficientemente robusto, tanto elétrica como mecanicamente, para suportar heroicamente qualquer deslize que eventual manipulador com o integrado possa cometer ao realizar montagens com o mesmo. No entanto, em um ponto o integrado é altamente sensível: quanto à inversão de polaridade da tensão de alimentação. Caso isto ocorra, o C.I. será irremediavelmente danificado, tendo de ser substituído por um outro "novinho em folha".

Porque um circuito integrado, em especial o 555, apresenta uma relativa quantidade de pinos soldados à plaqueta de circuito impresso, a sua remoção exige certa dose de paciência, pois ele terá de ser dessoldado pino a pino, e de forma gradativa terá de ser extraído da plaqueta após exaustivas tentativas, a menos que se disponha de um ferro de soldar, de uns 35 W ou mais, dotado de ponteira especial para esse fim. Além disso, teremos de remover o excesso de solda da plaqueta nos pontos de soldadura e desobstruir os respectivos furos. Neste processo, tanto o C.I. extraído como a plaqueta irão sofrer pelo excesso de calor a eles aplicado, principalmente a plaqueta cujas pistas de cobre poderão levantar-se, danificando-a e muitas vezes tornando-a imprestável.

Para contornar os inconvenientes acima, sistematicamente aconselharemos a utilização de receptáculos de encaixe (soquetes) adequados para os integrados. Esses receptáculos, diretamente soldados à plaqueta, permitem a remoção do C.I. de forma rápida, segura e limpa, sem colocar em risco a integridade física do integrado e/ou da plaqueta.

Como acabamos de verificar acima, apenas nos preocupamos em apresentar alguns informes sobre a parte prática do C.I. 555, e mostrar apenas os dois modos mais usuais de funcionamento do integrado em questão. Porém existem outras técnicas de utilização deste integrado (se assim não fosse, não teria sentido o título dado a este capítulo), mas para não tornar demasiadamente longa esta obra, assim como as considerações de ordem teórica nela contidas, pois o interesse imediato é a realização da montagem dos circuitos apresentados, elas foram propositalmente omitidas neste livro; contudo, esperamos que, em uma próxima obra, elas sejam incluídas, a fim de fornecer mais informes aos interessados sobre o estudo do 555.

---

## **III. PISCA-PISCA ELETRÔNICO DE PEQUENA POTÊNCIA**

---

O presente circuito trata de um dispositivo que pode servir para as mais diversas finalidades. Dois diodos fotoemissores ('LED') se constituem na fonte luminosa; estes dois 'LED, de cores diferentes, acendem a intervalos regulares, que podem ser ajustados — enquanto um 'LED' está apagado, o outro está aceso, e reciprocamente — fornecendo resultados impressionantes, fazendo com que o dispositivo possa ser utilizado em sistemas indicadores de situação de alerta, jogos, brinquedos, alarmas, enfeites, etc., isto é, em qualquer situação onde houver necessidade ou propósito de chamar a atenção de alguém sobre algo. Um mesmo circuito pode ser usado para comandar diversos 'LED, possibilitando desta forma um maior número de disponibilidades para o circuito.

Originalmente este dispositivo foi idealizado e utilizado como um alarma antifurto, de efeito psicológico, em veículos automotores, com a finalidade de manter afastados do veículo certos "curiosos"! Uma pequena lâmpada incandescente foi usada com o intuito de iluminar uma legenda alusiva ao alarma, tal como: "ALARMA ELETRONICO EM OPERAÇÃO", "ALARMA ELETRÔNICO", "ALARMA ANTI-ROUBO", "ALARMA ON", entre outras legendas "convincentes"; ora, esta legenda ficando bem visível e com o par de diodos eletroluminescentes, de cores diferentes, a piscar alternadamente, o "Sr. Ladrão", com plena certeza, pensará que o automóvel estará provido de um sistema de segurança algo fenomenal; no entanto...

Com a instalação de uma antena telescópica presa à caixa do dispositivo e com alguns fios saindo da mesma, devidamente espalhados pelos vidros do carro, o dispositivo se tornará mais realista! Poderão, ainda, ser incluídos dois ou mais botões ('Knobs') na caixa que, assim como os diversos fios que dela partem, exceto os da alimentação, não têm qualquer finalidade a não ser a de impressionar o eventual "gatuno", que certamente passará a "atacar" outro veículo, temendo alguma reação do dispositivo antifurto, se é que assim pode ser chamado!

Com a mesma finalidade, o circuito poderá ser utilizado para a proteção de residências ou apartamentos; neste caso, teremos de instalar em lugares "estratégicos" os dois 'LED' e a frase alusiva ao alarma.

Certamente o leitor encontrará mais de uma dezena de aplicações para este simples, porém eficiente circuito.

## **O CIRCUITO**

O esquema do dispositivo encontra-se na Fig. III-1; uma simples inspeção nos informa que o integrado está operando como um estável, cuja frequência de oscilação pode variar, dependendo da posição do cursor do potenciômetro-miniatura ('trim-pot') P1, entre aproximadamente 3 Hz e 7 Hz, de acordo com o material solicitado. A lâmpada LEP1, optativa, permanecerá constantemente acesa, porém o 'LED' 1 só emitirá luz quando o nível lógico da saída do integrado (pino 3) for baixo, porque nestas circunstâncias a corrente circulará por 'LED' 1 e R1, indo para o "—" da fonte de alimentação através do pino 3 do C.I.; o 'LED' 2 só emitirá luz em caso contrário, já que um nível alto na saída do integrado fará com que o 'LED' 1 se encontre inversamente polarizado e ao mesmo tempo alimentará adequadamente o 'LED' 2, pois a corrente de alimentação deste 'LED' circulará a partir do potencial alto de saída do C.I. através de R3 e dele próprio, fechando a malha através do "—" da fonte 81; concluímos assim que os 'LED' 1 e 2 estão defasados de 180° entre si, ou seja: um acende quando o outro estiver apagado e vice-versa. Os resistores R1 e R3 são limitadores de corrente para cada um dos dois diodos fotoemissores.

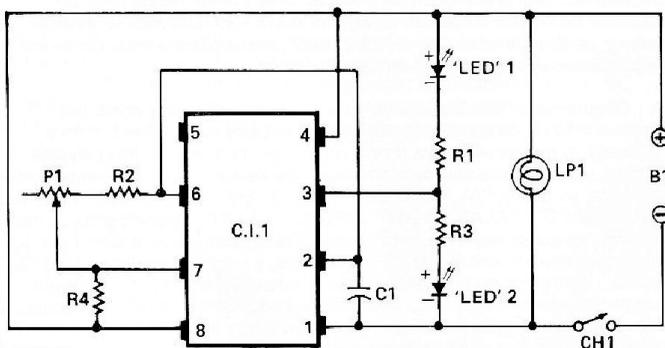


Fig. III-1 – Circuito elétrico do alarma de efeito psicológico.

**LISTA DE MATERIAL****Semicondutores**C.I. 1 – Integrado 555 ( $\mu$ A 555, NE555, etc.)

'LED' 1 – Diodo fotemissor vermelho FLV

110 ou equivalente

'LED' 2 – Diodo fotemissor verde FLV 310

ou equivalente

**Resistores** (todos de 1/4 W)R1 – 470  $\Omega$ R2 – 470 k $\Omega$ R3 – 390  $\Omega$ R4 – 1 k $\Omega$ P1 – Potenciômetro-miniatura de 470 k $\Omega$ **Capacitor**C1 – 0,22  $\mu$ F, 250 V, poliéster metalizado**Diversos**

CH1 – Chave liga-desliga do tipo de rosca, preferencialmente

LP1 – Lâmpada do tipo miniatura (vide texto)

B1 – Bateria ou fonte de 6 a 12 volts CC (vide texto)

1 Soquete de 8 pinos para o C.I. 555

1 Folha de decalque ácido-resistente – linhas retas de 0,8 mm de grossura – (tipo 'Alfac' E.C.941 – vide texto)

1 Folha de decalque ácido-resistente – "bolinhas" de 3,16 mm de diâmetro (tipo 'Alfac' E.C.991/2 – vide texto)

1 Folha de decalque ácido-resistente para circuitos integrados (tipo 'Alfac' E.C.996/1 – vide texto)

1 Fusível de 500 mA e porta-fusíveis do tipo rosca (vide texto)

Fio, solda, plaqueta de circuito impresso, caixa plástica (vide texto).

T1 – Transformador: rede/  
9 volts @ 200 mA  
D1 a D4 – Diodos 1N4001  
ou equivalente  
C1 – Capacitor eletrolítico  
1000  $\mu$ F/16 V  
F1 – Porta-fusível e fusível  
para 500 mA  
CH1 – Chave do tipo liga-  
desliga

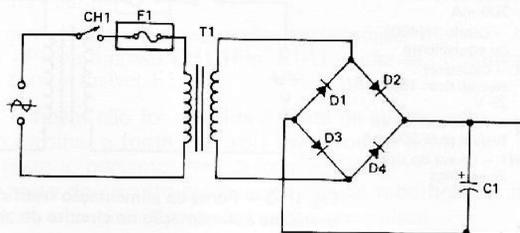


Fig. 111-2 – Circuito de uma fonte para alimentar o circuito da Fig. 111-1 a partir da rede elétrica.

A frequência dos piscados pode ser determinada através dos valores de R2, R4, CI e posicionamento do cursor de P1 (ver, a respeito, o Apêndice 11 deste livro).

Devido ao valor ôhmico de R4 ser muito menor que o valor de R2, concluímos que o tempo em que o 'LED' 1 permanece aceso é praticamente o mesmo em que o 'LED' 2 também permanecerá emitindo luz, ou seja, os tempos:  $t_L$  e  $t_H$  do sinal de saída do C.I. são praticamente iguais entre si.

Sendo de interesse variar os parâmetros elétricos do circuito, tal como a frequência de oscilação, por exemplo, o Apêndice 11 mostra quais os procedimentos a serem seguidos.

A fonte de alimentação B1 pode ser qualquer uma, desde que apresente uma tensão contínua de saída entre 6 volts e 12 volts, permitindo a utilização do dispositivo em automóveis, de qualquer marca ou modelo, realizando, por exemplo, a função de alarma antirroubo de efeito psicológico. No entanto, quando dispusermos da energia da rede elétrica domiciliar, sugerimos a construção de uma fonte de alimentação tal qual mostra a Fig. III-2, juntamente com a lista de material; poderemos ainda utilizar uma fonte mais simples, tal como a apresentada pelo circuito da Fig. III-3. No entanto, devido ao baixo consumo do circuito, o mesmo poderá ser alimentado através de uma única bateria formada pela associação de quatro a oito pilhas comuns de 1,5 volt, principalmente se a lâmpada LP1, optativa, não for empregada no dispositivo; aliás, a tensão nominal de funcionamento desta lâmpada deve ser a mesma que a tensão da fonte de alimentação adotada.

A chave CH1 (Figs. III-1, III-2 e III-3), optativa, permite desligar o circuito quando ele não for utilizado.

## **A MONTAGEM**

A montagem do protótipo foi realizada numa parte de uma placa de circuito impresso universal semiacabada; estas placas apresentam a vantagem de serem furadas, podendo comportar até, inclusive, circuitos integrados, sem a necessidade de qualquer furação adicional, sendo indicadas para o principiante. A Fig. III-4 mostra, em tamanho próximo do normal, a placa padronizada utilizada no protótipo com os cinco respectivos cortes realizados em alguns filetes de cobre; na Fig.

III-5 temos o 'layout', ou seja, a distribuição dos componentes nesta placa; observemos a existência de algumas conexões, em número de cinco, realizadas com fio ('jumper').

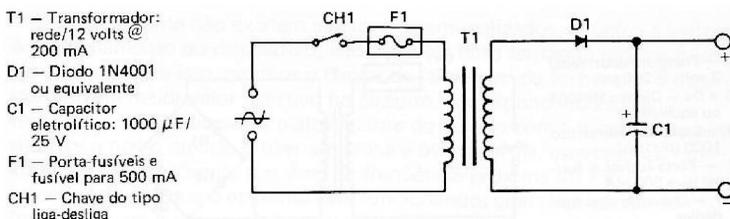


Fig. III-3 — Fonte de alimentação (retificação de meia onda) simples, destinada à alimentação do circuito do alarma.

Evidentemente, se o leitor dominar a técnica de elaboração de placas de fiação impressa (circuito impresso), poderá obter uma montagem mais interessante e mais compacta; a título de sugestão, a Fig. III-6 mostra, em tamanho natural, o desenho da fiação na placa, enquanto a figura seguinte mostra o 'layout'. Como foi dito no primeiro capítulo desta obra, deveremos adquirir primeiramente todo o material exigido pelo circuito antes de confeccionar a placa, pois, devido a uma possível diferença na dimensão dos componentes, poderá ser preciso fazer a placa com medidas um pouco diferentes das indicadas na figura.

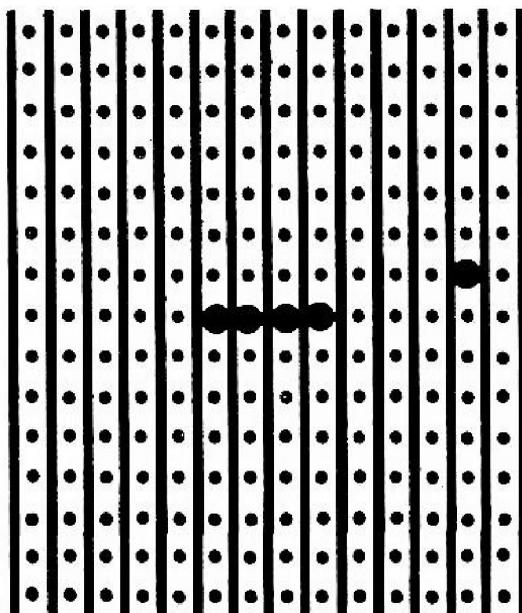


Fig. 111.4 — Plaqueta semiacabada para a montagem do alarma, vista pelo lado cobreado, mostrando as interrupções a serem realizadas.

Notamos que em nenhuma das duas sugestões apresentadas foi incorporada a lâmpada LP1 ou a chave CH1 (Fig. III-1) — elas são optativas — o mesmo ocorrendo com o fusível FI.

Da mesma forma, também não foi incluída a fonte de alimentação, cabendo ao interessado escolher a fonte que mais lhe aprouver dentre as sugestões expostas no texto e, portanto, terá de construí-la independentemente do resto do circuito ou fazer as devidas modificações na placa de circuito impresso, visando a sua incorporação nessa placa.

Uma outra sugestão é adquirir um eliminador de baterias para rádios, gravadores minicassete, etc., facilmente encontrável no mercado. De qualquer forma, só iremos detalhar a montagem do circuito propriamente dito. Inicialmente confeccionaremos a placa de circuito impresso conforme o método apresentado no primeiro capítulo desta obra; se utilizarmos uma placa universal, a primeira providência será a de cortar os filetes de cobre

obedecendo à Fig. III-4, tomando o cuidado para evitar, devido às rebarbas produzidas pelas interrupções, que duas ou mais veias (pistas) de cobre entrem em curto.

Estando devidamente preparada a placa, iniciamos a montagem soldando à mesma os resistores e o capacitor (este, por não ser eletrolítico, não apresenta polaridade); logo após soldaremos o trimpot no seu devido lugar, obedecendo à distribuição mostrada pela Fig. III-7.

Finalmente soldamos o soquete do integrado na sua posição correspondente, tomando cuidado para orientar o chanfro ou a marca nele contida em conformidade com o 'layout' mostrado no chapeado da Fig. III-7. Se quisermos soldar diretamente à placa o C.I., as recomendações acima também são válidas, porém a soldagem dos pinos deve ser a mais rápida possível, sem aquecer em demasia o integrado — sugerimos alternar os pontos de solda a fim de provocar uma menor concentração de calor em um mesmo lado ou região do C.I., além de facilitar a dissipação de calor.

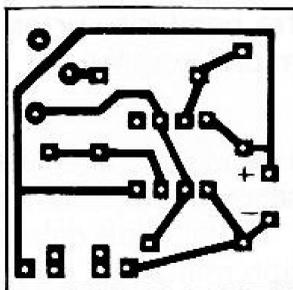


Fig. III-6 — Plaqueta, em tamanho natural, vista pelo lado cobreado, a ser confeccionada por aqueles que desejarem uma montagem compacta.

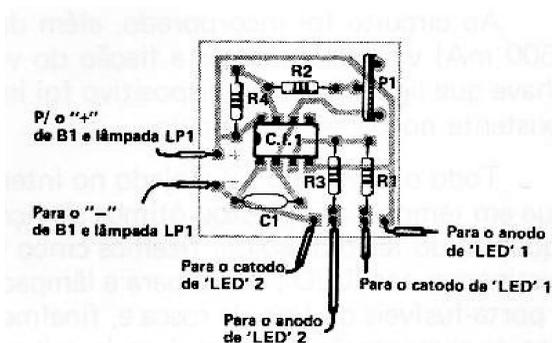


Fig. III-7 — Distribuição dos componentes na montagem em versão compacta.

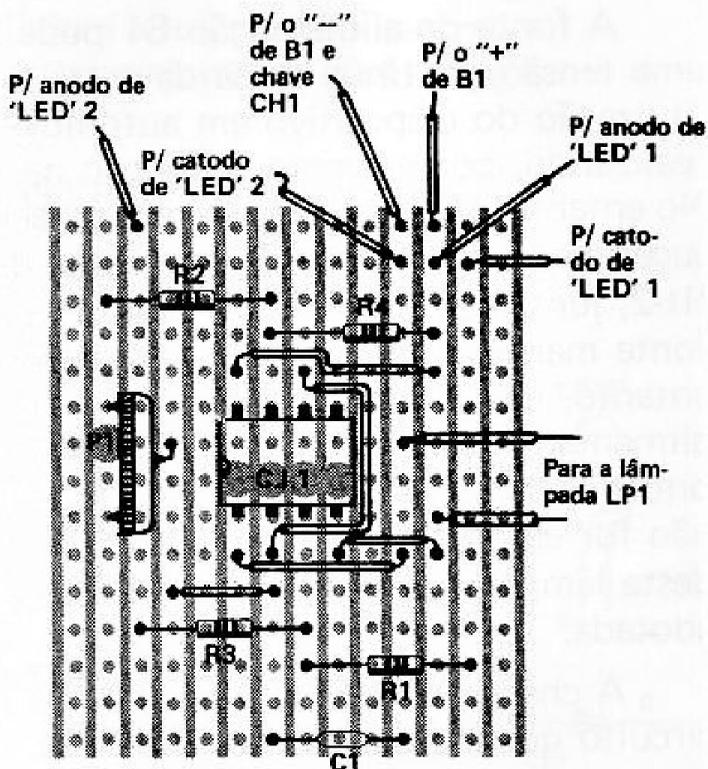


Fig. 111-5 — Distribuição dos componentes na placa semi-acabada.

Para encerrar, soldamos os fios, previamente cortados no tamanho adequado, que irão interligar o circuito aos dois 'LED' e à bateria, e, caso tenhamos optado, à lâmpada LP1. Tanto a bateria, ou fonte, B1, como os 'LED' apresentam polaridade; assim sendo, é necessário respeitá-la para obtermos sucesso na montagem: os 'LED' usualmente apresentam em um dos lados um pequeno achatamento ou um dos seus terminais é menor que o outro (Fig. III-8); é justamente este terminal o correspondente ao "—" indicado no esquema, ou seja, catodo.

**ATENÇÃO:** A inversão de polaridade da fonte de alimentação (Bi) danificará irremediavelmente o circuito integrado!

Os leitores que optarem pela montagem em placas semiacabadas também devem seguir o procedimento descrito, só que neste caso as figuras de referência passam a ser III-4 e III-5.

## **AJUSTES**

Terminada a montagem, fazemos uma conferência geral na mesma, guiando-nos pelo circuito e pelo respectivo chapeado. Verificamos também se não existem soldas "frias", ou contatos indevidos, entre terminais de componentes, principalmente entre pinos do integrado que, por estarem muito próximos entre si, são os mais propensos a esta eventualidade.

Estando tudo justo e perfeito, colocamos o C.I. no seu soquete, obedecendo à orientação do seu chanfro, ou marca, com a do soquete e ligamos a fonte de alimentação.

Ajustamos o trimpot de forma que os 'LED' vermelho e verde comecem a piscar na cadência desejada: aumentando a resistência introduzida pelo mesmo, a cadência diminui, e aumentará em caso contrário.

## **INSTALAÇÃO**

Como o protótipo montado foi utilizado no carro como um alarma de efeito psicológico, será esta a instalação a ser descrita, mas daqui poderão ser extraídas ideias que certamente

irão facilitar outros tipos de instalação. Ao circuito foi incorporado, além da chave liga-desliga, um fusível (500 mA) visando proteger a fiação do veículo contra possíveis curtos. A chave que liga e desliga o dispositivo foi instalada num pequeno buraco existente no painel do veículo.

Todo o protótipo foi alojado no interior de uma pequena caixa plástica, que em tempos idos prestou ótimos serviços como... saboneteira! Com a ponta (quente) do ferro de soldar fizemos cinco furos nesta "caixa": dois deles se destinaram aos 'LED', outro para a lâmpada LP1 do tipo miniatura, outro para o porta-fusíveis do tipo de rosca e, finalmente, o último para a saída dos dois fios de alimentação e os fios "voadores" que não têm a mínima utilidade a não ser a de impressionar!

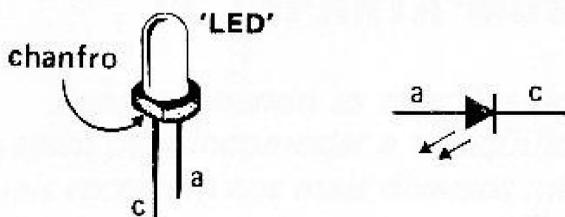


Fig. 111-8 — Identificação dos terminais dos 'LED' utilizados no dispositivo.

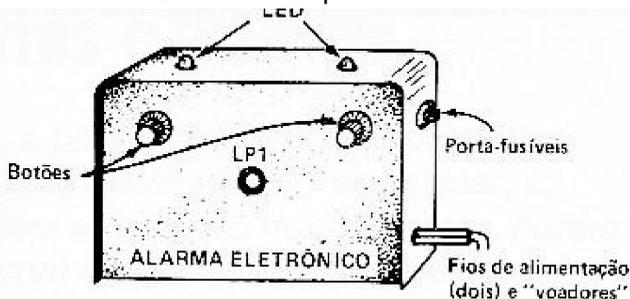


Fig. 111-9 — Aspecto final da montagem, vendo-se os dois botões (sem qualquer finalidade), os 'LED', a lâmpada LP1, assim como o porta-fusíveis e a frase alusiva ao alarma.

Ainda para tornar o dispositivo aparentemente mais sofisticado, foram colados dois botões na parte frontal da "caixa"! A distribuição dos 'LED', lâmpada e botões na caixa obedeceu ao croqui da Fig. III-9.

A frase alusiva ao alarma ("ALARMA ELETRÔNICO"), também disposta na parte frontal da "caixa" (Fig. III-9), foi confeccionada, através de um rotulador do tipo "Dymo", em fundo vermelho que, conjuntamente à cor amarela da caixa, chama ainda mais a atenção; a lâmpada-miniatura, para 12 volts, deve possibilitar a leitura desta legenda, mesmo de noite, a uma certa distância do veículo.

Todo o dispositivo foi instalado no painel do carro, bem próximo ao para-brisa dianteiro e bem à vista dos curiosos; os fios "voadores" foram espalhados pelo interior do veículo, principalmente em volta dos vidros fixos, de modo a ficarem relativamente visíveis pelo lado de fora, sem, no entanto, incomodar a visão dos passageiros ou motorista do automóvel.

Outra ideia é instalar uma antena telescópica ao dispositivo, dando a impressão de que o mesmo é comandado por meio de rádio!

Os leitores que desejarem poderão instalar outro circuito no vidro traseiro do carro que, assim, estará protegido tanto contra os "ataques" frontais como os de retaguarda!

---

## LEITURA RECOMENDADA



<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/biblioteca-do-instituto/5333-curso-de-eletronica-volume-1-eletronica-basica.html>

---

## **IV. ESPANTA-MOSQUITOS ELETRÔNICO**

---

Acompanhando as estações do ano e periodicamente, os mosquitos chegam para incomodar a tranquilidade de um sem-número de pessoas, às quais recorrem aos mais diversos meios para se livrarem dos pequenos, porém irritantes insetos. Para nós, que lidamos com a ciência, ela põe à nossa disposição outros meios, outra técnica: os ultrassons. Como é sabido, os ultrassons são sinais de frequência acima do espectro audível, que se estende desde 20 Hz a 18.000 Hz, conforme as pessoas; os infrassons também não são percebidos pelo ouvido humano e correspondem a sinais de frequência inferior ao limite inferior do espectro audível. No entanto, estes sinais, para nós inaudíveis, podem ser percebidos por animais, tais como os gatos e cães. Quem ainda não ouviu falar do apito para chamar cachorros?

Os pesquisadores e estudiosos da zoologia têm procurado avaliar o comportamento dos animais, em particular os insetos, e mais particularmente os mosquitos, relativamente a estas frequências.

Estudiosos chegaram à conclusão que ao produzirem sinais de frequência em torno de 2 kHz, frequência igual à emitida pelo mosquito fêmea, era possível atrair praticamente todos os mosquitos machos existentes nas proximidades.

Bem, indagará o leitor, com isto o propósito é exatamente contrário ao sugerido pelo cabeçalho, que é o de espantar, e não atrair mosquitos!

Acontece que o mosquito macho não pica; é justamente a fêmea que normalmente vem perturbar o nosso sono e, como não poderia deixar de ser, o mosquito fêmea é repelido pelo mesmo som que atrai o mosquito macho.

Caso montemos um destes osciladores para 2 kHz de frequência, certamente iremos espantar os mosquitos fêmeas e dormir tranquilamente; porém, quem se aventura a passar uma noite inteira ouvindo um som constante de 2 kHz?!

Felizmente as experiências vieram mostrar que um sinal de frequência ultrassônico tem praticamente os mesmos efeitos

de repulsão sobre os mosquitos que a frequência de 2 kHz, com a grande vantagem de ser inaudível para a espécie humana.

Desta forma nos propusemos a idealizar um oscilador particularmente adaptado para este tipo de aplicação, ou seja, espantar mosquitos.

## ***O CIRCUITO***

O esquema completo do dispositivo antimosquitos está mostrado na Fig. IV-1. Como se vê, o circuito é o de um oscilador de onda retangular, cuja frequência poderá ser variada através do trimpot P1, visando encontrar-se a melhor frequência de, digamos, repulsão para determinada espécie de mosquitos. Com os valores solicitados na lista de material, esta frequência irá estender-se desde 17 kHz a 23 kHz aproximadamente.

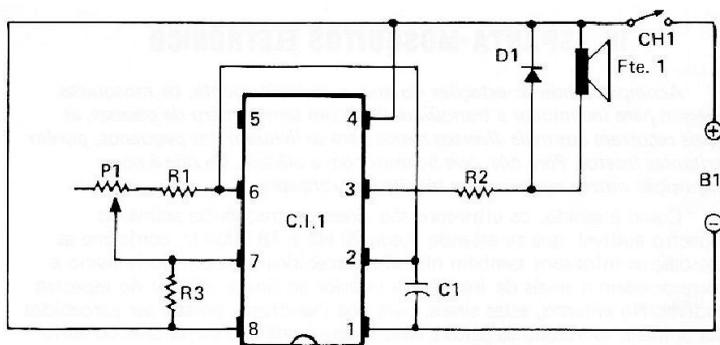


Fig. IV-1 — Circuito elétrico do “espanta-mosquitos eletrônico”.

#### LISTA DE MATERIAL

##### Semicondutores

C.I.1 — Integrado 555 ( $\mu$ A 555, NE555, etc.)

D1 — Diodo retificador 1N4002 ou 1N4003 ou equivalente

Resistores (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)

R1 — 820  $\Omega$

R2 — 27  $\Omega$

R3 — 4,7 k $\Omega$

P1 — ‘trim-pot’ de 1 k $\Omega$

##### Capacitor

C1 — 0,01  $\mu$ F, poliéster metalizado

##### Diversos

CH1 — Chave liga-desliga do tipo rosca, preferencialmente

Fte. 1 — Alto-falante 8  $\Omega$ , 2,5” a 5”, e de boa resposta em freqüência (‘tweeter’)

B1 — Bateria ou fonte de 6 a 12 volts CC (vide texto)

1 Soquete de 8 pinos para o C.I. 555

1 Folha de decalque ácido-resistente — linhas retas de 0,8 mm de espessura (tipo ‘Alfac’ E.C.941 — vide texto)

1 Folha de símbolos ácido-resistentes — “bolinhas” de 3,16 mm de diâmetro (tipo ‘Alfac’ E.C.991/2 — vide texto)

1 Folha para circuitos integrados d.i.l. ácido-resistentes (tipo ‘Alfac’ E.C.996/1 — vide texto)

Fio rígido e flexível, “rabicho” para a bateria de 9 volts, plaqueta de circuito impresso, caixa plástica (vide texto), solda, percloroeto de ferro, etc.

O valor da tensão de alimentação não é rígido, porém deve estar compreendido entre 6 volts e 12 volts, podendo ser formado pela associação, em série, de quatro a oito pilhas convencionais de 1,5 volt — o fato do circuito poder operar com esta forma de valores de tensão confere ao mesmo uma flexibilidade útil, pois poderá ser ligado diretamente à bateria (de 6 volts ou 12 volts) de um automóvel, nas noites de ‘camping’, ou ainda a uma pequena bateria de 9 volts, possibilitando uma montagem compacta para o dispositivo. É claro que quanto maior for o valor da tensão aplicada, maior será o nível sonoro do dispositivo e, portanto, maior será o seu raio de ação; porém a potência entregue ao alto-falante está limitada pela máxima potência que o integrado é capaz de manipular sem danificar-se,

justificando-se assim a presença do resistor R2, cuja finalidade é limitar a corrente do estágio de saída; paralelamente, o diodo 01 destina-se à dissipação do campo magnético desenvolvido na bobina do alto-falante Fte. 1.

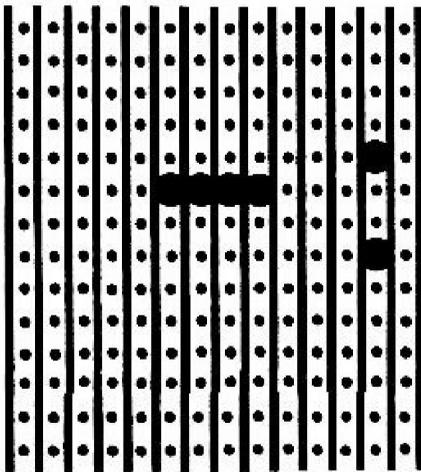


Fig. IV-2 — Aspecto da plaqueta, em tamanho aproximadamente real, utilizada no protótipo.

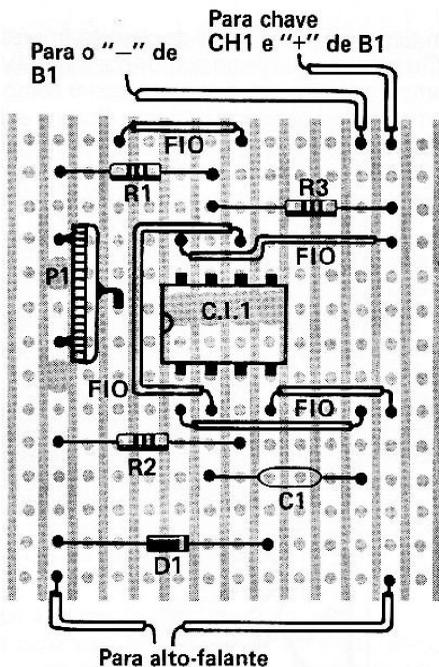


Fig. IV-3 — Distribuição dos componentes na plaqueta semiacabada e os fios de interconexão.

Outro fator que influi no rendimento do circuito são as dimensões e a resposta do alto-falante utilizado.

De qualquer modo, ainda que pequena, a potência sonora entregue pelo transdutor é mais do que suficiente para afastar os mosquitos por um raio plenamente satisfatório para a maioria dos casos de uso do dispositivo. Para maiores informes sobre a potência de saída do dispositivo, veja o Apêndice III.

## A MONTAGEM

Devido à simplicidade do circuito poderemos optar, entre outras, pela montagem em um pedaço de placa padronizada do tipo semiacabada, conforme a sugestão apresentada na Fig. IV-2, onde estão mostradas as interrupções a serem realizadas nas veias de cobre; a Fig. IV-3 apresenta o 'layout' (distribuição) dos

componentes nessa mesma placa, sendo este o procedimento a ser seguido pelo leitor menos experiente em montagens.

Aqueles que tiverem alguma prática poderão preparar a própria placa de fiação impressa, seguindo a sugestão apresentada na Fig. IV-4, a qual mostra, em tamanho real, a placa de circuito impresso vista pelo lado cobreado, utilizada pelo Autor no protótipo; a Fig. IV-5 apresenta a distribuição dos componentes na referida placa, assim como as conexões para outros componentes externos à mesma. Porque a distribuição dos componentes não é crítica, o leitor poderá idealizar uma outra disposição, tomando o cuidado de primeiramente adquirir todos os componentes solicitados na lista de material para ter uma ideia das suas dimensões físicas.

Como toda a boa montagem requer, principalmente com circuitos integrados, é necessário que a ponteira do ferro de soldar (no máximo de 30 W) esteja imaculadamente limpa e que sua ponta seja fina.

Caso o leitor tenha optado pela montagem em placa padronizada do tipo semiacabada, a primeira providência é cortar os filetes de cobre conforme ilustra a Fig. IV-2, certificando-se de que as interrupções, em número de seis, foram realmente realizadas e que não existe nas proximidades delas contato entre dois filetes paralelos. Para garantir sucesso absoluto convém, após terem sido feitos todos os cortes, passar entre as pistas de cobre a ponta de um elemento cortante, como, por exemplo, uma faca.

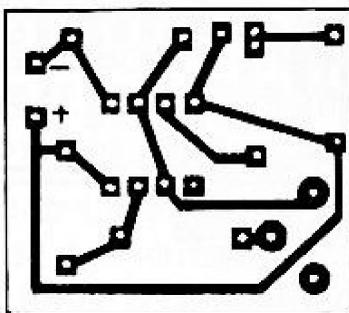


Fig. IV-4 — Sugestão, em tamanho natural, para a confecção de uma plaqueta para a montagem do dispositivo.

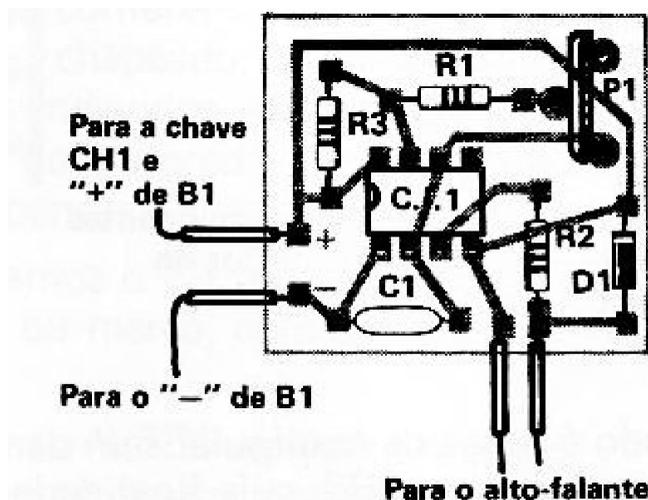


Fig. IV-5 — 'Layout' dos componentes na placa construída artesanalmente.

Inicie a montagem interligando, através de fio rígido, os pontos assinalados na Fig. IV-3, caso o leitor tenha optado por este tipo de montagem; em caso contrário, não há necessidade de tal.

Soldar os resistores, diodo e capacitor que, por não ser eletrolítico, não apresenta polaridade. A seguir solde o trimpot no local correspondente; observe que os lides de alguns componentes apresentam diâmetro maior que o dos furos existentes na placa padronizada; neste caso, é necessário alargar tais furos — se o leitor fez a sua placa de circuito impresso, não terá este tipo de dificuldade.

Em seguida solde o C.I., ou o seu soquete (medida preferível), em sua posição adequada, observando a orientação do seu chanfro ou marca em relação à Fig. IV-3 ou IV-5, conforme for o caso — a inversão ocasionará o não funcionamento do circuito e muitas vezes o integrado se danificará irremediavelmente.

Finalmente solde os fios (flexíveis) que irão ter acesso ao alto-falante e à bateria, lembrando que esta última apresenta polaridade, a qual deve ser obedecida. Entre o "+" da bateria, ou fonte, e a placa será incorporada a chave Liga-Desliga. Caso o dispositivo venha a ser utilizado em locais onde a energia elétrica

é de fácil acesso, poderemos optar por uma fonte em substituição à bateria; como sugestão, a Fig. IV-6 mostra duas soluções possíveis, com as respectivas listas de material. Para a utilização em automóveis aconselha-se acrescentar um fusível (500 mA), a fim de proteger a fiação do veículo em caso de algum curto.

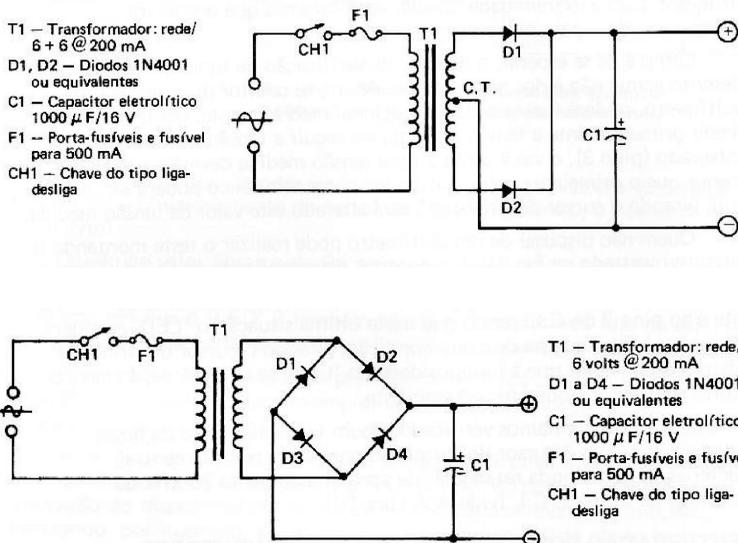


Fig. IV-6 — Opções de circuitos de fontes, a partir da tensão da rede, para alimentar o "espanta-mosquitos eletrônico".

Devido ao reduzido tamanho da montagem, o dispositivo poderá ser alojado no interior de uma caixa plástica de dimensões não superiores a 9 cm x 6 cm x 3 cm, dimensões estas que correspondem, por mera coincidência (? !), às dimensões de uma saboneteira de plástico rígido! Nesta caixa, serão feitos alguns furos no local onde for fixado o alto-falante, com o fim de permitir a saída do som (inaudível); o alto-falante será colado à caixa com o preparado 'Durepox' (outro tipo de cola similar como, por exemplo 'Araldite', também serve); é necessário tomar cuidado para que a cola não agarre no papelão (cone) do alto-falante nem impeça o seu movimento normal. A fixação do interruptor à caixa também requer que seja feito um furo apropriado; a bateria (no nosso caso, de 9 volts) ficará totalmente livre dentro da caixa, a fim de possibilitar a sua substituição quando se esgotar.

## **AJUSTES**

Praticamente não existem ajustes a serem realizados. O único a verificar é o funcionamento do dispositivo; isto pode ser feito tentando escutar o sinal por ele emitido. Para isto, giramos o cursor do trimpot de forma que o mesmo introduza o maior valor resistivo no circuito, correspondendo à menor frequência, e aproximamos o alto-falante do ouvido com a intenção de ouvir o sinal; se o nosso ouvido estiver em plena e ótima forma, escutaremos um zumbido caracterizando um sinal de frequência próxima a 17 kHz, informando-nos que o aparelho está funcionando; girando o cursor do trimpot para a extremidade oposta, verificaremos que o sinal irá desaparecendo... para nosso ouvido.

Como é de se esperar, o método de verificação de funcionamento descrito acima não é dos mais seguros. Assim, se o leitor dispuser de um voltímetro, poderá fazer um teste funcional mais eficiente, consistindo em medir primeiramente a tensão da fonte e a seguir a tensão na saída do integrado (pino 3); o valor desta última tensão medida deverá ser ligeiramente menor que o primeiro, porém nunca igual, nem tampouco poderá ser de zero volt; girando o cursor do trimpot, será alterado este valor de tensão medida.

Quem não dispuser de um voltímetro pode realizar o teste montando o circuito mostrado na Fig. IV-7: o ponto A deve ser ligado ao "+" da fonte de alimentação, enquanto o ponto B deve ser levado alternadamente ao "-" da fonte e ao pino 3 do C.I., sendo que nesta última situação o 'LED' acenderá com menor brilho que na primeira condição; girando o cursor do trimpot poderemos constatar que a luminosidade do 'LED' se alterará, se, é claro, o circuito estiver funcionando corretamente.

Uma vez que tenhamos verificado o bom funcionamento da nossa montagem, giramos o cursor do trimpot para a sua posição central, caracterizando uma onda retangular de aproximadamente 20 kHz de frequência na saída do C.I. (vide Apêndice III).

## IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES

A Fig. IV-8 abaixo identifica os lides de conexão dos semicondutores empregados nesta montagem.

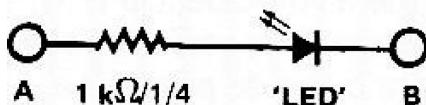


Fig. IV-7 — Circuito de teste para a verificação do funcionamento do dispositivo "espantador de mosquitos".

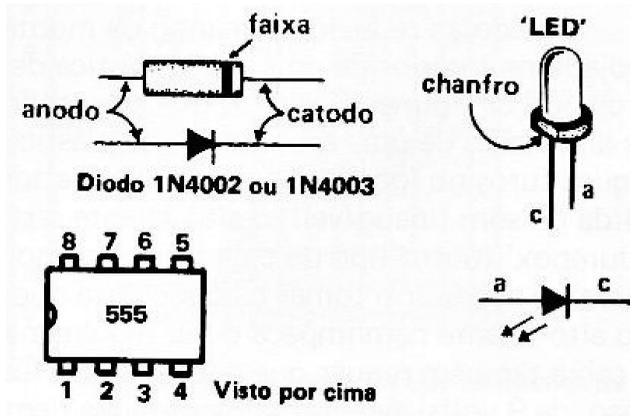


Fig. IV-8 — Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados na montagem descrita.

---

## V. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CONTROLADO PELA LUZ

---

Este circuito permite que a carga (uma lâmpada, um ventilador, etc.) a ele conectada seja ativada tão logo a luminosidade existente no local onde estiver instalado o seu sensor alcance uma certa penumbra. A carga permanecerá ativada até o instante em que a luminosidade do ambiente se tornar relativamente intensa e aí o circuito desligará a carga a ele "pendurada".

Inúmeras são as aplicações para este dispositivo que, mesmo simples, presta relevantes serviços, entre os quais podemos citar:

- comandar automaticamente as lâmpadas dos corredores de um prédio de apartamentos: tão logo anoiteça, as mesmas serão ligadas, e assim que os primeiros raios do Astro-Rei se fizerem presentes, o dispositivo as desligará, dispensando, desta forma, a presença do porteiro ou zelador do prédio;
- a mesma ideia, porém com outra finalidade, é fazer com que o dispositivo venha a ligar (e desligar) a(s) lâmpada(s) da entrada das casas de veraneio ou de campo, com a intenção, entre outras, de fazer crer aos "curiosos" que há alguém morando constantemente naquela residência. Isto se traduz em uma proteção da casa contra as eventuais investidas dos "amigos do alheio" podendo, inclusive, ser empregado com esta mesma finalidade em apartamentos, quando seus locatários saírem nas férias;
- o dispositivo também poderá ser utilizado como um sistema de proteção ao manipulador de máquinas "pesadas" e que tragam periculosidade, tais como serras elétricas, prensas elétricas, furadeiras de

grande porte, etc.: tão logo o manipulador da máquina, por distração ou descuido, colocar a mão na faixa perigosa, o dispositivo o alertará, através de um aviso sonoro e/ou luminoso, do perigo que está correndo ao colocar a mão naquela zona de perigo iminente;

- o circuito pode ser utilizado como um sistema de aviso, alertando, por exemplo, ao médico que um de seus pacientes entrou no consultório médico e está à sua espera;
- poderá ser utilizado como diletantismo, assim como o de fazer tocar uma campainha tão logo o "grande mágico" passe a mão, não menos mágica, em cima de um objeto.

É claro que cada leitor encontrará as suas próprias aplicações para o dispositivo em questão; acima foram mencionadas algumas, porém não todas as aplicações para este circuito. Isto visou apresentar ao leitor uma pequena parte das inúmeras aplicações práticas possíveis de serem obtidas, porquanto o Autor idealizou o circuito visando um objetivo totalmente diverso dos mencionados, ou seja, o dispositivo estará sendo usado para comandar as lâmpadas de sinalização (faroletes ou lanternas) do automóvel do Autor: quando anoitece, ou mesmo escurece, as mencionadas lâmpadas se acendem (desde que a chave de ignição esteja operada), o mesmo ocorrendo quando o veículo passa no interior de um túnel e a sua saída, ou quando o dia está claro, as mesmas são desligadas sem que o motorista faça qualquer movimento ou esforço físico ou... mental!

## **O CIRCUITO**

O diagrama esquemático do nosso interruptor automático pode ser visto na Fig. V-1. Pelos conceitos teóricos sobre o integrado 555, expostos no segundo capítulo desta obra, verificamos que o C.I. está operando como um monoestável porque os pinos 6 e 7 estão interligados, e porque a entrada-disparo (pino 2) não está interligada à entrada sensor de nível — pino 6. Como é do nosso conhecimento, os monoestáveis

se caracterizam, como sua própria designação sugere, em dispositivos de um único estado estável ou permanente ou, ainda, fixo: quando estes circuitos, devido a um pulso de disparo ou partida ('start'), comutam do seu estado estável para o outro seu estado, permanecem neste último por determinado período de tempo, que dependerá das características de uma malha de temporização normalmente do tipo RC (resistor-capacitor), retornando a seguir ao seu estado de repouso — estado estável — assim permanecendo até que se verifique outro estímulo de disparo, quando o ciclo se repetirá.

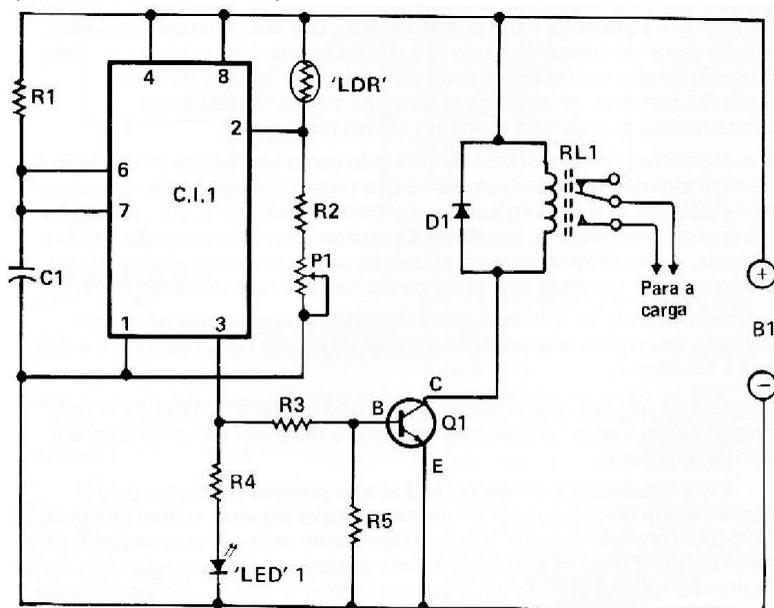


Fig. V-1 — Diagrama esquemático do interruptor crepuscular em sua versão mais simples

O elemento sensor do nosso interruptor é um 'LDR' (em inglês 'Light Dependent Resistor', ou seja, um resistor de resistência variável com a luz ou foto resistor). Quando um 'LDR' é fortemente iluminado, a resistência ôhmica entre seus terminais é de baixo valor — normalmente inferior a 1kOhms; à medida que a luminosidade nele incidente vai decrescendo, a resistência ôhmica vai gradativamente aumentando, até tornar-se

extremamente elevada (da ordem de megohms) em ambientes escuros. É justamente esta propriedade inerente aos 'LDR' a aplicada ao circuito, como veremos a seguir.

Estando o 'LDR' iluminado — baixa resistência ôhmica — o divisor resistivo formado por ele próprio e por R2 e P1 (Fig. V-1) nos garante um nível de tensão superior à terça parte da tensão de alimentação na entrada-disparo do integrado (pino 2); por esta razão, a saída do C.I. — pino 3 se situará em um nível de tensão próximo a zero volt. Este reduzido nível de tensão é incapaz de fazer com que o transistor 01, do tipo n-p-n, conduza, o qual, ao permanecer no corte, interromperá a alimentação do solenóide do relé R L1 e este estará desoperado; seu contato permanecerá na posição apresentada na Fig. V-1; da mesma forma, o 'LED' não emitirá luz, por não receber polarização conveniente através da saída do integrado.

Contudo, se o 'LDR' se encontrar em um ambiente escuro, ou de reduzida luminosidade, a sua resistência ôhmica aumentará a tal ponto que o potencial na entrada-disparo do C.I. se situará em um valor inferior à terça parte da tensão nominal de alimentação e, como foi explicado no segundo capítulo, a saída do integrado passa do nível baixo para o nível alto em tensão — valor próximo ao de alimentação. Pois bem, esta tensão de saída através do resistor R4, que é um limitador de corrente para o 'LED', fará com que o diodo eletroluminescente passe a emitir luz, informando ao usuário que a carga comandada pelo dispositivo certamente foi ativada, já que o nível do pino 3 do C.I. também é acoplado, através dos resistores R3 e R5, ao transistor Q1, fazendo-o conduzir fortemente. Consequentemente, o relé R L1 irá operar, provocando a comutação do seu único contato à outra posição, justamente a que irá levar a adequada alimentação à carga elétrica tal como uma campainha ou cigarra, um ventilador, lâmpada, etc. Nestas condições, o desativamento da carga só ocorrerá em um dos dois casos abaixo:

1° — o ciclo de temporização caracterizado pelos valores de R1 e C1 ainda não se esgotou e o 'LDR' está recebendo alta luminosidade: a carga será desativada após o encerramento do período de temporização estabelecido através da rede R1-C1;

2° — o ciclo de temporização já se esgotou e o 'LDR' ainda continua a receber pouca luminosidade: a carga será

desativada tão logo o 'LDR' se situe em um ambiente bastante claro — alta luminosidade.

Pelo exposto acima, concluímos que praticamente cabe ao 'LDR' a função de indiretamente desenergizar a carga, pois o período de temporização foi feito bem pequeno, de forma a acentuar ainda mais o efeito do 'LDR' no desativamento da carga (vide Apêndice IV). O potenciômetro P1 (Fig. V-1) permite ajustar o ponto de disparo do circuito em função da luminosidade incidente no 'LDR'; o elevado valor ôhmico deste potenciômetro (2,2 MOhms) possibilita encontrar-se um ponto de operação satisfatório em praticamente qualquer situação de variação de luminosidade — o resistor R2 tem por finalidade limitar a corrente que circulará pelo 'LDR' nas piores condições de funcionamento, ou seja, ambiente fortemente iluminado e resistência de P1 mínima.

O diodo D1 (Fig. V-1) escoa o campo desenvolvido na bobina do relé quando da sua desativação, protegendo o transistor Q1 contra este tipo de transientes que poderiam danificá-lo.

No que concerne à alimentação, o único que se requer é que ela seja compatível com a tensão nominal de operação do relé R L1; como foi utilizado no protótipo um relé para 12 volts C.C., o valor da tensão de alimentação também terá de ser de 12 volts C.C.; porém, nada impede que seja utilizada uma tensão contínua entre 6 volts e 15 volts com, evidentemente, a correta substituição do relé especificado por um outro destinado a operar com a tensão escolhida. De qualquer forma, a Fig. V-2 mostra o esquema elétrico de uma fonte para aproximadamente 12 volts C.C., a partir da tensão alternada da rede elétrica domiciliar, que poderá ser empregada para alimentar o circuito da Fig. V-1. Também nada impede que sejam associadas várias pilhas até formar a tensão almejada — 12 volts.

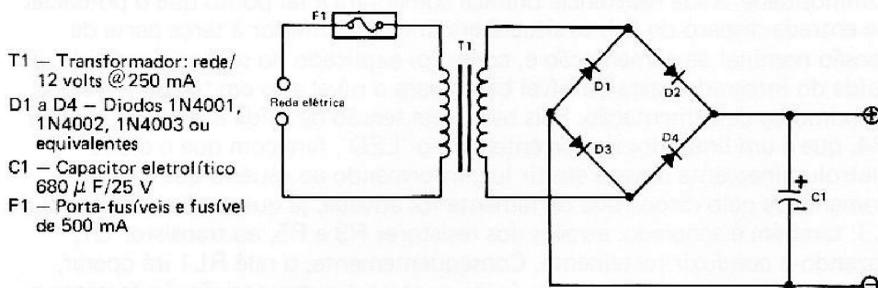


Fig. V-2 — Fonte de alimentação de 12 volts para alimentar o circuito do interruptor.

Como o circuito foi especificamente desenvolvido para comandar os faroletes do carro do Autor, é fornecido, através da Fig. V-3, o diagrama esquemático do interruptor eletrônico para esta aplicação, assim como a sua conexão aos diversos pontos da rede elétrica do automóvel, a qual aparece desenhada em linhas mais grossas nesta figura — esta configuração é a usual na maioria, senão em todos os veículos de procedência nacional. As únicas diferenças deste circuito em relação ao apresentado na Fig. V-1 é a presença do conjunto C2-Q2-D2-R6 e do capacitor C3; este último desacopla a entrada-controle do C.I., a fim de melhorar a imunidade do integrado ao ruído. O conjunto C2-Q2-D2-R6 se constitui em um circuito cuja finalidade é estabilizar em aproximadamente 12 volts a tensão de alimentação para o restante do circuito, sendo eliminadas, portanto, as sobre tensões que ocorrem quando o dínamo estiver funcionando e carregando a bateria do veículo. Realiza, ainda, uma filtragem dos espúrios provenientes da comutação de cargas indutivas como, por exemplo, o motor de arranque do carro. O fusível F1 protege a instalação elétrica do carro caso algum acidente, como um curto-circuito, venha ocorrer com o nosso dispositivo. Finalmente, a chave liga-desliga CH1, optativa, tem por finalidade desligar o circuito quando não houver interesse em sua utilização.

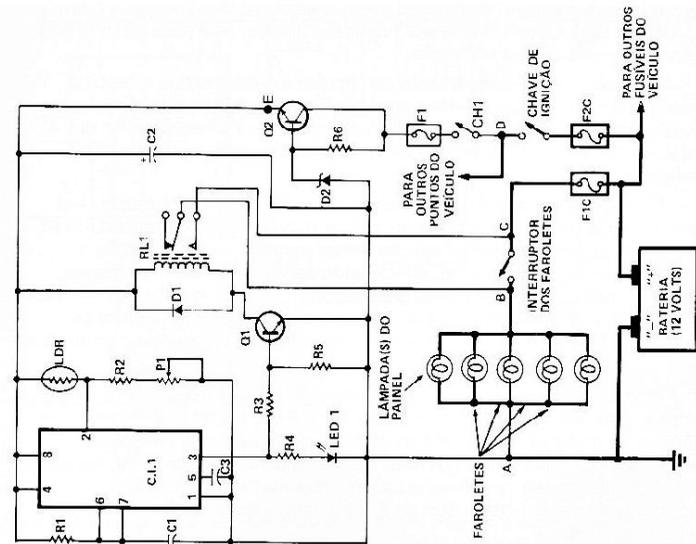


Fig. V.3 — Diagrama esquemático do interruptor automático para a sua utilização em veículos de 12 volts (negativo à massa), assim como as ligações restantes para o circuito elétrico do veículo.

#### LISTA DE MATERIAL

<b>Semicondutores</b>	<b>Capacitores</b>
C.I. 1 — Integrado 555 (UA 555, NE555 ou equivalente)	C1 — 4,7 $\mu$ F/16 V, eletrolítico
C1.1 — Transistor BC238 ou equivalente	C2 — 220 $\mu$ F/16 V, eletrolítico
C2 — Transistor AC187 ou equivalente	C3 — 0,01 $\mu$ F, políéster ou mica
D1 — Diodo 1N4002, 1N4003, etc.	<b>Diversos</b>
D2 — Diodo zener: 12 V/400 mW	RL1 — Rele para 12 volts, um contato flexível por 6 ampéres dependendo da corrente solicitada pela carga
LED1 — Foto-transistor de luz vermelha (NSL 5053 ou equivalente)	F1 — Porta-fusíveis para circuito impresso e fusível de 500 mA
<b>Resistores:</b> (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)	CH1 — Chave do tipo liga-desliga, optativa (vide texto)
F1 — Potenciômetro-miniatura de 2,2 M $\Omega$	1 Placa padrão tipo semi-acabada de 10 cm x 10 cm, ou maior
R1 — 82 $\Omega$	1 Soquete, do tipo duplo em linha, de 8 pinos, para o integrado 555
R2 — 1 k $\Omega$	1 Metro de fio rígido encaixado
R3 — 470 $\Omega$	1 Metro de fio flexível e fino
R4 — 330 $\Omega$	1 Metro de fio paralelo, bitola 18 AWG (vide texto)
R5 — 330 $\Omega$	Caixa plástica (vide texto), solda de 1 mm, etc.
R6 — 330 $\Omega$	

Basicamente o funcionamento do circuito é o mesmo que o descrito anteriormente; no entanto, vale a pena observar que o interruptor só recebe alimentação quando a chave de ignição estiver "ligada". Isto significa que à noite, ao "desligarmos" o carro, os faroletes com certeza também serão desligados.

Em repouso, o circuito consome cerca de 20 mA, o que é desprezível para a bateria do veículo, ainda mais se levarmos em conta que o circuito só funcionará quando a chave de ignição estiver operada e nesta situação a bateria do veículo, no mínimo, estará sendo carregada através do dínamo. Quando o relé comuta, o circuito passa a consumir cerca de 110 mA — estes valores foram obtidos em laboratório ao aplicar-se 15 volts C.C. entre os pontos A e D (Fig. V-3), obtendo-se um valor de 11,8 volts entre o ponto E e terra.

Para veículos de 6 volts (veículos mais antigos), o circuito torna-se mais simples, pois não é utilizado o conjunto Q2-D2-R6 devido às características elétricas do integrado; a Fig. V-4 mostra o circuito para esta versão; os valores dos componentes são os mesmos que os do circuito anterior, exceto o relé R L1: ele deve ser para 6 volts C.C. cujos contatos sejam capazes suportar uma corrente da ordem de 6 A ou mais — recomendamos o relé RU 110006 da 'Schrack'.

Para as aplicações em que o interruptor automático não seja utilizado em veículos, poderemos montar o circuito da Fig. V-1, que é o mais simples de todos.

Poderemos fazer com que o circuito funcione ao "contrário", ou seja: ativar a carga somente quando o 'LDR' for iluminado; isto é conseguido através do outro contato, não utilizado, do relé. Poderemos ainda fazer com que uma carga permaneça ativada e outra desativada quando o 'LDR' estiver no escuro; tão logo ele seja iluminado, a situação das cargas se inverterá, isto é, a carga que estava operada irá desoperar, e a que estava desoperada será ativada — a Fig. V-5 apresenta as conexões que devem ser realizadas no contato reversível do relé para comandar cargas elétricas, tais como lâmpadas, através da energia elétrica da rede domiciliar.

## **A MONTAGEM**

A montagem do circuito não traz problemas e a distribuição dos componentes não é crítica; por isso, cada leitor poderá fazer a sua própria placa de fiação impressa de acordo com a versão escolhida dentre as três apresentadas. No entanto, daremos a descrição da montagem do protótipo experimental realizada pelo Autor para o circuito da Fig. V-3, o qual é utilizado para aplicações em viaturas de 12 volts com negativo à massa.

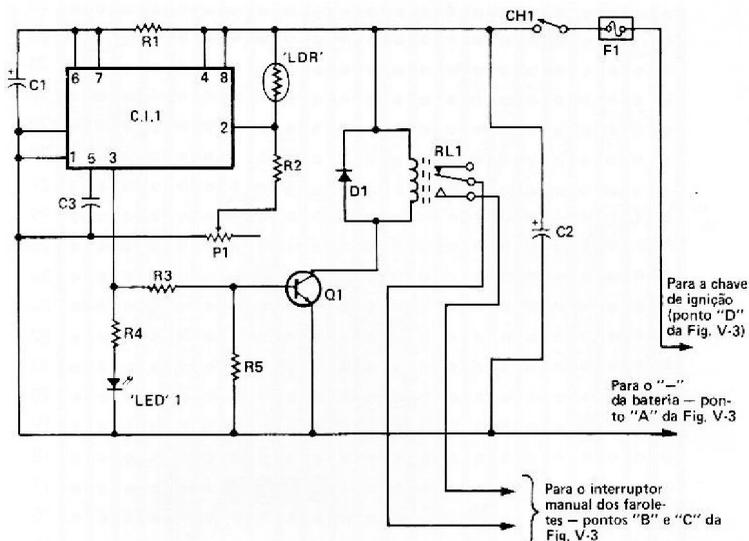


Fig. V-4 — Versão do circuito para veículos de 6 volts (negativo à massa). Observar que a única diferença deste para o circuito anterior (Fig. V-3) é a ausência do conjunto Q2-D2-R6.

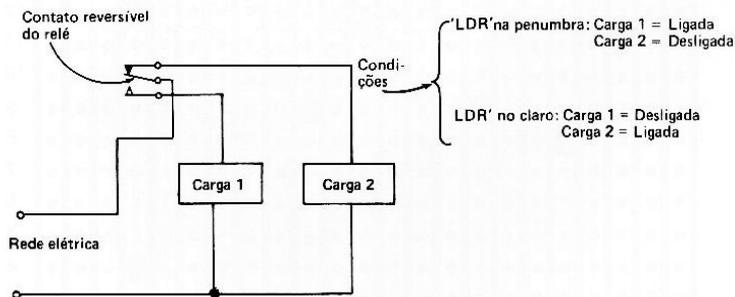


Fig. V-5 — Forma de comandar cargas C.A., tais como sirenas, lâmpadas, etc., a partir da tensão da rede domiciliar e através dos contatos do relê.

Uma vez adquirida a placa padronizada do tipo semiacabada, de 1300 furos (10 cm x 10 cm), cortamo-la, por meio de uma serrinha ou cortador de fórmica, de maneira a termos 23 colunas com 33 furos cada uma, conforme é mostrado na Fig. V-6; a seguir, interrompemos com o cortador algumas

veias de cobre, tal como é mostrado nesta mesma figura — para facilitar o leitor, as colunas são identificadas por letras e as linhas por números. Assim sendo, as interrupções mencionadas ocorrem nos seguintes furos, assim codificados: D-19, E-8, E-15, H-9, H-16, N-9, N-17, O-10, O-17, P-17, P-24, O-17, T-4, T-12, T-23, perfazendo um total de quinze interrupções. Observamos ainda que foram alargados quatro furos, os quais se destinam à fixação da placa impressa na faixa através de parafusos e porcas de 1/8" (aproximadamente 3,2 mm).

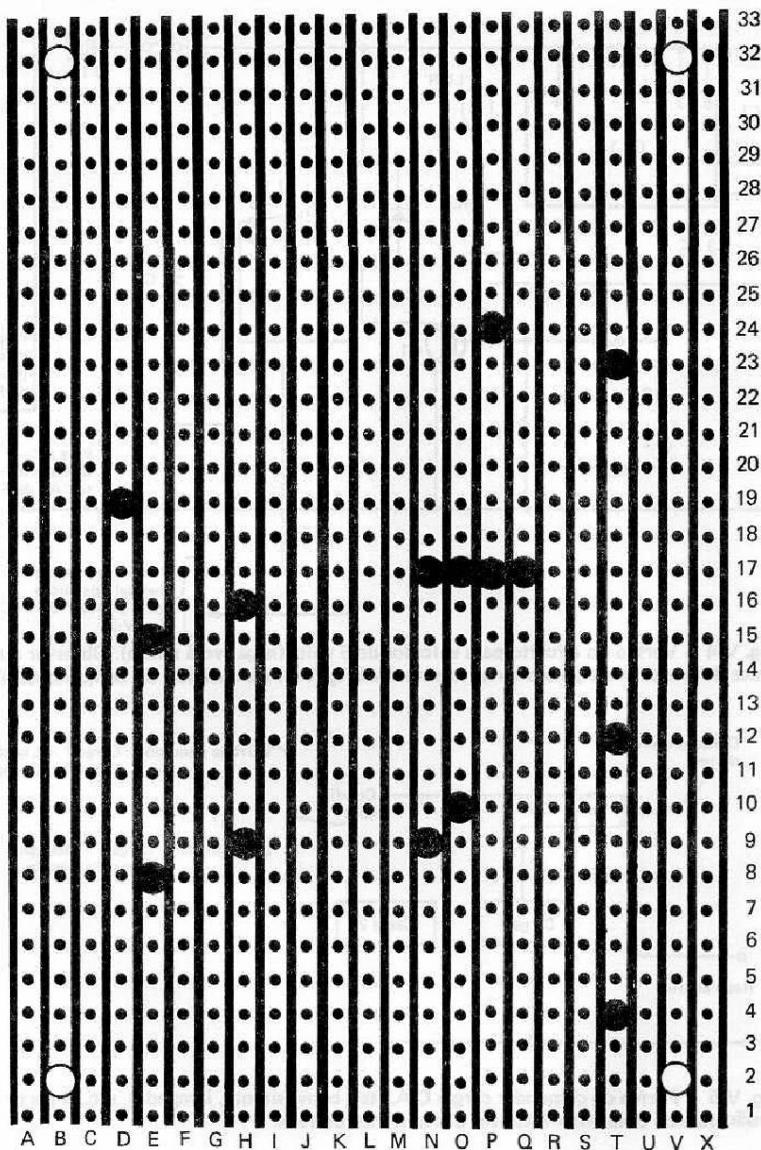


Fig. V-6 — Interrupções a serem realizadas na plaqueta, do tipo semiacabada, para comportar os componentes do interruptor fotoelétrico.

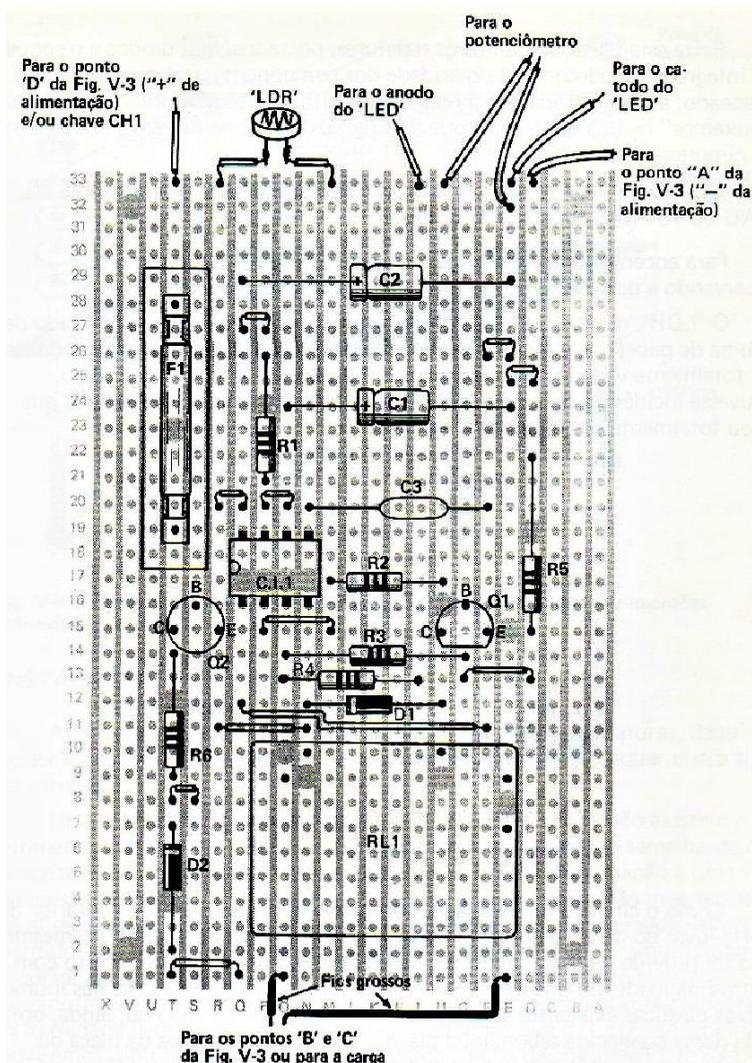


Fig. V-7 — Distribuição dos componentes na plaqueta de circuito impresso semiacabada.

A distribuição dos componentes nesta placa pode ser apreciada na Fig. V-7; o leitor observará a presença de várias conexões ('straps') entre alguns pontos; elas devem ser feitas com fio rígido encapado, constituindo-se na primeira fase da

montagem. Desta forma, estarão interligados os seguintes furos da placa (Fig. V-7): T-1 a Q-1, T-8 a S-8, R-11 a N-11, R-20 a O-20, Q-12 a F-11, Q-27 a P-27, P-15 a M-15, P-20 a O-20, G-13 a D-13, F-26 a E-26 e E-25 a D-25, num total de 11 'straps'.

Feita esta parte, soldamos os resistores, porta-fusíveis, diodos e o soquete do integrado, obedecendo à polaridade dos componentes, tal como ilustra o chapeado; a seguir, soldamos o relé, os capacitores e transistores. Finalmente, "puxamos" os fios flexíveis — que irão ter aos componentes e pontos externos ao circuito.

**Obs.:** O par de fios que parte do contato do relé deve ser de bitola 20 AWG ou 18 AWG ou, ainda, menor, isto é, mais grosso.

Para encerrar a montagem basta colocar o integrado no soquete, observando a disposição do chanfro assinalada no chapeado (Fig. V-7).

O 'LDR', no nosso caso, foi instalado no interior do cilindro retirado da bobina de papel das máquinas de calcular de escritório; o fundo deste cilindro foi totalmente vedado com o preparado 'Durepox', de tal forma que só houvesse incidência de luz no 'LDR' pela outra extremidade (abertura) que ficou totalmente desimpedida (Fig. V-8).

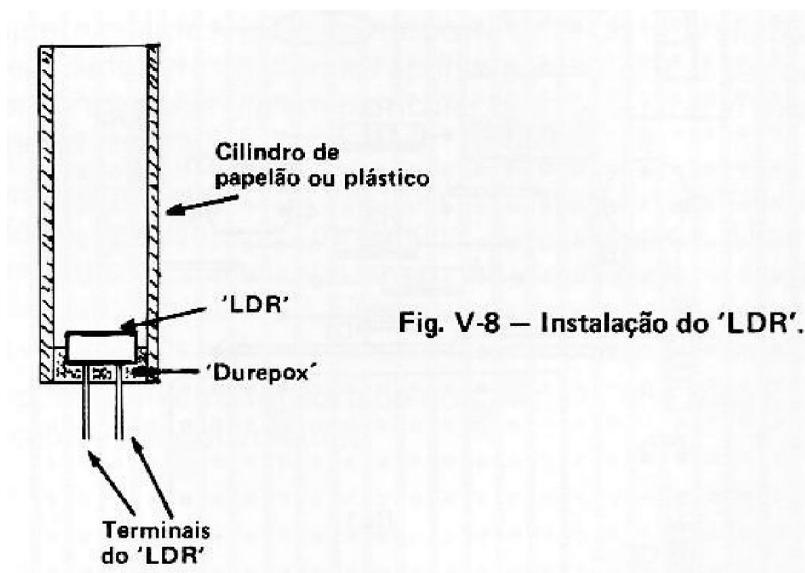


Fig. V-8 — Instalação do 'LDR'.

Como o circuito foi instalado, conforme veremos adiante, no interior do porta-luvas do carro, e, portanto, invisível aos olhos dos "profanos", o mesmo não foi provido de caixa; contudo, os leitores que utilizarem o circuito com outra finalidade, ou que assim o desejarem, podem recorrer a uma das inúmeras caixas plásticas existentes à venda em qualquer supermercado ou, ainda, optar pela nossa conhecida saboneteira plástica. Aliás, as dimensões da placa de circuito impresso são tais que permitem empregar esta última opção — a Fig. V-9 apresenta o croqui da fixação.

As informações dadas acima obviamente não são rígidas, e cada leitor poderá partir para uma outra distribuição de componentes na placa, inclusive incorporando a fonte de alimentação, quando for o caso.

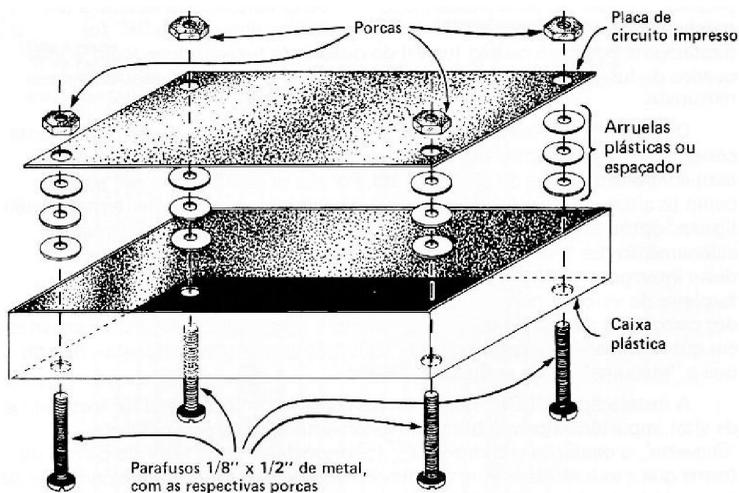


Fig. V-9 — Croqui da instalação do circuito no interior de uma caixa de dimensões reduzidas.

## INSTALAÇÃO

Ainda que seja descrita a instalação do interruptor em viaturas, daqui poderão ser extraídas ideias que certamente irão facilitar qualquer outro tipo de instalação.

Uma vez verificada a montagem e comprovando-se que não existem erros, submeteremos o circuito a uma verificação de funcionamento semelhante à descrita a seguir: ligamos convenientemente os fios de alimentação a uma fonte de tensão ou mesmo à bateria do automóvel. (Cuidado para não inverter os fios de alimentação; se isto ocorrer, o circuito integrado estará irremediavelmente perdido!) Se o 'LED' e o relé operarem de forma contínua, giramos lentamente o cursor do potenciômetro P1 até que os mesmos sejam desativados. Diminuímos a luminosidade incidente no 'LDR' tampando adequadamente a extremidade livre do cilindro e então verificaremos que o 'LED' emitirá luz e ouviremos simultaneamente o clique característico da comutação do relé —nesta condição o circuito estará ligando a carga; tão logo o 'LDR' seja exposto à claridade, o relé desoperará e o 'LED' deixará de emitir luz, indicando o perfeito funcionamento do circuito em ambas as condições. Caso tenha sido detectada alguma anomalia, deveremos fazer uma revisão

total na montagem, à procura das "bruxas" que provocaram o não funcionamento do circuito.

No caso do carro do Autor, um 'Chevette', foram feitos dois furos no painel plástico, à esquerda do motorista: um destina-se ao 'LED' e o outro para encaixar o cursor do potenciômetro; o "-" do circuito foi conectado a um parafuso auto-atarraxante que existe nas cercanias, enquanto o "+" foi diretamente ligado ao quarto fusível do quadro de fusíveis do veículo — este quadro de fusíveis está localizado na parte lateral do carro e à esquerda do motorista.

Os dois fios que partem do relé, os de maior diâmetro, foram diretamente conectados ao interruptor manual que se encontra na parte frontal do painel, também do lado esquerdo do motorista. Porque os faróis, tanto os "baixos" como os altos do veículo, só podem ser acionados quando as "lanternas" estão ligadas, optou-se pela solução de interromper o referido contato manual de acionamento das "lanternas", passando a ser esta a nova posição de repouso deste interruptor; desta forma, o motorista estará impossibilitado de ligar os faroletes do veículo, porém isto não traz graves consequências, pois a maioria dos carros está dotada do conhecido "alerta", justamente para atender os casos em que o motorista necessite chamar a atenção dos outros motoristas, mesmo que a "máquina" esteja desligada.

A instalação do 'LDR' requer certos cuidados: o local onde for instalado é de vital importância para o bom funcionamento do dispositivo. Para o 'Chevette', o conjunto cilindro-'LDR' foi disposto atrás do referido painel, de forma que a extremidade livre do cilindro aponta para os pedais de comando do carro; de qualquer forma, cada um em particular deverá escolher o local que proporcione melhores resultados.

O circuito propriamente dito foi "jogado" no interior do porta-luvas, sendo que a fiação foi devidamente "camuflada" atrás do painel. Uma sugestão é fazer um pequeno furo no porta-luvas com o intuito de passar a fiação do circuito; neste caso, tanto o 'LDR', 'LED' e potenciômetro terão de ser soldados aos respectivos fios após a passagem dos mesmos através do furo.

O cursor do potenciômetro foi cortado no tamanho, de forma a possibilitar a fixação do respectivo botão.

## **AJUSTES**

Estando totalmente instalado o circuito, ligamos a chave de ignição do carro e giramos o cursor do potenciômetro até que o 'LED' emita luz; tão logo isto ocorra, giramos lentamente o cursor, em sentido contrário ao anterior, até que o 'LED' "desligue". Este procedimento deve ser feito à luz do dia.

A seguir, ainda de dia, fazemos passar o carro por um túnel: se o circuito acender as "lanternas" do veículo, não há necessidade de mais ajustes; em caso contrário, giramos, ainda com o veículo no interior do túnel, o cursor do potenciômetro, lentamente, até que o circuito opere — observaremos que à saída do túnel o dispositivo se encarregará de desligar os faroletes.

Não há necessidade de ajustar o dispositivo para a parte da noite, desde que tenhamos realizado o procedimento acima descrito; no entanto, pode ser que sejam necessários alguns ajustes posteriores, a fim de que o circuito opere corretamente em qualquer túnel ou sob qualquer condição de luminosidade.

**Obs.:** Toda vez que o 'LDR' for mudado de posição, certamente se fará necessário um novo ajuste.

Para outras aplicações do dispositivo, o ajuste do ponto de operação é semelhante ao descrito, porém é muito mais fácil e simples de ser realizado do que para este caso.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES**

A Fig. V-10 abaixo identifica os lides dos semicondutores e componentes menos usuais solicitados na lista de material e utilizados na montagem do protótipo.

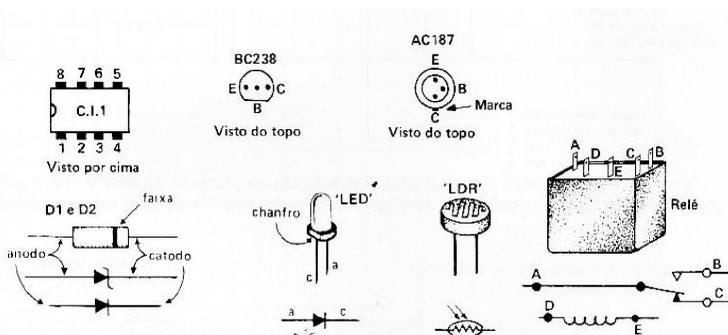


Fig. V-10 — Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados na montagem; inclusive os do 'LDR' e relé (um 'Schrack').

---

## **VI. MINUTERIA ELETRÔNICA**

---

Uma minuteria nada mais é do que um dispositivo mecânico ou eletromecânico, ou ainda, como é o caso, eletrônico, cuja finalidade é desativar (ou ativar) automaticamente a carga por ele comandada após encerrar-se um determinado período de tempo previamente programado.

Este dispositivo pode ser utilizado nas mais diversas situações, tais como: desligar o televisor, ventilador, ar condicionado, lâmpadas em prédio de apartamentos ou residências, bombas elétricas, enfim, em qualquer servomecanismo elétrico. Também poderá ser utilizado em laboratórios fotográficos, em sistemas de alarma, em jogos onde cada competidor terá de realizar seu lance ou jogada em tempo cronometrado, etc. Seu quase ilimitado campo de aplicação estará unicamente limitado pela capacidade criativa do usuário.

O nosso dispositivo, em particular, ainda possibilita a inversão do seu funcionamento, ou seja: ele poderá manter uma carga em constante funcionamento e, quando solicitado, desativá-la durante um período de tempo previamente programado pelo usuário, período este que poderá estender-se desde aproximadamente 24 segundos até 15 minutos. Caso haja interesse, este período poderá ser alterado, para mais ou para menos, a critério do montador (para maiores informações, veja o Apêndice V ao final da obra).

Outra característica bastante interessante deste nosso circuito é possibilitar a interrupção do período de temporização a qualquer momento que assim se desejar.

### ***O CIRCUITO***

O diagrama esquemático da minuteria eletrônica está mostrado pela Fig. VI-1; o seu princípio de funcionamento é descrito a seguir.

A tensão da rede é reduzida para 12 volts C.A. através do transformador T1, a qual, após a retificação — meia onda — e filtragem pelo capacitor eletrolítico C1, é aplicada ao circuito; nas condições apresentadas na figura, o potencial da entrada-disparo

do C.I. se encontra, através de R3, em um potencial acima de  $1/3$  de  $V_{cc}$  e, portanto, a saída do integrado se encontra em nível baixo, provocando a não condução — corte — do transistor Q1. Em consequência, o relé RL1 estará desoperado e o seu contato na condição mostrada por esta mesma figura; a carga, então, estará desativada. Ao pressionarmos a chave CH2, ainda que rapidamente, a entrada-disparo do C.I. será levada ao potencial terra, ocasionando o disparo do integrado (R3 garante um potencial alto no pino 2 enquanto CH2 estiver aberta, e ao mesmo tempo limita a corrente quando esta chave for calcada); a saída do C.I., agora em nível alto, ataca através de R4, que se constitui em um limitador de corrente, o transistor Q1; a condução deste faz operar o relé, o qual, através de seu contato, alimenta a carga através da energia elétrica da rede. O circuito assim permanecerá enquanto o capacitor C2 se carrega através de R1 e P1.

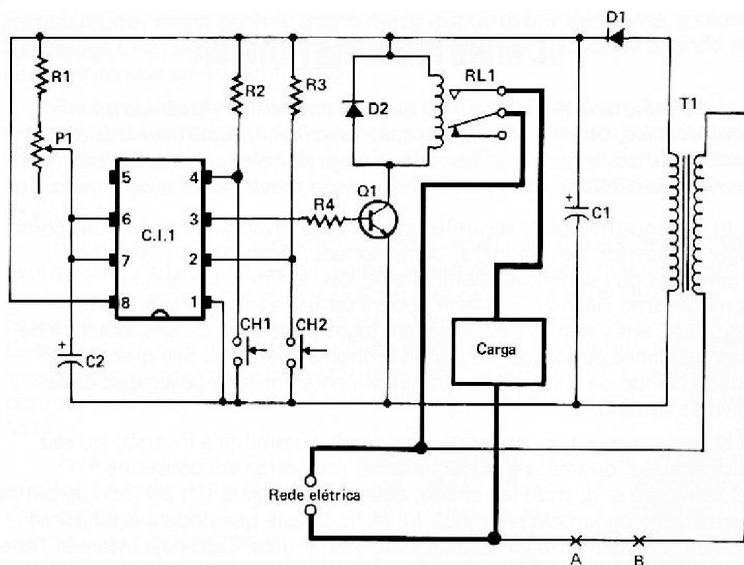


Fig. VI-1 — Diagrama elétrico da minuteria eletrônica.

Quando a d.d.p. entre seus terminais for da ordem de  $2/3$  da tensão de alimentação, o C.I. detecta este nível através do pino 6, fazendo com que a sua saída se torne praticamente nula, ocasionando o corte de Q1 e a desativação do relé e da carga. Simultaneamente, o capacitor se descarrega

instantaneamente através do pino 7 do integrado — o diodo D2 tem por finalidade escoar o campo desenvolvido pela bobina do relé quando da sua desativação.

Com os valores solicitados na lista de material para R1, P1 e C2, poderemos obter períodos de temporização entre aproximadamente 24 segundos e 15 minutos, conforme os cálculos apresentados no Apêndice V.

A chave CH1, optativa, permite interromper manualmente o processo de temporização, isto é: desativar manualmente a carga ainda que o período de temporização não tenha decorrido integralmente.

Entre os pontos A e B assinalados na Fig. V1-1 poderá ser incorporada uma chave do tipo liga-desliga, cuja finalidade é desligar o circuito quando o mesmo não for utilizado por longos períodos.

Quanto ao relé recomendado na lista de material, o mesmo permite manipular cargas de até 500 W, aproximadamente, potência esta que atende perfeitamente à maioria das aplicações domiciliares para este dispositivo. Havendo necessidade de manipular cargas de maior potência, teremos de substituir o relé por outro, cujos contatos possam manipular com uma folga de aproximadamente 50% a potência exigida pela carga; a única restrição é que a sua bobina seja para 12 volts C.C., e que a resistência ôhmica da mesma esteja compreendida entre 100 S-2 a 1000 Sl. Uma outra solução é aproveitar o relé recomendado, o qual irá energizar, através de seu contato, o outro relé de maior potência, cuja bobina seja alimentada através da própria rede elétrica — a Fig. VI-2 ilustra o exposto; tanto nesta como na figura anterior, observamos algumas linhas mais grossas em relação às demais; elas indicam que estas ligações deverão ser realizadas através de fios de maior calibre, compatível com a corrente que irá ser manuseada pela carga sob comando.

**LISTA DE MATERIAL****Semicondutores**

C.I. 1 – Integrado 555 ( $\mu$ A 555, NE555 ou equivalente)

Q1 – Transistor BC238 ou equivalente

D1, D2 – Diodo 1N4001, 1N4002, etc.

**Resistores** (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)

P1 – ‘trim-pot’ de 3,3 M $\Omega$  (vide texto)

R1 – 100 k $\Omega$  (vide texto)

R2 – 3,3 k $\Omega$

R3 – 10 k $\Omega$

R4 – 3,3 k $\Omega$

**Capacitores**

C1 – 2200  $\mu$ F/16 V, eletrolítico

C2 – 220  $\mu$ F/12 V, eletrolítico

**Diversos**

RL1 – Relé para 12 V C.C., bobina de resistência não inferior a 100  $\Omega$  e contatos reversíveis para 6 A, dependendo da corrente solicitada pela carga (‘Schrack’ mod. RU110012; contatos para 6 A)

CH1, CH2 – Interruptores de pressão de contatos normalmente abertos (N.A.) do tipo de rosca

T1 – Transformador: rede – 12 V a 200 mA

1 Placa virgem cobreada, de dimensões não inferiores a 12 cm x 8 cm

1 Metro de fio flexível fino

1 Metro de fio paralelo, bitola 20 AWG (vide texto)

1 Folha de símbolos ácido-resistentes para

circuitos integrados (tipo ‘Alfac’ E.C. 996/1)

1 Folha de símbolos ácido-resistentes de linhas retas de 0,8 mm de grossura (tipo ‘Alfac’ E.C.941) – optativa, poderá ser usada a caneta especial

1 Folha de símbolos ácido-resistentes para a fixação dos contatos do relé (tipo ‘Alfac’ E.C.903/2) – optativo, já que poderá ser utilizada a caneta especial para circuitos impressos.

1 Folha de símbolos ácido-resistentes “bolinhas” de 5 mm de diâmetro (tipo ‘Alfac’ E.C.916)

1 Folha de símbolos ácido-resistentes “bolinhas” de 3,16 mm de diâmetro (tipo ‘Alfac’ E.C.991/2) – optativa, poderá ser usada a caneta especial

1 Folha de símbolos ácido-resistentes de linhas retas de 1,55 mm de grossura (tipo ‘Alfac’ E.C.944) – optativa, poderá ser utilizada a caneta especial para circuito impresso

1 Soquete, do tipo duplo em linha, de 8 pinos, para o integrado 555

2 Parafusos de 3/8” x 1/8” com as respectivas porcas, para fixação do transformador (vide texto)

1 Parafuso de 3/4” x 1/8” com porca, para fixação da tomada

1 Tomada-fêmea do tipo chato – dar preferência às fabricadas pela ‘Pial’

1 Tomada-macho

Caixa plástica (vide texto), solda fina

(1 mm), breu, álcool, arruelas de passagem de borracha, etc.

Como foi dito anteriormente, poderemos, com este mesmo circuito, fazer com que a carga esteja permanentemente ativada, somente sendo desativada temporariamente ao realizarmos um contato no interruptor CH1 (Fig. VI-1); para conseguir isto, basta conectar a carga na outra saída do relé RL1, tal qual é mostrado na Fig. VI-3.

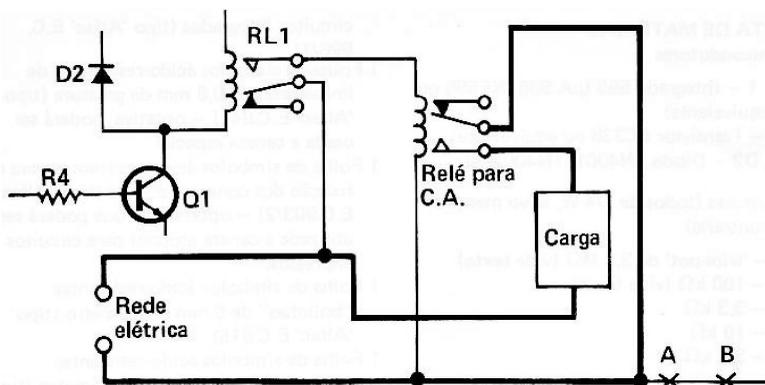


Fig. VI-2 — Forma prática para aumentar o poder de manipulação de potência da minuteria.

## A MONTAGEM

Para os leitores que dominam a arte de fazer placas de fiação impressa, é mostrada na Fig. VI-4, em tamanho natural, a placa do protótipo desenvolvido; contudo, nada impede que o leitor venha a montar o seu circuito numa placa padronizada de circuito impresso do tipo semiacabada. De qualquer forma, a descrição da montagem que ora se segue está baseada na placa apresentada na Fig. VI-4 e no circuito da Fig. VI-1.

Antes de fazermos a placa de fiação impressa convém verificar se os componentes adquiridos se enquadram no dimensionamento estabelecido para os do protótipo e, se for o caso, corrigirmos as diferenças de dimensões, principalmente nos capacitores e transformador, guiando-nos pelas Figs. V1-4 e VI-5.

Uma vez estando pronta a placa, daremos início à montagem, observando a distribuição sugerida na Fig. V1-5. Soldaremos inicialmente os resistores, capacitores e diodos, observando, nestes dois últimos, a sua polaridade; passar para o relé RL1 e trimpot P1, após, o soquete do integrado e o transistor —tomar cuidado com estes dois componentes: o soquete do integrado, assim como ele próprio, deve ficar com o chanfro ou marca para o lado esquerdo, e o transistor com a "barriga" para baixo (Fig. VI-5); outro cuidado a tomar é não aquecer em demasia os terminais dos semicondutores quando da sua soldagem, já que eles são inimigos naturais do calor.

**Obs.:** O trimpot P1 poderá ser substituído, a critério do montador, por um potenciômetro; neste caso teremos de "puxar" os respectivos fios da placa impressa.

Finalmente, soldados os componentes "leves", passaremos ao transformador: o mesmo é fixado à placa através de dois parafusos e respectivas porcas, de tal forma que os fios encapados (primário) fiquem do lado contrário aos demais componentes (vide Fig. VI-5); raspamos as extremidades livres dos fios do secundário — fios mais finos — e as estanhamos antes de serem soldadas à placa; finalmente soldamos os fios do secundário do transformador aos pontos da placa a eles destinados.

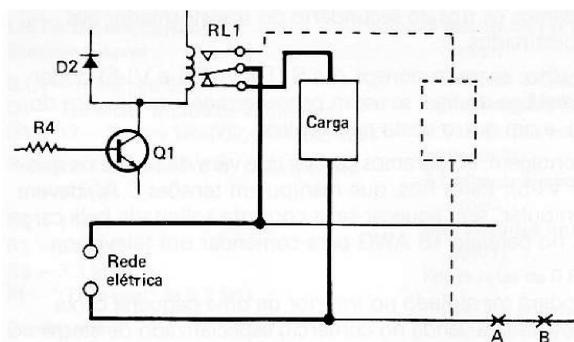


Fig. VI-3 — A simples inversão da saída, através dos contatos do relé, possibilita manter a carga C.A. operada constantemente e desativada por momentos, através da minuteria.

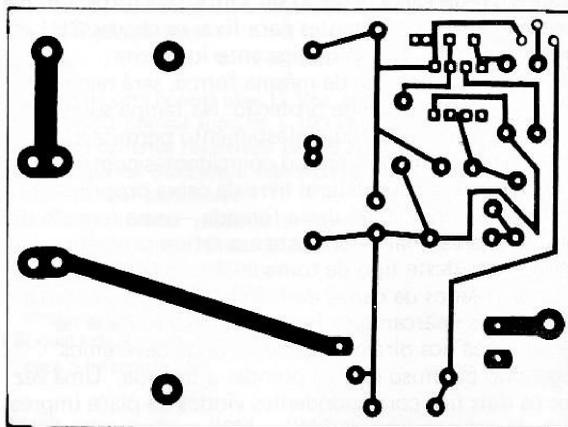


Fig. VI-4 — Plaqueta de circuito impresso em tamanho real, vista pelo lado cobreado, utilizada na montagem do protótipo.

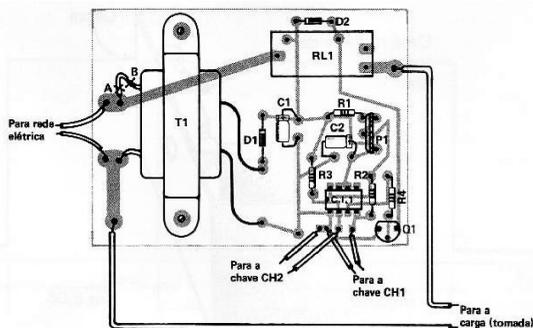


Fig. VI-5 — Distribuição dos componentes na plaqueta de circuito impresso. Observar que o chanfro do integrado situa-se à esquerda do leitor.

**Obs.:** Como já foi dito, entre os pontos A e B (Figs. VI-1 e VI-5) poder-se-á incorporar uma chave liga-desliga; se assim procedermos, um dos fios do primário irá ter à chave, e um outro desta para a placa.

Para encerrar a montagem, soldaremos os fios que vêm da rede e os que partem para carga (Fig. VI-5). Estes fios, que manipulam tensões C.A., devem ser tais que possam manipular, sem aquecer-se, a corrente solicitada pela carga — no protótipo

foi usado fio paralelo 18 AWG para comandar um televisor a cores.

Todo o circuito poderá ser alojado no interior de uma pequena caixa plástica facilmente encontrada à venda no comércio especializado de eletrônica ou mesmo em supermercados. Nesta caixa deverão ser feitos três furos: um para —passar o cordão de alimentação e os dois restantes para fixar as chaves CH1 e CH2. Caso venha a ser empregada a chave liga-desliga anteriormente mencionada, será necessário um quarto furo; da mesma forma, será necessário mais um furo caso empreguemos um fusível de proteção. Na tampa superior da caixa teremos de fazer dois pequenos furos, cujo afastamento permita a inserção de uma tomada-macho, e ao mesmo tempo coincidentes com a tomada-fêmea a ser fixada no interior e numa parte lateral livre da caixa propriamente dita. A primeira providência para a instalação desta tomada — uma tomada do tipo chato e de preferência da marca Pial — consiste em retirar o parafuso que prende as duas metades simétricas deste tipo de tomada-fêmea; a seguir, encosta-se uma delas em um dos lados da caixa, de forma a ficar rente com a borda da caixa (Fig. VI-6); depois, marcamos o furo central da tomada na parte lateral da caixa — esta marca nos dirá o local exato onde deveremos furar a caixa para a passagem do parafuso que irá prender a tomada. Uma vez pronto o furo, prendemos os dois fios correspondentes vindos da placa impressa e fixamos a tomada através de um parafuso de 3/4" x 1/8" conforme ilustra a Fig. VI-7.

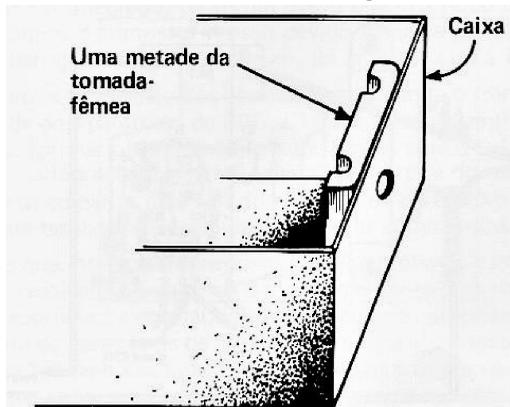


Fig. VI-6 — Forma de fixação da tomada (fêmea) à caixa.

A placa de circuito impresso poderá ficar livre no interior da caixa, ou ainda ser presa à mesma através de dois parafusos situados nas cercanias do transformador; poderemos, também, aproveitar os dois parafusos de fixação do transformador para esta finalidade.

Uma vez terminada a montagem, faremos uma revisão geral na mesma, certificando-nos de que não foi cometido algum erro.

## **AJUSTES**

O circuito não requer ajustes, a não ser o do período de temporização, o qual poderá ser regulado através do resistor de resistência variável P1 (Fig.V1-1 )

A verificação do funcionamento do circuito é muito simples: na tomada do dispositivo colocamos qualquer aparelho elétrico, como uma lâmpada, campainha, ventilador, etc., e ligamos o circuito à rede elétrica. Calçamos a seguir o interruptor CH2 e a carga será ativada; calcando a seguir o interruptor CH1, a carga será desativada; voltamos a calçar CH2 para novamente ativar a carga e esperamos, dependendo do posicionamento do cursor de P1, algum tempo para que o circuito desative automaticamente a carga a ele "pendurada". Caso estes dois ensaios tenham ocorrido conforme o descrito, o dispositivo está funcionando perfeitamente, e, se alguma anomalia for verificada, é sinal de que a montagem realizada apresenta algum erro, o qual deve ser sanado guiando-se pelo seu circuito e pelos chapeados apresentados.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES**

Na Fig. VI-8 estão identificados os terminais do transistor, diodos e integrado utilizados nesta montagem.

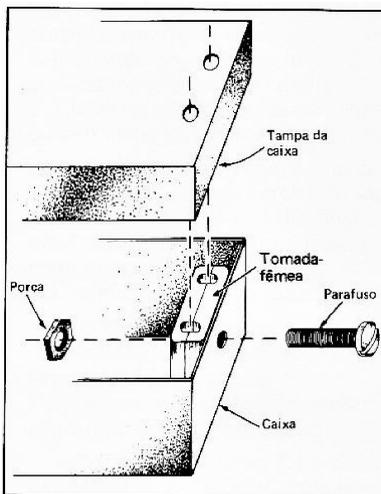


Fig. VI-7 – Croqui da montagem.

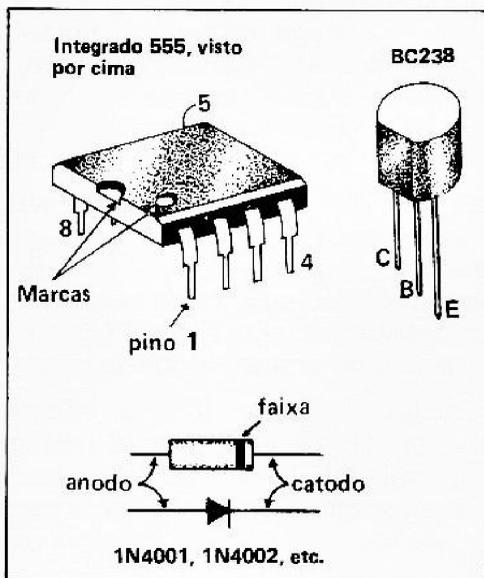


Fig. VI-8 – Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados na montagem da minuteria eletrônica.

---

## VII. TESTE NEUROLÓGICO

---

Determinadas qualidades humanas são de primordial importância tanto no trabalho como no dia-a-dia particular de cada indivíduo em si; assim, é interessante testar e aperfeiçoar estas qualidades, na medida do possível através de dispositivos e exercícios especialmente desenvolvidos para este fim. É justamente a isso que se propõe o aparelho descrito. O teste consiste em fazer-se passar uma argola metálica, de pequeno diâmetro, ao longo de um fio sinuoso, também metálico, sem que ela encoste no mesmo; se isto ocorrer, ouvir-se-á um apito que acusará o evento. O grau de dificuldade do teste poderá ser aumentado desde que seja diminuído o diâmetro da argola e/ou sejam acentuadas, ainda mais, as curvas do fio rígido.

O aparelho aqui descrito, como já dissemos, permite a realização do teste que avalia a firmeza e habilidade manual, sendo usado em algumas indústrias para a seleção eficiente de novos funcionários, pois, para certas profissões, é preciso e indispensável ter-se a mão muito firme; como exemplo, podemos mencionar, entre outros, a montagem de circuitos eletrônicos em escala industrial ou ainda a montagem mecânica e elétrica (externa) dos circuitos integrados. Podemos mesmo dizer que, até certo ponto, a firmeza da mão é diretamente proporcional à estabilidade do sistema nervoso de uma pessoa; por esta razão, o teste aqui descrito deve ser preferido em relação aos testes teóricos convencionais porque é muito mais esclarecedor.

O circuito, ainda que não idealizado especificamente para tal, também se presta para avisos sonoros, concernentes à proteção residencial, veículos ou qualquer objeto que se quer proteger contra as investidas dos ladrões; pode, inclusive, ser utilizado para detectar movimentos como, por exemplo, o de um berço: quando o recém-nascido se mexer durante o seu sono, fará movimentar o berço; este movimento, ainda que imperceptível, fará com que o circuito seja ativado, avisando, a "longa distância", aos pais do movimento do filho.

O dispositivo poderá ser empregado em situações menos "sérias" como, entre outras, um passatempo entre amigos ou mesmo a título experimental como diletantismo eletrônico, já que o circuito não apresenta nada de complexo, até pelo contrário!

## O CIRCUITO

O esquema do circuito em questão pode ser apreciado na Fig. VII-1; de imediato verificamos a presença de dois integrados 555, sendo que o segundo (C.I.2) comanda, como veremos abaixo, o primeiro integrado (C.I.1), o qual está funcionando na configuração estável — oscilador de onda regular cuja frequência teórica de oscilação se situa em torno de 1 kHz (Apêndice VI).

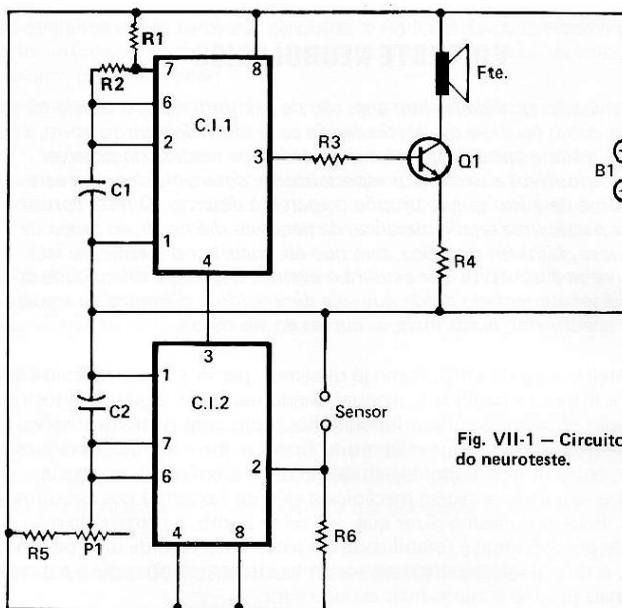


Fig. VII-1 — Circuito elétrico do neuroteste.

O sinal retangular gerado pelo integrado C.I.1 é aplicado, através do resistor R3, à base do transistor Q1, sendo por ele amplificado e traduzido em potência sonora através do alto-falante Fte, que em primeira análise se constitui na carga do transistor. O resistor R4 tem por finalidade limitar a corrente a circular pelo transistor, evitando que ele venha a aquecer-se em demasia, danificando-se; da mesma forma, o conjunto R3 e R4 limitam a corrente de a saída proveniente do C.I.1 e, portanto, a corrente a circular pela junção base-emissor deste transistor, protegendo tanto este último como o integrado em questão.

**LISTA DE MATERIAL****Semicondutores**

C.I.1 e C.I.2 — Integrado 555

Q1 — Transistor AC187, TIP31, TIP31A, etc.

**Resistores** (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)R1 — 1,5 k $\Omega$ R2 — 68 k $\Omega$ R3 — 680  $\Omega$ R4 — 10  $\Omega$ /1/2 WR5 — 820 k $\Omega$ R6 — 4,7 k $\Omega$ P1 — 'trim-pot' de 2,2 M $\Omega$ **Capacitores**C1 — 0,01  $\mu$ F, poliésterC2 — 0,1  $\mu$ F, poliéster**Diversos**Fte. — Alto-falante de 8  $\Omega$ , de 2,5" a 4"

2 Soquetes, tipo duplo em linha, de 8 pinos, para os integrados

1 Metro de fio rígido encapado, bitola 10 AWG (vide texto)

2 Metros de fio flexível fino

1 Folha de símbolos ácido-resistentes para circuitos integrados ('Alfac' E.C.996/1 ou similar)

1 Folha de símbolos ácido-resistentes de linhas retas de 0,8 mm de grossura ('Alfac' E.C.941) — optativa, poderá ser utilizada a caneta especial.

1 Folha de "bolinhas" de 3,16 mm de diâmetro — tipo 'Alfac' E.C.991/2 ou equivalente — optativa

1 Folha de "bolinhas" de 1,90 mm de diâmetro ('Alfac' E.C.960/1) — optativa, pois poderão ser utilizados os símbolos ácido-resistentes 'Alfac' E.C.996/1 ou mesmo a caneta especial

1 Placa cobreada de dimensões não inferiores a 6 cm x 5 cm

Caixa (vide texto), 'Araldite' ou 'Durepox', solda, corpo de uma esferográfica, breu, álcool, papel auto-adesivo, etc.

Ainda pela Fig. V11-1, observamos que a entrada-reciclagem deste C.I. (pino 4) está diretamente ligada à saída (pino 3) do segundo integrado; isto faz com que C.I.1 deixe de oscilar quando o nível, em tensão, da saída de C.I.2 for nulo— condição de repouso. Acontece que este segundo integrado está operando como um monoestável e, conseqüentemente, a sua saída permanecerá constantemente em nível baixo até o momento em que o sensor, no caso argola e fio rígido, fizer com que a entrada-disparo (pino 2) seja levada ao potencial "—"; neste exato momento a sua saída comuta para o nível alto, disparando o oscilador constituído por C.I.1, fazendo-se presente no alto-falante um sinal de frequência em torno de 1 kHz. A saída deste segundo integrado assim permanecerá até que seja decorrido um determinado período de tempo estabelecido pela rede — constituída do resistor R5, trimpot P1 e capacitor C2; findo este período, a sua saída retorna a praticamente zero volt e, portanto, o oscilador é bloqueado.

O período de tempo em que as oscilações se fazem presentes no alto-falante pode ser determinado através da expressão 11-5, anteriormente apresentada no capítulo II (para maiores informes recorrer ao Apêndice VI no fim da obra).

O leitor poderá estar pensando que este segundo integrado não tem qualquer finalidade, já que poderíamos

comandar diretamente o circuito oscilador através de sua entrada-reciclagem e sensor, tal qual nos mostra a Fig. VII-2. Ainda que teoricamente esta opção funcione, na prática padece de um pequeno inconveniente: quando a argola encostar por curto tempo no fio rígido anteriormente mencionado, ouvir-se-á apenas um clique, que poderia ser confundido com outros ruídos do ambiente, podendo passar despercebido, e em consequência o teste iria perder a sua finalidade básica; anexando-se o C.I.2 isto não ocorrerá, pois qualquer toque, por mais breve que seja, entre a argola e o fio, irá ativar o dispositivo por um tempo, teórico, compreendido entre 90ms a 332ms — este período poderá ser expandido, bastando para tal trocar o capacitor C2 por um outro de maior capacitância como  $1\mu\text{F}$ , por exemplo (vide Apêndice VI).

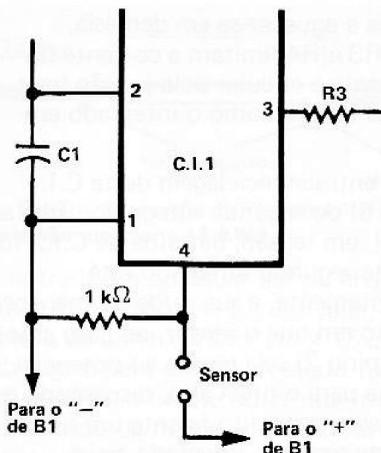


Fig. VII-2 — Suprimindo-se o C.I.2 do circuito da figura anterior, é necessário acrescentar uma resistência de  $1\text{ k}\Omega$  entre a linha "—" de alimentação e o pino 4 (reciclagem) do C.I.1, partindo deste e do "+" de alimentação os fios para a ligação ao sensor.

O resistor R6, "pendurado" na entrada-disparo de C.I.2, garante um nível de tensões sempre superior a  $1/3$  da tensão de alimentação, exceto quando o sensor aterrar esta entrada; este nível alto na entrada-disparo força um nível baixo na saída de C.I.2, e conseqüentemente a inibição do oscilador.

Por outro lado, se esta entrada estiver constantemente em nível baixo, isto é, aterrada, o oscilador funcionará

ininterruptamente até o momento em que for retirado o nível baixo da entrada.

**A fonte — B1** — que irá alimentar o circuito pode ser qualquer uma, desde que a sua tensão de saída esteja compreendida entre 8 volts e 12 volts, podendo ser realizada pela associação em série de 6 a 8 pilhas de 1,5 volt de tamanho médio a grande, ou poderá ser utilizado o circuito mostrado na Fig. VII-3, permitindo ligar o dispositivo diretamente à rede elétrica domiciliar — este foi o procedimento adotado na montagem do protótipo. Vemos que o circuito da fonte de alimentação é relativamente simples, não requerendo maiores considerações teóricas a seu respeito, a não ser que é do tipo de retificação em onda completa e que a chave CH possibilita desligar o aparelho quando não estiver em uso.

Havendo necessidade de alimentar o circuito com tensões inferiores a 8 volts, até um mínimo de 5 volts, teremos de substituir o resistor R4 (Fig. V11-1) por um curto.

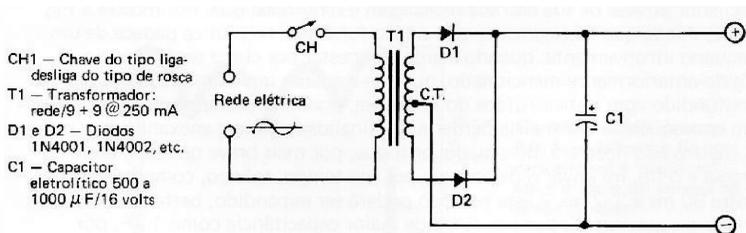


Fig. VII-3 — Fonte de alimentação, a partir da rede elétrica, para alimentar o circuito do neuroteste.

## A MONTAGEM

Exceto a fonte de alimentação, o protótipo foi montado em uma placa cobreada de fenolite, obedecendo ao desenho, em tamanho natural, da Fig. VII-4; porém nada impede a utilização das placas padronizadas tipo semiacabadas, ou ainda usar uma quarta parte de uma placa-padrão capaz de comportar até uma dúzia de integrados; a distribuição dos componentes nestes dois últimos casos ficará integralmente a cargo do leitor; apenas limitar-nos-emos a fornecer, à guisa de orientação, a distribuição dos componentes na placa de fiação impressa por nós confeccionada (Fig. VII-5).

Uma vez estando pronta a placa de fiação impressa, daremos início à montagem soldando à mesma os soquetes dos integrados, capacitores, resistores e trimpot, guiando-nos pelo 'layout' apresentado na Fig. VII-5; a seguir soldamos o transistor, observando que a marca azul nele impressa corresponde ao coletor, colocamos os dois integrados nos respectivos soquetes, tomando o cuidado para que os chanfros, ou marcas, neles contidos obedeam à orientação mostrada no layout da Fig. VII-5. Para encerrar esta fase, soldamos os dois pares de fios, destinados respectivamente ao alto-falante e à fonte de alimentação — o comprimento de cada par de fios é ditado pelo dimensionamento da caixa e do afastamento do alto-falante em relação à placa. Os fios que se destinam ao sensor serão soldados posteriormente.

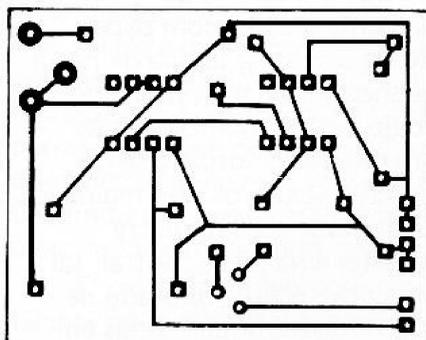


Fig. VII-4 — Desenho, em tamanho natural, da plaqueta de circuito impresso vista pelo lado cobreado.

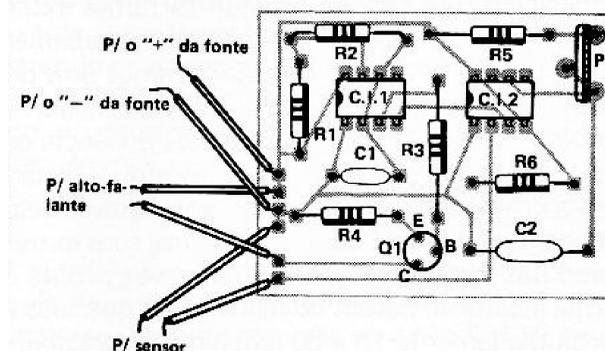


Fig. VII-5 — Distribuição dos componentes na plaqueta de circuito impresso.

A fonte de alimentação (vide Fig. V11-3), no nosso caso, foi montada separadamente: os dois díodos, bem como o capacitor, foram montados ao lado do transformador na conhecida montagem "teia de aranha"; no entanto, o leitor poderá optar, se assim o desejar, por uma montagem em uma tira de terminais, tal como é ilustrado pela Fig. VII-6.

A preparação do fio rígido e da argola, que se constituem no sensor anteriormente mencionado, requer mais habilidade manual que "técnica eletrônica". Preliminarmente providenciamos uma caixa de dimensões razoavelmente grandes (caixa de sapatos serve), porém, o ideal é uma daquelas caixas de madeira que servem de embalagem para charutos, facilmente encontrada em qualquer bar ou charutaria; preferir as que apresentarem maior altura — no protótipo foi utilizada, e com bons resultados, uma caixa de papelão de dimensões 37 cm x 15 cm x 10 cm, que outrora servira de embalagem para copos).

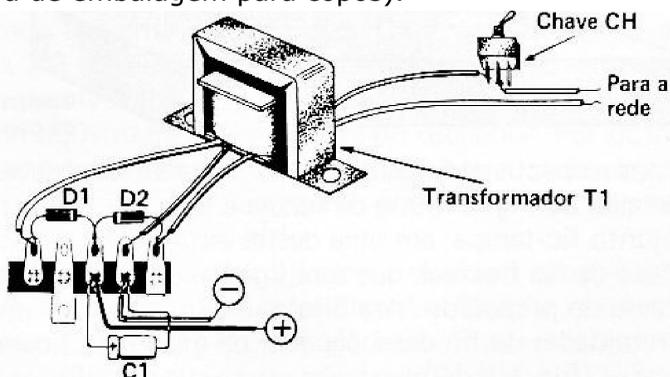


Fig. VII-6 — Montagem em tira de terminais da fonte de alimentação a partir da rede elétrica — poderá ser idealizada uma plaqueta de fiação impressa, fornecendo uma montagem mais compacta.



Fio encapado Fig. VII-7 — Confeção do "labirinto" a partir de um pedaço de fio rígido (encapado), de bitola não superior a 14 AWG.

A seguir forramos externamente a caixa com papel autoadesivo, a fim de obter um ótimo acabamento da caixa; na tampa da caixa e no sentido da maior dimensão fazemos dois pequenos furos, de forma a poder passar o fio rígido — bitola 14 AWG ou menor — cujo comprimento deve ser aproximadamente igual ao dobro da distância entre estes dois furos; quanto maior for o comprimento deste fio e/ou a distância entre os furos, tão maior será a dificuldade em passar a argola através dele sem haver contato entre ambos. Este fio será desencapado nas suas extremidades e na parte central, tal como nos mostra a Fig. VII-7. Uma vez pronta esta parte, o fio é dobrado de forma aleatória, porém de maneira tal que suas extremidades fiquem retas em aproximadamente 16 a 20 cm, e que se encaixem sem esforço nos dois furos da tampa da caixa (Fig. V11-8).

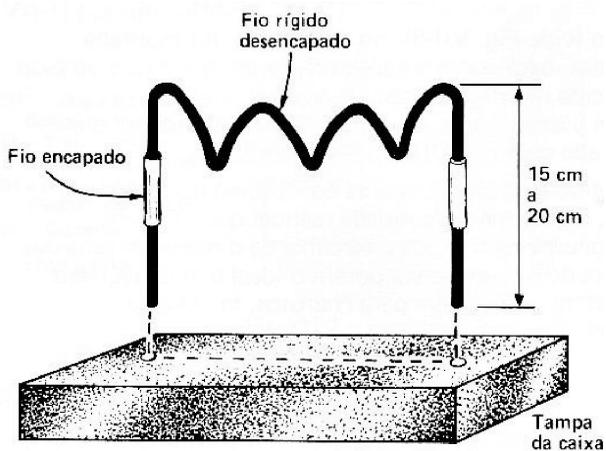


Fig. VII-8 — Ideia de como ficarão as dobras no fio que caracterizará o "labirinto", assim como o seu encaixe na tampa da caixa.

Uma vez que tenhamos inserido as duas pontas do fio nos respectivos furos da tampa da caixa, elas devem ser dobradas conforme o detalhe da Fig. VII-9, e de forma a fornecer ótima resistência mecânica ao conjunto fio-tampa; em uma destas extremidades dobradas, soldamos um pedaço de fio flexível, que será ligado ao "—" do circuito (Figs. VII-1 e VII-5). Através do preparado Araldite ou Durepox cobrimos inteiramente as extremidades do fio desencapado, de maneira a ficarem

solidários com a tampa da caixa (Fig. VII-10). A construção da argola é mais simples ainda: desencapamos entre 3 a 5 cm uma extremidade de um pedaço de fio rígido — poderá ser aproveitada a sobra do anterior, desde que ela apresente um comprimento não inferior a 12 centímetros. Dobramos esta extremidade desencapada até conseguirmos uma circunferência, tal como mostrado na Fig. VII-11, tendo o cuidado de não fechá-la totalmente — quanto menor for o diâmetro desta circunferência, tão maior será o grau de dificuldade do teste. Soldamos à outra extremidade um pedaço de fio flexível de uns 60 centímetros, e inserimos esta peça no corpo de uma caneta esferográfica, enchendo os espaços entre a ponta e o corpo da caneta com o preparado Durepox ou similar (Fig. V11-12); a extremidade do fio flexível será soldada ao pino 2 de C.I. 2 (Fig. VI 1-5), após ter passado por um furo previamente feito na parte frontal da caixa propriamente dita. Feito isto, inserimos a argola no fio rígido preparado anteriormente, fechando-a completamente de forma que não mais possa sair de lá.

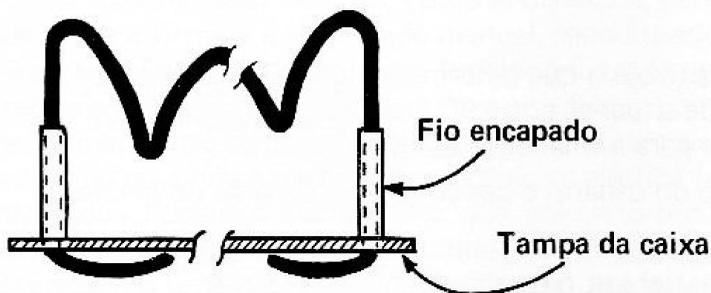


Fig. VII-9 — Forma de dobrar as extremidades livres do fio rígido, de forma a propiciar certa resistência mecânica.

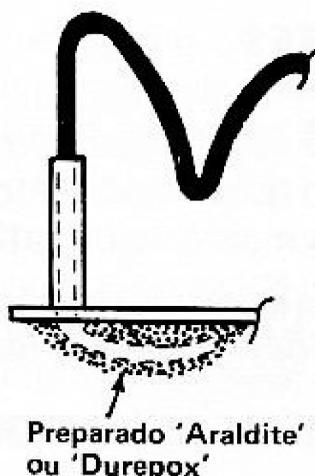


Fig. V11-10 — Modo de prender o fio à tampa da caixa. Notar a quantidade, abundante, do preparado 'Durepox' utilizado, o qual se destina a oferecer ainda mais resistência mecânica ao conjunto.

Para encerrar, "jogamos" o circuito dentro da caixa, sendo fixado à mesma por meio de cola quando a caixa for de papelão, ou por parafusos se a caixa for de material relativamente resistente, tal como madeira; instalamos a chave liga-desliga e fonte de alimentação, se for o caso.

O alto-falante também será instalado no interior da caixa, sendo a ela fixado através de cola ou do preparado 'Araldite' ou 'Durepox'; é claro que Fio rígido nu deverão ser feitos vários furos nas cercanias e no local da caixa onde o alto-falante for instalado. Tampamos a caixa e.... o circuito do teste neurológico estará pronto para funcionar!

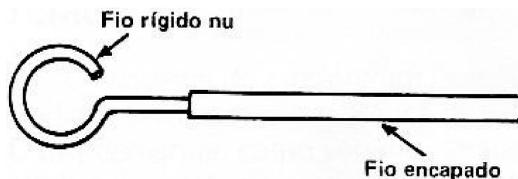


Fig. VII-11 — Preparação da argola — ela i deve ficar ligeiramente aberta.

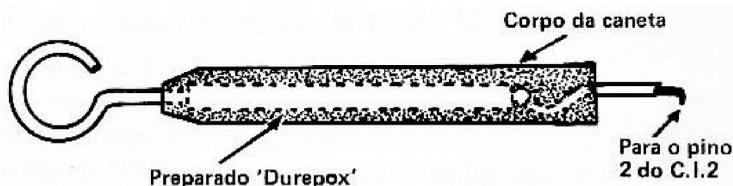


Fig. VII-12 — Aspecto final da montagem e confecção da argola.

Evidentemente, antes de fixar o circuito à caixa deveremos fazer uma revisão em toda a montagem elétrica, visando verificar seu funcionamento: ligamos o aparelho à rede elétrica (ou bateria) e, estando a argola em contato com a parte isolante do fio rígido, o dispositivo permanecerá mudo; encostando, ainda que rapidamente, a argola no fio nu, deveremos ouvir um apito, indicando que tudo está bem; tempos depois, o circuito voltará a emudecer, se a argola não mais estiver em contato com o fio rígido nu. Caso alguma anormalidade seja detectada, convém fazer uma revisão total e detalhada em toda a montagem, à procura de "bruxas", pois o protótipo continua em perfeito funcionamento até o momento.

## **AJUSTES**

O único ajuste do dispositivo é o que determina a duração do alarma sonoro que, como vimos, pode situar-se entre 90ms a 332ms de duração, tempo mais do que suficiente para a finalidade em questão. Este ajuste ficará a cargo do usuário e das condições sonoras do ambiente onde for realizado o teste.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES**

Na Fig. VII-13 estão identificados os terminais do transistor empregado no protótipo, assim como possíveis substitutos.

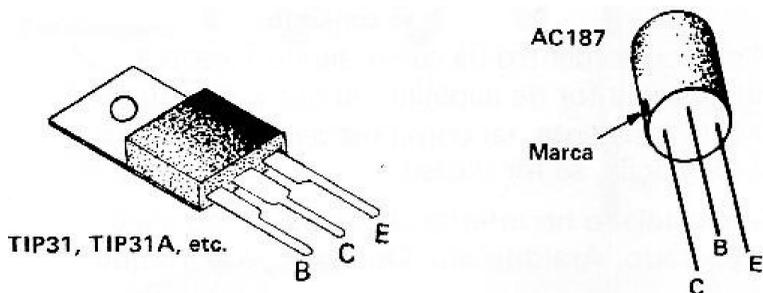


Fig. VII-13 — Identificação dos lides dos transistores utilizados na montagem e solicitados na lista de material.

---

## **VIII. PISCA-PISCA ELETRÔNICO DE ALTA POTÊNCIA**

---

Esta nova versão do pisca-pisca possibilita manipular cargas de muito maior potência que 'LED, tais como lâmpadas incandescentes. Assim, este dispositivo pode ser empregado para "incrementar" os bailes ou em situações de aviso, tal como a sinalização na saída de uma garagem, alertando visualmente, aos pedestres mais distraídos, que naquele momento um veículo terá acesso à garagem. Também terá utilidade como um efeito luminoso adicional à Árvore de Natal.

É perda de tempo tentar enumerar todas as aplicações práticas para este simples, porém eficiente circuito; o protótipo, por exemplo, foi utilizado como "alerta" em um automóvel, fazendo piscar os quatro faroletes de sinalização do veículo, chamando a atenção dos demais motoristas em situações de perigo iminente.

### ***O CIRCUITO***

O esquema elétrico do nosso pisca-pisca está apresentado na Fig. VIII-1; de imediato constatamos a sua simplicidade.

O integrado C.I.1, um 555, operando na clássica configuração astável, aciona, através de R3, um transistor de pequena potência, o qual por sua vez fará com que o relé R L1 ora opere, ora desopere em consonância com o sinal na saída do integrado.

Esta frequência de oscilação poderá ser variada através do trimpot P1; de acordo com os resultados do Apêndice VII, os valores máximos (P1 mínimo) e mínimo (P1 máximo) da frequência de oscilação são 9,9 Hz e 1,3 Hz, respectivamente; isto equivale a dizer que cada lâmpada poderá piscar desde praticamente uma vez até 10 vezes por segundo, dependendo do posicionamento de P1; esta gama atende a todas aplicações práticas mais usuais. No entanto, a frequência de oscilação poderá ser alterada a critério do montador, desde que sejam

alterados os valores de R2 e P1 —quanto menores tão maior será a frequência, e vice-versa (vide Apêndice VII).

Ainda de acordo com a lista de material, verificamos que o valor ôhmico do resistor R1 é exatamente 330 vezes menor que o valor de R1; assim sendo, mesmo na condição mais desfavorável ( $P1 = 0 \Omega$ ), a largura dos pulsos em nível alto é praticamente a mesma que em nível baixo. Esta consideração nos permite estabelecer o seguinte: as lâmpadas LP1 e LP2 acendem (dentro de alguns microssegundos) durante um mesmo período de tempo cada uma. A forma de onda na saída do integrado (pino 3), na máxima frequência de oscilação, pode ser apreciada na Fig. VIII-2, onde podemos verificar que a lâmpada LP2 permanece acesa por 0,2 ms a mais do que a outra lâmpada. Convenhamos, tal diferença passará despercebida; teremos a impressão de que realmente as duas lâmpadas realizam um ciclo 1/1.

Porque o transistor Q1 é do tipo n-p-n (configuração emissor comum Fig. VIII-1), o nível alto deste sinal aplicado à base do mesmo, através de R3 ( $3,3 \text{ k}\Omega$ ), o faz conduzir fortemente, ou seja, a tensão do coletor cai, praticamente, para zero volt e, com isto, o relé recebe alimentação adequada e, portanto, opera; o seu contato móvel, que antes fazia com que a lâmpada LP1 estivesse acesa, comuta para a outra posição, acendendo a lâmpada LP2 e cortando a alimentação de LP1, assim permanecendo durante 50,5ms — à frequência máxima de oscilação. Pois bem, quando a saída do C.I. vai a nível baixo, o transistor Q1 deixa de conduzir (o potencial do coletor se torna praticamente igual à tensão de alimentação —  $V_{cc}$ ); com isto, o relé R L1 desopera e os seus contatos voltam a apresentar a configuração mostrada na Fig. VIII-1, provocando o acendimento de LP1 e a desativação de LP2. O ciclo descrito repetir-se-á indefinidamente e as lâmpadas acompanharão o "ritmo" do sinal de saída do integrado que, em última análise, depende dos valores de R1, R2, P1 e C2, como sabemos.

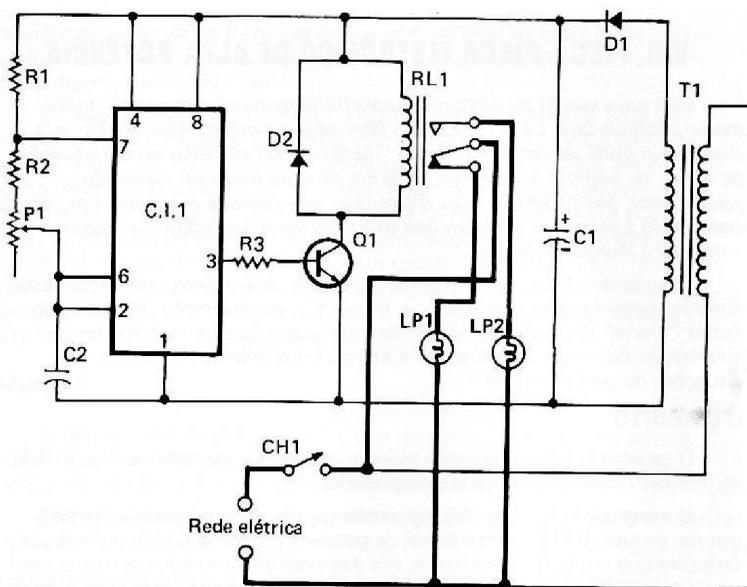


Fig. VI 11-1 — Diagrama esquemático do pisca-pisca eletrônico de 1000 W.

A fonte de alimentação para o circuito é a mais simples possível: a tensão alternada da rede (normalmente entre 110 e 120 V) é reduzida para 12 V C.A. através do transformador T1, sendo retificada (meia onda) pelo diodo D1 e filtrada pelo capacitor eletrolítico C1, fornecendo uma tensão contínua em torno de 13 a 15 volts. A chave CH1 — optativa — destina-se a desligar o circuito quando o mesmo não estiver em uso.

A única restrição a este circuito refere-se à máxima potência que os contatos do relé podem manipular convenientemente sem danificar-se precocemente: para o relé recomendado na lista de material, um 'Schrack' modelo RU110012, poderão ser empregadas lâmpadas incandescentes de até 500 W cada uma, o que, convenhamos, é mais do que suficiente para o que se propõe o circuito, pois poderemos comandar até 5 lâmpadas de 100 W cada uma, ou mesmo oito lâmpadas de 60 W cada, ligadas em paralelo, em cada uma das duas saídas do dispositivo; havendo necessidade de manipular cargas de maior potência, recomendamos a substituição deste relé por um outro de maior poder de manipulação de corrente —

este novo relé deverá ser para 12 V C.C. e a resistência ôhmica da sua bobina deverá estar compreendida entre 100  $\Omega$  a 1 k $\Omega$

#### LISTA DE MATERIAL

##### Semicondutores

C.I.1 — Integrado 555  
 Q1 — Transistor BC238 ou equivalente  
 D1 e D2 — Diodos 1N4002, 1N4003, etc.

**Resistores** (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)

R1 — 1 k $\Omega$   
 R2 — 330 k $\Omega$   
 R3 — 3,3 k $\Omega$   
 P1 — "Trim-pot" de 2,2 M $\Omega$

##### Capacitores

C1 — 680  $\mu$ F (ou mais) x 16 V, eletrolítico  
 C2 — 0,22  $\mu$ F, poliéster

##### Diversos

RL1 — Relé com bobina para 12 Vcc, com resistência ôhmica superior a 100  $\Omega$  e de dois contatos reversíveis para 5 A; no protótipo foi utilizado o relé RU110012, da Schrack' (vide texto)

T1 — Transformador: primário de acordo com a rede local (110 ou 220 V), secundário: 12 volts x 250 mA

CH1 — Chave liga-desliga, 220 volts, 8 ampères (vide texto)

1 Soquete de 8 pinos, tipo duplo em linha, para o integrado 555

3 Metros de fio paralelo 20 AWG (vide texto)

1 Tomada: 220 volts, 8 ampères  
 2 Parafusos 3/8" x 1/8" com as porcas  
 1 Tira de seis conectores de plástico ou baquelita  
 1 Folha de símbolos ácido-resistentes, a saber:

para circuitos integrados (tipo 'Alfac' E.C. 996/1)

linhas retas de 0,8 mm (tipo 'Alfac' E.C. 941) — poderá ser utilizada a caneta especial para circuitos impressos

linhas retas de 2,00 mm (tipo 'Alfac' E.C. 945) — idem

"bolinhas" de 5,00 mm de diâmetro (tipo 'Alfac' E.C. 916) — idem

"bolinhas" de 3,16 mm de diâmetro ('Alfac' E.C.991/2) — optativa, poderá ser usada a caneta especial

"bolinhas" de 1,90 mm de diâmetro ('Alfac' E.C.960/1) — idem

para os contatos do relé ('Alfac'903/2 ou equivalente) — idem

1 Placa cobreada virgem de dimensões não inferiores a 10 cm x 8 cm

Pedaco de tábua, parafusos para madeira, caixa plástica (vide texto), lâmpadas, porta-lâmpadas (bocais), etc.

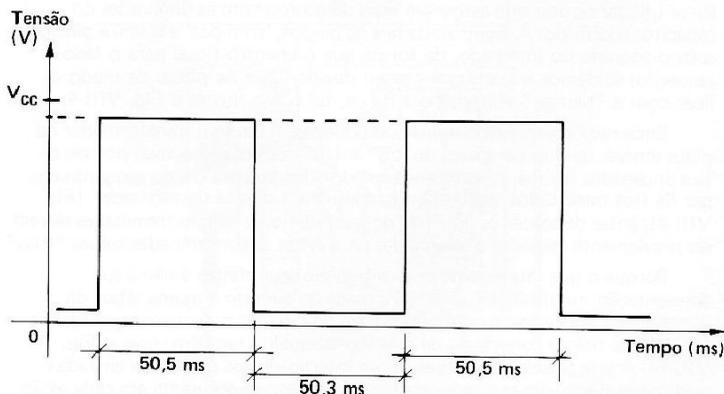


Fig. VIII-2 — Forma de onda que se espera observar na saída de C.I.1 (Fig. anterior) à frequência máxima de oscilação.

A chave CH1, optativa, terá que ser tal que os seus contatos suportem com bastante folga a máxima corrente

solicitada por um canal; no nosso caso, ela deverá ser do tipo 220 volts — 8 ampères.

## **A MONTAGEM**

A montagem do circuito não oferece dificuldade; qualquer leitor poderá realizá-la sem maiores problemas. No nosso caso, optamos pela montagem do protótipo em uma placa de fiação impressa tal como a mostrada pela Fig. VIII-3; observar que os filetes de cobre que transportam a alimentação C.A. para a carga, no caso lâmpadas, são nitidamente mais grossos que os demais. Isto é porque a corrente que por eles irá circular é da ordem de 100, ou mais, vezes maior que para o restante do circuito.

Uma vez que tenhamos confeccionado a placa impressa conforme descrito no capítulo 1, passaremos à montagem do circuito, obedecendo à distribuição sugerida na Fig. VIII-4; inicialmente soldamos os resistores e os capacitores na placa, tendo o cuidado de verificar a polaridade do capacitor C1; aliás, para este capacitor, devido à diferença de tamanho, foi deixado um espaço relativamente grande na placa e foram feitos quatro furos, cabendo a cada leitor utilizar os dois que estiverem mais de acordo com as dimensões do capacitor adquirido. A seguir soldamos os diodos, 'trím-pot' e o relé à placa, e após o soquete do integrado, de forma que o chanfro fique para o lado esquerdo; soldamos o transistor no seu devido lugar na placa, de modo a ficar com a "barriga" voltada para baixo, tal como ilustra a Fig. VIII-4.

Encerramos a montagem dos componentes fixando o transformador na placa através de dois parafusos de 3/8" x 1/8" com as respectivas porcas; os fios encapados (primário) do transformador ficarão para o lado esquerdo e o par de fios esmaltados (secundário) se situará à direita do montador (Fig. VII 1-4); antes de soldar os dois fios do secundário, as suas extremidades devem ser previamente raspadas e estanhadas para evitar as denominadas soldas "frias"

Porque o que interessa do dispositivo são seus efeitos e não a sua apresentação, resolvemos fixar toda a placa do circuito em uma tábua de dimensões apropriadas; a esta tábua, além do circuito propriamente dito, foi fixada uma tira de conectores de

plástico (baquelita também serve — Fig. VIII-5). A esta tira de conectores foram interligados os pontos de entrada e saída do circuito; observe que esta tira de conectores apresenta em cada seção dois parafusos; estes devem ser previamente girados, de forma que possa entrar o respectivo fio, cuja extremidade deve ter sido desencapada em uns 5 a 8 milímetros. A seguir, aperta-se o parafuso correspondente até que o fio não mais saia do interior da seção da tira; este procedimento deve ser repetido para todas as conexões.

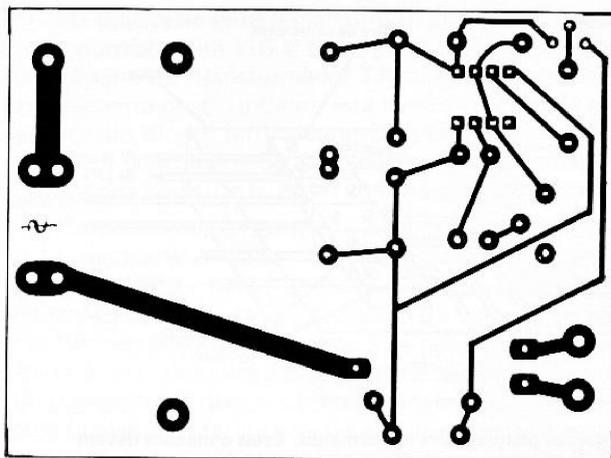


Fig. VIII-3 — Desenho, em tamanho natural, da plaqueta de fiação impressa utilizada no protótipo, visto pelo lado do cobre.

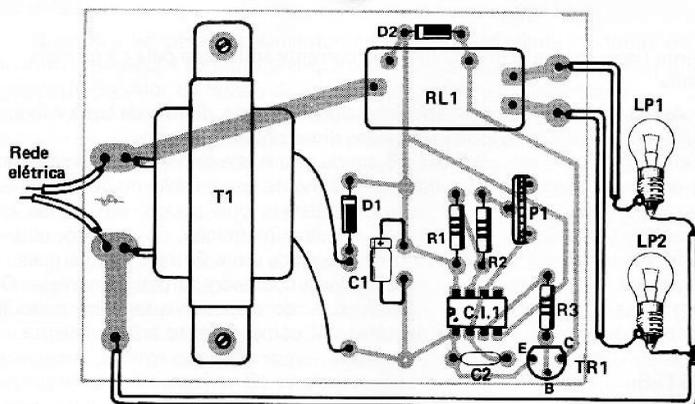


Fig. VIII-4 — Distribuição dos componentes na placa de circuito impresso. A substituição de qualquer componente, em particular o relé, irá implicar na alteração das conexões da placa.

**Obs.:** os fios, do tipo paralelo, que alimentarão o circuito, assim como as lâmpadas, devem ser de bitola compatível com a corrente drenada pela carga — recomenda-se utilizar fio paralelo 20 AWG ou de maior diâmetro como, por exemplo, 18 AWG.

Não foi incorporado ao circuito um fusível de proteção, porque o mesmo ficaria muito exposto devido à montagem por nós realizada; o leitor, porém, poderá acrescentá-lo ao circuito. Neste caso, o fusível terá de suportar uma corrente ligeiramente acima da máxima corrente solicitada pela carga mais "pesada".

Ainda que o protótipo não tenha sido instalado dentro de uma caixa, o leitor poderá fazê-lo; devido às reduzidas dimensões do mesmo, aproximadamente 7 cm x 9,5 cm x 6 cm de altura, ele poderá ser instalado no interior de uma pequena caixa plástica facilmente encontrável no comércio — as caixas metálicas não são muito recomendáveis, pois podem verificar-se curtos-circuitos acidentais através da rede de alimentação; no entanto, elas poderão ser utilizadas se for feita uma adequada isolação nos pontos mais prováveis de curto, e principalmente no lado cobreado da placa impressa.

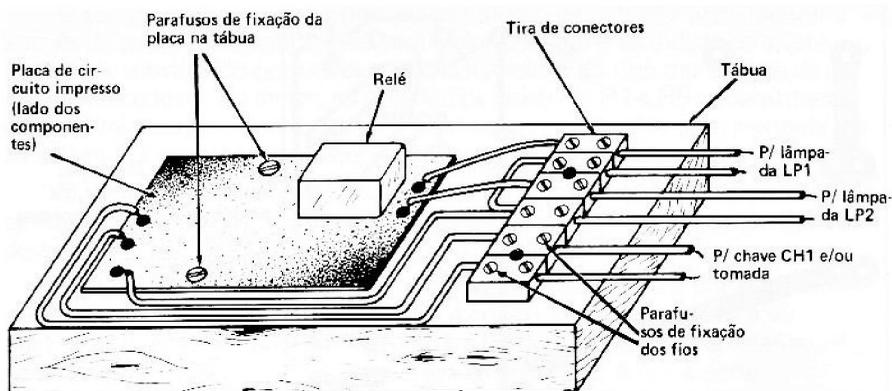


Fig. VIII-5— Chapeado das ligações plaqueta tira de terminais. Estas conexões devem ser realizadas com fio de grosso calibre tipo 20 AWG ou 18 AWG.

Os pontos de saída e/ou entrada da tensão C.A. do dispositivo também poderão ser dispostos em uma tira de conectores, tal como descrito anteriormente.

## **AJUSTES**

Antes de ligar o aparelho à rede elétrica, confira todas as ligações guiando-se pelos chapeados apresentados e, principalmente, verificando se não existe algum ponto de contato inadequado causado por soldas ou fiapos de fio entre os pinos do C.I., ou entre algum ponto da fiação impressa com as veias de cobre mais grossas ou, ainda, entre estas últimas.

Tudo estando 'OK', colocamos o integrado no seu soquete obedecendo à orientação do chanfro, e ligamos a tomada à rede: as lâmpadas começarão a piscar. Caso a velocidade de comutação não seja a adequada, giramos o cursor do trimpot até encontrar o ponto de funcionamento ideal para a nossa aplicação.

## **IX. ALARMA ATIVADO POR TOQUE**

Todo dispositivo comandado através de toque funciona da seguinte forma: quando alguém (ou algo) tocar numa placa metálica sensível, previamente instalada em um lugar estratégico, o circuito ativará uma campainha e/ou uma lâmpada ou, ainda, qualquer outro dispositivo de sinalização sonora e/ou visual, cuja finalidade é a de alertar de que algo de anormal está ocorrendo. Por esta razão, este tipo de dispositivo é útil em sistemas de segurança, sendo amplamente utilizado para esta finalidade, ainda que, como veremos, tais dispositivos encontrem vastíssima gama de aplicações que não sejam especificamente a de um alarma.

A maioria, senão todos, destes circuitos baseia-se em uma etapa osciladora cujo sinal é devidamente retificado, mantendo no corte um transistor, o qual, por sua vez, através de um relé, mantém desoperada a carga, normalmente uma campainha; quando alguém, intencionalmente ou não, encostar a mão na placa sensível, a etapa osciladora sai de sua frequência normal de funcionamento, ou mesmo deixa de oscilar, acarretando saturação do referido transistor, outrora na região de corte, o qual, por intermédio do relé, fará ativar a campainha ou cigarra. O grande inconveniente deste tipo de circuito é a sua montagem, por causa da presença de bobinas muitas vezes construídas artesanalmente, capacitores variáveis, etc., que nem sempre são de fácil aquisição no mercado especializado. Além disso, o ajuste dos dispositivos que fazem uso desta técnica é bastante crítico, a ponto deles dispararem por si próprios; outro inconveniente encontrado em muitos destes circuitos é que o sistema de aviso deixa de operar tão logo se deixe fazer contato no seu elemento sensível, e isto nem sempre é desejável. Outros, um pouco mais sofisticados, uma vez ativados assim permanecem, independentemente da presença constante ou não do toque; é claro que também este tipo de circuito, por razões mais do que óbvias, não é ideal, pelo menos para uma grande maioria de aplicações.

O circuito que nos propomos a apresentar não tem os inconvenientes acima citados, e a sua montagem exige o mínimo de tempo; por outro lado, os componentes são facilmente encontrados à venda nas boas casas do ramo. Além de tudo, o circuito ora proposto é temporizado, ou seja: tão logo seja feito um contato em sua placa sensível, a cigarra, ou outra carga qualquer, será prontamente ativada, assim permanecendo por um período de tempo previamente programado, mesmo que se tenha retirado o contato com o seu sensor. Esta última característica torna o dispositivo ainda mais prático, encontrando-se dezenas e mais dezenas de aplicações práticas e úteis para o mesmo.

Com este circuito o leitor poderá também ligar qualquer aparelho elétrico sem preocupar-se em desligá-lo: o dispositivo fará isto por você uma vez terminado o período de temporização programado, o qual poderá ser superior a uma hora! Você também poderá utilizá-lo como um detector de intrusos: tão logo alguém encoste a mão na maçaneta de sua porta, tentando arrombá-la, irá soar uma campainha, além de serem ativadas várias lâmpadas incandescentes que colocarão o intruso bem visível. Contudo, você poderá usar este dispositivo em situações, digamos, mais pacíficas.

De qualquer modo, as aplicações práticas deste simples e econômico dispositivo estão limitadas pela imaginação criativa do leitor e/ou do seu usuário!

O Autor, em particular, empregou este circuito como servomecanismo, cuja função é a de acender as duas lâmpadas da escadaria de sua residência. Estas lâmpadas permanecem acesas até que tenha decorrido um período de tempo suficientemente grande para que o mesmo possa abrir e fechar as duas portas de acesso à sua residência; findo este tempo, as lâmpadas são desativadas automaticamente pelo dispositivo, sem a necessidade de apertar este ou aquele interruptor, tanto para ativá-las como para desativá-las! A explicação para este "milagre" é bastante simples: as duas fechaduras metálicas das duas portas de madeira passaram a constituir-se no sensor do dispositivo, o qual dispara tão logo algum objeto ou pessoa em contato, mesmo indireto, com o chão, encostar na maçaneta de uma das duas fechaduras, ou seja, mal seja inserida a respectiva chave na fechadura, as lâmpadas correspondentes acender-se-ão como por magia!

**Obs.:**

**1** — O circuito é perfeitamente confiável em todas as aplicações que envolvem a rede de energia elétrica C.A. domiciliar. Para aplicações em que esta situação não se verificar, o circuito também funcionará, porém precariamente, dependendo das condições em que for realizado o contato no seu sensor, e das condições em que se encontra o elemento ou pessoa que executar tal contato.

**2** — O elemento sensível do dispositivo não poderá ser constituído por elementos metálicos que estejam aterrados ou estejam em contato com o solo, como, por exemplo, grades, portas, portões, etc., metálicos (ferro, alumínio,...), exceto se estes não estiverem "chumbados" diretamente a paredes, pisos, etc.

Caso isto não seja observado, o dispositivo não funcionará e o integrado utilizado no circuito será irremediavelmente danificado.

## **O CIRCUITO**

O circuito na versão mais simples (Fig. IX-1) utiliza apenas oito elementos de estado sólido, dos quais um é o integrado 555, e mais um punhado de componentes convencionais, todos facilmente adquiríveis em qualquer casa especializada do ramo. O funcionamento do circuito é simples, senão vejamos.

Estando a chave CH2 (optativa) fechada, a tensão da rede é aplicada ao primário do transformador T1, surgindo no seu secundário uma tensão de 6 volts (RMS) alternada; após passar pelo fusível EI de proteção, ela é retificada —onda completa— pelos diodos D1 a D4, e filtrada pelo capacitor eletrolítico C2, obtendo-se um valor de tensão em torno de 8 V C.C. que irá alimentar o circuito propriamente dito.

O C.I.1, como não poderia deixar de ser, um 555, está operando como monoestável, cuja rede de temporização é formada pelo conjunto R1, C3 e potenciômetro P1, com o qual poderemos alterar convenientemente o período de temporização, isto é, o tempo em que a carga ficará em ação; este período pode

ser avaliado teoricamente através da equação II-5 do capítulo II, fornecendo um período máximo de temporização da ordem de 10 minutos e um mínimo de 52 segundos. A gama de valores compreendidos entre esses extremos confere ao dispositivo uma versatilidade sem par. O Apêndice VIII indica soluções para alterar, a gosto de cada um, esses períodos extremos de tempo.

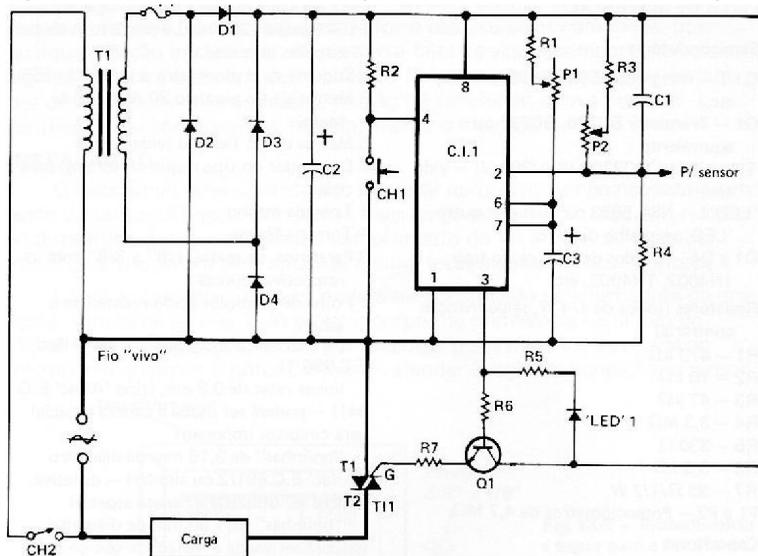


Fig. IX-1 — Diagrama esquemático do interruptor eletrônico.

Pois bem, o pino 2 do integrado (Fig. IX-1), em condições normais, está a um potencial tal que o C.I. se encontra bloqueado e, portanto, sua saída — pino 3 — está em praticamente zero volt, ocasionando a não condução do transistor Q1 e, porque o transistor não está conduzindo, a porta G do triac não recebe corrente suficiente para excitá-lo, comportando-se, portanto, como uma chave aberta entre seus terminais T1 e T2; por isto, a carga não recebe alimentação através da rede, permanecendo em repouso.

Ora, se aterrarmos a entrada-disparo de C.I.1 (pino 2), ainda que momentaneamente, ou mesmo, se através de indução ou qualquer outro meio, fizermos com que o potencial desta entrada seja inferior à terça parte da tensão de alimentação, o C.I. irá disparar, provocando, através de R6, a forte condução do

transistor; com isto irá circular corrente por Q1, R7 e junção G-T1 do triac, fazendo-o conduzir, agora comportando-se como uma chave fechada entre os terminais T1 e T2, e assim a carga recebe a devida alimentação proveniente da rede elétrica.

A condição descrita manter-se-á nestas condições — carga em funcionamento — até esgotar-se o período de temporização programado, quando então o circuito retomará a sua condição inicial de repouso — carga desativada.

O capacitor C1 (Fig. IX-1) tem por finalidade eliminar os sinais espúrios presentes na rede, provocados pelo acionamento de dispositivos elétricos a ela conectados, tais como enceradeira, televisor, geladeira, lâmpadas, etc.

O potenciômetro P2 tem por finalidade ajustar a sensibilidade de disparo do circuito: quanto maior for a resistência ôhmica por ele inserida no circuito, tão mais sensível se tornará o seu sensor. O resistor R3 se constitui em um limitador de corrente para o pior caso de P2 (zero ohm), enquanto R4 ajusta o potencial do pino 2 do integrado em um valor acima, porém próximo, à terça parte da tensão de alimentação. Assim, ao encostarmos a mão no sensor e estando em contato com o chão, irá fluir uma pequena corrente do chão para o vivo" através do nosso corpo, corrente esta que levará o potencial do pino 2 a provocar o disparo do integrado.

O conjunto R5 e 'LED' 1 é uma sofisticação do circuito: ele possibilita visualizar se o circuito está ou não em repouso; como sabemos, nesta última condição a saída do C.I. se encontra a zero volt, e, portanto, o 'LED' emitirá luz, estando a corrente por ele circulante limitada através do resistor R5; contudo, se o circuito disparar, a saída, em nível alto, do integrado, polarizará inversamente o 'LED' e ele deixará de emitir luz enquanto esta condição perdurar.

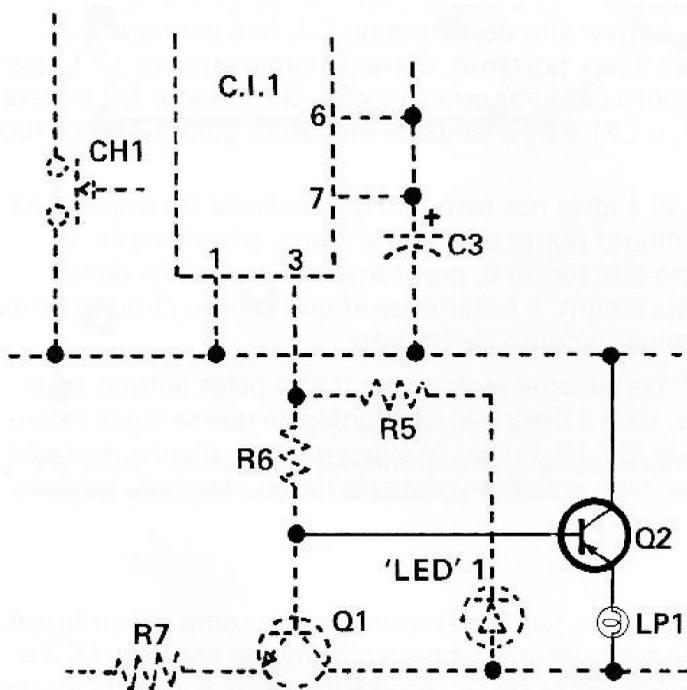


Fig. IX-2 — Anexando ao circuito original um transistor de pequena potência e uma diminuta lâmpada, conforme é mostrado, consegue-se fazer com que o próprio dispositivo indique a localização do sensor.

A chave CH1, de contato momentâneo do tipo N.A. (normalmente aberto), possibilita interromper manualmente, a qualquer momento, o período de temporização iniciado pelo circuito e, conseqüentemente, desativar a carga; ela é de bastante validade, principalmente durante o período de ajuste da sensibilidade do dispositivo, ou mesmo — quando o mesmo é ligado — esta condição inicial de ligar o dispositivo faz com que o circuito dispare inadequadamente. O resistor R2 limita a corrente quando CH1 for pressionada.

As linhas mais grossas do esquema (Fig. IX-1) nos informam que estas conexões devem ser realizadas com fios de grosso calibre. O triac TI1 empregado no protótipo, um TIC2268, pode manipular até 8 ampères sob 200 volts; poderão ser utilizados outros triacs com maior poder de manipulação de

potência, tais como: TIC226D (8 A/400 V), TIC236B (12 A/200 V), TIC236D (12 A/400 V), TIC246B (16 A/200 V), TI C246D (16 A/400 V), etc. De qualquer forma, recomendamos não empregar cargas que drenem uma corrente superior à metade da máxima corrente permissível para o triac, devido ao reduzido tamanho do dissipador utilizado; assim, para o triac recomendado na lista de material, um TIC226B (8 A/200 V), convém não utilizar cargas superiores a 500 W, desde que a tensão da rede esteja compreendida entre 100 a 120 volts.

É possível ainda agregar algumas sofisticações a mais no circuito (um exemplo é apresentado na Fig. IX-2), o qual consta de um transistor p-n-p, uma pequena lâmpada incandescente; este conjunto funciona na seguinte forma: quando o nível de tensão na saída do C.I. for baixo — carga em repouso — o transistor Q2 irá saturar, implicando no acendimento da lâmpada; na outra situação — carga ativada — o nível alto deste mesmo C.I. fará com que o transistor Q2 corte, não existindo, portanto, corrente circulante por LP 1, que permanecerá apagada enquanto perdurar esta situação. O transistor Q2 poderá ser, entre outros, o BC257, e LP1 é uma lâmpada-miniatura para 6,3 volts/100 a 150 mA no máximo.

Este circuito (Fig. IX-2) é ideal nos casos em que o sensor do dispositivo for constituído por um diminuto ponto de contato como, por exemplo, a cabeça de um alfinete; como este sensor é, praticamente, impossível de ser encontrado em um ambiente escuro, é justamente aí que entra o circuito acima descrito: a lâmpada irá iluminar o ponto de contato.

Outras "sofisticações" certamente serão encontradas pelos leitores mais argutos; de qualquer modo, toda a descrição de montagem que se segue refere-se unicamente ao circuito da Fig. IX-1; caso seja incorporada alguma inovação no circuito, terá de ser idealizada uma nova placa de fiação impressa, fazendo as alterações adequadas.

## **A MONTAGEM**

A placa de fiação impressa em tamanho natural, assim como a distribuição dos componentes na mesma estão mostradas respectivamente nas Figs. I X-3 e I X-4; nesta altura dos acontecimentos não é necessário alertar ao montador das

eventuais diferenças de tamanho dos componentes adquiridos em relação aos utilizados no protótipo, acarretando modificações na placa de circuito impresso ora apresentada; de qualquer forma, como poderemos observar na Fig. IX-4, foram previstos vários espaçamentos para os capacitores C2 e C3 com a intenção de facilitar ainda mais a montagem e a substituição destes capacitores eletrolíticos por outros de maior (ou menor) tamanho.

Os pontos A, B, C e D, assinalados na Fig. IX-4, destinam-se à fixação da placa do circuito na caixa.

Uma vez estando a placa pronta, passaremos à montagem dos componentes, iniciando pelos diodos, resistores, soquete do integrado, capacitores e porta-fusíveis, tomando o cuidado de obedecer, quando pertinente, a polaridade destes elementos, tal como ilustra o chapeado da Fig. IX-4.

A soldagem do triac e a instalação do respectivo dissipador requer cuidados especiais: inicialmente cortamos o terminal central do triac e dobramos os outros dois terminais — T1 e G — de forma que, tanto estes como o furo de fixação se encaixem na placa de circuito impresso (Fig. IX-5); o passo seguinte é fixar o semicondutor ao seu dissipador e este à placa (a Fig. IX-6 ilustra o procedimento a ser seguido); entre o dissipador e o triac deveremos passar uma fina camada de silicone ou pasta térmica, a fim de possibilitar maior transferência de calor do segundo para o primeiro.

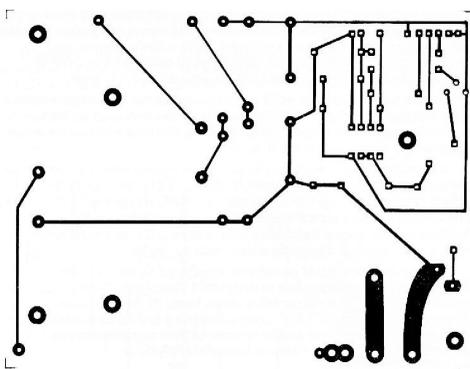


Fig. IX-3 — Desenho em tamanho natural da plaqueta de fiação impressa idealizada para atender o circuito original do alarma (Fig. IX-1).

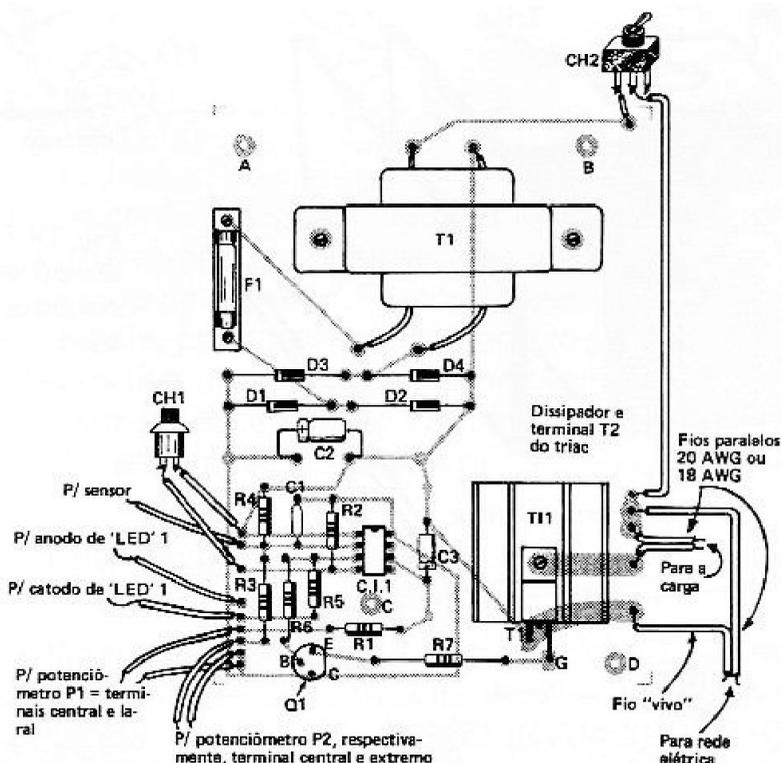


Fig. IX-4 — Distribuição dos componentes na plaqueta, assim como o chapeado das ligações externas a ela serem realizadas.

**Obs.:** o terminal cortado — T2 — do triac também corresponde à carcaça do semiconductor e, em última análise, ao dissipador, devido ao contato.

Completamos a montagem instalando o transformador através de um par de parafusos e respectivas porcas (Fig. IX-7).

A montagem estará encerrada ao soldarmos e instalarmos os componentes externos à placa, como: potenciômetros, chaves, 'LED', etc., tomando o cuidado de utilizar fios de maior diâmetro (20 AWG ou mesmo 18 AWG) para as ligações da carga e para a alimentação C.A. do circuito (vide Fig. IX-4). Finalmente soldaremos o transistor e colocaremos o C.I. no

seu respectivo soquete, obedecendo à disposição apresentada no layout.

Quanto à caixa, o leitor certamente encontrará no mercado a mais adequada para a finalidade a que se destinará o dispositivo. Nesta caixa, de preferência plástica, deverão ser feitos vários furos, de diâmetros apropriados, para comportar as chaves, 'LED', potenciômetros e pontos de entrada e saída para o dispositivo — o leitor poderá orientar-se pelas sugestões apresentadas em capítulos anteriores, em particular o capítulo VI e VIII.

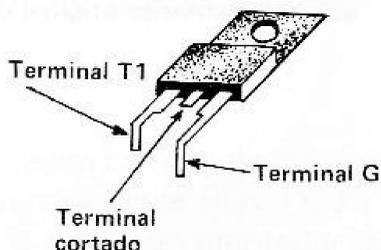


Fig. IX-5 — Forma como devem ser dobrados e cortados os terminais do triac.

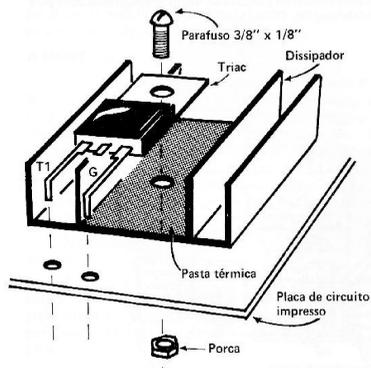


Fig. IX-6 — Chapeado da instalação do triac e respectivo dissipador na plaqueta de circuito impresso.

Antes de ligar o dispositivo à rede é de bom alvitre fazer uma revisão em toda a montagem, corrigindo, quando for o caso, os erros cometidos, pois qualquer ligação inadequada, ou mesmo a falta de algum componente ou de alguma conexão, fará com

que o circuito funcione precariamente no melhor dos casos, e na maioria dos casos, ele não irá funcionar, com a possível danificação de componentes, principalmente o integrado.

## INSTALAÇÃO

O dispositivo deve ser instalado em lugar apropriado e não necessariamente perto do sensor; é lógico que quanto mais longe estiver localizado, em relação ao dispositivo, tanto maior será o comprimento do fio sensor; de qualquer maneira, o dispositivo deve situar-se em um local inacessível aos "curiosos". Como já dissemos, o sensor poderá ser constituído pela fechadura de uma porta, trincos de janelas, pelo próprio corpo (de preferência metálico) do objeto a ser protegido, ou, ainda, por qualquer placa metálica associada ao mesmo; em qualquer hipótese, devemos atender à seguinte condição: o sensor não poderá ser constituído por partes metálicas que estejam aterradas ou estejam em contato direto com o solo; se isto não for observado, o circuito integrado será irremediavelmente danificado

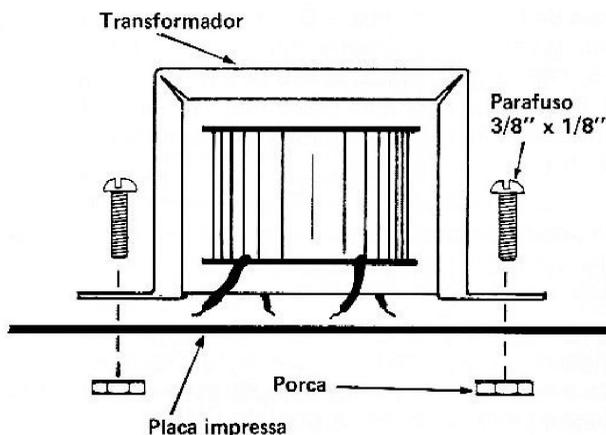


Fig. IX-7 — Procedimento a seguir para a fixação do transformador à plaqueta de fiação impressa.

Outro ponto a ser observado na instalação é o que se refere ao fio neutro e fio "vivo" da rede elétrica: o "vivo" deverá ser a referência terra — negativo — do circuito, conforme mostra

o esquema da Fig. I X-1. O fio "vivo" da rede elétrica pode ser identificado por intermédio de uma lâmpada néon de teste, amplamente utilizada pelos eletricitistas profissionais; em verdade, como se verá a seguir, não existe real necessidade de identificar este fio, já que uma inversão entre este fio e o neutro fará com que o dispositivo perca a sensibilidade que o caracteriza.

## **AJUSTES**

Uma vez instalado todo o dispositivo, inclusive o sensor e seu único fio de interligação, teremos de realizar dois ajustes: o primeiro será o do período de temporização, sendo efetuado através do potenciômetro P1 (Fig. IX-1 ou IX-4) — quanto menor é a resistência ôhmica introduzida por ele no circuito, tão menor se tornará este período; se o período se tornar demasiadamente longo, poderemos interromper o processo calcando o interruptor CH1 para realizar novo ajuste, até que encontremos o período ideal de temporização. O segundo ajuste depende da localização do sensor, das suas dimensões, bem como do local por onde passa o único fio para o sensor, e do seu comprimento, comprimento este que não deverá ser maior que 20 metros; neste ajuste a primeira providência é colocar o cursor do potenciômetro P2 de forma que introduza o maior valor resistivo possível para o circuito, existindo aí dois resultados:

**a) O dispositivo não dispara** — Encostar o dedo na placa metálica e verificar se o circuito ativa a carga; se isto não ocorrer, inverter a tomada do circuito e fazer novo ensaio; se mesmo assim o circuito não disparar, é sinal de que houve algum deslize na montagem, a qual terá de ser totalmente revista à procura da(s) "bruxa(s)".

**b) O dispositivo dispara de forma contínua** — Diminuir gradativamente a resistência ôhmica apresentada pelo potenciômetro P2, e calcar a chave CH1, verificando se a carga ainda permanece ativada; se isto ocorrer, diminuimos ainda mais a resistência de P2, até que o circuito não venha a disparar por si próprio. Realizar pequenos ajustes através deste mesmo potenciômetro até encontrar o ponto ideal de disparo.

Uma vez feitos os dois ajustes — de temporização e de sensibilidade — bastará que encostemos na placa sensível do circuito para que ele venha a ativar a carga (uma campainha,

lâmpada, etc.); decorrido algum tempo esta carga será automaticamente desativada, a menos que mantenhemos constantemente o contato.

Devido às características do circuito, toda vez que ele for ligado pela primeira vez à rede elétrica, ela porá, inadequadamente, em ação a carga; nestes casos teremos de restabelecer o circuito através do contato CH1, ou deixar escoar o período de temporização por nós programado.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES**

Para facilitar a montagem ou mesmo alterar o 'layout' sugerido para este circuito, a Fig. IX-8 identifica os lides de todos os semicondutores utilizados neste dispositivo.



Fig. IX-8 — Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados na montagem do interruptor por toque com autodesativamento automático.

**LISTA DE MATERIAL****Semicondutores**

- C.I.1 – Integrado 555 (NE555,  $\mu$ A555, etc.)  
 Q1 – Transistor BC238, BC237 ou equivalente  
 T11 – Triac TIC226B (8 A/200 V) – vide texto  
 'LED'1 – NSL 5053 ou qualquer outro 'LED' vermelho de 3/16"  
 D1 a D4 – Diodos de retificação tipo 1N4002, 1N4003, etc.

**Resistores** (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)

- R1 – 470 k $\Omega$   
 R2 – 10 k $\Omega$   
 R3 – 47 k $\Omega$   
 R4 – 3,3 M $\Omega$   
 R5 – 330  $\Omega$   
 R6 – 3,3 k $\Omega$   
 R7 – 33  $\Omega$ /1/2 W  
 P1 e P2 – Potenciômetros de 4,7 M $\Omega$

**Capacitores**

- C1 – 0,047  $\mu$  F, poliéster  
 C2 – 680  $\mu$ F (ou mais) x 15 volts, eletrolítico  
 C3 – 100  $\mu$ F/6V, eletrolítico

**Diversos**

- T1 – Transformador: rede/6 volts a 250 mA  
 CH1 – Interruptor de contato normalmente aberto

- CH2 – Chave de rosca do tipo liga-desliga  
 F1 – Fusível (200 mA) e porta-fusíveis para circuito impresso  
 1 Soquete de 8 pinos para o integrado 555  
 3 Metros de fio paralelo 20 AWG (vide texto)  
 5 Metros de fio flexível (vide texto)  
 1 Dissipador do tipo duplo U, furado, para o triac  
 1 Tomada-macho  
 1 Tomada-fêmea  
 3 Parafusos, de metal, 1/8" x 3/8" com as respectivas porcas  
 1 Folha de símbolos ácido-resistentes a saber:  
 para circuitos integrados (tipo 'Alfac' E.C.996/1)  
 linhas retas de 0,8 mm; (tipo 'Alfac' E.C. 941) – poderá ser usada a caneta especial para circuitos impressos  
 "bolinhas" de 3,16 mm de diâmetro ('Alfac' E.C.991/2 ou similar) – optativa, poderá ser utilizada a caneta especial  
 "bolinhas" de 1,90 mm de diâmetro (poderá ser usada a 'Alfac' de código E.C. 960/1) – idem  
 1 Caneta especial para confecção de circuitos impressos  
 1 Placa cobreada virgem de dimensões não inferiores a 10 x 13 cm  
 Pasta térmica ou graxa silicone, caixa plástica (vide texto), campainha e/ou lâmpadas (vide texto), dois botões para os potenciômetros

---

## **X. TERMOSTATO DE PRECISÃO**

---

Um termostato nada mais é do que um dispositivo automático para manter uma temperatura praticamente constante ou para detectar variação de temperatura. Pelas razões expostas, esse tipo de circuito é ideal para comandar ventiladores, condicionador de ar, torradeiras, aquecedores elétricos ou qualquer outro dispositivo elétrico que se relacione com temperatura, como, por exemplo, o nosso bem conhecido ferro de soldar. Os termostatos convencionais se utilizam de uma lâmina bi metálica, foles cheios de gás ou líquido ou vários outros dispositivos sensíveis à temperatura — em particular os termistores — que provocam o fechamento de contatos, produzindo assim a ação ou correção necessária de temperatura.

O circuito aqui descrito utiliza um termistor como elemento sensível à temperatura, sendo por isto capaz de ligar a carga por ele comandada tão logo a temperatura do local onde estiver instalado seu sensor atingir um valor inferior, da ordem de  $0,5^{\circ}\text{C}$ , ao programado pelo usuário; quando a temperatura, devido à comutação da carga aquecedora, for superior aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  à previamente programada, o dispositivo automaticamente desligará a carga sob seu comando, assim permanecendo até o momento em que a temperatura venha a diminuir, quando o ciclo se repetirá.

Além das aplicações acima, o dispositivo ora proposto também poderá ser utilizado, com grande eficiência, como alarma contra incêndio. Devido à sua extraordinária sensibilidade a variações de temperatura, o dispositivo também pode ser empregado em laboratórios fotográficos, onde há necessidade de manter-se constante a temperatura da solução reveladora dos filmes, principalmente se estes forem coloridos. Outras aplicações menos "convencionais" certamente serão encontradas pelo leitor para o termostato eletrônico aqui descrito.

### ***O CIRCUITO***

Como o nosso dispositivo se utiliza de um termistor como elemento sensível à temperatura, é sobre este componente que

serão tecidas as primeiras considerações. Os termistores, abreviatura da palavra composta termo-resistor, são resistores cuja resistência ôhmica varia com a temperatura, ou seja: à medida que a temperatura se eleva, a sua resistência elétrica também aumentará ou diminuirá conforme, respectivamente, o termistor seja de coeficiente positivo ou de coeficiente negativo. Por isto, os termistores são classificados em duas grandes famílias, a saber:

**a) termistor de coeficiente de temperatura positivo (termistor PTC —positive temperature coefficient)** — a resistência ôhmica destes termistores acompanha, no mesmo sentido, a temperatura: se esta cresce, a resistência aumenta, e vice-versa.

**b) termistor de coeficiente de temperatura negativo (termistor NTC — 'negative temperature coefficient')** — nestes a sua resistência ôhmica varia de forma inversa com a temperatura, ou seja, se esta aumenta, a resistência diminui, e vice-versa (o termostato aqui proposto emprega justamente este tipo de termistor — termistor NTC). Pois bem, o circuito completo do termostato eletrônico está apresentado na Fig. X-1; como podemos observar, o "coração" do mesmo é o nosso velho amigo 555, operando na condição de monoestável, cuja configuração foi amplamente analisada no capítulo II.

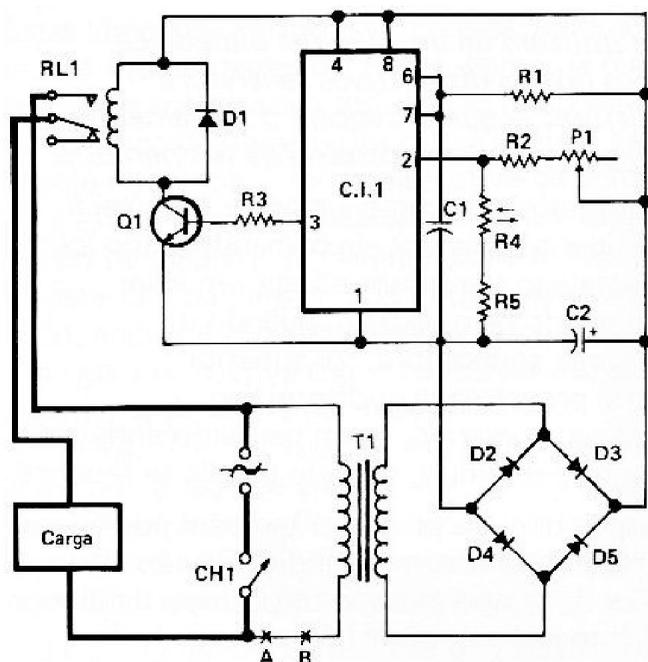


Fig. X-1 — Diagrama esquemático do termostato eletrônico.

#### LISTA DE MATERIAL

##### Semicondutores

C.I.1 — Integrado 555

Q1 — Transistor BC238, BC237 ou equivalente

D1 a D5 — Diodos 1N4002 ou equivalente

**Resistores** (todos de 1/4 W, salvo menção contrária)

R1 — 33 k $\Omega$

R2 — 1,2 k $\Omega$

R3 — 4,7 k $\Omega$

R4 — Termistor (vide texto)

R5 — 1,8 k $\Omega$

P1 — Potenciômetro de 47 k $\Omega$  (vide texto)

##### Capacitores

C1 — 0,1  $\mu$ F

C2 — 1000  $\mu$ F/16 V, eletrolítico

##### Diversos

T1 — Transformador: rede/12 volts a 250 mA

CH1 — Interruptor do tipo liga-desliga: 200 volts /10 ampères

RL1 — Relé para 12 Vcc, contatos reversíveis para 5 A (no protótipo foi utilizado o relé RU 110012 da 'Schrack' — vide texto)

1 Soquete de 8 pinos para o integrado 555

3 Metros de fio paralelo de bitola 18 AWG (vide texto)

3 Metros de fio flexível fino

2 Tomadas, uma macho, outra fêmea (vide texto)

2 Parafusos de metal: 3/8" x 1/8", com as respectivas porcas

1 Placa padronizada para integrados do tipo semi-acabada, de dimensões não inferiores a 10 cm x 10 cm

Solda de 1 mm — 60/40, caixa plástica ou metálica padronizada (10 x 10 x 10 cm), um botão para o potenciômetro, etc.

O funcionamento do circuito se processa da seguinte forma: a tensão da rede, normalmente 110 V C.A., é aplicada através da chave CH1 (optativa) ao primário do transformador T1, surgindo uma tensão eficaz de 12 volts no enrolamento do secundário; esta tensão alternada é retificada (onda completa) através dos diodos retificadores D2 a D5, sendo finalmente filtrada pelo capacitor eletrolítico C2; esta tensão, agora contínua, irá alimentar o integrado através dos pinos 1 e 8, assim como o restante do circuito.

Supondo que a resistência ôhmica do termistor R4, do tipo NTC, seja suficientemente elevada — temperatura baixa — a entrada-disparo do C.I. (pino 2) se encontrará a um potencial superior à terça parte do valor nominal da tensão de alimentação, devido ao divisor resistivo formado por R2-P1 e R4-R5; nestas condições, como é de nosso conhecimento, a saída do integrado (pino 3) se encontrará a praticamente zero volt, provocando a não condução do transistor Q1 que, em primeira análise, se constitui num estágio de potência cuja finalidade é fazer comutar adequadamente o relé R L1; com isto, os contatos do relé se apresentam conforme ilustra a Fig. X-1 e a carga estará desoperada.

Quando a temperatura aumentar, a resistência do termistor diminuirá, situando o potencial da entrada-disparo do integrado a um valor menor que a terça parte do valor da tensão de alimentação; neste justo momento, o integrado será disparado e, em consequência, a sua saída passa de zero volt — condição de repouso — para um valor praticamente igual ao de alimentação; este sinal é levado através de R3, que constitui um limitador de corrente, à base do transistor 01, o qual irá saturar, fazendo com que o relé R L1 opere, e o seu único contato reversível leva a alimentação conveniente à carga; simultaneamente a tudo isto, é retirado o aterramento, interno, do pino 7 do C.I., e o capacitor C1 começa a carregar-se através de R1. Quando a tensão entre os bornes deste capacitor, ou seja, quando a tensão entre o pino 6 (ou 7) do integrado e terra apresentar um valor em tensão igual a  $\frac{2}{3}$  da tensão de alimentação, o C.I. estará apto a retornar à sua condição de repouso, desativando a carga que seria responsável pela diminuição da temperatura; ao mesmo tempo, o capacitor C1 se descarregará quase que instantaneamente através do pino 7, agora aterrado, do circuito integrado.

Segundo os resultados no Apêndice IX, o tempo gasto pelo capacitor C1 carregar-se até o disparo de C.I.1 é da ordem de 3,6 ms, correspondendo ao tempo teórico mínimo no qual a carga ficará ativada, porém é bem provável que neste curto lapso de tempo a temperatura não tenha diminuído o suficiente para que o termistor apresente uma resistência ôhmica de maior valor, capaz de situar o potencial da entrada-disparo do C.I. em um valor superior à terça parte da tensão de alimentação; em consequência, o integrado se manterá constantemente disparado — carga ligada — mesmo que o período de temporização se tenha esgotado. Porém assim que a temperatura tenha diminuído o suficiente para tornar o potencial do pino 2 do C.I. superior à terça parte da tensão de alimentação, o circuito fará desativar a carga por ele comandada.

O ponto de disparo do dispositivo em função da temperatura é realizado através do potenciômetro P1 que, para maior precisão e facilidade de ajuste, poderá ser substituído por um outro potenciômetro do tipo multivoltas de valor ôhmico igual, ou maior, ao original; os resistores R2 e R5 se constituem em um limitador de corrente para os casos em que a resistência apresentada por P1 seja nula e quando o termistor apresentar um baixo valor resistivo.

O diodo D1 em paralelo com a bobina do relé R L1 tem por finalidade escoar o campo magnético desenvolvido pelo solenoide do relé quando da sua desoperação, protegendo o transistor Q1 contra estes transientes.

Como vimos, o circuito é bastante simples e muito eficaz; por estranho que possa parecer, nenhum componente é crítico: o valor de CI pode ser qualquer um compreendido entre 100 pF a 0,68  $\mu$ F, R1 poderá apresentar valores desde 1,2 k $\Omega$  até algumas dezenas de quilohms. A única parte relativamente crítica do circuito refere-se ao conjunto P1-R2-R5 e, em especial, ao termistor que deverá apresentar uma resistência ôhmica entre 700  $\Omega$  a 1,5 k $\Omega$  à temperatura ambiente (25°C), recaindo a preferência nos termistores de menor tamanho (menor massa), os quais detectam variações muito menores de temperatura e muito mais rapidamente que os de maior massa.

Outro item a considerar é a capacidade dos contatos do relé. O recomendado na lista de material poderá manipular cargas de até uns 500 W de potência; havendo necessidade de manipular cargas de maior potência, este relé deverá ser

substituído por um outro de maior poder de manipulação de corrente, porém a sua bobina terá de ter uma resistência ôhmica compreendida entre  $100 \Omega$  a  $1000 \Omega$ , aproximadamente. Outra sugestão é empregar um relé para C.A., de capacidade adequada para as necessidades práticas, sendo comandado através do relé R L1 do dispositivo (Fig. X-1), tal como é mostrado pela Fig. X-2: o relé R L1, operando, fechará o seu contato e fará com que o relé de C.A. receba a tensão da rede; então este, por sua vez, também fechará o seu contato, alimentando a carga sob o seu controle. Tanto nesta figura como na anterior observamos que algumas linhas apresentam largura maior que as restantes; elas mostram que tais ligações devem ser feitas com fio de calibre 20 AWG ou 18 AWG.

Os leitores que desejarem podem incorporar entre os pontos A e B — Figs. X-1 e X-2 — um fusível de proteção de uns 200 mA; ainda para tornar o dispositivo mais atraente poderá ser acrescentada uma lâmpada-miniatura para 12 volts, ou mesmo um 'LED', que irá indicar o funcionamento do dispositivo (vide Fig. X-3). Outros melhoramentos do dispositivo ficarão a cargo da imaginação do leitor mais habilidoso e criativo.

Como vimos, o circuito da Fig. X-1 destina-se a ligar cargas (ventiladores, por exemplo) tão logo a temperatura tenha subido o suficiente; quando a temperatura baixar, devido à ação da carga, o dispositivo irá desligá-la. Acontece, porém, que talvez haja interesse no funcionamento do circuito às "avessas", isto é: manter aquecido um ambiente; isto é possível de ser conseguido: bastará inverter o contato do relé com a carga, tal como nos mostra a Fig. X-4; nesta condição, a carga aquecedora se manterá acionada até o momento em que a temperatura do ambiente, ao subir, tenha alcançado o ponto previamente programado pelo usuário através do potenciômetro de ajuste P1.

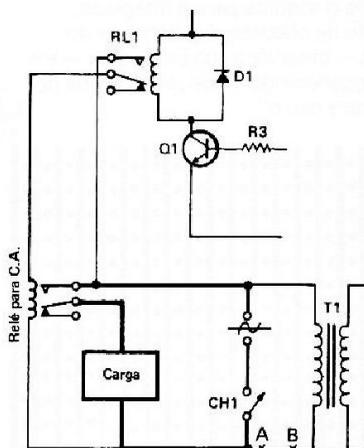


Fig. X-2 — Circuito de uma das soluções para aumentar a capacidade de manuseio de potência por parte do circuito da figura anterior.

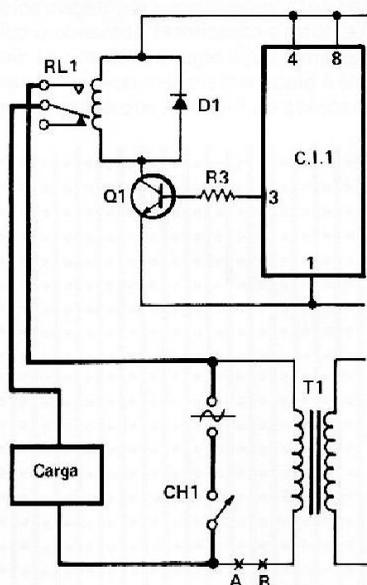
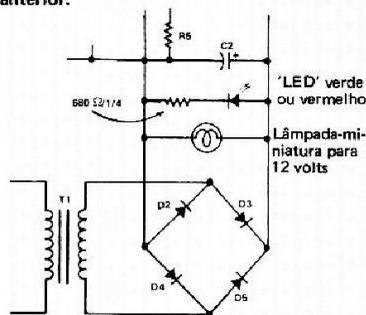


Fig. X-4 — A simples inversão dos contatos do relé possibilita o funcionamento da carga às avessas; ela será desativada quando a temperatura, ao subir, alcançar o ponto de disparo previamente estabelecido pelo usuário.

Fig. X-3 — Para informar ao usuário que o circuito está ligado, tanto poderá ser utilizada uma diminuta lâmpada ou um 'LED', tal qual mostrado ao lado.

## A MONTAGEM

A montagem do circuito não é crítica nem tampouco a distribuição dos componentes na placa de fiação impressa especialmente confeccionada para este fim, mas à guisa de orientação apresentamos a placa, ligeiramente ampliada, utilizada para a montagem do nosso protótipo (Fig. X-5); a figura seguinte nos mostra a distribuição dos componentes nesta placa do tipo padronizado — a descrição da montagem; assim, a placa cobreada e a distribuição dos componentes na mesma referem-se ao circuito apresentado na Fig. X-1; qualquer modificação do circuito, a título de melhoramento, requer alterações das

interrupções das veias de cobre na placa e no layout. Uma vez realizadas as treze interrupções das veias de cobre da placa, mostradas na Fig. X-5, ela estará apta a receber os componentes. Obedecendo o layout, iniciaremos a montagem soldando o soquete para o integrado, resistores e capacitores, tomando o cuidado de obedecer à polaridade do capacitor C2; a seguir, soldamos os diodos — observar a sua polaridade — e o relé à placa; o transistor deve ser soldado obedecendo à posição indicada no chapeado da Fig. X-6, isto é, de "barriga para baixo".

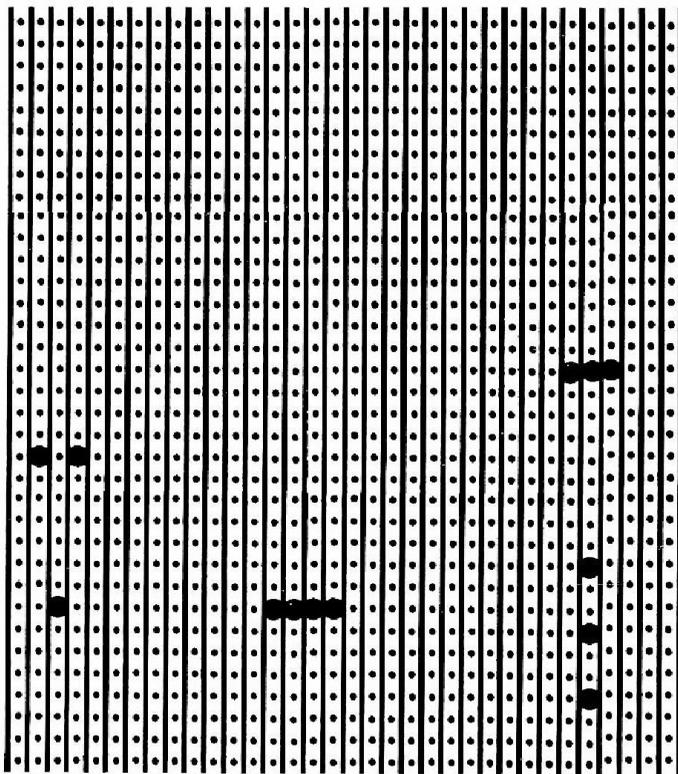


Fig. X-5 — Desenho da plaqueta (do tipo semiacabada), pelo lado cobreado, em tamanho ligeiramente maior que o real.

Encerramos a montagem fixando o transformador à placa através de dois parafusos com as respectivas porcas, de tal forma que os dois fios encapados (primário) do transformador fiquem orientados para fora da placa e o par de fios esmaltados

(secundário) do transformador se situe para o interior da placa; antes de soldar os dois fios do secundário à placa, as suas extremidades devem ser previamente raspadas e estanhadas, a fim de facilitar a soldagem e evitar as denominadas soldas "frias". Finalmente fazemos as conexões externas: as que vão para o potenciômetro e termistor, com fio fino, e as que vão manipular tensões C.A., com fio de bitola muito maior (18 AWG ou mesmo 14 AWG) — o comprimento dos fios irá depender das dimensões da caixa utilizada pelo leitor.

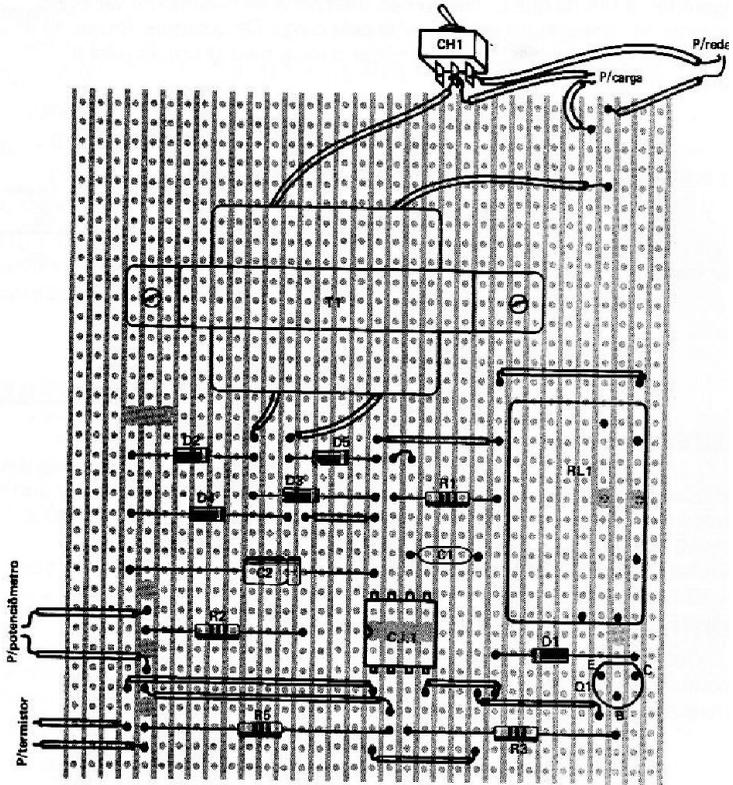


Fig. X-6 — Distribuição dos componentes na plaqueta semiacabada.

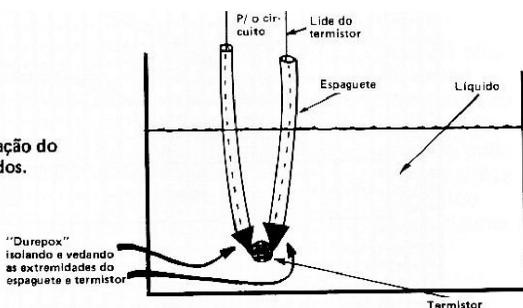
Para um bom acabamento, poderemos utilizar duas tomadas para os dois pares de fios que vão ter à carga (tomada-fêmea) e à rede (tomada-macho). Antes de ligar o

dispositivo à rede, é recomendável conferir todas as ligações e verificar se não existem curtos-circuitos entre pontos de solda ou mesmo entre duas veias de cobre próximas entre si, principalmente nos pontos de interrupção das veias de cobre.

## INSTALAÇÃO

O sensor, isto é, o termistor, do circuito, deve ser colocado em lugar propício, de forma a poder detectar rapidamente qualquer variação de temperatura; quando se tratar de líquidos como água, por exemplo, os seus lides devem ser preparados adequadamente, de forma a ficarem isolados do líquido — a Fig. X-7 apresenta uma sugestão. Por outro lado, o termistor não deve situar-se nas cercanias da carga quando esta for um aquecedor ou um refrigerador, a fim de que o mesmo não interprete erroneamente variações repentinas de temperatura introduzidas pela carga. De qualquer forma, só a experiência e as tentativas nos irão indicar o local mais propício para a instalação do sensor.

Fig. X-7 — Croqui da instalação do sensor (termistor) em líquidos.



## AJUSTES

O único ajuste é realizado através do potenciômetro P1, dependendo das condições de temperatura que quisermos manter e da aplicação a que se destina o dispositivo. Também aqui, o ajuste deverá ser feito empiricamente, isto é, tentativa por tentativa, até que consigamos o ponto para nós ideal de funcionamento do circuito — normalmente não são necessárias mais do que duas tentativas para um ajuste justo e perfeito.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DOS SEMICONDUTORES**

Visando facilitar a montagem, ou mesmo a modificar o 'lay-out' apresentado para este circuito, todos os semicondutores empregados na montagem estão identificados na Fig. X-8.

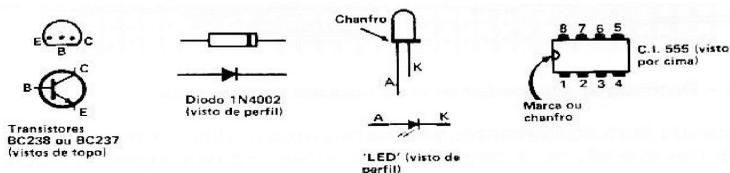


Fig. X-8 — Identificação dos lides dos semicondutores utilizados na montagem do termostato eletrônico.

## APÊNDICE I

**NOTA 1:** A expressão que institui o tempo  $t_H$ , em que a saída do integrado se mantém em nível alto de tensão, provém do tempo de carga de um capacitor, através de um resistor (Fig. AI-1) que, como é sabido, obedece à seguinte fórmula:

$V_C = V_{CC}(1 - e^{-t/RC})$  em que  $V_C$  — é a tensão entre os bornes do capacitor, em volts;

$V_{CC}$  é a tensão da fonte de alimentação;  $e$  — é uma constante cujo valor aproximado é 2,718281;  $R$  — é o valor resistivo (em ohms) da resistência que irá carregar o capacitor;

$C$  — é a capacitância (em farads) do capacitor, e

$t$  — é o tempo, em segundos.

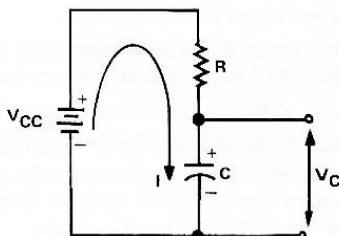


Fig AI-1 - Este circuito RC fornece a expressão do tempo em que o C.I. permanece em nível alto ( $t_H$ ). O sentido da corrente indica a carga do capacitor.

O produto  $RC$  desta expressão costuma ser representado pela letra "T" (lê-se: "tau") e é denominado constante de tempo, sendo expresso em segundos.

Devido às características do integrado, a tensão entre os terminais do capacitor ( $V_C$ ) varia entre  $1/3$  de  $V_{CC}$  e  $2/3$  de  $V_{CC}$ ; assim, o período de tempo  $t_H$ , que é de nosso interesse, corresponde justamente ao tempo decorrido para que a tensão  $V_C$  passe de  $1/3$  de  $V_{CC}$  até  $2/3$  de  $V_{CC}$ ; por tudo isto, inicialmente podemos escrever a seguinte igualdade:

$V_C = 1/3 V_{CC}$  que, aplicada na expressão acima, fornece

$$V_C = 1/3 V_{CC} = V_{CC} (1 - e^{-t_1/RC}) \text{ ou}$$

$$e^{-t_1/RC} = 1 - 1/3 \Rightarrow e^{-t_1/RC} = 2/3$$

Aplicando o operador In (logaritmo neperiano ou natural) a ambos os membros desta igualdade vem:

$$-\frac{t_1}{RC} \cdot \ln e = \ln 2/3 \Rightarrow t_1 = -RC \cdot \ln 2/3$$

em que  $t_1$  representa o tempo que o capacitor leva para carregar-se até a tensão  $1/3 V_{cc}$ .

O tempo  $t_2$ , empregado pelo capacitor para alcançar um d.d.p. entre seus bornes igual a  $2/3$  de  $V_{cc}$ , pode ser deduzido de

$$V_C = 2/3 V_{cc} = V_{cc} (1 - e^{-t_2/RC}) \text{ ou}$$

$$e^{-t_2/RC} = 1 - 2/3 \Rightarrow e^{-t_2/RC} = 1/3$$

forma análoga:

através de logaritmos vem:

$$-\frac{t_2}{RC} \ln e = \ln 1/3 \Rightarrow t_2 = -RC \cdot \ln 1/3$$

Então o período de tempo que o capacitor utiliza para carregar-se entre  $1/3$  de  $V_{cc}$  e  $2/3$  de  $V_{cc}$  será a diferença entre

$t_2$  e  $t_1$ , ou seja:

$$t_H = t_2 - t_1 = -RC \cdot \ln 1/3 + RC \cdot \ln 2/3 = RC (\ln 2/3 - \ln 1/3) =$$

$$RC \cdot \ln (2/3 : 1/3)$$

finalmente

$$t_H = RC \cdot \ln 2$$

recorrendo à tábua de logaritmos extraímos o valor 0,693 para  $\ln 2$ , o qual, aplicado à expressão acima, nos fornece.

$$t_H = 0,693 \cdot RC$$

onde R representa o valor resistivo total que provoca a carga do capacitor; ora, um breve exame na configuração apresentada na Fig. 11-4 (capítulo II) nos mostra que este valor resistivo total corresponde à soma (resistores em série) das resistências  $R_1$  e  $R_2$ , assim:

$$t_H = 0,693 (R_1 + R_2) C$$

**NOTA 2:** De forma semelhante, o período  $t_L$ , em que a saída do C.I. permanece em nível baixo, é deduzido através da expressão de descarga de um capacitor através de um resistor

(Fig. AI-2), ou seja,  $V_C = V_0 \cdot e^{-t/RC}$  onde  $V_C$  — é a tensão entre os terminais do capacitor, em volts;  $V_0$  — é a tensão inicial do capacitor, em volts;  $R$  — é o valor resistivo (em ohms) da resistência que irá descarregar o capacitor;  $C$  — é a capacitância, em farads, do capacitor;  $t$  — é o tempo, em segundos, e  $RC = T$ , em segundos.

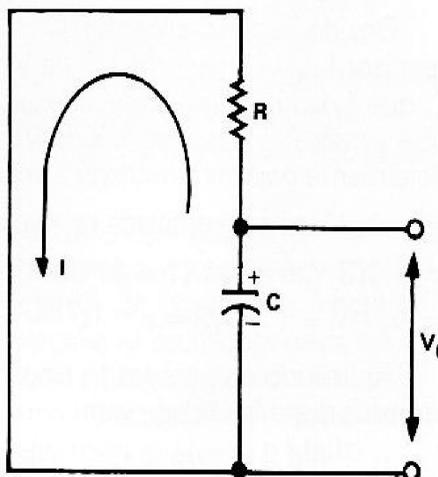


Fig. AI-2 — Da expressão de descarga do capacitor através do resistor é deduzida a equação do tempo em que o C.I. está em nível baixo ( $t_L$ ).

Pelas características funcionais do integrado para esta condição de funcionamento (astável), o capacitor apresenta uma tensão inicial —  $V_0$  — igual a  $2/3 V_{CC}$  (vide Fig. 11-5) e se descarregará até atingir uma d.d.p. igual a  $1/3$  de  $V_{CC}$ ; assim sendo, o tempo  $t$  que o mesmo emprega para, a partir de sua tensão inicial  $V_0$ , atingir a tensão  $1/3 V_{CC}$ , é determinado matematicamente através da expressão acima como:

$$V_C = 1/3 V_{CC} = V_0 \cdot e^{-t/RC} = 2/3 V_{CC} \cdot e^{-t/RC}$$

ou  $1/3 = 2/3 \cdot e^{-t/RC} \Rightarrow e^{-t/RC} = 1/2$

aplicando logaritmo vem:

$$\frac{-t}{RC} = \ln 1/2 \Rightarrow t = -RC \cdot (\ln 1 - \ln 2)$$

ou ainda, já que  $\ln 1 = 0$

$$t = RC \cdot \ln 2 \quad \text{que nos permite escrever } t = 0,693 \cdot RC$$

Observando o circuito fundamental desta configuração estável do C.I., (Fig. II-4), notaremos que o capacitor C descarregar-se-á através do resistor R2, então:

$$t_L = 0,693 \cdot R_2 \cdot C$$

**NOTA 3:** O período T de um ciclo de oscilação (Fig. 11-5) é

$$T = t_L + t_H \quad \text{ou}$$

$$T = 0,693 \cdot R_2 \cdot C + 0,693 (R_1 + R_2)C, \text{ finalmente}$$

$$T = 0,693 (R_1 + 2 \cdot R_2) C$$

Como a frequência f de oscilação é o inverso do período T, vem:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,693 (R_1 + 2 \cdot R_2) C} \quad \text{1 ou ainda}$$

$$f = \frac{1,44}{(R_1 + 2 \cdot R_2) C}$$

**NOTA 4:** Neste caso é de interesse determinar o período de tempo que o capacitor emprega para carregar-se desde praticamente zero volt até a sua tensão máxima, que no caso é numericamente igual a 2/3 de Vcc; assim, pelo exposto na nota 1 acima, temos:

$$V_C = \cancel{2/3 V_{cc}} = \cancel{V_{cc}} (1 - e^{-t/RC}) \quad \text{ou}$$

$$2/3 = 1 - e^{-t/RC} \Rightarrow e^{-t/RC} = 1/3$$

$$\frac{-t}{RC} \cdot \ln \frac{1}{e} = \ln \frac{1}{3} \Rightarrow t = -RC \cdot \ln \frac{1}{3}$$

ou ainda  $1/3$

A tábua de logaritmos naturais fornece o valor de  $-1,10$  para  $\ln 1/3$ , então:

$$\mathbf{t = 1,10 \cdot RC}$$

onde R é a resistência que carregará o capacitor que, de acordo com a Fig. II-7, corresponde ao resistor R 1, assim  $T = 1,1 \cdot R1.C$

## APÊNDICE II

A frequência de oscilação é determinada, teoricamente, pela expressão II-3 (capítulo II), ou seja:

$$f = \frac{1,44}{[R4 + 2 (R2 + P1)] \cdot C1}$$

De acordo com a lista de material, e levando em consideração os posicionamentos extremos do cursor do 'trim-pot', iremos determinar dois valores extremos de frequência, a saber:

$$f_{\text{mín.}} = \frac{1,44}{[R4 + 2 (R2 + P1)] \cdot C1} = \frac{1,44}{[1 \cdot 10^3 + 2 (470 \cdot 10^3 + 470 \cdot 10^3)] \times 0,22 \cdot 10^{-6}} \cong 3,5 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{máx.}} = \frac{1,44}{[R4 + 2 (R2 + P1)] \cdot C1} = \frac{1,44}{[1 \cdot 10^3 + 2 (470 \cdot 10^3 + 0)] \times 0,22 \cdot 10^{-6}} \cong 7,0 \text{ Hz}$$

Pode-se aumentar o valor da frequência de oscilação diminuindo-se o valor resistivo de R2 (Fig. III-1) e substituindo o trimpot P1 por um curto nos pontos correspondentes. Outra forma é substituir o capacitor C1 por um outro de menor capacitância— se esta capacitância diminuir em dez vezes, o valor da frequência de oscilação será aumentado dez vezes; notar que acima de 10 Hz a visão humana não mais terá condições de sentir o efeito "pisca-pisca". Havendo interesse em fazer com que o 'LED' 2 (Fig. III-1) emita luz durante mais tempo que o outro 'LED', ter-se-á de aumentar o valor resistivo de R4 e ajustar P1 de forma a obter-se o valor original de frequência de oscilação. Com os valores da lista de material, e de acordo com as expressões II-1 e II-2 do capítulo II, o tempo que cada um dos diodos 'LED'1 e 'LED'2, em um período, permanecerão emitindo luz é o seguinte:

para 'LED'1

$$t_L = 0,693 (R2 + P1) C'$$

para 'LED'2

$$t_H = 0,693 (R2 + P1 + R4) C1$$

Supondo que o cursor de P1 esteja na posição extrema

de máxima resistência, vem:

$$'LED'1 \Rightarrow t = 0,693 (470 \cdot 10^3 + 470 \cdot 10^3) \times 0,22 \cdot 10^{-6} \text{ seg} \approx 143,3 \text{ ms}$$

$$'LED'2 \Rightarrow t = 0,693 (470 \cdot 10^3 + 470 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^3) \times 0,22 \cdot 10^{-6} \text{ seg} \approx 143,6 \text{ ms}$$

Os períodos calculados nos mostram que a resistência R4, devido ao seu reduzido valor ôhmico em relação a R2 e P1, praticamente não tem qualquer influência no tempo de acionamento do diodo eletroluminescente 'LED'2.

**Obs.:** O valor resistivo de R4 não poderá ser menor que 1 k $\Omega$

## APÊNDICE III

A potência entregue pelo dispositivo ao alto-falante pode ser determinada como se segue:

Para a alimentação adotada no protótipo, 9 volts, o pino 3 do circuito integrado (Fig. IV-1, capítulo IV) apresentará uma forma de onda semelhante à mostrada na Fig. A11-1, cujos "tempos" em nível baixo ( $t_L$ ) e em nível alto ( $t_H$ ) são determinados teoricamente pelas expressões abaixo, decorrentes das fórmulas 11-1 e 11-2 anteriormente deduzidas no Apêndice I.

$$t_L = 0,693 (R_1 + P_1) \cdot C \quad t_H = 0,693 (R_1 + P_1 + R_3) \cdot C$$

CI

Considerando o cursor de  $P_1$  na sua posição central (metade do valor resistivo máximo), e de acordo com os valores dos componentes solicitados na lista de material, vem:  $t_L = 0,693 (0,82 \cdot 10^3 + 0,5 \cdot 10^3) \times 0,01 \cdot 10^{-6} = 9,1 \mu s$   $t_H = 0,693 (0,82 \cdot 10^3 + 0,5 \cdot 10^3 + 4,7 \cdot 10^3) \times 0,01 \cdot 10^{-6} = 41,7 \mu s$  Nestas condições, a frequência  $f$ , teórica, de oscilação é:  $f = \frac{1}{t_L + t_H} = \frac{1}{9,1 + 41,7} = 19,7 \text{ kHz}$ . Considerando-se que a amplitude em tensão entre o nível alto (H) e o baixo (L) seja de 8,5 volts (Fig. A111-1), a potência média entregue ao circuito de saída é calculada pela expressão:

$$P = \frac{8,5^2}{35} \cdot \frac{9,1}{41,7} \cong 450 \text{ mW}$$

então

A potência desenvolvida no resistor  $R_2$  ( $27 \Omega$ ) é:

$$P_{R_2} = \left( \frac{V_{PP}}{R_T} \right)^2 \cdot R_2 \cdot \frac{t_L}{t_H} \quad \text{então:}$$

$$P_{R_2} = \left( \frac{8,5}{35} \right)^2 \cdot 27 \cdot \frac{9,1}{41,7} \cong 347 \text{ mW}$$

enquanto a potência desenvolvida no alto-falante de  $8 \Omega$  é:

$$P_{\text{alto-falante}} = \left(\frac{8,5}{35}\right)^2 \cdot 8 \cdot \frac{9,1}{41,7} \cong 103,0 \text{ mW}$$
(a aproximadamente 20 kHz), valor este que, como já foi dito, é relativamente pequeno, mas que satisfaz plenamente a nossos propósitos.

## APÊNDICE IV

Uma vez disparado, o circuito manterá a carga ativada por um período não inferior a 0,5 segundo, dependendo do grau de luminosidade incidente no elemento sensor ('LDR').

De acordo com os valores para R1 e C1 solicitados na lista de material, e ainda de acordo com a expressão II-5 (capítulo II), este período de temporização é avaliado teoricamente (Fig. V-1) por:

$$T = 1,1 \cdot R1 \cdot C1 = 1,1 \times 82 \cdot 10^3 \times 4,7 \cdot 10^{-6} \cong 0,5$$

segundo

É claro que nada impede que os valores de R1 e C1 sejam alterados para mais ou para menos, não influenciando no bom funcionamento do circuito.

Havendo interesse em manter a carga ativada por longos períodos, uma vez que se tenha excitado o circuito através de ausência de luz, mesmo momentânea, basta substituir o capacitor C1 por um de 100  $\mu$ F e o resistor R1, de 82 k $\Omega$ , por um outro de uns 820 k $\Omega$ , ou mais. Neste caso, o período de temporização teórico passará a ser:

$$T = 1,1 \times 820 \cdot 10^3 \times 100 \cdot 10^{-6} \cong 90$$

segundos

Na prática, este período passará a ser da ordem de 2 minutos devido à corrente de fuga do capacitor eletrolítico C1 de 100  $\mu$ F.

## APÊNDICE V

O período teórico de temporização da minuteria pode ser avaliado matematicamente pela expressão II-5 do capítulo I I, ou seja:  $T = 1,1 (R1 + P1) \cdot C2$  segundos

Dependendo dos posicionamentos extremos do cursor de P1 (Fig. VI-1, capítulo VI) serão estabelecidos os dois valores limites para o período de temporização. Assim:

período mínimo ( $P1 = 0\Omega$ )

$$T = 1,1 \cdot R1 \cdot C2 = 1,1 \times 100 \cdot 10^3 \times 220 \cdot 10^{-6} \cong 24$$

segundos

período máximo

$$T = 1,1 (R1 + P1) \cdot C2 = 1,1 (100 \cdot 10^3 + 3,3 \cdot 10^6) \cdot 220 \cdot 10^{-6} \cong 822$$

segundos 14 minutos — na prática será encontrado um valor em torno de 20%, ou maior, dependendo das características elétricas do capacitor eletrolítico C2.

O período de temporização poderá ser alterado, simplesmente alterando o valor ôhmico de R1 e/ou P1 e, ainda, a capacitância de C2 — para períodos mais longos (curtos) aumenta-se (diminui-se) o valor nominal desses componentes.

## APÊNDICE VI

O valor da frequência de oscilação do C.I.1 (Fig. VII-1) pode ser avaliado teoricamente pela expressão II-3 (capítulo II); de acordo com a lista de material e fazendo uso dessa expressão, temos:

$$f = \frac{1,44}{(R1 + 2.R2) \cdot C1} = \frac{1,44}{(1,5 \cdot 10^3 + 2 \times 68 \cdot 10^3) \times 0,01 \cdot 10^{-6}} \cong 1047 \text{ Hz}$$

O tempo durante o qual o sinal, oriundo do oscilador, se faz presente no alto-falante, pode ser avaliado por meio da expressão II-5 do capítulo II. De acordo com os valores de R5, C1 e posição do cursor de P1, teremos, teoricamente, os seguintes períodos máximo e mínimo:

$$t_{\text{máx.}} = 1,1 (R5 + P1) C2 = 1,1 \times (820 \cdot 10^3 + 2,2 \cdot 10^6) \times 0,1 \cdot 10^{-6} \cong 332 \text{ ms}$$

$$t_{\text{mín.}} = 1,1 (R5 + P1) C2 = 1,1 \times (820 \cdot 10^3 + 0) \times 0,1 \cdot 10^{-6} \cong 90 \text{ ms}$$

A alteração para mais, ou para menos, de qualquer um dos parâmetros acima irá requerer a substituição das respectivas redes RC associadas a cada um dos integrados do circuito.

## APÊNDICE VII

O valor da frequência de oscilação do circuito, ou seja, das "piscadas" das lâmpadas, é determinado teoricamente pela expressão II-3 do capítulo II, que adaptada para este circuito permite escrever:

$$f = \frac{1,44}{[R1 + 2 (R2 + P1)] C2} \text{ Hz}$$

Os valores máximo e mínimo de resistência introduzidos por P1 permitem instituir os valores mínimo e máximo da frequência de oscilação, ou seja:

$$f_{\text{máx.}} = \frac{1,44}{(R1 + 2 \cdot R2) C2} \text{ Hz}$$

$$f_{\text{mín.}} = \frac{1,44}{[R1 + 2 (R2 + P1)] C2}$$

e de acordo com os valores da lista de material, vem:

$$f_{\text{máx.}} = \frac{1,44}{(1 \cdot 10^3 + 2 \times 330 \cdot 10^3) \times 0,22 \cdot 10^{-6}} \cong 9,9 \text{ Hz}$$

e

$$f_{\text{mín.}} = \frac{1,44}{[1 \cdot 10^3 + 2 (330 \cdot 10^3 + 2,2 \cdot 10^6)] \times 0,22 \cdot 10^{-6}} \cong 1,3 \text{ Hz}$$

O valor da frequência de oscilação poderá ser aumentado desde que sejam modificados, para menos, os valores da malha RC do oscilador (R1, R2, P1 e C2). Existem, porém, restrições que impõem um limite para o máximo valor de frequência. Estas restrições, basicamente, são:

– **Velocidade de resposta do relé utilizado:** qualquer relé só comutará determinado tempo (da ordem de milissegundos) após a aplicação do estímulo; ora, se esse período de tempo é superior ao semiperíodo do sinal a ele aplicado, ocorrerá que tão logo o relé pretenda comutar para o estado 'ON'

(ativo), ele receberá outra informação retornando-o ao estado de repouso, do qual ele estava tentando sair devido ao primeiro estímulo aplicado; tão logo ele pretenda passar, ou pelo menos "firmar", o seu estado de repouso, virá outro estímulo com pretensão de ativá-lo; aí o relé ficará "indeciso" e assumirá qualquer um dos dois estados de forma aleatória, ignorando alguns dos estímulos a ele aplicados; o relé, inclusive, poderá ficar indefinidamente em um único estado (ativo ou repouso). Disso tudo decorre um funcionamento anormal do dispositivo e o efeito luminoso desejado ("pisca-pisca") não será obtido.

— Persistência da retina: a utilização de relés rápidos, a princípio, iria resolver o inconveniente acima (estes relés são muito mais caros que os convencionais mais lentos), porém seríamos limitados por um "defeito" da nossa visão: acima de 10 Hz, em média, a visão humana não mais percebe as oscilações devido à persistência da imagem anterior na retina; daí, teremos a impressão de que as duas fontes luminosas permanecem constantemente acesas, ainda que com intensidade luminosa menor que a obtida se não fosse realizado o efeito "pisca-pisca".

O tempo em que cada uma das fontes luminosas LP1 e LP2 (Fig. VIII-1, capítulo VIII) permanece ativa em um ciclo, pode ser determinado teoricamente pelas expressões II-1 e II-2 do capítulo II. Assim, na máxima frequência de oscilação (aproximadamente 9,9 Hz — P1 = 0), temos:

— para LP2

$$t_H = 0,693 (R1 + R2 + P1) C2 \text{ segundos, ou seja,}$$

$$t_H = 0,693 (1 \cdot 10^3 + 330 \cdot 10^3 + 0) \times 0,22 \cdot 10^{-6} \text{ s} \approx 50,5$$

ms

em cada ciclo, LP2 ficará acesa durante 50,5 ms.

— para LP1

$$t_L = 0,693 (R2 + P1) C2 \text{ segundos, ou}$$

$$t_L = 0,693 (330 \cdot 10^3 + 0) \times 0,22 \cdot 10^{-6} \approx 50,3 \text{ ms}$$

isto é: em cada ciclo, LP1 ficará acesa durante aproximadamente 50 ms. Os resultados acima nos mostram que ambos os períodos são praticamente iguais isto porque o valor ôhmico de R1 é muito menor que o de R3 e P1.

Para a mínima frequência de oscilação (f 1,3 Hz — P1 =

2,2 me), teremos:

— para LP2

$t$

$$t_H = 0,693 (1 \cdot 10^3 + 330 \cdot 10^3 + 2,2 \cdot 10^6) \times 0,22 \cdot 10^{-6} \text{ s} \approx 385,8 \text{ ms}$$

— para LP1

$$t_L = 0,693 (330 \cdot 10^3 + 2,2 \cdot 10^6) \times 0,22 \cdot 10^{-6} \text{ s} \approx 385,7 \text{ ms}$$

ms

Observar que nesta condição (frequência mínima) a

diferença entre  $t_H$  e  $t_L$  é menos acentuada que na primeira condição ( $f \approx 9,9 \text{ Hz}$ ).

**NOTA:** Caso venham a ser alterados os valores da malha RC de oscilação, devemos atentar para o seguinte fato: o resistor RI (Fig. VI 11-1) não poderá apresentar resistência elétrica inferior a  $1 \text{ k}\Omega$ .

## APÊNDICE VIII

A partir da expressão 11-5 do capítulo II determina-se o período de temporização teórico como:

$$T = 1,1 (R1 + P1). C3 \text{ segundos}$$

É claro que dependendo da resistência ôhmica introduzida por P1 (Fig. IX-1) no circuito, o período será alterado para mais ou para menos, conforme respectivamente a resistência introduzida através de P1 seja maior ou menor. Desta forma, temos a considerar os dois valores extremos de temporização, ou seja, os períodos máximo e mínimo durante os quais a carga permanecerá ativada após o disparo do aparelho. Assim, de acordo com a expressão acima e levando em consideração a lista de material, vem: T

$$T_{\text{máx.}} = 1,1 (470.10^3 + 4,7.10^6) \times 100.10^{-6} \cong 569$$

segundos  
aproximadamente 10 minutos e

$$T_{\text{mín.}} = 1,1 (470.10^3 + 0) \times 100.10^{-6} \cong 52$$

segundos

É claro que os valores encontrados são teóricos e na prática serão encontradas variações, para mais, da ordem de 10% para  $T_{\text{mín.}}$  e de 20 a 30%, ou mais, para  $T_{\text{máx.}}$  — a precisão está intimamente relacionada com a qualidade do capacitor C3 (Fig. IX-1).

Caso haja interesse de um maior (ou menor) período de temporização, bastará aumentar (ou diminuir) o valor resistivo de R1 e/ou aumentar (ou diminuir) a capacitância do capacitor C3; outra opção é trocar o potenciômetro P1 por um outro de valor resistivo adequado — o menor valor ôhmico que o resistor R1 poderá apresentar será de 1 k $\Omega$ ; para valores abaixo deste, o C.I. poderá danificar-se.

Assim, pretendendo-se aumentar o período de temporização, iremos, a título de ilustração, substituir o resistor R1, de 470 k $\Omega$  (Fig. IX-1), por um de 1 M $\Omega$  e o capacitor C3, de

100  $\mu\text{F}$ , por um outro de 220  $\mu\text{F}$ . Nestas condições, encontraremos os seguintes valores (teóricos) extremos de temporização:

$T_{\text{máx.}} = 1,1 (1 \cdot 10^6 + 4,7 \cdot 10^6) \times 220 \cdot 10^{-6}$   
segundos  $\approx 1379\text{s}$ ; aproximadamente 23 minutos.

$T_{\text{mín.}} = 1,1 (1 \cdot 10^6 + 0) \times 220 \cdot 10^{-6}$  s  $\approx 242$   
segundos, aproximadamente 4 minutos.

À medida que se aumenta a capacitância de C3 e a resistência de R1 e/ou P1 (Fig. IX-1), também irá sendo aumentada a variação de períodos de um disparo para o outro. Exemplificando: neste último exemplo encontraremos na prática

um  $T_{\text{máx.}}$  da ordem de 30 minutos: no primeiro disparo pode ocorrer que o período se situe em, digamos, 31 minutos; no disparo subsequente, pode ocorrer que esse período de temporização não seja mais de 31 minutos e sim de apenas 28; um outro disparo pode ocorrer em um período ainda menor (ou maior) conforme a "lua" em que se encontrar o aparelho. Em hipótese alguma o leitor deve esperar períodos "cravados" repetitivos, principalmente se a temporização é superior a uns 5 minutos.

## APÊNDICE IX

A partir da equação 11-5 do capítulo II e da lista de material, e, ainda, do circuito da Fig. X-1, o tempo mínimo teórico durante o qual a carga permanecerá ativada (ou desativada conforme sejam utilizados os contatos do relé) é dado por:

$T = 1,1 \cdot R \cdot C1$  segundos, isto é

$$T = 1,1 \times 33 \cdot 10^3 \times 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ s} \approx 3,6 \text{ ms}$$

Nada impede alterar os valores da rede R1-C1; no entanto, é de bom alvitre fazer com que o período (mínimo) de temporização seja o menor possível a fim de, ainda mais, enfatizar a ação do sensor (termistor) sobre a desativação (ou ativação) da carga.



<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/livros-tecnicos>