www.eletronicatotal.com.br

ELETRÔNICA TOTAL

Nº 103 - Novembro-Dezembro/04
Europa € 4,30 Brasil **R$ 9,50**



LEDs com Efeito Microcontrolado

Árvore de Natal

Montagens:
- **Rádio Solar**
- **Construa um Variac**

e mais...

5 Microtransmissores de FM em 1

Sistema de Backup Celular

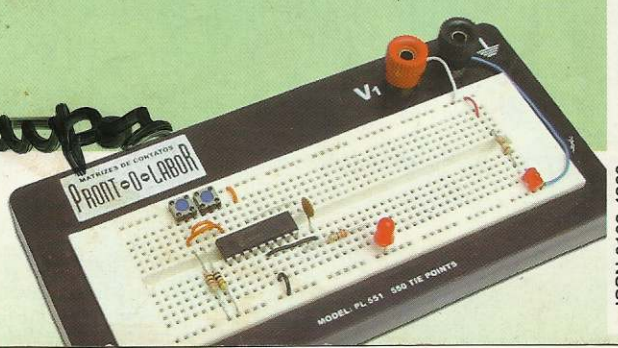


Curso de Instrumentação

Multímetro, Osciloscópio, Gerador de Funções, Freqüencímetro

Lição 1: Unidades Elétricas

Controle PWM com PIC16F628A



ISSN 0103-4960
9 770103 496000 00103

Editora Saber Ltda.

Diretores
Hélio Fittipaldi
Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

ELETRÔNICA TOTAL
www.eletronicatotal.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico
Newton C. Braga

Redação
Sérgio Vieira

Conselho Editorial
Luiz Henrique Correia
Marcio José Soares
Newton C. Braga

Designers
Diego Moreno Gomes
Diogo Shiraiwa
Jonas Ribeiro Alves
Renato Paiotti

Circulação
José Luiz Cazarim

PUBLICIDADE
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto
Ricardo Nunes Souza

PARA ANUNCIAR: (11)6195-5339
publicidade@editorasaber.com.br

Impressão
São Francisco Gráfica e Editora
(16) 632 4151

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista tel.: 121 926-7800

ASSINATURAS
www.eletronicatotal.com.br
fone (11) 6195-5335/fax (11) 6198-3366
atendimento das 8:30 às 17:30h

Eletrônica Total é uma publicação mensal da Editora Saber Ltda, ISSN 0103-4960. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./ fax (11) 6195-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site www.eletronicatotal.com.br, ou pelo tel. 6195-5330, ao preço da última edição em banca.

Associada da:
ANER
Associação Nacional dos Editores de Revistas.

ANATEC PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS
Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.
www.anatec.org.br

EDITORIAL

Nesta edição, iniciamos um curso de instrumentação para iniciantes. Não pretendemos nos aprofundar em cada instrumento, mas sim dar uma noção geral de cada um dos principais instrumentos que o técnico deve conhecer e utilizar no seu dia-a-dia, visto que, muitos não sabem o por que, como, quando e onde usar estes aparatos que facilitarão o encontro da solução para o bom funcionamento de um circuito eletrônico.

No geral boa parte das escolas não dão ênfase ao conhecimento e uso destes instrumentos que são muito úteis e o aluno acaba se formando com pouquíssimos conhecimentos a respeito. Escreva relatando sobre o que você necessita mais conhecer, tanto sobre os instrumentos, quanto sobre a eletrônica teórica e prática.

ÍNDICE

Microcontrolador
LEDs com Efeito Microcontrolado
Árvore de Natal Microcontrolada.....2
Usando até 5 Interrupções Externas nos Microcontroladores 80C51.....18
Controle PWM com PIC16F628A.....56

Curso de Instrumentação
Lição 1 – Unidades Elétricas.....7

Montagem
5 Microtransmissores de FM em 1.....11
Circuitor Eletrônicos para Fluorecentes.....22
Construa um Variac.....24

Montagem Didática
Rádio Solar.....20

Energia
Tiristores como Relés e Chaves.....27

Service
Multímetros Profissionais.....32

Componentes
Conheça o LM3914.....34

Eletrônica Paranormal
OVNIs e Outros Fenômenos.....42

Segurança Eletrônica
Sistema de Backup Celular.....49

Programação
Linguagem C - parte VI.....52

PC na Eletrônica
PC na Bancada
Microcontroladores e suas ferramentas de desenvolvimento.....60

Seções
Seção do Leitor.....17
Notícias.....26,31
Inglês Instrumental.....30
Práticas de Service.....45

Atendimento ao Leitor: a.leitor.eletronicatotal @editorasaber.com.br

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. As consultas técnicas referentes aos artigos da Revista deverão ser feitas exclusivamente por cartas, ou e-mail (A/C do Departamento Técnico). São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros, principalmente nas montagens, pois tratam-se de projetos experimentais. Tampouco assumimos a responsabilidade por danos resultantes de imperícia do montador. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.

LEDs com EFEITO MICROCONTROLADO

ÁRVORE DE NATAL MICROCONTROLADA



Márcio José Soares

O Natal está aí! Chegamos a mais um final de ano! Em mais algumas semanas será hora de montar a árvore de natal, colocar os enfeites e efeitos "luminosos". Que tal usar, ao invés daquelas tradicionais lâmpadas "pisca-pisca aleatórias" muito conhecidas do leitor, um circuito microcontrolado com LEDs bicolores (vermelho e verde) e também azuis com efeitos muito diferentes dos tradicionais "pisca-pisca"?

A PROPOSTA

O leitor já deve conhecer os velhos "pisca-piscas" para árvores de natal oferecidos no comércio, compostos por pequenas lâmpadas coloridas que piscam aleatoriamente, sem qualquer tipo de controle seqüencial ou outro qualquer. Elas apenas piscam, com velocidade variada!

A montagem que propomos neste artigo permitirá ao leitor personalizar sua árvore de natal de maneira única. O circuito controla 24 LEDs bicolores (ou 48 LEDs comuns) e ainda mais 5 LEDs azuis (para a montagem de uma estrela no alto da árvore, por exemplo). Os "efeitos" são obtidos via software e, portanto, completamente diferentes dos conseguidos com os "pisca-piscas" comuns. O leitor perceberá que existe uma "lógica" definida no piscar dos LEDs, o que permite distribui-los de forma a se obter efeitos muito diferentes dos habituais.

E o leitor mais atento irá notar que este não é apenas um circuito para fazer LEDs piscarem em uma árvore de natal. O circuito também poderá ser utilizado em vitrines, painéis publicitários, e muitos outros. Portanto, temos um circuito muito versátil que após a "passagem do final de ano" ainda poderá ser utilizado com outros objetivos.

O CIRCUITO

Na **figura 1** o leitor tem o circuito elétrico do controle de LEDs. Observando o circuito vemos que todo o controle é feito por um microcontrolador PIC16F628A da Microchip® (CI_1).

Os CIs 2, 3, 4, 5, 6 e 7 são "Shift Registers" da família TTL (74HC595). Utilizando estes CIs foi possível ampliar o número de I/Os do microcontrolador (apenas 13 no total). Assim, a partir de algumas I/Os "naturais" do microcontrolador (utilizamos 9 no controle dos Shift Registers), geramos outras 48 I/Os "virtuais".

Os "Shift Registers" operam da seguinte maneira: Inserimos um bit qualquer em sua entrada "SER". Com um pulso de "clock" em "SRCLK" (rampa de subida) inserimos este bit em "QA". Mais um pulso de "clock" e o bit é transportado de QA para QB, e assim sucessivamente até QH. Desta maneira podemos inserir um *byte* (8 bits) serialmente através do pino "SER" (bit por bit) disponibilizando-o através de QA a QH. Temos então um CI com entrada serial e saída paralela.

O pino "SRCLR" do "Shift Register" é um pino de "reset". Quando ativado (nível lógico "0") as saídas QA a QH são limpas. No circuito estes pinos são mantidos em nível lógico "1", através dos resistores R_{49}, R_{50}, R_{51}, R_{52}, R_{53} e R_{54}, para evitar o "reset" dos CIs "Shift Register".

O pino "RCLK" permite transferir, com um pulso, o conteúdo dos "flip-flops" internos dos "Shif Registers" para o "latch" de saída (transferência na rampa de subida do pulso). Temos então o "travamento" do dado na saída. O mesmo só será modificado após um novo dado ser inserido nos "flip-flops" e transportados para o "latch".

O pino "G" é o pino de habilitação do CI. A habilitação é negada através

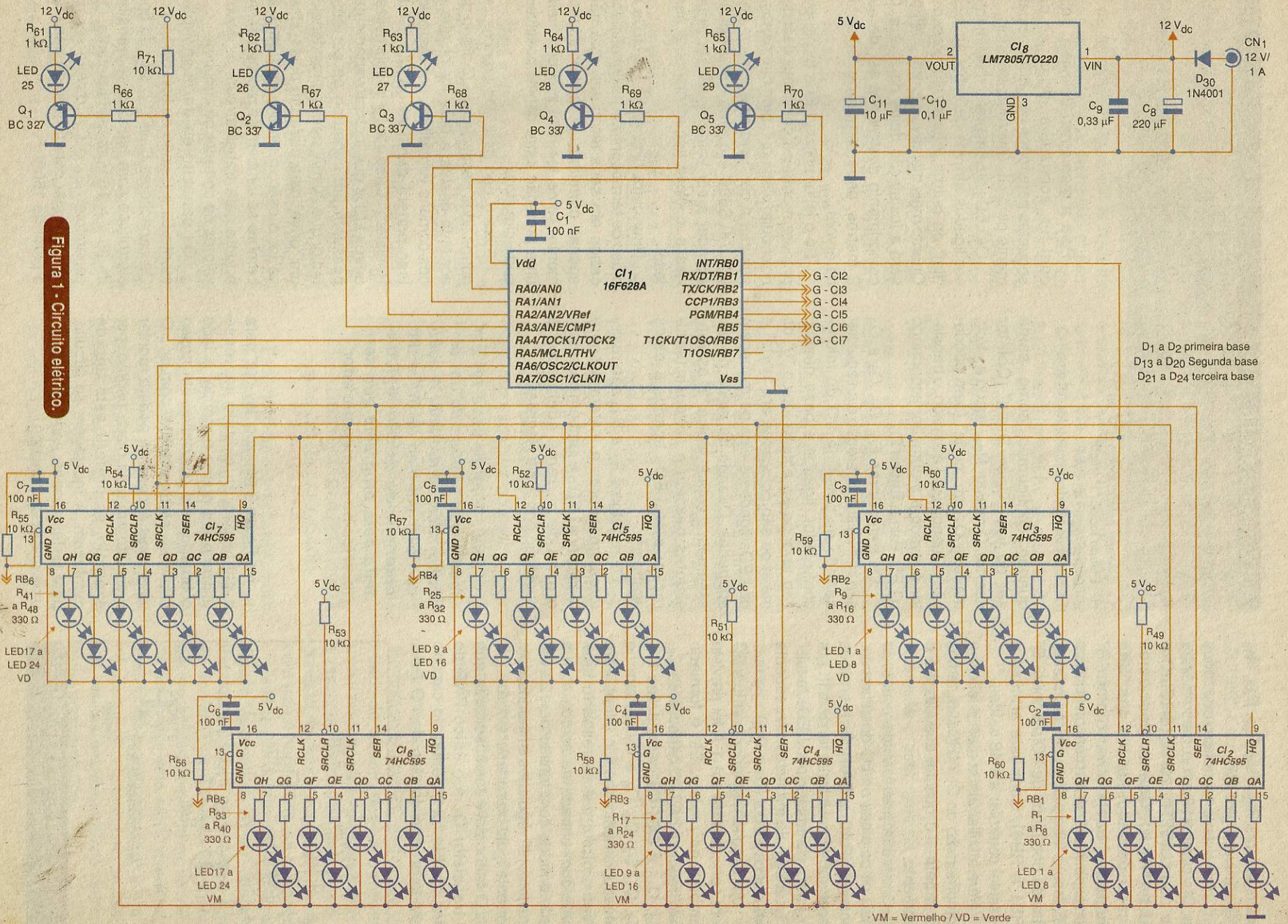


Figura 1 - Circuito elétrico.

dos resistores R_{55}, R_{56}, R_{57}, R_{58}, R_{59} e R_{60} (nível lógico "1").

O leitor deve ter notado que todos os CIs compartilham a mesma linha de dados (SER), clock (SRCLK) e latch (RCLK). Quando desejamos alterar os dados de um dos "Shif Registers" basta ativar o pino "G" correspondente deste com nível lógico "0". Isso é feito pelo microcontrolador através dos pinos de I/O da porta "B" (RB1 a RB6). Com este artifício é possível controlar até 48 saídas.

Para auxiliar ainda mais o leitor na compreensão do CI 74HC595, temos na **tabela 1** o que foi descrito até o momento.

O circuito prevê ainda o uso de mais cinco pinos de I/O do microcontrolador (RA0 a RA4). Estes pinos receberam transistores "drivers" (Q_1 a Q_5) para controlar cinco LEDs "azuis" (D_{25} a D_{29}) de maneira independente aos outros LED's (D_1 a D_{24}).

Um circuito regulador para 5 VDC com correntes de até 1 A foi previsto também no projeto. Ele é formado pelo regulador CI_8 e capacitores C_8, C_9, C_{10} e C_{11}. Os capacitores C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6 e C_7 ajudam no desacoplamento dos CIs (filtro). Para usar o circuito é necessário uma fonte com entrada de acordo com a rede e saída com tensão de 12 VDC previamente regulados e filtrados, com corrente igual ou superior a 1 A.

O leitor deve ter observado que o transistor Q_1 é o único PNP do circuito. Ele foi inserido no circuito devido ao fato do pino de I/O RA4,

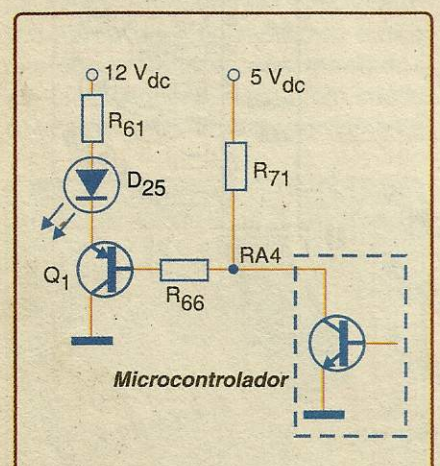


Figura 2 - Operação da porta RA4 em "Open Drain".

RCLK	SRCLK	SRCLR	G	Função
X	X	X	H	QA - QH em tri-state
X	X	L	L	Limpa registros QA - QH
X	↑	H	L	Qn = Qn - 1, QA = SER
↑	X	H	L	Os conteúdos dos "Flip-Flop's" são transferidos para os "latches"

X – qualquer estado lógico – "0" ou "1"
H – Estado lógico "1" (*high*)
L – Estado lógico "0" (*low*)
↑ – Borda de subida do pulso (de "0" para "1")

Tabela 1

quando configurado como saída ser do tipo "Open Drain" (Coletor aberto). O resistor R_{71}, ligado a +Vcc, mantém Q_1 em "corte" (sem condução). Quando RA4 é ativado, o transistor é levado a saturação, acendendo o LED. Veja a **figura 2**.

Os transistores Q_2, Q_3, Q_4 e Q_5 são NPN e sua operação é a seguinte: quando os pinos de I/O do microcontrolador, ligados a base destes, são levados ao estado lógico "0" os mesmos são colocados em "corte" e os LEDs ligados a eles permanecem apagados. Quando os pinos de I/O assumem o estado lógico "1" os transistores passam a conduzir (saturação) e os LEDs ligados a estes acendem.

Os resistores R_1 a R_{48} são resistores limitadores e evitam a sobre tensão nos LED's e também garantem o nível de corrente adequados à operação dos "Shift Register's".

Obs.: O leitor deve ter em mente que trata-se de um circuito microcontrolado. A ação de "levar um pino de I/O" a um determinado estado lógico é feita pelo programa que será inserido no microcontrolador.

A MONTAGEM

Na **figura 3** temos o "lay-out" para a confecção do circuito impresso utilizado em nosso protótipo, o lado cobreado esta disponível em nosso *site* www.eletronicatotal.com.br . O leitor mais experiente poderá montar o circuito em uma placa padrão, por exemplo, se preferir este tipo de montagem. A montagem do circuito, para testes apenas, pode ser feita em uma matriz de contatos.

Para a montagem definitiva, seja qual for, aconselhamos o uso de soquetes para todos os CIs, principalmente para CI_1 (microcontrolador).

Os LEDs devem preferencialmente ser ligados através de cabos do tipo "flat" ou outros, não muito grossos. Quanto mais maleáveis forem, melhor será a instalação deles na árvore. O comprimento deste pode ser de até 2 metros, dependendo do tamanho da árvore.

Se o leitor utilizar LEDs bicolores, procure montá-los conforme descrito no circuito elétrico. O pino que permite acender a cor "vermelha" em um dos CIs 74LS595 é o pino que permite acender a cor verde no CI seguinte. Assim, o efeito seqüencial será perfeito!

Uma outra dica sobre os LEDs é o uso de termocontrátil na ligação dos cabos em seus terminais. Isto não apenas permitirá um melhor acabamento, como também proporcionará uma proteção extra contra possíveis curto-circuitos.

Evite o uso de LEDs brancos ou outros tipos neste circuito. O dreno de corrente destes é bem maior que o dos comuns vermelhos, por exemplo. Isso poderá danificar os CIs "Shift Registers". Caso o leitor deseje utilizar outros LEDs que, comprovadamente, possuem um consumo de corrente maior que 20 mA, deverá providenciar um "drive" para cada um deles. Use, se for o caso, o circuito da **figura 4**. Lembre-se também de redimensionar a fonte para trabalhar com os novos valores de corrente no circuito.

Os capacitores de desacoplamento C_1 a C_7 são do tipo cerâmico. Os capacitores C_8 e C_{11} são do tipo eletrolítico com tensões de trabalho de 25 V e 16 V, respectivamente. Os capacitores C_9 e C_{10} devem ser do tipo poliéster com tensão de trabalho a partir de 150 V.

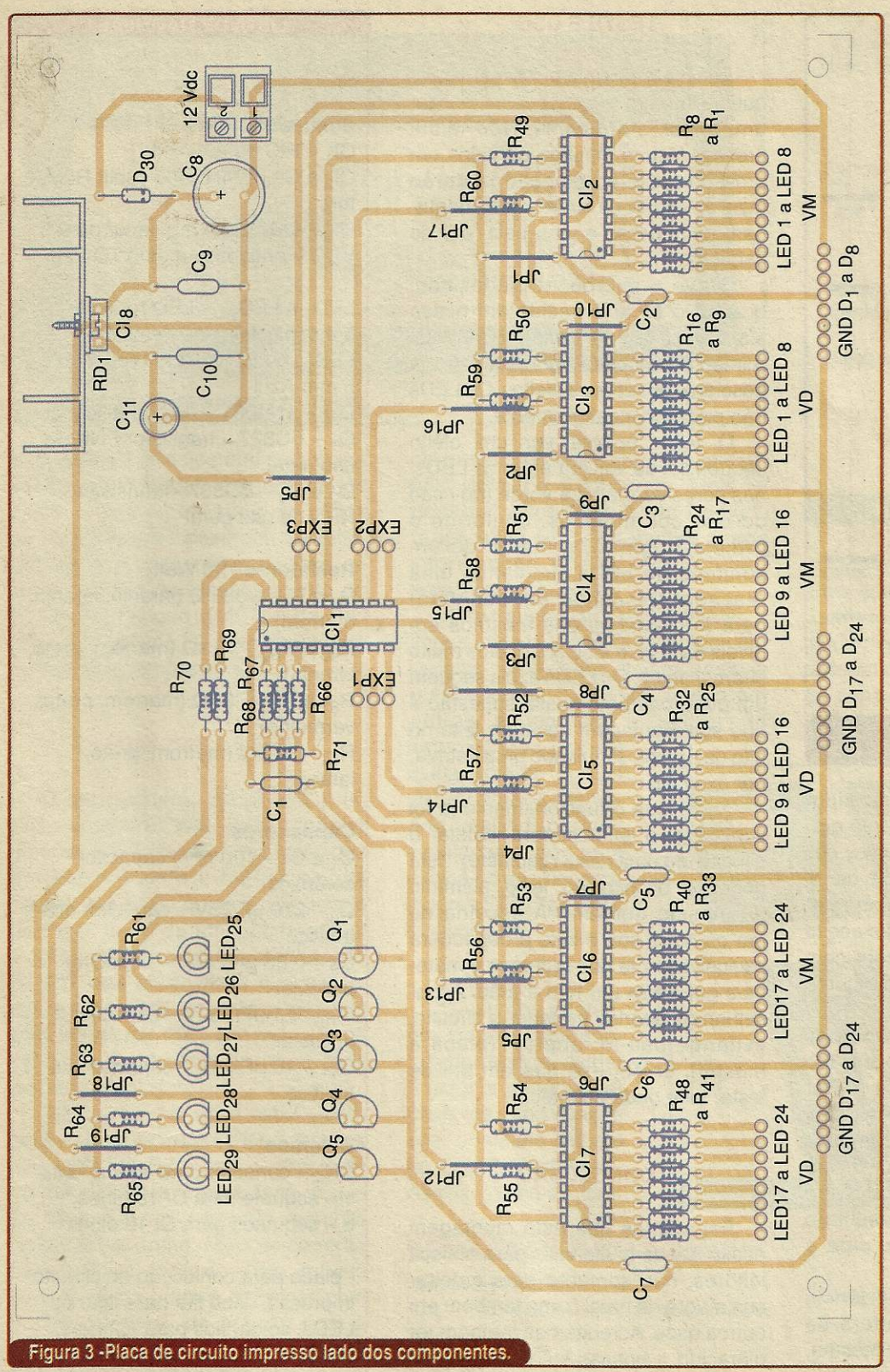


Figura 3 -Placa de circuito impresso lado dos componentes.

Tenha cuidado ao soldar os componentes polarizados como transistores, LEDs, diodos, CIs e capacitores eletrolíticos. Qualquer inversão e o circuito não funcionará corretamente.

O regulador de voltagem CI_8 requer um radiador de calor. A fonte de alimentação para o circuito é do tipo externa e deve fornecer uma tensão previamente regulada em 12 VDC com um regime de corrente em 1 A ou superior (dependendo do tipo de LED adotado).

Tenha cuidado ao ligar os "jumpers" na placa. Verifique se não esqueceu nenhum ou mesmo se não os trocou de posição.

Obs.: Os terminais ao lado do microcontrolador foram inseridos para acompanhamento dos sinais externamente. Foram necessários apenas nos nossos testes e podem ser ignorados pelo leitor durante a sua montagem.

O PROGRAMA

Isso mesmo, programa!!! Como foi dito no inicio do artigo, trata-se de um circuito microcontrolado e este sem um programa não passa de um amontoado de peças inúteis.

Não entraremos em detalhes sobre a gravação do microcontrolador neste artigo. Julgamos que o leitor que se propôs a montar este circuito tem a experiência necessária com microcontroladores e conhece as operações envolvidas no processo de gravação dos mesmos. Para os leitores sem experiência no assunto, aconselhamos a leitura do artigo "Microcontroladores PIC – Dicas para montagens de sucesso" do autor Márcio José Soares, publicado na edição nº 98.

O programa foi desenvolvido na Linguagem "C", com o auxílio do compilador "CCS C" (http://www.ccsinfo.com/picc.shtml). O leitor inte-

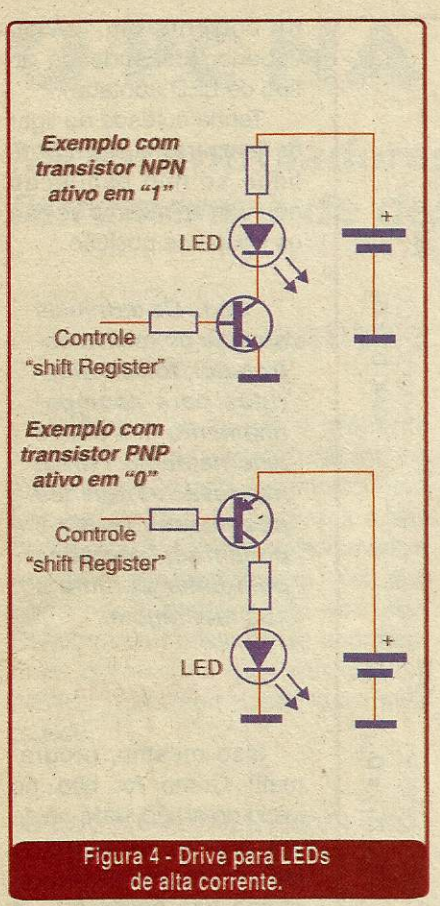


Figura 4 - Drive para LEDs de alta corrente.

ressado em conhecer o compilador poderá obter uma versão *demo* gratuitamente no *link* http://www.ccsinfo.com/demo.shtml . A versão demo possui algumas limitações com relação ao tipo de microcontrolador aceito para gerar o código e também com relação ao tamanho do mesmo que é de 2 kbytes máximos.

Porém, para facilitar a vida dos nossos leitores, não será necessário compilar o código-fonte para gravar o microcontrolador. Em nosso *site*, http://www.eletronicatotal.com.br o leitor encontrará tanto o arquivo com o código-fonte para estudos como também o arquivo HEX (resultado da compilação), necessário para a gravação.

O leitor sem muita experiência com a Linguagem "C", poderá se valer da nossa série sobre a mesma, iniciada na edição nº98 para auxiliá-lo na "interpretação" do código-fonte. O mesmo foi ricamente comentado para facilitar sua compreensão. O estudo atento do código permitirá a compreensão do mesmo.

TESTE E USO

Após realizar uma montagem qualquer, é sempre recomendável realizar um "check" na mesma. Não tenha pressa. Alguns minutos perdidos em uma minuciosa inspeção poderão fazer a diferença entre uma montagem de sucesso e uma bela "dor de cabeça".

Grave o microcontrolador com o arquivo HEX fornecido em nosso *site* e instale-o na placa de controle. Alimente o circuito com a tensão já descrita e observe os efeitos. Os LEDs não piscarão aleatoriamente.

O leitor poderá ver um efeito seqüencial de vaivém entre os LEDs, nas cores vermelha e verde (no caso do uso dos mesmos, conforme o projeto original), o piscar de um conjunto de LEDs simulando uma "escada" (piscando em conjunto) para a instalação dos mesmos em níveis na arvore e outros efeitos muito interessantes. Os LEDs azuis seguem um outro padrão e nossa sugestão é que sua montagem deva ser feita no alto da árvore, simulando uma estrela, por exemplo.

Agora que o funcionamento já foi verificado, o leitor poderá instalar o circuito em uma caixa (gabinete). Esta pode ser de plástico, ferro, alumínio ou mesmo madeira. A escolha de um ou outro tipo é livre e dependerá exclusivamente dos recursos e materiais que cada um tem a mão. Aconselhamos apenas proteger o circuito, evitando usá-lo "aberto" (placa à mostra). Lembre-se que em dia de festa, tudo pode acontecer!

CONCLUSÃO

Esperamos que esta montagem possa ser de muita valia para nossos leitores, não somente para enfeitar sua árvore de natal como também em outros usos. Acreditamos também ter oferecido a nossos leitores algumas informações interessantes sobre "ampliação" das portas de um microcontrolador além do uso de compiladores "C". Uma boa montagem (tanto do circuito quanto da árvore) e até a próxima!

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores
CI_1 – PIC16F628A-I/P
CI_2 a CI_7 – 74HC595 (Shift Register)
CI_8 – LM7805 – regulador para 5 VDC – encapsulamento TO-220

LED_1 a LED_{24} – LED redondo 5 mm bicolor (três terminais)
LED_{25} a LED_{29} – LED redondo 5 mm Azul
D_{30} – 1N4001 – diodo retificador
Q_1 – BC327 – transistor PNP de uso geral
Q_2 a Q_5 – BC337 – transistor NPN de uso geral

Resistores (1/8 Watt)
R_1 a R_{48} – 330 Ω (laranja, laranja, marrom)
R_{49} a R_{60} – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_{61} a R_{70} – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_{71} – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)

Capacitores
C_1 a C_7 – 100 nF – capacitor cerâmico
C_8 – 220 µF/25V – capacitor eletrolítico
C_9 – 0,33 µF/250V – capacitor poliéster
C_{10} - 0,1 µF/250V – capacitor poliéster
C_{11} – 10 µF/16V – capacitor eletrolítico

Diversos
CN_1 – conector para ligar a fonte
1 – soquete para CI 18 pinos
6 – soquetes para CI 16 pinos

- placa para confecção do circuito impresso, cabo flat para ligar os LEDs, solda, fios para *jumpers*, radiador de calor para TO-220, gabinete, etc.

CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO

Multímetro - Osciloscópio - Gerador de Funções - Freqüencímetro

APRESENTAÇÃO

Não podemos ver, ouvir ou sentir a eletricidade. No entanto, qualquer pessoa que trabalhe com eletrônica precisa saber o que ocorre em um circuito.

Para essa finalidade devem ser usados instrumentos que "sentem" a eletricidade de um circuito, dando ao operador humano informações sobre sua natureza. São essas informações que permitem a esse operador saber se o circuito está funcionando corretamente, como ajustá-lo e, se existir algum problema de funcionamento, como localizá-los.

Iniciamos nesta edição da Eletrônica Total mais um de nossos cursos, que têm se caracterizado pela sua grande aceitação e utilidade para os leitores. Trata-se do Curso de Instrumentação em que vamos passar aos leitores conhecimentos básicos sobre os principais instrumentos eletrônicos.

Sendo um curso de iniciação, dará ao leitor os elementos fundamentais para que possa usar os principais instrumentos eletrônicos nas funções mais comuns. A partir dos ensinamentos nele contidos, ficará muito mais simples se aprofundar no conhecimento do uso dos instrumentos mais complexos e até tentar uma profissionalização nesse setor.

Para os leitores que estiverem com dificuldades em entender o conteúdo básico deste curso por não conhecerem os fundamentos de Eletrônica, especificamente os componentes e os circuitos, sugerimos que antes, ou paralelamente a ele, leiam o "Curso Básico de Eletrônica", que já está disponível em sua quinta edição.

Newton C. Braga

LIÇÃO 1
UNIDADES ELÉTRICAS

1.1 - CORRENTE, TENSÃO E RESISTÊNCIA

Não se admite que profissionais da eletrônica possam confundir grandezas como corrente, tensão e resistência. A simples utilização dessas grandezas de forma errada não só pode causar problemas sérios de funcionamento ou mesmo comprometer a segurança, como também o que pode ser muito mais grave: desacreditar a competência do profissional ou de qualquer praticante da eletrônica.

É comum vermos profissionais utilizarem de forma completamente errada as grandezas elétricas, confundindo tensão, corrente e potência. Quem já não ouviu um profissional "competente" dizer que tal aparelho funciona com uma "corrente" de 110 V ou coisa semelhante? Para um estudante de Eletrônica que faça tal afirmação, o mínimo que se recomenda é um zero ou um bom castigo!

Mesmo alguns que já não fazem este tipo de citação podem, às vezes, ter dúvidas, o que demonstra que a confusão relativa a corrente, tensão, resistência e mesmo potência persiste.

É o caso de algumas pessoas que estranham de que modo uma fonte que fornece uma tensão de 12 V de saída sob corrente de 2 ampères no máximo, tenha sua entrada protegida por um fusível de apenas 500 mA, colocado na linha de 110 V.

Tentando eliminar definitivamente as dúvidas dos leitores, principalmente quando eles vão fazer medições dessas grandezas, é que iniciamos nosso curso com as grandezas elétricas. Evitamos assim algumas confusões que certamente não ocorrem com os engenheiros e técnicos de alto nível atualizados, a não ser aqueles que andam um pouco esquecidos ou desejam reciclar conhecimentos (o que é sempre bom)...

Começamos, então, por diferenciar corrente e tensão. Uma corrente é um fluxo de cargas elétricas. Elétrons livres que se movem em um fio de cobre formam uma corrente elétrica. A medida dessa corrente é feita em função da quantidade de elétrons ou cargas que passam por um ponto desse fio em cada instante, conforme ilustra a **figura 1**.

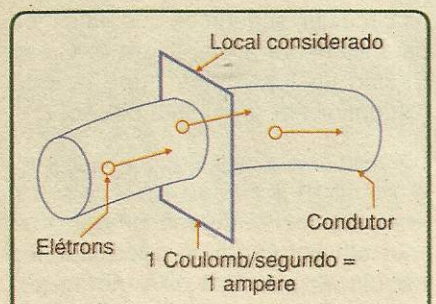


Figura 1

Quanto mais cargas passarem por este ponto, maior será a intensidade da corrente. Dizemos cargas e não simplesmente elétrons, pois conforme sabemos, a corrente tanto pode ser obtida quando elétrons livres se movimentam em um sentido, quanto de um metal, como lacunas em sentido oposto como, por exemplo, em um semicondutor o tipo P. Para medir esta corrente a unidade usada é o ampère (A).

Um ampère (1 A) corresponde a uma quantidade de cargas equivalente a 1 coulomb (1 C) passando por um ponto de um condutor em cada segundo. Levando-se em conta que cada elétron (ou lacuna) tem uma carga de 1,6 x 10 elevado a -19 coulombs, podemos ter uma idéia de quantos elétrons estão se movendo em um fio e passando por um certo trecho dele quando uma corrente de 1 A está sendo conduzida.

Se os leitores pensam que a velocidade desses elétrons é muito grande, estão enganados. É neste ponto que entra o conceito de tensão. Como em um fluxo de água em um encanamento, a eletricidade precisa ser "empurrada" por uma força externa para se mover. A ação externa responsável por isso é justamente o que se chama tensão. Podemos compará-la a uma "força" externa que empurra os elétrons.

Temos diversas formas de expressar essa força externa: uma delas é tomarmos como referência a diferença de pressão que existe entre as extremidades de um fio, por onde se estabelece a corrente, conforme mostra a **figura 2**.

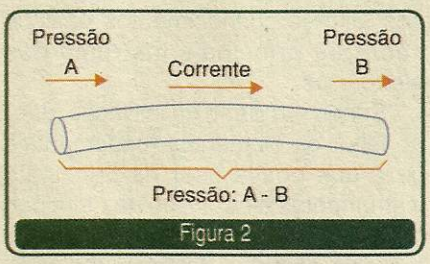


Figura 2

É como termos um reservatório de água a 10 metros de altura e estabelecermos um fluxo de água por um cano com a saída em 5 metros de altura. A diferença entre os níveis ou pressões da água é 5 metros, observe a **figura 3**.

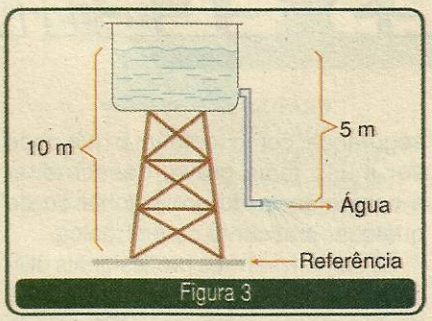


Figura 3

Para a eletricidade podemos ter a caixa d'água em um "potencial" de 10 volts e a extremidade do fio em um "potencial" de 5 volts, de modo que a diferença de potencial ou ddp será de 5 volts. Em outras palavras, podemos indicar como causa para a circulação de uma corrente a diferença de potencial entre as extremidades de um fio ou circuito.

Uma outra maneira é sempre expressar a pressão que podemos ter em um encanamento de água tomando como referência, por exemplo, o nível do mar, veja a **figura 4**.

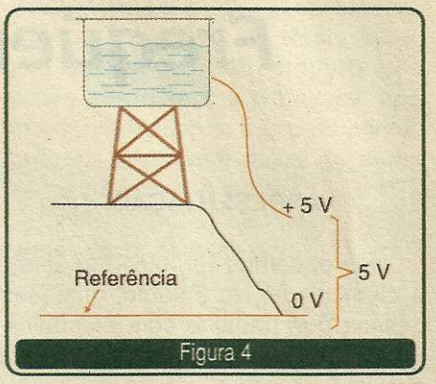


Figura 4

Fazendo assim, não precisaremos saber qual é o potencial em que se encontra cada extremidade do fio. Podemos simplesmente dizer que o potencial ou tensão no fio é de tantos volts, referindo-nos à força disponível para empurrar a corrente e levando em conta que a outra extremidade se encontra no nível de referência ou zero, conforme ilustra a **figura 5**.

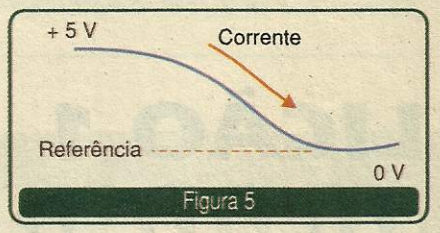


Figura 5

Veja, então, que enquanto a tensão é a causa do movimento das cargas, a corrente é o efeito, ou seja, o movimento dessas cargas. Sem tensão não há circulação de corrente, se bem que possa manifestar-se uma tensão sem haver corrente.

Entre os pólos de uma pilha, por exemplo, manifesta-se uma diferença de potencial, ou seja, existe a possibilidade da pilha aplicar uma tensão em um circuito. No entanto, só haverá corrente no momento em que for ligado

aos pólos da pilha um meio ou circuito por onde a corrente possa fluir.

Nesse ponto entra mais uma grandeza: a resistência. A intensidade que a corrente atinge quando a "empurramos" através de um fio não depende apenas da pressão (tensão). Se o fio for mais fino ou mais grosso, menos ou mais corrente poderá passar.

Assim, entra uma terceira grandeza elétrica muito importante que é a resistência elétrica, medida em ohms (Ω). A medida da resistência de um componente ou circuito é muito importante em muitos casos, pois ela pode nos revelar de que modo ele se comporta quando uma corrente é forçada através dele.

Indo além, verificamos que, quando uma corrente passa por um circuito e encontra uma certa resistência, para vencê-la é preciso haver um dispêndio de energia. A energia dispendida em cada segundo nos dá a potência elétrica que é medida em watts (W).

A potência elétrica de um circuito, observe a **figura 6**, é dada pelo produto da tensão pela corrente.

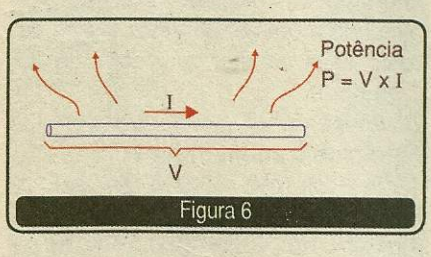


Figura 6

1.2 – ERROS E PRECISÃO

Nenhum instrumento de medida é perfeito. As diferenças que ocorrem entre o valor fornecido pelo instrumento e os valores reais das grandezas medidas são denominadas erros.

Existem vários tipos de erros que podem afetar o resultado de uma medida. O primeiro deles deve-se à própria precisão do instrumento usado. Essa precisão está ligada aos componentes empregados, ao projeto do circuito e a outros fatores como, por exemplo, a temperatura ambiente e o próprio modo como a medida é feita.

Os instrumentos comuns usados pelos praticantes de eletrônica costumam ter precisões entre 1 % e 2 %, o que é satisfatório para a maioria das aplicações. Todavia, existem instrumentos muito mais precisos que podem ter precisões abaixo de 1 %, usados em condições especiais e, evidentemente, muito mais caros.

Um outro erro importante que pode acontecer é o devido à própria carga que o instrumento oferece ao circuito que está sendo medido, ou sua influência no circuito. Conforme ilustra a **figura 7**, quando introduzimos um termômetro em um copo d'água para medir sua temperatura, seu pequeno tamanho em relação ao volume de água pouco altera sua temperatura com a eventual troca de calor.

Entretanto, se formos medir a temperatura de uma colher d'água, usando um termômetro que se encontra inicialmente numa temperatura bem mais baixa, ele absorverá calor, mudando a temperatura da própria água, dando assim uma indicação errada de sua temperatura.

Com um instrumento de medida como o multímetro, por exemplo, quando o introduzimos num circuito que tenha uma resistência muito alta, sua presença pode afetar a tensão medida, fazendo-a cair. Temos, então, a introdução de um erro, conforme mostra a **figura 8**.

Por esse motivo, além de ter um instrumento preciso, é importante que ele seja sensível o suficiente para não afetar os circuitos medidos causando alterações de tensões, deformações de sinais ou outros problemas semelhantes.

Finalmente, para os instrumentos analógicos (que usam ponteiros) temos o próprio erro introduzido pelo posicionamento de quem faz a leitura. Conforme exibe a **figura 9**, dependendo do ângulo em que

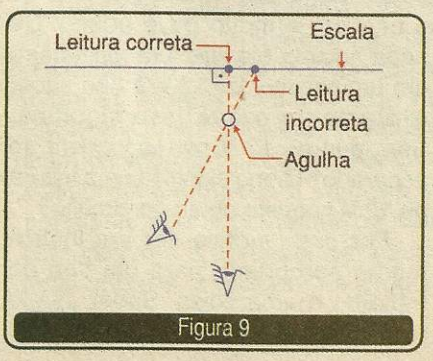


Figura 9

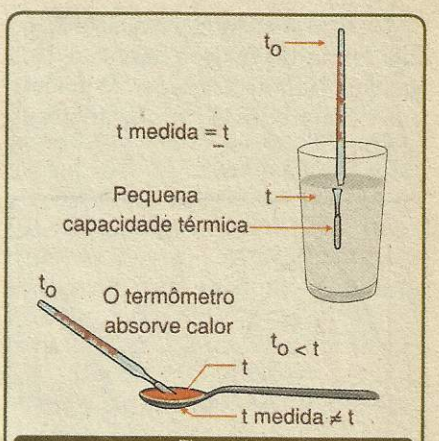


Figura 7

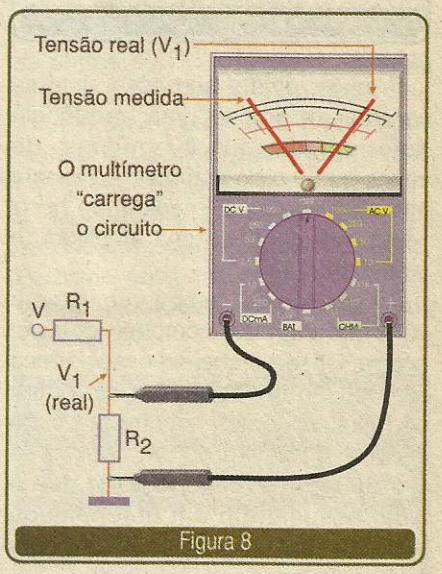


Figura 8

observamos a escala, a leitura pode ser alterada. A leitura deve ser feita sempre em um ângulo perpendicular à escala, e para ajudar nisso, alguns instrumentos analógicos possuem um espelho.

1.3 – FREQÜÊNCIA E PERÍODO

Na análise do funcionamento de muitos circuitos é preciso conhecer as características dos sinais que existem em determinados pontos. Esses sinais consistem em "formas de onda" cuja freqüência, período e fase precisam ser conhecidos.

Para a medida dessas características dos sinais existem instrumentos especiais como os freqüencímetros, osciloscópios, analisadores de espectro, etc. Assim, é importante que saibamos o que medir nesses sinais.

Na **figura 10** temos um sinal típico cuja forma de onda é senoidal. Nos circuitos eletrônicos podemos encontrar sinais com as mais diversas formas.

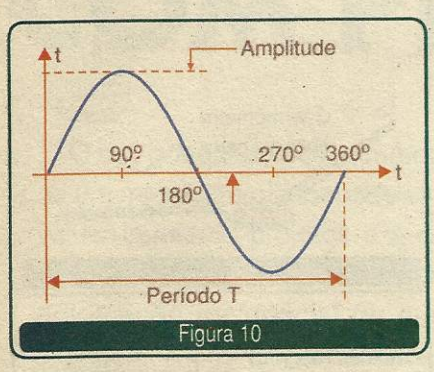


Figura 10

Vemos, então, que esse sinal se caracteriza por ter uma freqüência determinada, que é o número de vezes que o ciclo completo se repete em cada segundo (medido em hertz – Hz), um período, uma amplitude e uma fase.

O período é o tempo que demora para que um ciclo completo do sinal ocorra. Observe que, se associarmos a produção desse sinal a um corpo que gira, podemos adotar para cada instante a medida de um ângulo, de 0 a 360 graus. Logo, o valor que o sinal assume em um determinado instante pode ser associado a um ângulo de fase.

Podemos também falar na diferença de fase entre dois sinais, exemplo na **figura 11**, tomando como referência os instantes em que os sinais se encontram com uma determinada fase e intensidade.

1.4 – CAPACITÂNCIA E INDUTÂNCIA

Existem também outras grandezas elétricas cujo conhecimento é importante quando analisamos o funcionamento de um circuito e que podem ser medidas através de instrumentos especiais.

A capacitância está associada à capacidade de armazenamento de um capacitor e é medida em farads (F). Como o farad é uma unidade muito grande, capacitores comuns possuem valores que podem ser

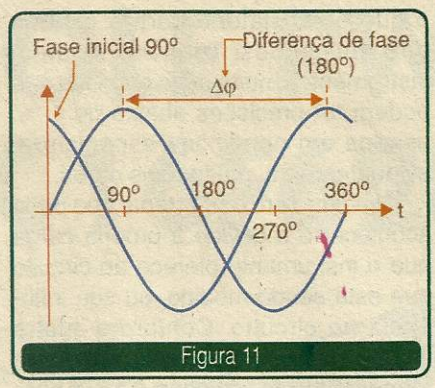


Figura 11

melhor expressos em submúltiplos do farad como:

Microfarad (μF) = 0,000 001 farad (milionésima parte do farad)

Nanofarad (nF) = 0,000 000 001 farad (bilionésima parte do farad)

Picofarad (pF) = 0,000 000 000 001 farad (trilionésima parte do farad).

Os instrumentos usados na medida direta da capacitância de um capacitor ou de um circuito são os capacímetros.

Para os indutores, mede-se a sua indutância numa unidade denominada henry (H). Também neste caso é comum o uso de submúltiplos do henry como o:

Milihenry (mH) = 0,001 H (milésima parte do henry) e o

Microhenry (μH) = 0,000 001 H (milionésima parte do henry).

CONCLUSÃO

Não basta ter o instrumento apropriado e saber medir o que está ocorrendo em um circuito. É importante saber qual unidade está sendo usada na medida e o que ela significa.

Neste ponto entra o conceito de "ordem de grandeza". O leitor deve ter uma idéia se aquilo que está sendo obtido na leitura de um instrumento é correto, é muito ou é pouco. De nada adianta ele ligar um multímetro em um circuito, ler 12 V e não saber exatamente o que isso significa. Será que os 12 V correspondem ao esperado? O que significa uma leitura de 12 V naquele ponto do circuito?

Por esse motivo, ter um instrumento apropriado para um tipo de trabalho é uma coisa. Saber usá-lo corretamente é outra.

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS

Para as unidades de corrente, tensão e potência que vimos é comum usarmos múltiplos e submúltiplos para expressar ou valores muito grandes ou muito pequenos.

A seguir, damos os múltiplos e submúltiplos mais usados:

A) CORRENTE

Unidade: ampère (equivale à passagem de uma carga de 1 coulomb por segundo por um ponto de um condutor).

Abreviação: A

Submúltiplos mais usados:

1 miliampère (mA) = 0,001 A ou 1 milésimo de ampère

1 microampère (μA) = 0,000 001 A ou 1 milionésimo de ampère

1 nanoampère (nA) = 0,000 000 001 A ou 1 bilionésimo de ampère

1 picoampère (pA) = 0,000 000 000 001 A ou 1 trilionésimo de ampère

B) TENSÃO

Unidade: volt (equivale à tensão que aplicada a um condutor de 1 ohm de resistência faz fluir uma corrente de 1 ampère)

Abreviação: V

Múltiplos e submúltiplos:

1 microvolt (μV) = 0,000 001 V ou 1 milionésimo de volt

1 milivolt (mV) = 0,001 V ou 1 milésimo de volt

1 quilovolt (kV) = 1 000 V

1 megavolt (MV) = 1 000 000 V

C) POTÊNCIA

Unidade: watt (equivale à produção de 1 joule por segundo).

Abreviação: W

Múltiplos e submúltiplos:

1 picowatt (pW) = 0,000 000 000 001 W ou 1 trilionésimo de watt

1 nanowatt (nW) = 0,000 000 001 W ou 1 bilionésimo de watt

1 microwatt (μW) = 0,000 001 W ou 1 milionésimo de watt

1 miliwatt (mW) = 0,001 W ou 1 milésimo de watt

1 quilowatt (kW) = 1 000 W

1 Megawatt (MW) = 1 000 000 W

1 Gigawatt (GW) = 1 000 000 000 W

5 MICROTRANSMISSORES DE FM EM 1

Aparelhos transmissores ultraminiaturizados, sensíveis e de grande autonomia são itens obrigatórios de qualquer agente secreto, policial, detetive, ou mesmo para o leitor que gosta deste tipo de equipamento. A possibilidade de estudantes e professores ou mesmo do leitor e seus amigos montarem seu próprio transmissor, cujos sinais sejam captados em rádios comuns de FM é algo muito atraente. Damos, então, neste artigo o projeto de 5 transmissores de FM, que podem ser montados a partir de uma mesma placa de circuito impresso. A escolha da versão dependerá simplesmente dos componentes utilizados.

Newton C. Braga

Descrevemos um circuito básico de microtransmissor que emite sinais de rádio que transportam sua voz ou os sons captados nas proximidades por meio de um microfone até qualquer rádio de FM (portátil, de carro ou de um sintonizador) situado a uma distância que dependerá dos componentes usados. Assim, damos 5 versões que, conforme os componentes empregados, podem alcançar distâncias que variam entre 50 e 400 metros.

A menor das versões é tão pequena que pode ser escondida ou disfarçada numa simples caixa de fósforos, consistindo pois num "micro-espião" de grande utilidade para o agente secreto ou detetive que poderá usá-lo para ouvir conversas, quando "esquecido" de propósito em algum lugar.

Como tema para matérias eletivas, essa montagem atrai bastante os alunos que justamente se interessam pelas aplicações lúdicas. Brincadeiras interessantes podem ser programadas com base neste circuito.

Na **figura 1** temos alguns locais onde um transmissor secreto pode ser escondido numa sala.

A versão maior, com mais potência, tem um alcance da ordem de 400 metros em campo aberto, e serve para seu portador se comunicar com alguém que tenha um receptor ou ainda como monitor de eventos. Um par desses transmissores permite a comunicação bilateral, com muitas utilidades práticas.

Veja, a seguir, algumas sugestões de como usar seu microtransmissor de FM e onde:

- Todas as versões podem ser usadas como microfones volantes, permitindo a gravação sem fio em um aparelho de som convencional, ou mesmo numa câmera de vídeo, bastando ligar o receptor na entrada de microfone desta câmera, durante uma gravação.
- As versões de menor potência e potência intermediária podem ser escondidas em objetos para a escuta clandestina de conversas, ou seja, em serviços de espionagem eletrônica ou simples brincadeiras.
- A versão menor pode ser utilizada como um intercomunicador secreto para conversas e comunicações a curta distância como, por exemplo, de um quarto para outro ou de um apartamento adjacente para outro. Um excelente brinquedo para você mesmo montar para seu filho.
- As versões maiores e intermediárias podem ser empregadas em acampamentos, escotismo, pescarias, viagens para comunicações entre pontos fixos e móveis. Durante um passeio você pode falar de um carro para outro, ouvindo os sinais no FM do veículo.

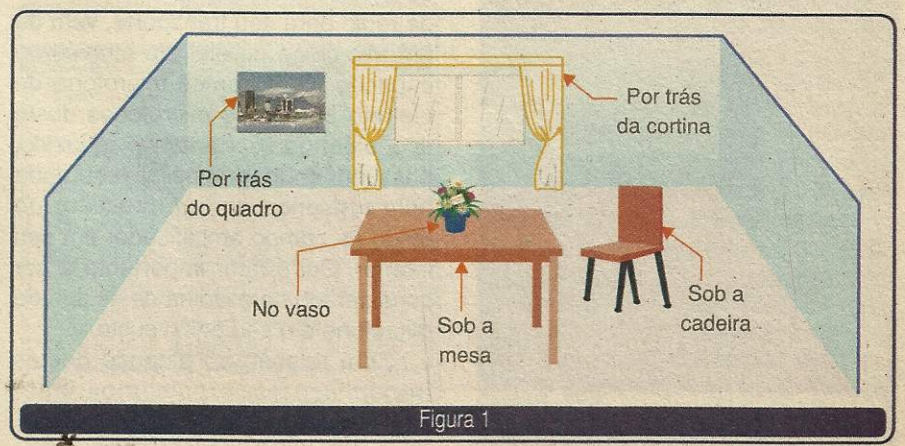


Figura 1

• As versões intermediárias podem ser usadas em obras e instalações de antenas, para comunicações diversas.

Todas as versões são muito simples de montar, utilizam componentes comuns e baratos e até mesmo os leitores menos experientes não terão dificuldades com sua realização. Isso torna este projeto ideal para estudantes. Basta ter um ferro de soldar e recursos para fazer a placa de circuito impresso, e pronto.

Damos a seguir as características das 5 versões do microtransmissor de FM:

Versão 1 - 2 pilhas botão - menor
Alcance: 50 metros (aprox. ver texto)
Transistor usado: BF494 ou BF495
Dimensões totais da caixa: 3 cm x 4 cm x 1,2 cm (mínimo sugerido)

Versão 2 - 2 pilhas miniatura de 1,5 V - intermediária
Alcance: 50 a 100 metros (aprox. ver texto)
Transistor usado: BF494, BF495 ou 2N2222
Dimensões totais da caixa: 3,5 cm x 5 cm x 1,8 cm (mínimo sugerido)

Versão 3 - 2 pilhas pequenas - intermediária
Alcance: 50 a 100 metros (aprox. ver texto)
Transistor usado: BF494, BF495 ou 2N2222
Dimensões totais da caixa: 3,5 cm x 8,5 cm x 1,8 cm (mínimo sugerido)

Versão 4 – 4 pilhas pequenas - maior potência
Alcance: 200 a 300 metros (aprox. ver texto)
Transistor usado: BF494 ou 2N2218
Dimensões totais da caixa: 4,5 cm x 9,0 cm x 4 cm (mínimo sugerido)

Versão 5 - bateria de 9 V ou 6 pilhas pequenas - maior potência
Alcance: 250 a 400 metros (aprox. ver texto)
Transistor usado: BF494 ou 2N2218
Dimensões totais da caixa: 3 cm x 8 cm x 2 cm (para bateria - mínimo sugerido)

A última versão, quando alimentada por bateria, deverá ter funcionamento intermitente para não haver o esgotamento rápido dessa bateria.

COMO FUNCIONA

O tamanho reduzido desses transmissores deve-se à simplicidade do circuito, que consiste basicamente de um oscilador de alta freqüência com um único transistor. Este oscila numa freqüência entre 88 e108 MHz, dada pelo ajuste do *trimmer*. Devemos procurar uma freqüência livre da faixa de FM, ou seja, onde não existam estações operando.

No circuito ressonante temos em paralelo com o *trimmer* uma bobina. Como as bobinas são sempre componentes algo críticos neste tipo de circuito, adotamos neste projeto uma solução interessante para este componente que consiste em se fazer a bobina impressa na própria placa. Dessa forma, a espiral que o leitor vê na placa de circuito impresso, nada mais é do que uma bobina calculada para operar na faixa de FM com o *trimmer* recomendado.

É muito importante que o material da placa de circuito impresso seja de boa qualidade e que a espiral não tenha falhas na montagem, para que o transmissor funcione. Se o leitor tiver dificuldades com esta bobina, poderá retirá-la do desenho e em seu lugar soldar por baixo, uma bobina formada por 4 voltas de fio comum com diâmetro de 1 cm. No entanto, este procedimento vai resultar numa montagem maior.

A realimentação que mantém as oscilações é dada pelo capacitor C_4, que merece uma atenção especial neste projeto. Este capacitor deve ser obrigatoriamente cerâmico e seu valor pode ficar entre 3,3 e 8,2 pF.

A modulação, ou seja, a aplicação do sinal de áudio do microfone ao sinal de rádio para seu transporte, vem de um microfone de eletreto através do capacitor C_1. Usamos microfone de eletreto porque os microfones deste tipo, além de seu tamanho reduzido, possuem enorme sensibilidade dada pela presença de um transistor de efeito de campo amplificador em seu interior. Outro fator importante a ser considerado na escolha deste tipo de microfone é o seu baixo custo.

Com relação ao alcance destes transmissores, precisamos fazer algumas observações importantes:

O alcance de um transmissor como este depende basicamente dos seguintes fatores: a tensão de alimentação, o transistor usado, e o tamanho da antena. Assim, para as diferentes versões, o leitor verifica que o que muda basicamente é a tensão de alimentação, o transistor utilizado e os valores de alguns componentes que influem no desempenho do transistor escolhido.

Na gama de transistores disponíveis no nosso mercado, escolhemos 4 tipos: os BF494 e BF495 que são praticamente iguais em desempenho nestes projetos, e que podem ser usados nos circuitos de menor potência, pois sua corrente de coletor está limitada a 30 mA.

Para as versões de maior potência, trabalhando com tensões maiores, mas mantendo a corrente ainda relativamente baixa, temos os transistores 2N2222 e 2N2218. Para este último, temos a possibilidade de operar com correntes de coletor até 1 A, mas isso estaria em um limite inadequado a esta aplicação.

Em um transmissor deste tipo, conforme citamos, o comprimento da antena e sua ligação à bobina influem não só no alcance, mas também na estabilidade do circuito. No nosso projeto a antena é ligada a uma derivação da bobina de modo a se obter uma menor carga e melhor casamento de impedâncias, o que evita instabilidades.

Entretanto, pode ocorrer que a aproximação da mão da antena, ou a movimentação brusca do aparelho façam com que a freqüência se altere, ou seja, o sinal "fuja" de sintonia. Isso poderá ser devido ao comprimento impróprio da antena ou ainda a outros fatores devidos a montagem imperfeita. Isso pode ser corrigido de duas formas:

Uma delas consiste em se alterar a posição de ligação do fio da antena na bobina até se obter aquela em que as instabilidades desapareçam. Outra possibilidade, e mais cômoda, seria encontrar o comprimento ideal da antena, que case com a impedância do circuito. Este comprimento estará provavelmente entre 10 cm e 40 cm. Veja que a instabilidade irá se agravar

muito se o leitor usar uma antena muito grande ou "descasada", pensando em obter maior alcance com isso.

MONTAGEM

A) ELABORAÇÃO DA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

Se o leitor não tiver condições de conseguir uma placa pronta, deve transferir o desenho dado neste artigo na **figura 2** para uma placa virgem usando as técnicas tradicionais como, por exemplo, o processo fotográfico, o processo manual com caneta ou decalque, ou qualquer outro desde que seja obtido um trabalho sem falhas e com linhas homogêneas, principalmente para a bobina (veja na Internet o nosso curso de Placas de Circuito Impresso).

A maioria dos *kits* de placas de circuito impresso ensina como fazer, se bem que seja interessante que o leitor pratique antes com projetos mais fáceis.

B) FURAÇÃO DA PLACA

Para furar a placa de circuito impresso, o leitor tem duas opções: usar um furador manual do tipo apropriado, que parece um grampeador e que normalmente acompanha os *kits*, ou então usar uma furadeira comum ou elétrica para placa de circuito impresso, com broca de 0,8 a 1 mm.

Evidentemente, se o leitor não tiver estes recursos, deverá procurar algum técnico ou amigo que possua essas ferramentas, pois a sua compra só é recomendada caso o leitor pretenda se dedicar à Eletrônica, pois, certamente deverá precisar delas para outras montagens.

Para usar a furadeira maior, é preciso ter muito cuidado para não danificar a placa. Para isso, apóie a placa em um pedaço de madeira e prenda-a numa morsa, conforme ilustra a **figura 3**.

Com cuidado, faça todos os furos marcados no desenho e numerados de 1 a 30.

Feita a furação da placa, o leitor pode pensar na montagem da parte eletrônica, iniciando pela aquisição dos componentes.

C) MONTAGEM DA PARTE ELETRÔNICA

Na **figura 4** damos o diagrama completo do aparelho que serve para todas as versões, pois somente os valores e tipos de componentes é que vão mudar.

Observe que neste diagrama temos números que correspondem aos pontos da placa de circuito impresso em que os componentes vão ser ligados. Assim, por exemplo, o capacitor C_2 deve ser enfiado na placa pelo lado dos componentes nos furos 16 e 17 e seus terminais vão ser soldados do lado cobreado, e depois seus excessos cortados.

Os componentes cujos valores não aparecem marcados no diagrama são os que dependem da versão. Trabalhe, então, com a **tabela 1** para definir os valores dos componentes que irá usar.

Veja que numa mesma versão, os valores dos resistores dependem do transistor. Assim, para a versão 2, o uso do transistor 2N2222 significa que R_2 deve ser de 3,3 kohms, R_3 deve ser 4,7 k ohms e R_4 de 39 ohms, mantendo-se o valor de R_1 em

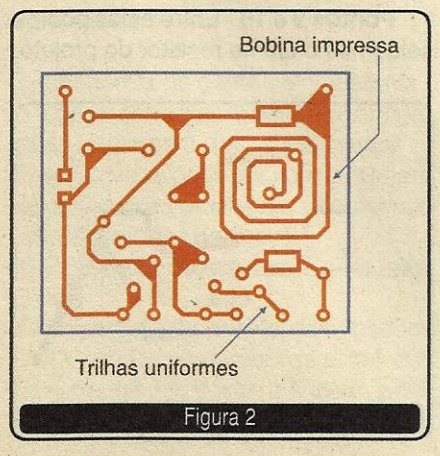


Figura 2

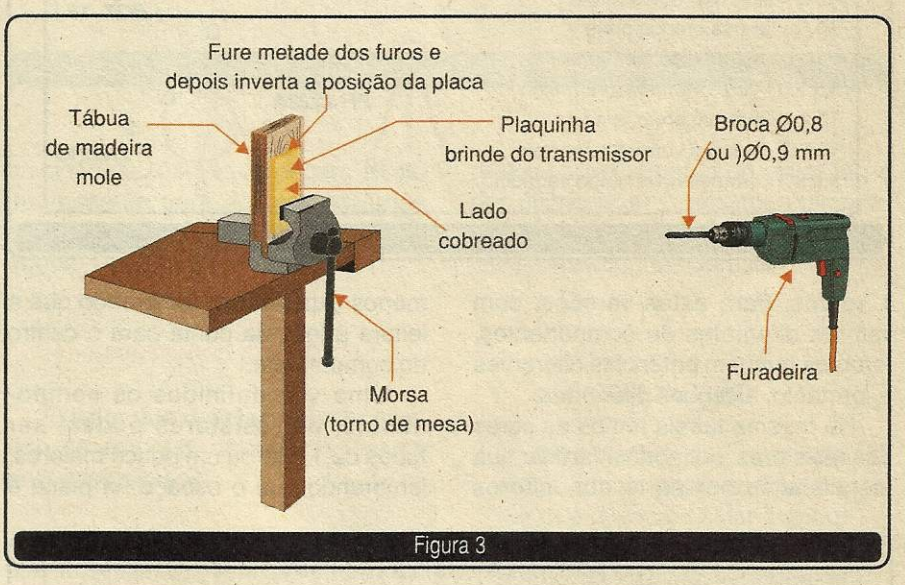


Figura 3

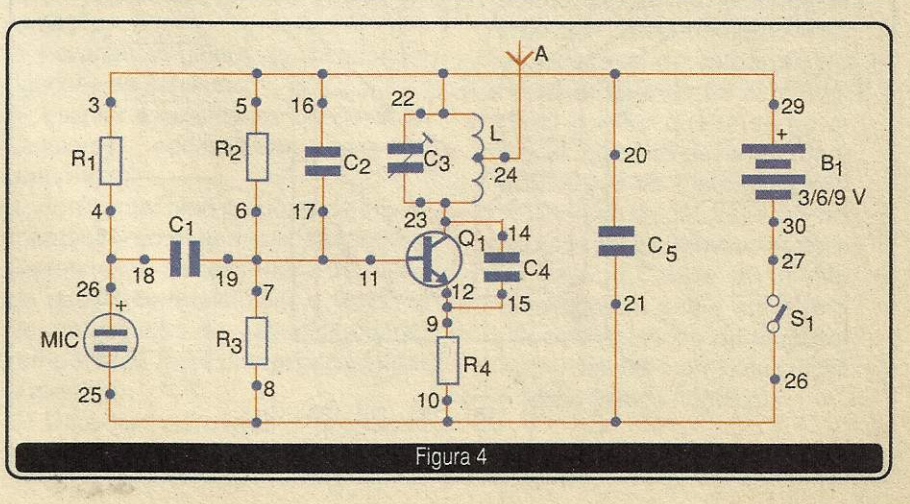


Figura 4

Versão	R1	R2	R3	R4	Q1	Alcance (m)
1	1 kΩ	3,9 kΩ	4,7 kΩ	47 Ω	BF 494 BF 495	Até 50
2	1 kΩ	3,9 kΩ	4,7 kΩ	47 Ω	BF 494 BF 495	Até 50
		3, 3 kΩ	4,7 kΩ	39 Ω	2N2222	Até 100
3	1 kΩ	3,9 kΩ	4,7 kΩ	47 Ω	BF 494 BF 495	Até 50
		3, 3 kΩ	4,7 kΩ	39 Ω	2N2222	Até 100
4	2,2 kΩ	5,6 kΩ	8,2 kΩ	56 Ω	BF 494	Até 100
		3,9 kΩ	4,7 kΩ	39 Ω	2N2218	Até 200
5	4,7 kΩ	8,2 kΩ	10 kΩ	120 Ω	BF 494	Até 200
		4,7 kΩ	5,6 kΩ	47 Ω	2N2218	Até 400

1 kΩ - marrom,preto,vermelho
3,9 kΩ - laranja,branco,vermelho
3,3 kΩ - laranja,laranja,vermelho
4,7 kΩ - amarelo,violeta,vermelho
47 Ω - amarelo, violeta,preto
39 Ω - laranja,branco,preto
5,6 kΩ - verde,azul,vermelho
8,2 kΩ - cinza,vermelho,vermelho
10 kΩ - marrom,preto,laranja
120 Ω - marrom,vermelho,marrom
2,2 kΩ - vermelho,vermelho,vermelho

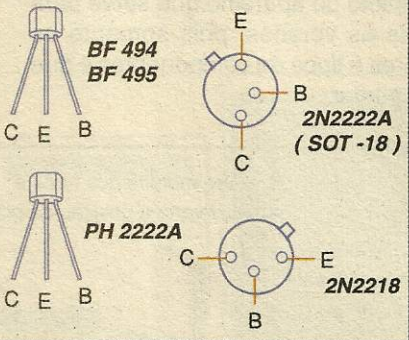


Tabela 1

1 kohms. Para estas versões, com valores diferentes de componentes, teremos também potências diferentes e, portanto, alcances diferentes.

Na mesma tabela temos as cores dos resistores, de modo a facilitar sua identificação por parte dos leitores menos experientes, lembrando que a leitura é feita da ponta para o centro do componente.

Uma vez definidos os componentes, os resistores podem ser todos de 1/8 W ou um pouco maiores, lembrando que o espaço na placa é restrito. Os demais componentes que têm valores fixos, serão dados na lista de materiais no final do artigo.

Podemos agora passar à soldagem dos componentes na placa de circuito impresso, conforme mostram os pontos na **figura 5**.

Para facilitar ao leitor menos experiente, daremos a seqüência de soldagem dos componentes e ligações. Recordamos que em todos os casos os componentes devem ter os terminais dobrados de modo a se encaixar na placa do lado não cobreado, para que eles apareçam no lado cobreado onde são soldados.

Feita a soldagem com cuidado, para não deixar espalhar o fluido provocando curtos, espere esfriar por alguns segundos, cortando os excessos dos terminais com um alicate de corte lateral.

Pontos 1 e 2 - Entre estes dois pontos vamos colocar um "jumper" que nada mais é do que um pedaço de fio de interligação comum. Este fio pode ser encapado rígido ou mesmo sem capa, devendo ser dobrado e soldado conforme ilustra a **figura 6**.

Pontos 3 e 4 - Solde o resistor R_1. Este resistor, como os demais, é colocado em posição vertical, conforme indica a **figura 7**. Seja rápido nesta operação, usando sempre um soldador pequeno de ponta fina, pois o calor afeta os componentes mais delicados, se aplicado em excesso.

Pontos 5 e 6 - Entre estes pontos vamos soldar o resistor R_2. Observe que este é um dos componentes cujo valor depende da versão escolhida.

Pontos 7 e 8 - Temos agora que soldar o resistor R_3, cujo valor depende também da versão escolhida.

Pontos 9 e 10 - Entre estes pontos soldamos o último resistor do projeto.

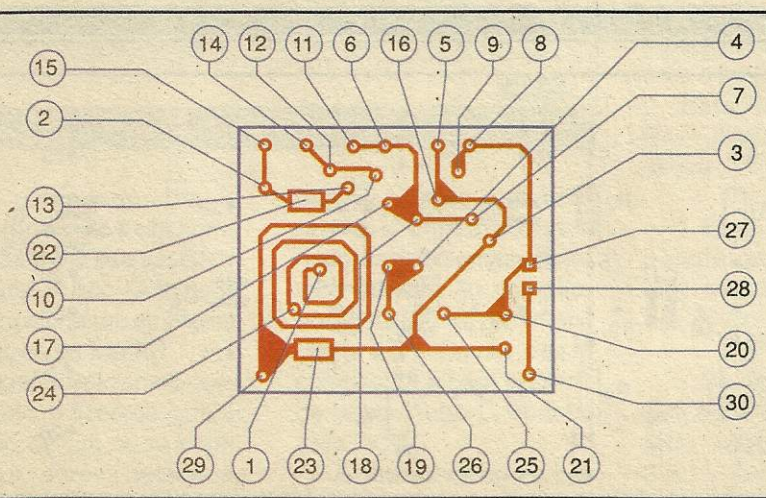


Figura 5

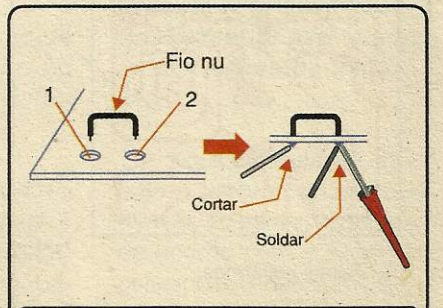


Figura 6

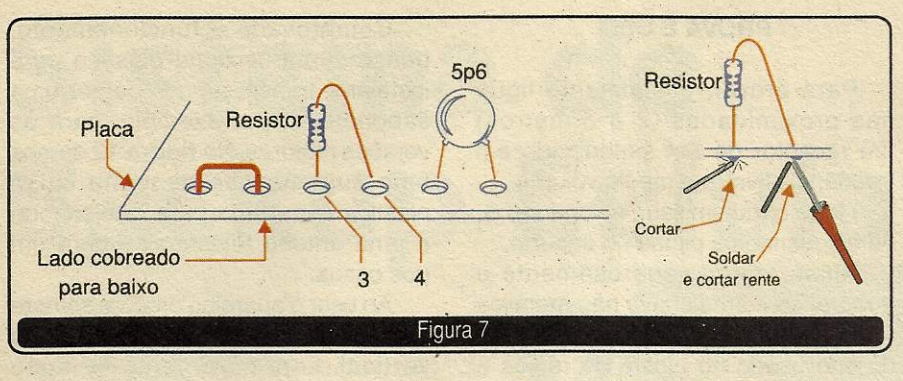


Figura 7

Pontos 11, 12 e 13 - Nestes pontos vamos soldar o transistor, mas antes o leitor deverá verificar na tabela a disposição dos terminais desse componente. Feito isso, deve-se encaixar o componente nos furos de modo que a numeração corresponda aos terminais da seguinte maneira:

11 - Base
12 - Emissor
13 - Coletor

Cuidado para não inverter estas ligações, pois se isso ocorrer, o transmissor não funcionará! Não se preocupe se tiver de dobrar os terminais do transistor para encaixá-lo nesta posição, mas tome cuidado para que não sejam totalmente torcidos, e com isso venham encostar uns nos outros.

Pontos 14 e 15 - Nestes pontos deverá ser colocado o capacitor C_4. Dê preferência ao valor da lista de materiais e certifique-se de que se trata de um capacitor cerâmico tipo disco. Para 4,7 pF a marcação do componente pode vir como 4,7J ou ainda 4K7. O J ou outra letra são sempre maiúsculas.

Pontos 16 e 17 - Nestes pontos vamos soldar C_2 que é outro capacitor cerâmico do projeto.

Pontos 18 e 19 - Passamos agora à soldagem do capacitor C_1, também cerâmico. Podemos ter diversas marcações para este componente como por exemplo 223, 22k ou 0,022 ou ainda .022.

Pontos 20 e 21 - Solde, da mesma forma que nos casos anteriores o capacitor C_5.

Pontos 22 e 23 - Chegamos agora ao *trimmer* CV. Na hora de comprar este componente é bom optar pelos tipos que tenham os terminais finos e se encaixem diretamente nos furos da placa de circuito impresso. No entanto, se não puder encontrá-lo, deveremos preparar o componente com uma extensão de seus terminais para que ele possa ser usado. Esta extensão consiste em se soldar dois pedaços de fios descascados nos terminais do componente de modo que eles possam ser encaixados nos furos correspondentes, segurando-o em posição de funcionamento, conforme mostra a **figura 8**. Isso ocorrerá com os tipos plásticos miniatura que são os mais comuns atualmente, uma vez que os tipos com base de porcelana podem ser obtidos apenas a partir de equipamentos antigos fora de uso.

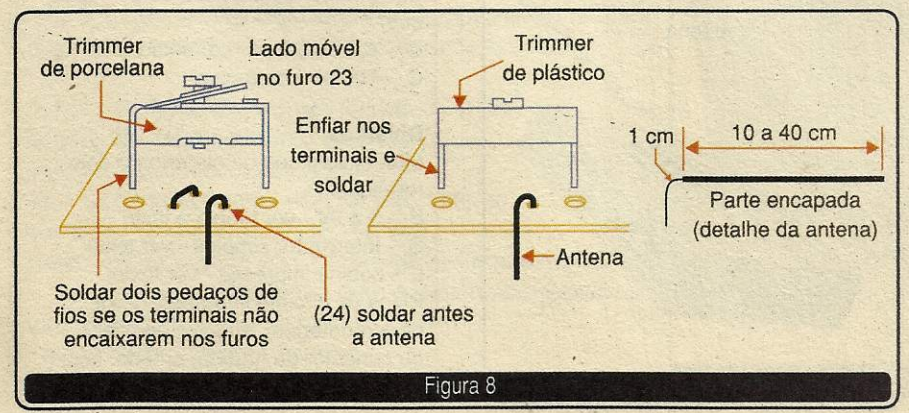


Figura 8

24 - Neste ponto deve ser soldada a antena. Na verdade, devemos soldar esta antena antes de colocar o *trimmer*, pois ela fica por baixo e consiste de um pedaço de fio rígido de 15 a 40 cm de comprimento, conforme mostrado na mesma **figura 8**. Será interessante aplicar um pouco de cola no ponto em que a antena se dobra sobre a placa, para que ela não force o ponto de soldagem, mesmo porque deverá ficar pendente.

25 e 26 - Terminamos o trabalho na placa de circuito impresso com a soldagem dos terminais de ligação do microfone. Veja que o microfone tem a polaridade certa para ligação, que é mostrada na **figura 9**. O ponto positivo do microfone deve ser encaixado no furo 26. Se houver inversão, o transmissor emite sinais, mas não são modulados, ou seja, não há som no receptor (não fala). Observe a **figura 9**.

Passamos agora a trabalhar com os componentes externos, mas antes confira todas as soldagens verificando se todos os componentes estão firmes e se não existem espalhamentos de solda que possam colocar em curto as conexões dos componentes.

27 e 28 – Para o interruptor temos duas opções: se for do tipo que se encaixa na placa de circuito impresso, ele pode ser soldado diretamente conforme mostra a **figura 10** em **(a)**. Mas, se for do tipo maior, para fixação na lateral da caixa, temos de usar dois pedaços de fios para sua conexão, os quais serão encaixados e soldados nos pontos 27 e 28 da placa, conforme ilustra a mesma figura em **(b)**. Se for usada uma chavinha do tipo 2 x 2 (2 pólos x 2 posições), indicamos em C como são feitas suas ligações. **Figura 10**.

Existe ainda a possibilidade do leitor eliminar este componente, para maior economia, caso em que bastar colocar um *jumper* (fio) entre os

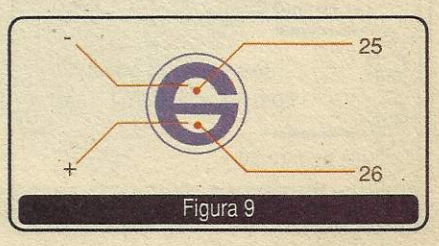


Figura 9

pontos 27 e 28 (como entre 1 e 2). Neste caso, o transmissor ficará ligado quando as pilhas forem colocadas no suporte, e desligado quando forem retiradas.

29 e 30 - Nestes pontos ligamos os terminais da bateria ou suporte de pilhas que vai alimentar o transmissor. Observe que o fio positivo do suporte de pilhas ou conector deve ir ao ponto 29 (vermelho) e o fio negativo deve ir ao ponto 30 (preto).

Para a versão com bateria de 9 V podemos comprar um conector apropriado em qualquer loja de componentes, o mesmo ocorrendo em relação ao suporte de 2 pilhas pequenas e de 4 pilhas, motivo pelo qual essas versões devem ser escolhidas pelos leitores dotados de menos facilidades para trabalhar com a elaboração de partes mecânicas.

Para as pilhas do tipo "botão", da versão menor, o suporte deve ser fabricado pelo montador, veja a **figura 11**.

Completando sua montagem dos componentes externos, confira tudo novamente antes de fazer os testes de funcionamento.

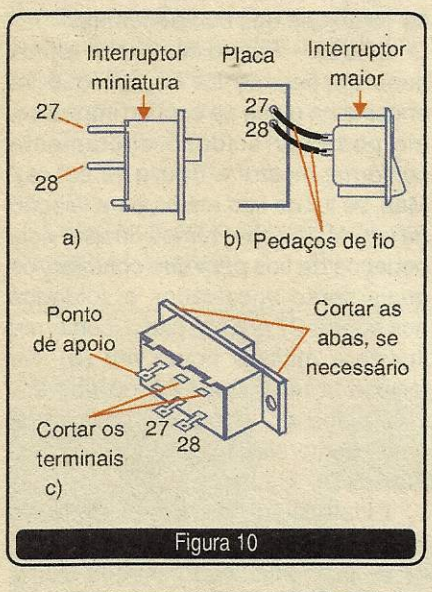


Figura 10

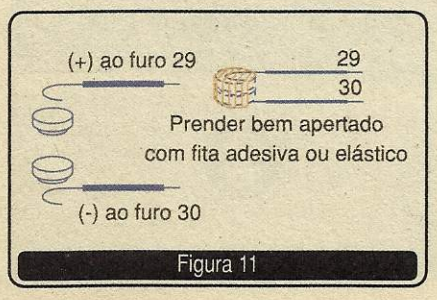


Figura 11

PROVA E USO

Para provar, inicialmente ligue nas proximidades (2 a 3 metros) um receptor de FM sintonizado em freqüência livre e a médio volume.

Ligue o transmissor, acionando S_1 ou colocando as pilhas no suporte.

Ajuste então vagarosamente o *trimmer* com uma chave não metálica (uma chave de plástico ou madeira do tipo usado no ajuste de rádios e vendida em casas especializadas é o tipo ideal) até captar o sinal mais forte do transmissor.

Se o rádio estiver com bom volume e muito próximo, quando a freqüência for encontrada, poderá ocorrer um "apito" que é devido à realimentação acústica ou microfonia. Para eliminá-lo, basta afastar o transmissor ou reduzir o volume do rádio.

Feito o ajuste, vá falando diante do microfone e se afastando para verificar o alcance do pequeno transmissor. Se o sinal sumir logo, é porque você sintonizou um sinal indevido e deverá tentar novamente. Este sinal é de freqüência espúria e não tem alcance.

Feita a sintonia, você também pode encontrar o tamanho ideal da antena, enrolando-a e dobrando-a até que o transmissor fique estável.

Para a maioria dos casos, manter a antena com comprimentos entre 15 e 40 cm proporciona o melhor alcance e estabilidade.

Se quiser sons mais graves para o microfone, ou mesmo um pouco mais de sensibilidade, aumente os valores de C_1 e C_2. Para C_1 pode ir até 470 nF e para C_2 até 22 nF.

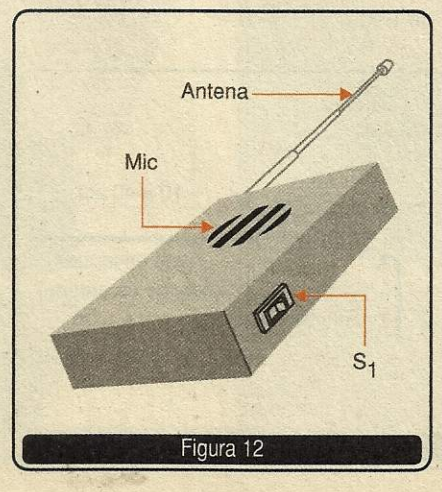


Figura 12

Comprovado o funcionamento, pense numa caixinha plástica para instalar o transmissor. Pode ser uma saboneteira, por exemplo, para as versões maiores. Na **figura 12** damos uma sugestão de pequena caixa plástica com furos para o microfone e uma antena telescópica para um dos casos.

Ao usar o aparelho procure sempre operar com a antena em posição vertical, sem movimentá-la muito ou aproximá-la de objetos metálicos que possam causar instabilidades de funcionamento.

Os melhores resultados (maiores alcances) são obtidos em campo aberto, ou seja, sem obstáculos para a propagação dos sinais. Dentro de casas, os sinais passam perfeitamente através de paredes, mas se existirem estruturas metálicas, o alcance poderá ficar sensivelmente reduzido.

A duração das pilhas depende da versão, sendo mais longa para o caso de duas e quatro pilhas pequenas. Os que usam bateria e pilhas-botão são os que gastam as fontes de energia mais rapidamente.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores:
Q_1 - BF494, BF495, 2N2222 ou 2N2218 - transistores conforme a versão – ver tabela

Resistores: (1/8W, 5%)
R_1 - ver tabela - conforme versão
R_2 - ver tabela - conforme versão
R_3 - ver tabela - conforme versão
R_4 - ver tabela - conforme versão

Capacitores:
C_1 - 47 nF - cerâmico
C_2 - 2,2 nF ou 4,7 nF- cerâmico
C_3 - *trimmer* de 2-20 a 5-50 pF - qualquer
C_4 - 4,7 ou 5,6 pF- cerâmico
C_5 - 100 nF - cerâmico

Diversos:
MIC - microfone de eletreto de dois terminais
B_1 - 3 a 9V - ver tabela e texto
S_1 - Interruptor simples - ver texto
L - bobina impressa - ver texto
Placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de pilhas ou conector de bateria, antena, fios, solda, etc.

Seção do Leitor

COLABORAÇÕES PARA A SEÇÃO DE SERVICE

"Tenho enviado diversas colaborações para a seção de Service", mas nenhuma delas saiu até agora? Gostaria de saber o motivo".

Claudinei Santos
Guarulhos – SP

O que acontece com muitas colaborações é que elas não vêm no formato que precisamos para poder aproveitá-las. Muitas chegam sem esquemas, ou com xerox de esquemas ilegíveis. Nem mesmo usando uma lente de aumento conseguimos ler os valores dos componentes. Outro problema que ocorre é que muitos leitores mandam diversos casos em folhas separadas e sem o nome e endereço em cada uma delas. Aproveitamos a primeira e depois as outras se perdem na grande quantidade de colaborações que recebemos. Para que o leitor tenha seu caso aproveitado, observe os seguintes pontos:

- Não se esqueça de incluir o esquema da parte do aparelho em que ocorreu o problema, assinalando os componentes responsáveis. Pode desenhar à mão (lápis ou caneta, desde que possamos entender).
- Coloque nome e endereço em cada caso.
- Não faça um texto maior do que 20 linhas para explicar o caso.
- Qualquer aparelho eletrônico é bem aceito: TV, aparelho de som, video-cassete, monitor de vídeo, impressora, telefones, *CD- players*, etc.

Obs.: Estamos preparando uma edição especial com muitos casos de Service. É sua chance de mostrar aos leitores a sua experiência como técnico.

NOVOS E VELHOS LEITORES

"Sou leitor da Eletrônica Total há muitos anos. Noto que às vezes alguns circuitos antigos são reprisados. Será que há falta de idéias novas?"

Roberval Ferreira dos Santos
Belo Horizonte - MG

Segundo avaliamos, mais de 80% de nossos leitores são novos, leitores que compram a Eletrônica Total há menos de 5 anos. Sabemos disso porque recebemos uma grande quantidade de correspondências de leitores que nos pedem circuitos que publicamos há mais de 5 anos, mostrando que eles não são dessa época.

Como nossas edições antigas estão esgotadas, a melhor maneira que encontramos para atender aos novos leitores é justamente a de, de vez em quando, publicar projetos que sabemos ser de interesse, baseados em edições antigas. Esses projetos não só envolvem uma revisão do texto, com eventuais atualizações, pois podem mudar os os componentes como até mesmo alterações no circuito para melhor desempenho. Com isso estamos atendendo os que estão começando agora.

Se não fizermos isso, por causa das exigências dos antigos leitores, os novos deixarão de ter a oportunidade de conhecer algo que lhes pode ser muito importante. Lembrem-se os antigos que, quando começaram, os projetos que eram novidades para vocês também causaram reclamações dos que eram mais antigos ainda e já os conheciam! Se tivéssemos atendido àquelas reclamações, vocês também não teriam tido contato com eles!...

USANDO MICROPROCESSADORES

"Tenho observado nessa revista muitos projetos com microprocessadores. No entanto, não sei muito sobre eles. O que devo fazer para aprender a usá-los?"

Rogério Marques
Rio de Janeiro - RJ

De fato, os microprocessadores podem fazer tudo, desde que você saiba como programá-los para isso. Na nossa revista temos publicado projetos com diversos tipos de microprocessadores como o PIC, COP8, 80C51, MSP430, etc. Todos são bons, se bem que sejam diferentes.

Para usar um microprocessador, o primeiro passo que o leitor deve dar é comprar um bom livro que ensine a programar. Na nossa seção de livros anunciamos diversos deles. A escolha do tipo a ser usado não é tão importante, depende apenas de maior ou menor facilidade de obter os componentes.

Depois, é preciso que o leitor tenha a ferramenta de emulação. Ela consiste do programa que vai ser empregado para programar o microprocessador e a placa com o soquete em que ele é encaixado para que se transfira o programa. Feita a programação, o microprocessador é colocado na placa do aparelho em que ele deve funcionar e pronto... É claro que tudo isso leva tempo, por isso, os leitores que desejam aprender a usar esses componentes devem começar já.

CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO

Os leitores interessados em aprender como usar o multímetro têm na Internet (**www.eletronicatotal.com.br**) um curso totalmente gratuito de instrumentação. Basta acessar o *site* e preencher o formulário, que o leitor recebe uma senha para acessar as lições.

Recomendamos esse curso para os leitores montadores e reparadores que gostariam de saber como testar circuitos e componentes usando um multímetro comum de baixo custo, e mesmo àqueles que já possuem multímetros mais caros e não sabem como utilizá-los.

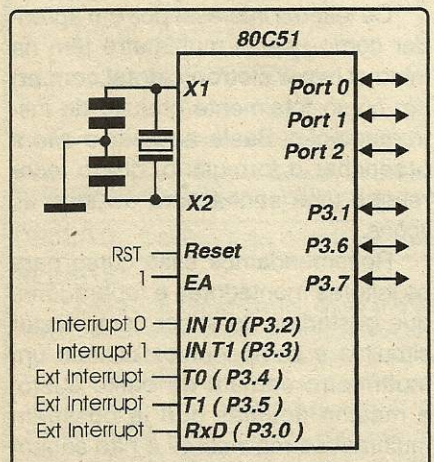
USANDO ATÉ 5 INTERRUPÇÕES EXTERNAS NOS MICROCONTROLADORES 80C51

Os microcontroladores da família 80C51 são dotados de até 2 entradas, as quais podem ser utilizadas como interrupções de uso geral. Um dispositivo típico proporciona até um total de 5 fontes de interrupção. O *timer 0* e o *timer 1* geram vetores de interrupção assim como a porta serial. As aplicações que precisam de mais de duas interrupções externas e não usam os contadores ou a porta serial, podem ser configuradas para operarem como entradas de interrupções externas adicionais. Veja como fazer isso neste artigo, baseado em *Application Note* da Philips Semiconductors.

Newton C. Braga

Descrevemos, neste artigo, uma forma de configurar o *timer*/contador e a porta serial para uso como entradas de interrupção. Partimos então do diagrama mostrado na **figura 1**. Um dos principais objetivos desta idéia é obter um tempo de resposta mínimo.

Uma outra forma de implementar entradas extras de interrupções é colocar sob controle de software um pino de porta que seja configurado como entrada. Este método é necessário quando os periféricos *on-chip* estão em uso.



Configuração com 5 interrupções.

Figura 1

Aplicações onde essa abordagem é recomendada são aquelas nas quais o processador passa mais da metade do tempo executando um "*loop* de espera" ou uma seqüência de código curta, que salta ou ramifica de volta sem realizar nenhuma função. Nesse caso, as instruções que checam o estado da entrada são usadas como uma fonte de interrupção e inseridas nessa seqüência. Isso significa que essa entrada é ignorada quando outras rotinas estão sendo executadas.

Desse modo, essa entrada deve ser travada externamente (*latch*), ou o processador poderá esquecer o sinal enquanto estiver executando outras rotinas.

Entradas dedicadas para interrupções que vetoriam o processador para rotinas individuais de serviço (como as duas entradas de interrupções de uso geral) não sofrem influências quando o método descrito é aplicado.

CONFIGURAÇÃO DO CONTADOR/TIMER

Os *timers 0* e *1* são colocados no modo 2, o qual configura o *timer/register* como um contador de 8 bits com *reload* automático. O contador e o registrador com *reload* são carregados com FF (hexadecimal), o qual é armazenado em TH_1 e TL_1 ou TH_0 e TL_0.

Para preparar um dos *timers* para este tipo de operação, um número de *bits* de controle precisa ser ajustado. Damos a seguir uma lista desses bits e os seus valores:

No TMOD:
***Gate* = 0**
C/T =1
M1 = 1
M0 = 0

No TCON:
TRi = 1

No IE:
ETi = 1
EA = 0

Onde "i" é o número do *timer* que está sendo usado como interrupção externa. O valor TMOD deve ser 66 hexadecimal em ambos os *timers* que estão sendo empregados como fontes de interrupção externa, x6 hex para o *timer 0* e 6x hex para o *timer 1*. A prioridade de interrupção também deve ser ajustada no registrador IP.

Uma fronte descendente no *timer* correspondente (T_0 ou T_1) faz com

que o contador transborde e gere uma interrupção. O contador será automaticamente recarregado com outro FF do registro *Reload*, e com isso uma interrupção pode ocorrer novamente tão logo a rotina de serviço de interrupção se complete.

CONFIGURAÇÃO DA PORTA SERIAL

A porta serial pode ser colocada no modo 2, que é uma UART de 9 bits onde a taxa de transmissão em *bauds* é derivada do oscilador. A interrupção externa é sinalizada através da porta no pino receptor de dados RxD. A recepção é inicializada pela detecção da transição de 1 para 0 em RxD.

O sinal deve ficar em 0 em pelo menos 5/8 do período de um bit para que este nível seja reconhecido. O sinal de entrada deve permanecer baixo por pelo menos o período de um bit na freqüência selecionada do oscilador e não mais do que 9 períodos de bit.

Para preparar a porta serial para uso como interrupção externa, os seguintes bits devem ser configurados:

Na SCON:
SM0 = 1
SM1 = 0
SM2 = 0
REN = 1

A interrupção da porta serial será então empregada como uma interrupção de uso geral. Os conteúdos do *buffer* de recepção podem ser ignorados e subseqüentemente podem ser sobrescritos durante a interrupção seguinte.

Observe que o tempo de resposta de entrada será menor do que das entradas *Counter/Timer*. Isso acontece devido ao fato de que Ri é gerado depois de 8 bits de dados seriais após a fronte descendente em RxD.

PROGRAMA DEMONSTRAÇÃO

O programa dado como exemplo a seguir é sugerido pelo *Application Note* AN420, da Philips Semiconductors.

```
$MOD51
$ TITLE (Cinco Interrupções Vetoriadas Externamente)

; Tabela de Saltos de Interrupção
        ORG   OH            ;Reset
        AJMP  Setup

        ORG   3H            ;Interrupção externa 0
        RETI                ;não implementada neste demo

        ORG   0BH           ;interrupção do timer 0
        AJMP  Tim0

        ORG   13H           ;Interrupção externa 1
        RETI                ;não implementada neste demo

        ORG   1BH           ;interrupção do timer 1
        AJMP  Tim1

        ORG   23H           ;interrupção da porta serial
        AJMP  Serial

; Começa o ajuste do código de setup

        MOV   SP:#7FH       ;inicializa o ponteiro da pilha

; Configura ambos os timers
        MOV   TMOD: #66H    ;coloca ambos os contadores no modo 2
        MOV   A:#0FFH
        MOV   TL0,A         ;carrega FF hex nos dois contadores
        MOV   TH0,A
        MOV   TL1,A
        MOV   TH1,A
        SETB  ET0           ;habilita a interrupção do timer 0
        SETB  ET1           ;habilita a interrupção do timer 1
        SETB  TR0           ;habilita o funcionamento do timer 0
        SETB  TR1           ;habilita o funcionamento do timer 1

; Configura a porta serial
        SETB  ES            ;habilita a interrupção da porta serial
        MOV   SCON,#90H     ;coloca a porta serial no modo 2
        SETB  EA            ; habilita o sistema de interrupções

Wait:   NOP                 ;espera por uma interrupção
        JMP   Wait

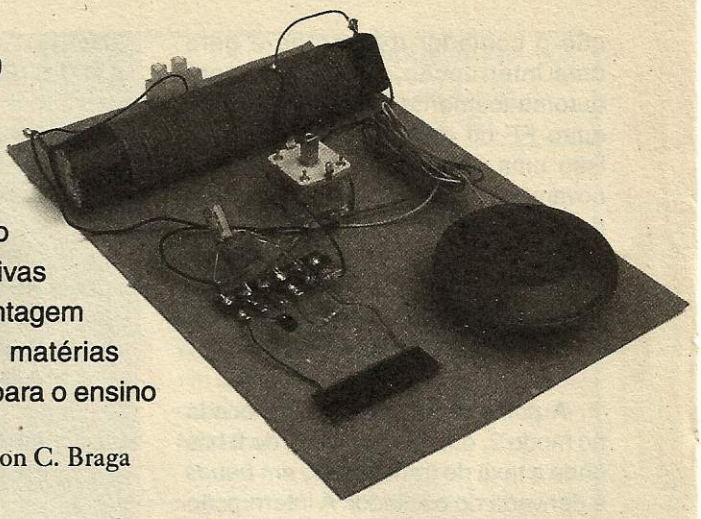
Serial: NOP                 ;rotina de serviço de interrupção serial
        CLR   RI            ;limpa o aviso de interrupção do receptor
        RETI

 Tim0:  NOP                 ;rotina de serviço de interrupção do
timer 0
        RETI

Tim1    NOP                 ;rotina de serviço do timer 0
        RETI

        END
```

RÁDIO SOLAR



Descrevemos a montagem de um rádio experimental AM alimentado por uma célula solar. O circuito é muito simples de montar e até mesmo outras fontes alternativas de energia podem ser usadas. Trata-se de excelente montagem didática, podendo ser adotada nos cursos que tenham matérias eletivas que abordem tecnologia, ou como tema cruzado para o ensino de Física do nível médio.

Newton C. Braga

Células solares de pequena potência já são utilizadas na alimentação de calculadoras, relógios e outros aparelhos de uso comum. Se o leitor possui uma dessas calculadoras fora de uso, ou outro aparelho que tenha uma célula solar, poderá aproveitá-las para montar o rádio experimental que descrevemos neste artigo.

Nosso receptor precisa de uma quantidade muito pequena de energia, que é empregada para alimentar uma etapa amplificadora com um transistor. O ganho do circuito é de aproximadamente 100 vezes, o suficiente para excitar um pequeno fone de ouvido e permitir que as estações locais sejam ouvidas claramente.

Os poucos componentes usados no projeto, além da célula solar, podem também ser obtidos de outros aparelhos fora de uso como rádios, amplificadores, etc.

COMO FUNCIONA

As células solares mais comuns são as de silício. Nelas, uma pastilha de silício tem uma junção exposta à luz, conforme mostra a **figura 1**.

Quando essa junção é iluminada, elétrons são liberados de modo a aparecer entre as faces do material uma tensão da ordem de 0,6 V. A intensidade máxima da corrente que se pode obter depende do tamanho da célula e também da intensidade da luz.

Ligando algumas dessas células em série, como nos painéis usados nas calculadoras e outros aparelhos, somamos as tensões das células, o que nos leva a obter tensões da ordem de 1,8 a 2,4 V tipicamente.

A corrente obtida desses painéis, entretanto, é da ordem de microampères, insuficiente para acionar um motor, acender uma lâmpada ou alimentar um circuito de maior porte. Somente circuitos de muito baixo consumo como o de um relógio ou calculadora podem ser alimentados. E, no nosso caso, o circuito amplificador dos sinais do rádio que vamos montar.

É interessante observar que, ligando um multímetro na saída dessas células, a tensão indicada é menor que a real, pois o instrumento "carrega" o circuito, reduzindo a tensão real. Isso significa que a tensão indicada nessa medida é menor que a real, veja a **figura 3**.

No nosso caso, a célula será usada para alimentar uma etapa amplificadora com um único transistor BC548 ou qualquer NPN equivalente de uso geral. Assim, a bobina L_1, juntamente com CV formam o circuito de sintonia do receptor que separa os sinais da estação que desejamos ouvir de todos os sinais que são captados pela antena.

Esses sinais são enviados a um diodo detector que faz a demodulação, ou seja, separa os sinais de áudio (sons) dos sinais de alta freqüência. Os sinais de áudio são enviados ao transistor amplificador através do capacitor C_1.

Como carga para o transistor existe um resistor de 47 kohms, pois o fone piezoelétrico (cápsula de alta impedância) é um isolante, não permitindo que as correntes de polarização passem. O fone é ligado é em paralelo com esse resistor.

O capacitor C_2 atua como um reservatório de energia. Se houver uma variação da luz incidente na célula, por exemplo, uma sombra momentânea causada por uma pessoa ou uma nuvem, o rádio não pára, continuando a funcionar por quase um minuto.

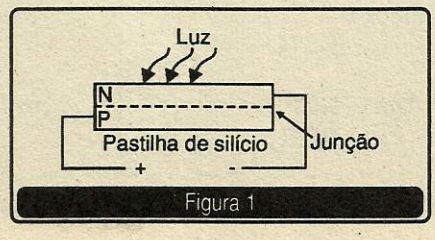


Figura 1

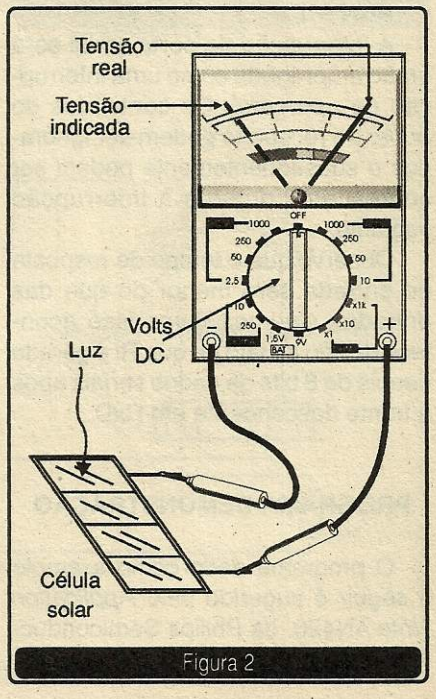


Figura 2

MONTAGEM

A bobina L_1 é formada por aproximadamente 30 + 70 voltas de fio esmaltado 28 ou 30 AWG em um tubo de PVC de 1 polegada ou mesmo fio encapado fino.

O capacitor CV de sintonia é retirado de um rádio AM fora de uso. Se for utilizado um capacitor de rádio de duas faixas, devemos tomar cuidado para usar o setor de AM, pois o setor de FM tem uma faixa de capacitâncias menor, dificultando assim a sintonia no nosso rádio. Para isso, o leitor deverá experimentar as duas seções, verificando qual a que dá maior faixa de sintonia, observe a **figura 4**.

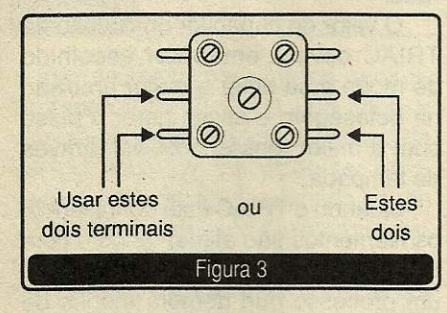


Figura 3

O fone de ouvido deve ser obrigatoriamente uma cápsula piezoelétrica. Não pode ser usado fone de baixa impedância. A antena é um pedaço de fio esticado de 5 a 10 metros e a ligação à terra pode ser feita em qualquer objeto de metal. Até mesmo segurando entre os dedos o fio terra podemos ter uma boa conexão para receber os sinais locais.

Na **figura 5** temos o diagrama completo do rádio.

Todo o conjunto será fixado numa base de madeira ou plástico e os componentes menores soldados numa pequena ponte de terminais, conforme ilustra a **figura 6**.

O diodo pode ser de qualquer tipo de germânio. Esse diodo pode ser retirado de algum rádio AM fora de uso. Na montagem observe com cuidado a polaridade da célula solar, pois se ela for invertida o rádio não funcionará.

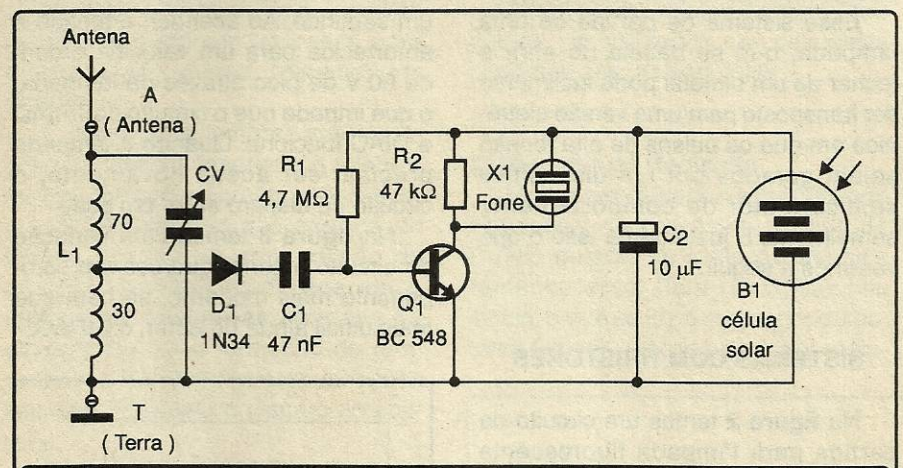


Figura 4

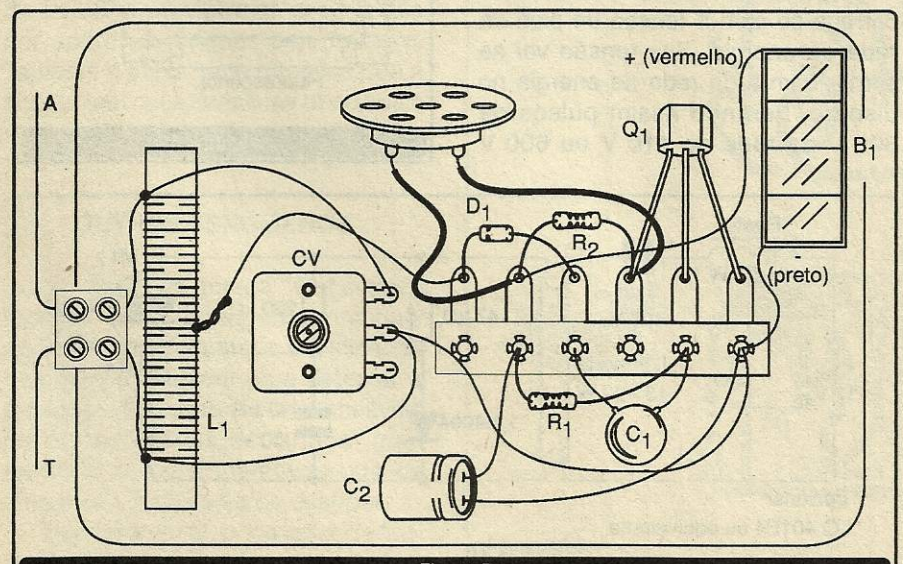


Figura 5

PROVA E USO

Estique a antena e posicione o rádio de modo que a célula receba luz.

Coloque o fone no ouvido e atue sobre CV até captar uma estação local. O leitor irá notar que, ao iluminar a célula, o receptor demorará algum tempo até obter o volume máximo. É o tempo necessário para a carga do capacitor.

O receptor poderá não captar bem estações em locais ruidosos ou fechados dentro de estruturas que tenham armações de ferro, uma vez que elas atuam como blindagens para as ondas.

Se o leitor desejar, poderá alimentar o circuito com duas ou quatro pilhas comuns ou outras fontes alternativas de energia como pilhas de água e sal, laranja, geradores eólicos, etc.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores:
Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
D_1 – 1N34, 1N60 ou equivalente – qualquer diodo de germânio
B_1 – Célula de silício – ver texto

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1 – 4,7 M Ω – amarelo, violeta, verde
R_2 – 47 k Ω – amarelo, violeta, laranja

Capacitores:
C_1 – 47 nF – cerâmico ou poliéster
C_2 – 10 µF – eletrolítico
CV – variável AM – ver texto

Diversos:
L_1 – Bobina de antena – ver texto
X_1 – Fone piezoelétrico
Base de montagem, ponte de terminais, antena, fios, solda, etc.

CIRCUITOS ELETRÔNICOS PARA FLUORESCENTES

Na forma tradicional, as lâmpadas fluorescentes comuns, não utilizam nenhum componente eletrônico para sua ignição. No entanto, a disponibilidade de semicondutores de potência baratos capazes de operar com as elevadas tensões da rede de energia mudou essa idéia, e cada vez mais encontramos esses componentes nos circuitos de fluorescentes. Veja, neste artigo, como os tiristores são usados nos circuitos de ignição de lâmpadas fluorescentes.

Newton C. Braga

Em um circuito convencional para ignição de uma lâmpada fluorescente comum, alimentada pela rede de energia, temos um *starter*, um indutor e a própria lâmpada fluorescente, conforme mostra a **figura 1**.

O *starter* consiste de um bulbo de vidro no interior do qual além de um gás inerte como o argônio ou o néon, existe um elemento bimetálico em forma de "U". Quando a alimentação do circuito é estabelecida, a tensão que aparece nesse elemento é suficiente para ionizar o gás que então se torna condutor.

O calor desenvolvido no processo de ionização faz com que o bimetal se movimente e, desse modo, faça contato na parte fixa do circuito. Quando isso ocorre, o gás é colocado em curto, cessando a ionização e com isso circula uma corrente de pré-aquecimento pelos filamentos da lâmpada fluorescente.

Com a interrupção da condução pelo gás, o bimetal esfria movimentando-se no sentido de interromper a corrente pelo filamento de pré-aquecimento. Nesse processo que acontece várias vezes por segundo quando acendemos a lâmpada, a carga indutiva que representa o reator faz com que picos de tensão entre 400 e 600 V sejam aplicados à lâmpada.

Esses picos fazem com que agora o gás no interior da lâmpada se ionize e ela acenda, tornando-se condutora. Quando isso ocorre, a corrente passa, então, a circular totalmente pela lâmpada, tornando inoperante o *starter*.

Esse sistema de partida de uma lâmpada, que se baseia no abrir e fechar de um bimetal pode facilmente ser transposto para uma versão eletrônica em que os pulsos de alta tensão sejam gerados por um dispositivo semicondutor de comportamento semelhante. É justamente isso o que veremos a seguir.

SISTEMAS COM TIRISTORES

Na **figura 2** temos um circuito de partida para lâmpada fluorescente que se baseia num TRIAC comum.

Neste circuito, o capacitor de 5 µF carrega-se com a tensão de pico da rede de energia. Sua tensão vai se somar com a da rede de energia no disparo, gerando assim pulsos de 300 V na rede de 110 V ou 600 V na rede de 220 V. Isso é conseguido fazendo-se com que o disparo do TRIAC ocorra com uma defasagem de 90 graus em relação à tensão da rede.

O valor do capacitor no circuito do TRIAC deverá então ser escolhido de modo a se obter a maior precisão na defasagem e assim gerar o pulso com a maior tensão possível através da lâmpada.

Quando o TRIAC está conduzindo, os filamentos são alimentados e com isso temos o pré-aquecimento, em um processo que demora menos de um segundo. Ao acender, a tensão é amortecida para um valor da ordem de 60 V de pico através da lâmpada, o que impede que o circuito do TRIAC e DIAC funcione. Quando a lâmpada precisar ser acesa novamente, o circuito de disparo entra em ação.

Na **figura 3** temos uma variação do circuito anterior que usa um componente mais moderno, se bem que mais difícil ainda de obter, o SIDAC.

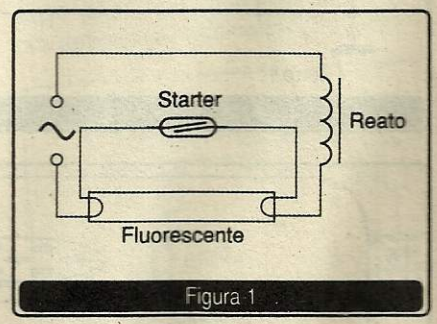


Figura 1

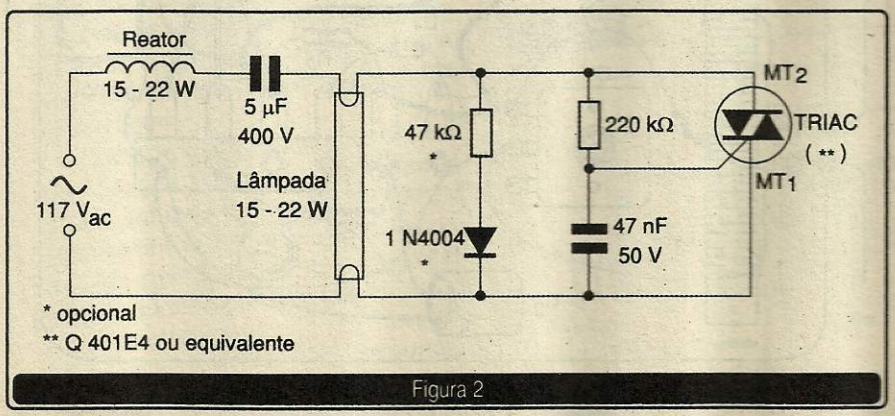


Figura 2

O princípio de funcionamento é o mesmo com a diferença de que a tensão de disparo do SIDAC é uma característica interna do componente e não programada por uma rede RC ligada a um DIAC, como no circuito anterior.

Os circuitos mostrados operam com lâmpadas de 15 a 20 W. Para lâmpadas de maior potência vale o mesmo princípio, devendo apenas ser lembrado que elas são mais críticas quanto ao pulso de tensão que faz com que elas acendam.

Na **figura 4** exibimos um circuito com TRIAC para lâmpada de 40 W.

O TRIAC sugerido é da Teccor Electronics, mas outros de mesmas características podem ser usados. Observe que os valores dos componentes foram alterados para adequar à operação com lâmpada de maior potência.

O mesmo é válido para o caso de SIDACs, obtendo-se o circuito mostrado na **figura 5**.

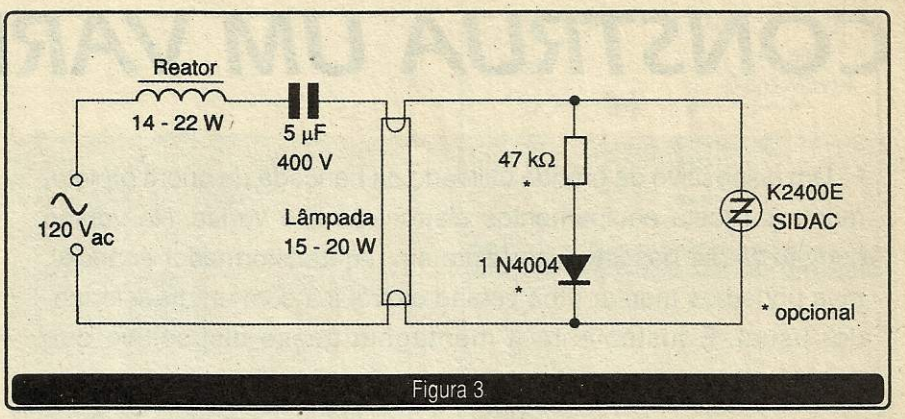


Figura 3

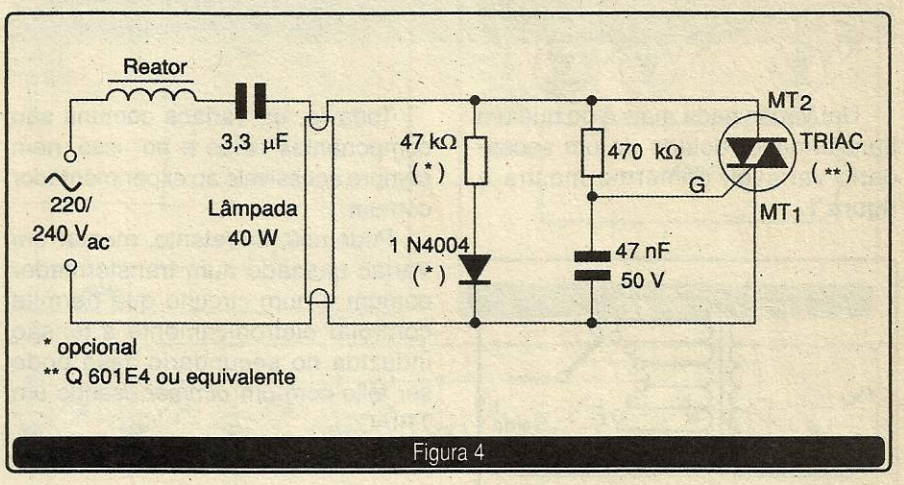


Figura 4

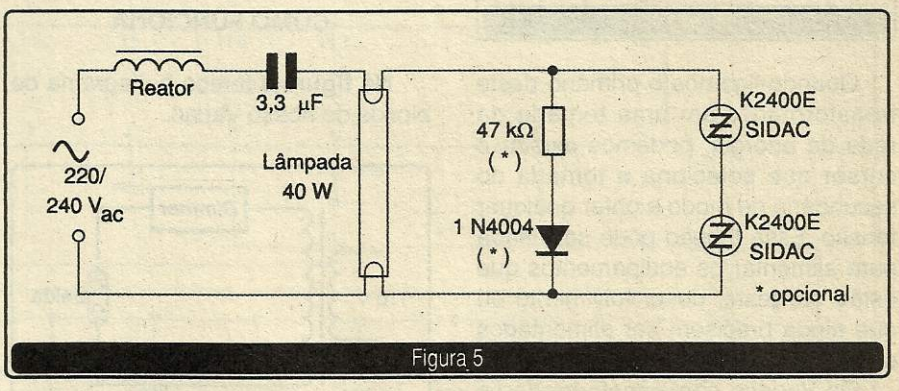


Figura 5

CONCLUSÃO

A substituição de qualquer dispositivo eletromecânico por dispositivos eletrônicos nas aplicações modernas é muito importante.

Além da maior confiabilidade e maior durabilidade temos também o baixo custo e o menor espaço ocupado. Essa tendência está sendo observada de forma cada vez mais intensa nos dispositivos empregados nas instalações elétricas domiciliares e comerciais.

ELETRÔNICA Edições anteriores









Pedidos: (11) 6195-5330
www.sabermarketing.com.br

CONSTRUA UM VARIAC

Um dispositivo de grande utilidade na bancada de quem projeta, monta ou testa equipamentos eletrônicos é o Variac. Na versão comum ele se baseia unicamente em um transformador especial, mas podemos montar uma versão eletrônica com um transformador usual. É justamente a montagem desse dispositivo que descreveremos neste artigo.

Newton C. Braga

Um Variac nada mais é do que um transformador dotado de um secundário variável, conforme mostra a **figura 1**.

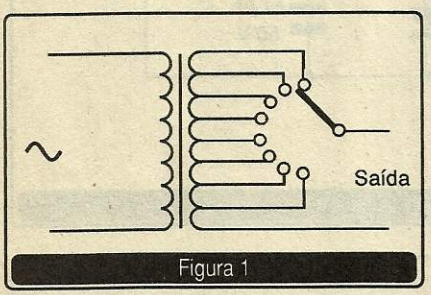


Figura 1

Quando ligamos o primário deste transformador em uma tomada da rede de energia, podemos ajustar o cursor que seleciona a tomada do secundário de modo a obter qualquer tensão. Essa tensão pode ser usada para alimentar os equipamentos que estão em teste, desenvolvimento ou que ainda precisem ser alimentados com uma tensão variável.

Os Variacs são transformadores bastante robustos podendo alimentar equipamentos com centenas de watts de consumo e, normalmente, são enrolados em núcleos toroidais, conforme ilustra a **figura 2**, onde temos um Variac típico.

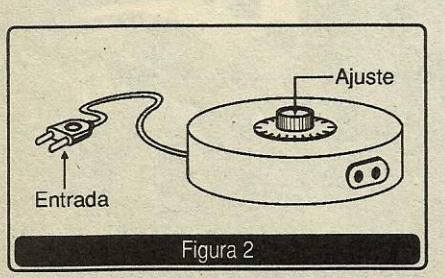


Figura 2

Todavia, os Variacs comuns são componentes caros e por isso, nem sempre acessíveis ao experimentador comum.

Podemos, entretanto, montar um Variac baseado num transformador comum e num circuito que permite controlar eletronicamente a tensão induzida no secundário. Isso pode ser feito com um *dimmer* usando um TRIAC.

COMO FUNCIONA

Na **figura 3** temos o diagrama de blocos de nosso Variac.

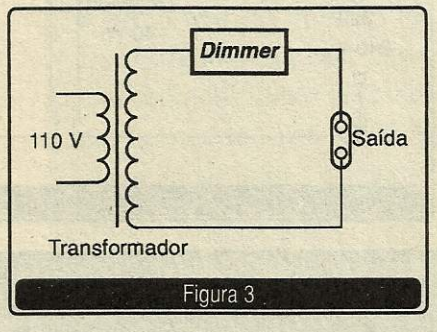


Figura 3

O enrolamento primário de um transformador comum com relação de espiras de 1:1 ou 1:2 ou ainda 2:1, usado na rede de energia e que pode ser adquirido com facilidade em casas especializadas, tem a sua tensão de primário controlada por um *dimmer*.

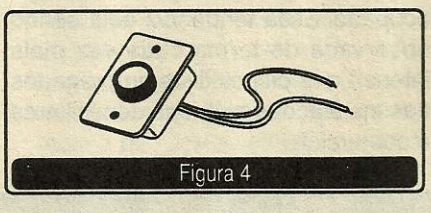
Ajustando este componente, mesmo que a forma de onda aplicada ao transformador não seja perfeitamente senoidal, obtemos tensões de secundário que podem variar de 0 até aproximadamente 100 % da tensão máxima.

MATERIAL USADO

Temos diversas possibilidades para a montagem deste Variac com base em material que já pode ser adquirido pronto nas casas especializadas.

Dimmer:

Existem *dimmers* de 400 a 600 W de baixo custo como o exibido na **figura 4**, que podem ser encontrados prontos e serem usados no Variac. Bastará ligá-los em série com o transformador.


Figura 4

Transformador:

Em casas de material elétrico, é possível encontrar transformadores que convertem 220 V em 110 V ou ainda 110 V em 220 V, observe a **figura 5**.

Podemos usar um desses transformadores (com potência entre 100 e 400 W) para a montagem do Variac, apenas lembrando que ele não pode ter potência maior do que a especificada para o *dimmer* usado.

Assim, para um transformador de 110 para 220 V, é preciso considerar

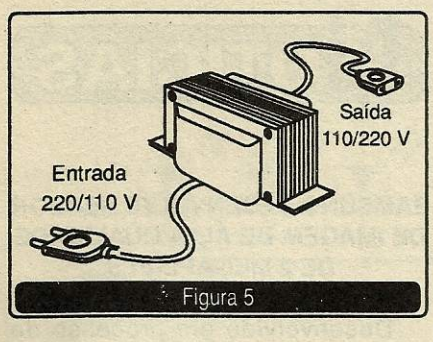


Figura 5

que o Variac fornecerá saídas de 0 a 220 V quando ligado na rede de 110 V. Para um transformador de 220 V/110 V, devemos ligá-lo numa tomada de 220 V e ele fornecerá saídas de 0 a 110 V.

Uma possibilidade um pouco mais difícil, consiste em usar um transformador de 1:1 ou seja, onde entra 110 V e sai 110 V ou ainda onde entra 220 V e sai 220 V, havendo apenas isolamento. Trata-se de um "transformador de isolamento".

MONTAGEM DO DIMMER

Para o *dimmer* existe ainda a possibilidade de se fazer a montagem do circuito mostrado na **figura 6**.

A placa de circuito impresso para este *dimmer* é apresentada na **figura 7**.

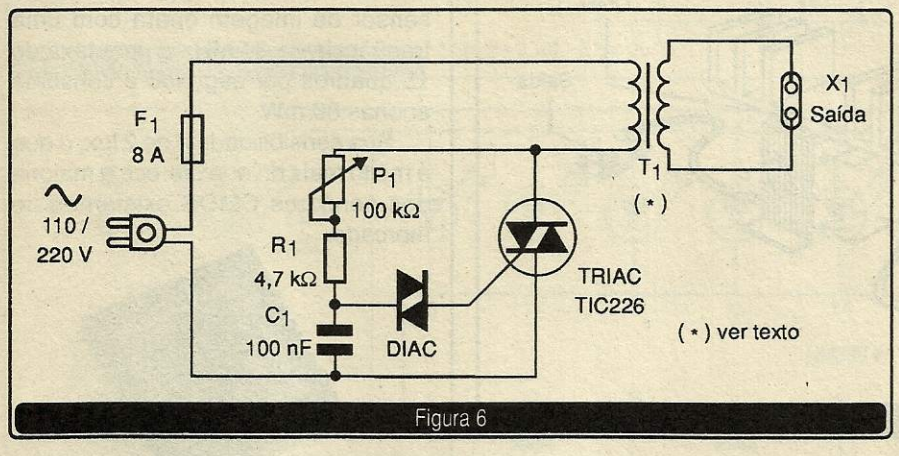


Figura 6

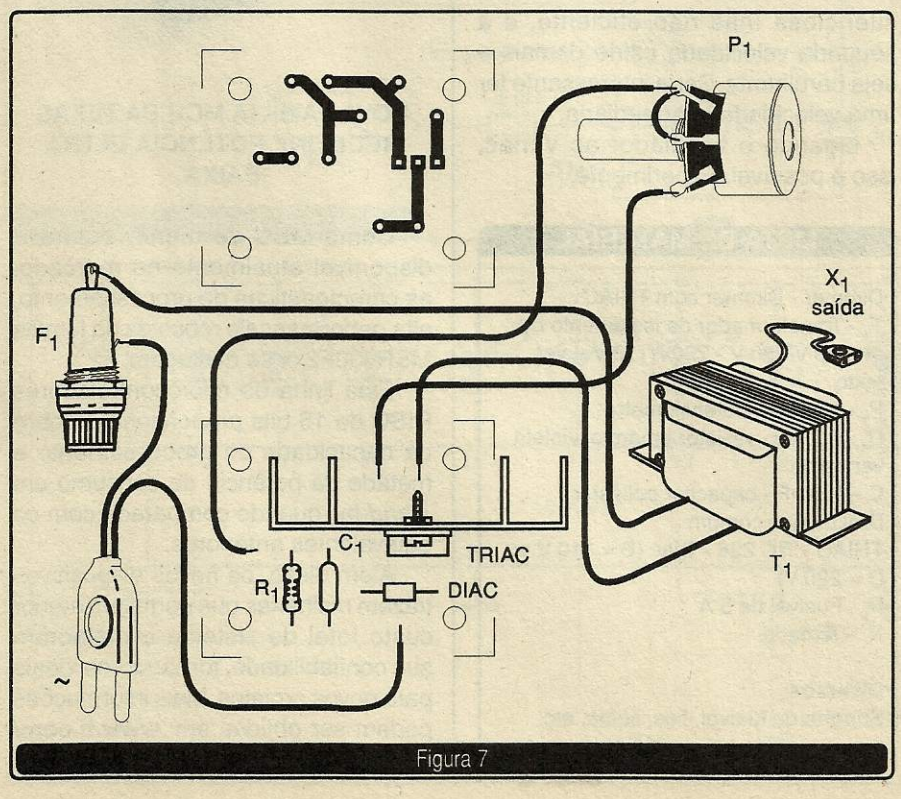


Figura 7

O TRIAC deve ter sufixo B se a rede for de 110 V, e sufixo D se a rede for de 220 V. Este componente deve ser montado num bom radiador de calor.

Como o circuito não é isolado da rede de energia, todo o cuidado deverá ser tomado para que nenhuma parte viva fique exposta.

Um fusível na entrada é importante para a proteção do dispositivo e da própria rede de energia.

MONTAGEM DO VARIAC

Na **figura 8** temos o modo como adaptamos um *dimmer* comum a um transformador usual de 110 V x 220 V.

Depois de tirar os parafusos que prendem as chapas do núcleo e a proteção do enrolamento, temos acesso aos fios de ligação dos enrolamentos.

Interrompemos um dos fios do enrolamento de entrada (primário) e ligamos em série os fios do *dimmer*, isolando-os depois com bastante fita isolante.

Feito isso, é só fechar o conjunto apertando bem os fios para que as chapas do transformador não vibrem produzindo ruído desagradável.

Para completar a montagem pode-se usar cola epoxi para prender o *dimmer* sobre o transformador.

Como esses transformadores trabalham quentes, será interessante ajudar a aliviar o calor gerado fixando um dissipador de calor nas chapas, atente para a **figura 9**.

Cola epoxi é boa para se fixar um radiador de calor.

PROVA E USO

Para testar o Variac, basta ligar uma carga de acordo com a tensão que ele produz (veja a **figura 10**).

Ajustando-se o potenciômetro do *dimmer*, é possível controlar o brilho da lâmpada ou a potência aplicada à carga.

Como o Variac não produz um sinal perfeitamente senoidal, principalmente nas potência mais baixas, não se recomenda usá-lo na alimentação de

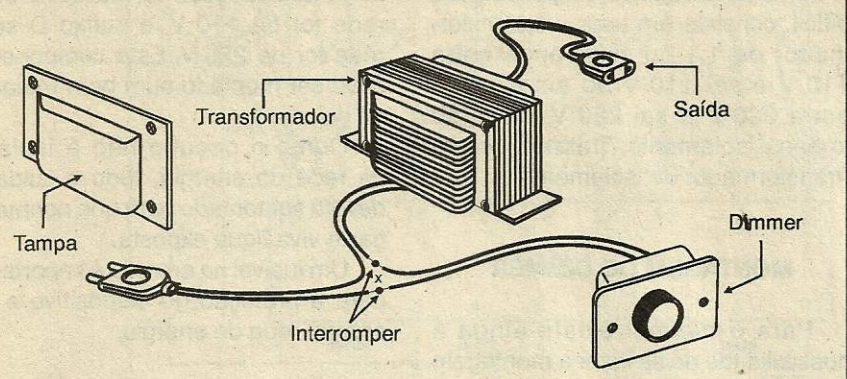


Figura 8

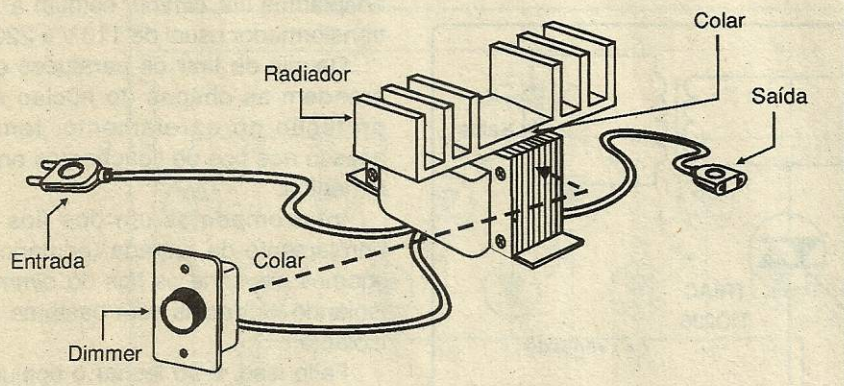


Figura 9

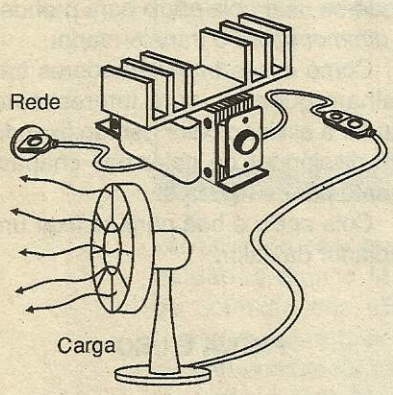


Figura 10

aparelhos eletrônicos como televisores, aparelhos de som, etc.

Uma aplicação interessante para este Variac é no controle de velocidade de ventiladores. Muitos ventiladores comuns têm o controle de velocidade feito aos "saltos". Assim, é comum que a velocidade mais baixa seja silenciosa mas não eficiente, e a segunda velocidade esfrie demais e seja barulhenta. Seria interessante ter uma velocidade intermediária.

Ligando o ventilador ao Variac, isso é possível. Experimente.

LISTA DE MATERIAL

Dimmer - Dimmer com TRIAC
T_1 - Transformador de isolamento ou de 110 V/220 V - 220V/110 V – ver texto
P_1 - 100 kΩ - potenciômetro
R_1 - 4,7 kΩ - resistor amarelo, violeta, vermelho
C - 100 nF - capacitor poliéster
DIAC - diac comum
TRIAC - TIC 226 - Triac (B = 110 V ou D = 220 V)
F_1 - Fusível de 5 A
X_1 - Tomada

Diversos:
Suporte de fusível, fios, solda, etc.

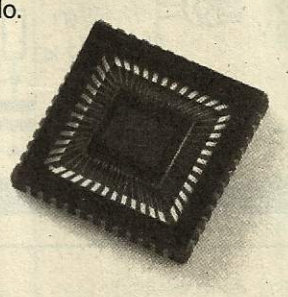
NOTÍCIAS

SAMSUNG DESENVOLVE SENSOR DE IMAGEM DE ALTA QUALIDADE DE 2 MEGAPIXELS

Desenvolvido em processo de 0,13 mm pela SAMSUNG, um novo sensor de imagem de 2 Mpixels CMOS que permite melhor qualidade de imagem.

O novo sensor tem um formato de 1/3,2 polegadas sendo ideal para telefones celulares e câmeras. O sensor de imagem opera com uma freqüência de 34 MHz a uma taxa de 15 quadros por segundo e consome apenas 80 mW.

Sua sensibilidade é de 2 lux, o que é muito mais do que oferece a maioria dos sensores CMOS existentes no mercado.



NOVA FAMÍLIA MCU DA TEXAS REDEFINE POTÊNCIA ULTRA BAIXA

Como MCU de menor potência disponível atualmente no mercado, as características de processamento, alta performance e robustez da família MSP430F2xx se destacam.

Esta linha de microcontroladores RISC de 16 bits proporciona o dobro da capacidade de processamento e metade da potência de consumo em *stand-by*, quando comparada com os equivalentes anteriores.

Além disso, os novos dispositivos trazem melhorias que permitem menor custo total do sistema e melhoram sua confiabilidade, tornando-os ideais para novos projetos. Mais informações podem ser obtidas em: **www.ti.com/msp430f2xx**

TIRISTORES COMO RELÉS E CHAVES

Os dispositivos comutadores de estado sólido da família dos tiristores, pela sua capacidade de operar com correntes intensas, encontram uma enorme gama de aplicações na eletrônica de potência. Funcionando como relés ou chaves, eles podem ser usados em aplicações industriais, de consumo, automotivas, médicas e em telecom. Veja, neste artigo, uma série de circuitos práticos que usam tiristores como chaves e relés. Um desses circuitos pode ser a solução de estado sólido que o leitor está procurando para uma aplicação.

Newton C. Braga

SCRs e TRIACs são os dispositivos comutadores de estado sólido mais utilizados nos circuitos de corrente alternada. O primeiro, conduz a corrente em um único sentido, enquanto que o segundo conduz a corrente nos dois sentidos. No entanto, utilizando recursos apropriados, qualquer um pode ser usado em aplicações que envolvem tanto o controle de meia onda como de onda completa.

Pela capacidade que ambos têm de operar com correntes intensas em circuitos de alta tensão, eles consistem em soluções ideais de controle de potência, funcionando como relés ou chaves.

Damos, a seguir, uma série de circuitos de aplicação para tiristores (SCRs e TRIACs) que podem ser empregados com as mais diversas finalidades no controle de cargas tanto de corrente alternada quanto de corrente contínua pulsante. A capacidade de controle de cada circuito, na maioria dos casos, ficará limitada apenas pelas características do tiristor usado e, eventualmente, pelo circuito de disparo que poderá ser alterado conforme as necessidades.

CHAVE ESTÁTICA DE CORRENTE ALTERNADA

Uma aplicação simples para um TRIAC é como interruptor de potência para cargas de corrente alternada. Conforme ilustra o circuito da **figura 1**, podemos usar um interruptor de baixa capacidade de corrente para controlar uma carga de alta potência usando o TRIAC como controle.

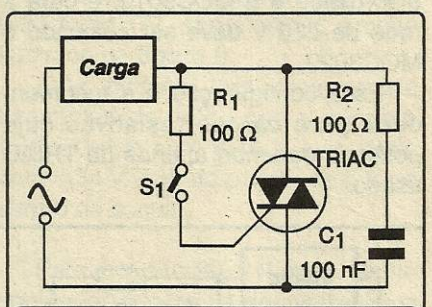


Figura 1

O segredo desse circuito está em se escolher o valor apropriado do resistor R_1 para que o disparo ocorra tanto mais próximo quanto seja possível do início de cada semiciclo da tensão da rede. Se R_1 for muito grande, o disparo ocorrerá muito tempo depois do início do semiciclo, e com isso a potência aplicada à carga será menor do que a nominal.

Por outro lado, R_1 não pode ser muito pequeno, para que a corrente de disparo do TRIAC não supere o valor máximo suportado pelo componente. Como o resistor conduz por muito pouco tempo em cada semiciclo, sua dissipação pode ser pequena. Resistores de ¼ W funcionarão perfeitamente neste circuito.

Se a carga comutada for indutiva, deverá ser usado um circuito "snubber" para evitar que altas tensões apareçam sobre o TRIAC na comutação. Esse circuito é formado por R_2 e C_1. O capacitor C_1 deve ser do tipo de poliéster para aplicações em corrente alternada.

INTERRUPTOR DE POTÊNCIA NORMALMENTE FECHADO (NF)

Na **figura 2** temos uma aplicação interessante de um controle de potência para um elemento de aquecimento de alta potência utilizando SCRs em uma configuração de onda completa e um termostato.

Esse circuito mantém o aquecedor desligado quando o termostato se encontra com seus contatos fechados, o que ocorre acima de uma certa temperatura.

Quando a temperatura cai e o termostato abre seus contatos, o SCR tem sua comporta polarizada por R_1

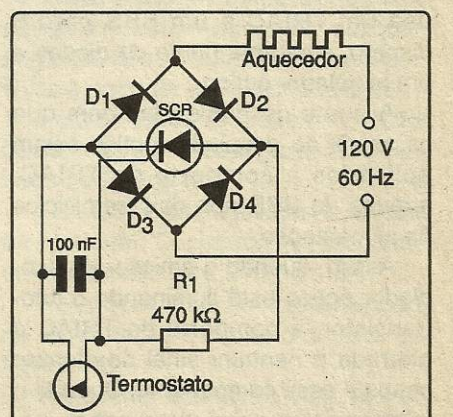


Figura 2

no sentido de disparar. Como o SCR está ligado numa configuração em ponte, os dois semiciclos da corrente alternada são conduzidos, alimentando o elemento de aquecimento com a forma de onda vista na **figura 3**.

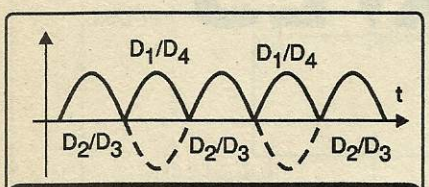


Figura 3

Nesse circuito foi empregado um termostato de baixa corrente, cuja intensidade é determinada por R_1. Para este circuito, a corrente do termostato está limitada a 250 µA. Se o SCR exigir corrente maior para o disparo, o valor de R_1 deverá ser reduzido. Observamos, entretanto, que a durabilidade do termostato será tanto maior quanto menor for a intensidade da corrente com que ele trabalhar.

Lembramos que para os SCRs da série TIC as correntes de disparo são da ordem de 10 mA, o que leva a R_1 a um valor típico da ordem de 4,7 k ohms nessa aplicação.

Note que os diodos usados na ponte devem ter correntes de acordo com a exigida pelo circuito de carga.

INTERRUPTOR DE POTÊNCIA NORMALMENTE FECHADO COM ACOPLADOR ÓPTICO

O circuito exibido na **figura 4** usa um TRIAC e um SBS para o disparo, com uma ponte de diodos e um acoplador óptico.

A ponte de diodos faz com que os sinais do acoplador óptico sejam aplicados à comporta do TRIAC, através do SBS nos dois semiciclos da alimentação.

Assim, quando o emissor do acoplador óptico está iluminando o fototransistor, a comporta do TRIAC é aterrada e nenhum sinal de disparo chega a esse componente. Quando o fototransistor deixa de receber luz, o sinal de disparo para o TRIAC pode chegar até ele via SBS, e com isso ocorre sua condução com a alimentação da carga.

Também neste caso, o TRIAC tomado como exemplo é do tipo de baixa corrente de disparo. Para outros de maior corrente, da ordem de 10 mA, o resistor deve ter seu valor reduzido. Valores entre 10 k ohms e 22 k ohms podem ser experimentados. Dependendo da corrente de disparo do TRIAC, o acoplador deve ser de maior sensibilidade.

CHAVE NA COM OPTO-DIAC

Circuitos integrados contendo optodisparadores como os MC3010 e MC3020 são bastante populares neste tipo de aplicação.

Dessa forma, conforme ilustra a **figura 5**, temos um opto-diac disparando um TRIAC comum em um circuito de potência ligado à rede de 110 V. Para a rede de 110 V o opto-diac usado é o MOC3010, e para a rede de 220 V deve ser colocado o MOC3020.

Essa configuração é a recomendada para cargas resistivas cuja potência depende apenas do TRIAC usado.

Se a carga for indutiva, deveremos modificar o circuito, conforme mostra a **figura 6**. Será conveniente neste caso usar também um circuito *snubber* para proteger o TRIAC.

TRIACs da série TIC podem ser utilizados nesta aplicação e para cargas menores do que 200 W os resistores podem ter seus valores reduzidos para 22 ohms. Veja que é importante ter resistores de valores apropriados para que o TRIAC comute no início dos semiciclos e, assim, a maior parte da potência seja transferida para a carga.

CHAVE "NA" ISOLADA

Uma configuração interessante e útil para o controle de cargas de potência é a observada na **figura 7**.

Neste circuito, usamos um transformador de baixa tensão para carregar o circuito de comporta quando seu secundário é colocado em curto. Dessa forma, quando o interruptor está aberto, o transformador representa uma alta impedância para o circuito, e com isso a tensão aplicada à comporta não atinge o valor necessário ao disparo. Quando o interruptor é fechado, o transformador se comporta como uma baixa impedância permi-

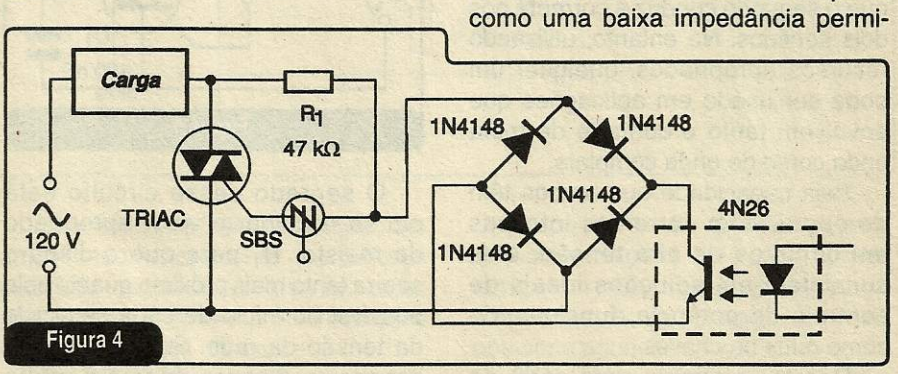


Figura 4

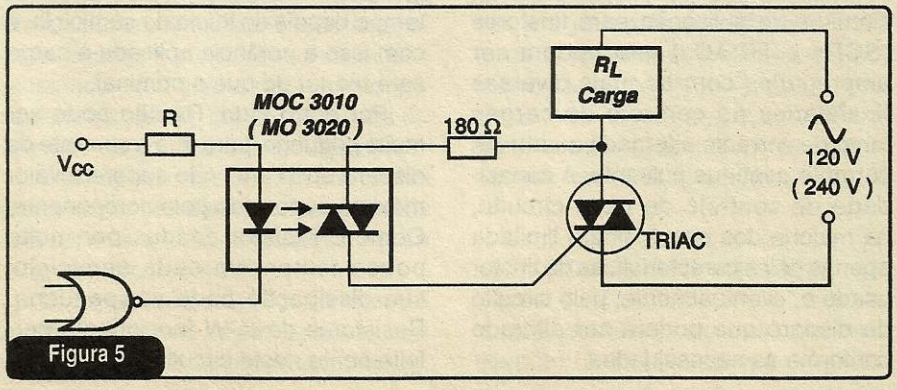


Figura 5

tindo a passagem da tensão alternada que dispara o TRIAC.

O bom funcionamento deste circuito depende basicamente das características do transformador e do valor do resistor R_1. Note que o interruptor vai trabalhar com tensões e correntes muito baixas e estará isolado da rede de energia que alimenta o circuito de potência.

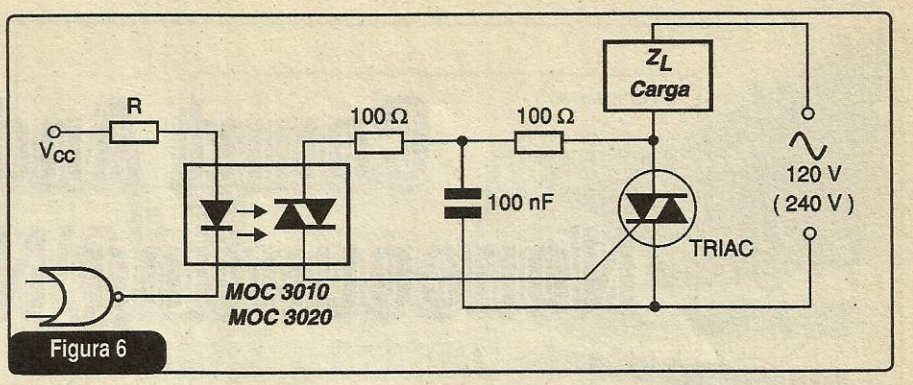


Figura 6

CHAVE COM OPTO-ACOPLADOR PARA CARGAS DE MUITO ALTA POTÊNCIA

Para o caso de opto-diacs como os MOC3010 e MOC3020 operarem com cargas de potências muito altas, poderemos colocar dois SCRs em contrafase para a condução dos dois semiciclos da tensão da rede de energia. A maneira como isso pode ser feito, é apresentada na **figura 8**.

CIRCUITO DE RETARDO PARA CORRENTE ALTERNADA

Na **figura 9** exibimos uma aplicação interessante em que um circuito integrado 555 é usado como chave de retardo para acionar uma carga depois de um certo intervalo de tempo, determinado por R_2 e C_2.

Observe que a tensão de alimentação do 555 é derivada da rede de energia, mas com um circuito de retificação negativa. O diodo zener fornece uma tensão de 10 V negativos ao pino 1 do 555. Para o caso de TRIACs sensíveis, o 555 pode fazer a excitação direta, como neste aplicativo. O resistor do pino 3 do 555 pode ser eventualmente reduzido para até 220 ohms se o TRIAC exigir uma corrente maior de disparo.

Para TRIACs que exijam correntes maiores que 50 mA será interessante agregar ao circuito uma etapa de disparo com um transistor de média potência. Existe também a possibilidade de se substituir o diodo zener por um regulador negativo de tensão como o 7910. Como o consumo do circuito é baixo, esse componente não precisará ser dotado de radiador de calor.

Os valores dos componentes utilizados são para uma rede de alimentação de 120 V/60 Hz, mas poderão ser alterados para operação em rede de 220 V ou 240 V.

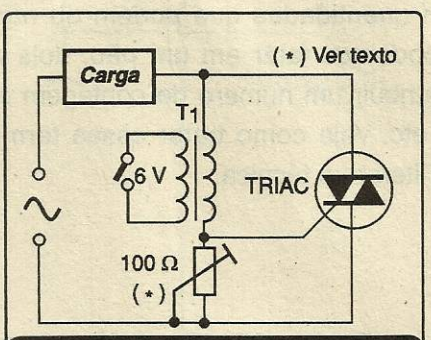


Figura 7

CONCLUSÃO

A grande vantagem no uso de dispositivos de estado sólido como chaves e relés está na ausência de desgaste e problemas de contato. Entretanto, eles também têm suas limitações como a introdução de ruídos no circuito, a queda de tensão na condução, além de outros que devem ser considerados.

Portanto, o uso de tais dispositivos como chaves pode ser uma boa solução para muitas aplicações, mas o leitor precisa ter em mente situações em que elas não lhe tragam problemas adicionais.

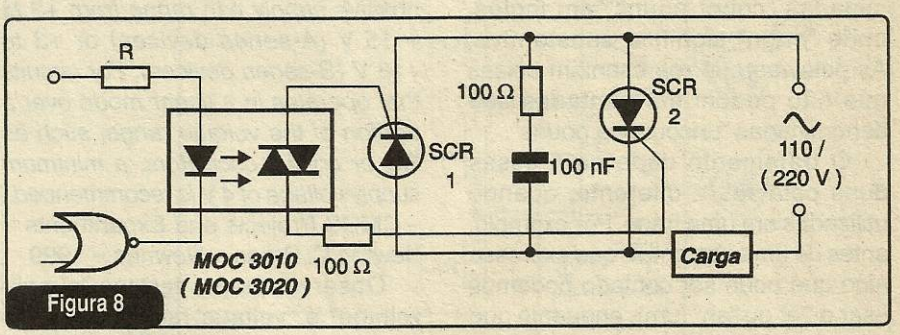


Figura 8

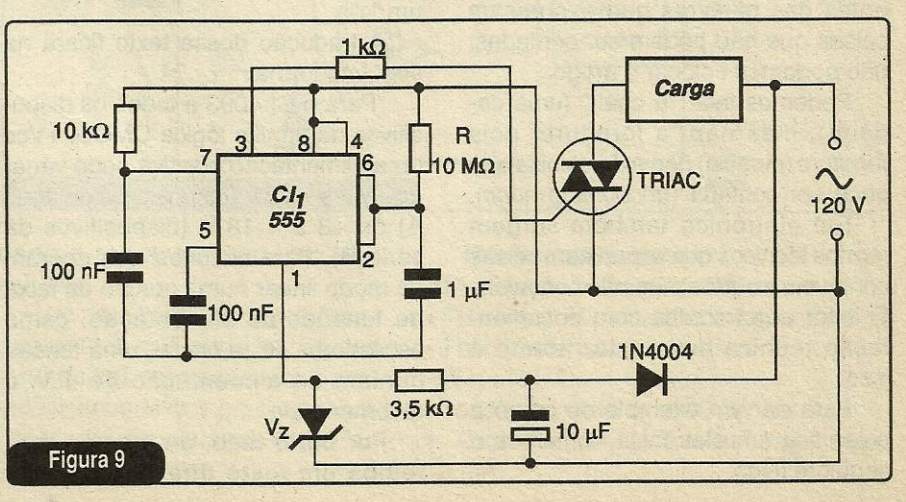
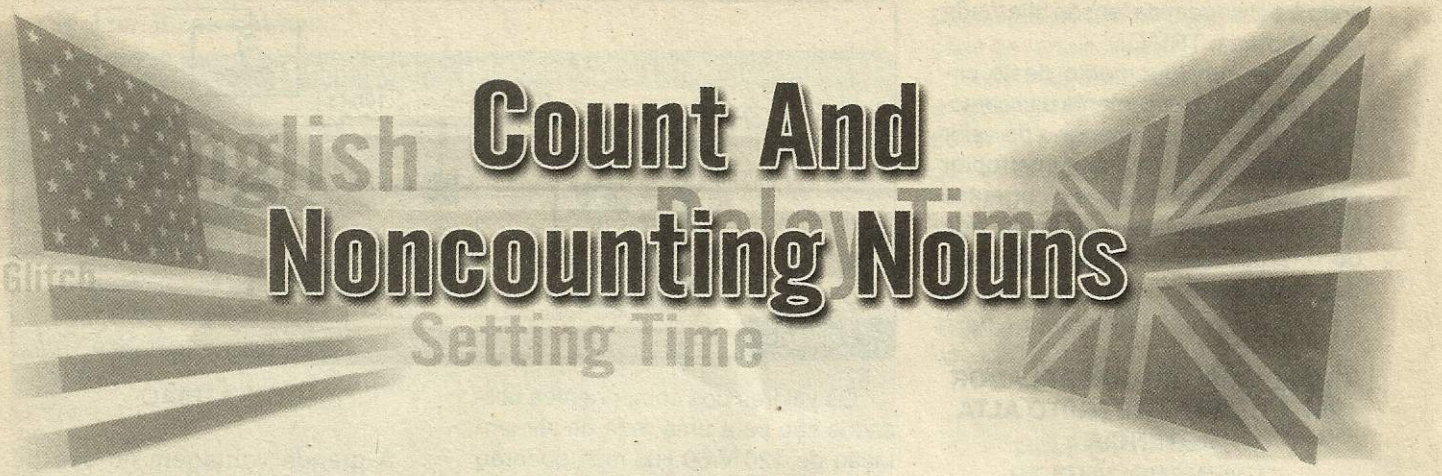


Figura 9



Count And Noncounting Nouns

À semelhança do que ocorre em português, existem palavras que expressam quantidades que podem ou não ser contadas. Por exemplo, podemos falar em um pão, dois pães, etc., mas não podemos atribuir um número de contagem a palavras como mobília, água, etc. Veja como tratar esses termos quando eles aparecerem na literatura técnica.

Newton C. Braga

As palavras que expressam coisas que podem ser contadas são denominadas "count nouns" em inglês, onde "noun" significa substantivo. As palavras que representam coisas que não podem ser contadas são denominadas "uncounting nouns".

O tratamento dado para essas duas palavras é diferente, quando utilizadas em uma frase. Por exemplo, antes de um substantivo que expressa algo que pode ser contado podemos usar o " a" ou "an" (um), enquanto que antes das palavras que expressam coisas que não podem ser contadas, não podemos colocar o artigo.

Podemos falar "a chair" (uma cadeira), mas não "a forniture" pois *forniture* (mobília) não é uma coisa que pode ser contada (*uncounting noun*).

Em eletrônica também surgem termos técnicos que expressam coisas contáveis e outros para não contáveis. O leitor que trabalha com documentação técnica deve estar atento a isso.

Para dar um exemplo de como a coisa fica em eletrônica, tomemos o seguinte texto:

"For the 4093 IC and all devices of CMOS logic family, +Vcc or the positive supply can range from +3 to + 15 V (A-series devices) or +3 to +18 V (B-series devices). For circuits that operates in a linear mode over a portion of the voltage range, such as RC or crystal oscillators, a minimum supply voltage of 4 V is recommended." – CMOS Projects and Experiments – Newton C. Braga – Newnes – 1999

Observe que os termos "supply voltage" e "voltage range" admitem um "a".

A tradução desse texto ficará na seguinte forma:

"Para o CI 4093 e todos os dispositivos da família lógica CMOS, +Vcc ou a alimentação positiva pode variar de +3 V a + 15 V (dispositivos da série A) ou +3 a + 18 V (dispositivos da série B). Para circuitos que operam no modo linear numa porção da faixa de tensões de alimentação, como osciladores RC e cristal, uma tensão mínima de alimentação de 4 V, é recomendada.

Por outro lado, do mesmo livro temos um texto que mostra uma

Vocabulário:

IC = CI – Circuito Integrado
Devices – Dispositivos
Positive supply – Alimentação positiva
Range – Variar
Such – Tais como, tal como

Using – Uso
Repellent - Repelente
Easy – Fácil
Trimmer Potentiometer – trimmer
Pitch – Tom
Repel – Repelir

Steam – vapor
Smoke - fumaça
Pollution – poluição
Dust – poeira
Grass – grama, erva
Beauty – beleza
Courage – coragem
Fun – divertimento
Advice – anúncio, aviso
Driving – dirigir
Heat – calor
Thunder – trovão

situação em que o "a" ou "an" não se aplicam:

"Using the insect repellent is very easy. You only have to adjust the trimmer potentiometer R_1 to produce a sound with a pitch that is appropriate to the insect you intend to repel".

Uma classe de palavras que é incluída entre os substantivos não contáveis é o gerúndio (palavras terminadas em "ing") que expressam atividades. Assim "using", referindo-se ao "uso" do repelente de insetos se enquadra nesta categoria de termos. A tradução do texto ficará então:

"O uso do repelente de insetos é muito simples. Você tem apenas que ajustar o *trimmer* R_1 para produzir um som com um tom que seja apropriado ao inseto que você pretende repelir".

Damos a seguir uma relação de substantivos que não são contáveis e que, portanto, não admitem o "a" ou "an" antes:

Grupos de itens similares	baggage, equipment, fruit, hardware, machinery, money, etc.
Fluidos	water, oil, gasoline, etc.
Sólidos	Ice, gold, iron, glass, paper, wood, etc.
Gases	Air, steam, oxygen, smoke, smog, pollution, etc.
Partículas	Rice, corn, dust, grass, hair, salt, etc.
Abstrações	- beauty, courage, fun
	- advice, information, news
	- time, space, energy
	- work
	- grammar, vocabulary
Idiomas	Portuguese, Arabic, English, Spanish, etc.
Campos de Estudo	Mathematics, chemistry, engineering, etc.
Recreação	Soccer, tennis, etc.
Atividades	Using, driving, swimming, walking, etc.
Fenômenos naturais	Weather, fog, heat, rain, thunder, etc.

Acrônimos:

ASIC: *Application Specific Integrated Circuit* – Circuito intergrado para aplicação específica
ATE: *Automatic Test Equipment* – Equipamento automático de teste
BJT: *Bipolar Junction Transistor* – Transistor bipolar
CAD: *Computer Aided Design* – Projeto auxiliado por computador
DIP: *Dual-In-line Package* – Invólucro Dual-In-Line
EMR: *Electro Mechanical Relay* – Relé eletromecânico
ESD: *Electro-Static Discharge* – Descarga eletrostática
ESL: *Equivalent Series Inductance* – Indutância equivalente em série
ESR: *Equivalent Series Resistance* – Resistência equivalente em série
FET; *Field Effect Transistor* – Transistor de efeito de campo
IGBT: *Insulated Gate Bipolar Transistor* – Transistor bipolar de porta isolada
LCD: *Liquid Crystal Display* – Display de cristal líquido
MCT: *MOS Controlled Thyristor* – Tiristor controlado MOS
PVI: *Photo Voltaic Isolator* – Isolador foto-voltáico
ROW: *Rest Of World* – Resto do mundo
SMD: *Surface Mount Device* – Componente para montagem em superfície
SSR: *Solid State Relay* – Relé de estado sólido

NOTÍCIAS

INTERNATIONAL RECTIFIER LANÇA MOSFETS RESISTENTES À RADIAÇÃO

A International Rectifier (**www.irf.com**) apresentou uma nova família de MOSFETs que resistem à radiação (RAD-Hard), projetados para aumentar a eficiência de circuitos que tradicionalmente usam trasistores bipolares.

Comparados aos tradicionais transistores bipolares 2N2222A e 2N2907A, os MOSFETs da IRF exigem menos energia, comutam mais rapidamente e apresentam uma resistência ON menor.

Encapsulados em invólucros SMD 3LCC ou *through-hole*, são compactos e herméticos consistindo em uma excelente alternativa para os equivalentes bipolares.

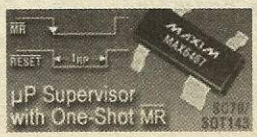
Os novos componentes receberam a designação de IRHLUP7970Z4 e

MAX6767 E MAX6468 SUPERVISORES DE MICROPROCESSADORES MAXIM

Os novos componentes da Maxim consistem em supervisores de microprocessadores com alimentação simples de 1,8 V a 5,0 V, possuindo um *reset* que assegura que o microprocessador entre em repouso se a tensão cair abaixo de um limiar estabelecido, isso por um determinado intervalo de tempo.

A faixa de alimentação permite atender as necessidades das aplicações industriais. Tensões de +5,75 V a +4,625 V para monitorar tensões de +5,0 V, +3,3 V, +3,0 V, +2,5 V e +1,8 V com várias tolerâncias são disponíveis.

Os tempos de "timeout" vão de 150 ms a 1200 ms. Os novos componentes são oferecidos em invólucros SOT143 e SC70 de 4 pinos. Mais informações em **www.maxim-ic.com**.



MULTÍMETROS PROFISSIONAIS

PADRÕES INTERNACIONAIS DE SEGURANÇA

Profissionais de manutenção eletrônica, reparação, e mesmo projetistas amadores eventualmente podem estar se expondo a tensões perigosas quando analisam circuitos ligados à rede de energia.

A simples medida de uma tensão em um equipamento "plugado" a uma rede de energia pode significar por em risco sua segurança, se instrumentos apropriados não forem utilizados. Os multímetros profissionais atuais devem estar de acordo com padrões internacionais de segurança que o leitor, se for profissional de manutenção ou trabalhar com tais instrumentos, deve observar na hora de efetuar a compra.

Neste artigo abordaremos um pouco esses padrões, ajudando o leitor a escolher o melhor multímetro para o seu tipo de atividade.

Newton C. Braga

As linhas de transmissão de energia elétrica estão sujeitas a diversos tipos de problemas que podem afetar a segurança de quem analisa com um multímetro um equipamento ligado a elas, ou mesmo verifica as tensões num sistema de distribuição doméstico, comercial ou industrial.

Transientes de altas tensões podem atingir intensidades elevadas, capazes de provocar arcos nos circuitos dos multímetros, atingindo desta forma os operadores com o risco de sérios acidentes. Foi justamente a presença de transientes de todas as intensidades possíveis nas linhas de transmissão de energia que levou à necessidade de se adotar medidas especiais de segurança nas especificações dos multímetros que devem ser usados na medida de tensões nessas linhas.

Veja que isso é válido tanto para o usuário que mede diretamente tensões numa linha de transmissão de energia, quanto para o eletricista de manutenção, e também para o profissional de *Service* que precisa medir a tensão em uma fonte não isolada da rede de um televisor, monitor de vídeo ou outro equipamento.

Assim, nada mais justo que os equipamentos de teste devam possuir recursos de proteção para as pessoas que trabalham no ambiente de alta tensão e de alta corrente que representam os sistemas de distribuição de energia ou alimentados diretamente pela rede de energia.

OS PADRÕES

De modo a proteger os usuários dos multímetros, foram estabelecidos padrões para sua construção. Esses padrões levam em conta principalmente a segurança do operador, fixando as tensões que eles podem isolar, caso transientes ocorram em uma linha analisada.

O primeiro padrão de segurança para tais instrumentos foi desenvolvido pela IEC (*International Electrotechnical Comission*) para instrumentos de medida, controle, e laboratório e uso geral em 1988, em substituição a um antigo padrão denominado IEC-348, contendo uma visão mais abrangente. O Padrão recebeu o nome de IEC1010-1, o qual passou a servir de base para três novos padrões:

- ANSI/ISA-S82.01-94 – Estados Unidos
- CAN C22.2 No 1010.2-92 – Canadá
- EN61010-1:1993 – Europa

Para entender bem como funcionam esses padrões, vamos começar comparando o IEC-1010-1 com o IEC 348.

DIFERENÇAS ENTRE O IEC-1010-1 E O IEC 348

O IEC 1010-1 especifica categorias de sobretensões baseadas na distância em que se encontra a fonte de energia, conforme mostra a **figura 1**, e o amortecimento natural da energia de um transiente que ocorra no sistema. Quanto mais alta for a categoria, mais perto da fonte de energia ela se encontra, e por isso maior deverá ser o grau de proteção que o instrumento usado neste ponto do circuito deverá ter.

Isso permite estabelecer, então, quatro categorias de instrumentos que podem ser usados até o ponto máximo de um circuito em que sua categoria atinge. São elas:

- **Categoria IV**

Os multímetros desta categoria são denominados de nível primário

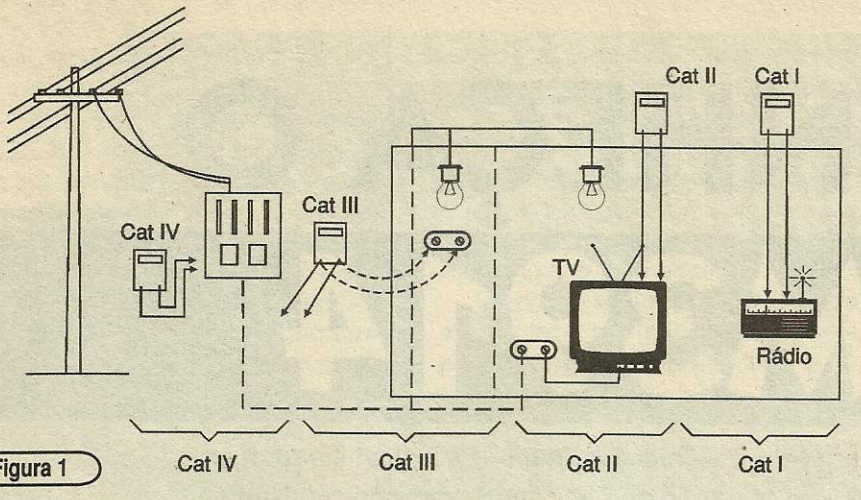


Figura 1

de alimentação, sendo designados para os trabalhos no sistema de distribuição. Suas especificações devem estar além das exigidas pela norma IEC 1010-1. Esses multímetros são projetados para trabalhar em instalações externas, subterrâneas, painéis de distribuição, etc. São os multímetros que analisam diretamente as redes de energia, sendo, portanto, os que trabalham nos pontos mais perigosos em que os transientes podem ter maior intensidade, possuindo um nível de proteção maior.

• Categoria III

Denominados de nível de distribuição, estão especificados para trabalhar com a tensão das tomadas de energia ou circuitos domésticos ou comerciais. Os multímetros da categoria III são diferentes dos usados no serviço de sistemas primários de distribuição, operando no máximo até onde existe transformador de isolamento. Os aparelhos desta categoria podem ser usados nos sistemas de iluminação e distribuição de grandes construções também. Observe que, se trata de um instrumento com um menor grau de proteção, pois os pontos dos circuitos em que devem ser usados, já não estão sujeitos aos níveis de transientes dos tipos da categoria IV.

• Categoria II

São os multímetros indicados para aplicações locais, como tomadas que alimentam eletrodomésticos, equipamentos eletrônicos de baixo e médio consumo e na análise de circuitos de equipamentos portáteis, etc. Esse é o multímetro recomendado para o profissional de *Service* que trabalha com equipamentos ligados a uma tomada de energia numa bancada. O profissional de *service* não deve usá-lo, entretanto, para analisar uma instalação elétrica de um edifício ou medir tensões num quadro de distribuição de energia.

• Categoria I

São os multímetros usados para trabalhar com sinais, por exemplo em telecomunicações. Esses multímetros são os que possuem o menor grau de proteção de todos, pois não se destinam a aplicações ligadas à rede de energia. Com eles são analisados circuitos de baixas tensões isolados da rede de energia. O profissional de manutenção pode usar um multímetro desta categoria para analisar um rádio transistorizado, um equipamento de som que tenha transformador de isolamento, um equipamento de telecomunicações, mas não deve fazer medidas numa tomada de força ou numa rede de energia.

Evidentemente, um multímetro de categoria mais alta pode ser usado nas aplicações de categorias mais baixas mas não ao contrário.

AS TENSÕES MÁXIMAS

Dentro de cada categoria existem tensões limites de trabalho que determinam o transiente máximo que o instrumento pode suportar.

Cat II	600 V	Transiente de 4 000 V de pico	Fonte de 12 ohms
Cat II	1000 V	Transiente de 6 000 V de pico	Fonte de 12 ohms
Cat III	600 V	Transiente de 6 000 V de pico	Fonte de 2 ohms
Cat III	1000 V	Transiente de 8 000 V de pico	Fonte de 2 ohms
Cat IV	600 V	Transiente de 8 000 V de pico	Fonte de 2 ohms
Cat IV	1000 V	Transiente de 12 000 V de pico	Fonte de 2 ohms

Tabela

A **tabela** abaixo dá o modo como os instrumentos são testados.

Observe que, por essa tabela, um multímetro da categoria II, na escala de 600 V, deve ser capaz de suportar transientes de 4 000 V de pico.

CONCLUSÃO

O que determina basicamente a qual categoria deve pertencer o multímetro que um profissional vai utilizar, é o grau de proximidade da central de distribuição e as intensidades de corrente e tensão envolvidas.

Quando o leitor for adquirir um multímetro para uso profissional deverá estar atento à categoria a que ele pertence. Muitos multímetros de baixo custo sequer indicam a que categoria pertencem. O leitor poderá usá-los em trabalhos menos perigosos como análise de circuitos alimentados por pilhas e baterias numa bancada, mas se seu trabalho envolver medidas em equipamentos ligados à rede de energia ou na própria rede de energia, **cuidado**: é sua segurança que estará em jogo.

Assim, deve-se ter o máximo cuidado com a escolha do instrumento, pois eles possuem as proteções necessárias para que transientes que possam ocorrer nesses sistemas não venham causar acidentes com os operadores. Um multímetro da categoria I, projetado para trabalhar com sinais ou um multímetro da categoria II, projetado para trabalhar na análise de redes domésticas e tomadas de alimentação de eletrodomésticos comuns, nunca deverá ser usado no trabalho de análise de equipamentos de uma indústria ou de uma instalação de fornecimento de energia de alta potência.

Observe bem a que categoria pertence o multímetro digital que você vai comprar, se ele se destinar ao seu uso profissional.

CONHEÇA O LM3914

Um circuito integrado que oferece inúmeras possibilidades de aplicações práticas é o LM 3914 da National Semiconductor. Não se trata de um componente novo, mas pela sua enorme gama de utilidades está em pleno uso, e os projetistas que estão em busca de um indicador de barra ou ponto móvel extremamente versátil podem contar com ele. O LM3914 excita até 10 LEDs com grande precisão, necessitando de um mínimo de componentes externos. Neste artigo explicamos como usá-lo e damos alguns circuitos práticos.

Newton C. Braga

O circuito integrado LM3914 da National Semiconductor é um indicador de barra ou ponto móvel que aciona 10 LEDs comuns a partir de uma tensão de entrada. Ele "sente" o nível dessa tensão de entrada e em função disso aciona um de 10 LEDs na saída, se configurado como ponto móvel, ou um número de LEDs proporcional se configurado como barra móvel, conforme mostra a **figura 1**.

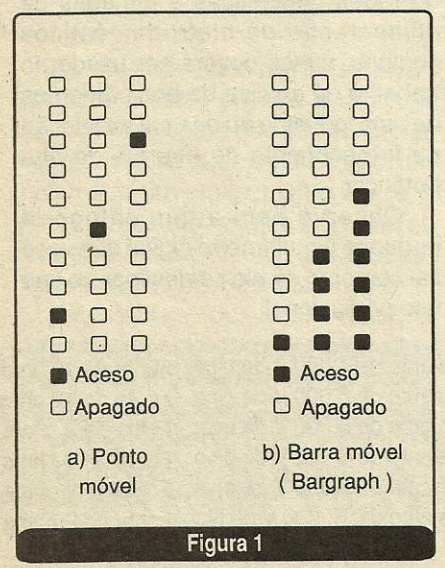


Figura 1

O modo de operação do CI, barra ou ponto móvel, é configurado externamente através de um pino existente para essa finalidade. Não há a necessidade de nenhum componente externo para alterar o modo de funcionamento.

Cada LM3914 pode acionar 10 LEDs comuns, mas existe a possibilidade de se interligar dois ou mais desses CIs de modo a termos indicadores de 20, 30 ou 40 LEDs.

Outra característica importante deste circuito integrado está no fato do acionamento dos LEDs não ser matricial, mas independente. Isso significa que podemos usar suas saídas para acionar outros tipos de cargas como transistores para excitar lâmpadas de maior potência e até mesmo SCRs e TRIACs para cargas de potências muito altas, alimentadas pela rede de energia.

A alimentação deste circuito integrado pode ser feita com tensões a partir de 3 V, o que o habilita a ser utilizado em aplicações alimentadas por pilhas ou baterias.

São as seguintes as principais características que o fabricante destaca neste componente:

- Possibilidade de excitar LEDs, lâmpadas, LCDs e outros dispositivos indicadores.
- Operação no modo ponto móvel ou barra móvel, selecionada externamente.
- Expansível até mais de 100 saídas.
- Referência de tensão interna de 1,2 a 12 V
- Opera com tensões a partir de 3 V
- Admite sinais negativos de entrada
- Corrente de saída programável entre 2 mA e 30 mA
- Não há multiplexação das saídas
- Pode interfacear diretamente circuitos TTL e CMOS.

O CIRCUITO INTEGRADO LM3914

Na **figura 2** temos a pinagem do LM3914, que é apresentado em invólucro DIL de 18 pinos.

O LM3914 contém uma referência interna de tensão e um divisor preciso de 10 etapas. Um "buffer" excita o circuito mesmo a partir de tensões

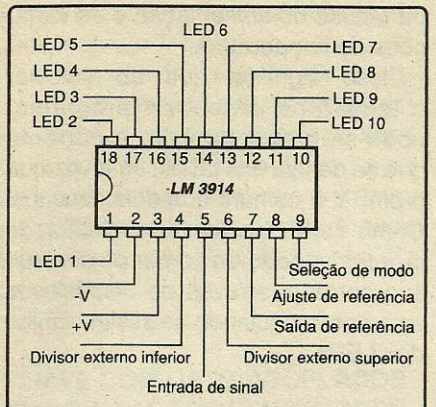


Figura 2

negativas numa faixa de -35 V a + 35 V. A precisão do divisor é da ordem de 0,5 % numa ampla faixa de temperaturas de operação.

Na **figura 3** é ilustrado o diagrama de blocos correspondente às funções internas do LM3914.

A versatilidade desse CI permite que recursos externos sejam adicionados a um projeto como, por exemplo, alarme sonoro, indicador piscante de final de escala, além de outros. Como cada saída tem regulagem de corrente, LEDs de cores diferentes (características elétricas diferentes) podem ser usados sem problemas. Além disso, as duas extremidades de referência de tensão interna são acessíveis externamente.

Uma possibilidade interessante que aproveita esse recurso é a exibida na **figura 4** em que três LM3914 são cascateados de modo a se obter um indicador de 30 LEDs com 0 no centro da escala.

Para um indicador simples com fim de escala em 1,2 V, é preciso agregar apenas um resistor externo. Para os LEDs, não há a necessidade de resistores limitadores de corrente

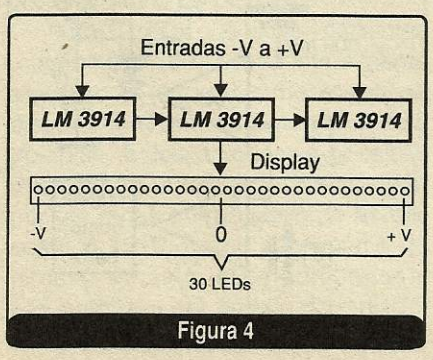


Figura 4

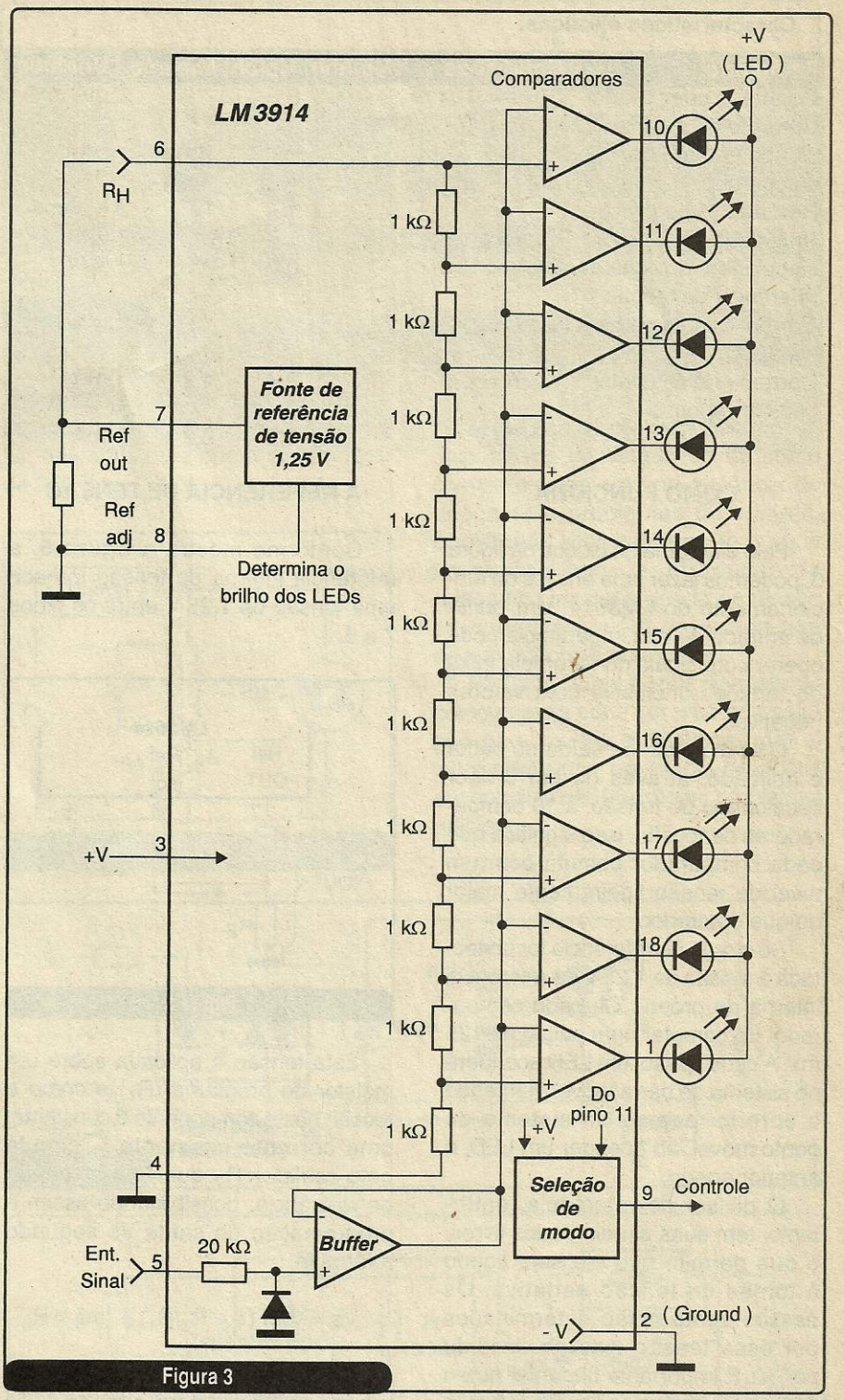


Figura 3

dada a regulagem interna das saídas.

Um "overlap" de aproximadamente 1 mV entre as saídas quando na operação em barra móvel, impede que haja uma indicação ambígua na transição de um LED para outro.

Máximos Absolutos

- Dissipação máxima: 1 365 mW
- Tensão de alimentação máxima: 25 V
- Faixa de tensões de entrada: -35 a + 35 V
- Tensão no divisor: - 100 mV a + Vcc
- Corrente de referência na carga: 10 mA.

Características elétricas:

Parâmetro	Condições	Mínimo	Típico	Máximo	Unidade
Ganho do comparador	I_L(ref) = 10 mA	3	8	-	mA/mV
Corrente de polarização de entrada do comparador		-	25	100	nA
Resistência do divisor		8	12	17	k ohms
Precisão	Pino 6 ao 4	-	0,5	2	%
Regulagem de linha da referência de tensão	3 < V < 18 V	-	0,01	0,03	%/V
Corrente de saída para os LEDs	Vled = 5 V	7	10	13	mA
Corrente de alimentação em repouso	V = 5 V	-	2,4	4,2	mA
	V = 20 V	-	6,2	9,2	mA

COMO FUNCIONA

Pelo diagrama de blocos da figura 3, podemos fazer uma análise do funcionamento do LM3914. Um *buffer* de entrada de alta impedância pode operar com sinais numa ampla faixa de tensões, inclusive com valores negativos.

O sinal obtido na saída do buffer é aplicado, através de um divisor escalonado de tensão, a 10 comparadores de tensão. Isso significa que cada comparador comuta com um nível de tensão ligeiramente maior do que o anterior.

Se a rede de referência for conectada à tensão de 1,25 V da referência interna do próprio CI, cada comparador irá comutar num passo de 125 mV. A cada passo, um LED acenderá no sistema de barra móvel mantendo o anterior aceso. No sistema de ponto móvel, ao acender um LED, o anterior apaga.

O divisor de referência, entretanto, tem suas extremidades livres, o que permite que ele seja ligado à fontes de tensão negativa. Os passos serão então determinados por essa tensão externa dividida por 10. É importante observar que o divisor só pode ser ligado à fontes externas que estejam, no máximo, a 1,5 V da tensão usada na alimentação e até o valor da tensão negativa.

Outra característica importante é que ele pode operar com tensões muito baixas em seus extremos, da ordem de 200 mV.

A REFERÊNCIA DE TENSÃO

Conforme mostra a **figura 5**, a referência interna de tensão fornece uma tensão de 1,25 V entre os pinos 7 e 8.

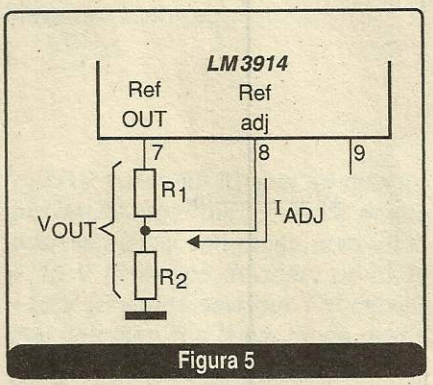


Figura 5

Esta tensão é aplicada sobre um resistor de programa (R_1) e como a tensão neste componente é constante, uma corrente constante I_1 circula pelo resistor R_2 que fixa a tensão de referência, possibilitando assim a programação de saída Vs segundo a fórmula:

$$Vs = Vref\ (1 + R_2/R_1) + Iadj \times R_2$$

A corrente máxima que deve ser programada por este circuito é de 120 µA.

CORRENTE NOS LEDS

A programação da corrente nos LEDs é feita pelo pino 7. Esta corrente é constante, dependendo muito pouco da tensão de alimentação e de variações de temperatura.

Isso significa que ao calcular a tensão no divisor de programa, pode-se prever também a corrente que se deseja nos LEDs, uma vez que o pino 7 é comum aos dois circuitos. Como este pino tem um resistor de programa, pode-se somar ou diminuir sua corrente através de dispositivos externos, modulando-se assim o brilho dos LEDs.

SELEÇÃO DO MODO DE FUNCIONAMENTO

O pino 9 tem por função acessar o modo de programação do CI, se em ponto móvel ou barra móvel. Se o pino 9 for conectado ao pino 3 (alimentação positiva), o circuito funcionará como barra móvel, ou seja, a cada LED que acende na escala o anterior se manterá aceso. Se o pino 9 for deixado aberto (desligado), o circuito funcionará como escala de ponto móvel. Isso significa que a cada LED que acender, o anterior apagará.

Para uma escala de ponto móvel com 20 ou mais LEDs, o pino 9 é ligado ao primeiro *drive* da série, ao pino 1 do seguinte e assim por diante. O último pino 9 da série será ligado ao pino 11 do mesmo CI. Na **figura 6** mostramos o diagrama de blocos deste setor.

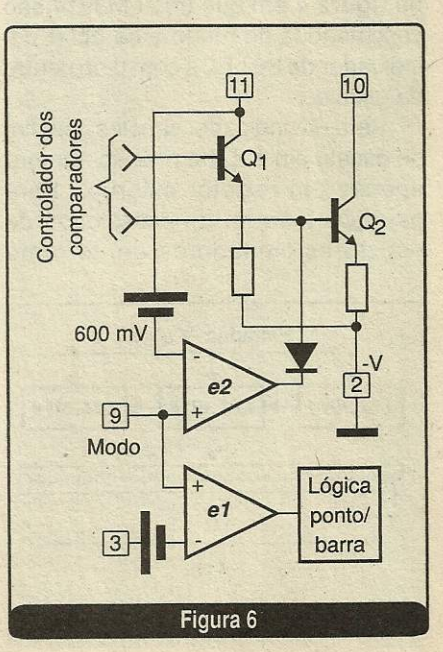


Figura 6

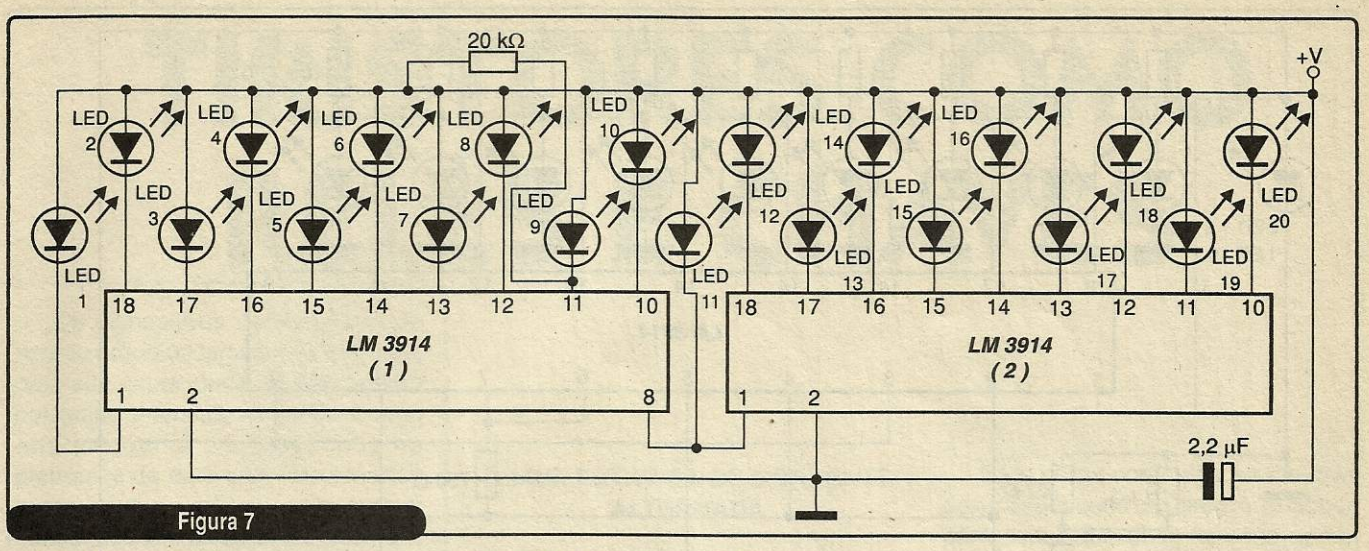


Figura 7

Na **figura 7** temos um exemplo de cascateamento (ligação em série) de dois LM3914 para uma escala de 20 LEDs.

A tensão de alimentação pode ficar entre 3 e 15 V. Nas aplicações práticas veremos como usar as entradas deste circuito.

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

A corrente extremamente baixa, assim como a alimentação a partir de 3 V tornam o LM3914 ideal para a alimentação de *displays*. A corrente de repouso desse CI é de apenas 2,5 mA, o que é muito interessante para uma alimentação a partir de pilhas.

O circuito tem ainda uma característica de histerese não incorporada, o que significa que um LED não salta para outro na transição. Assim, com variações rápidas do sinal de entrada, não há perigo de ocorrerem variações causadas por picos.

APLICAÇÕES

Na **figura 8** mostramos um circuito básico para excitação de 20 LEDs, com tensões positivas e negativas de entrada, ou seja, com zero no centro da escala.

Observe o regulador de tensão negativa e o ajuste feito para o centro da escala com a ajuda de um *trimpot* de 1 kohms. A alimentação deste circuito é feita com uma fonte simétrica de ± 5 V. Dentre as aplicações para este circuito está o monitoramento de uma fonte simétrica ou de 5 V que alimenta um circuito TTL, ou ainda de uma linha de alimentação que deva ser mantida em 0 V e que pode sofrer variações tanto positivas como negativas.

Para monitorar de forma precisa uma fonte TTL sugerimos o circuito ilustrado na **figura 9**.

Este circuito tem uma escala expandida de modo que o primeiro LED acende com 4,46 V e o último com 5,54 V, ficando o valor de 5 V no centro da escala.

Para este circuito, a National Semiconductor sugere os seguintes tipos de LEDs:

- LED 10 – 5,54 V – vermelho
- LED 9 – 5,43 V – vermelho
- LED 8 – 5,30 V – amarelo
- LED 7 – 5,18 V – verde
- LED 6 – 5,06 V – verde
- LED 5 – 4,94 V – verde
- LED 4 – 4,82 V – verde
- LED 3 – 4,70 V – amarelo
- LED 2 – 4,58 V – vermelho
- LED 1 – 4,46 V – vermelho

A calibração é feita ajustando-se o *trimpot* R_1 de modo a se obter uma tensão Vd de 1,20 V. Depois, aplica-se uma tensão de 4,94 V ao pino 5 e ajusta-se R_4 para que o LED 5 acenda. Os dois ajustes não interagem. Veja que este circuito praticamente não necessita de filtragem.

Na **figura 10** temos um interessante circuito tipo "ponto de exclamação". A excitação deste circuito consiste em um sinal retangular de 1 kHz com 10 % de ciclo ativo.

O circuito é alimentado por fonte de 5 V e o transistor admite equivalentes.

Uma outra aplicação atraente para o LM3914 é dada na **figura 11**, onde temos um alarme para o final de escala.

Trata-se de um circuito configurado no modo ponto móvel, operando desta forma até o momento em que o último LED é acionado. Neste instante o circuito se transforma num *display* de barra móvel (completo) e todos o LEDs acendem.

Na **figura 12** é exibido um outro circuito de barra móvel.

Nesse circuito, quando se chega ao final da escala, que é do tipo de barra móvel, temos a produção de uma oscilação que faz com que todos os LEDs pisquem numa freqüência de aproximadamente uma vez por segundo. Essa freqüência é dada por C_1 que pode ter seu valor alterado.

Para se obter histerese no circuito básico, temos a configuração mostrada na **figura 13**.

O LM337 é um regulador de tensão da National. O circuito proporciona uma histerese de 0,5 mV a 1 mV.

Para operação com alta tensão de alimentação usamos o circuito da **figura 14**.

A corrente nos LEDs é de 10 mA aproximadamente, e as saídas do LM3914 operam de modo saturado.

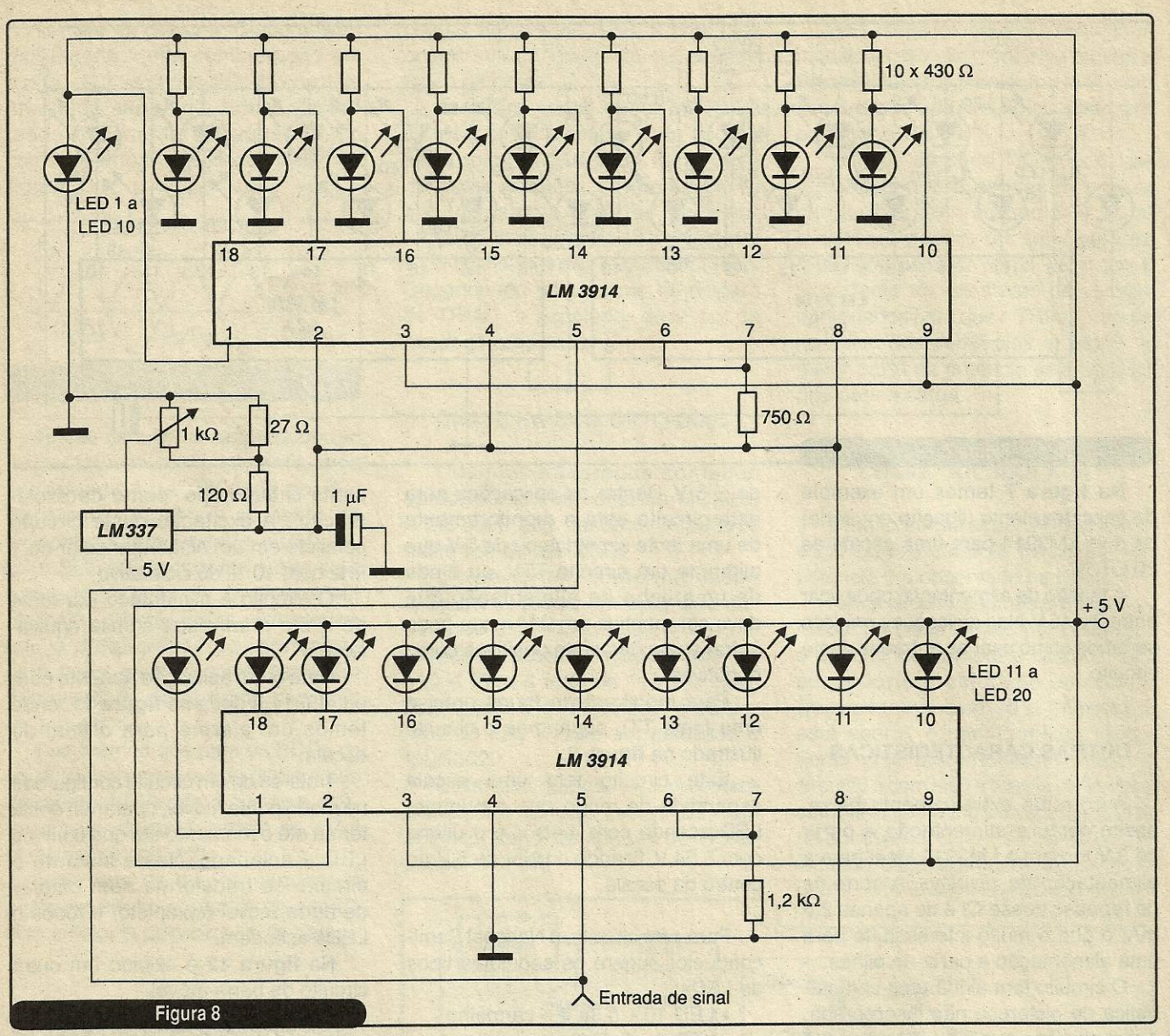


Figura 8

O transistor 2N2905 pode ser substituído pelo equivalente BC557, PNP de uso geral.

A **figura 15** mostra um circuito de *display* de 10 LEDs com chave para seleção do modo de operação, ponto ou barra móvel.

Em uma posição temos a operação como ponto móvel e na outra como barra móvel.

CIRCUITOS DE ENTRADA

Conforme indicado em cada circuito, os LEDs do LM3914 são acionados quando a tensão varia dentro de uma faixa de valores.

Se a fonte de sinal é um sensor, um amplificador operacional que forneça a tensão contínua na faixa indicada, não existem maiores problemas para a implementação da escala.

Assim, na **figura 16** orientamos como usar um amplificador operacional para excitar os circuitos indicados, ajustando-se o ganho pelo resistor de realimentação R_1, conforme a faixa de tensões da entrada e a de saída.

Para operar com sinais alternados como som, por exemplo, precisamos retificar e filtrar esse sinal, veja a **figura 17** onde temos um típico *VU-meter.*

O capacitor que faz a filtragem é muito importante neste circuito, pois ele determina a "inércia" do *display.* Um capacitor muito grande faz com que as variações da escala sejam lentas em relação às variações do som e ele tenda a responder mais aos sons agudos.

De qualquer forma, a escala deve ser programada de acordo com a faixa de tensões que vai ser aplicada à entrada. Uma forma mais simples de se fazer isso, quando a tensão de entrada atingir valores muito altos, é usando um divisor com resistores.

CUIDADOS NO USO

Não basta conhecer as características do LM3914 para que ele possa

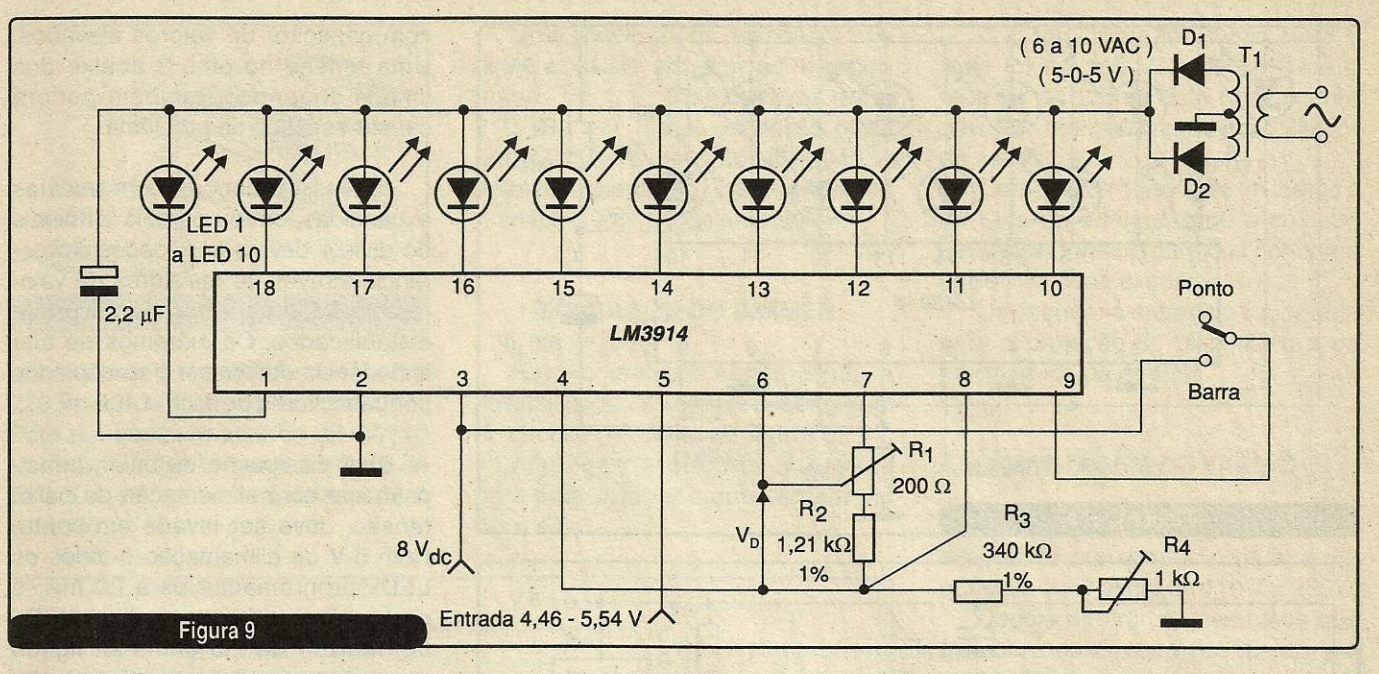


Figura 9

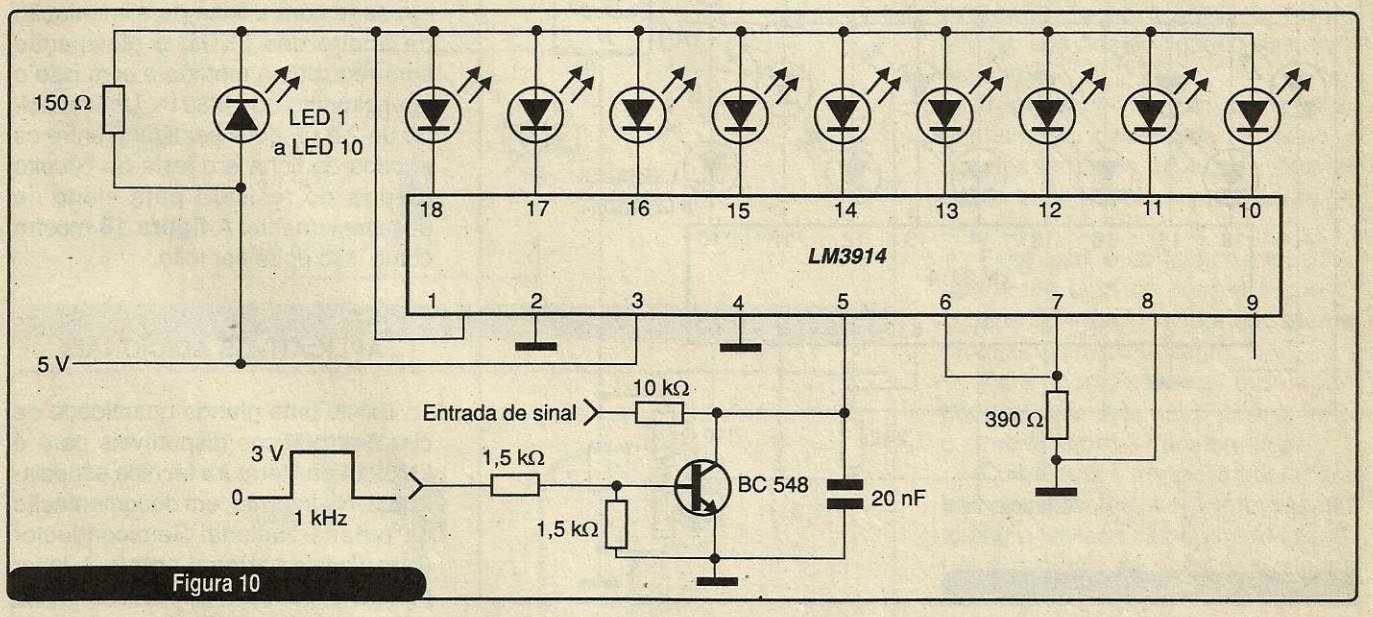


Figura 10

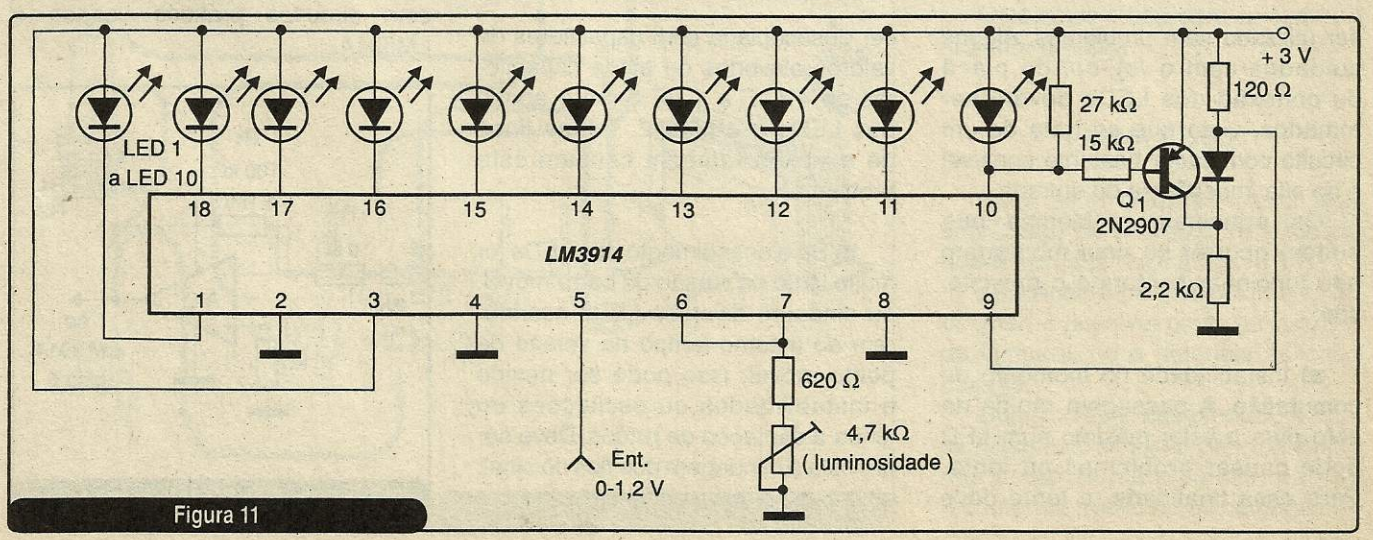


Figura 11

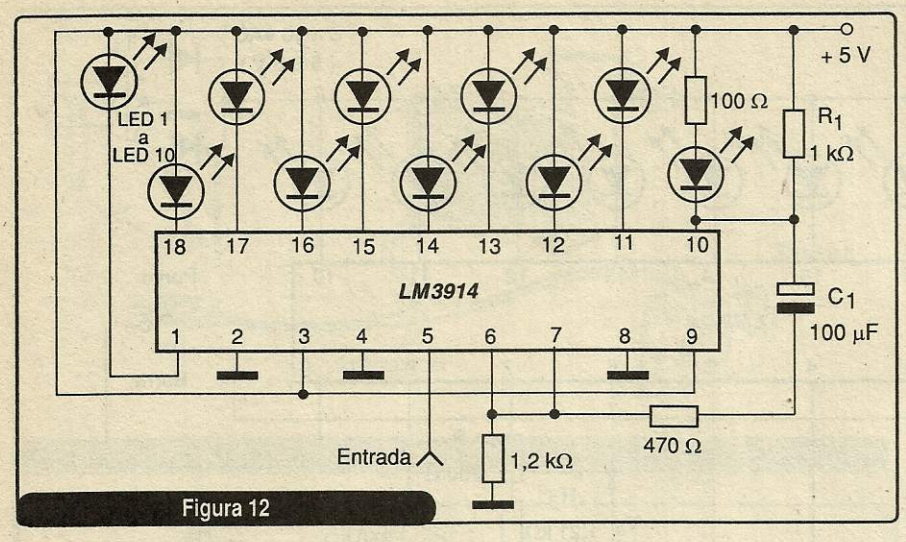


Figura 12

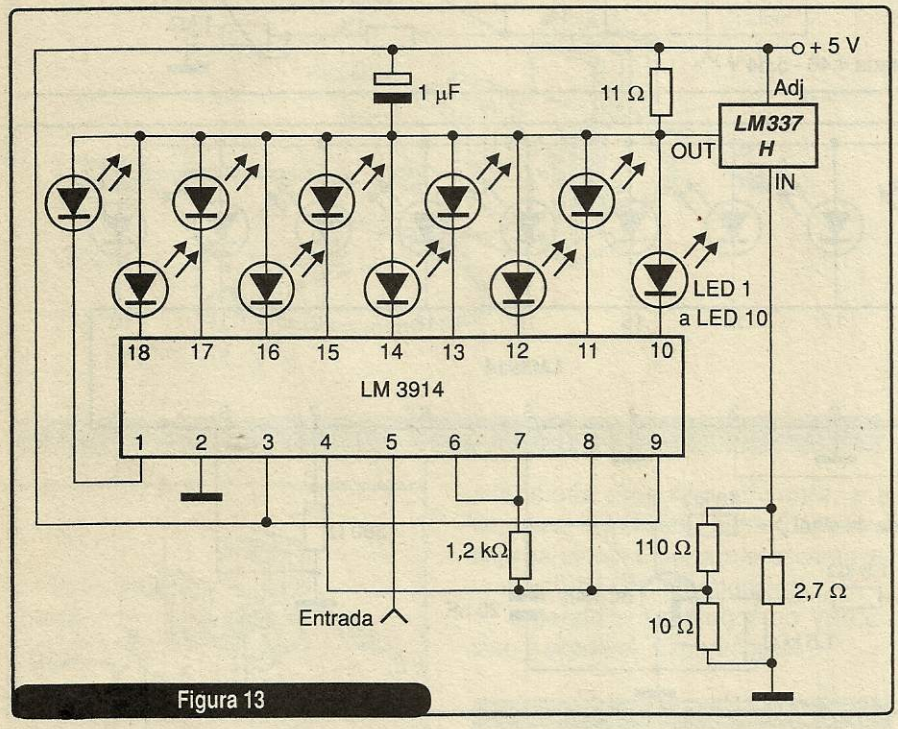


Figura 13

ser utilizado sem problemas. Alguns cuidados com o *lay-out* da placa de conexão dos LEDs devem ser tomados, visto que se trata de um circuito comutador bastante sensível e de alta impedância de entrada.

Os principais problemas que podem ocorrer se uma montagem não funcionar conforme o previsto, são:

a) Instabilidade no momento da comutação. A passagem rápida de zero para o valor máximo num LED pode causar problemas na fonte. Para essa finalidade, a fonte deve ser desacoplada com capacitores de valores elevados ou ainda capacitores de 47 nF a 1 µF entre o anodo dos LEDs e o pino 2. Trilhas finas de conexão também causam este problema.

b) Se o acendimento dos LEDs for muito lento na versão de barra móvel, ou ainda se diversos LEDs acenderem ao mesmo tempo na versão de ponto móvel, isso pode ser devido a instabilidades ou oscilações ou ainda a captação de ruídos. Deve ser prevista a blindagem dos fios de sinal, ou mesmo o desacoplamento da fonte com capacitor de valores elevados. Uma tensão no pino 3 abaixo dos limites sugeridos, também poderá causar este tipo de problema.

c) Nas aplicações com escalas expandidas, um ou os dois terminais do divisor devem ser ligados à referência através de resistores de valores elevados para que não ocorram instabilidades. Os extremos de alta impedância devem ser desacoplados por capacitores de 1 nF a 100 nF.

d) A dissipação de calor, principalmente com alimentação de baixa tensão, deve ser levada em conta. Com 5 V de alimentação e todos os LEDs programados para 20 mA, o circuito dissipará perto de 600 mW. Se um resistor de 7,5 ohms for ligado em série com a linha de alimentação de anodo dos LEDs, a dissipação será reduzida à metade e com isso o aquecimento do LM3914. Um capacitor de 2,2 µF deve ser ligado entre os anodos da linha e o terra do circuito (depois do resistor) para efeito de desacoplamento. A **figura 18** mostra como isso pode ser feito.

APLICATIVOS ADICIONAIS

Existe uma grande quantidade de circuitos práticos disponíveis para o LM3914 na literatura técnica especializada. Na Internet, em documentação da própria National Semiconductor (**http://www.national.com/**), o leitor poderá encontrar *Applications Notes* com circuitos práticos usando o LM3914.

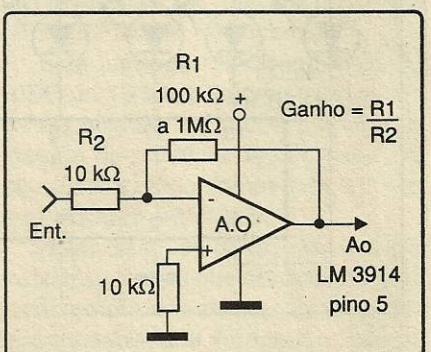


Figura 16

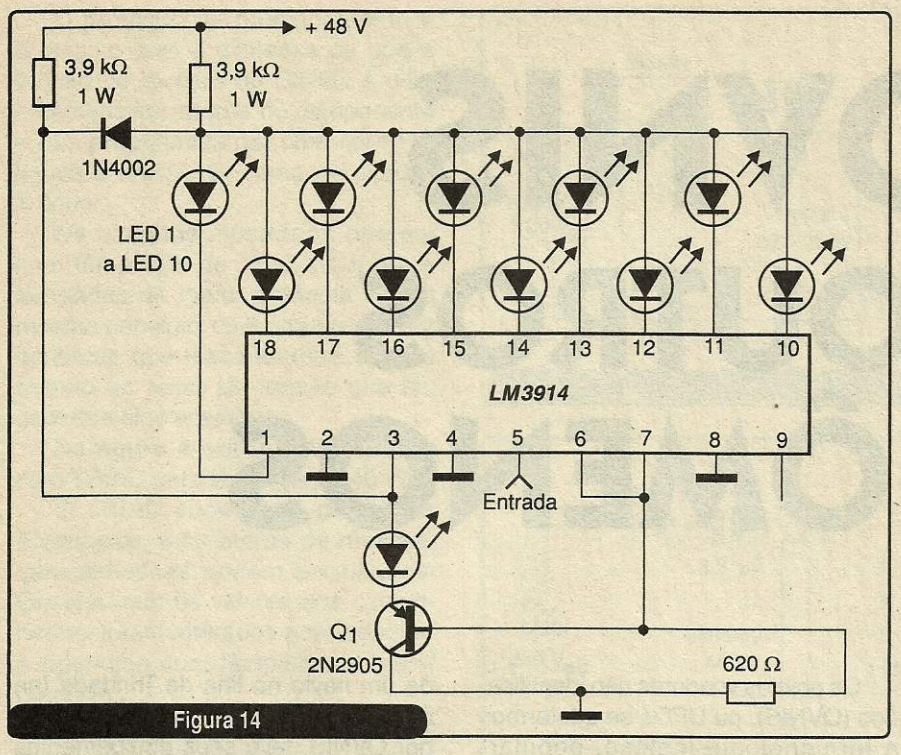


Figura 14

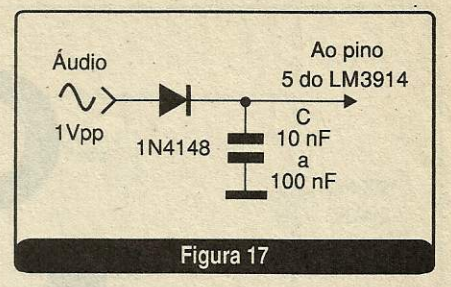


Figura 17

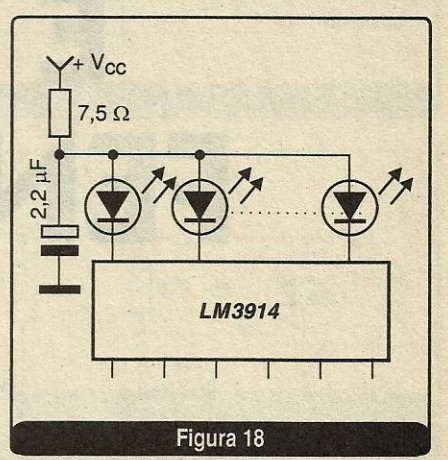


Figura 18

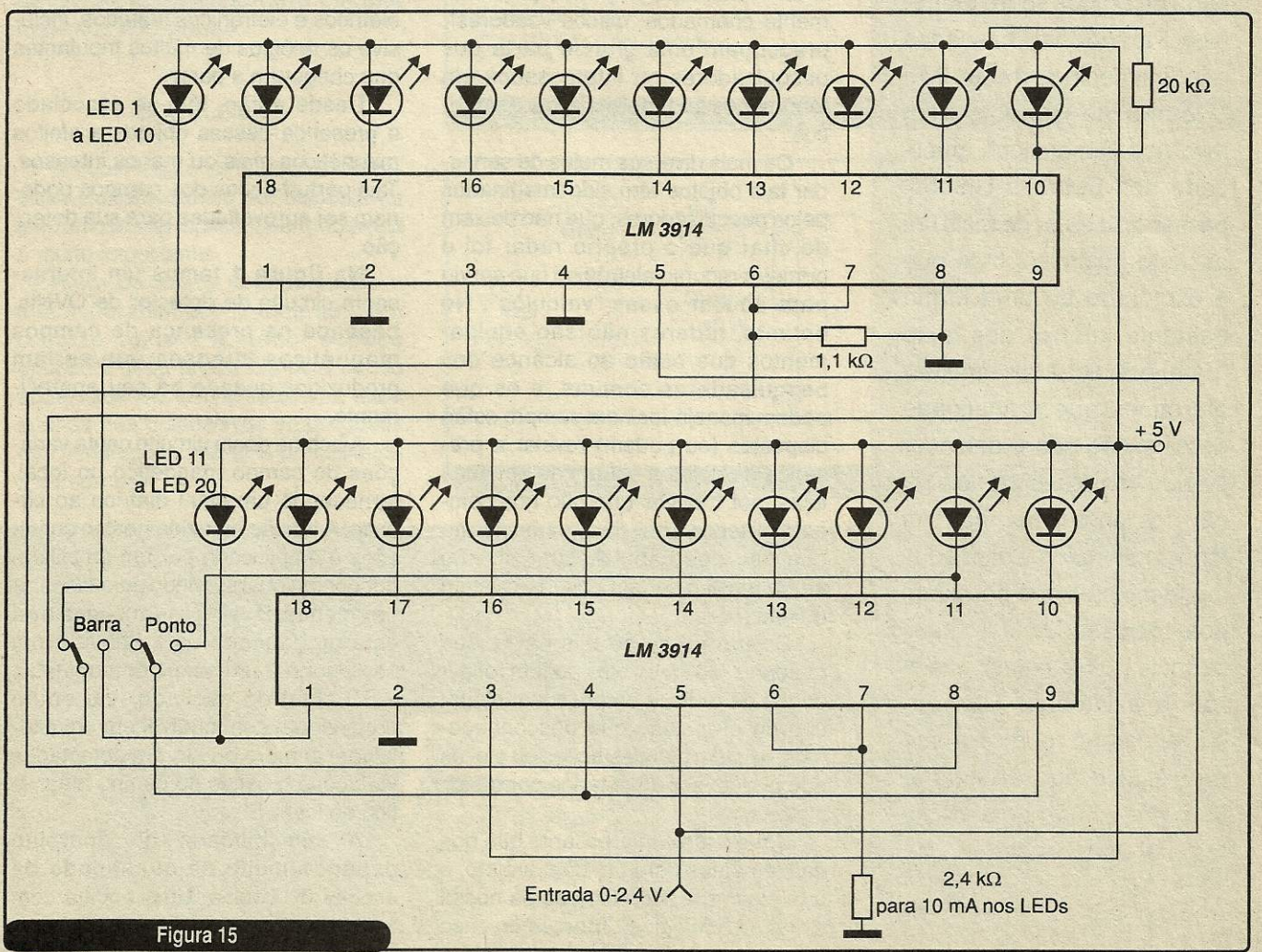


Figura 15

OVNIS E OUTROS FENÔMENOS

Continuamos com esta série de artigos sobre Eletrônica Paranormal, baseados principalmente em nosso livro "Electronics Projects from the Next Dimension" publicado nos Estados Unidos, passando a tratar de mais um assunto polêmico, mas que é explorado de uma forma bastante intensa nos meio "paranormais". Mais uma vez alertamos que a finalidade desta seção não é defender teorias sobre a existência ou não dos fenômenos, mas sim fonecer elementos baseados em tecnologia que permitam aos interessados fazer suas pesquisas. Se estas revelarem a existência (ou não) do fenômeno, qual é a sua natureza e sua finalidade não cabe a nós, numa revista técnica, dar opiniões.

Newton C. Braga

Os objetos voadores não identificados (OVNIS), ou UFOs se adotarmos a termonologia inglesa, popularmente chamados "discos voadores", preocupam uma grande parte dos pesquisadores ou interessados em fenômenos paranormais ou esotéricos.

Os mais diversos meios de sensoriar tais objetos têm sido imaginados pelos pesquisadores, que não deixam de citar que o próprio radar foi o primeiro recurso eletrônico que serviu para acusar esses "veículos". No entanto, radares não são equipamentos que estão ao alcance dos pesquisadores comuns, e os que podem manejá-los nem sempre estão dispostos (ou podem) revelar a presença de objetos estranhos em suas telas, por motivos que não nos compete discutir aqui da mesma forma que não nos cabe discutir em um artigo técnico se tais objetos existem ou não...

O fato é que, se tais naves são materiais (sólidas), elas podem refletir ondas de rádio, e se possuem algum tipo de propulsão que desconhecemos, existem manifestações ou efeitos que podem ser detectados por meios eletrônicos.

Um exemplo interessante que nos dá elementos para um bom projeto, é um relato que ficou famoso na nossa literatura "ufológica". Trata-se do caso de um navio na Ilha de Trindade (na década de 40 ou 50) que, sobrevoado por OVNIS, teve seus equipamentos elétricos e eletrônicos afetados, inclusive os relógios de muitos tripulantes que chegaram a parar.

Desde então, têm-se associado a presença desses objetos a efeitos magnéticos mais ou menos intensos. Tais perturbações dos campos poderiam ser aproveitadas para sua detecção.

Na **figura 1** temos um interessante circuito de detector de OVNIs, baseado na presença de campos magnéticos intensos que seriam produzidos quando há seu aparecimento.

A bobina deste circuito capta variações do campo magnético no local, fornecendo um sinal elétrico ao circuito. A tensão induzida nestas condições é amplificada por um amplificador operacional servindo para disparar um monoestável. Esse monoestável está programado para habilitar um oscilador por um tempo determinado.

O sinal do oscilador vai então produzir um som audível em um alto-falante sempre que forem detectadas variações bruscas do campo magnético do local.

A sensibilidade do aparelho depende muito da quantidade de espiras da bobina. Uma bobina com 5 000 a 10 000 espiras de fio fino é

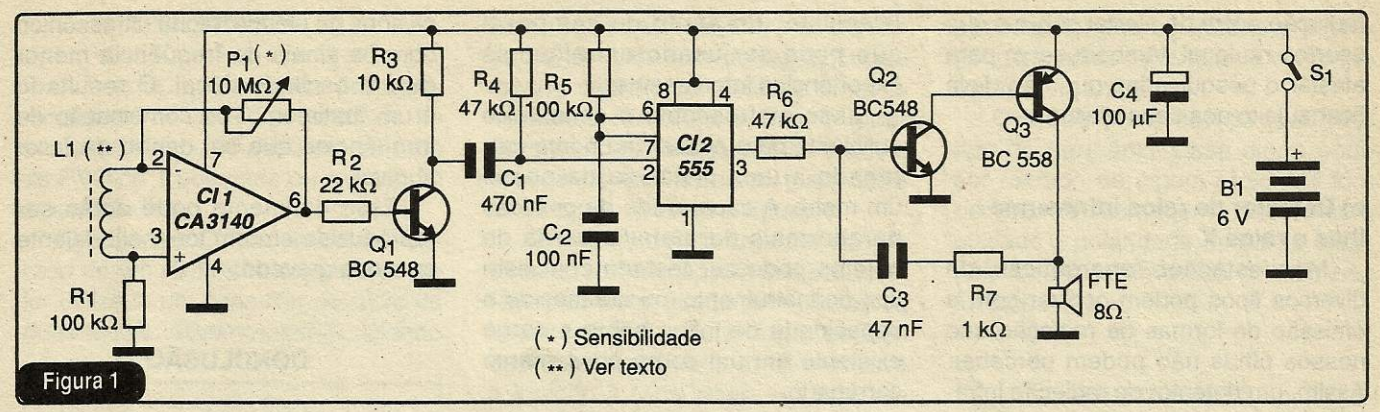


Figura 1

o que se recomenda como sensor. Entretanto, o montador não precisa se preocupar em enrolar tal número de espiras numa bobina. Pode ser aproveitado o enrolamento primário de um transformador comum de alimentação, o enrolamento de um selenóide ou mesmo de uma campainha de porta.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse "detector de OVNIs".

É importante lembrar que variações de campos magnéticos relativamente intensas não são necessariamente associadas à presença de OVNIs. Linhas de transmissão de energia, comutação de aparelhos elétricos e descargas elétricas na atmosfera, com a formação de tempestades, podem provocar variações capazes de causar o disparo do aparelho.

O uso do aparelho será mais eficiente em "campo aberto" longe de influências elétricas produzidas por aparelhos criados pelo homem. Também é importante observar que a bobina tem características direcionais de captação de campos.

OUTROS FENÔMENOS

Na série de filmes "Caça Fantasmas" os personagens principais possuem equipamentos sofisticados que, não só servem para detectar a presença das criaturas responsáveis pelos fenômenos estranhos, mas também como dispositivos que os afugentam ou mesmo os destróem.

Evidentemente, o "caçador de fantasmas" real, que seria o pesquisador ou o amador interessado em qualquer tipo de manifestação paranormal não pode ainda chegar a tanto, pelo menos no estágio atual da Ciência. No entanto, a utilização de equipamentos eletrônicos de todos os tipos, aproveitando todo o seu potencial, pode ser muito interessante.

Dentre os equipamentos que podem ser utilizados nas pesquisas podemos citar os seguintes:

a) Detector de Radiação

Muitos pesquisadores indicam que nos locais de prováveis pousos de OVNIs detecta-se radiação atômica remanescente. Para pesquisar tais locais, o que se faz é empregar detectores Geiger, capazes de medir radiações ionizantes resultantes de desintegrações atômicas, conforme sugere a **figura 3**.

A presença dessas radiações nos locais em que tais objetos voadores têm sido observados é associada, por muitos pesquisadores, ao sistema de propulsão que eles usariam. Obviamente, a presença de altos níveis de

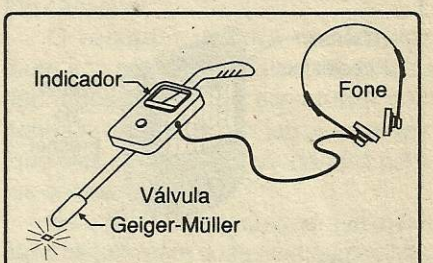


Figura 3

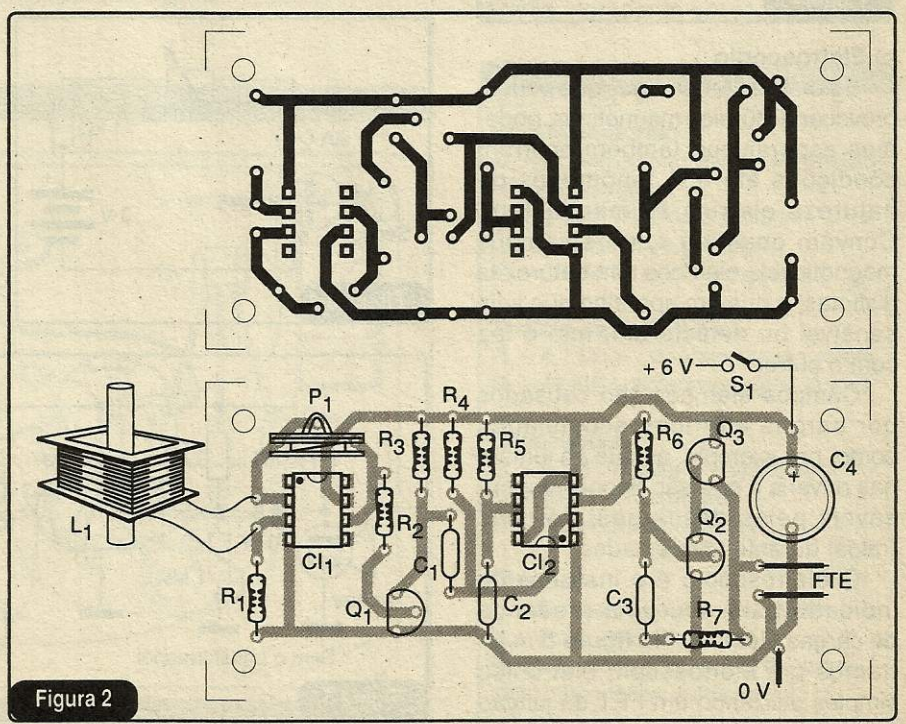


Figura 2

radiação, além de alertar sobre o que ocorreu no local, também serve para afastar o pesquisador, que não deve ficar sujeito aos seus efeitos.

b) Detector de raios infravermelhos e raios X

Manifestações "energéticas" de diversos tipos podem ocorrer com a emissão de formas de radiação que nossos olhos não podem perceber. Assim, um detector de radiação infravermelha, como os sensores piroelétricos usados como alarmes, consiste em um equipamento interessante numa pesquisa de fenômenos paranormais. Variações da temperatura de um objeto que sejam imperceptíveis para nossos sentidos podem ser detectadas por um sensor piroelétrico, como o exibido na **figura 4**.

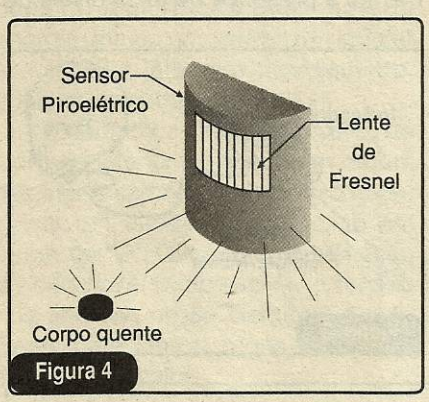


Figura 4

c) Eletroscópio

Se existem fenômenos que podem provocar distúrbios magnéticos, podemos esperar que também ocorram condições em que fenômenos de natureza elétrica se manifestem. Convém observar que os campos magnéticos e elétricos têm naturezas distintas, e que um aparelho que seja sensível ou detecte um, não o faz com o outro.

Campos elétricos são causados por cargas elétricas acumuladas como, por exemplo, as que se juntam nas nuvens e que são depois responsáveis pelas descargas elétricas (raios) durante tempestades.

O eletroscópio é o instrumento indicado para acusar a presença de cargas elétricas. Na **figura 5** mostramos um eletroscópio eletrônico simples utilizando um FET de junção (transistor de efeito de campo) e que pode ser usado em algumas experiências interessantes.

Esse eletroscópio é sensível o suficiente para acusar um pente carregado a uma distância de quase um metro. A capacidade de pessoas paranormais de afetar a carga de objetos pode ser testada com este tipo de instrumento, ou até mesmo a capacidade de influir sobre a carga existente em um corpo previamente carregado.

d) Conversor de ultra-sons

Existem na natureza (e no mundo sobrenatural) muitas manifestações sonoras que ultrapassam a capacidade de percepção de nossos ouvidos. Talvez um fenômeno pesquisado não se revele justamente por estar numa faixa do "espectro sonoro" que não podemos perceber. Um conversor ultrassônico seria um recurso muito interessante para o pesquisador, conforme ilustra a **figura 6**.

Na própria gravação de "sons paranormais" (EVP), o uso de um aparelho que traga para o espectro audível sons de freqüências elevadas, pode revelar coisas interessantes. Esse aparelho nada mais é do que um sensível amplificador que mistura os sons de um microfone ultrassônico com os sinais de freqüência menor de um oscilador local. O resultado é um "batimento" ou combinação de freqüências que cai dentro da faixa audível.

Esse batimento pode então ser reproduzido em um fone, alto-falante ou ainda gravado.

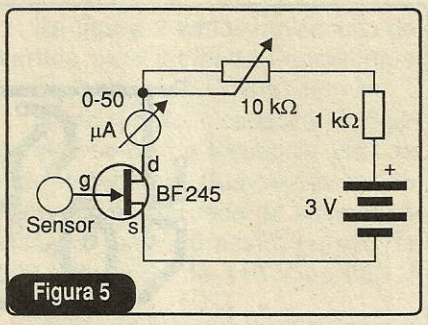


Figura 5

CONCLUSÃO

Não é finalidade deste artigo discutir se os fenômenos pesquisados são reais, se devem ser acreditados ou não, ou porque não são aceitos pela Ciência estabelecida. Nosso objetivo com este artigo foi descrever os recursos eletrônicos que têm sido utilizados pelos pesquisadores (sejam ele quem forem).

Se o leitor é cético em relação a qualquer um desses fenômenos, deve levar em conta apenas que, sendo "ligado" à Eletrônica, pode perfeitamente ser consultado sobre algum equipamento que descrevemos ou mesmo receber a "encomenda" de montar algum deles.

O conhecimento do princípio de funcionamento dos aparelhos descritos e das técnicas usadas, tem antes um caráter profissional para os que estão no campo da Eletrônica, e foi principalmente para esse público que preparamos esta série de artigos.

É claro que os leitores que são adeptos deste tipo de pesquisa devem merecer todo nosso apoio e, com certeza, não deixaremos de publicar, quando tivermos ao nosso alcance, projetos de quaisquer tipo que envolvam as chamadas "para-ciências" como a Parapsicologia e outras.

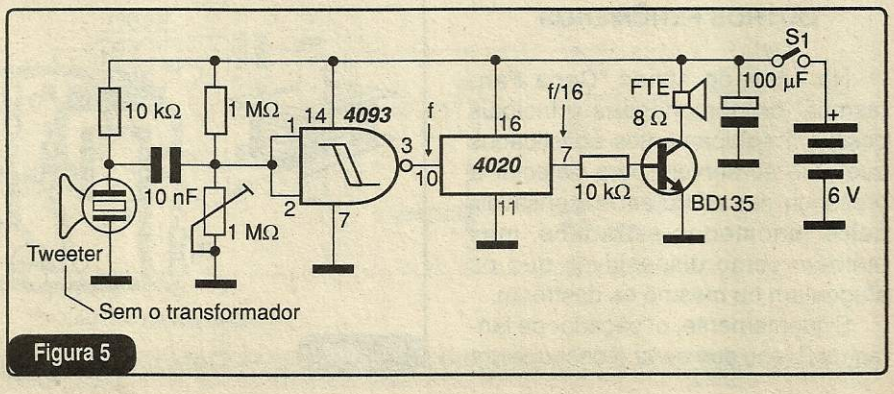


Figura 5

Seção

PRÁTICAS DE SERVICE

Temos recebido muitas colaborações de leitores para esta seção que, infelizmente, não podem ser aproveitadas basicamente por três motivos: o primeiro é a ausência de esquema.

Não é preciso mandar o esquema completo do aparelho em que o defeito se manifesta. Pode desenhar apenas o setor em que o defeito se apresenta (à mão mesmo), indicando o componente ou componentes responsáveis.

O segundo ponto é que muitos leitores enviam cópias xerox do esquema com a indicação do defeito, mas essas xerox são ilegíveis, não sendo possível ler qualquer indicação de componente.

Finalmente, temos os que enviam diversos defeitos em folhas separadas, sem nome e endereço, as quais acabam por se extraviar e depois não temos como saber quem foi que enviou.

Juntamos aqui muitos defeitos enviados há mais de dois anos, que por serem de colaboradores constantes vão se acumulando. Esses defeitos ainda podem ser aproveitados, é preciso apenas ter um pouco de paciência, pois recebemos muitos.

Se o leitor teve alguma experiência com a reparação de qualquer equipamento eletrônico (televisor, DVD, videocassete, forno de microondas, monitor de vídeo, impressora, transceptor, telefone sem fio, telefone celular, etc.) envie-nos. Ela pode ser publicada nesta seção.

APARELHO/MODELO: TV/Rádio/PTV-864 5"

MARCA: Precision

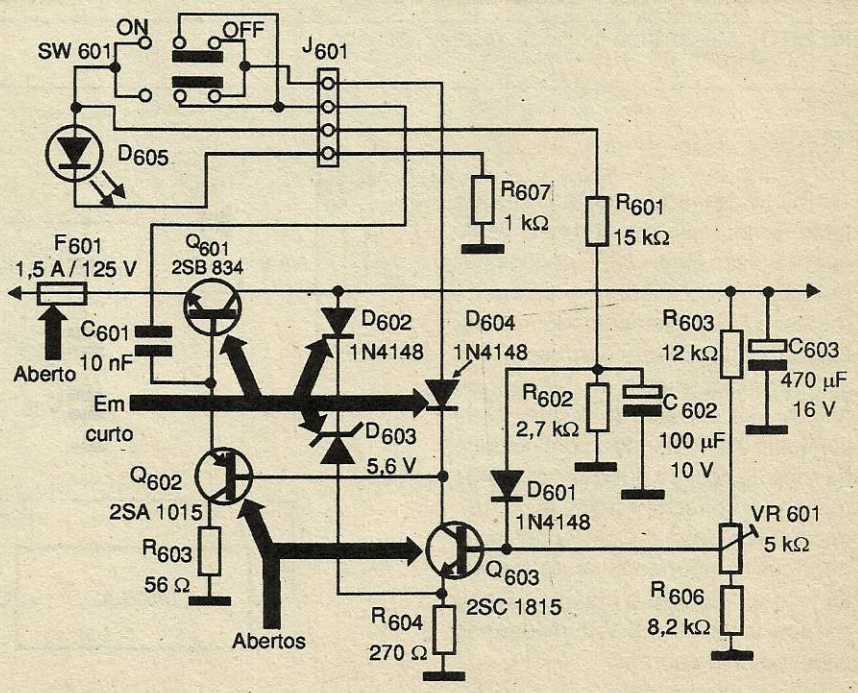
REPARAÇÃO Nº 001

DEFEITO: Inoperante

AUTOR: Rogério Paulo de Sá Monteiro
São Cristovão – SE

RELATO:

Segundo o cliente, o aparelho deixou de funcionar após ser ligado imprudentemente em 110 V pelos terminais do alojamento das pilhas. Fiz primeiramente um exame visual, encontrando o fusível F601 aberto. Depois, iniciei os testes provando os componentes do circuito regulador de tensão, encontrando em curto D602 (1N4148), D603 (1N4148), D604 (1N4148) e Q601 (2SB864) e abertos Q602 (2SA1015) e Q603 (2SC1815). Substituí estes componentes e ao ligar o aparelho, pude constatar seu perfeito funcionamento.



REPARAÇÃO Nº 002

APARELHO/MODELO: Telefone sem fio FT 5001

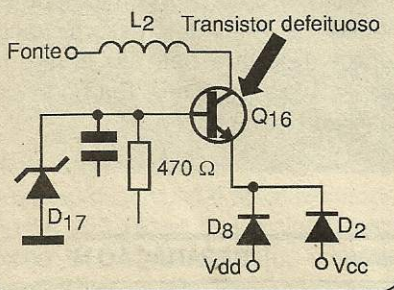
DEFEITO: Ronco

MARCA: Toshiba

AUTOR: Marcio Heiji Ueta
Carapicuíba – SP

RELATO:

Testando o aparelho percebi um ronco que normalmente é causado por problemas da fonte. Inicialmente experimentei trocar a fonte, mas o ronco permaneceu. Verificando o setor regulador de tensão não observei nenhuma anormalidade nos componentes ou tensões. Resolvi, então, substituir o transistor Q16 (2SC2120) que regula a tensão, mesmo parecendo estar bom. Após a substituição, o ronco sumiu por competo.



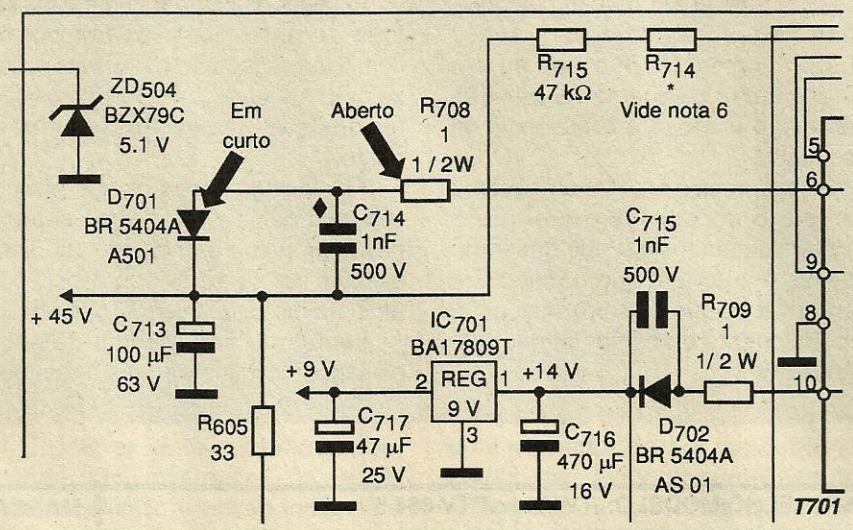
APARELHO/MODELO: TV PCM 1448 | **REPARAÇÃO Nº 003**

DEFEITO: Não sintoniza nenhum canal. | **MARCA:** Philco | **AUTOR:** Paulo Artur de Araújo
Rio de Janeiro - RJ

RELATO:

Após conectar o cabo de antena ao aparelho, acessei o *menu* colocando-o para fazer busca automática. Nenhum canal foi sintonizado. Conecte, então, o TV a um videocassete para um teste com o seletor. Também não obtive imagem de nenhum canal.

Pesquisei, a seguir, o +B do seletor onde encontrei 0V. Medi R204 encontrando-o bom. Fui então até o pino 6 do *fly-back* onde encontrei os 45 V, mas após R708 não havia tensão. Medindo R708 verifiquei que estava aberto, e analisando os componentes posteriores encontrei D701 em curto. Com a substituição desses componentes, o aparelho voltou a funcionar bem.



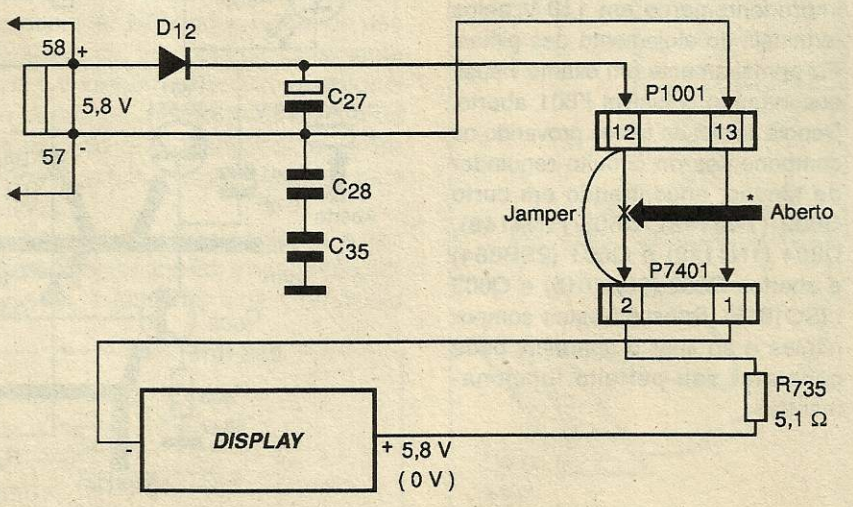
APARELHO/MODELO: Videocassete NV-L26 BR | **MARCA:** Panasonic | **REPARAÇÃO Nº 004**

DEFEITO: Mecanismo funciona; *display* apagado. | **AUTOR:** Carlos Alberto Miranda Prado
Teresópolis – RJ

RELATO:

Iniciei testando as tensões da fonte. Todas estavam normais. Verifiquei a tensão Reg – 29 V responsável pelo brilho do *display* e a tensão "heater" - 5,8 V (filamento) do mesmo, que também estavam normais.

Passei a medir a tensão do "heater" na entrada do *display* onde verifiquei 0 V. Testando a continuidade da linha de positivo do conector P7401 (pino 1) e conector P1001 (pino 13), encontrei-a aberta. Como não havia nenhum componente neste trajeto, foi feito um *jumper* e então o *display* passou a ter os 5,8 V, funcionando com seu brilho normal.

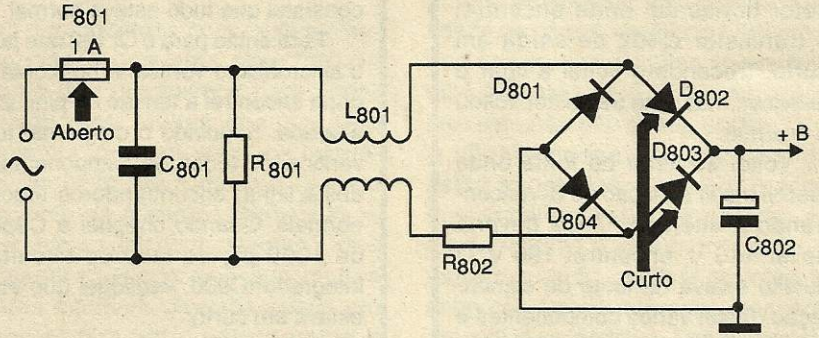


APARELHO/MODELO: DVD Modelo D-10 | **REPARAÇÃO Nº** 005

DEFEITO: Totalmente inoperante | **MARCA:** Gradiente | **AUTOR:** Alexandre José Nário, Jataúba – PE

RELATO:

De início, liguei o DVD e observei que o LED *Stand By* e o *display* não acendiam. Logo que o aparelho foi aberto, uma inspeção visual revelou que o fusível F801 (1 A) estava aberto. Não o troquei imediatamente, pois isso indicava que havia anormalidade na fonte. Parti do esquema elétrico para analisar o circuito, passando a efetuar medidas de continuidade nos principais componentes responsáveis pela alimentação, especificamente no setor em que circulam correntes intensas. Encontrei então os diodos D802 e D803 (1N4007) com suas características alteradas (praticamente em curto). Feita a troca do fusível e dos diodos, o DVD voltou a funcionar normalmente.

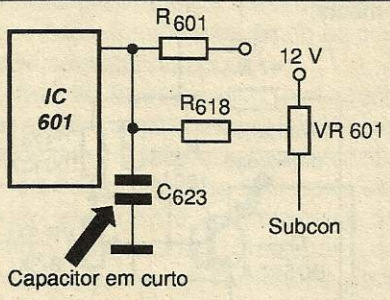


APARELHO/MODELO: TVC TC 2020M | **REPARAÇÃO Nº** 006

DEFEITO: Sem cor, imagem normal. | **MARCA:** Mitsubishi | **AUTOR:** Carlos Alberto dos Santos, Alvorada do Sul – PR

RELATO:

Conferi as tensões no IC601 (cor), encontrando-as todas normais. Comecei então a medir os componentes ligados a esse circuito integrado, onde encontrei o capacitor cerâmico C623 de 10 nF em curto. Feita a substituição desse capacitor, as cores voltaram e o funcionamento foi normal.



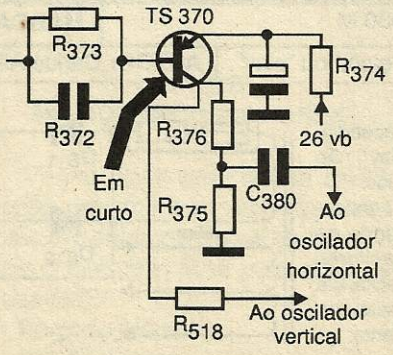
APARELHO/MODELO: TV P&B 12B710 | **REPARAÇÃO Nº** 007

DEFEITO: Falta total de sincronismo. | **MARCA:** Philips | **AUTOR:** Jorge Henriques Marques, Teresópolis – RJ

RELATO:

Fui diretamente a T370 (separador de sincronismo) e medindo as tensões em seus terminais, observei que no coletor do mesmo onde deveria haver 8 V, encontrei 19 V, que é quase a tensão de emissor (20 V) proveniente do pino 3 do *Fly-Back*. Desconfiei de curto-circuito.

Substituindo o componente, o sincronismo foi restabelecido e o aparelho voltou a funcionar satisfatoriamente.



COMPLETE SUA COLEÇÃO



ed.36



ed.35



ed.34

PEDIDOS:
www.sabermarketing.com.br
ou ligue (11) 6195-5330

REPARAÇÃO Nº 008

APARELHO/MODELO: TV P&B TV-381-1 Giratória

DEFEITO: Controle de brilho e contraste não atuam; sem imagem; (som normal).

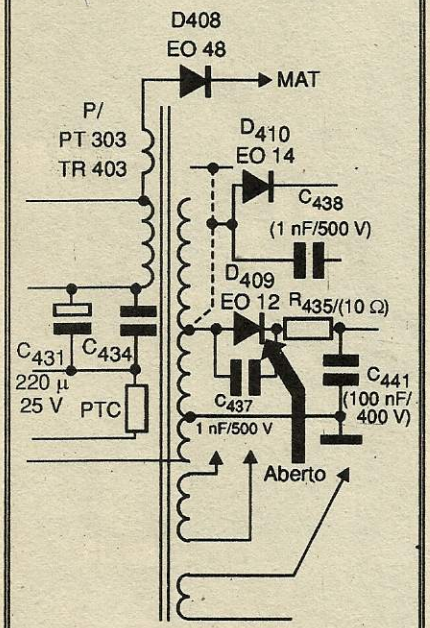
MARCA: Philco

AUTOR: Ivail Carlos Abramoski
Sete Quedas – MS

RELATO:

Medi no coletor do transistor Q501 uma tensão de 0 V, onde deveria haver 58 V. Examinando a fonte de 123 V que alimenta o coletor do Q-501, encontrei o diodo D-409 (EO-12) aberto.

Fiz a substituição desse diodo por um 1N4007 e, com isso, o funcionamento normal foi restabelecido.



REPARAÇÃO Nº 009

APARELHO/MODELO: TV em cores CTP 3765

DEFEITO: Inoperante.

MARCA: Sanyo

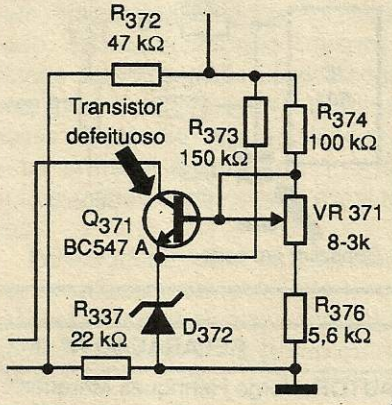
AUTOR: José Carlos P. Guimarães
São Bernardo do
Campo - SP

RELATO:

Verifiquei inicialmente a fonte de alimentação, que estava aparentemente normal. Fui para o setor horizontal onde encontrei o transistor Q402 de saída em curto. Trocando-o voltei a ligar o televisor, mas este transistor voltou a queimar.

Voltei ao setor da fonte onde resolvi medir a tensão de B_1, encontrando-a alterada. Onde deveria haver 110 V, encontrei 190 V. O defeito estava na fonte de alimentação. Testei vários componentes e ao medir Q271 (que aparentemente estava bom), ao conferir o ganho, notei que estava com defeito.

Feita a troca deste transistor, o televisor voltou a funcionar normalmente.



REPARAÇÃO Nº 010

APARELHO/MODELO: TVC 16GL1330

DEFEITO: Sem som e sem sincronismo vertical.

MARCA: Philips

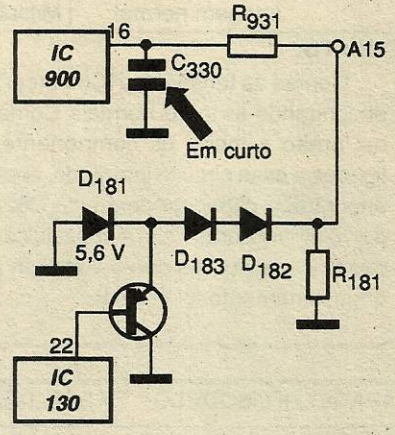
AUTOR: Carlos Alberto dos Santos
Alvorada do Sul - PR

RELATO:

Tudo indicava ser o CI vertical com problemas. Após verificar as tensões com o auxílio do diagrama, constatei que tudo estava normal.

Parti então para o CI 130 que faz o sincronismo vertical e horizontal, onde encontrei a tensão do pino 22 alterada. Seguindo o diagrama, fui verificando todos os componentes desta linha, encontrando-os todos normais. Quando cheguei a C930 de 1000 pF, do lado do circuito integrado IC900, verifiquei que ele estava em curto.

Feita a troca deste componente, o aparelho voltou a funcionar normalmente.



REPARAÇÃO Nº 011

APARELHO/MODELO: Videocassete M-5530 M

MARCA: Toshiba

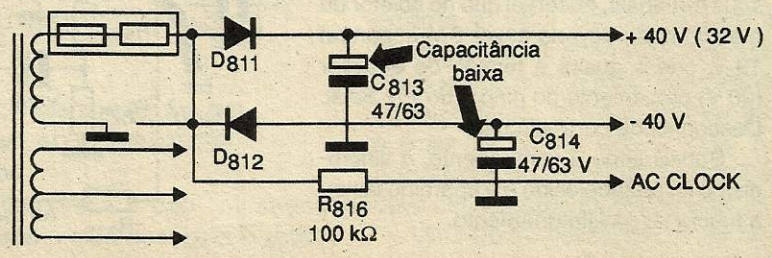
DEFEITO: Desliga tudo depois de acionar "eject" ou "play".

AUTOR: Carlos Alberto Miranda Prado / Teresópolis – RJ

RELATO:

O aparelho ligava normalmente e o painel acendia, mas quando se acionava as funções "eject" ou "play", não havia resposta e o circuito desligava em 5 segundos.

Primeiramente fui testar as tensões da fonte, encontrando 32 V onde deveria haver 40 V. Conferindo os componentes deste circuito, encontrei os capacitores C-813 e C-814, ambos de 47 µF/63 V, com capacitância baixa. Trocando-os por outros novos, a tensão voltou ao normal e o aparelho passou a funcionar normalmente.



Sistema de Backup Celular

Veja, neste artigo, como instalar um Backup Celular e gerar boas oportunidades de negócio.

Luiz Henrique Corrêa Bernardes



Devemos estar sempre atentos para as necessidades do mercado de modo que possamos oferecer soluções adequadas, gerando assim excelentes oportunidades comerciais.

O mercado está procurando cada vez mais redução de custos, conforto e segurança. Nesse sentido com as operadoras GSM ampliando suas áreas de cobertura e com grande agressividade nas tarifas, as soluções utilizando comunicação *wireless* (GSM) estão mais atrativas aos usuários.

Há uma grande demanda por sistemas de Backup Celular, onde ele substitui uma linha convencional.

O nome veio de seu uso em sistemas de alarme, onde ele é empregado como o "Backup" da linha convencional. Caso essa seja cortada, o sistema de Backup Celular vai gerar uma linha para o Painel de alarme enviar os dados para a Central de Monitoramento.

INSTALAÇÃO

A instalação é muito simples, basta conectar o Backup Celular em série a uma linha física e alimentar com 12 V, a **figura 2** ilustra essa conexão. A **figura 3** mostra o painel de conexões. Para que o sistema funcione, devemos colocar um SIM Card habilitado, a **figura 4** exibe essa operação.

FUNCIONAMENTO

Temos dois conectores para as conexões de linha telefônica, uma chamada "Emulada" e outra "Externa". Quando a linha Externa está presente, a mesma é comutada para o conector da linha Emulada, sendo que nesse caso o sistema de celular fica desabilitado e o relé auxiliar fica ligado. No caso do corte ou se a linha externa não for conectada, será gerada uma linha Emulada utilizando o sistema celular e o relé auxiliar será desligado.

Quando o sistema celular está

Nos nossos testes utilizamos o equipamento ELT35i (**figura 1**), que tem as seguintes características:

Tensão de linha disponível, 48Vcc +/- 10 %
Tensão de linha ocupada, +/- 9Vcc
Tom de linha disponível, 400 Hz
Tom de linha ocupada, 400 Hz intermitente
Sinal de campainha, 60 Hz 140 Vca.
Relé Auxiliar (ligado com presença da linha externa)
(desligado com a ausência da externa)
Incorpora internamente Módulo GSM.
Possui fonte e antena externa.



Figura 1 - ELT35i - Sistema de Backup Celular.



Figura 2 - Instalação.



Figura 3 - Painel de conexão.

sendo utilizado, a linha emulada funciona como uma linha normal fixa, gerando todos os tons.

UTILIZAÇÃO

O sistema pode ser utilizado em diversas aplicações :

1- *Backup* de Painéis de Alarme
2- Telefonia em canteiros de obras
3- Substituição de enlaces de rádios em localidades remotas
4- Linhas celulares em centrais de PABX
5- Telefones de emergência e segurança alimentados com baterias e energia solar
6- Transmissão de dados com *modems* em terminais ponto de venda temporários (POS)
7- Transmissão de dados com *modems* para sistemas de controle de acesso e sistemas de telemetria
8- Comunicação para embarcações costeiras
9- Disponibilidade instantânea de linhas extras.

Estudo de Utilização

As empresas, atualmente, estão sempre em busca da redução de custos, portanto, temos que apresentar uma proposta ao nosso cliente sinalizando as vantagens comerciais da instalação do sistema.

Vamos trabalhar com o cenário de uma empresa comercial de 20 funcionários e equipe externa de 10 pessoas, sendo a comunicação com a equipe externa feita através de telefones celulares. Nesse cenário a instalação física do PABX é ilustrada na **figura 5**, note que toda ligação para celular é feita através de uma linha fixa conectada ao PABX, e vice-versa.

Vamos calcular a utilização apenas das ligações entre a empresa e a equipe externa, supondo que a empresa faça em média 10 ligações diárias para cada funcionário externo. Vamos totalizar em um mês 2200 ligações (10 ligações x 10 funcionários x 22 dias do mês), e tendo cada ligação em média de 90 segundos,

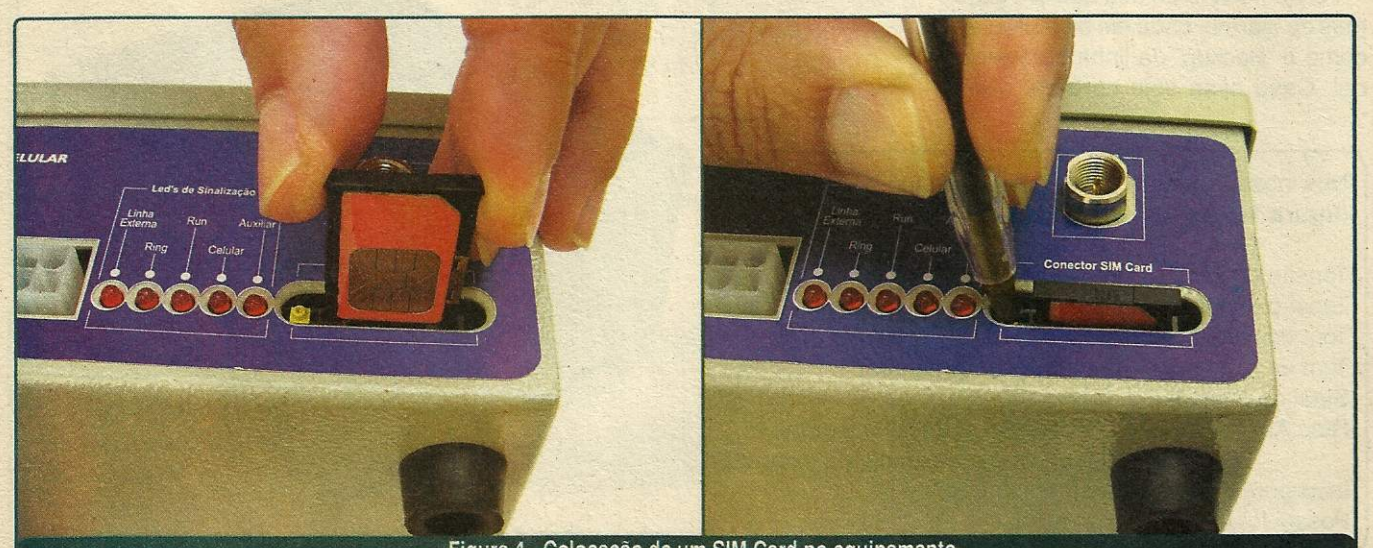


Figura 4 - Colocação de um SIM Card no equipamento.

iremos totalizar 3300 minutos de utilização em um mês.

Supondo que o custo do minuto é de R$0,65 de linha fixa para linha móvel, teremos um gasto mensal de R$ 2.145,00 referente às ligações feitas para a equipe externa.

Agora, vamos colocar dois Backup Celulares no PABX (**figura 6**) e programá-lo com a rota econômica para que toda vez que for discado o prefixo da operadora de celular ele vá utilizar os troncos onde estão instalados os Backup celulares.

Nesse novo cenário podemos ter uma grande redução de custo, dependendo da negociação com a operadora GSM. As operações oferecem várias opções de tarifação, inclusive planos de tarifa zero, onde as ligações entre os telefones celulares contratados não são tarifados. Para esclarecer todas as dúvidas, consulte a sua operadora de GSM que tem equipes de consultores especializados para planos corporativos.

Vamos supor o pior caso, onde o custo da ligação entre telefones da mesma operadora seja em média R$ 0,35, então no nosso caso o gasto mensal seria de R$ 1.155,00 . Em comparação com o cenário anterior a economia mensal será de R$ 990,00, o que poderá pagar a instalação do sistema em poucos meses. Note que essa economia se refere somente às ligações feitas da empresa à equipe externa, não foi contabilizado as ligações da equipe externa para a empresa e nem os ganhos de DDD, quando o equipamento móvel está em outras cidades ou estados .

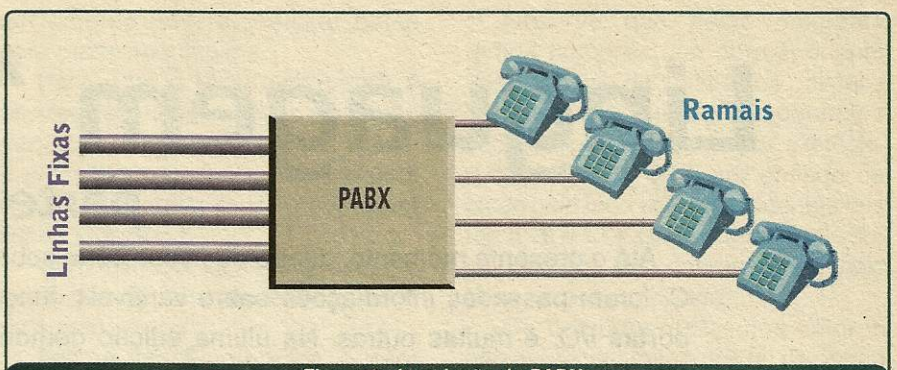


Figura 5 - Instalação do PABX.

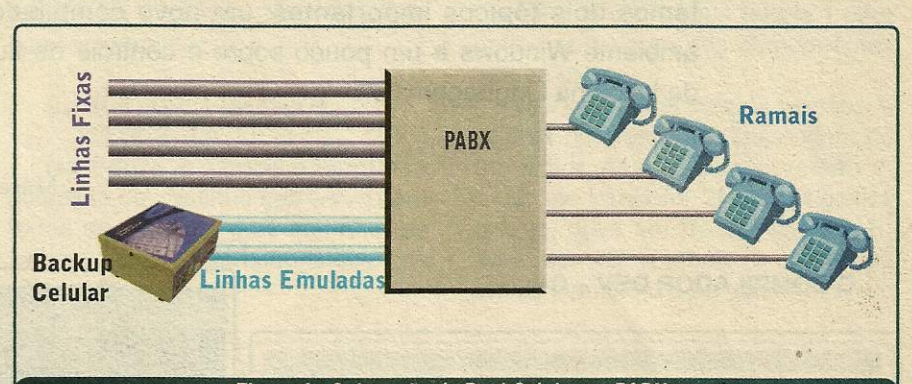


Figura 6 - Colocação de BackCelular no PABX.

Vantagens :

1- Economia no gasto com telefonia
2- Todos os ramais podem fazer ligações celulares a um custo menor
3- A Empresa pode divulgar o número do celular para os clientes, oferecendo uma alternativa de ligação.
4- Facilidade de expansão para mais linhas.
5- Redução nos custos das ligações DDD, algumas operadoras GSM oferecem o mesmo custo da ligação local, mesmo o telefone celular estando fora da cidade ou estado de origem. Muito interessante para equipes externas que se deslocam fora da cidade de origem da empresa.

OFERECENDO O SISTEMA

O leitor que desejar oferecer esse tipo de solução, deverá realizar os seguintes passos:

1- Contatar a operadora GSM de sua localidade e verificar planos de tarifação.
2- Levantar os gastos do cliente com ligações de celulares.
3- Estimar a quantidade de Backups Celulares necessários para a empresa.
4- Apresentar uma proposta de implementação do sistema, mostrando o investimento necessário, a redução de gastos com telefonia e a curva de amortização do sistema (quanto tempo será necessário para pagar o sistema)
5- Uma vez aprovada a proposta, o leitor deverá instalar o sistema, realizar o treinamento de utilização e por último fazer o acompanhamento pós-venda coletando dados para validar a economia gerada.

CONCLUSÃO

Acreditamos que com este artigo, o leitor possa compreender que devemos estar sempre atualizados com o desenvolvimento das novas tecnologias para que possamos aproveitar as novas oportunidades de mercado que estão surgindo. Caso o leitor queira se aprofundar mais no assunto, consulte o *site* da Eletrônica Total (www.eletronicatotal.com.br) onde disponibilizamos o manual do Backup Celular e também uma apostila sobre um exemplo de elaboração da proposta comercial. Até a próxima edição e tenha ótimos negócios!

Linguagem "C"

parte VI

Até o presente momento, dentro de nossa série sobre a Linguagem C, foram passadas informações sobre variáveis, funções, ponteiros, portas I/O, e muitas outras. Na última edição demonstramos como controlar e realizar efeitos de luzes utilizando um PC. Nesta edição temos dois tópicos importantes: um novo compilador "free" para ambiente Windows e um pouco sobre o controle de fluxo e os tipos de laços na Linguagem "C".

Márcio José Soares

O COMPILADOR DEV – C++

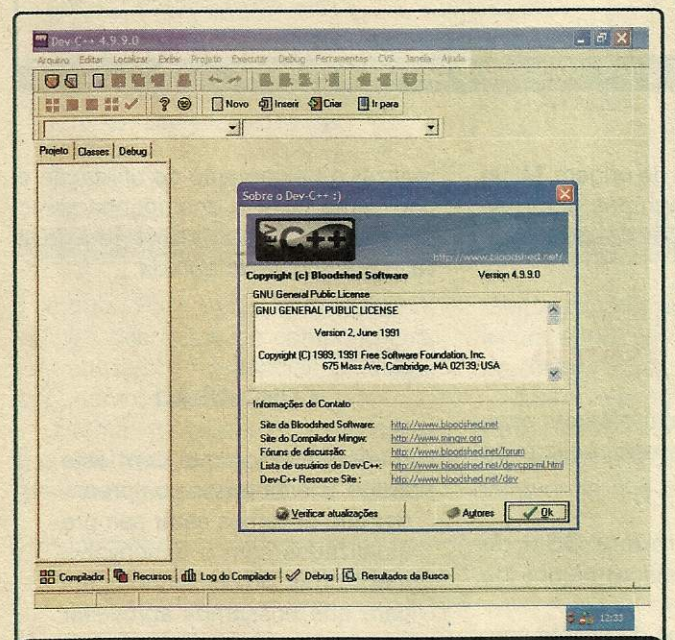


Figura 1 - Compilador Dev – C++

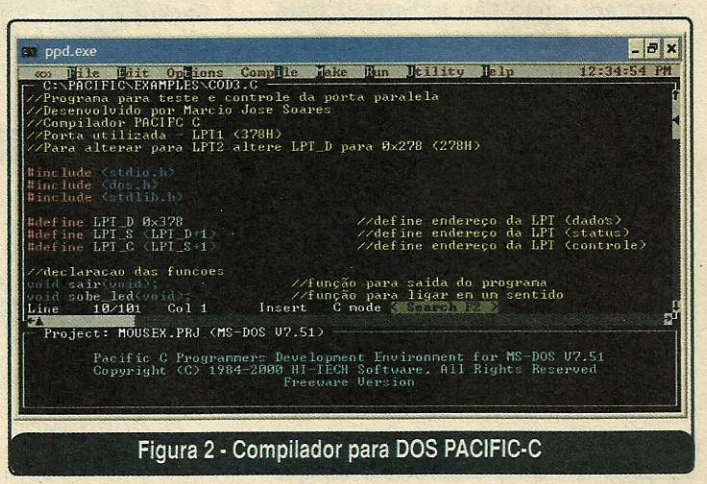


Figura 2 - Compilador para DOS PACIFIC-C

O compilador Dev – C++ (**figura 1**) é um compilador sob a licença GNU General Public Licence e que funciona em ambiente Windows 98/Me/XP.

Quando iniciamos nossa série, o fizemos com o auxílio de um outro compilador, porém desenvolvido para ambiente DOS. Muitos leitores o instalaram e o utilizaram sem maiores problemas. Estamos falando do compilador PACIFIC-C da Hitech (**figura 2**). O uso deste compilador é bem próximo do antigo Tubo C Borland para DOS.

Acreditamos que a instalação de mais um compilador poderá ajudar o leitor, principalmente aqueles que têm dificuldade em lidar com ambiente DOS por estarem mais acostumados com o ambiente Windows.

Para instalar o Dev – C++ siga os passos a seguir:

- Faça o *download* do pacote de instalação no *site* www.bloodshed.net/dev/devcpp.html

- Selecione "***Dev-C++ 5.0 beta 9 (4.9.9.0) (7.6 MB) with Mingw/GCC 3.3.1***". Tenha apenas cuidado com os bloqueadores de "pop-pup" instalados no seu PC. O "download" é automático e estes bloqueadores podem atrapalhar. Desabilite-os temporariamente, apenas para o "download".

- Após o "download", execute o arquivo "***devcpp4990setup.exe***" e siga as instruções de instalação.

- Após a instalação, execute o programa Dev-C++ através do *menu* programas de acordo com o caminho selecionado durante a instalação.

Na primeira vez que o leitor executar o Dev-C++, o mesmo permitirá que seja selecionada a língua para os menus e outros. Selecione "Portuguese – Brazil" e, em seguida "next" até a liberação total do programa (aguarde as instalações que se farão).

Pronto! Agora o programa já está instalado e o menu deste compilador se apresentará em nossa língua, o que irá facilitar bastante o seu uso e a pesquisa de todos os seus recursos.

Obs.: O "download" deste programa não é obrigatório, principalmente para aqueles que já têm instalado o PACIFIC-C e o usam sem maiores problemas. Alertamos apenas que todos os programas demonstrados daqui para frente serão montados neste novo compilador e algumas diferenças podem acarretar erros em outros compiladores. Pedimos apenas a atenção dos leitores neste sentido. Caso notem algum problema em outros compiladores, que não o DEV-C++, procurem observar quais as adaptações necessárias para seus compiladores (lista de erros).

CRIANDO UM PROGRAMA NO DEV-C++

Vamos a um pequeno passo-a-passo de como criar e compilar um programa no DEV-C++. Este programa é bem conhecido dos nossos leitores e servirá apenas para demonstrar o uso do DEV-C++.

- *Clique* em "***Arquivo -> Novo -> Projeto***" e na nova janela que irá se abrir selecione "***Console Application***". Ainda na mesma janela, dê um nome para seu projeto em "***Nome:***" e selecione o tipo de linguagem "***Projeto C***". Confira sua configuração com a **figura 3** e *clique* em "***Ok***".

- Selecione um subdiretório para gravar seu projeto.

Pronto, um novo projeto foi criado, com arquivo "***main.c***" já com algumas

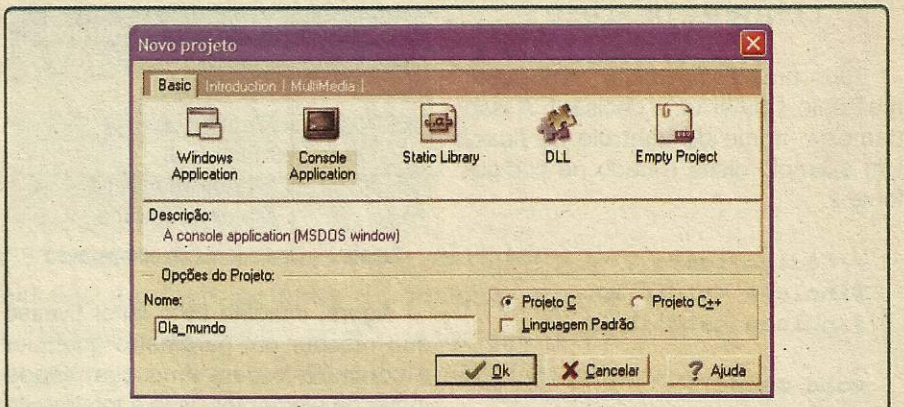


Figura 3 - Criando um projeto no Dev-C++

instruções previamente inseridas pelo compilador. Agora apenas modifique seu código para que ele se pareça com o código-fonte 1 dado a seguir:

```
//Código-fonte 1
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(void)
{
  printf("Ola Mundo!\n");

}
```

Salve o arquivo utilizando "***Arquivo – Salvar Todos***" e em seguida compile o arquivo com "***Executar -> Compilar***" (ou tecle Ctrl + F9). Caso o leitor note algum problema na compilação, use o comando "***Executar -> Compilar arquivo atual***" ou "Shift + Ctrl + F9". Se tudo correu bem, o leitor receberá a mensagem de acordo com a **figura 4**.

Para executar o programa o leitor poderá utilizar "***Executar -> Executar***"

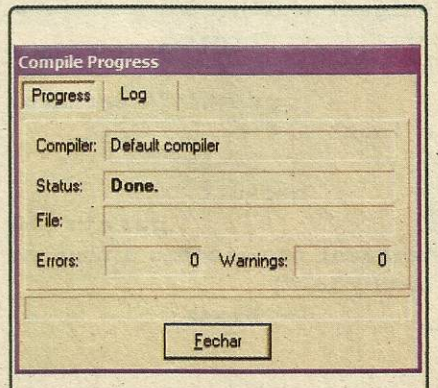


Figura 4 - Compilação ok!

ou "Ctrl+F10". Porém, a execução pode ser tão rápida que o leitor pode simplesmente ver apenas uma janela piscar. O ideal é ir até o subdiretório, via "***prompt do MS-DOS***", onde gravou o projeto e executar o arquivo <**nome do projeto.exe**>.

PARA ONDE VAMOS?!

Os leitores que acompanham nossa série já receberam muitas informações sobre variáveis, funções, ponteiros e outras. Enquanto passávamos estas informações, preparamos alguns programas para que o leitor pudesse estudá-las.

Alguns destes programas eram bem simples e outros um pouco mais complexos. Não passamos em nenhum momento nome ou uso das funções internas à linguagem C. Isso não foi feito, pois estas podem variar de compilador para compilador e sendo assim não fazia sentido fazê-lo. Aconselhamos sempre aos nossos leitores estudarem o "Help" e manuais de seus compiladores. Nestes, é possível encontrar informações sobre as funções internas de cada compilador e seu uso.

Porém, existem algumas "coisas" que são comuns à maioria dos compiladores. As principais são a estruturação da linguagem, controle de fluxo e os laços de repetição. Sobre a estruturação da linguagem, nós já tratamos sobre isso nas edições anteriores. Nesta edição abordaremos sobre o controle de fluxo e laços de repetição.

CONTROLE DE FLUXO

Todo programa precisa, em algum momento, "tomar uma decisão". A isso damos o nome de controle de fluxo. Um exemplo disso é dado no código-fonte 2:

```
//Código-fonte 2
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(){
  int a;          //declara
variável

  a = 4;          //insere
valor na variável

  if (a==4){      //se     a
variável for igual a 4, valor
entre parênteses igual a
TRUE
      printf("A variável é
igual a 4");
  }
  else{   //senão, valor
igual a FALSE
      printf("A variável é
diferente de 4");
  }
}
```

Execute o programa e observe o resultado. Agora, troque o valor da variável "a" para um valor inteiro qualquer (de 0 a 65535). Compile e execute novamente o arquivo e observe o novo resultado.

O leitor notou que de acordo com o valor da variável "a", o programa tomou uma "decisão" (controle de fluxo).

Neste exemplo, utilizamos um controle de fluxo simples com o comando "IF" (Se). Se o valor entre parênteses for verdadeiro, a instrução a ser executada estará entre as chaves do "IF". Mas se não for verdadeiro, a instrução executada estará entre as chaves do comando "ELSE" (Senão).

Um outro detalhe importante é o operador de comparação utilizado. Note que usamos "==" e não "=". O "=" é utilizado para a atribuição de um valor a uma variável qualquer e o "==" para a comparação entre valores ou variáveis. Os operadores mais utilizados na comparação estão na **tabela 1**.

Operador	Tipo de comparação
==	Igual a
!=	Diferente de
<	Menor que
>	Maior que
<=	Menor ou igual a
>=	Maior ou igual a

Tabela 1 – Operadores de comparação

Agora, imagine se o leitor tivesse que receber um parâmetro qualquer e compará-lo com uma quantidade maior de elementos. Isso é totalmente possível com o comando "IF", mas pouco prático. Para isso temos um outro comando para controle de fluxo: o comando "SWITCH". Veja o código-fonte 3.

```
//Código-fonte 3
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(){

  char a; //declara vari-
ável

  a = 1;          //insere
valor na variável

  switch (a){     //começa
teste da variável
      case 1:
        printf("A variável
é igual a 1");
          break;
      case 2:
        printf("A variável
é igual a 2");
          break;
      case 3:
        printf("A variável
é igual a 3");
          break;
      case 4:
        printf("A variável
é igual a 4");
          break;
      default:
                printf("A
variável não atendeu a nenhuma
condição!");
          break;
  }

}
```

Note que a solução dada agora é melhor para um número grande de testes. Isso é muito utilizado quando, por exemplo, desenvolvemos um programa em um microcontrolador ou mesmo PC para receber um dado via canal serial (RS-232). Dependendo do dado recebido, temos de tomar uma decisão e está deve ser testada antes.

O comando "Break" faz com que os testes parem após a primeira condição verdadeira. Caso o leitor não insira este comando, mesmo após a execução da instrução "printf" que atenda a condição, o programa continuará testando até o fim da "chave switch". Já o comando "default" permite a execução de instruções de alerta ou qualquer que seja, se nenhuma das alternativas anteriores foi atendida.

Obs.: O leitor deve compreender que quando dizemos instrução, estamos nos referindo a uma instrução simples (comandos), ou um conjunto de instruções ou ainda à chamada de uma ou mais funções.

LAÇOS DE REPETIÇÃO

Os laços de repetição são muito utilizados e já foram demonstrados em alguns exemplos nesta série. Agora trataremos um pouco mais sobre os principais tipos e seus usos.

Laço "for()"

O laço "for" (PARA) permite que um programa qualquer repita um número de "x" vezes uma ou mais instruções. Vamos a um exemplo no código-fonte 4.

```
//Código-fonte 4
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(){

  int a[10]={0,1,2,3,4,5,
6,7,8,9};   //declara vari-
ável
  int b;
```

```
    for (b=0; b<10; b++){
                printf("a  =
%d\n",a[b]);
    }
  }
```

Note que o comando "for" é dividido em três partes (1ª;2ª;3ª). Na primeira parte determinamos o valor inicial da variável, na segunda seu limite e na terceira o seu incremento. No exemplo dado, utilizamos um comando "for" para mostrar os valores inseridos em uma matriz.

Laço "while()"

O laço "While" (ENQUANTO) também permite que um programa execute um número de "x" vezes uma ou mais instruções. A diferença é que ele não conta o número de vezes e sim compara uma variável ou constante. Ou seja, enquanto a condição for satisfeita o laço continuará. Veja o exemplo dado no código-fonte 5.

```
//Código-fonte 5
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(){

                              int
a[10]={0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
//declara variável
    int b=0;

    while(b<10){
      //testa condição
                printf("a  =
%d\n",a[b]);
        b++;
      //incrementa b
    }
  }
```

Neste exemplo a variável "b" teve de ser inicializada previamente. O laço "while" testa a condição "enquanto b<10" e executa os comandos internamente as chaves. A variável "b" é incrementada dentro do laço, caso contrário o único valor da variável a ser mostrado seria "0". Assim, quando a variável for igual a 10, o laço termina.

Laços "eternos"

Em muitos programas, muitas vezes desejamos sua execução contínua. O leitor notou que no código-fonte que controla a placa de LEDs, publicada na edição anterior, existe um laço "while (voltar == 1)". Assim o programa é mantido em execução até que a condição seja alterada. A alteração do valor da variável "voltar" é feita pressionando uma tecla na placa.

O leitor deve ter muito cuidado com os laços "eternos". Eles podem simplesmente travar sua máquina! Caso o leitor crie um laço "eterno" e deseje parar a execução do programa, terá de teclar "Ctrl+C" ou resetar o seu computador!

No mundo dos microcontroladores, a grande maioria dos programas começa com um laço eterno, pois o programa só deve parar sua execução caso o microcontrolador seja "resetado" ou a sua alimentação retirada.

São exemplos de laços eternos com os comandos "for" e "while"

```
While(1){
     Conjunto de instru-
ções;
  }

  e

  for ( ; ; ){
     Conjunto de instru-
ções;
  }
```

Estudos dirigidos

Aconselhamos um estudo de tudo o que foi dito até o momento dentro de nossa série. Também seria interessante que o leitor transportasse todos os códigos fontes criados no PACIFIC-C para o Dev-C++. Assim, além de exercitar o uso do Dev-C++ o leitor também poderá verificar as principais diferenças entre os dois compiladores e aprender um pouco mais sobre a linguagem de programação "C".

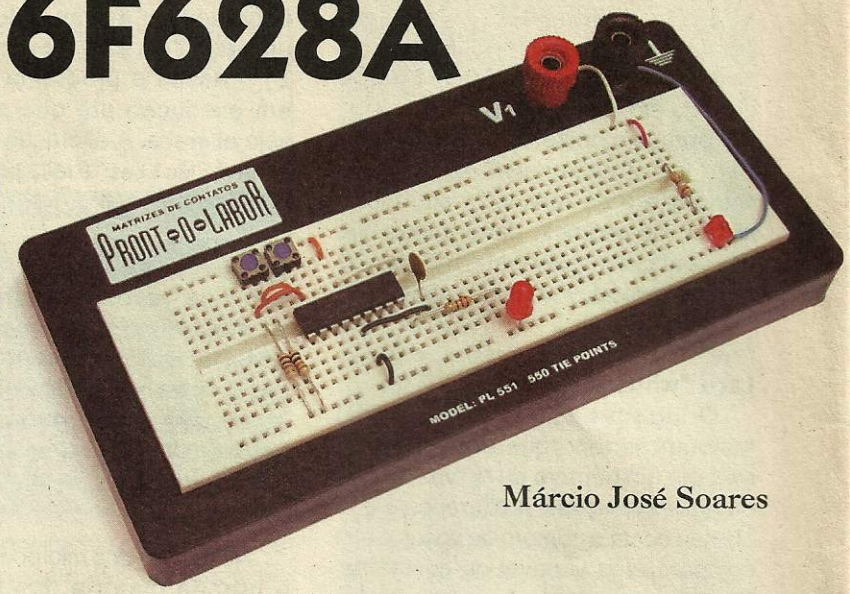
É extremamente aconselhável ao leitor que não completou ainda a sua série sobre linguagem C que adquira, dentro do possível, as edições que estão faltando (nossa série começou no número 98). Muitas informações foram passadas e infelizmente não temos como voltar com as mesmas nas edições futuras. A Saber Marketing, www.saber marketing.com.br comercializa as edições que já não se encontram mais nas bancas de jornais. Encomende as suas!

CONCLUSÃO

Na próxima edição abordaremos as portas do PC e também começaremos a discutir a linguagem C e os microcontroladores. Esperamos atender a todos os nossos leitores que gostariam de aprender mais sobre a Linguagem C, tanto em PCs quanto com os microcontroladores. Participe enviando sugestões. Estaremos aguardando sua opinião. Até a próxima!



CONTROLE PWM COM PIC16F628A



O uso adequado dos recursos (periféricos) de um microcontrolador pode ajudar a desenvolver inúmeros projetos e a solucionar um número muito grande de problemas, seja em automação residencial ou em automação industrial. Neste artigo descreveremos como utilizar o periférico "CCP" (Capture, Compare, PWM) do microcontrolador PIC16F628A no modo PWM.

Márcio José Soares

CONTROLE PWM X CONTROLE LINEAR

Sempre que desejamos controlar a potência total entregue a uma carga DC do tipo resistiva ou mesmo de outro tipo, podemos fazê-lo de forma linear. Isso pode ser feito através de um potenciômetro, por exemplo. Veja a **figura 1**.

O leitor perceberá que neste exemplo, existe um consumo grande de corrente. Note que quando Vm = Vcc/2 teremos o controle linear dissipando a mesma potência do motor:

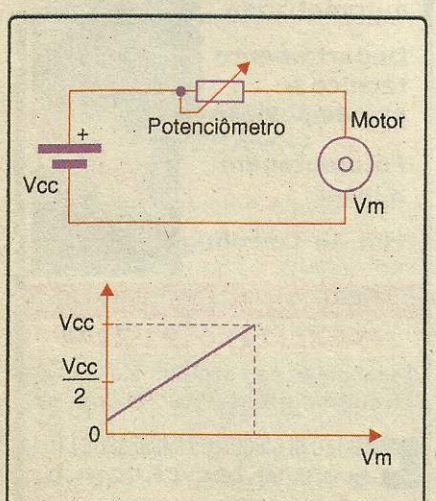


Figura 1 - Controle linear.

$$P_{Potenciômetro} = \frac{V}{2}.I \text{ e } P_{motor} = \frac{V}{2}.I$$

Pode-se afirmar então que este tipo de controle não é muito eficiente, principalmente na faixa de 0 a Vcc/2.

Porém, este mesmo controle poderia ser feito variando-se o tempo em que a carga fica com a potência total e com potência zero. Ou seja, controlaríamos a potência entregue através de uma "chave". Quando fechada, a carga receberia potência total, quando aberta nenhuma potência seria entregue. Observe a **figura 2**.

Obs.: A afirmação anterior é válida considerando-se apenas uma chave no controle. Ao usarmos um transistor bipolar como chave, por exemplo, teremos uma dissipação no mesmo devido à queda de tensão V_{CE} (queda de tensão entre o coletor e o emissor). Porém, para efeito didático, consideraremos uma chave no controle e, portanto, que esta queda de tensão não existe, recebendo a carga toda a alimentação Vcc (Vm=Vcc).

Note que agora não temos mais o controle linear. É "tudo ou nada", e a carga fica com toda a tensão Vcc ou não. Sendo assim, não existe qualquer dissipação no controle (chave).

De acordo com a velocidade em que a chave é aberta e fechada, entregaríamos mais ou menos tensão a carga (tensão média).

Um controle PWM (*Pulse Width Modulation*, ou em bom português "Modulação por Largura de Pulso) permite fazer exatamente isso. Varia-

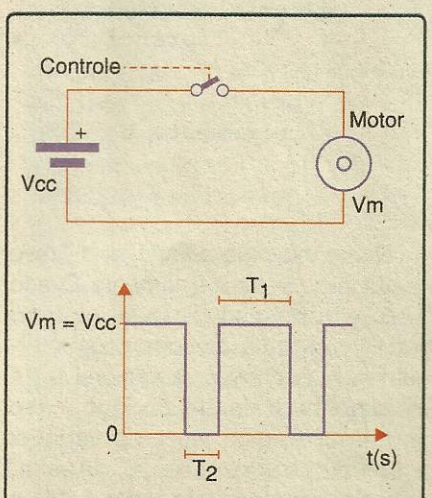


Figura 2 - Controle PWM com chave.

mos o "tempo" em que a carga recebe potência máxima em relação ao tempo em que a carga não recebe potência alguma. Isso é feito através de pulsos com tempo controlado.

O "tempo" destes pulsos determinará a quantidade de tensão entregue. Quanto maior for a duração de "T_1" e menor a duração de "T_2", maior será a potência entregue. Quanto menor a duração de "T_1" e maior a duração de "T_2", menor será a potência. Vale salientar que os pulsos têm sempre o valor máximo da tensão aplicada, portanto estamos sempre entregando a tensão máxima suportada pelo elemento controlado. No caso de um motor, por exemplo, podemos garantir o máximo torque para uma faixa bem maior de velocidade (rotação). Atente para a **figura 3**.

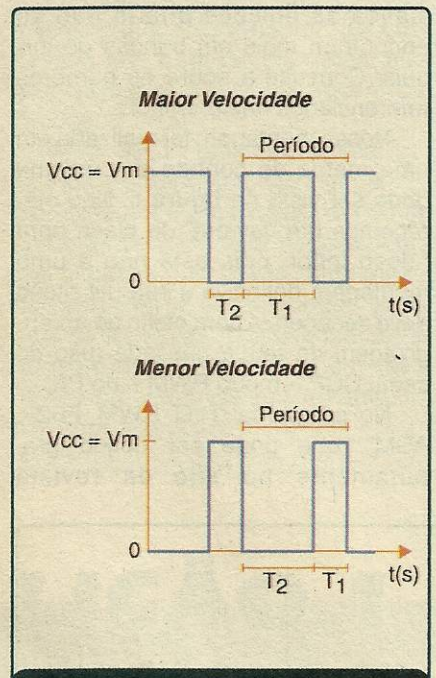


Figura 3 - Tempos T1 e T2 para controle PWM.

Um outro dado importante diz respeito ao período total (freqüência). Ele será sempre fixo, ou seja, a soma dos períodos de "T_1" e "T_2" será sempre a mesma, tanto para a situação de "Maior Velocidade" quanto para "Menor velocidade" no gráfico.

Vemos que este método de controle é o ideal para aplicações de motores CC, controle de brilho de LEDs, "back light" de LCDs, etc.

Obs.: Muitos engenheiros e técnicos costumam chamar o período "T_1" de "Duty Cicle". Concordamos que nosso leitor deva se acostumar a esse termo e o utilizaremos a partir deste ponto.

PWM com PIC16F628A

O PIC16F628A possui internamente um periférico para controle de PWM completo com 10 bits de resolução com saída no pino "9" (RB3/CCP). Este periférico opera de forma independente do programa, sendo necessário apenas "setar" alguns registradores para utilizar o canal CCP. Estes registradores estão descritos na **tabela 1**.

Registrador	Descrição
RE2	Registro de controle do Timer2 (TMR2)
CCP1CON	Registrador de configuração
CCPR1H	Parte alta do valor de controle
CCPR1L	Parte baixa do valor de controle

Tabela 1

Há dois importantes pontos a serem observados pelo leitor sobre o uso do canal PWM do PIC16F628A (CCP). Ele compartilha o pino de I/O RB3 (pino 9) e quando o CCP estiver em uso, este pino de I/O será desabilitado como I/O digital do PIC, enquanto o CCP estiver sendo utilizado. Lembre-se de quando usar o CCP como PWM, configurar o pino RB3 como saída através do comando TRISB.

O outro ponto é que a base de tempo para o PWM é feita através do "Timer2" (TMR2) do PIC e sendo assim, o programa do usuário não deverá fazer uso deste, deixando-o livre para o PWM (CCP). O tempo contado por TMR2 pode ser dividido por um "prescale", aumentando o tempo a ser contado. Na **tabela 2** temos os valores possíveis para TMR2.

Prescale	Tempo obtido
1	T_{OSC}
4	$4T_{OSC}$
16	$16T_{OSC}$

Tabela 2

Para configurar um PWM, precisamos primeiramente definir qual o seu período de trabalho. Para calcular este período no PIC, utilize a fórmula dada a seguir: **(F1)**

A freqüência do PWM pode ser calculada com a fórmula:

$$F = \frac{1}{T_{PWM}}$$

Para calcular o "duty cicle" o leitor deverá dividir o período que o pulso fica em nível alto (T_1) pelo período total do PWM. Para calcular o tempo que o pulso fica em nível alto devemos usar: **(F2)**

Então: **(F3)**

Observando atentamente a fórmula passada, o leitor poderá notar que o valor do "duty cicle" para o PIC depende do valor inserido em CCPR1L, em PR2 e nos bits 4 e 5 de CCP1CON (CCP1X e CCP1Y), não dependendo do valor do cristal inserido no PIC.

Anteriormente, dissemos que a resolução do PWM no PIC é de 10 bits. Sendo assim, devemos compreender que o nosso pulso pode

(F1) $T_{PWM}=[(PR2)+1] \times 4 \times T_{OSC} \times (PRESCALE_TMR2)$

(F2) $T_1 = CCPR1L:CCP1CON<CCP1X:CCP1Y> \times T_{OSC} \times (PRESCALE_TMR2)$

(F3) $$\frac{T_1}{T_{PWM}} = \frac{CCPR1L:CCP1CON<CCP1X:CCP1Y> \times T_{OSC} \times (PRESCALE_TMR2)}{[(PR2)+1] \times 4 \times TOSC \times (PRESCALE_TMR2)}$$

Obs.: CCPR1L: CCP1CON <CCP1X : CCP1Y> = valor de 10 bits inseridos p/ resolução.

variar de 0 % a 100 % com resolução máxima de 1024 pontos.

A fórmula para se calcular a quantidade máxima de bits que definirá a quantidade máxima de pontos do PWM (resolução) é dada por:

$$\frac{\log\left(\frac{F_{OSC}}{F_{PWM}}\right)}{\log(2)}$$

Talvez este "volume" de fórmulas possa parecer um tanto confuso ao leitor e neste caso, nada melhor que um exemplo para sanar todas as dúvidas possíveis. Vamos calcular os valores a serem inseridos nos registradores do PIC para um PWM operando a uma freqüência de 3,906 kHz, com oscilador interno ou externo a 4 MHz:

Primeiro convertemos nossa freqüência em período:

$$P_{PWM} = \frac{1}{P_{PWM}} = \frac{1}{3{,}906k} = 256\ \mu s$$

Agora calcularemos o valor a ser inserido em PR2, considerando o "preescale" como "1" (freqüência do próprio T_{OSC}): **(F4)**

Vamos agora calcular a resolução. **(F5)**

$$\text{(F4)}\quad 256\ \mu s = [(PR2)+1] \times 4 \times \left(\frac{1}{4MHz}\right) \times 1 \geq PR2 = 255$$

$$\text{(F5)}\quad PWM = \frac{\log\left(\frac{F_{OSC}}{F_{PWM}}\right)}{\log(2)} = \frac{\log\left(\frac{4MHz}{3.906Khz}\right)}{\log(2)} = 10\ bits$$

Acreditamos que agora o leitor tenha informações suficientes para calcular seu próprio valor de PWM para o PIC. Veja que antes de tudo é necessário definir a freqüência de trabalho desejada, levando em consideração a freqüência de funcionamento do PIC e a resolução desejada.

UM EXEMPLO PRÁTICO

Na **figura 4** o leitor tem um circuito elétrico utilizando um PIC16F628A no controle do brilho de um LED, através do canal CCP (PWM). Note que o circuito é bem simples. Temos apenas o microcontrolador (CI_1), um capacitor cerâmico de 100 nF de desacoplamento (C_1) e duas chaves (S_1 e S_2) tipo "push-button" NA (normalmente aberto) que permitem aumentar ou diminuir o brilho do LED (D_1). Os resistores R_2 e R_3 são resistores de "pull-down" para auxiliar na leitura das chaves (as mesmas são lidas no nível lógico "1").

O PIC16F628A possui um oscilador interno de 4 MHz com precisão de 1 %, mais que suficiente para nossa proposta. Sendo assim, o cristal e os dois capacitores cerâmicos utilizados em outros tipos de PICs não são necessários.

A alimentação do circuito deve ser feita através de uma fonte com 5 VDC regulados com 300 mA de corrente mínima. Atenção ao quesito da fonte!

Como nosso leitor já deve saber, todo microcontrolador precisa de um programa para funcionar. Estaremos considerando que o leitor interessado em testar o circuito aqui apresentado tem experiência com microcontroladores PIC Microchip®, principalmente no quesito compilação e gravação do programa no microcontrolador (uso do MPASM ou MPLAB e de um gravador qualquer) e por isso não apresentaremos nada a respeito neste artigo.

Para os leitores sem experiência com microcontroladores PIC Microchip®, aconselhamos a leitura do artigo "***Microcontroladores PIC – Dicas para montagens com sucesso", do autor Márcio José Soares*** (este que vos escreve!) publicado na edição nº 98. Neste artigo são detalhados itens importantes sobre "Hardware e Software" dos microcontroladores, o uso de compiladores e também dicas de como adquirir um bom gravador.

Dica: A Saber Marketing, http://www.sabermarketing.com.br, comercializa as edições que já não se encontram mais em bancas de jornais. Consulte-a sobre os números referenciados neste artigo!

Nossa montagem foi realizada em uma matriz de contato e a mesma pode ser vista na **figura 5**. Não oferecemos um "lay-out" de placa para nosso leitor, pois esta não é uma montagem definitiva e sua utilização deve ser apenas para efeito de aprendizagem da teoria passada (uso do canal CCP – modo PWM – do PIC).

No programa "PIC_PWM_F628.ASM", que pode ser obtido gratuitamente no *site* da revista

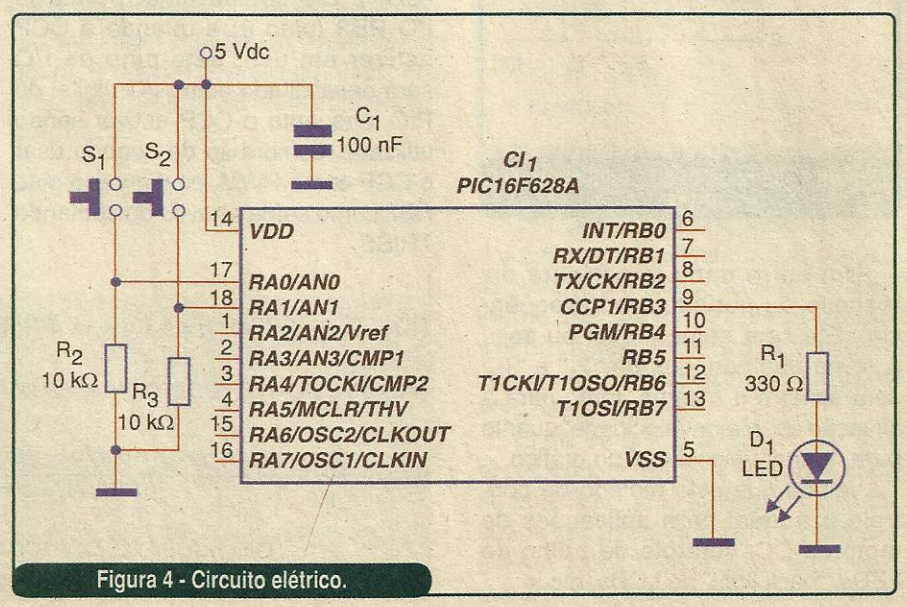


Figura 4 - Circuito elétrico.

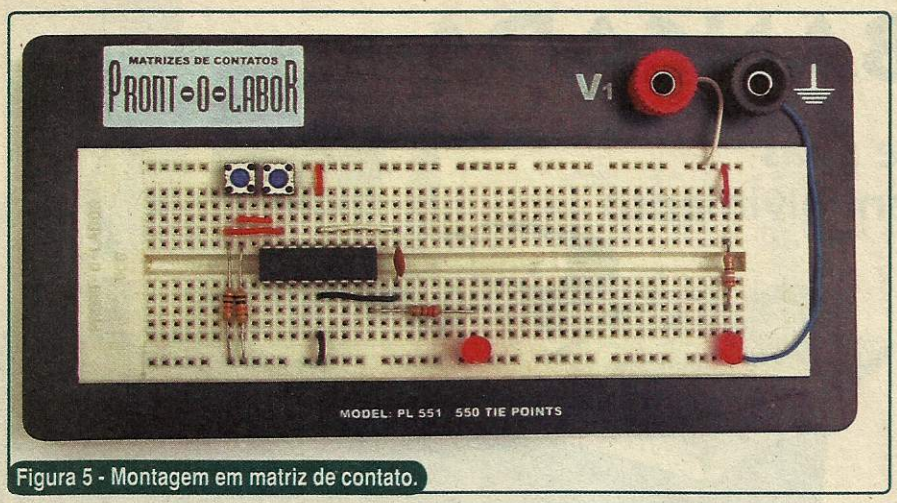


Figura 5 - Montagem em matriz de contato.

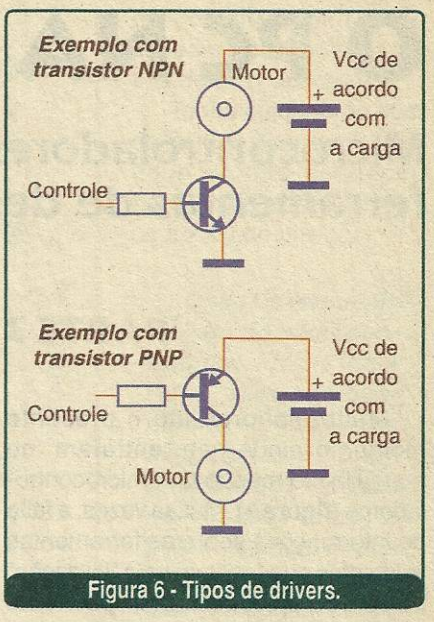


Figura 6 - Tipos de drivers.

http://www.eletronicatotal.com.br na seção "downloads", demonstramos como a implementação de todos os registradores descritos foi feita. O estudo do programa ajudará na compreensão do funcionamento do circuito e no uso do CCP do PIC (todo o programa foi comentado para facilitar sua compreensão).

SUGESTÕES DE USO

O leitor poderá utilizar o CCP do PIC, no modo PWM, para controlar motores DC, resistências utilizadas em aquecimento e muitas outras cargas (resistivas ou não). O controle do "back ligth" de um LCD também é totalmente possível (***na edição nº 101 demonstramos o controle de um display de cristal liquido com o mesmo PIC***). Um exemplo de aplicação é o controle da intensidade deste, via "software".

Porém, o leitor deve estar atento para a corrente máxima fornecida por pino de I/O do PIC que é da ordem de 20 mA máximos. Neste caso, o uso de "drives" é recomendado. Além de viabilizar um dreno maior de corrente pela carga a partir do *drive*, o novo circuito ainda poderá trabalhar com outras tensões, de acordo com a carga a ser implementada. Na **figura 6** temos alguns exemplos.

Onde obter mais informações

O leitor interessado em obter mais informações sobre os microcontroladores PIC poderá fazer uma pesquisa na Internet. Aconselhamos começar pelo *site* do fabricante. Nele é possível encontrar "Data books", "Application Notes" e muitas outras informações. O endereço é http://www.microchip.com.

Para aqueles que não dominam a língua inglesa, a leitura de artigos em revistas como este e muitos outros já publicados na Eletrônica Total e em outras e também a leitura de alguns livros poderá ajudar muito. A loja virtual *Saber Marketing* também oferece excelentes livros para a linha de microcontroladores PIC (**figura 7**). Consulte-a!

Conclusão

O uso dos periféricos de um microcontrolador poderá ajudar o leitor a desenvolver projetos complexos com o mínimo esforço no quesito "software". Assim, ganha-se tempo e aumenta-se a "precisão" final envolvida em um determinado projeto. Esperamos que estas informações ajudem nosso leitor e que as mesmas passem a fazer parte de sua biblioteca de consulta sobre "microcontroladores". Bons testes e até a próxima!



Figura 7 - Livros disponíveis na Saber Marketing.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

CI_1 – PIC16F628A-I/P – microcontrolador Microchip

D_1 – LED comum redondo

Resistores

R_1 – 330 Ω (laranja, laranja, marrom)

R_2, R_3 – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)

Capacitores

C_1 – 100 ηF – 0,1 μF - capacitor cerâmico

Diversos

S_1,S_2 – chaves mini tipo "push buttons" NA

Matriz de contatos para montagem, fios rijos finos para ligações, fonte de alimentação 5 VDC regulados com 300 mA mínimos, etc

O PC NA BANCADA

Microcontroladores e suas ferramentas de desenvolvimento



PARTE 3

Muitos leitores até o presente momento ainda não "entraram" no maravilhoso mundo dos microcontroladores (**figura 1**). Muitas vezes, a falta de informações sobre as ferramentas existentes que facilitam esta "iniciação" pode ser a responsável por isso. Sendo assim, neste artigo abordaremos as "ferramentas" que podem facilitar a entrada neste fascinante mundo.

O QUE É POSSÍVEL FAZER COM UM MICROCONTROLADOR?

O leitor que acompanha nossa revista já deve ter notado que procuramos sempre trazer um ou outro artigo (montagem ou ainda informação complementar) sobre os microcontroladores.

Sem dúvida alguma, o mundo moderno é "microcontrolado". Estes pequenos "notáveis" estão presentes em quase tudo que manipulamos no nosso dia-a-dia. Eles estão presentes em aparelhos como:

- TVs,
- DVDs e aparelhos de vídeo K7
- Fornos de microondas
- na maioria dos eletrodomésticos "inteligentes"
- alarmes e equipamentos de segurança
- nos periféricos do nosso PC (teclado e *mouse* são um exemplo disso)
- no controle de injeção dos veículos mais modernos e outros acessórios
- telefones e aparelhos celulares
- equipamentos para controle de processo industriais
- etc.

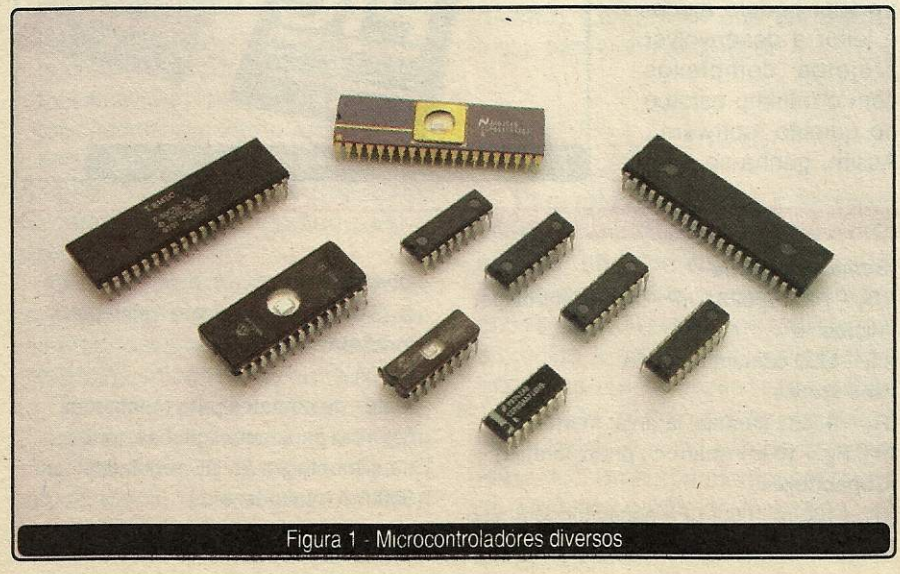


Figura 1 - Microcontroladores diversos

Como podemos ver, estamos cercados por "microcontroladores". E o futuro indica que será cada vez maior o número de dispositivos microcontrolados. Portanto, aprender significa manter-se no "mercado".

ISSO TAMBÉM É PARA MIM?!?

Pensamos que esta pergunta é feita por todos os nossos leitores, sejam eles *hobista*, estudante, técnico em manutenção ou engenheiro.

O estudo dos microcontroladores por parte dos estudantes (sejam de Tecnologia ou Engenharia) é hoje em dia obrigatório. Mesmo assim, ainda há aqueles que se negam a aprender com profundidade o assunto, pois não se pode falar em microcontrolador sem se tratar de programação e para esses "programar" é um verdadeiro martírio. Porém, podemos afirmar para todo aquele que pretende trabalhar com desenvolvimento em bancadas e laboratórios no geral, que o uso de microcontroladores é obrigatório! Aprender e bem sobre o assunto é vital para ingressar no mercado de trabalho!

Para o *hobista*, o exemplo dado há pouco também é valido. Quantos hobistas de hoje não serão os técnicos e engenheiros do amanhã?! Sendo assim, aprender é preciso! E não é somente isso. Quantas montagens e idéias interessantes são descartadas,

simplesmente por requererem um microcontrolador?! Enfim, motivos para aprender sobre microcontroladores também não hão de faltar ao hobista.

Para o técnico de manutenção moderno está mais do que claro o uso dos microcontroladores. A maioria dos aparelhos modernos que entram em suas oficinas possui um ou mais microcontroladores. Saber como manuseá-los, sobre suas aplicações e principalmente como operam, poderá fazer a diferença durante uma provável manutenção.

Para o engenheiro eletrônico atual, conhecer o mundo dos microcontroladores pode representar a manutenção do emprego e quiçá a busca por melhores chances!

Não se pode ir contra o futuro! Devemos ir de encontro a ele, afinal estamos no século XXI !! E isso não significa que tudo o que aprendemos sobre eletrônica analógica e eletrônica digital discreta será agora perdido! Nada disso! Quanto maior for o conhecimento nessas áreas, do interessado em ingressar no mundo dos microcontrolador, melhor e mais fácil será seu aprendizado!

POR ONDE COMEÇAR?!

Está é uma outra pergunta sempre feita por nossos leitores: ***Qual o melhor microcontrolador para se iniciar?! Como?! Quando?! Onde?!***

Podemos apenas afirmar que a pressa será sempre a inimiga da perfeição! Muitos leitores acreditam existir "o melhor microcontrolador", assim como "a melhor linguagem de programação" para o mesmo! Este erro é comum devido a falta de experiência na área!

Não existe "o melhor microcontrolador" e nem "a melhor linguagem de programação"! Os desenvolvedores/programadores com microcontroladores mais experientes costumam dizer que "o ***melhor microcontrolador é aquele com o qual se sabe lidar***", sendo a mesma afirmação válida para a "linguagem de programação" a ser utilizada!

Portanto, caro leitor, é necessário antes desmistificar alguns "preconceitos". É fato que hoje existem muitos microcontroladores com grande velocidade, alta capacidade de memória, os mais diversos periféricos (USART, AD's, DA's, PWM, Comparadores, etc.) e muitas outras vantagens, porém também é fato que grandes empresas ainda utilizam o bom e velho conhecido 8051 Intel® (criado na década de 80, século XX). Sendo assim, a afirmação continua válida! ***Bom é aquele que sabemos utilizar***!

Claro que existe uma ressalva a fazer. O mundo dos microcontroladores cresce em grande velocidade. A cada dia uma nova família é criada, com novos e interessantes recursos. Saber utilizar bem um microcontrolador qualquer é vital, mas conhecer uma outra família pode representar o sucesso na manutenção ou disputa na vaga por um emprego.

Muitas empresas, que utilizam um determinado microcontrolador, gostariam de poder trocar o mesmo por um outro mais moderno ou ainda com mais recursos. As vantagens para esta troca são inúmeras, começando pelo custo de um microcontrolador mais moderno que geralmente é mais barato, tamanho final do produto, velocidade de processamento e principalmente o valor agregado. Quanto mais recursos um aparelho tiver, melhor será seu preço no mercado e também maior o interesse do consumidor por este. E isto está intimamente ligado com os "recursos" internos de cada microcontrolador.

OBA!!! EU QUERO, MAS QUERO AGORA!!!

Essa também é uma prática muito comum entre alguns leitores. Pressa!!! Um culto desenfreado à velocidade!!! No mundo dos microcontroladores, isso pode representar o "fracasso" no aprendizado!

Não tenha pressa em aprender! Mantenha sempre a calma e dê um passo de cada vez! É melhor aprender primeiro como "piscar um LED", por exemplo, a partir para a montagem de um "mini-servidor WEB usando em sua comunicação o protocolo TCP/IP". Com toda certeza os conceitos do primeiro exemplo serão melhor absorvidos que no segundo caso, em se tratando de um iniciante.

Sendo assim, vamos por partes! Degrau por degrau! E quando for o momento, o leitor perceberá que tem os conhecimentos necessários para compreender um "mini-servidor WEB" (e até mais)!

ENTÃO, POR ONDE COMEÇAR!

Agora que o leitor já tem o devido interesse e está mais do que informado a respeito de como será seu aprendizado (um passo de cada vez, mas com muita solidez!) é hora de conhecer algumas ferramentas que poderão ajudá-lo a ingressar no mundo dos microcontroladores de maneira fácil e até ganhando algum tempo!

OS MICROCONTROLADORES "EMBEDDED"

Para se trabalhar com um microcontrolador qualquer são necessárias algumas ferramentas. Dentre essas ferramentas, existe uma que é essencial e sem ela não se pode desenvolver qualquer projeto microcontrolado. Estamos falando do gravador!

Isso mesmo! Um gravador!!! Todo programa para um microcontrolador é montado em um PC através de um editor de textos, depois o mesmo passa pelo processo da compilação e o resultado disso, o arquivo objeto, é gravado no microcontrolador. Porém para isso é necessário um gravador!

Muitos fabricantes disponibilizam alguns "Applications Notes" demonstrando os passos necessários para se construir um gravador para seus microcontroladores. Todavia, na maioria dos casos esta não é das tarefas mais fáceis e para o leitor que gostaria de possuir um equipamento profissional, muitas empresas comercializam estes equipamentos.

Esse é o caso da Tato Equipamentos Eletrônicos, que possui em

sua linha de produtos o gravador PROPIC II (**figura 2**) com excelente custo/benefício. Esta é uma excelente opção para o leitor que gostaria de agilizar o seu aprendizado, pois assim não teria de perder tempo com a montagem de um gravador qualquer.

De posse de um gravador (profissional ou mesmo artesanal), o leitor ainda terá de aprender alguns conceitos importantes no uso de um microcontrolador. Estamos falando, por exemplo, de como configurar o "reset" do mesmo, o *clock* (oscilador necessário), os pinos de I/O, seus periféricos, trabalhar com a memória deste, e muitas outras!

E depois disso tudo, ainda terá de aprender a programá-lo em uma linguagem como o poderoso mas complexo "Assembly". Parece complicado?! Sim parece, mas vamos agora "queimar algumas etapas" sem "pressa".

Digamos que o leitor não precisasse mais montar um gravador, e que também não se faça necessário conhecer num primeiro momento como se configura o "reset", periféricos, *clock*, memória, etc, de um microcontrolador! Seria apenas necessário aprender a programá-lo !!!

Ficou melhor?! Acreditamos que sim! E vamos a mais uma facilidade! E se a linguagem de programação a ser aprendida fosse poderosa, com comandos com sintaxe bastante "inteligível", bastante diferente do "assembly"?! Bom, não é?

E o leitor pode crer, isso existe! São os microcontroladores "embedded" (embarcados). Geralmente estes microcontroladores são montados em uma pequena placa, com cristal para *clock*, pino de *reset* previamente configurado, pinos de I/O disponíveis e prontos para serem utilizados, entre outras vantagens. E na maioria dos casos, a linguagem de programação é bem simples e possui um nível de interação bem alto com o programador (inteligibilidade).

Na **figura 3** temos a imagem do microcontrolador "embedded" nacional mais difundido entre os usuários de microcontroladores. Estamos falando do Basic Step 1, desenvolvido e fabricado pela Tato Equipamentos Eletrônicos. As principais características deste "microcontrolador" são:

- Encapsulamento SIP (módulo de 14 pinos em linha)
- 8 linhas de I/O digitais bidirecionais programáveis independentemente
- 5 canais AD (conversor analógico/digital) com 10 bits de resolução
- 256 *bytes* de memória de programa EEPROM
- 80 a 100 linhas de instruções máximas
- 16 bytes de memória RAM (2 para I/O's e 14 para variáveis)
- *Clock* de 8 MHz (5000 instruções por segundo)
- Comunicação RS-232 até 2400 bps em qualquer pino
- Faixa de alimentação: de 5 Vdc a 15 VDc máximos
- Interpretador TBASIC (Windows), com comandos em inglês e português (gratuito)
- Suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa
- Compatível com o Basic Stamp I da Parallax Inc.

A Tato Equipamentos possui ainda outros microcontroladores "embedded", cada qual com suas características. Um exemplo disso é o Basic Step 2k (**figura 4**) que tem as seguintes características:

- Encapsulamento SIP (20 pinos em linha)
- Possui 15 linhas de I/O programáveis independentemente
- 2048 *bytes* de memória de programa FLASH para programa
- 128 *bytes* de memória RAM para dados
- 128 *bytes* de memória EEPROM para dados
- *Clock* de 10 MHz (10 MIPS – milhões de instruções por segundo)
- Comunicação RS-232 até 115 kbps em qualquer pino
- Faixa de alimentação: de 5 Vdc a 15 VDc máximos
- Utiliza linguagem basic compilada de grande velocidade (BASCOM)
- Comandos especiais:

1WIRE - Comunicação 1WIRE
I²C - Comunicação I²C
SERVO - Controle de servos
DTMFOUT - Gera sinais DTMS
GETATKDB - Lê teclado de PC
GETKBD - Lê teclado matricial
GETRC - Lê um potenciômetro
GETRC5 - Lê um sinal de IR
LCD - Escreve no *display LCD*
INT - Rotinas de interrupção
POWERDOWN e POWERSAVE - Economia de energia
READMAGCARD - Lê cartão magnético
SONYSEND - Gera sinal IR de controle remoto
SPI - Comunicação SPI

- 2 pinos para interrupção *real time*
- Possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa
- O programa BASCOM é fornecido gratuitamente pelo fabricante, assim como programas exemplos.



Figura 2 - Gravador PROPIC II Tato.

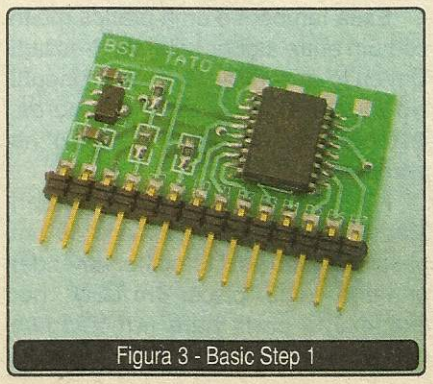
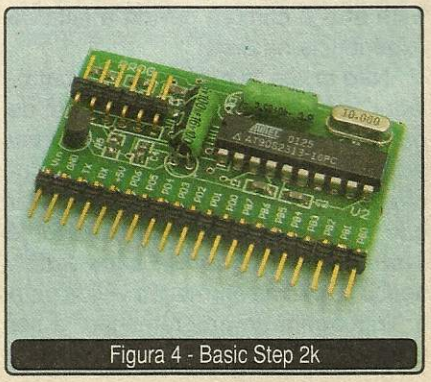


Figura 3 - Basic Step 1


Figura 4 - Basic Step 2k

Maiores informações sobre outros microcontroladores "Embedded" da Tato Equipamentos podem ser obtidas no *site* da empresa, www.tato.ind.br.

Além da Tato Equipamentos, temos outras duas empresas parceiras entre si, a AVR System e a Symphony Robótica Educacional, que desenvolveram duas interessantes soluções: o Fast Basic 2k, compatível com o Basic Step 2K e o Fast Basic 8k. Na **figura 5**, o leitor tem a imagem destes dois "embeddeds".

Como dito anteriormente, o Fast Basic 2k é compatível com o Basic Step 2k e sendo assim não há necessidade de repetir aqui novamente suas características, pois são as mesmas do Basic Step 2k. Abaixo o leitor tem as características do Fast Basic 8k:

- Encapsulamento SIP (20 pinos em duas filas cada – 300 mils)
- Possui 22 linhas bidirecionais de I/O
- 8196 *bytes* de memória de programa FLASH para programa
- 1024 *bytes* de memória SRAM para dados
- 512 *bytes* de memória EEPROM para dados
- Opera com "clock" de 16 MHz (16 MIPS – milhões de instruções por segundo)
- Comunicação RS-232 de 2400 bps até 115 kbps em qualquer pino por software (nível 5V)
- Comunicação serial RS-232 pronta em dois pinos (TX-RX)
- 6 canais AD de 10 bits compartilhando 6 pinos de I/O digital
- USART para RS-232
- Interface SPI
- Dois "timer's" de 8 bits com "prescaler" separados
- Um *timer* 16 bits com "prescaler"
- "Wacth Dog Timer"
- PWM
- Duas interrupções externas independentes
- Comparador analógico
- Faixa de alimentação: de 7,5 Vdc a 15 VDc máximos
- Utiliza linguagem BASIC compilada de grande velocidade (BASCOM)
- Comandos especiais:
- DTMFOUT - Gera sinais DTMS
- GETATKDB - Lê teclado de PC
- GETKBD - Lê teclado matricial
- GETRC - Lê um potenciômetro
- GETRC5 - Lê um sinal de IR
- I²C - Comunicação I²C
- INT - Rotinas de interrupção
- LCD - Escreve no display LCD
- POWERDOWN e POWERSAVE - Economia de energia
- READMAGCARD - Lê cartão magnético
- SERVO - Controle de servos por interrupção
- SONYSEND - Gera sinal IR de controle remoto
- SPI - Comunicação SPI
- WIRE - Comunicação 1WIRE
- Entre outros
- Suporte técnico nacional gratuito via internet
- O compilador BASCOM é fornecido gratuitamente para programas de até 2 *Kbytes* de tamanho. Para programas de maior tamanho (8 k), o mesmo deve ser licenciado.

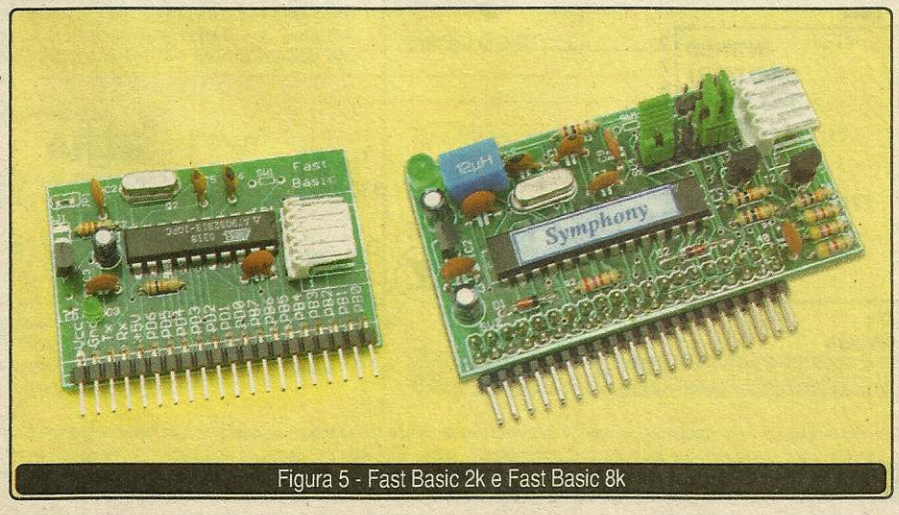


Figura 5 - Fast Basic 2k e Fast Basic 8k

Maiores informações sobre estes microcontroladores podem ser obtidas diretamente no site dos fabricantes: www.avrsystem.com.br e www.symphony.com.br.

SERÁ QUE É ISSO MESMO!?

O leitor mais desconfiado sempre se faz esta pergunta a toda e qualquer novidade que lhe é mostrada. Sendo assim vamos a um pequeno exemplo, utilizando o Basic Step 1. Vamos preparar um circuito que faça um "vai e vem" de cinco LED's, cada um piscando em intervalos de um segundo (1 Hz). Veja na **figura 6** o esquema elétrico proposto.

Pelo esquema elétrico, o leitor pode notar que não há nenhum outro componente junto ao Basic Step, a não ser os LEDs (D_1 a D_5) e os resistores limitadores (R_1 a R_5). A presença destes resistores é importante para evitar queimar os LEDs e/ou o Basic Step 1, devido ao dreno excessivo de corrente (o Basic Step 1 só pode fornecer 20 mA máximos por pino).

Na **figura 7** temos o código-fonte para o circuito proposto. O leitor perceberá que o programa desenvolvido é bem simples e fácil de se compreender (observe atentamente as linhas de comentários).

É disso que falamos desde o início, da facilidade em se aprender como programar este microcontrolador. A linguagem TBASIC, preparada para lidar com pinos de I/O e todos os recursos do Basic Step permitiu isso. Agora, imagine montar este programa na linguagem "assembly"?! Para o leitor iniciante, temos total certeza, isso seria muito sofrido devido à baixa inteligibilidade dessa linguagem.

Porém como já é de praxe, gostamos de demonstrar aos nossos leitores "ambos os lados de uma mesma moeda". No esquema elétrico apresentado na **figura 8**, temos um circuito utilizando um microcontrolador Microchip®, o PIC16F628A. E em nosso *site* o leitor encontrará disponível o código-fonte, montado com a linguagem "assembly" que executa a mesma função no circuito da figura 8.

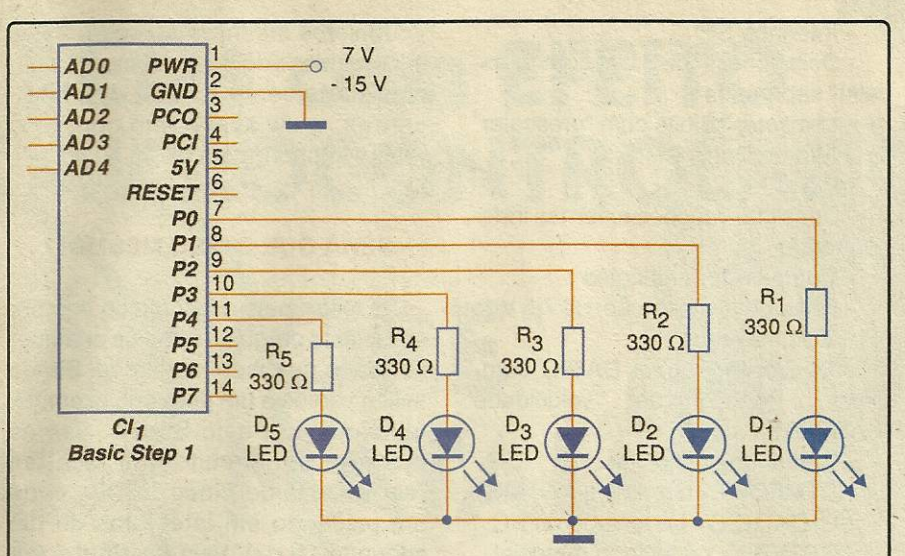


Figura 6 - Esquema elétrico com Basic Step 1.

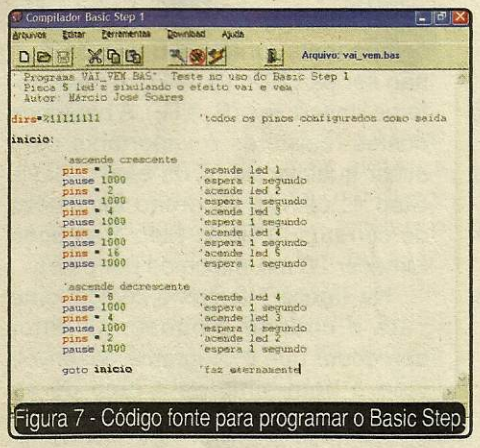


Figura 7 - Código fonte para programar o Basic Step

Compare ambos os circuitos. Veja que o circuito da figura 8 possui muito mais componentes que o da figura 6. Eles estão ali para formar a "fonte", circuito de *reset*, e *clock*.

Agora, compare os dois códigos: em qual deles você sentiu maior facilidade de interpretação?!? Em qual deles você se sentiria mais a vontade para alterar o código, modificando o intervalo de tempo, por exemplo, de 1s para 0,5 s?!

O leitor após aprender sobre lógica de programação (ponto fundamental em programação) e também sobre o uso de um microcontrolador "embedded" poderá partir para vôos mais seguros no mundo dos microcontroladores não "embedded". A experiência ganha com o uso de um equipamento que foi criado para facilitar a vida do desenvolvedor é muito grande (e mesmo assim há os que pensam o contrário!) e com toda certeza será de grande valia quando o leitor der mais um passo, rumo ao seu objetivo maior: conhecer e dominar o mundo dos microcontroladores!

CONCLUSÃO

O leitor deve ter percebido que muito pode ser feito com um PC em sua bancada. Este, na verdade, tornou-se uma ferramenta valiosíssima e indispensável para todo aquele que deseja prosseguir com seus estudos na área de Eletrônica. E fica aqui o recado: o leitor não deve se assustar com a aparente "mistura" da eletrônica com a informática. Ela é real e irreversível!! E o PC é o elo de ligação entre ambas as áreas e dominá-lo é necessário! Até a próxima!

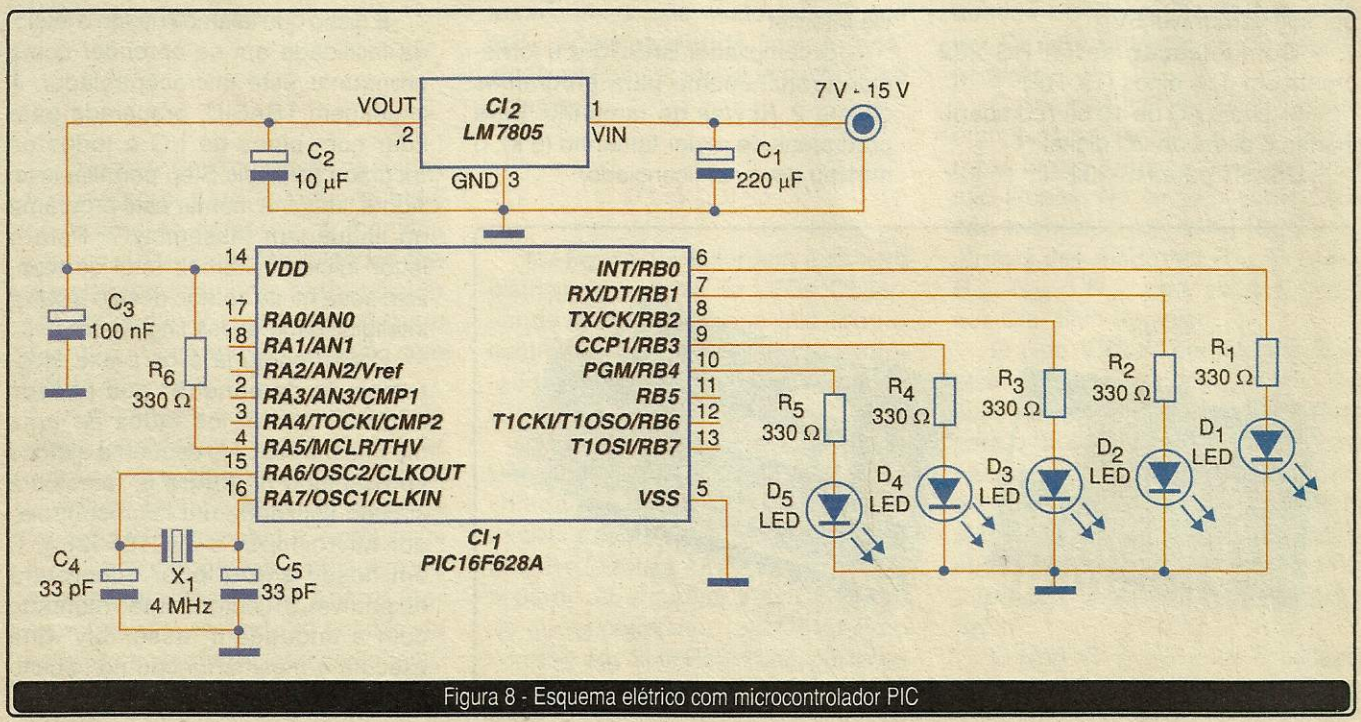


Figura 8 - Esquema elétrico com microcontrolador PIC