

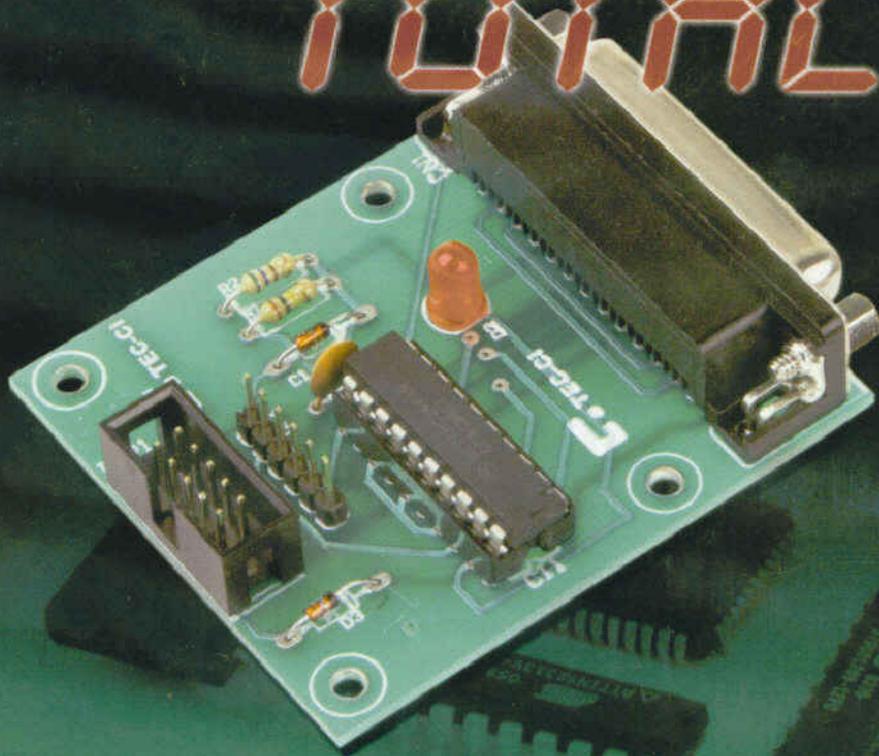
# ELETRÔNICA TOTAL



Nº 113 - Jan-Fev/06  
Europa € 4,30 Brasil R\$ 10,50

## Gravador AVR

Construa uma placa capaz de gravar os principais modelos de microcontroladores AVR



## Contador de eventos microcontrolado

Que pode ser utilizado em diversas aplicações

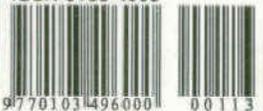
## Porta lógica com PIC

Capaz de simular todas as portas lógicas básicas

## Electronics Workbench

Aprenda a utilizar essa ferramenta para desenvolvimento de projetos eletrônicos num minicurso inédito

ISSN 0103-4960



9 770103 496000 0 0113



Editora Saber Ltda.

**Diretores**

Hélio Fittipaldi

Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

# ELETRÔNICA TOTAL

www.eletronicatotal.com.br

**Editor e Diretor Responsável**

Hélio Fittipaldi

**Editor Assistente**

Paulo Gomes dos Santos

**Redação**

Sérgio Vieira, Viviane Bulbow

**Conselho Editorial**

Luiz Henrique Correia, Marcio José Soares  
Newton C. Braga

**Auxiliar de Redação**

Claudia Tozetto  
Laiz Zanetti

**Produção**

Yassarí Gonçalo

**Designers**

Diego Moreno Gomes, Diogo Shiraiwa  
Jonas Ribeiro Alves, Renato Palotti

**Fotografia**

Bruno Terena

**PUBLICIDADE**

André Zanferrari, Angela Gonçalves  
Carla de Castro Assis, Ricardo Nunes Souza

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

**Colaboradores**

Marcelo G. Damasceno, Marcus Vasconcellos

**Capa**

Foto do Electronics Workbench:  
National Instruments/Divulgação

**Impressão**

São Francisco Gráfica e Editora

**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 bimestral 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.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.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](http://www.anatec.org.br)

## Editorial

Já está no ar, no *site* da Revista, o campo para votação dos melhores projetos dos leitores da edição nº 112. Agora, os leitores não precisam mais recortar sua revista para participar da votação. Para votar, o leitor faz um cadastramento onde a pesquisa nos auxilia a direcionar os temas das revistas de acordo com as suas necessidades. Além disso, aqueles que se cadastraram receberão futuramente o "Informativo Eletrônica Total", que aos moldes do que foi feito no informativo da revista Mecatrônica Fácil, trará notícias, informações úteis, e artigos completos, alguns exclusivos para o informativo. Portanto, se você não fez ainda o seu cadastramento, não perca mais tempo!

E a primeira edição do ano traz um artigo muito especial e muito solicitado pelos nossos leitores: o Gravador de AVR! Até então, estávamos privilegiando projetos feitos como o já consagrado microcontrolador PIC, devido principalmente ao seu custo e disponibilidade no mercado. Mas, aos poucos, a linha AVR vem se mostrando uma competidora à altura nestes quesitos. Aliado a isso está a necessidade dos nossos leitores em conhecerem outros tipos de microcontroladores para estarem em condições de enfrentar os desafios do mercado profissional.

Mas os adeptos do PIC podem ficar tranquilos, pois os projetos com este microcontrolador continuarão sendo publicados. Nesta mesma edição trouxemos dois projetos com PIC: uma porta lógica e um controlador de eventos, projetos relativamente simples que podem ser implementados em outros projetos, de acordo com a criatividade dos leitores.

E outras novidades estão a caminho. Esperamos que vocês gostem! E, pra finalizar, um ótimo 2006 para todos!

Paulo Gomes dos Santos

## Índice

### Reportagem

A eletrônica que salva vidas.... 4

### Instrumentação

Minicurso de projetos eletrônicos com Electronics Workbench - parte 1..... 6

### Microcontroladores

Contador de eventos microcontrolado CEM-1..... 10  
Gravador ET-AVR1..... 50  
Porta lógica com PIC: PL-PIC....60

### Inglês Instrumental

Sistema internacional de unidades.....17

### Soluções

Projetos de fontes simétricas.... 20  
Conheça a deriva térmica..... 29

### Manutenção

Triplificador de tensão.....23

### Automação predial

Protocolo de comunicação X-10..26

### Componentes

Os LEDs.....35

### Montagem

Localizador de cabos..... 33  
Uma sirene potente para alarmes.....39

### Seções

Seção do leitor..... 3  
Práticas de *service*..... 42

Atendimento ao Leitor: [www.eletronicatotal.com.br/contato](http://www.eletronicatotal.com.br/contato)

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.



# A eletrônica que salva vidas



**M**ais uma criança prematura nasce em um hospital de São Paulo e precisa de cuidados especiais. Uma enfermeira leva o bebê ao berçário, enquanto um técnico eletrônico terminava a manutenção da única incubadora disponível. Ele se apressou em terminar o serviço para que a enfermeira atendesse a criança e esqueceu de verificar o controlador de temperatura do aparelho. A criança foi colocada no equipamento e a enfermeira ajustou a temperatura para 37° C no *display*, mas como o controlador estava desajustado ele registrou 39° C. Depois de algum tempo as enfermeiras perceberam que a criança não estava bem. O calor excessivo dentro da incubadora induziu a menina à febre muito alta e ela quase morreu.

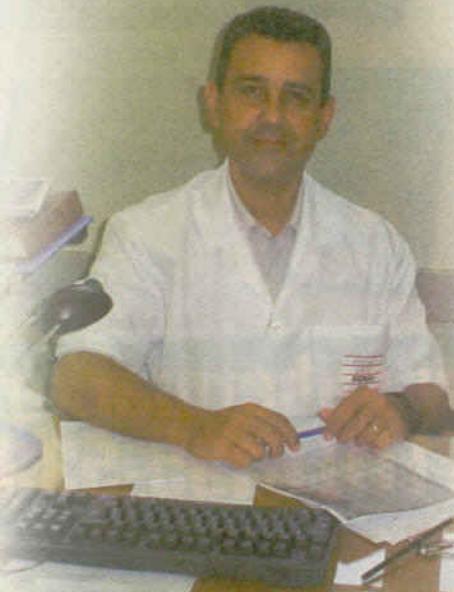
Situações como essa acontecem por falta de preparo dos técnicos de eletrônica que, ao se especializarem na área médica, não são instruídos para essa tarefa. "Os profissionais tem conhecimento técnico, mas não tem consciência da responsabilidade", explica Jeferson Albarran, técnico da Advento Equipamentos. No Brasil, o setor de eletro-médicos emprega cerca de cinco mil pessoas diretamente e a maioria delas está concentrada na assistência técnica dos equipamentos, pois o desenvolvimento de eletro-médicos ainda não é intenso no país. "O governo não faz investimentos em tecnologia para essa área e os hospitais estão com equipamentos defasados", explica Hely Maestrello, diretor executivo da ABIMO – Associação dos Fabricantes de Produtos Médicos e Odontológicos.

A manutenção garante o funcionamento dos equipamentos, que mesmo não sendo de ponta, são os responsáveis por salvar muitas

vidas. Contudo, faltam os profissionais qualificados que as empresas de assistência técnica tanto precisam. "Já ofereci estágios para técnicos eletrônicos na empresa, mas não foram bem sucedidos, pois os candidatos tinham dificuldades mesmo nos testes básicos de eletrônica", desabafa Jeferson.

Entretanto, não basta só a formação em Eletrônica, pois o profissional deve conhecer desde o funcionamento eletrônico do aparelho até sua função, por exemplo, dentro do Centro Cirúrgico. Devido à carência de cursos voltados a esse setor, a maioria das empresas forma o profissional internamente, através de treinamentos no ramo onde a empresa atua ou enviam seus funcionários ao Exterior para cursos de aperfeiçoamento nos fabricantes de eletro-médicos. "Pedimos aos candidatos que tenham nível técnico, conhecimentos em eletrônica digital e alguma experiência na área eletrônica", conta Orlando de Carvalho, da Carsi, que fabrica e comercializa equipamentos para fisioterapia.

"Temos cerca de 20 alunos estagiando", diz Maia.



## Cursos são raros, mas existem

Pesquisando na Internet ou conversando com os técnicos é difícil saber sobre cursos direcionados para a manutenção de equipamentos eletrônicos voltados à Medicina. Somente o Senai "Mariano Ferraz" da Vila Leopoldina (SP) possui um curso técnico em Manutenção de Equipamentos Odonto-médico-hospitalares que foi criado após a solicitação da ABIMO e do SINAEMO – Sindicato da Indústria de Artigos e Equipamentos Odontológicos, Médicos e Hospitalares do Estado de São Paulo, que notou a carência de profissionais nesse ramo. "O aluno sai do Senai especializado na manutenção, instalação e gestão desse processo", afirma Claudinei Vieira Maia, coordenador técnico do curso.

Segundo Maia, houve um planejamento do conteúdo apresentado aos alunos. "Criamos um comitê de profissionais formado por médicos, enfermeiros e técnicos da área de eletro-medicina para discutir como seria estruturado o curso", diz Maia. As obras do Núcleo Odonto-Médico-Hospitalar já estão sendo finalizadas e a inauguração está prevista para março de 2006. Neste núcleo estarão concentradas todas as aulas do curso, que comporta 64 alunos divididos entre os períodos vespertino e noturno.

Cerca de 865 candidatos se inscreveram para a prova da primeira turma do curso, que iniciou as aulas em janeiro de 2005 mesmo sem o término do Núcleo. O conteúdo do curso no primeiro ano visa oferecer embasamento teórico e prático aos alunos com aulas de Eletrônica e Mecânica. Em seguida



## ELETRÔNICA MÉDICA NO BRASIL

O mercado da Eletrônica Médica, que inclui o desenvolvimento e a manutenção dos equipamentos eletrônicos utilizados na Medicina tem crescido no Brasil, mas ainda há carência de profissionais especializados. Segundo a ABIMO – Associação dos Fabricantes de Produtos Médicos e Odontológicos, os equipamentos médicos movimentaram 1,51 bilhão de reais no Brasil em 2004. O balanço de 2005 ainda não foi fechado, mas Hely Maestrello, diretor executivo da ABIMO afirma que dificilmente o setor atingirá a meta de crescimento projetado para

o ano devido à falta de investimentos na área.

A manutenção de equipamentos eletromédicos engloba grande parte do mercado no Brasil, já que o desenvolvimento de tecnologias para o setor ainda não é promissor, pois acompanha a situação da saúde no país. Apenas hospitais modernos, como o InCor - Instituto do Coração do Hospital das Clínicas, possuem um departamento de bioengenharia voltado ao desenvolvimento de novas tecnologias. Há 20 anos foi criada a Fundação Zerbini que oferece apoio ao departamento de bioengenharia do InCor.

Cadeira odontológica é um dos equipamentos presentes no núcleo.

é apresentada a manutenção dos equipamentos odonto-médico-hospitalares. São lecionadas também matérias como Comunicação Oral e Escrita, Relações Humanas e até Anatomia. "O aluno tem que saber o que está acontecendo no corpo humano para consertar o equipamento corretamente", afirma Alexandre Krasnoschecoff, técnico de ensino.

Com R\$ 3 milhões de reais investidos em sua infra-estrutura, o Núcleo possui, além das salas de aula, um amplo laboratório prático dividido entre equipamentos odontológicos e médicos-hospitalares. "Já temos 28 empresas, como a Fanin, colaborando com equipamentos", conta Maia. O Núcleo tem também um auditório, onde devem acontecer *workshops* com profissionais de manutenção e também com as empresas fabrican-

tes de novas tecnologias médicas. "Esse auditório será disponibilizado gratuitamente às empresas, pois queremos os profissionais do mercado em contato com nossos alunos", diz Maia. No curso o aluno aprende também a verificar se os equipamentos estão de acordo com as normas IEC 60.601 e IEC 60.602 supervisionadas pela ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, aplicáveis aos fabricantes de equipamentos eletro-médicos.

Segundo Audrey Stochi, técnica de ensino, para que o profissional preste um serviço de qualidade é preciso que haja um trabalho de conscientização, pois mesmo que seja indiretamente, ele lida com a vida. "Costumo falar para os alunos que eles precisam consertar corretamente o aparelho porque a mãe dele pode precisar daquele equipamento. A vida dela depende do funcionamento daquele aparelho", conta. Além da responsa-

bilidade com a vida dos pacientes, o técnico também é treinado para cuidar de si próprio, pois muitas vezes corre perigo. Alexandre explica que ao consertar, por exemplo, um aparelho em curto-circuito, o técnico corre risco de vida. "Ele pode ser solicitado também para consertar um bisturi eletrônico sujo de sangue, e precisa saber que deve usar luvas para não se contaminar com Hepatite ou AIDS, por exemplo", afirma.

O técnico de ensino Edson Moreno conta que a diferença entre o mantenedor da área odontológica e o da área médica, é que o primeiro pode trabalhar como autônomo. "O profissional precisa ter maior poder aquisitivo também", diz. No entanto, suportar situações estressantes e o contato com sangue deve ser um ponto em comum entre os profissionais das duas áreas. "Às vezes, o técnico é chamado para consertar um aparelho no meio de uma cirurgia", explica Alexandre. Além disso, nos grandes hospitais, os técnicos fazem uma pré-avaliação dos equipamentos todos os dias antes do início das atividades. "Além da gratificação pessoal por auxiliar no salvamento de vidas, o técnico dessa área recebe bons salários", afirma Alexandre. Segundo o Senai, o técnico em manutenção de equipamentos eletro-médicos recebe, em média, R\$ 1,5 mil. **T**

### Saiba mais

- [www.abimo.org.br](http://www.abimo.org.br)
- [www.sp.senai.br](http://www.sp.senai.br)
- [www.zerbini.org.br](http://www.zerbini.org.br)

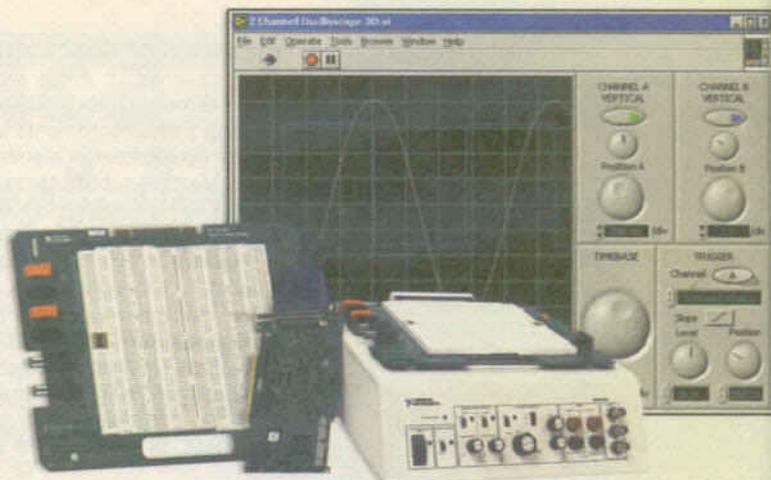
Conserto de incubadoras exige atenção redobrada dos técnicos.



# Minicurso de Projetos eletrônicos com

# Electronics Workbench **Parte 1**

Newton C. Braga



Um dos softwares mais populares entre os projetistas de circuitos eletrônicos é o *Electronics Workbench* ou EWB. Para os que já ouviram falar desse software ou que já fizeram trabalhos com ele, a novidade é que o EWB agora é um produto da National Instruments e, em sua versão 9, conta com recursos profissionais que o tornam muito mais do que um simples software de projeto para estudantes e *hobistas*. Os recursos dessa nova versão permitem seu uso avançado em aplicações profissionais, incluindo projeto de circuitos com microprocessadores e de alta frequência. Como nossos leitores não podem ficar longe desse software, iniciamos nesta edição um Curso que tratará de forma básica dos recursos do EWB, começando pelo software de projeto e simulação, o MultiSIM 9.

O Electronics Workbench (EWB) é um software que nos últimos 15 anos tem se apresentado como líder no setor com mais de 180 000 unidades vendidas. Trata-se de um "pacote" que inclui programas para captura de esquemas, simulação de funcionamento de circuitos, projeto de placas de circuito impresso, além

de simulação térmica. Com a incorporação do EWB à linha da National Instruments, aperfeiçoamentos foram feitos no sentido de tornar esse programa uma ferramenta de uso profissional com a possibilidade de interagir com outros produtos da empresa como LabVIEW e o SignalExpress. Essa interação é de vital importância

para tapar a lacuna que existe entre o projeto eletrônico e o teste.

A sede da empresa Electronics Workbench fica em Toronto, Canadá, mas existe suporte e vendas em representações em muitos países, incluindo o Brasil.

## Estrutura

O "pacote" EWB é formado por 4 programas principais.

**MultiCAP:** software para captura de esquemas que permite importar projetos e características de componentes para uso próprio.

**MultiSIM:** poderosa ferramenta de simulação que inclui uma versão completa do MultiCAP para projeto.

Esse programa é capaz de verificar erros antes que eles se propaguem pelo projeto. A verificação do funcionamento é feita através de um conjunto amplo de instrumentos virtuais que indicam formas de onda, sinais, tensões e correntes, além da própria resposta de frequência de um circuito.

Existem ainda instrumentos como geradores de funções, fontes de tensão alternadas com diversas formas de onda e frequências, e muitos outros que podem servir para a simulação (figura 1).

**UltiBOARD:** programa que per-



podem ter seus valores alterados instantaneamente num projeto, mesmo durante a simulação, permitindo ao projetista ver o que acontece. Por animação entendemos o fato de que LEDs, lâmpadas, displays de 7 segmentos mudam a sua aparência na tela quando são devidamente excitados.

Para cada componente é possível ainda fixar os parâmetros de funcionamento, permitindo que o valor real seja obtido somente depois que se tenha certeza de que o circuito funciona.

Para os que gostam de trabalhar em equipe, o MultiSIM permite o compartilhamento de um projeto via Internet. Com o *MultiSIM Internet Design Sharing* é possível fazer com que projetistas em diversos lugares trabalhem ao mesmo tempo num único projeto.

## Circuitos Mágicos

Existem certos circuitos que aparecem com muita frequência em projetos. Para esses o MultiSIM já os apresenta de uma forma praticamente pronta, permitindo seu uso imediato como blocos de um projeto maior ou simplesmente permitindo que alterações de seus componentes sejam feitas para uma aplicação específica.

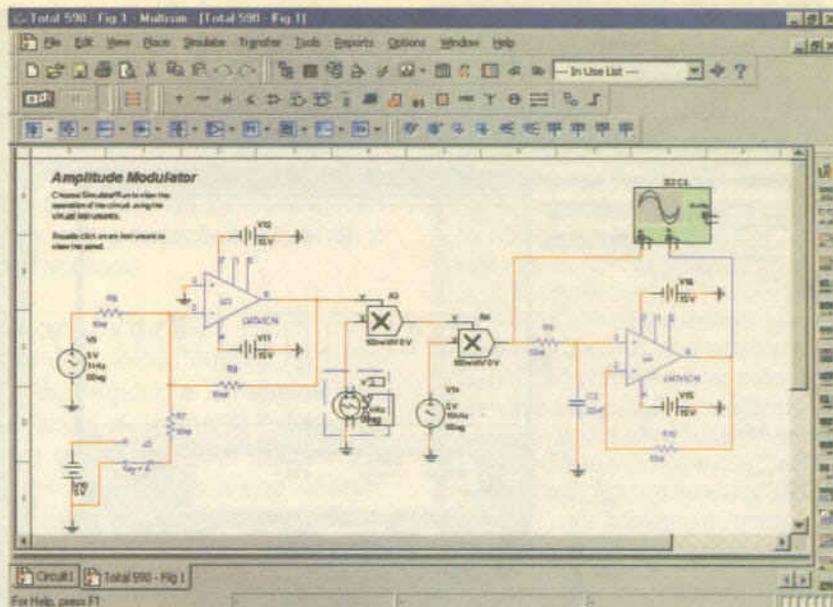


Figura 1 - Tela apresentando um projeto feito no MultiSIM.

mite projetar a placa de circuito impresso para um projeto que tenha sido desenvolvido no MultiSIM.

**UltiROUTE:** Esse programa faz o auto-roteamento das conexões de uma placa de circuito impresso de modo a se obter o melhor *layout* para um projeto, procurando as conexões de menor comprimento.

## Começando pelo MultiSIM 9

Em sua versão 9, o MultiSIM é o programa pelo qual começamos nosso curso, dada sua utilidade imediata tanto para os leitores ainda iniciantes e estudantes, como para os profissionais que desejam dominar um software de grande potencial para a criação de projetos em sua empresa.

O MultiSIM 9 é o primeiro simulador de circuitos interativo do mundo. Não é preciso ser um especialista em SPICE para poder usar o MultiSIM. As *netlists* e comandos SPICES são utilizados automaticamente sem que o operador precise conhecê-las, como ocorre com outros programas mais antigos de simulação.

Uma outra característica muito importante é que o circuito pode ser modificado durante a simulação de modo a permitir que o projetista veja o que acontece quando isso é feito.

Um ponto importante ao projetar e simular um circuito num software é ter a garantia que ele conheça os componentes usados. O MultiSIM tem uma biblioteca com mais de 16 000 componentes. Cada componente dessa enorme base de dados pode ser localizado facilmente e todos podem ser utilizados sem problemas num mesmo circuito.

Outra característica do MultiSIM que merece ser ressaltada é o fato dos componentes serem interativos e animados. Por interatividade entendemos o fato de que os componentes

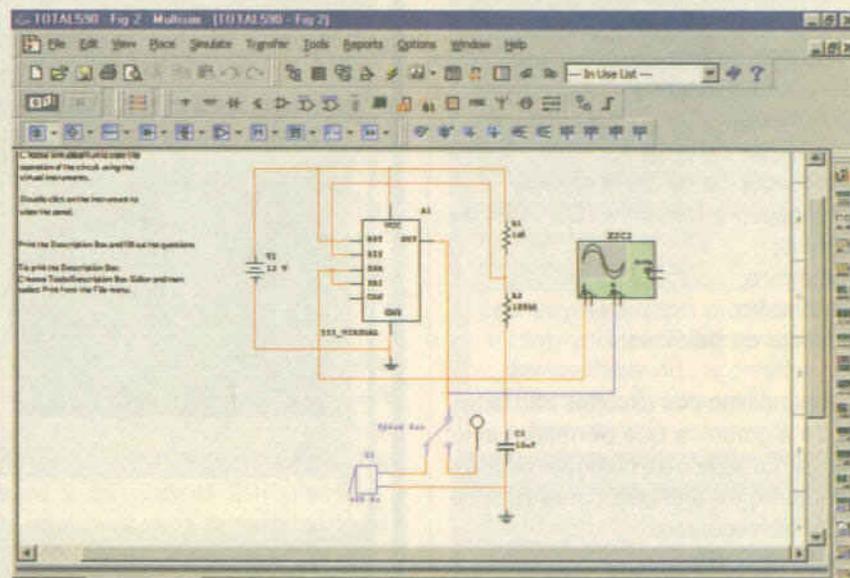


Figura 2 - O 555 no MultiSIM.



É o caso, por exemplo, do *timer* 555 (figura 2), filtros, amplificadores de emissor comum, amplificador operacional, e amplificador com MOSFET, os quais já vêm prontos para serem usados.

## Instrumentação Virtual

Sem dúvida, um dos grandes atrativos do MultiSIM é a sua bancada de instrumentos virtuais. "Montando-se" um circuito, é possível simular seu funcionamento com a medida dos mais diversos parâmetros diretamente pelos instrumentos virtuais que podem ser conectados a qualquer ponto.

Um ponto importante nessa bancada de instrumentos é que diversos deles são instrumentos que apresentam características reais de instrumentos da Agilent e Tektronix. Por exemplo, o possuidor do MultiSIM pode contar em sua bancada virtual com um osciloscópio TDS 204 de 4 Canais da Tektronix para visualizar os sinais do circuito que está sendo projetado (figuras 3 e 4). Os seguintes instrumentos estão disponíveis:

- Analisador lógico de 16 canais;
- Multímetro digital Agilent;
- Osciloscópio Agilent 54822D;
- Gerador de formas de onda Agilent 33120A;
- Amperímetro;
- Plotter de Bode;
- Analisador de distorção;
- Provas dinâmicas de medida;
- Freqüencímetro;
- Gerador de funções;
- Multímetro;
- Analisador de rede;
- Osciloscópios de 2 e 4 canais;
- Osciloscópio Tektronix TDS 2024 de 4 canais;
- Voltímetro;
- Wattímetro;
- Gerador de palavras.

As análises dos circuitos são feitas por 24 algoritmos que permitem avaliar a performance de qualquer circuito. O conjunto de análises conta com os seguintes recursos:

- Ponto de 3 dB;
- Sensibilidade AC e DC;
- Freqüência AC;

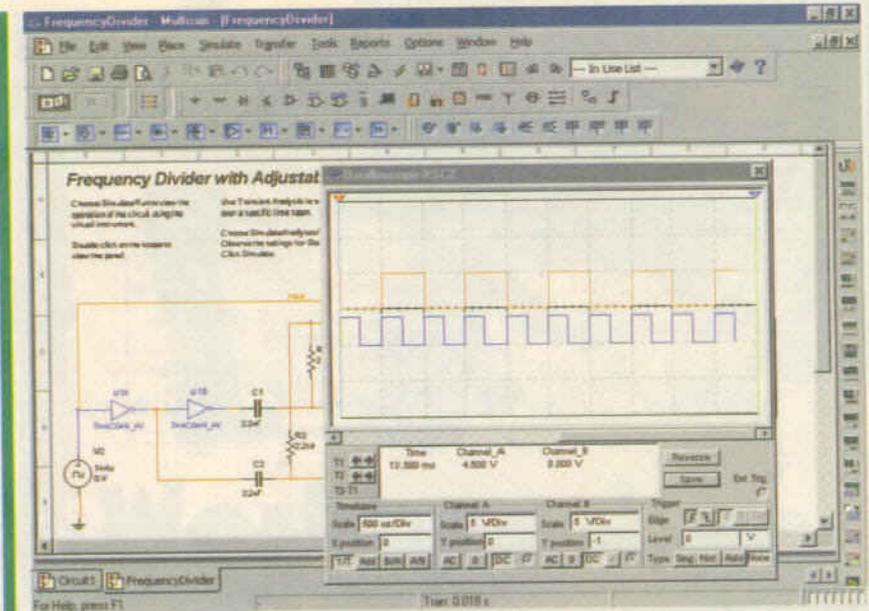


Figura 3 - O osciloscópio virtual do MultiSim.

- Análise por lote;
- Ponto de operação DC;
- Varredura DC;
- Distorção;
- Fourier;
- Análise I-V;
- Varredura por modelo de parâmetro;
- Monte Carlo;
- Varredura alojada;
- Ruído;
- Pólo Zero;

- Varredura de temperatura;
- Largura de traço;
- Função de transferência;
- Transiente;
- Análise definida pelo usuário;
- Pior caso.

### Traçador Gráfico

O "Grapher" é uma poderosa ferramenta de uso geral que serve para ver, ajustar, salvar e imprimir os resultados da simulação. Os resultados

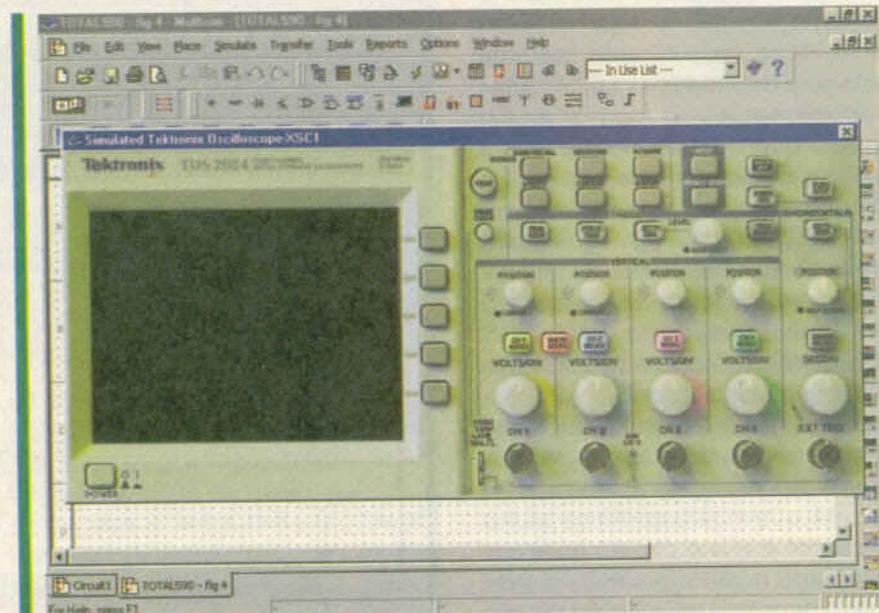


Figura 4 - O osciloscópio Tektronix do MultiSim.

de diversas simulações podem ser comparados. Esse recurso permite que os resultados sejam carregados no Microsoft Excell ou Mathsoft Mathcad com um simples *clique*.

Projetistas avançados podem realizar cálculos com os resultados obtidos nas simulações utilizando o Post Processor.

### Recursos de RF

Um dos pontos críticos na simulação de projetos é o trabalho com frequências elevadas. O módulo de projeto de RF do MultiSIM permite trabalhar com projetos que operem em frequências além dos 100 MHz.

Para simulação de tais circuitos, o analisador de espectro e o analisador de rede são especialmente projetados para a performance exigida em tais casos.

### Clicar e arrastar – simples de usar

A idéia básica no projeto e simulação do circuito é a de se poder *clique* e arrastar qualquer componente até o ponto em que ele deva ser usado num circuito. Depois, é só clicar nos seus terminais e puxar as ligações até o ponto em que se deseja.

Para os instrumentos vale o mesmo: é só clicar e posicionar o instrumento em local apropriado e puxar as conexões aos pontos do circuito em que se deseja obter uma forma de onda, tensão, corrente ou nível lógico.

Para ver de forma mais apropriada o que o instrumento está mostrando, por exemplo, a forma de onda de um osciloscópio, basta clicar sobre ele que seu painel aparece ampliado. O mesmo é válido para as fontes de sinais como o gerador de funções que pode ser ajustado exatamente como

#### Versão Demo

Para acompanhar as nossas lições, nada melhor do que ter acesso a uma versão demo do Electronics Workbench. Essa versão, que "faz tudo" que precisamos para aprender a usar o EWB, está disponível no site [www.ni.com/brasil](http://www.ni.com/brasil)

#### Importante

##### MultiSIM e LabVIEW

Nesta mais nova versão do MultiSIM, pode-se construir novos instrumentos virtuais utilizando o software NI LabVIEW 8, e incorporar estes novos instrumentos virtuais à biblioteca de ferramentas de usuário do MultiSIM. Com este recurso de integração, o usuário pode construir diversos instrumentos, de acordo com as exigências do seu projeto de circuitos. A integração com LabVIEW 8 permite que seu circuito simulado seja excitado com sinais reais adquiridos por placas de aquisição de dados, e também que os sinais gerados pelo circuito simulado sejam reconstituídos por meio de placas geradoras de sinais.

no caso de um gerador de funções real. Como fazer tudo isso é o que veremos a partir da próxima lição.

### Versões

O Electronics Workbench (versão 9) está disponível em duas versões, profissional e educacional. Na educacional há menos recursos que na profissional, mas existem alguns destaques que merecem a atenção, principalmente de professores que pretendem usá-la em seus cursos. Por exemplo, a versão educacional permite que questões referentes a um determinado esquema sejam colocadas no próprio esquema para que o aluno as responda.

Nosso curso será dado em função da versão educacional, e mesmo assim, levando em conta a quantidade gigantesca de recursos, não abordaremos tudo o que pode ser feito. Futuramente, na forma de livro, teremos a oportunidade de fazer uma abordagem mais ampla e, para isso, também existe o próprio tutorial que acompanha o programa.

Para nós, é muito importante auxiliar o leitor a começar usar seu EWB, partindo do MultiSIM 9, usando-o para simular os projetos que descrevemos nesta e em outras publicações e até para criar seus projetos que, certamente, poderão ser publicados na nossa Edição Especial Fora de Série, que é lançada a cada 6 meses. **T**

## CURSO BÁSICO DE MICROCONTROLADORES

Outros Cursos e Kits Consulte 8051/Holtek



Orientado a micro robótica e automação  
Aprenda explorar o versátil PIC16F62X  
agora também na  
**SANTA IFIGÊNIA**

Mais prático !! Mais fácil !!

PATROCÍNIO:  
TECNOTROM  
NETSAN

COLÉGIO  
META  
Escolha uma turma

SITE: [www.metacolégio.com.br](http://www.metacolégio.com.br)

5ªs e 6ªs das 19:00 às 22:30 hs

Sábados das 08:30 às 11:30 hs

Sábados das 13:30 às 16:30 hs

Opção Cursos In-HOME Consulte

LOCAIS

Rua Vitória, 130 - 5o. - sl.501

Fone: 3361-7507

Av. Celso Garcia, 804 - Brás

Fones: 6692 3253 - 6694 4174

Dúvidas no e-mail [jgsil@ig.com.br](mailto:jgsil@ig.com.br)

## ELETRÔNICA REI DO SOM LTDA

- ◆ Acopladores Ópticos
- ◆ Conversores ADC e DAC
- ◆ Reguladores de Tensão
- ◆ Tiristores (SCR, TRIAC e DIAC)
- ◆ Amplificadores Operacionais
- ◆ Memórias ◆ Microcontroladores
- ◆ Processadores ◆ Diodos
- ◆ Transistores
- ◆ CI CMOS ◆ CI Lineares ◆ CI TTL
- ◆ Válvulas ◆ Resistores, Capacitores
- ◆ Transformadores, Indutores, LEDs
- ◆ Componentes Antigos ou Descontinuados.

Vendas pela internet de aparelhos e componentes eletrônicos para desenvolvimento de projetos e reparação. Receba onde você estiver, através dos correios.

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

Av. Celso Garcia, 4219 - Tatuapé  
São Paulo - SP

CEP 03063 - 000

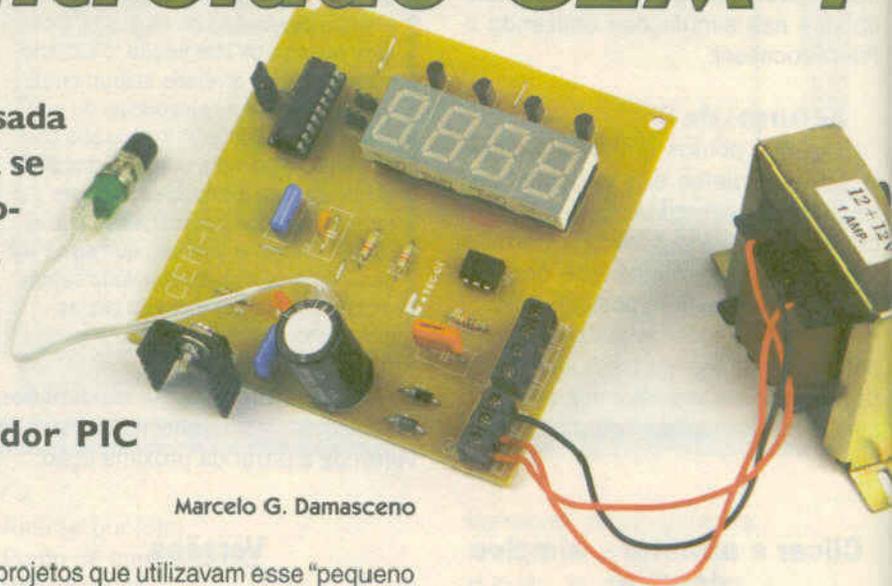
Tel: (11) 2294 5824

Fax: (11) 6197 7499

e-mail: [eletronic@reidosom.com.br](mailto:eletronic@reidosom.com.br)

# Contador de eventos microcontrolado CEM-1

A forma mais primitiva usada no campo da eletrônica para se controlar os mais diversos processos é, sem dúvida alguma, o contador. Neste artigo vamos apresentar aos leitores um contador básico utilizando o microcontrolador PIC 16F628A como cérebro.



Marcelo G. Damasceno

Os contadores têm espaço garantido, seja na indústria, seja na bancada, controlando o que chamamos de eventos. Entenda como evento algo que ao acontecer e estando devidamente sensoriado, gera um pulso de onda quadrada ou então aciona um relé comum, um contador, um *reed-switch*, uma chave de fim-de-curso ou algo do gênero. Podemos citar como exemplo comum um sensor tipo "chave ótica" que, instalado em um esteira, irá gerar um pulso a cada passagem de um peça que está sendo contada. No caso, este sinal gerado pelo sensor será ligado a entrada de nosso contador e, assim, teremos controle sobre quantas peças passaram pela nossa esteira ao final de um período.

## O circuito

O esquema elétrico do CEM-1 pode ser visto na **figura 1**. Como dissemos na introdução, o cérebro é o microcontrolador PIC 16F628A fabricado pela Microchip®. Desta vez não iremos discorrer sobre as características deste, pois isso já foi feito nas edições anteriores em

projetos que utilizavam esse "pequeno notável". O motivo da escolha deste microcontrolador se deu pelo fato de que a quantidade de I/Os que o mesmo possui é satisfatória à nossa aplicação. Aconselhamos aos leitores que façam o *download* do *datasheet* deste PIC no site [www.microchip.com](http://www.microchip.com).

A visualização da contagem é feita através de quatro *displays* que têm seus terminais ligados em paralelo, pois mais uma vez usamos aqui a técnica da multiplexação, que economiza tanto energia elétrica quanto pinos de I/O do PIC. Observem os transistores (Q1 a Q4) utilizados para chavear os *displays* de modo que podemos enviar um dígito de cada vez e escolhermos o *display* que irá exibi-lo. Fazendo isso em alta velocidade veremos os quatro dígitos ao mesmo tempo sendo exibidos. A contagem vai de "0000" a "9999" e pode ser zerada a qualquer momento pelo pressionamento de PB1, que é o *reset* do nosso circuito.

A entrada do pulso de onda quadrada e/ou contato será feita no conector CN2. A isolamento galvânica entre o circuito lógico e a entrada é feita através de OC1 que é um acoplador ótico. O uso deste tipo de com-

ponente é obrigatório quando estamos interfaceando um sinal externo que está em um ambiente agressivo, por exemplo, em uma fábrica com o nosso circuito digital que é bastante sensível. Notem que o acoplador ótico é do tipo Darlington ou seja, utiliza dois transistores em cascata, o que nos traz uma característica interessante que é a de podermos entrar com um sinal de até 24 Vcc de amplitude. O cálculo aproximado será mostrado a seguir:

**Corrente direta máxima do LED:** 22 mA

**Queda de tensão do LED:** 2 V

**Resistor do LED:** 1000 Ω

$$\begin{aligned} \text{Tensão do resistor} &= \text{corrente do LED} \\ &\times \text{valor do resistor} \\ &= 0,022 \times 1000 \\ &= 22 \text{ V} \end{aligned}$$

Portanto a tensão de entrada deverá ser de 22 V, mais a queda de tensão do LED, então, 22 + 2 = 24 V.

Seguindo essa idéia, para uma entrada de 5 V teremos:

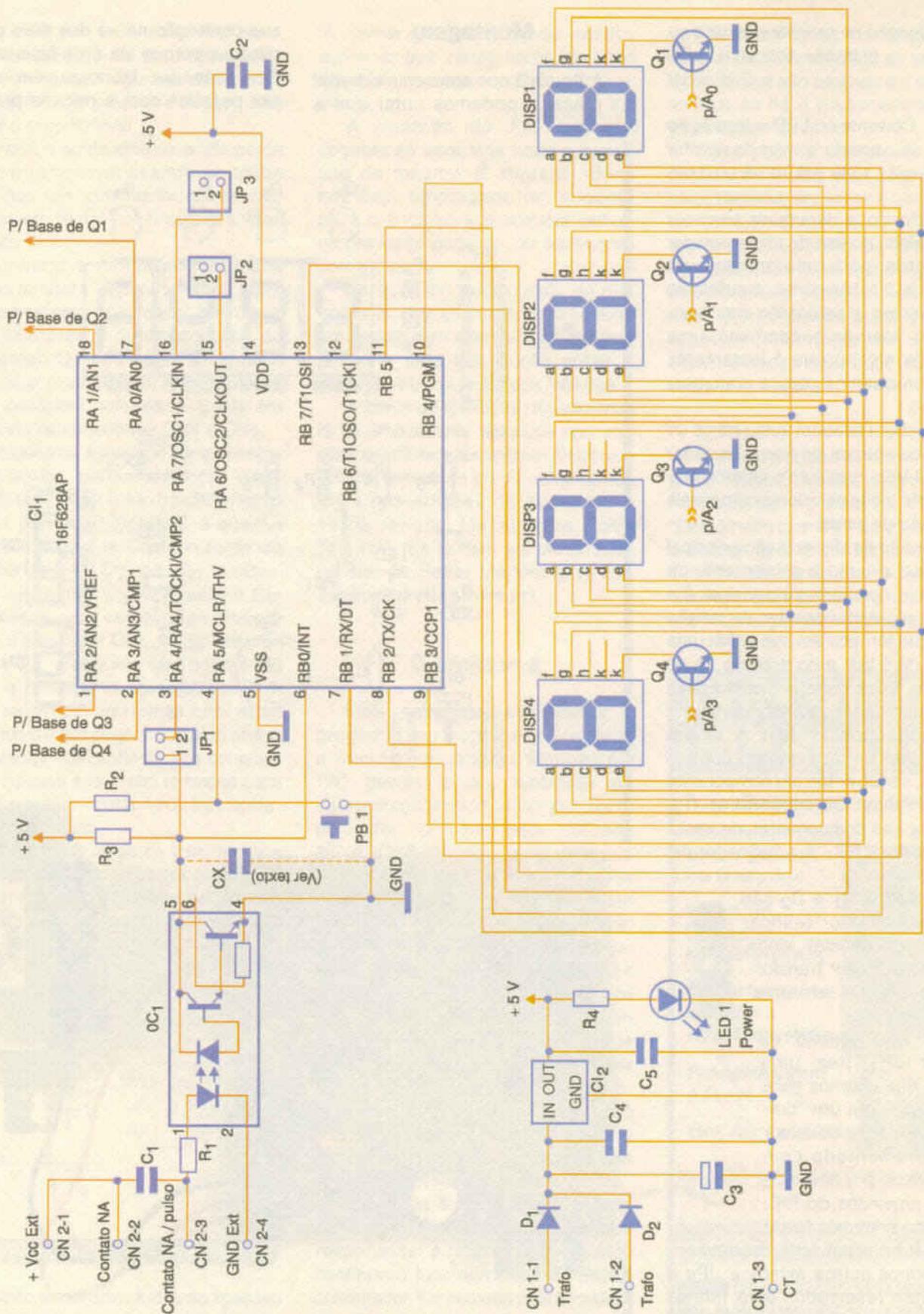


Figura 1 - Esquema elétrico.

Tensão no resistor = tensão de entrada - tensão do LED  
 = 5 - 2 = 3 V

Corrente no LED = tensão no resistor / valor do resistor  
 = 3 / 1000 = 0,003 A ou 3 mA

O leitor pode claramente perceber aqui o efeito do uso de um acoplador Darlington, pois uma corrente da ordem de 3 miliampéres é suficiente para termos a saturação nos transistores internos e, com isso, uma saída de nível 0 que é justamente o que precisamos para a contagem do pulso.

Percebam também que o *range* de tensão de entrada do nosso contador é 5 a 24 Vdc, com isso cobrimos praticamente todos os valores comerciais de tensão de saída.

A tensão de alimentação principal de nosso circuito é proveniente da fonte cujo componente principal é o famoso regulador positivo de tensão 7805, que fornece em sua saída uma tensão de 5 Vdc e no máximo 1A de corrente. Vejam que o mesmo deve ser dotado de um radiador de calor.

O capacitor C<sub>1</sub> tem a função de eliminar os repiques do contato externo, sendo então um componente de debounce. Os capacitores C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> e C<sub>5</sub> são componentes de desacoplamento. LED<sub>1</sub> é o indicador de 5 V operando.

Os diodos D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> são responsáveis por retificar a tensão senoidal vinda do transformador transformando-a assim em uma tensão contínua.

O acionamento do jumper JP<sub>1</sub> traz uma função que criamos para ser usada com um "tira-teima". Ele faz o contador ser incrementado com dois pulsos por segundo (2 Hz) providos do PIC. Com isso podemos testar o seu funcionamento mesmo sem termos pulsos externos. JP<sub>2</sub> e JP<sub>3</sub> estão reservados para futuras versões deste projeto e podem ser suprimidos se o leitor assim desejar.

## Montagem

A figura 2 nos apresenta o *layout* da placa, e podemos notar que a

sua confecção não é das mais complicadas porque ela é de face única. Ela pode ser fabricada em casa por pessoas com a mínima prática

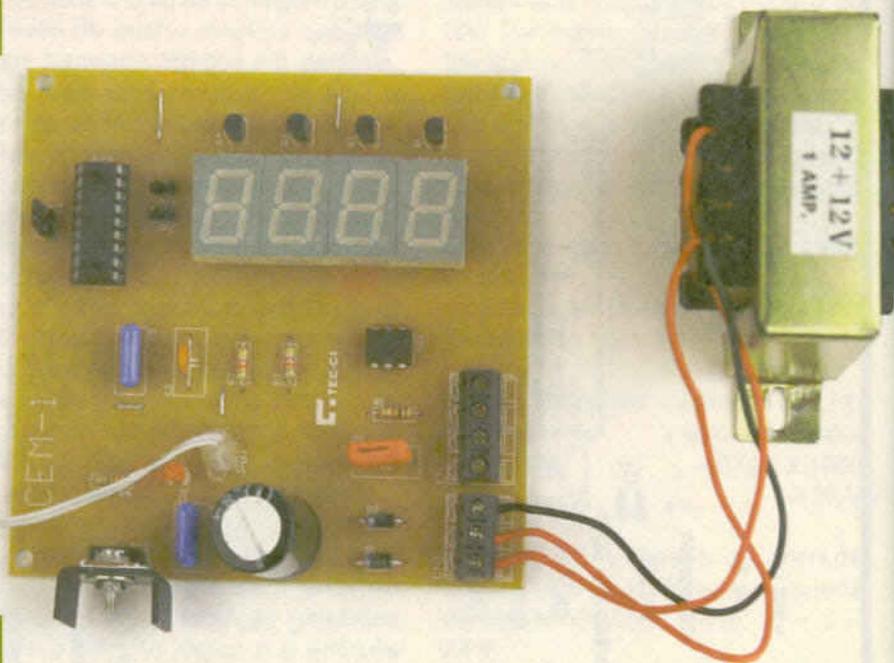
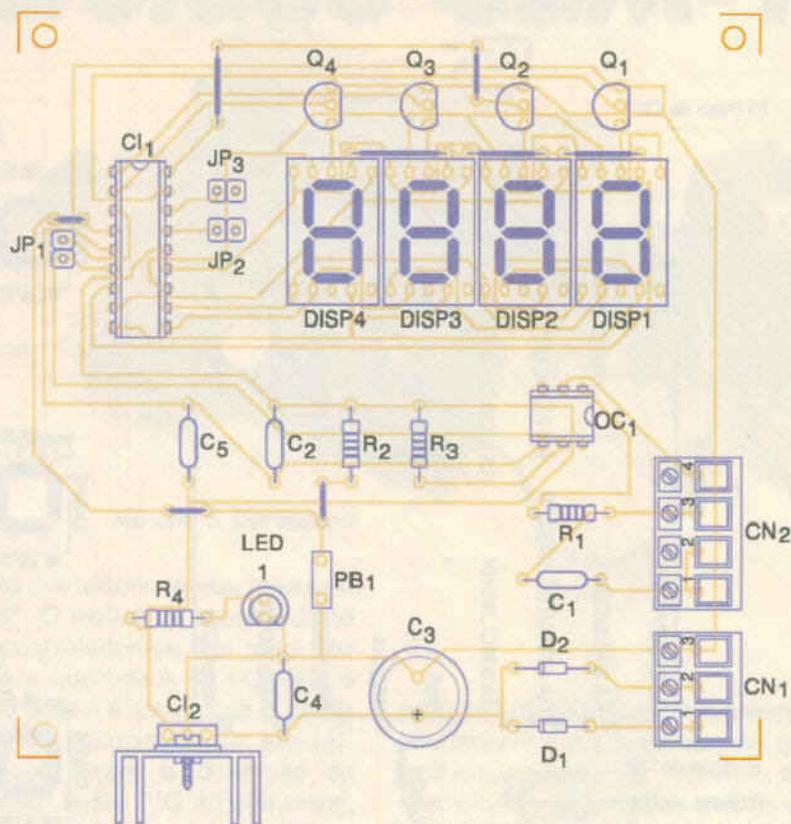


Figura 2 - Layout da placa de circuito impresso.

em confecção de circuito impresso. Apenas pelo fato de ser de face única tivemos de usar alguns jumpers, mas a quantidade pequena destes não polui o projeto final.

Após a confecção da placa perca algum tempo verificando se todas as trilhas têm continuidade e se não estão em "curto" com outras trilhas e ilhas.

Comece a montagem da placa pelos *jumpers*, depois solde os componentes sem polaridade, tais como os resistores e os capacitores de poliéster. Os *pinheads* JP<sub>1</sub>, JP<sub>2</sub>, JP<sub>3</sub> e o *push-button* PB<sub>1</sub> também não possuem polaridade. Solde em seguida os conectores CN<sub>1</sub> e CN<sub>2</sub>.

Passemos agora aos componentes polarizados, portanto atenção redobrada para evitar o não funcionamento e, na pior das hipóteses, a queima dos componentes. Comece soldando os diodos D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>, o LED<sub>1</sub>, o capacitor eletrolítico C<sub>3</sub>, O regulador CI<sub>2</sub> (aproveite para colocar seu dissipador), o acoplador OC<sub>1</sub>, os transistores Q<sub>1</sub> a Q<sub>4</sub>, o soquete de 18 pinos do PIC e finalmente os displays. Para que se evitem problemas com estes últimos o autor sugere que eles sejam montados utilizando-se um conector de 40 pinos, assim sua remoção para uma possível troca será tremendamente facilitada.

A **figura 3** exibe as ligações que devem ser feitas no transformador da fonte. Para um acabamento perfeito e também para segurança sugerimos que se utilize espaguete "termocontrátil" nas emendas dos fios após os mesmos terem sido soldados.

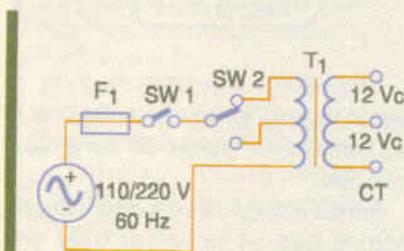


Figura 3 - Ligações no transformador.

Após terminadas todas as ligações convém refazermos uma inspeção visual geral, pois sempre lembramos:

"É melhor gastarmos alguns minutos agora do que várias horas tentando descobrir por que o projeto não funciona..."

A inserção do PIC em seu soquete só será feita após a gravação do mesmo. É imprescindível que seja empregado um soquete para o PIC, pois possíveis falhas na gravação poderão ser facilmente corrigidas.

Partimos do pressuposto de que um leitor que se proponha a realizar um projeto com este microcontrolador já tenha uma boa noção sobre a gravação/manipulação dos mesmos.

A forma de gravação dos mesmos já foi amplamente discutida nas edições anteriores das revistas Eletrônica Total e temos um curso completo de PICs nas edições de número 6 a 13 da revista Mecatrônica Fácil. Tais revistas podem ser adquiridas no site da Saber Marketing ([www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br)).

## O programa

Mais uma vez, escrevemos o programa em linguagem C voltada a microcontroladores Microchip® PIC devido à sua facilidade de interpretação/modificação por parte do leitor. O compilador utilizado foi o CCS-C que pode inclusive ser baixado gratuitamente no site [www.ccsinfo.com](http://www.ccsinfo.com). A versão demo tem algumas limitações, mas serve bem ao nosso propósito. O código-fonte possui diversos comentários que facilitam o acompanhamento por parte dos leitores interessados em detalhes do programa. A partir deste ponto seria interessante que o leitor fizesse o *download* do nosso programa sob o nome CEM-1.c no nosso site ([www.eletronicatotal.com.br](http://www.eletronicatotal.com.br)) para uma melhor compreensão dos próximos tópicos.

Na **figura 4** vemos o fluxograma de nosso software. A função *main* é responsável por gerenciar em *loop* contínuo o funcionamento do microcontrolador. Ela começa pela inicialização das variáveis usadas ao longo do programa, inicializa e "seta" os *timers*

do PIC e também as interrupções (*ext*, *tmr0* e *tmr1*). Após isso, as variáveis dos displays são zeradas e o software verifica se há o pressionamento do *push-button* de *reset*.

Caso positivo, ele repete todo o procedimento até aqui descrito. Em caso negativo ele inicia a verificação da inserção do jumper JP<sub>1</sub>. Se não, ele retorna ao ponto de checagem de *reset*. Caso positivo o display será incrementado a aproximadamente cada 0,5 segundo. Essa rotina se repete infinitamente até que sejam geradas interrupções, vamos explaná-las agora.

### Int ext

É a interrupção externa do PIC (pino RB0/INT). Essa interrupção já foi explicada em detalhes no artigo "Cronômetro com PIC" do autor Márcio J. Soares na revista Eletrônica Total nº 104. Apenas dando uma recapitulada, caso exista um pulso no pino RB0/INT e a interrupção estiver habilitada, ela

## CIRCUITOS IMPRESSOS

### Furação e contorno CNC

Placas vincadas, estampadas ou fresadas

Linha de corrosão automatizada

Departamento técnico a sua disposição

Fotopltagem a laser

Hot Air Levelling

Excelentes prazos de entrega

PABX: (11) 6192-2144

Recebemos seu arquivo via e-mail [circuitoimpresso@tec-ci.com.br](mailto:circuitoimpresso@tec-ci.com.br)

TEC-CI CIRCUITOS IMPRESSOS LTDA.  
[www.tec-ci.com.br](http://www.tec-ci.com.br)

Rua Vilela, 588 - Tatuapé - CEP 03314-000 - SP - SP

faz com que o PIC pare a execução da rotina main para atendê-la. O tratamento desta em nosso software faz com que a variável que guarda o dado relativo ao display 1 (DISP1) seja incrementado em um, então o software checa se o display 1 está com o valor menor ou igual a 9. Se negativo, ou seja, o display 1 estiver com o valor 10, ele tem o seu valor zerado e o display 2 tem o seu valor incrementado. Vejam que tivemos uma contagem da seguinte forma: 0,1,2,3...,9,0. Isso acontece sucessivamente até que se chequem os quatro displays.

Um outro detalhe importante aqui é o de que no final desta interrupção existe um *delay* de 50 ms, ou seja 50 milésimos de segundo em que o microcontrolador não faz nada, isto serve para eliminar o ruído do contato externo se o estivermos usando. Esta é uma das mais simples formas de se implementar a técnica conhecida como *debounce* através de software. Notem que se a interrupção for chamada, ela aguarda a estabilização do contato do relé, por exemplo, um tempo suficiente na maioria dos casos antes de retornar à função main.

### Int timer0

Esta interrupção é responsável pela exibição dos dados no display de forma seqüencial, que chamamos de "multiplexação". Ela ocorre a cada 2,5 ms e chama a função *mostra\_display*, esta por sua vez é responsável por acionar cada transistor (Q1 a Q4) durante o tempo necessário.

### Int timer1

Interrupção responsável por gerar um *clock* de aproximadamente 2 Hz no pino RB0/INT do PIC. Ela ocorre a cada 0,52 s.

Bem, com essa análise dos fluxogramas acima e de posse do código-fonte bem comentado, o leitor mais curioso poderá entender todo o funcionamento do programa, visto que este é relativamente pequeno. E se assim desejar poderá mudar, por exemplo, as temporizações do mesmo.

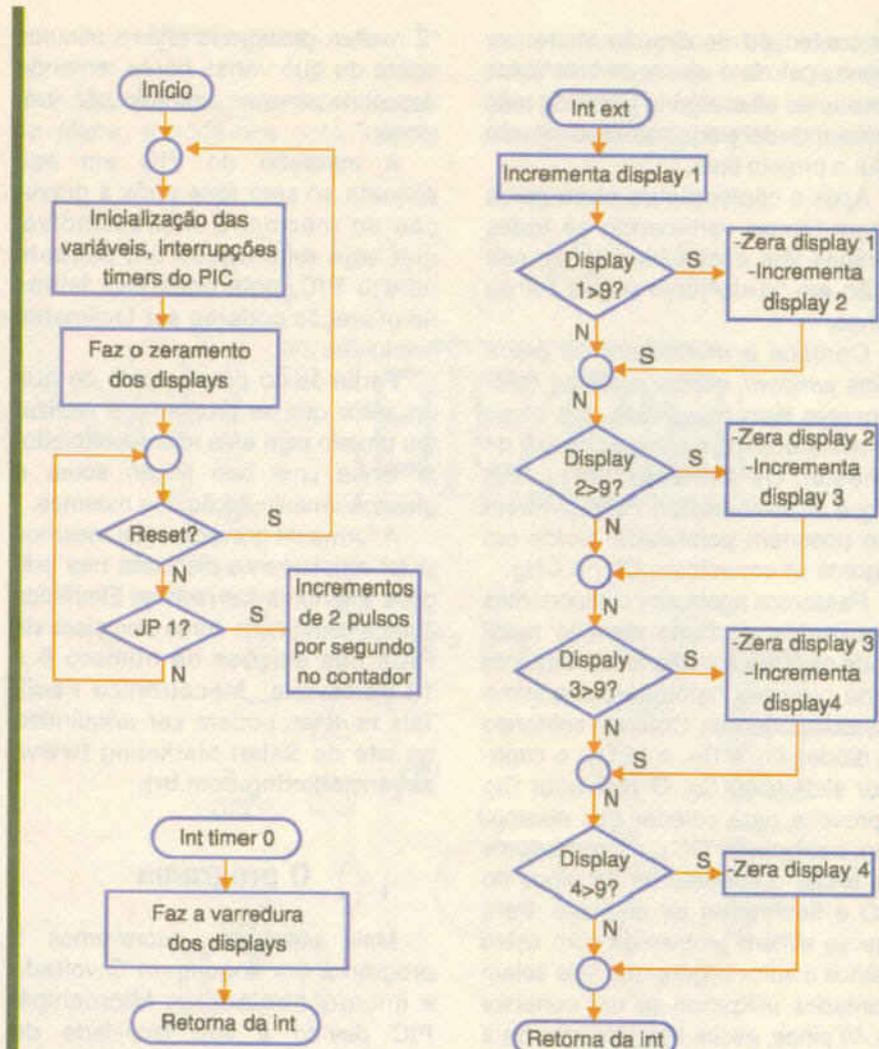


Figura 4 - Fluxograma.

## Teste e uso

Para testarmos o circuito basta alimentá-lo e verificar que os displays exibem o valor "0000". Como dito anteriormente não há necessidade, em princípio, de termos um pulso externo. Conecte o jumper JP1 e note que o valor dos displays será incrementado a cada meio segundo, o que significa que o PIC foi programado corretamente e que não temos nenhum problema com o núcleo do nosso circuito. O leitor pode pressionar o push-button PB1 (reset) a qualquer momento e verificar o zeramento dos displays. Agora vamos partir para o teste dos periféricos

de contagem externa. A figura 5 apresenta uma tabela de conexões possíveis.

Vamos estudá-la um pouco. Suponhamos que se opte por usar um contato externo, existe a necessidade de alimentarmos o conector CN2, pois será essa tensão externa que irá excitar o LED do opto-acoplador, fazendo com que se tenha a contagem dos pulsos. Nesse caso, além de

| Pino   | Conexão   |
|--------|---|
| CN 2-1 | Alimentação positiva para o contato fornecida externamente ( 5-24 Vdc ) |
| CN 2-2 | Ligação do contato NA externo ( relé, contator, reed, etc )             |
| CN 2-3 | Ligação do contato NA ou do sinal retangular ( 5-24 Vdc )               |
| CN 2-4 | Terra de alimentação do contato NA ou do sinal retangular ( 0V )        |

Figura 5 - Conexões possíveis.

ligarmos o contato aos pinos CN2-2 e CN2-3 do conector devemos então fornecer a referida alimentação positiva (5 a 24 Vdc) no pino CN2-1 e aterrarmos com 0 V o pino CN2-4.

O leitor pode estar se perguntando:

“Essa tensão não deveria ter sido fornecida pelo autor na própria placa durante o projeto?”. A resposta é: Não! Se fizéssemos isso perderíamos a isolação galvânica que o opto-acoplador OC<sub>1</sub> nos oferece (2500 V rms por 1 minuto), ou seja, qualquer coisa errada no circuito externo que cause uma sobre-

tensão em OC<sub>1</sub> danificaria no máximo o LED do mesmo, assim estamos protegendo todo o núcleo do nosso contador.

Se o leitor for utilizar um sinal de onda retangular como pulso, este poderá ser acoplado diretamente nos pinos CN2-3 e CN2-4 do conector CN2.

Importante: caso os displays não exibam o valor “0000” ao ser ligada a alimentação, o capacitor C<sub>x</sub> deverá ser ligado conforme ilustra a figura 1.

## Conclusão

Temos aqui mais um circuito básico para estudo e possíveis modificações nas suas características pelos leitores mais ousados. Este prático circuito, com as devidas adaptações externas, poderá contar desde objetos em esteiras até passos dados por motores em robótica.

7

## Lista de Materiais

CI<sub>1</sub> - PIC16F628A – Microcontrolador Microchip®  
 CI<sub>2</sub> - 7805 - Regulador positivo de tensão de 5 V  
 OC<sub>1</sub> - 4N45 – Opto-acoplador Darlington (equivalente: TIL 113)  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> - 1N4007 - Diodo retificador de uso geral  
 DISP<sub>1</sub> a DISP<sub>4</sub> - Display catodo comum  
 LED<sub>1</sub> - LED comum vermelho de 3 mm  
 Q<sub>1</sub> a Q<sub>4</sub> - BC337- transistor NPN de uso geral

**Resistores** (todos com dissipação de 1/8 W)  
 R<sub>1</sub> - 1kΩ (marrom, preto, vermelho)  
 R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> - 4k7Ω (amarelo, violeta, vermelho)  
 R<sub>4</sub> - 220Ω (vermelho, vermelho, marrom)

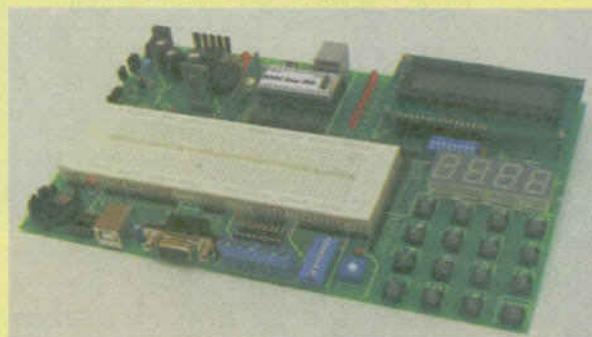
**Capacitores**  
 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> - 100nF - polyester  
 C<sub>3</sub> - 1000 μF x 63V – eletrolítico  
 C<sub>4</sub> - 33nF - polyester

**Diversos**  
 T<sub>1</sub> - Transformador com primário 110/220V e secundário de 12+12V com *center tap* (CT) corrente mínima 1A  
 SW<sub>1</sub> - chave liga/desliga (2 pólos)  
 SW<sub>2</sub> - chave liga/desliga (3 pólos)  
 PB<sub>1</sub> - chave tipo “push-button” NA  
 F<sub>1</sub> - fusível 1 A  
 JP<sub>1</sub> a JP<sub>3</sub> - Barra de terminais tipo “pinhead” de 2 pinos  
 CN<sub>1</sub> - conector parafusável de 3 pinos  
 CN<sub>2</sub> - conector parafusável de 4 pinos  
 - 1 soquete DIP para CI - 18 pinos  
 - 1 soquete DIP para CI - 40 pinos  
 - 1 jumper tipo “strap”  
 - Cabo de força com tomada (mínimo 1,5 m)

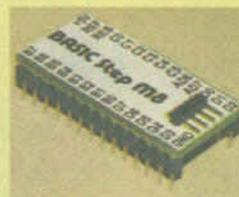
Fios para ligação, solda, placa de circuito impresso, porta fusíveis, dissipador de calor (TO-220), caixa plástica para montagem da placa, parafusos ou fixadores para as placas, espaguete “termocontráteis”, etc.

## Super StepLab

A mais completa placa de experiências do mercado



Display Serial Gráfico  
 O display mais fácil de utilizar! 320x240 azul!



BASIC Step M8

**TATO Equipamentos Eletrônicos**  
 Transformando idéias em realidade  
 Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br



# Sistema Internacional de Unidades

Os ingleses sempre usaram suas próprias unidades de medida e até hoje muitas delas, mesmo não fazendo parte do sistema internacional (SI), são amplamente empregadas em muitos documentos técnicos. A própria forma como as unidades são grafadas tem suas peculiaridades na língua inglesa e em alguns casos pode causar alguns problemas de grafia. Neste artigo analisaremos as formas como as unidades podem ser expressas em inglês.

Newton C. Braga

As unidades de medidas que usamos fazem parte do Sistema Internacional ou SI.

Assim sendo, partindo do texto de nosso livro "Mechanics Sourcebook" (Prompt Publications - Thomson Learning - 2002) faremos nossas considerações:

*"Units - The following units are based in the International System (Système International d'Unités) abbreviated SI, adopted in the "Conference des Poids et Mesures" in 1960. The SI uses the basic units shown in the table"*

Traduzindo:

"Unidades - As seguintes unidades são baseadas no Sistema Internacional (Système International d'Unités), abreviado por SI, adotadas na Conferência dos Pesos e Medidas em 1960. O SI utiliza as unidades básicas mostradas na seguinte tabela".

| Base Quantity             | Name     | Symbol |
|---------------------------|----------|--------|
| Length                    | meter    | m      |
| Mass                      | kilogram | kg     |
| Electric current          | ampère   | A      |
| Time                      | second   | s      |
| Thermodynamic temperature | kelvin   | K      |
| Amount of substance       | mole     | mol    |
| Luminous intensity        | candela  | cd     |

Traduzindo:

| Grandeza Básica          | Nome       | Símbolo |
|--------------------------|------------|---------|
| Comprimento              | metro      | m       |
| Massa                    | quilograma | kg      |
| Corrente elétrica        | ampère     | A       |
| Tempo                    | segundos   | s       |
| Temperatura              |            |         |
| Termodinâmica            | kelvin     | K       |
| Quantidade de substância | mol        | mol     |
| Intensidade Luminosa     | candela    | cd      |

Alertamos para a grafia "quilograma" em português e não "quilograma" como já vimos em alguns documentos técnicos.

As grandezas derivadas aparecem na seguinte tabela:

| Derived quantity                  | Name                      | Symbol             |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Area                              | square meter              | m <sup>2</sup>     |
| Volume                            | cubic meter               | m <sup>3</sup>     |
| Speed or velocity                 | meter per second          | m/s                |
| Acceleration                      | meter per second squared  | m/s <sup>2</sup>   |
| Wave number                       | reciprocal meter          | m <sup>-1</sup>    |
| Mass density                      | kilogram per cubic meter  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Specific volume                   | cubic meter per kilogram  | m <sup>3</sup> /kg |
| Current density                   | ampère per square meter   | A/m <sup>2</sup>   |
| Magnetic field strength           | ampère per meter          | A/m                |
| Amount of substance concentration | mole per cubic meter      | mol/m <sup>3</sup> |
| Luminance                         | candela per square meter  | cd/m <sup>2</sup>  |
| Mass fraction                     | Kilogram per kilogram (*) | 1                  |

(\*) "Represented by the number 1



A tradução:

| Grandeza Derivada                        | Nome                           | Símbolo            |
|--|--------------------------------|--------------------|
| Área                                     | metro quadrado                 | m <sup>2</sup>     |
| Volume                                   | metro cúbico                   | m <sup>3</sup>     |
| Velocidade                               | metros por segundo             | m/s                |
| Aceleração                               | metros por segundo ao quadrado | m/s <sup>2</sup>   |
| Número de onda                           | metro recíproco                | m <sup>-1</sup>    |
| Densidade de massa                       | quilograma por metro cúbico    | kg/m <sup>3</sup>  |
| Volume específico                        | metro cúbico por quilograma    | m <sup>3</sup> /kg |
| Densidade de corrente                    | ampère por metro quadrado      | A/m <sup>2</sup>   |
| Intensidade de campo magnético           | ampère por metro               | A/m                |
| Quantidade de concentração de substância | mol por metro cúbico           | mol/m <sup>3</sup> |
| Luminância                               | candeia por metro quadrado     | cd/m <sup>2</sup>  |
| Fração de massa                          | quilograma por quilograma      | 1                  |

### Outras unidades fora do SI

As unidades citadas a seguir não fazem parte do SI, mas são freqüentemente encontradas juntamente com as unidades do SI.

| Name              | Value in SI Units  | Symbol |
|-------------------|--|--------|
| Nautical mile     | 1852 m   | -      |
| Knot              | 1 nautical mile per hour = 1852/3600 m/s                     | -      |
| Bar               | 1 bar = 1 Mpa = 100 kPa = 1000 Pa                            | bar    |
| are               | 1 a = 100 m <sup>2</sup>                                     | a      |
| hectare           | 1 ha = 10.000 m <sup>2</sup>                                 | ha     |
| Angstrom          | 1 Å = 0.1 nm = 10 <sup>-10</sup> m                           | Å      |
| Barn              | 1 b = 100 fm <sup>2</sup> = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup> | b      |
| Curie             | 1 ci = 3.7 x 10 <sup>10</sup> Bq                             | Ci     |
| Roentgen          | 1 R = 2.58 x 10 <sup>-4</sup> C/kg                           | R      |
| Rad               | 1 rad = 1 cGy = 10 <sup>-2</sup> Gy                          | rad    |
| Rem               | 1 rem = cSv = 10 <sup>-2</sup> Sv                            | rem    |
| square mil        | 1 sq mil = 645.2 µm <sup>2</sup>                             | sq mil |
| minute            | 1 min = 60 s   | min    |
| hour              | 1 hour = 60 min = 3600 s                                     | h      |
| degree (angle)    | 1° = π/180 rad   | °      |
| minute (angle)    | 1' = 1/60° = 1/3600 rad                                      | '      |
| second (angle)    | 1" = 1/60'   | "      |
| liter             | 1 l = dm <sup>3</sup>  | l      |
| neper             | 1 Np = 1   | Np     |
| bel               | 1 B = 1/2 ln 10 Np   | B      |
| astronomical unit | 1 µa = 1.495 98 x 10 <sup>11</sup>                           | µa     |

Tradução:

| Nome                | Valor em unidades SI   | Símbolo |
|---------------------|--|---------|
| Milha náutica       | 1852 m   | -       |
| Nó                  | 1 milha náutica por hora = 1852/3600 m/s                     | -       |
| Bar                 | 1 bar = 1 Mpa = 100 kPa = 1000 Pa                            | bar     |
| are                 | 1 a = 100 m <sup>2</sup>                                     | a       |
| hectare             | 1 ha = 10.000 m <sup>2</sup>                                 | ha      |
| Ångstrom            | 1 Å = 0,1 nm = 10 <sup>-10</sup> m                           | Å       |
| Barn                | 1 b = 100 fm <sup>2</sup> = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup> | b       |
| Curie               | 1 ci = 3,7 x 10 <sup>10</sup> Bq                             | Ci      |
| Roentgen            | 1 R = 2,58 x 10 <sup>-4</sup> C/kg                           | R       |
| Rad                 | 1 rad = 1 cGy = 10 <sup>-2</sup> Gy                          | rad     |
| Rem                 | 1 rem = cSv = 10 <sup>-2</sup> Sv                            | rem     |
| polegada quadrada   | 1 metro quadrado = 645,2 µm <sup>2</sup>                     | Sq mil  |
| minuto              | 1 min = 60 s   | min     |
| hora                | 1 hora = 60 min = 3600 s                                     | h       |
| grau (ângulo)       | 1° = π/180 rad   | °       |
| minuto (ângulo)     | 1' = 1/60°   | '       |
| segundo (ângulo)    | 1" = 1/60'   | "       |
| litro               | 1 l = dm <sup>3</sup>  | l       |
| neper               | 1 Np = 1   | Np      |
| bel                 | 1 B = 1/2 ln 10 Np   | B       |
| unidade astronômica | 1 µa = 1,495 98 x 10 <sup>11</sup>                           | µa      |

### Algumas Conversões de Unidades segundo o NIST

Encontrando uma unidade expressa em inglês e pouco comum no SI, poderá ser conveniente fazer a conversão para as unidades do SI. Esse é um outro problema que não envolve apenas o conhecimento do inglês, mas também da matemática.

A tabela dada a seguir mostra os fatores de conversão de algumas unidades inglesas e fora do SI, as quais são pouco comuns. Entre parênteses a tradução de algumas delas.

| Fatores de conversão de algumas unidades inglesas                                |
|--|
| 1 pascal = 1 newton/square meter   |
| 1 atmosphere = 101,325 pascals   |
| 1 bar = 100,000 pascals  |
| 1 centpoise = 0.001 newton-second/square meter                                   |
| 1 fluid ounce (US) (onça líquida) = 2.95735295625 x 10 <sup>-3</sup> cubic meter |
| 1 foot (pé) = 0.3048 meter   |
| 1 gallon (US) (galão) = 3.785411784 liters                                       |
| 1 liter = 0.001 cubic meter  |
| 1 gram = 0.001 kilogram  |
| 1 inch (polegada) = 0.0254 meter   |
| 1 micron = 0.000 001 meter   |



1 ounce mass (avdp) (onça massa) =  
0.028349523125 kilogram

1 pound force (avdp) (libra força) =  
4.4482216152605 newtons

1 pound mass (avdp) (libra massa) =  
0.45359237 kilogram

1 mil = 0.001 in = 0.0254 mm

1 English mile (milha inglesa) = 1760 yards =  
1609 meters

1 Nautical mile (milha náutica) = 1852 meters

1 Geographical mile  
(milha geográfica) = 7420 meters

1 BTU/cubic fee = 9547 kcal/cubic meter  
39 964 kilo Joule/cubic meter

1 chain = 22 yards = 20.11 meters

1 Quarter (GB) = 28 lbf = 124,5 kN

1 yard (jarda) = 3 feet = 0.914 meters

1 Stone (GB) = 14 lbf = 62.3 kN

### (US) - Estados Unidos, GB - Inglaterra

Na **figura 1** abaixo temos um medidor de espessura e força, com documentação, apresentando o seguinte texto:

#### *Pocket Thickness Gage*

*Measuring force is often an important factor when soft materials such as plastics and fabrics need to be measured. In the meter-kilogram-second system, the unit of*

*force is the Newton (N), where 1 Newton = 100 gram-force = 0.225 pound-force.*

#### Tradução:

Medir força é também um fator importante, quando materiais macios como os plásticos e tecidos precisam ser medidos. No sistema metro-quilograma-segundo, a unidade de força é o newton (N) onde 1 newton = 100 gramas-força = 0,225 libras-força.

T

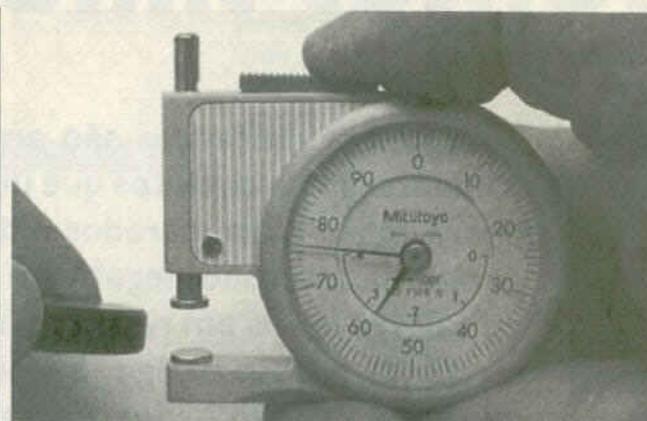


Figura 1 - Medidor de espessura e força.

#### Importante

Nas expressões numéricas, vírgulas representam os pontos em Inglês e vice-versa. Exemplos:

Um milhão = 1.000.00 (português) = 1,000,000 (inglês)  
0,028 (português) = 0.028 (inglês)

**Seus emails não funcionam ?  
Sua página esta fora do ar ?  
Seu banco de dados sumiu ?**

**Então você precisa  
de um provedor de verdade !**

### Hospedagem Profissional

**Registro de domínio nacional e  
Internacional**

**ASP.NET**

**PHP**

**MySQL**

**SQL**

**Anti-Spam**

**Anti-vírus**

### Revenda de Hospedagem

- » Sem limite de Sites com Domínio próprio
- » Sem limite de Emails POP3
- » ASP, ASP.net, Perl, Python, PHP, MySq  
Microsoft SQL, Access, SSI, Web Statistics
- » Webmail
- » Front Page
- » Administração do DNS
- » Controle de tráfego e espaço por domínio
- » Páginas de erro customizáveis
- » Controle de permissão de diretórios
- » Administrador de arquivos **Consulte Valores**



# Projetos de fontes simétricas

As fontes simétricas são amplamente usadas na alimentação de circuitos que utilizam amplificadores operacionais e comparadores de tensão. Essas fontes geram uma tensão negativa e uma tensão positiva, de valores iguais em relação a uma referência (terra ou 12 V). Neste artigo, baseado no livro "Fontes de Alimentação", descrevemos algumas fontes simétricas simples.

Newton C. Braga

As fontes simétricas são amplamente utilizadas na alimentação de circuitos com amplificadores operacionais que precisam tanto de tensões positivas como negativas em relação a um ponto de referência (terra).

As tensões típicas dessas fontes variam entre 3 e 12 V, e as correntes são baixas, a menos que os circuitos tenham etapas de potência. Essas correntes estão na faixa de 10 a 500 mA, tipicamente.

A seguir oferecemos circuitos de fontes simétricas simples, uma sem regulagem, outra com regulagem por diodo zener, e finalmente uma transistorizada, e que podem ser utilizadas na maioria das aplicações menos críticas que usem amplificadores operacionais e comparadores de tensão.

A primeira tem o circuito mostrado na **figura 1**, podendo ser usados transformadores de 5 + 5 V, 6 + 6 V, 7,5 + 7,5 V, 9 + 9 V e até 12 + 12 V, conforme a tensão desejada na saída.

Observamos que a tensão sem carga (em aberto) é a tensão de pico do secundário do transformador, ou seja, um valor bem mais alto que

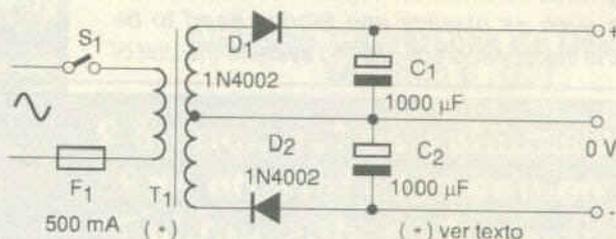


Figura 1 - Fonte simétrica sem regulagem.

pode chegar aos 18 V no caso dos transformadores de 12 V.

Assim, para operacionais que tenham tensões máximas de 15 V deve ser colocado um transformador com, no máximo, 9 V de secundário.

A corrente máxima dessa fonte é dada pelo transformador. Para essa configuração recomendamos uma corrente máxima de 500 mA.

Os capacitores devem ter tensões de trabalho pelo menos 2 vezes maiores que a tensão do secundário do transformador usado, pois eles carregam-se com a tensão de pico.

A segunda fonte tem uma regulagem por diodo zener e é ilustrada na **figura 2**.

## Lista de Materiais (figura 1)

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> - 1N4002 - diodos retificadores de silício

T<sub>1</sub> - Transformador - primário de acordo com a rede local, secundário - ver texto

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> - 1 000 µF - capacitores eletrolíticos - ver texto

S<sub>1</sub> - Interruptor simples

F<sub>1</sub> - 500 mA - fusível

## Diversos:

Placa de circuito impresso ou ponte de terminais, cabo de força, suporte para fusível, caixa para montagem, fios, solda, etc.

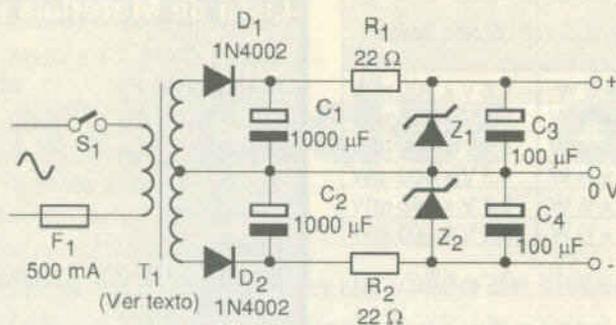


Figura 2 - Fonte simétrica regulada por diodo zener.

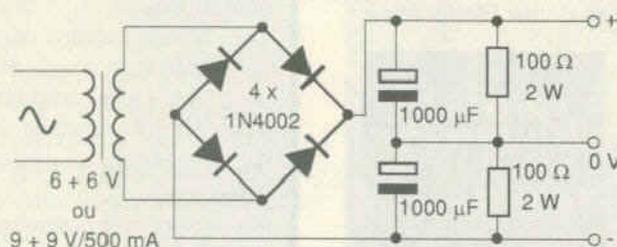


Figura 3 - Utilizando um transformador com secundário simples.

### Lista de Materiais (figura 2)

**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>** - 1N4002 - diodos retificadores de silício

**Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>** - 6 ou 12 V x 1W - diodos zener conforme a tensão de saída desejada

**C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>** - 1 000 µF x 25 V - capacitores eletrolíticos

**C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>** - 100 µF x 16 V - capacitores eletrolíticos

**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>** - 22 Ω x 1 W - resistores - vermelho, vermelho, preto para 6 V ou 10 Ω x 1 W - marrom, preto, preto, para 12 V

**T<sub>1</sub>** - Transformador com 12 V + 12 V de secundário de 50 mA a 300 mA - primário conforme a rede de energia

**S<sub>1</sub>** - Interruptor simples

**F<sub>1</sub>** - 500 mA - fusível

#### Diversos:

Placa de circuito impresso ou ponte de terminais, caixa para montagem, fios, solda, cabo de força, etc.

A corrente máxima dessa fonte é menor, da ordem de apenas 50 mA, e a tensão será fixada em dois valores mais usados: 6 e 12 V. Para outras tensões, o zener e os resistores devem ter seus valores alterados.

A **figura 3** exhibe como podemos obter uma fonte simétrica utilizando um transformador com secundário simples.

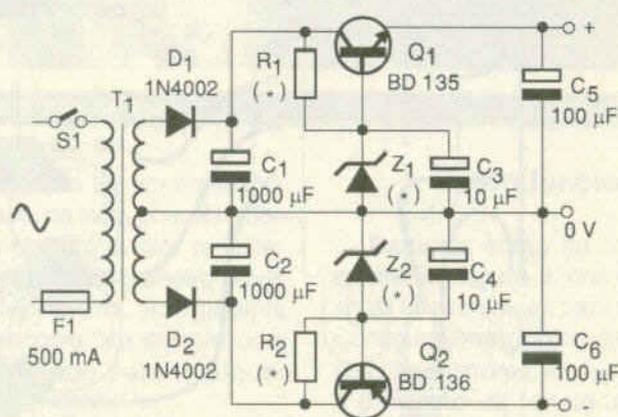


Figura 4 - Fonte simétrica transistorizada.

Veja que, para um transformador com 12 V de secundário, a fonte obtida será de aproximadamente 6 + 6 V.

### Fonte simétrica transistorizada

Empregando reguladores transistorizados com transistores NPN e PNP podemos elaborar uma fonte simétrica de melhor desempenho, para correntes de saída até 500 mA.

A fonte apresentada na **figura 4** tem uma tensão de saída que é determinada pelos diodos zener.

Os resistores **R<sub>1</sub>** e **R<sub>2</sub>** têm seus valores dependentes da tensão do diodo zener, conforme a **tabela 1**.

A corrente recomendada de secundário para o transformador é de 500 mA, mas se forem usados transformadores menores, a fonte também funcionará, embora com uma corrente máxima menor.

Na **figura 5** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para essa fonte.

Os transistores devem ser dotados de radiadores de calor e sua posição deve ser observada com cuidado.

O circuito pode ser montado numa pequena caixa plástica, com bornes de cores diferentes para a saída.

Um LED indicador em paralelo com as saídas pode ser agregado para indicar o funcionamento. O resistor em série com esse LED deverá ser de 470 ohms para a fonte de 6 V, 560 ohms para a fonte de 9 V e 1 k ohms para a fonte de 12 V.

| Tensão de saída | Transformador (secundário) | $R_1, R_2$           | Diodo Zener     |
|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|
| 6 + 6 V         | 7,5 + 7,5 V                | 150 $\Omega$ x 1/2 W | 6,6 V x 400 mW  |
| 6 + 6 V         | 9 + 9 V                    | 270 $\Omega$ x 1/2 W | 6,6 V x 400 mW  |
| 6 + 6 V         | 12 + 12 V                  | 390 $\Omega$ x 1/2 W | 6,6 V x 400 mW  |
| 9 + 9 V         | 12 + 12 V                  | 220 $\Omega$ x 1/2 W | 9,8 V x 400 mW  |
| 9 + 9 V         | 15 + 15 V                  | 470 $\Omega$ x 1/2 W | 9,8 V x 400 mW  |
| 12 + 12 V       | 15 + 15 V                  | 270 $\Omega$ x 1/2 W | 12,6 V x 400 mW |

Tabela 1 - Valores dos resistores.

Mais Informações

Os projetos que descrevemos neste artigo são apenas alguns dos muitos circuitos práticos de fontes que o leitor encontrará nesse livro.

O autor, Newton C. Braga, nestes quase 40 anos que atua no ramo eletrônico, observou a dificuldade de alguns leitores com os circuitos de fontes de alimentação.

Como todo projeto precisa de uma fonte, o autor acumulou diversos circuitos que foram publicados em livros e nas revistas Saber Eletrônica e Eletrônica Total, oriundos de aplicativos das fábricas de semicondutores.

Neste livro temos fontes lineares (ou analógicas), que são as mais comuns, e as chaveadas também denominadas SMPS - "Switched Mode Power Supplies".

O autor aborda principalmente fontes de corrente contínua, analisa seu princípio de funcionamento e vários projetos práticos.

Mais informações em "livros" no site da Editora Saber [www.editorasaber.com.br](http://www.editorasaber.com.br).



Lista de Materiais (figura 4)

**Q<sub>1</sub>** - BD135 - transistor NPN de média potência

**Q<sub>2</sub>** - BD136 - transistor PNP de média potência

**Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>** - Diodos zener de 400 mW - conforme tensão de saída - ver tabela

**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>** - 1N4002 - diodos retificadores de silício

**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>** - ver tabela - conforme tensão e transformador

**C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>** - 1 000  $\mu$ F - capacitores eletrolíticos - ver texto

**C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>** - 10  $\mu$ F - capacitores eletrolíticos

**C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>** - 100  $\mu$ F - capacitores eletrolíticos

**T<sub>1</sub>** - Transformador com primário de acordo com a rede de energia e secundário conforme tabela

**F<sub>1</sub>** - 500 mA - fusível

**S<sub>1</sub>** - Interruptor simples

Diversos:

Placa de circuito impresso ou ponte de terminais, radiadores de calor para os transistores, suporte para o fusível, cabo de força, caixa para montagem, fios, solda, etc.

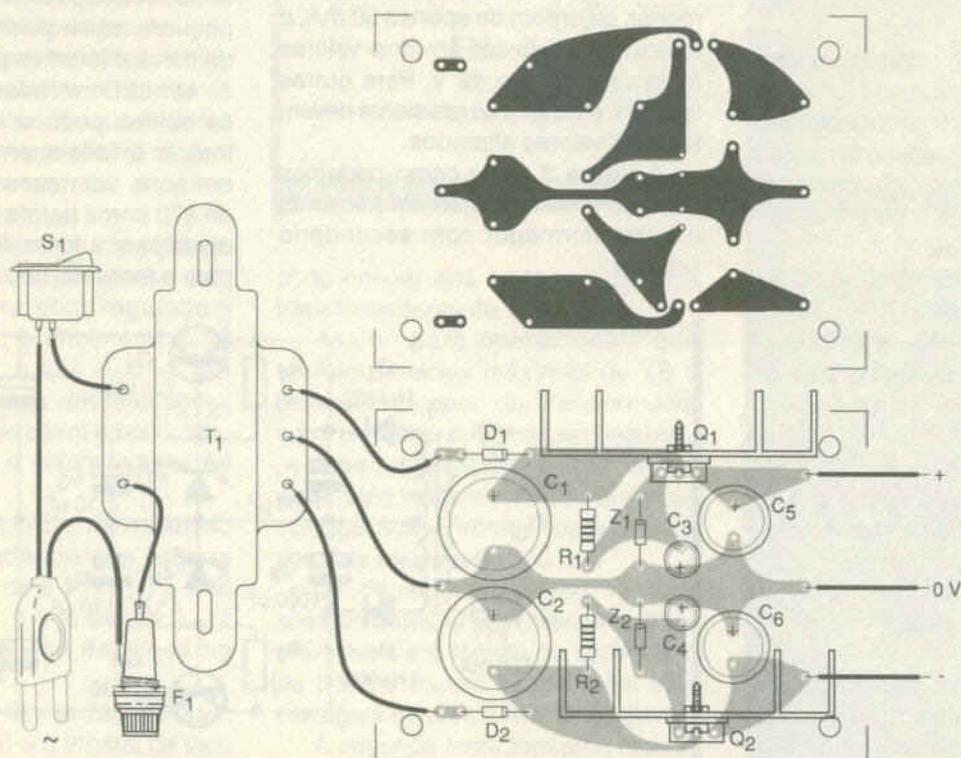


Figura 5 - Sugestão de layout para placa da fonte.

# Triplicador de Tensão

Televisores, monitores de vídeo de sistemas de segurança e computadores possuem circuitos triplicadores na etapa de geração de alta tensão para o cinescópio. Esses circuitos que geram tensões que ultrapassam os 30 000 V, dependendo do aparelho, são críticos e precisam ser bem entendidos pelos profissionais de reparação. Veja, neste artigo, como eles funcionam e como trabalhar com seus componentes.

Newton C. Braga

A Muito Alta Tensão (MAT) necessária à aceleração do feixe de elétrons de um cinescópio é gerada por um circuito que, ao mesmo tempo, produz os pulsos horizontais de varredura.

São etapas que, por trabalharem com tensões e potências elevadas, se tornam críticas nos televisores e monitores de vídeo, exigindo cuidados especiais por parte dos profissionais de manutenção.

Normalmente, utiliza-se um transformador com núcleo de ferrite, o transformador de saída horizontal ou TSH, que produz pulsos de alta tensão cuja amplitude é multiplicada por um circuito triplicador de tensão, conforme mostra a **figura 1**.

Esse circuito triplicador é formado por um conjunto de 5 diodos e 4 capacitores operando em cascata de modo a aumentar a tensão apresentando diversas vantagens quando utilizado tais como:

- O transformador pode operar com uma tensão mais baixa do que a obtida no final, o que torna esse componente menos crítico.
- O consumo de energia é diminuído.
- O perigo de arcos e conseqüentemente fogo no circuito do transformador, é menor quando ele opera com uma tensão menor.
- A confiabilidade do circuito é maior.

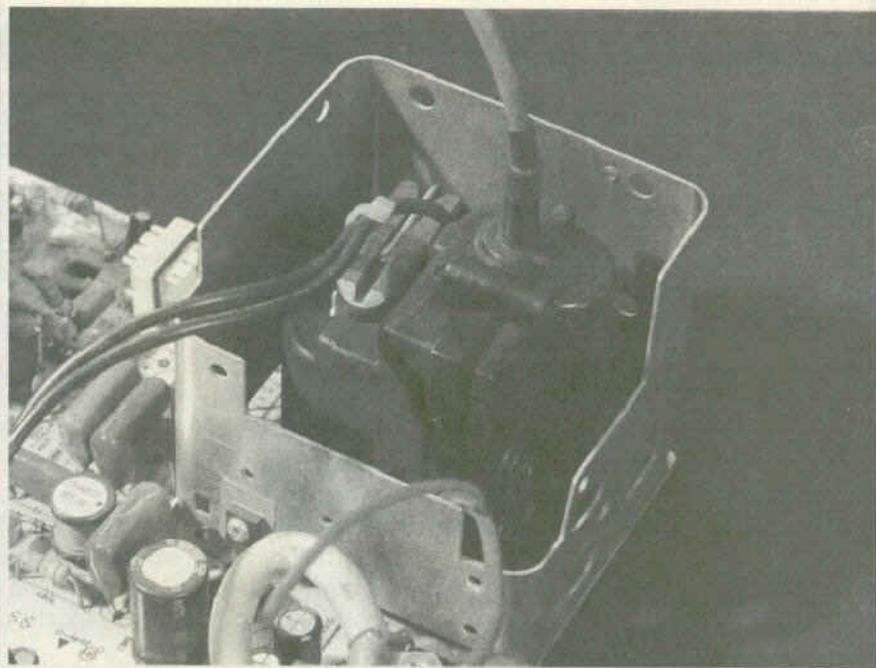


Figura 1 - Triplicador de tensão.

- Não se necessita de um retificador para a tensão de foco, pois ela pode ser obtida por um divisor resistivo ligado ao catodo do primeiro diodo da ponte triplicadora. Isso garante que o cinescópio fica sempre com o foco garantido para qualquer condição de brilho.

A operação do multiplicador de tensão é feita conforme analisaremos a seguir.

## Como funciona

Partimos então do circuito típico exibido na **figura 2**, que emprega na saída horizontal um transistor BU208. Configurações mais modernas podem usar transistores equivalentes, mas o princípio de funcionamento é o mesmo.

A tensão de alimentação desse transistor de alta potência e alta tensão

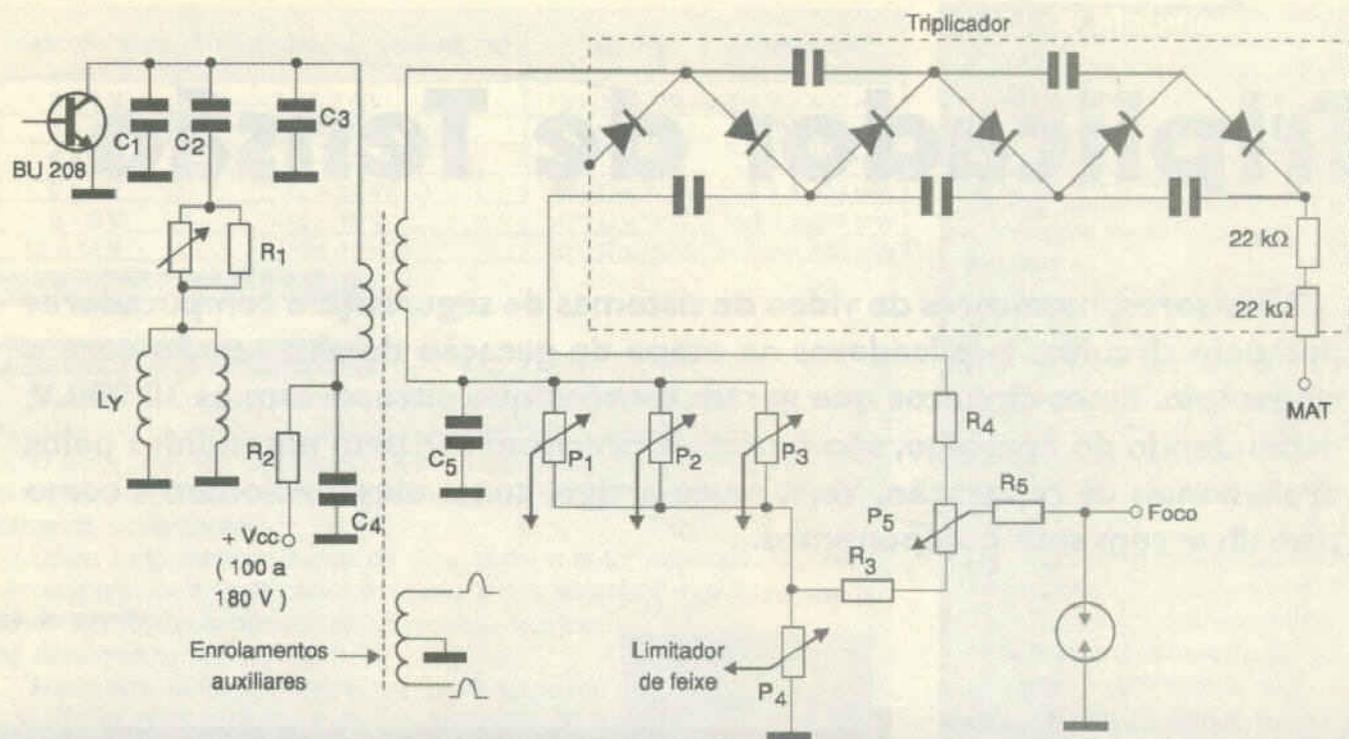


Figura 2 - Circuito típico.

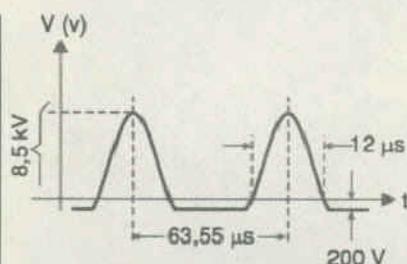


Figura 3 - Forma de onda.

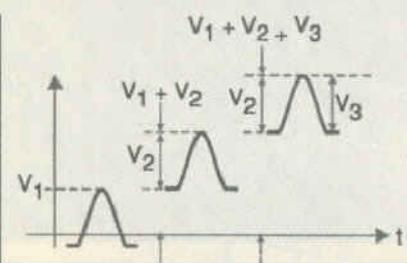


Figura 4 - Triplicação.

(para televisores e monitores comuns), estará entre 100 V e 180 V.

Os pulsos gerados por esse transistor induzem alta tensão no secundário, cuja forma de onda é vista na figura 3.

São pulsos de 63,5 μs com uma amplitude típica que chega aos 8,5 kV.

Quando esses pulsos são aplicados ao circuito triplicador, os diodos

conduzem carregando os capacitores em paralelo. Esses capacitores se descarregam depois em série.

Assim, em uma primeira etapa temos os pulsos com a intensidade dobrando e depois triplicando, conforme mostram as formas de onda da figura 4.

O capacitor de 2,5 nF na saída filtra essa alta tensão de modo a ser aplicada no cinescópio uma tensão contínua.

Observe que a tensão de foco é derivada do catodo do segundo diodo retificador através de um divisor com resistores. Nesse divisor encontramos o trimpot de ajuste de foco.

### Service

A análise deste tipo de circuito, quando em funcionamento, exige o uso de uma ponta de prova de alta tensão, observe a figura 5.

No entanto, com o circuito desligado existem diversas provas de continuidade que podem ser feitas com a ajuda de um multímetro comum. Uma delas consiste na medida da continuidade dos enrolamentos do transformador de saída horizontal

(TSH), que é feita conforme mostra a figura 6.

Os enrolamentos em boas condições devem apresentar baixas resistências. Todavia, é preciso considerar que esta prova não revela fugas ou curtos entre as espiras do enrolamento.

Se, com o aparelho ligado, ocorrer ruído semelhante ao de fritura ou forem percebidas visualmente faíscas entre as espiras do enrolamento de alta tensão, isso significa problemas de isolamento.

Se bem que na maioria dos casos o enrolamento seja protegido por plástico que impede a visualização do seu funcionamento ou ainda a absorção de umidade, nos tipos mais antigos os enrolamentos ainda são expostos.

De qualquer forma, a detecção de problemas neste enrolamento leva à necessidade de substituir o componente.

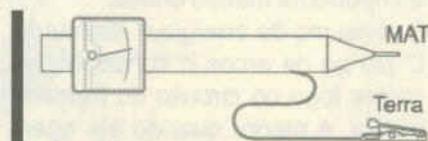


Figura 5 - Ponta de prova de alta tensão.



Para a ponte retificadora, o teste de continuidade é mais difícil. Os diodos em série aumentam a tensão de condução no sentido direto, dificultando a prova com um multímetro comum. O multímetro pode apenas detectar se os capacitores ou os diodos estão em curto. Como esses componentes ficam protegidos por um conjunto blindado único, a substituição individual é inviável.

Finalmente, temos os problemas que surgem com o próprio transistor da etapa excitadora.

Se os componentes do conjunto de alta tensão entrarem em curto, carregando o enrolamento de coletor do transistor de saída horizontal, a tendência é que esse transistor se queime. Como, na queima, ele normalmente entra em curto, a fonte será sobrecarregada podendo desarmar ou ter componentes queimados.

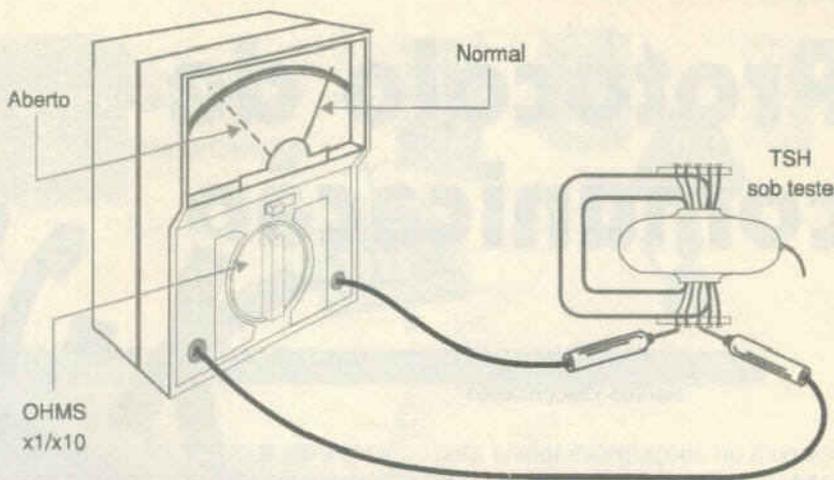


Figura 6 - Medindo a continuidade.

Assim, conforme os leitores que acompanham nossa seção de Service sabem, sempre que a alimentação desse setor sofre alguma pane, antes de se trocar fusíveis ou componentes

da própria fonte, devemos investigar as causas nesta etapa. O transistor, o TSH, o triplicador e componentes associados podem ser os responsáveis pelo problema.

T

**Você já pensou sobre a importância do aterramento da sua máquina?**

**Assuntos como este você encontra na revista:**

**SABER**  
**ELETRÔNICA**  
TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

**Mensalmente nas bancas**

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

**Buscando informações para seu aperfeiçoamento profissional em Automação Industrial?**

**Encontre-as na revista:**

**MECATRÔNICA**  
Atual  
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

**Bimestralmente nas bancas**

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

# Protocolo de comunicação

Marcus Vasconcellos

Uma firma escocesa, a *Pico Electronics Ltd.*, é reconhecida como a criadora do primeiro chip de calculadora do mundo (com todas as funções num único chip).

Em 1976, a firma já havia desenvolvido uma série de chips cujos projetos tinham código de X-1 até X-9, e então tiveram uma idéia: “Não seria interessante se os consumidores pudessem controlar luzes e aparelhos remotamente sem ter que instalar cabos adicionais na casa?”.

E com este objetivo deram início ao projeto denominado X-10, firmando um acordo com uma companhia de áudio conhecida como BSR, para que os produtos saíssem com o nome desta.

Então, o projeto X-10 fez surgir os primeiros módulos que controlavam luz e aparelhos através da própria fiação elétrica da casa. Estes módulos BSR tiveram um rápido crescimento e companhias tais como Sears e *Radio Shack* rapidamente contribuíram com a disseminação entre os anos de 1978 e 79. A Sears os descontinuou, mas a *Radio Shack* continua a vendê-los sob o nome *Plug N'Power*.

Nos anos 90 a BSR fechou e o grupo de desenvolvimento original adquiriu a tecnologia, retirou o nome BSR e colocou o nome que é conhecido até hoje, X-10.

Atualmente, X-10 é tanto um padrão proprietário quanto marca (figura 1). Eles produzem dispositivos com seu próprio nome e produtos compatíveis com o padrão X-10 para muitas outras companhias em regime de OEM. A empresa declara possuir mais de quatro milhões de residências controladas pelo padrão e até

empresas de informática de grande porte, como a IBM, possuem produtos compatíveis (figura 2).

Se comparado aos novos padrões domóticos, como o *CEBus* e *LonWorks*, o X-10 pode ser considerado tecnologicamente obsoleto, porém possui alta disponibilidade de equipamentos para o mercado consumidor.

## Tecnologia X-10

X-10 é um protocolo de comunicação para efetuar o controle remoto de dispositivos elétricos. Foi projetado para comunicação entre transmissores X-10 e receptores X-10 através da fiação elétrica comum de uma casa. Os módulos transmissores e



Figura 1 - Logotipo X-10.



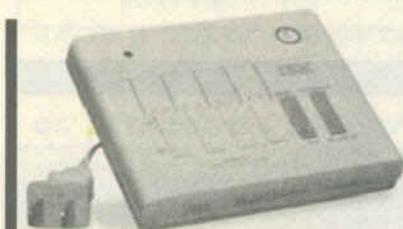
Figura 2 - IBM Director X-10 Starter Kit.

© IBM., Copyright (c) 2000

receptores são usualmente colocados no lugar de tomadas e interruptores embora alguns necessitem de caixas elétricas especiais.

Os transmissores enviam comandos simples tais como *turn on*, *turn off* ou *dim* precedidos pela identificação do receptor a ser controlado. Cada receptor possui uma identificação e reage apenas aos comandos endereçados a ele.

O transmissor X-10 mais simples é uma caixa pequena de controle com botões (figura 3). Os botões selecionam a unidade a ser controlada e qual função de controle a ser enviada (por exemplo, "turn on", "all units off", etc).



© IBM, Copyright (c) 2000

Figura 3 - Transmissor X-10.

O receptor mais simples é um módulo pequeno com um *plug* (para conectar na tomada padrão), uma tomada elétrica (para ligar o aparelho e poder controlá-lo) e dois seletores para ajustar a identificação do receptor (figura 4).



© IBM e X-10 Corp. Copyright (c) 2000

Figura 4 - Receptores X-10.

Entretanto, a variedade de produtos não se restringe apenas a estes, incluindo controles remotos, sistemas de segurança, interfaces para TV e computador e até para telefone (atuação via qualquer telefone).



Figura 5 - Instalação X-10.

Embora os meios físicos para controle remoto sejam a radio-freqüência e o infravermelho, o suporte final é a fiação elétrica convencional e a topologia adotada pode ter a formação do tipo linha, estrela, árvore ou anel.

O X-10 especifica um total de 256 endereços diferentes: 16 códigos de unidade (1-16) para cada um dos 16 códigos de casa (A-P). Normalmente um transmissor é ajustado para um certo código de casa e então pode controlar até 16 códigos de unidade.

Não há restrição de se usar múltiplos transmissores, cada um ajustado para um código diferente de casa, na mesma fiação (figura 5). Permite-se, ainda, que os receptores sejam ajustados para o mesmo código de casa e o mesmo código de unidade, o que possibilita que um mesmo comando emitido por um transmissor X-10 possa controlar múltiplos receptores em paralelo.

Cada bit "1" numa transmissão X-10 é um *burst* de 120 kHz (utilizando modulação em amplitude do tipo ASK) no sinal AC, e cada bit "0" é a ausência deste *burst*. A duração de cada *burst* é de 1 ms com potência de 0,5 watts.

Um *burst* é enviado a cada 60 graus, começando no cruzamento pelo zero da tensão AC (0, 60 graus, 120 graus, etc), fazendo com que o sinal seja compatível com a potência trifásica (no qual as fases são deslocadas 60 graus uma das outras) conforme a figura 6.

O *burst* é enviado 3 vezes para cada *bit*, uma para cada cruzamento pelo zero. Isto é feito

para enviar informações no momento mais calmo da tensão AC ao receptor, qualquer que seja a fase que este esteja. Isto leva à melhor relação sinal/ruído para transmissão de dados. Por conseguinte, a taxa real de transmissão de bits é de 2 bits/ciclo.

Além disso, cada bit é enviado com seu valor verdadeiro e complementado, e cada seqüência de código é enviada duas vezes. Toda esta redundância para que os *bits* vençam o ruído da linha (segurança de transmissão). Veja a tabela 1.

Um comando normal simples leva 11 ciclos de *clock* para terminar. Todos

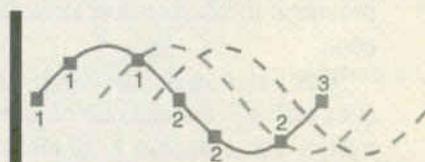


Figura 6 - Envio de bits pela tensão AC.

| Código da casa (house code) | Código do dispositivo (unit code) | Valor Binário |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|
| A                           | 1                                 | 0110          |
| B                           | 2                                 | 1110          |
| C                           | 3                                 | 0010          |
| D                           | 4                                 | 1010          |
| E                           | 5                                 | 0001          |
| F                           | 6                                 | 1001          |
| G                           | 7                                 | 0101          |
| H                           | 8                                 | 1101          |
| I                           | 9                                 | 0111          |
| J                           | 10                                | 1111          |
| K                           | 11                                | 0011          |
| L                           | 12                                | 1011          |
| M                           | 13                                | 0000          |
| N                           | 14                                | 1000          |
| O                           | 15                                | 0100          |
| P                           | 16                                | 1100          |

Tabela 1 - Códigos de casa e dispositivos no X-10.

| Função<br>(function code) | Valor<br>Binário |
|---------------------------|------------------|
| All Units Off             | 0000             |
| All Lights On             | 0001             |
| On                        | 0010             |
| Off                       | 0011             |
| Dim                       | 0100             |
| Bright                    | 0101             |
| All Lights Off            | 0110             |
| Extended Code             | 0111             |
| Hall Request              | 1000             |
| Hall Acknowledge          | 1001             |
| Pre-set Dim ( 1 )         | 1010             |
| Pre-set Dim ( 2 )         | 1011             |
| Extended Data Transfer    | 1100             |
| Status On                 | 1101             |
| Status Off                | 1110             |
| Status Request            | 1111             |

Tabela 2 - Códigos de funções no X-10.

os comandos devem iniciar com o *header* 1110 (que leva dois ciclos). Em seguida, 4 ciclos informam os 4 *bits* que contêm o Código da Casa (*House Code*), sendo na verdade 8 *bits* devido ao envio do valor verdadeiro e do complementar.

Os últimos 5 ciclos AC são o Código da Unidade/Função (*Unit/Function Code*), um código de 5 *bits* (que leva 10 *bits* devido ao envio do valor verdadeiro e do complementar).

Para qualquer código, com exceção do "dim" e do "bright" e dos dados que seguem a função "extended data",

deve haver uma pausa de 3 ciclos antes de enviar outro comando ("dim" e "bright" não necessitam de pausa e o comando "extended data" deve ser sucedido pelos dados correspondentes), **tabela 2**.

A única seqüência que não obedece à regra verdadeiro/complementar são os *bits* do *header*, que apenas informam aos dispositivos que devem ficar escutando as informações da linha de novo.

Uma transmissão completa deve ter o aspecto representado na **figura 7**.

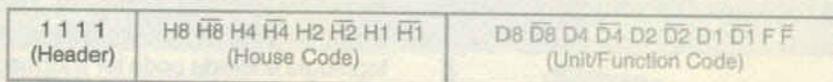


Figura 7 - Representação no padrão X-10.

### Vantagens e desvantagens do X-10

Embora o padrão X-10 represente uma solução para automação residencial que envolve baixo custo e facilidade de instalação (devido à não necessidade de recabeamento da casa), não preenche todas as necessidades e possui limitações.

Nos Estados Unidos, onde o rigor nas instalações elétricas é maior que no Brasil, a experiência mostra que o padrão X-10 tem dificuldades para cobrir a área em casas maiores que 185 metros quadrados. Os sintomas são o envio e o não recebimento de comandos, ou o acionamento esporádico de alguns dispositivos. Como solução está a adoção de amplificadores de sinais.

Um outro problema comum ocorre em casas ou apartamentos nos quais se utiliza mais de uma fase na instalação elétrica. Assim, um transmissor instalado numa fase pode enviar comandos que nunca cheguem ao receptor que está numa outra fase na casa. Como solução está a colocação de capacitores de 0,1  $\mu$ F entre as fases envolvidas, ou ainda a utilização de *bridges* (mais recomendável) ou o uso de amplificadores de sinal.

A maioria dos dispositivos X-10 se comunica apenas em um sentido, sem opção de *feedback*. Dessa forma, um comando de acionamento (ou "desacionamento") pode ser enviado, mas não se tem certeza se foi recebido pelo outro dispositivo.

Não pode haver mais de um transmissor ativo ao mesmo tempo numa mesma fiação elétrica residencial. Isto se deve ao fato da inexistência de um protocolo de acesso ao meio que detecte e resolva a contenção.

Alguns aparelhos, tais como televisores e equipamentos audiovisuais, podem possuir um capacitor entre a fase e o terra, para filtrar ruídos de alta frequência na alimentação. Estes filtrarão também os *bursts* com os comandos X-10 da linha.

O comando de *dimmer* não se aplica a lâmpadas fluorescentes ou alógenas. A potência mínima das lâmpadas para atuação deve ser de 50 W.

O X-10 não possui transmissão por outros meios físicos, tais como par trançado, cabo coaxial ou fibra ótica, embora existam dispositivos que atuam como *gateways* para que controles remotos acessem uma instalação, daí permitindo o uso do infravermelho e da radio-frequência.

Dependendo do local de utilização, 256 endereços possíveis passa a ser uma limitação.

Comprar os módulos X-10 ainda é um problema no Brasil. Existem algumas empresas que importam e comercializam os módulos, mas ainda são poucas. Uma opção interessante é importar diretamente via Correios, adquirindo os módulos diretamente de fornecedores nos Estados Unidos ou através do eBay ([www.ebay.com](http://www.ebay.com)).

T

# Conheça a deriva térmica

Um dos principais fatores que causam a destruição de componentes eletrônicos é a falta de cuidado com a dissipação do calor por eles gerado. O fenômeno da deriva térmica, que acelera a destruição de componentes, quando tudo parece estar perfeito, a partir de uma pequena sobrecarga ou desequilíbrio de funcionamento que dá início a um processo cumulativo, pode comprometer muitos projetos, principalmente os de alta potência. Como ocorrem e como evitar os problemas da deriva térmica são os assuntos que abordamos agora neste artigo.

Newton C. Braga

Quando estudamos Dinâmica (Física) aprendemos que existem três maneiras de um corpo estar em equilíbrio estático e que são mostradas na figura 1.

Na primeira condição temos o chamado equilíbrio indiferente (a), pois em qualquer posição do plano em que a esfera seja colocada, ela certamente poderá ficar parada, sem problemas, em uma condição de equilíbrio estático.

Na segunda, temos uma condição de equilíbrio estável (b) que é conseguida somente na posição mais baixa da calha. Se tentarmos tirar a esfera desta posição, colocando-a em outra, ela não ficará e tenderá a voltar à posição original.

Finalmente, temos uma condição de equilíbrio instável (c), que é justamente a que vai servir de ponto de partida para o estudo do nosso problema eletrônico. Nesta condição a esfera fica equilibrada, mas de modo muito crítico na posição indicada na figura.

No entanto, qualquer movimento, por menor que seja, para um lado ou para outro que tenda a deslocar a esfera desta posição, fará com que

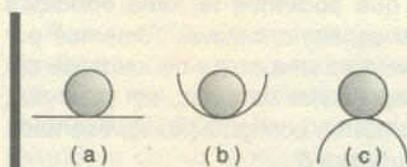


Figura 1 - Formas de equilíbrio estático.

entrem em ação forças que levarão essa esfera a se afastar rapidamente do equilíbrio para nunca mais voltar de maneira espontânea.

Na Eletrônica ocorre um fenômeno que pode ser analisado de maneira análoga: a deriva térmica.

## Passando para a eletrônica

Todos os componentes eletrônicos são bastante sensíveis à mudanças de temperatura. Por menores que sejam, as mudanças de temperatura acabam por afetar as características da maioria dos componentes de modo acentuado.

Os transistores, diodos e semicondutores em geral têm suas correntes de fuga aumentadas sensivelmente

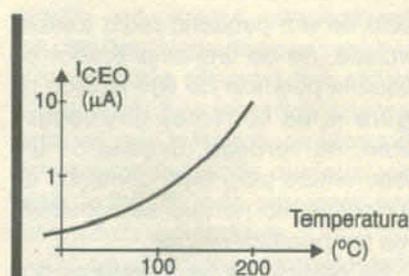


Figura 2 - Aumento de temperatura.

quando a temperatura de suas junções aumenta, conforme ilustra a figura 2.

Em outras palavras, a resistência no sentido inverso das junções dos semicondutores diminui quando a temperatura aumenta.

Todavia, componentes como um resistor de fio, possuem coeficientes positivos de temperatura, ou seja, sua resistência aumenta quando a temperatura se eleva.

Mas, podemos citar também os NTCs (*Negative Temperature Coefficient*) que são componentes cuja resistência diminui com o aumento da temperatura, observe a figura 3.

Em um circuito eletrônico como, por exemplo, uma etapa de saída de

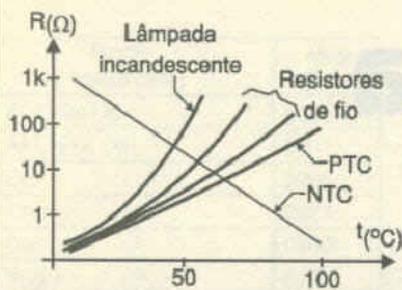


Figura 3 - Variação da resistência.

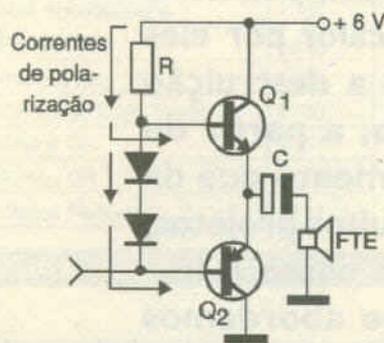


Figura 4 - Amplificador de pequena potência.

áudio de um pequeno rádio transistorizado, ou de um amplificador de pequena potência do tipo exibido na figura 4, as correntes de repouso estão, na verdade, fixadas de um modo crítico para uma condição de funcionamento no que se considera uma temperatura normal.

Na prática, as temperaturas dos componentes deste circuito variam, tanto em função da temperatura dos locais em que eles operam como também pelo próprio calor gerado que depende do modo de seu funcionamento.

Quando exigido à plena potência, o transistor tende a gerar mais calor, e com isso a aquecer a ponto de mudar as condições de operação ideais do próprio circuito em que ele se encontra.

Da mesma forma que a esfera nas condições de equilíbrio que tomamos como exemplo, o funcionamento de uma etapa deste tipo pode tender a três condições.

Os componentes podem ter características tais e estarem ligados de tal maneira que, não importando a temperatura de operação (dentro de uma faixa de valores que não implique

em sua destruição), um eventual aumento de uma resistência seja compensado pela alteração de outra de modo a manter constantes as correntes e, portanto, a polarização do circuito. Neste caso, não se alteram as quantidades de calor geradas pelos componentes e o equilíbrio térmico do aparelho pode ser considerado indiferente.

A complexidade da maioria dos circuitos, tanto em função da elevação da temperatura quanto do número de componentes e da variedade de comportamentos que não são lineares com a temperatura, torna esta condição muito difícil de ser obtida.

Veja que seria interessante termos um aparelho cujas características de funcionamento fossem totalmente independentes da temperatura ambiente, pois os problemas que justamente estamos analisando neste artigo não ocorreriam.

Entretanto, o que se torna perigoso para a integridade de um aparelho, é que podemos ter uma condição de equilíbrio instável. Tomemos por exemplo uma etapa de saída de um amplificador de áudio, em *push-pull*, conforme configuração apresentada na figura 5.

Os componentes que polarizam as bases dos transistores são calculados para um valor que produza uma corrente de repouso que não comprometa os transistores de saída e que, ao mesmo tempo, com a aplicação de um sinal de áudio, tenhamos uma amplificação com o rendimento e fidelidade desejados.

Vamos supor, então, que por algum motivo o amplificador seja levado a uma operação em um local de temperatura maior do que a prevista como normal. Isso pode ainda ser agravado por uma condição de ventilação deficiente (alguém colocou alguns discos justamente tampando os furos de ventilação do aparelho sobre a caixa, coisa muito comum para este tipo de equipamento).

Com a elevação da temperatura aumenta a corrente de fuga dos transistores, que se soma com a corrente de base. O resultado é que a corrente de coletor é determinada pela corrente de base, e com o aumento da primeira,

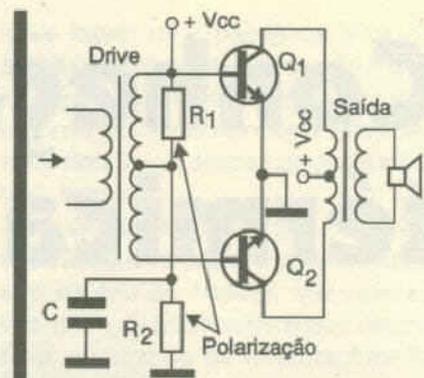


Figura 5 - Saída de amplificador.

surge um aumento da corrente de coletor na condição de repouso.

O aumento da corrente de coletor tem uma consequência importante: faz com que o transistor gere mais calor, e ele tem que dissipá-lo. Ora, para dissipar mais calor, o transistor se aquece mais e o resultado da elevação adicional da temperatura não poderia ser outro: cresce a corrente de fuga que se soma à corrente de base.

O efeito é semelhante ao de uma "bola de neve", isto é, aumentando a corrente de base aumenta a de coletor; aumenta a temperatura e novamente a corrente de base e o resultado final não poderia ser outro: a corrente no componente e o calor gerado se tornam tão intensos, que a queima é inevitável.

Veja, então, que bastará um "empurrãozinho" inicial para que o processo vá tomando corpo, com uma "deriva térmica" que faça o circuito fugir das condições ideais de funcionamento levando os componentes mais sensíveis à queima. Para um circuito como este é preciso agregar recursos que impeçam que este fenômeno aconteça.

Um modo simples de compensar os efeitos da elevação da temperatura que tende a aumentar a corrente nos transistores é conseguido com o uso de um termistor ou NTC, ligado conforme vemos na figura 6.

O termistor ou resistor com coeficiente negativo de temperatura (*Negative Temperature Coefficient*) é um componente que, conforme o nome diz, diminui de resistência quando a temperatura aumenta.

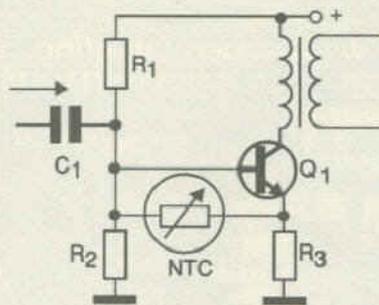


Figura 6 - Usando um NTC.

Ligado entre a base do transistor e o emissor (através do enrolamento do transformador), ele tende a diminuir a tensão de polarização e com isso reduzir a corrente de base quando a temperatura aumenta. Ora, isso faz com que a corrente total no transistor se mantenha e ele não tenda a aquecer mais.

Nos amplificadores de potências elevadas com transistores ligados na configuração em simetria complementar ou "quase-complementar", temos duas outras possibilidades para manter o equilíbrio térmico e com isso evitar a deriva técnica. Estas possibilidades são apresentadas nos circuitos da figura 7 e 8.

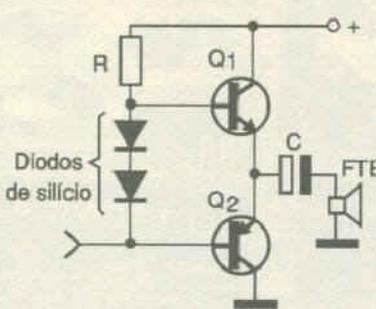


Figura 7 - Usando diodos.

Na figura 7, são usados diodos comuns de silício para polarizar as bases dos transistores de tal modo que sua resistência diminui com o aumento da temperatura. Na verdade, o que ocorre é uma elevação da corrente nestes componentes quando a temperatura aumenta e, assim, temos um efeito semelhante aos obtidos pelos NTCs.

A grande vantagem desta configuração é que os diodos tendem

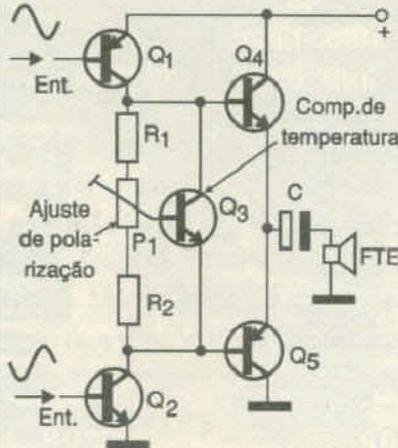


Figura 8 - Usando transistor de uso geral.

intrinsecamente a manter entre seus terminais a mesma tensão base-emissor que precisamos para polarizar o transistor.

Alguns amplificadores de potências elevadas fazem o mesmo, mas empregando um transistor de uso geral de baixa potência como sensor, conforme ilustra a figura 8.

Para "sentir" a temperatura dos transistores de saída, que são certamente os que devem dissipar mais calor e, por isso, operam nos limites levando a deriva térmica a ser um elemento de grande perigo para sua integridade, a montagem do sensor (transistor) é feita no próprio dissipador de calor, veja exemplo na figura 9.

Os transistores usados como sensores neste caso são colados com epóxi ou outra cola forte no dissipador de calor dos transistores de saída do amplificador.

A operação deste "sistema de segurança" é simples: quando

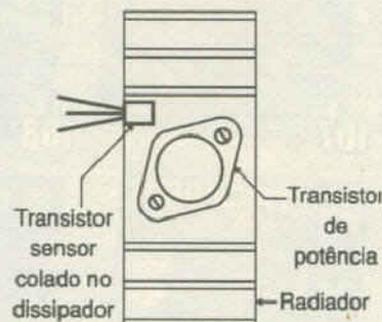


Figura 9 - Transistor como sensor.

aumenta a temperatura, e a corrente de coletor dos transistores de potência também tende a elevar-se, também aumenta a condução do transistor usado como sensor, desviando assim a corrente de base que é reduzida automaticamente.

Nestas condições, com a corrente de polarização diminuindo, igualmente é reduzida a corrente entre o coletor e o emissor e, com isso, a potência desenvolvida no transistor, responsável pela elevação de sua temperatura.

Mas, não é somente com circuitos transistorizados que este problema pode ocorrer.

Realmente, com os circuitos integrados, o problema pode ser considerado ainda mais grave, pois todos os componentes estão numa mesma pastilha de silício e qualquer aquecimento excessivo de um deles reflete-se imediatamente nas características dos outros.

Assim, um cuidado especial é tomado nos projetos, principalmente dos circuitos integrados que trabalham com correntes elevadas, no sentido de se agregar proteções internas térmicas que evitem o problema da deriva, compensando qualquer elevação excessiva de correntes pelo aumento da temperatura.

Os circuitos integrados reguladores de tensão, por exemplo, possuem configurações internas que evitam que a corrente aumente caso a temperatura se eleve, e em algumas situações eles até fazem o corte total da corrente de saída quando esta temperatura ultrapassa um valor considerado perigoso.

O 7805, com curva  $V \times T$  na figura 10, é um exemplo de circuito integrado com estes recursos.

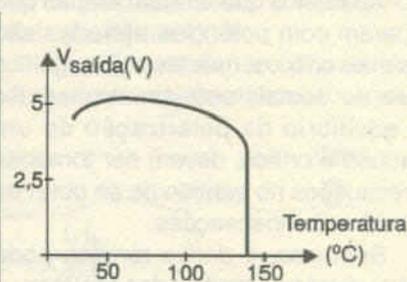


Figura 10 - Curva  $V \times T$  do 7805.

Para os amplificadores de áudio integrados, temos também circuitos internos de proteção contra os problemas causados pela deriva térmica. Esses circuitos evitam a queima em caso de uma tendência de aumento das correntes que provocariam um aquecimento excessivo do componente.

Para os microprocessadores que, normalmente, trabalham nas condições-limite de dissipação de calor, existem recursos adicionais.

Sistemas sensores detectam elevações anormais de temperatura, desligando os setores que são responsáveis pela geração de calor, ou ainda reduzindo a velocidade de operação de modo que menos calor seja gerado.

### Conclusão

Obtendo-se uma condição aparentemente ideal de funcionamento de um circuito na temperatura ambiente, nem sempre podemos garantir que o projeto esteja pronto para uso numa faixa de temperaturas que normalmente encontramos no dia-a-dia.

A temperatura ambiente elevada, ou mesmo a temperatura do circuito acima do normal causada por problemas de ventilação ou funcionamento prolongado, podem ser fontes de grandes problemas para um circuito.

Um simples "empurrãozinho" no sentido de tirar dos circuitos as condições de repouso que mantêm sua estabilidade de funcionamento pode levar o sistema a sair do controle com a elevação de correntes em pontos perigosos, e isso pode culminar com a queima de componentes.

Aparelhos que tenham etapas que operem com potências elevadas são os mais críticos, mas isso não significa que os demais estejam imunes. Se o equilíbrio da polarização de um circuito é crítico, devem ser tomadas precauções no sentido de se obter as devidas compensações.

Sem isso, a deriva térmica pode pôr a perder o melhor dos projetos.

## Faltando Informação? Complete sua coleção

Adquira as edições anteriores da revista Eletrônica Total através do site: [www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br) ou pelo telefone: (11) 6195-5330

The image displays a collection of 12 magazine covers for 'ELETRÔNICA TOTAL'. Each cover features a different technical topic and is numbered in the bottom left corner:

- 98:** Sistema de vídeo-segurança multiplexado via Internet (Internet) (Internet)
- 99:** Controle de "Portarias" com I/OX (I/OX) (I/OX)
- 100:** Linguagem C no eletrônica (C) (C)
- 101:** Utilizando o celular como controle remoto (celular) (celular)
- 102:** Nálua A/D (A/D) (A/D)
- 103:** LEDs com Efeito Microcontrolado (LEDs) (LEDs)
- 104:** Projetos de Leitores Práticos de Serviço (Projetos) (Projetos)
- 105:** Porta Paralela (Porta) (Porta)
- 106:** Aprenda Controlar Displays de LEDs com microcontrolador (Aprenda) (Aprenda)
- 107:** Guia de LEDs (Guia) (Guia)
- 108:** Fechadura Microcontrolada com PIC FMP (Fechadura) (Fechadura)
- 109:** Monitor Microcontrolado para Cooler de PC (Monitor) (Monitor)
- 110:** Controle de Acesso com Smart Card (Controle) (Controle)
- 111:** Bingo Microcontrolado (Bingo) (Bingo)
- 112:** 50 Projetos de leitores (Projetos) (Projetos)

# Localizador de Cabos

Um instrumento de utilidade para o profissional instalador de redes, que trabalha com instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais, ou ainda com linhas telefônicas, é o localizador de cabos. Descrevemos neste artigo, um localizador simples de montar que se baseia no mesmo princípio de funcionamento dos localizadores comerciais, mas usando uma solução econômica como receptor.

Newton C. Braga

Nada mais complicado para um instalador de cabos do que tentar saber o percurso exato que ele faz por baixo de um piso ou quando embutido numa parede. A tarefa de quebrar esses locais para tentar acompanhar seu trajeto, além de demorada e trabalhosa, também é custosa, devendo ser evitada a qualquer custo.

Para saber por onde passa um cabo embutido em um piso, forro ou parede existe uma solução simples, a qual é adotada na prática em equipamentos que podem ser comprados em casas especializadas. Trata-se de um par de aparelhos que formam um transceptor de sinais de alta frequência, observe a figura 1.

O transmissor é ligado ao cabo a ser acompanhado que, então, passa a funcionar como uma antena. Assim, o receptor pode acompanhar o percurso do cabo pela simples verificação do nível do sinal em um indicador ou mesmo pela sua reprodução em um pequeno alto-falante.

Na prática, podemos montar um localizador de uma maneira bastante simples, usando como receptor um rádio transistorizado de ondas médias, conforme ilustra a figura 2.

Produzindo um sinal rico em harmônicas na faixa de ondas médias e aplicando esse sinal no cabo a ser localizado, é possível seguir o cabo pela simples sintonia de uma das harmônicas do sinal, numa frequência livre da faixa de ondas médias.

Para termos esse localizador, descrevemos neste artigo justamente a montagem do transmissor, potente o suficiente para localizar o cabo embu-

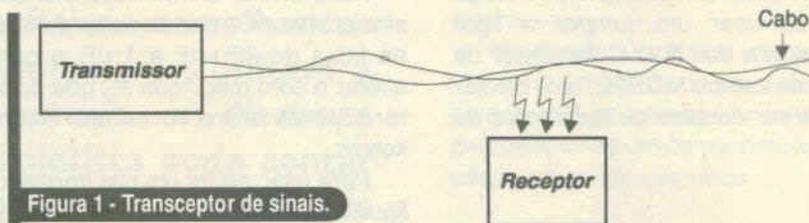


Figura 1 - Transceptor de sinais.

tido a uma distância que pode chegar a várias dezenas de centímetros dentro de uma parede, forro ou piso.

## O circuito

Para gerar um sinal rico em harmônicas, empregamos um oscilador baseado em portas do circuito integrado 4093. Um dos osciladores gera um tom de áudio e o outro uma intermitência de modo a termos um "bip-bip" que facilita a localização dos cabos. O sinal retangular gerado por esse oscilador é rico em harmônicas que se estendem facilmente até além da faixa de ondas médias.

Para conseguirmos uma boa potência, e com isso possibilitar a excitação de um cabo longo, facilitando sua localização a uma distância razoável, usamos uma etapa amplificadora com base em um transistor de efeito de campo e um transistor bipolar de potência.

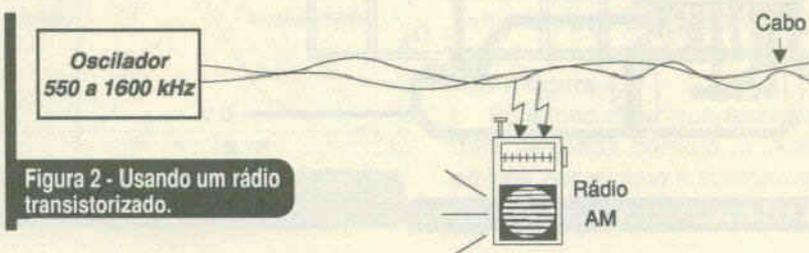


Figura 2 - Usando um rádio transistorizado.

O transistor bipolar funciona como uma fonte de corrente constante que tem a corrente determinada pelo resistor  $R_4$  e pelo LED. O LED serve também como um indicador de funcionamento.

Considerando-se que o consumo do aparelho não é pequeno e normalmente ele deve ficar ligado por vários minutos, todas as vezes que formos acompanhar o percurso de um cabo será conveniente usar pilhas médias ou grandes, ou ainda uma fonte de alimentação, se houver facilidade para sua conexão numa tomada.

## Montagem

Na figura 3 temos o diagrama completo do localizador de cabos.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é vista na figura 4.

Para a conexão ao cabo existem dois terminais (para ligação em um

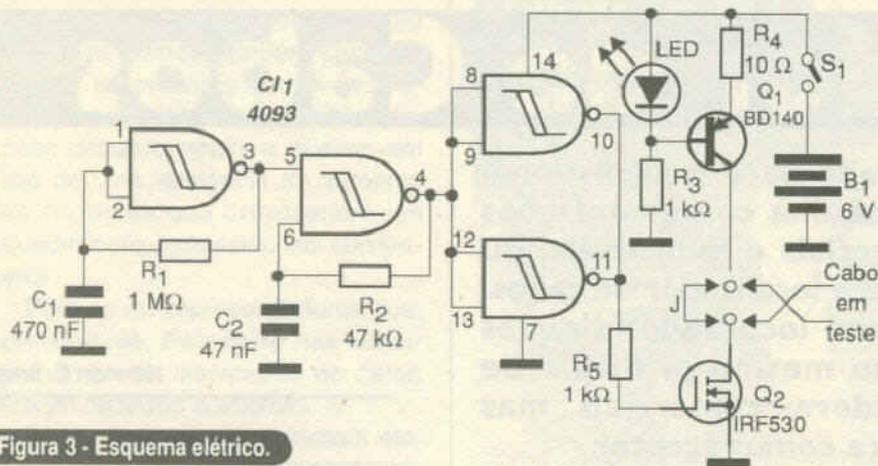


Figura 3 - Esquema elétrico.

par trançado, por exemplo), ou ainda pode-se usar um *jumper* e ligar apenas um dos fios. O transistor de efeito de campo MOSFET e o bipolar devem ser dotados de radiadores de calor.

### Prova e uso

Para provar o aparelho, ligue na saída o *jumper* e um pedaço qualquer de fio comum. Aproxime um rádio de AM sintonizado numa frequência livre. Devem ser captados os sinais do transmissor.

Para mudar a intermitência dos sinais, altere  $C_1$  que pode ter valores na faixa de 220 nF a 1  $\mu$ F, e para alterar o som modifique  $R_2$  que pode ter valores entre 10 kohms e 220 kohms.

Para usar, se for um par trançado, ligue a saída do transmissor e curto-circuite a outra extremidade, ou ainda, use o *jumper* e conecte uma das saídas ao cabo. Depois, é só acompanhar o sinal empregando um receptor portátil de AM como referência.

Observe que mudando a orientação da bobina de antena do rádio usado como receptor, teremos modificações na intensidade do sinal. Assim, o sinal é mais forte quando a bobina se encontrar perpendicular à sua origem, conforme ilustra a figura 5.

Esse fato permite determinar também a direção de onde vêm os sinais, facilitando ainda mais a correta localização do cabo. Também é importante notar que, se o cabo a ser localizado for blindado, a blindagem não deverá estar aterrada. O sinal poderá ser então aplicado

no próprio cabo ou na blindagem, conforme mostra a figura 6.

**Observação:** O rendimento do circuito pode ser sensivelmente afetado se o cabo passar por tubulações metálicas.

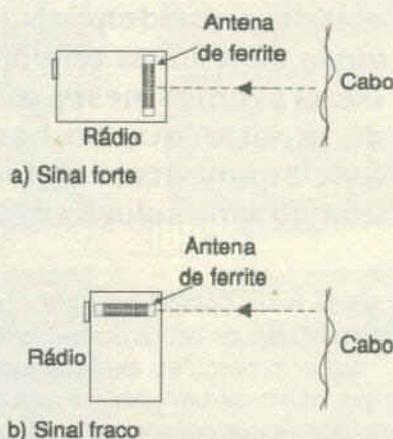


Figura 5 - Modificando a intensidade.

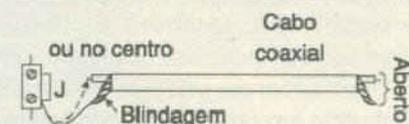


Figura 6 - Cabo blindado.

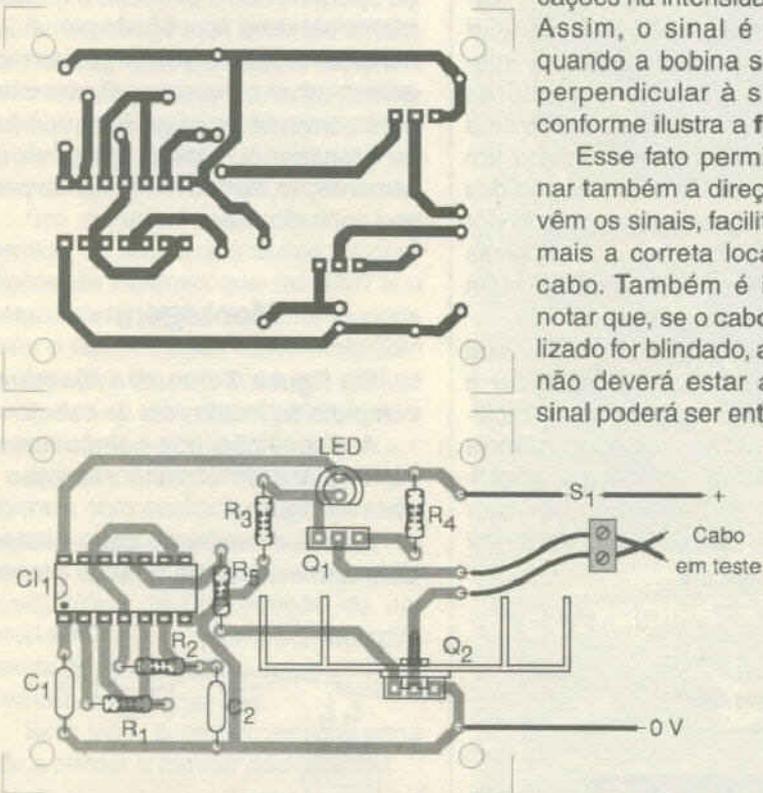


Figura 4 - Layout da placa de circuito impresso.

### Lista de Materiais

#### Semicondutores:

- CI1 - 4093 - circuito integrado CMOS
- Q1 - BD140 - transistor NPN de potência
- Q2 - IRF530 ou equivalente - qualquer MOSFET de potência
- LED - LED vermelho comum

#### Resistores:

- R1 - 1 M  $\Omega$  x 1/8 W - marrom, preto, verde
- R2 - 47 k  $\Omega$  x 1/8 W - amarelo, violeta, laranja
- R3, R5 - 1 k  $\Omega$  x 1/8 W - marrom, preto, vermelho
- R4 - 10  $\Omega$  x 1  $\Omega$  - marrom, preto, preto

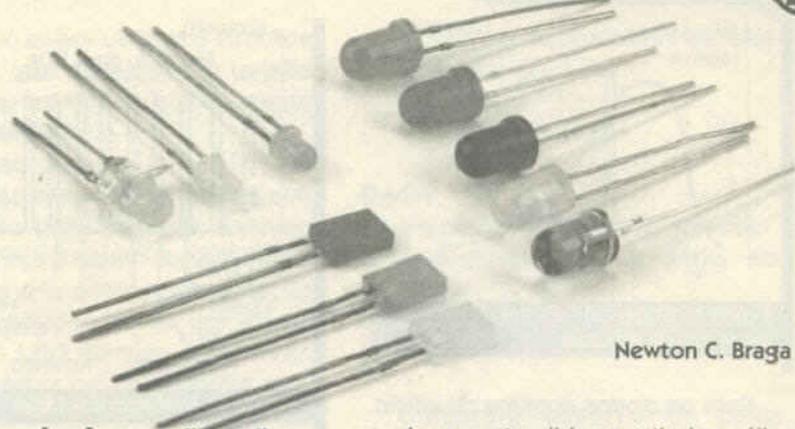
#### Capacitores:

- C1 - 470 nF - cerâmico ou poliéster
- C2 - 47 nF - cerâmico ou poliéster

#### Diversos:

- S1 - Interruptor simples
- B1 - 6 V - 4 pilhas médias ou grandes
- J - *jumper* - ver texto
- Placa de circuito impresso, suporte de pilhas, radiadores de calor para os transistores, caixa para montagem, rádio AM, fios, solda, etc.

# Os LEDs



Newton C. Braga

**Os LEDs ou Diodos Emissores de Luz não são apenas fontes importantes de luz para os circuitos eletrônicos. Suas características semelhantes às de um diodo semiconductor possibilitam a aplicação desses componentes em diversas funções. Atualmente, o projetista pode contar com uma infinidade de tipos de diodos emissores de luz para seus projetos. Neste artigo faremos uma análise de seu princípio de funcionamento e como eles devem ser usados corretamente.**

**P**ara entender bem como funciona um LED devemos compará-lo com outra fonte de luz bem conhecida que é a lâmpada incandescente.

As lâmpadas incandescentes funcionam quando um filamento de metal colocado no seu interior se aquece pela passagem de uma corrente. Os átomos têm seu grau de agitação de tal forma aumentado que ocorre a emissão de luz.

Para que o metal não se queime com o oxigênio atmosférico, o filamento é encerrado em um bulbo de vidro dentro do qual o ar atmosférico ou é completamente retirado ou substituído por uma mistura de gases inertes, observe a **figura 1**.

Entretanto, conforme mostra a **figura 2**, uma lâmpada incandescente é como um transmissor de rádio sem

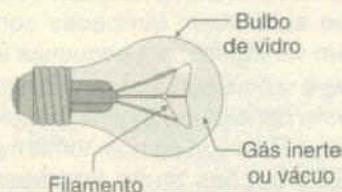


Figura 1 - Lâmpada incandescente.

sintonia, um transmissor de ruído. Os comprimentos e onda da luz que ela emite se espalham pelo espectro.

Dependendo da tensão aplicada à lâmpada, teremos predominância de certos comprimentos de onda e a luz emitida poderá ser amarelada, branca ou mesmo tender para o azulado. Não é, portanto, uma luz pura a emitida por uma lâmpada incandescente comum.

## O LED

LED é a abreviação de *Light Emitting Diode* ou Diodo Emissor de Luz, e seu princípio de funcionamento

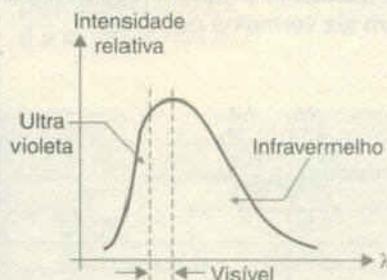


Figura 2 - Espectro de uma lâmpada incandescente.

pode ser entendido a partir da análise do que acontece com a estrutura da **figura 3** quando uma corrente elétrica a percorre.

Nesta estrutura temos uma junção PN, ou seja, um diodo semiconductor comum que os leitores já conhecem, pois trata-se de um componente muito usado em nossos projetos.

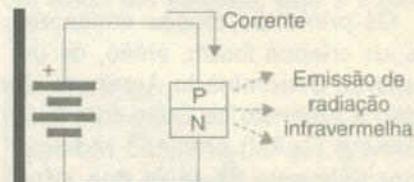


Figura 3 - Estrutura do LED.

### Nota

Uma boa referência para o tema é o artigo "Conheça os diodos" publicado na revista *Mecatrônica Fácil* nº 14. Para saber como adquiri-la, acesse [www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br)

Quando uma corrente atravessa a junção, o processo de recombinação dos portadores de carga faz com que ocorra um estímulo e emissão que se concentra principalmente na faixa do infravermelho.

Uma característica importante observada nessa radiação é que, em lugar de sua frequência ser aleatória, como no caso da lâmpada incandescente que se espalha pelo espectro, ela tem uma frequência muito bem definida, que depende do tipo de material empregado no semiconductor, veja a **figura 4**.

Podemos dizer que, diferente de uma lâmpada comum, a radiação emitida neste caso é "sintonizada" já que tem frequência única.

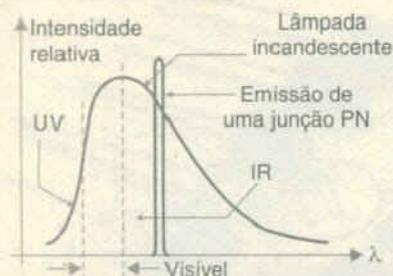


Figura 4 - Comparativo entre espectros de emissão

Para os diodos comuns de silício, onde foi descoberto o fenômeno, a intensidade de radiação emitida é muito pequena e praticamente não há utilidade para ela. No entanto, descobriu-se também que se fossem usados outros materiais semicondutores e ainda fossem acrescentados dopantes especiais seria possível emitir luz com maior intensidade e em diversas faixas do espectro.

Os primeiros diodos emissores de luz criados foram, então, de um material denominado Arseneto de Gálio e Arseneto de Gálio com Índio (GaAs e GaAsI) emitindo radiação principalmente na faixa dos infravermelhos. O passo seguinte foi a criação de materiais capazes de emitir radiação com comprimentos de onda cada vez menores até cair na parte do espectro visível. Surgiram assim os primeiros LEDs capazes de emitir luz no espectro visível, na região do vermelho.

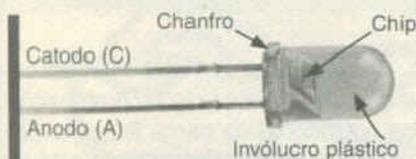


Figura 5 - Estrutura Interna.

Na figura 5 temos um LED comum com sua estrutura interna.

Observe que a cor da luz do LED não vem do plástico que o envolve. A cor a luz depende da pastilha do material semicondutor usado. Se um LED utiliza plástico vermelho, é porque este plástico tem a mesma cor da luz emitida e não é ele que determina essa radiação.

LEDs com plástico transparente ou branco podem emitir luzes de diversas cores.

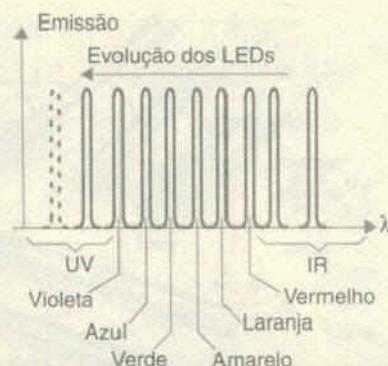


Figura 6 - Evolução dos LEDs.

O próximo passo consiste no desenvolvimento de LEDs que passaram a ter cores com comprimentos de onda cada vez menores dentro do espectro visível, conforme ilustra a figura 6.

Atualmente, já é possível obter LEDs capazes de emitir luz azul e mesmo violeta. Os LEDs com emissão ultravioleta estão prestes a serem lançados.

Uma das principais vantagens dos LEDs em relação às lâmpadas quando são usados como fontes de luz é o seu rendimento. Um LED comum pode ter rendimento superior a 80%, lembrando que existem tipos de alto rendimento e alto brilho que vão muito além. Uma lâmpada comum desperdiça a maior parte da energia que aplicamos na forma de calor. Apenas 20 a 25% da energia consumida por uma lâmpada incandescente é luz. O restante é calor.

Entretanto, é possível montar mais de uma pastilha emissora em um componente. Podemos montar duas pastilhas, ou mais, no mesmo componente e assim obter LEDs bicolores, como o exibido na figura 7.

Dependendo da pastilha que é conectada ao circuito, o LED acenderá com luz vermelha ou verde.

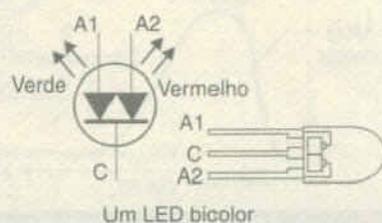


Figura 7 - LED bicolor.

Para produzir luz branca ou de qualquer outra cor a partir de LEDs, existe uma possibilidade interessante que é baseada no mesmo princípio de funcionamento da TV em cores.

Sabemos que, a partir de três cores básicas, vermelho (*Red - R*), verde (*Green - G*) e azul (*Blue - B*) podemos obter qualquer outra cor, bastando simplesmente dosar a quantidade com que cada uma entra na composição. Dessa forma, em um televisor em cores os pontos de imagem são formados por tríades que nada mais são do que pontos de fósforos nas cores RGB, conforme mostra a figura 8.

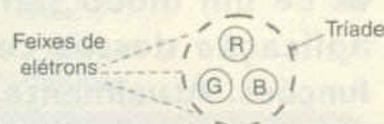


Figura 8 - Tríades de um televisor.

Se montarmos em um invólucro único três pastilhas semicondutoras de LEDs correspondentes às cores RGB (vermelho, verde e azul), poderemos controlar a corrente em cada um e assim gerar luz de qualquer cor, observe a figura 9.

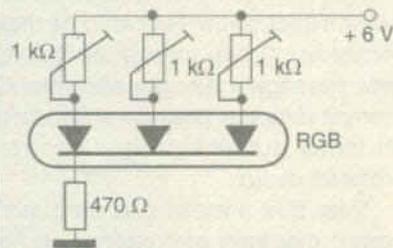


Figura 9 - LED RGB.

Um painel de LEDs RGB pode gerar imagens em cores e essa aplicação já existe.

A combinação correta das três cores pode ainda resultar na luz branca. Existem, então, LEDs brancos que substituem lâmpadas comuns, com vantagens, em pequenas lanternas e outras aplicações. O baixo consumo e maior rendimento em relação a uma lâmpada comum tornam esses LEDs opções muito interessantes para esta aplicação.

## Características elétricas

Os LEDs se comportam como diodos, enquanto que as lâmpadas incandescentes representam cargas resistivas não lineares. Podemos comparar as curvas características dos três dispositivos (lâmpada, resistor e LED) através do gráfico exibido na **figura 10**.

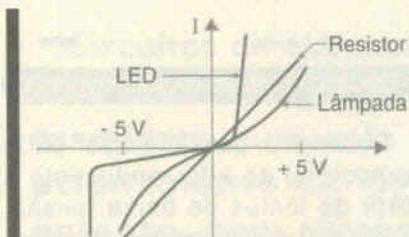


Figura 10 - Comparativo.

Ampliando as características dos LEDs de diferentes cores, vemos que o ponto em que eles começam a conduzir pode variar de acordo com a sua cor. A **figura 11** mostra isso.

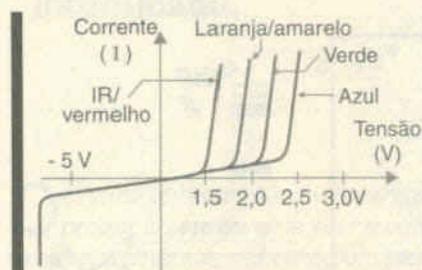


Figura 11 - Condução.

Enquanto um diodo de germânio começa a conduzir com 0,2 V e um diodo de silício com 0,7 V, um LED vermelho comum precisa de pelo menos 1,6 V para começar a conduzir e um LED azul pelo menos 2,7 V.

Nas aplicações que empregam baterias, a alimentação de LEDs com maiores tensões exige circuitos especiais. Assim, é comum que em telefones celulares e outros aplicativos que são alimentados por baterias de

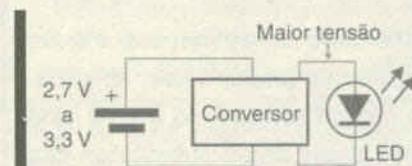


Figura 12 - Aumentando a tensão.

2,7 a 3,3 V, sejam utilizados circuitos especiais que aumentam a tensão para poder excitar os LEDs, atente para a **figura 12**.

Mas, ao usar-se um LED, não basta levar em conta a tensão que ele precisa para acender. Existem outros fatores a serem considerados. Um deles é o comportamento do LED semelhante ao de um diodo. Quando o LED começa a conduzir, sua resistência cai de tal forma que, se não houver um resistor para limitar a corrente, ela aumentará ao ponto de causar sua queima.

As curvas características mostram esse aumento rápido da corrente com a tensão a partir do ponto de condução. Isso significa que, nas aplicações práticas, é obrigatório ligar em série com um LED um resistor limitador, veja o circuito da **figura 13**.

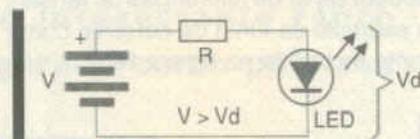


Figura 13 - Resistor limitador.

O valor desse resistor dependerá da corrente que desejamos para o LED e da tensão disponível. O cálculo pode ser feito de maneira simples utilizando-se a seguinte fórmula:

$$R = \frac{(V - V_d)}{I}$$

Onde:

**R** é a resistência que deve ser ligada em série com o LED (ohms)

**V** é a tensão contínua de alimentação

**V<sub>d</sub>** é a queda de tensão no LED dada pela **tabela** abaixo

**I** é a corrente no LED

| Cor           | V <sub>d</sub> |
|---------------|----------------|
| Infravermelho | 1,6 V          |
| Vermelho      | 1,6 V          |
| Laranja       | 1,8 V          |
| Amarelo       | 1,8 V          |
| Verde         | 2,1 V          |
| Azul          | 2,7 V          |
| Branco        | 2,7 V          |

TABELA 1

A potência de dissipação do resistor será dada por:

$$P = R \times I^2$$

Onde:

**P** é a potência dissipada, em watts

**R** é a resistência em série, em ohms

**I** é a intensidade da corrente, em ampères

Conforme observamos pelas curvas características, a tensão de ruptura inversa de um LED é relativamente baixa, algo em torno de 5 V para os tipos comuns. Isso significa que devemos tomar cuidado para que mais de 5 V no sentido inverso não apareça sobre um LED quando o alimentamos com corrente alternada. Isso pode ser evitado com o uso de um diodo em paralelo, veja a **figura 14**.

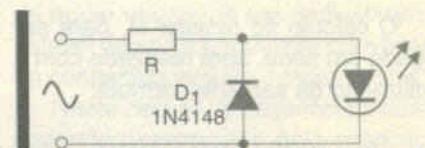


Figura 14 - Diodo em paralelo.

Podemos alimentar diversos LEDs em série a partir de uma mesma fonte com apenas um resistor. Não se recomenda ligar os LEDs em paralelo conforme ilustra a **figura 15**.

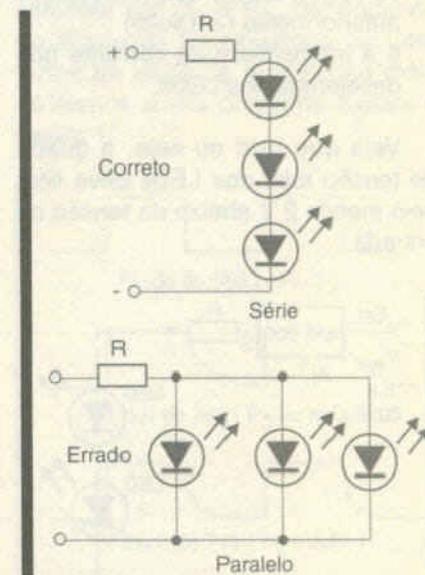


Figura 15 - Ligação em série é melhor.

Com esta ligação a corrente não se distribui igualmente entre os LEDs, pois eles sempre têm pequenas diferenças de características. Isso faz com que invariavelmente um LED brilhe mais do que o outro.

Uma das maneiras de alimentar diversos LEDs é com o circuito apresentado na **figura 16**, onde os energizamos em série.

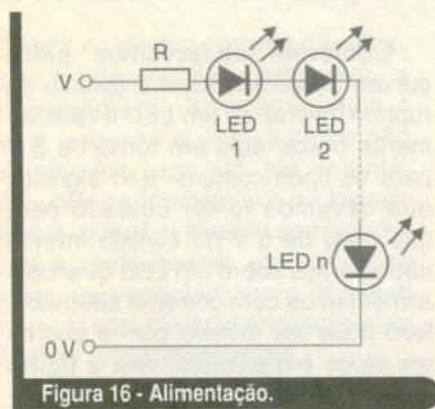


Figura 16 - Alimentação.

O cálculo do resistor R, para ser ligado em série, será realizado com a utilização da seguinte fórmula:

$$R = \frac{(V - nVd)}{I} \quad (\text{Para } V > nVd + 2V)$$

Onde:

R é o valor do resistor, em ohms

V é a tensão de alimentação

n é o número de LEDs ligados

Vd é a queda de tensão em cada LED conforme tabela que fornecemos anteriormente (em volts)

I é a intensidade da corrente que desejamos nos LEDs.

Veja que nVd ou seja, a queda de tensão total nos LEDs deve ficar pelo menos 2 V abaixo da tensão de entrada.

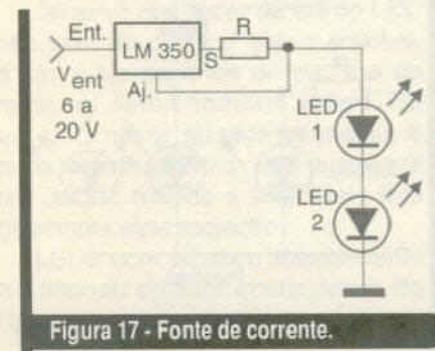


Figura 17 - Fonte de corrente.

Uma outra maneira de alimentar LEDs de forma eficiente é com o uso de uma fonte de corrente constante como a exibida na **figura 17**.

Nesta fonte a corrente nos LEDs se mantém constante, independentemente de variações da tensão de entrada. O resistor R é calculado pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{1,25}{I}$$

Onde:

R é o valor do resistor em ohms

I é a intensidade da corrente nos LEDs em ampères

A tensão de entrada neste circuito deve ser pelo menos 2 V maior que a queda de tensão nos LEDs que são alimentados.

Como elementos ativos, os LEDs podem servir de referências de tensão, a exemplo da fonte de corrente constante mostrada na **figura 18**.

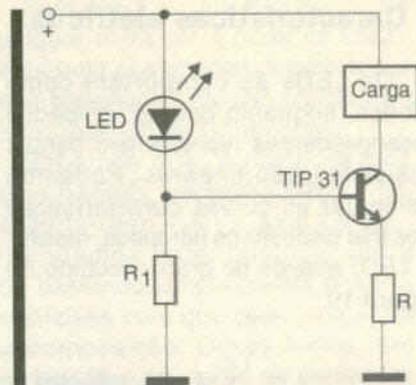


Figura 18 - Fonte de corrente constante.

Finalmente, para alimentar LEDs brancos ou de alto rendimento a partir de fontes de baixa tensão, podem ser usados circuitos integrados específicos como o apresentado na **figura 19**.

Esse circuito consiste num dobrador de tensão que eleva a tensão de entrada no circuito a um valor que seja mais apropriado à excitação do LED.

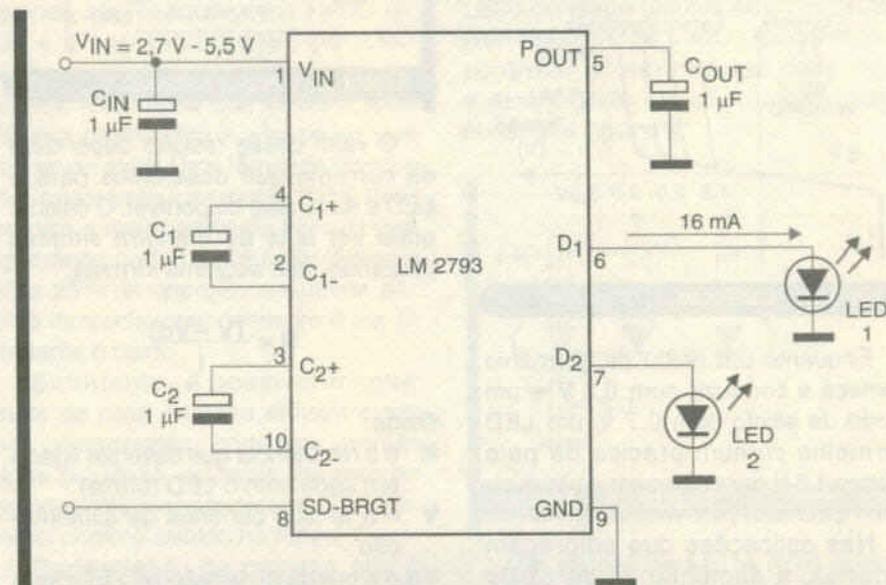


Figura 19 - Dobrador de tensão.

## Conclusão

Os LEDs estão presentes numa infinidade de aplicações e suas características elétricas exigem cuidados especiais quando os alimentamos. Usados corretamente, eles apresentam grande rendimento e uma vida útil extremamente longa, o que os torna ideais como substitutos das lâmpadas comuns.



# Uma sirene potente para alarmes

Circuitos de alarmes são encontrados em uma infinidade de configurações que, normalmente, terminam num relé ou em outro sistema de acionamento de algo que faça barulho. No entanto, nem sempre os projetos de alarme fornecem um bom diagrama de algo barulhento com qualidade e intensidade suficientes para chamar a atenção. O circuito que propomos neste artigo é bastante interessante tanto pela qualidade do som gerado como pela sua intensidade.

Newton C. Braga

O circuito apresentado neste artigo produz o som de uma sirene com excelente potência, utilizando um altofalante de bom rendimento. Ele possui ajuste de frequência de modulação, profundidade de modulação e ainda amortecimento, o que possibilita ao usuário criar o som que o aparelho irá fornecer.

Como a alimentação pode ser feita com tensões entre 9 e 15 volts tipicamente, trata-se de uma configuração ideal para veículos ou alarmes residenciais e comerciais que usem bateria.

Embora a configuração deste circuito, à primeira vista, possa parecer comum, não é bem assim.

Trata-se de uma configuração que gera um som de timbre diferenciado, o que pode significar muito para os que pretendem melhorar um alarme, um sistema de aviso ou mesmo algo para chamar atenção em um conjunto musical ou peça teatral.

Utilizando apenas dois circuitos integrados de baixo custo, o projeto é bastante acessível, e como etapa de potência pode ser empregado um transistor bipolar como o TIP41 (ou 2N3055) ou mesmo um "power-FET" que elevará a potência do circuito a algumas dezenas de watts.

A existência de 3 ajustes permite que o montador chegue ao som desejado facilmente, encontrando exatamente o timbre e modulação que mais lhe agradem ou que sejam mais interessantes para a aplicação que tem em mente. Se o leitor tem dúvidas se este projeto lhe fornecerá o som desejado, por que não experimentá-lo numa matriz de contatos, ligando  $R_6$  através de um capacitor de 100 nF à entrada de qualquer amplificador comum?

Somente após verificar se o som produzido realmente lhe agrada, o leitor poderá pensar em uma montagem definitiva.

## Características

- Potência: 5 a 30 watts (depende da alimentação e etapa de saída usada);
- Tensão de alimentação: 9 a 15 volts;
- Corrente drenada: 250 a 1000 mA;
- Controles: 3.

## Como funciona

Para produzir a modulação do sinal de áudio utilizamos um multivibrador astável de baixa frequência com base no conhecido circuito integrado 555.

Neste circuito, a frequência é basicamente determinada pelo capacitor  $C_1$  e controlada pelo potenciômetro  $P_1$ ;  $R_1$  e  $R_2$  também influem no valor da frequência gerada.

O sinal retangular obtido no pino 3 deste circuito integrado excita um LED monitor e, ao mesmo tempo, passa por um circuito que "arredonda" sua forma de onda, sendo este formado basicamente por  $C_2$  e  $P_3$ . Dependendo do ajuste de  $P_3$  podemos ter uma forma de onda de modulação mais ou menos suave conforme mostra a figura 1.

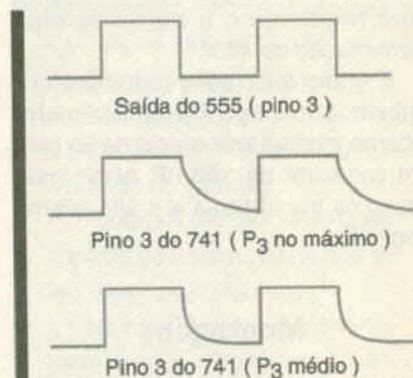


Figura 1 - Formas de onda.

Este sinal de modulação serve para polarizar o pino 3 do circuito integrado 741 (amplificador operacional). Este circuito integrado funciona como um oscilador de áudio de duplo T. A frequência do sinal é determinada pelos componentes do duplo T que devem manter as relações indicadas na figura 2.

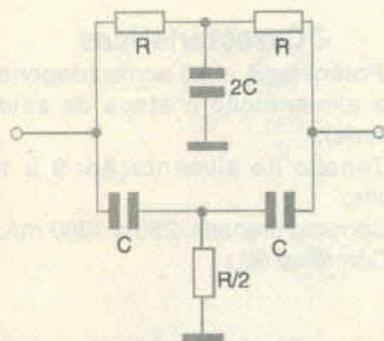


Figura 2 - Valores do Duplo - T.

O ponto de operação deste circuito é dado pelo amortecimento do oscilador de modo que, ajustando-se  $P_2$ , podemos obter uma oscilação contínua ou amortecida que tem um efeito bastante interessante sobre o som reproduzido.

A realimentação que produz a oscilação a partir do duplo T é feita com sua ligação entre a saída e a entrada inversora (pino 6 e pino 2).

O sinal de áudio gerado, que é modulado pelo sinal do 555, é aplicado a uma etapa Darlington de potência (ou a um FET de potência).

O transistor de saída, um TIP41 ou 2N3055, pode fornecer vários watts de áudio a um alto-falante de bom rendimento a partir de uma alimentação de 12 V.

É claro que, se o leitor preferir utilizar outro tipo de amplificador externo, poderá tirar o sinal de  $R_6$  com um capacitor de 100 nF, eliminando assim os transistores e o alto-falante original.

## Montagem

Na figura 3 apresentamos o diagrama completo da sirene.

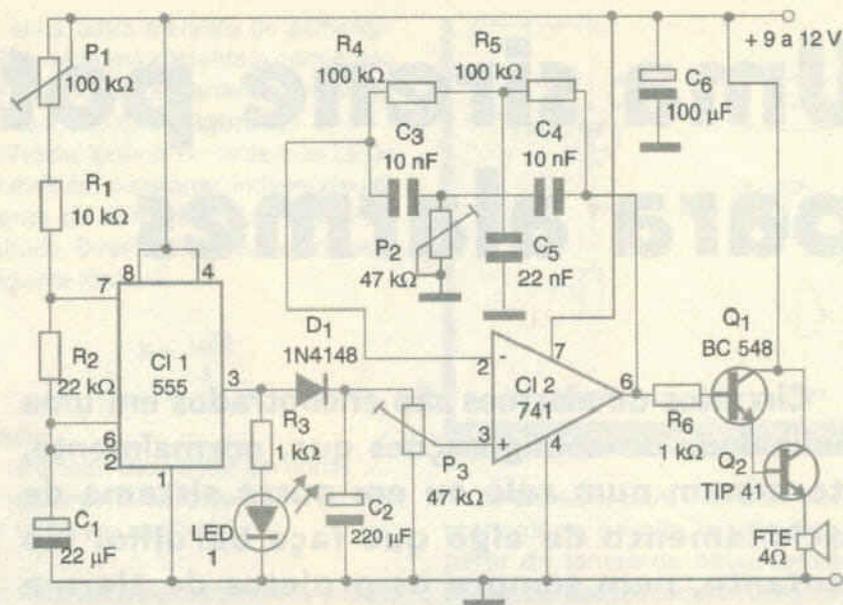


Figura 3 - Diagrama eletrônico.

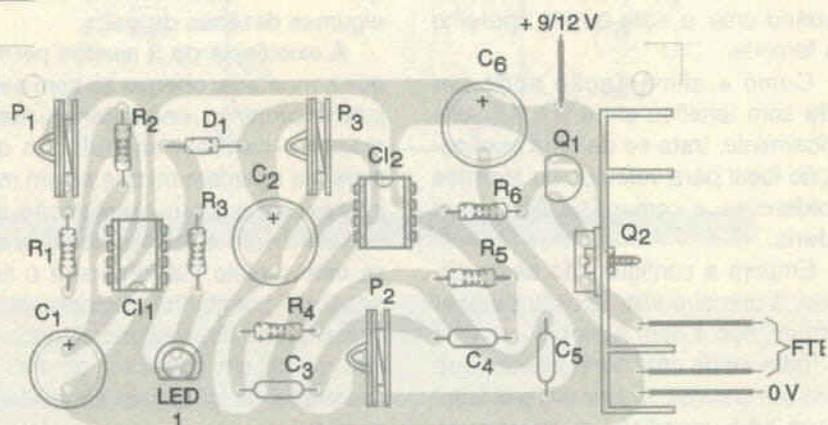
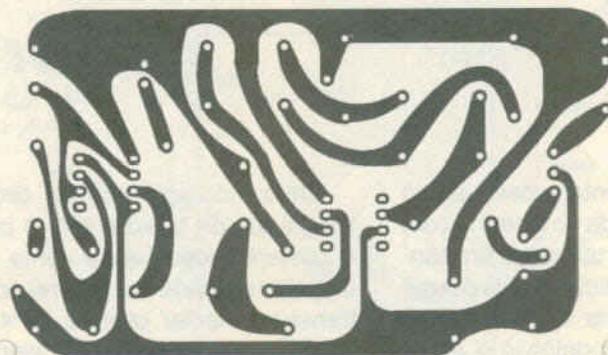


Figura 4 - Layout da placa de circuito impresso.



Na **figura 4** temos a disposição dos componentes em uma placa de circuito impresso universal, que é a mesma disposição para uma matriz de contatos.

Obviamente, se o leitor quiser, poderá projetar sua própria placa de circuito impresso para esta montagem. Apenas deverá ter em mente que as ligações da etapa de potência devem ser feitas com trilhas largas, dada a intensidade das correntes envolvidas.

Os circuitos integrados devem ser instalados preferivelmente em soquetes, no caso da montagem em placa, para facilitar a troca e evitar o calor no processo de soldagem.

$P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  podem ser *trimpots* instalados na própria placa ou potenciômetros comuns instalados num painel, o que facilitaria bastante o ajuste dos sons.

Os resistores são de 1/8 W ou maiores, e os capacitores eletrolíticos devem ter uma tensão de trabalho de pelo menos 16 V.

Para o caso de FETs de potência qualquer um da série IRF pode ser usado, desde que montado em um bom radiador de calor.

O alto-falante deve ser do tipo pesado com pelo menos 10 cm de diâmetro e potência mínima de 30 watts.

O diodo  $D_1$  é de silício de uso geral e admite equivalentes.

Todo o conjunto, exceto o alto-falante pode ser instalado numa pequena caixa de qualquer material.

Para a utilização em veículo, é importante intercalar, entre o aparelho, e a alimentação, um fusível de pelo menos 3 A.

Para a alimentação a partir da rede de energia sugerimos a fonte mostrada na **figura 5**.

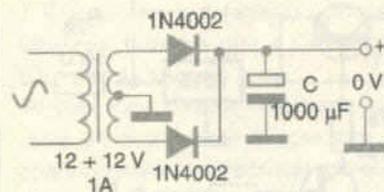


Figura 5 - Fonte.

O transformador tem enrolamento primário de acordo com a rede local e secundário de 9+9 V a 12+12 V, com corrente de pelo menos 1,5 A. Os diodos são do tipo 1N4002 ou equivalentes, e o capacitor eletrolítico

tem uma tensão mínima de trabalho de 25 V.

Para utilizar o FET de potência proceda da seguinte forma:

a) Retire  $Q_1$  e  $Q_2$  do circuito. Retire o alto-falante (FTE);

b) Ligue  $R_6$  à comporta (g) do FET de potência;

c) Ligue a fonte do FET (s) ao ponto de 0 V do circuito;

d) Ligue o alto-falante entre o dreno (d) do FET e o positivo da alimentação.

O FET de potência deve estar montado em um bom radiador de calor.

Um tipo comum, de fácil obtenção, que pode ser utilizado nesta montagem é o IRF640.

## Lista de Materiais

### Semicondutores:

$CI_1$  - 555 - circuito integrado, timer

$CI_2$  - 741 - circuito integrado, amplificador operacional

$D_1$  - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral

$Q_1$  - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral

$Q_2$  - TIP41 ou 2N3055 - transistor NPN de potência - FET de potência (ver texto)

LED - LED vermelho comum

### Resistores: (1/8W, 5%)

$R_1$  - 10 k $\Omega$  - marrom, preto, laranja

$R_2$  - 22 k $\Omega$  - vermelho, vermelho, laranja

$R_3$ ,  $R_6$  - 1 k $\Omega$  - marrom, preto, vermelho

$R_4$ ,  $R_5$  - 100 k $\Omega$  - marrom, preto, amarelo

$P_1$  - 100 k $\Omega$  - *trimpot* ou potenciômetro

$P_2$ ,  $P_3$  - 47 k $\Omega$  - *trimpot* ou potenciômetro

### Capacitores:

$C_1$  - 22  $\mu$ F/16 V - eletrolítico

$C_2$  - 220  $\mu$ F/16 V - eletrolítico

$C_3$ ,  $C_4$  - 10 nF - cerâmico ou poliéster

$C_5$  - 22 nF - cerâmico ou poliéster

$C_6$  - 100  $\mu$ F/16 V - eletrolítico

### Diversos:

FTE - 4/8  $\Omega$  x 10 cm x 30 W - alto-falante com ímã pesado

Placa de circuito impresso, caixa para montagem, radiador de calor para  $Q_2$ , soquete para os circuitos integrados, fios, solda, etc.

## Prova e uso

Para testar, basta ligar a alimentação e ajustar os *trimpots* ou potenciômetros para se obter som.

$P_1$  controla a velocidade das piscadas do LED e, portanto, a frequência de modulação da sirene.

$P_3$  controla a profundidade da modulação, enquanto que  $P_2$  controla o timbre ou frequência final do sinal de áudio.

Se quiser modificar o timbre do sinal gerado, altere  $C_3$ ,  $C_4$  e  $C_5$  mantendo, entretanto, as relações de valores.

Feitos os ajustes, é só fazer a instalação definitiva da sirene em caixa ou no veículo.

No caso de veículo, observe para que o alto-falante não receba luz ou muita umidade.

T

# PRÁTICAS DE SERVICE

APARELHO/MODELO: Receptor Satélite Modelo ET5000L

MARCA: Amplimatic

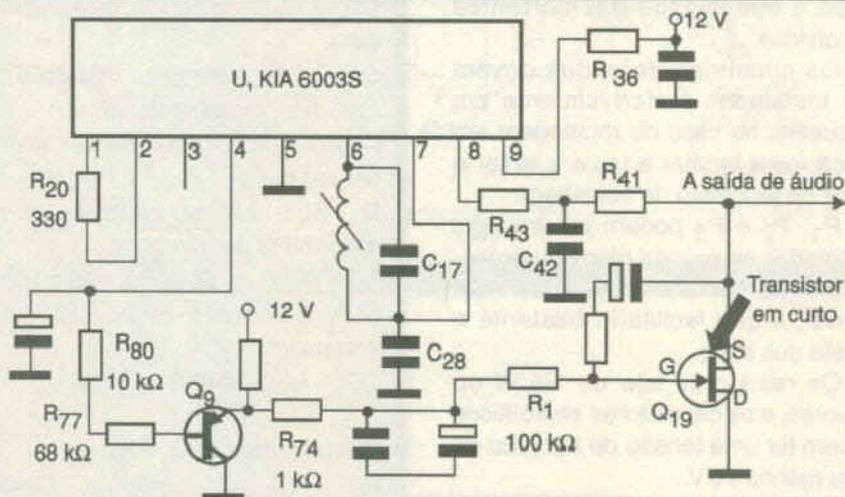
01

DEFEITO: Sem áudio

AUTOR: Francisco Rodrigues da Silva  
Marabá - PA

## RELATO:

Comecei a pesquisa do defeito com a substituição do  $U_1$  (KIA6003S), mas mesmo assim o defeito continuou. Passei então aos transistores  $Q_9$  e  $Q_{19}$ , que são responsáveis pelo controle de volume. Foi quando encontrei o transistor  $Q_{19}$  totalmente em curto. Feita a substituição deste transistor, o receptor voltou a funcionar normalmente.



APARELHO/MODELO: Receptor Satélite Modelo ET5000L

MARCA: Amplimatic

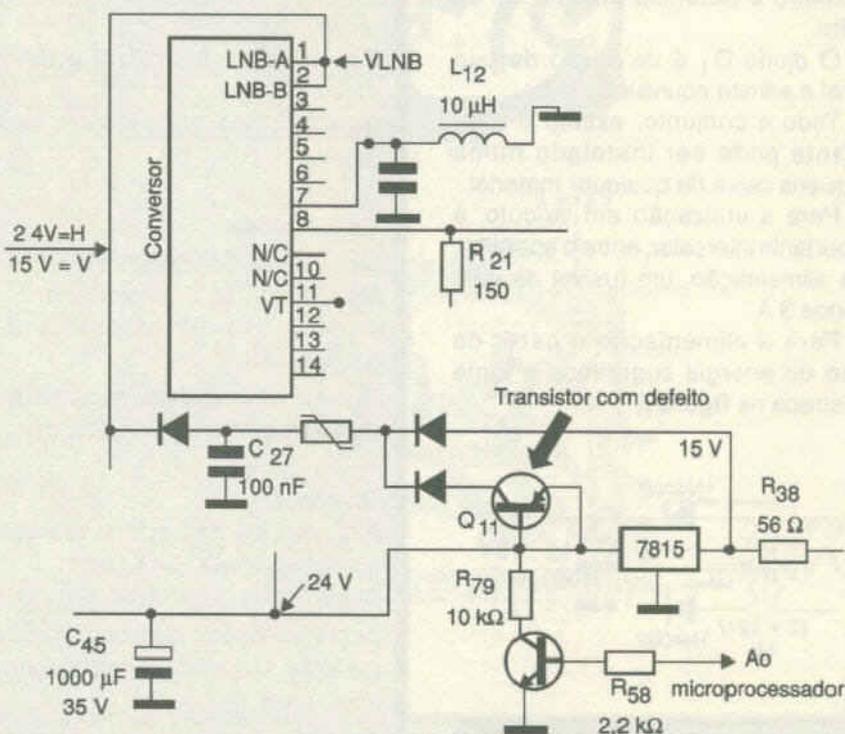
02

DEFEITO: Não polariza LNB

AUTOR: Francisco Rodrigues da Silva  
Marabá - PA

## RELATO:

Ao tentar sintonizar o receptor, apenas os canais verticais (lado do SBT) eram sintonizados. Refiz a programação dos canais mas ainda assim, o defeito persistiu. Passei a testar os transistores  $Q_{11}$  e  $Q_2$  que fazem o chaveamento da tensão de polarização, encontrando  $Q_{11}$  aberto entre o coletor e o emissor. Com a troca desse transistor o aparelho voltou a funcionar normalmente.



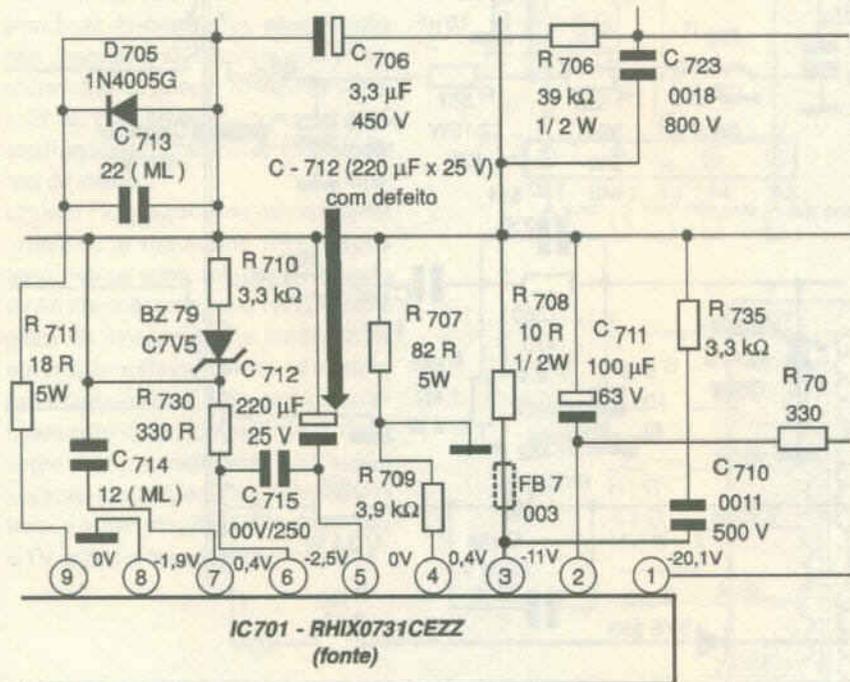
APARELHO/MODELO: TV em cores TVC 1450B MARCA: Sharp

DEFEITO: Liga e desliga de modo intermitente AUTOR: Alan F. da Silva Abramoski Sete Quedas - MS

## RELATO:

Comecei testando todos os diodos da parte da fonte, encontrando-os normais. Fiz a substituição do CI-701, achando que poderia ser ele, porém isso não resolveu. Passei então,

a retirar e testar os capacitores eletrolíticos, encontrando C712 (220  $\mu$ F x 25 V) alterado. Efetuei a troca desse componente e o defeito desapareceu.



APARELHO/MODELO: VCR Modelo PPL

MARCA: CCE

DEFEITO: Fuga intermitente das cores

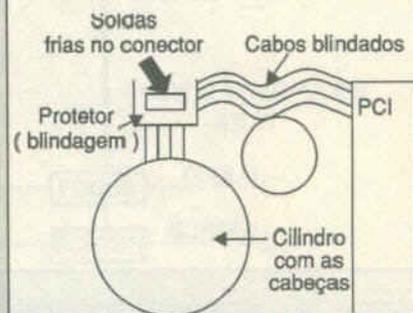
AUTOR: Luiz Roberto Martins  
Cuiabá - MT

## RELATO:

Comecei analisando o defeito nos dois sistemas: com fitas PAL-M e NTSC. A cor desaparecia em ambos os casos. Logo de início, suspeitei do *transcoder* que é responsável pelo chaveamento das cores.

Ao mudar a chave digital do painel, apareciam uns riscos horizontais, sinal de que o circuito estava operando. Foi quando, ao fazer o teste de contato com o cabo da chave de fenda, ao tocar nos cabos que levam o sinal do cilindro para a entrada do amplificador de vídeo, as cores voltaram.

Removi a chapinha protetora (blindagem), ressoldei os conectores e com isso o problema foi sanado, tendo o cuidado de verificar que o funcionamento ocorreu normalmente com fitas PAL-M e NTSC.



APARELHO/MODELO: Receptor de TV RTS-2014 via satélite

MARCA: Linear

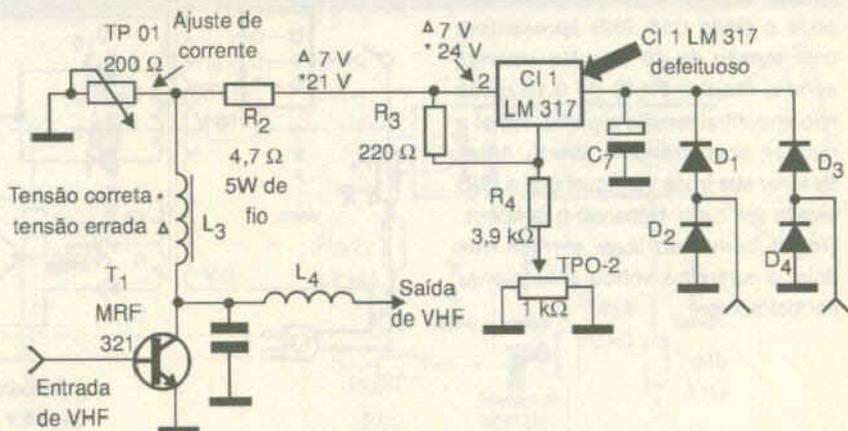
05

DEFEITO: Não recebe sinais (não transmite para o televisor)

AUTOR: Antonio Benedito de Souza  
Salto do Itararé - PR

## RELATO:

Ao abrir o aparelho, verifiquei a tensão da fonte encontrando os 32 V normais. Medi o pino 3 do CI<sub>1</sub> confirmando os 32 V, mas no pino 2 encontrei apenas 7 V, que não é a tensão correta. Observei também que o CI LM317 (CI<sub>1</sub>) não se aquecia. Troquei esse circuito integrado por outro em bom estado e, com isso, o aparelho passou a transmitir corretamente som e imagem para o leitor acoplado.

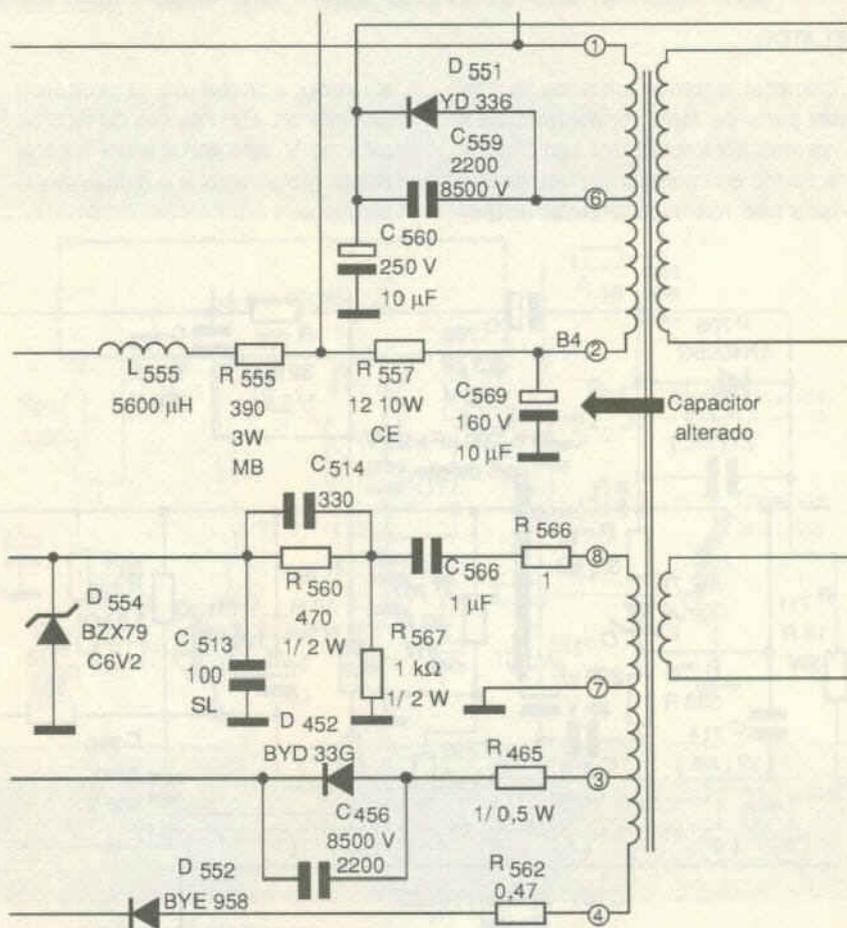


**DEFEITO:** Linhas diagonais quase imperceptíveis de baixo para cima

**AUTOR:** Pedro Manoel Bezerra de Moura  
Planaltina – GO

**RELATO:**

Esse problema era mais acentuado na função A/V e com a tela sem fundo azul. Como se trata de aparelho com quase 10 anos de uso, iniciei medindo a capacitância dos capacitores eletrolíticos, verificando que muitos deles estavam com valores alterados (para menos). Assim, encontrei C703, C704, C705, C706, C707, C710 e C720, que ficam próximos ao microprocessador, todos de 1  $\mu$ F x 50 V, além de C569 de 10  $\mu$ F com valores alterados. Troquei-os todos e, com isso, o televisor não mais apresentou o problema.



**APARELHO/MODELO:** Receptor de TV RTS-2011 via satélite

**MARCA:** Linear

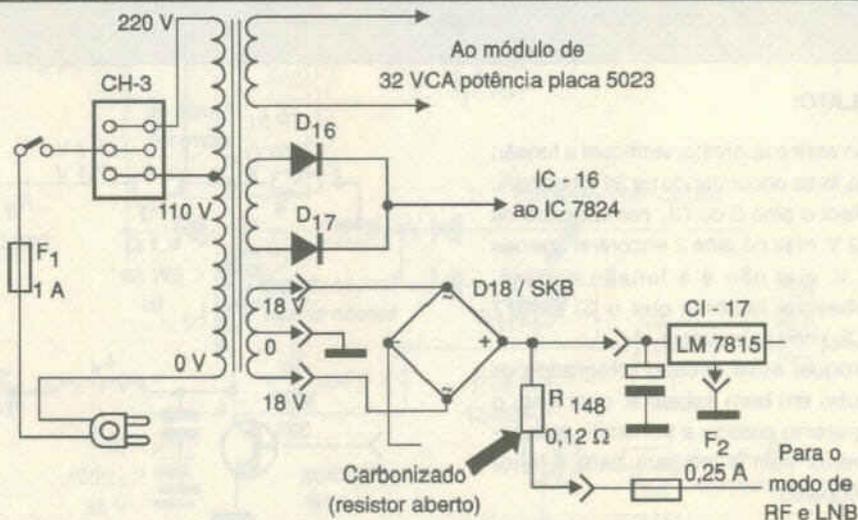
**07**

**DEFEITO:** Não funciona

**AUTOR:** Antonio Benedito de Souza  
Salto do Itararé – PR

**RELATO:**

Ao abrir o aparelho, fui à saída da fonte onde o diodo D18 SKB apresentava uma tensão de 40 Vcc. No entanto, após o resistor R148 de 0,12 ohms não encontrei tensão alguma. Testei o resistor, encontrando-o aberto. Antes de fazer sua troca verifiquei que o LNB estava em curto, trocando-o também. Dessa forma, ao fazer a troca dos dois, o aparelho voltou a funcionar normalmente.



APARELHO/MODELO: TV PCS2956

MARCA: Philco

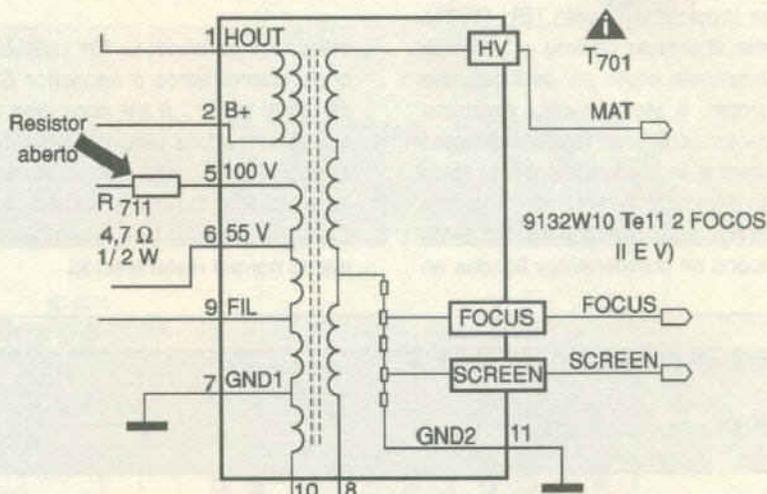
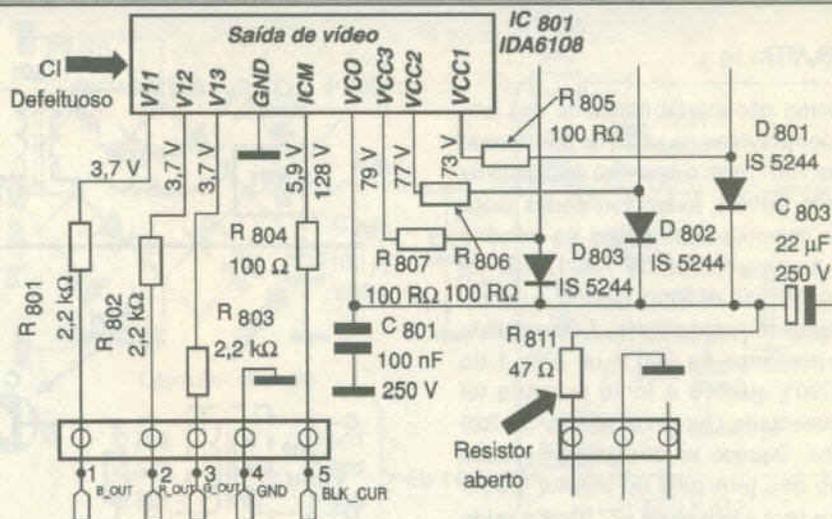
DEFEITO: Tela branca, som normal

AUTOR: Paulo Artur de Araújo  
Rio de Janeiro - RJ

## RELATO:

Inicialmente, fiz numa inspeção visual na placa do cinescópio e depois de refazer algumas soldas, liguei o aparelho, o qual continuou com o problema. Prossegui com a pesquisa na etapa de saída horizontal, particularmente na linha de 180 V. Havia 180 V no pino 5 do *fly-back*, mas essa tensão não chegava a D703, visto que R711 encontrava-se aberto. Conferi os C719 e C718, mas estavam bons, pois eles são freqüentemente causadores deste tipo de defeito.

Liguei o TV, que continuou com o mesmo problema e fumaceou R711. Após testar vários componentes do circuito e não descobrindo nada ruim, voltei à placa do cinescópio. Ao medir R811, notei que estava aberto. Substituí esse componente e liguei momentaneamente o TV, colocando o dedo sobre R811, constatando que estava superaquecido. Medi C801, que estava bom, e então troquei IC801. Com isso, o TV voltou a operar sem problemas.



APARELHO/MODELO: Televisor TV398/PB 17A2-PB20A2

MARCA: Philco

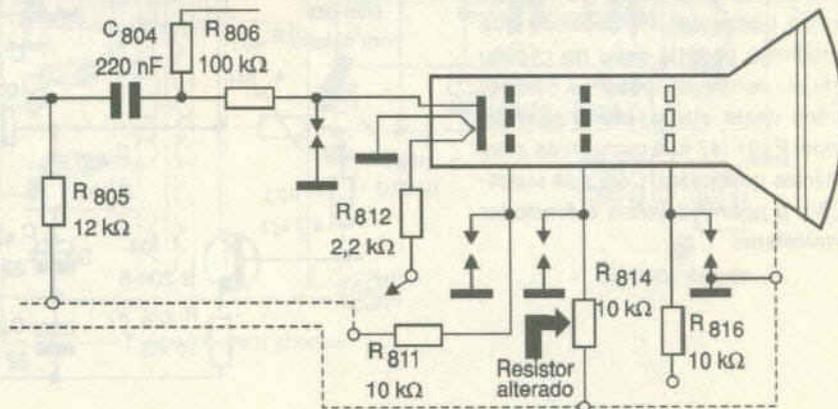
09

DEFEITO: Tela escura (controle de brilho no máximo), som normal

AUTOR: Hermes H. de Souza Vieira  
Pelotas - RS

## RELATO:

Nos receptores de som entre portadoras, a existência de som normal indica que tanto os amplificadores de FI quanto de RF, além do detector de vídeo, estão operando normalmente. Conseqüentemente, a etapa a ser pesquisada será o amplificador de vídeo. De posse dessas informações, fiz uma rigorosa verificação em todos os componentes desta etapa. Encontrei o resistor R814 de 10 k ohms alterado, marcando acima de 500 k ohms. Com a substituição desse resistor, o defeito não mais se manifestou.



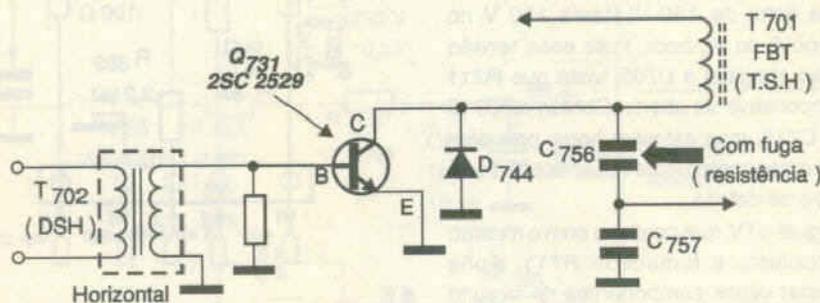
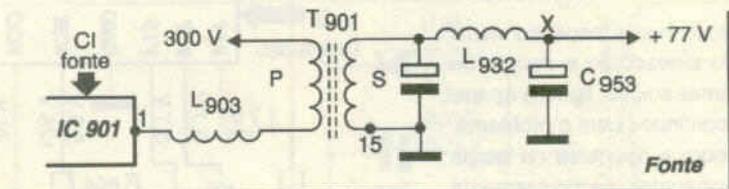
DEFEITO: Fonte Chaveada não partia

AUTOR: Gilnei Castro Müller  
Santa Maria – RS

RELATO:

Como não existia nenhuma das tensões previstas na saída do transformador T901, com o aparelho desligado da rede elétrica, foram verificados todos os componentes ligados ao primário e ao secundário de T-901. Não foi encontrado nenhum defeito ou anormalidade. Anteriormente, foi constatada a presença de 300 V no pino 1 do IC901 quando a fonte primária foi alimentada com uma tensão de 220 Vca. Quando se desligou do circuito um dos terminais do indutor L-932, que leva a tensão de +77 V até a saída horizontal, e assim foi desligada a carga representada pelo TSH (T701), a fonte chaveada passou a funcionar corretamente, o que por dedução, nos direcionou a atenção para examinar os componentes associados à saída horizontal e à situação do próprio TSH.

Prosseguindo, realizou-se um teste em todos os componentes ligados ao



coletor do transistor Q-731 (2SC2529), onde encontramos o capacitor C-756 de 5600 pF x 1,6 kV com uma fuga em que era lida uma resistência de aproximadamente 1,5 k ohms em ambos os sentidos. Com a substituição de C-756, o aparelho teve o seu funcionamento normal restabelecido.

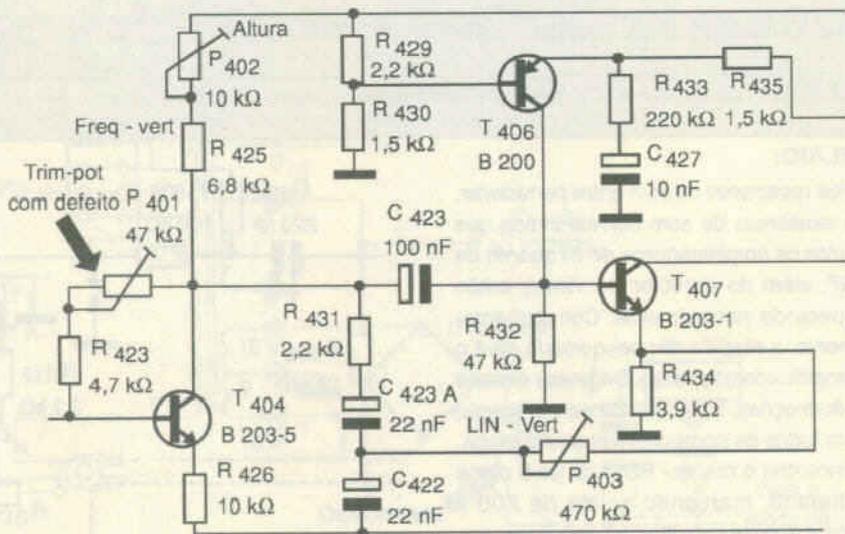
**Nota:** Aparentemente o defeito parecia localizar-se na fonte primária, no entanto, um componente ligado à saída horizontal, que estava alterado, era o causador de todo o problema.

DEFEITO: Vertical fechado, som normal

AUTOR: Hermes H. de Souza Vieira  
Pelotas – RS

RELATO:

Este defeito já é bem conhecido do tele-reparador, pois se caracteriza pela apresentação de uma faixa estreita e muito brilhante no centro da tela, no sentido horizontal. Percebendo que o problema poderia estar no circuito vertical, verifiquei todos os componentes desta etapa, até chegar ao trimpot P401 (47 kΩ) com um de seus terminais quebrados. Com sua substituição, o aparelho voltou a funcionar normalmente.



APARELHO/MODELO: Televisor Chassi 388

MARCA: Philco

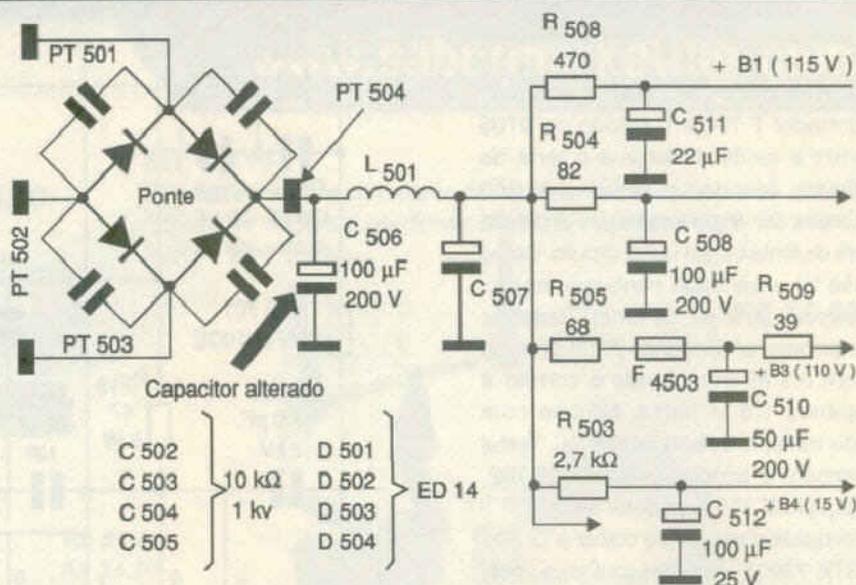
DEFEITO: Imagem reduzida nos sentidos vertical e horizontal; som normal

AUTOR: Hermes Henrique de Souza Vieira  
Pelotas - RS

## RELATO:

Percebendo que o defeito estava sendo causado por alguma anormalidade na fonte de alimentação, comecei a análise por esse setor. Fiz a verificação dos componentes, especificamente a ponte de D501 a D504, encontrando-os bons.

Ao medir o capacitor eletrolítico C506 de  $100 \mu\text{F} \times 200 \text{V}$ , constatei que sua capacitância estava alterada. Com a troca desse componente, o aparelho voltou a funcionar corretamente.



APARELHO/MODELO: Minisystem MSX-F9

MARCA: Aiwa

13

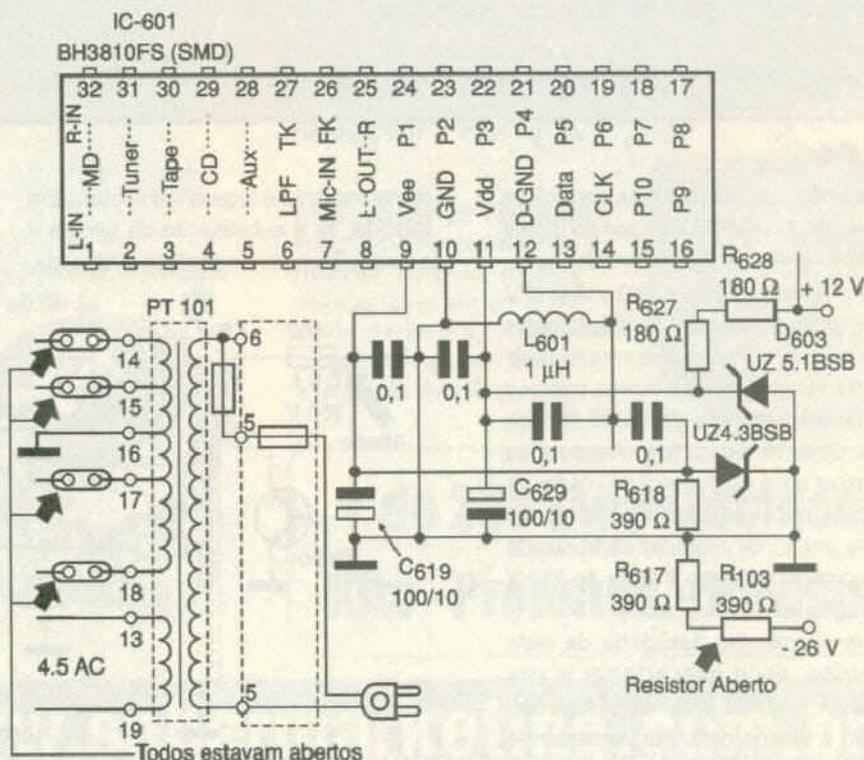
DEFEITO: Inoperante

AUTOR: José Dilson Oliveira Santos  
Serrinha - BA

## RELATO:

Comecei examinando os fusistores que ficam junto ao trafo. Eles estavam queimados. Feita sua troca o aparelho ligou, mas o som não chegava ao amplificador de áudio mesmo com o volume máximo. Usando o amplificador de prova consegui captar o sinal do rádio antes do IC-601 (BH3810F3), que funcionava como pré-amplificador e chaveador de função. Esse CI é alimentado com duas tensões, +B e -B, porém com o multímetro observei que só havia a tensão +B de 5,1 V no pino 11. Faltava a tensão de -B de -4,4 V no pino 9.

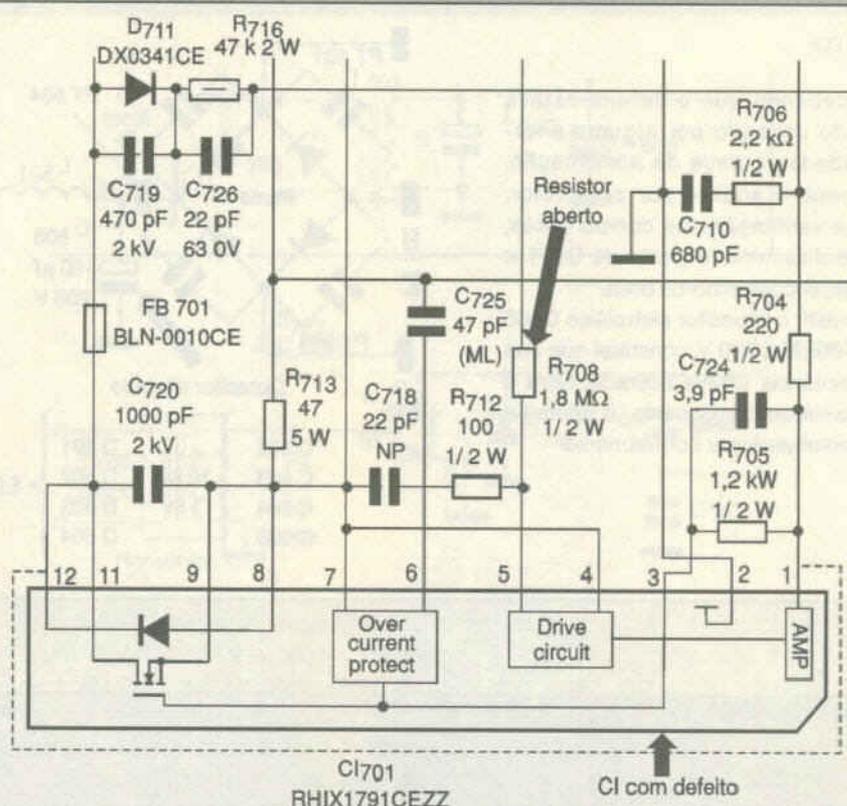
Seguindo a trilha, encontrei o resistor R103 (390 ohms) aberto. Com a troca desse resistor, o som chegou ao amplificador e o VU digital começou a indicar sua presença. O som foi reproduzido corretamente.



**APARELHO/MODELO:** TV em cores 14 RS 03**MARCA:** Sharp**14****DEFEITO:** Inoperante**AUTOR:** Pedro Manoel Bezerra de Moura  
Planaltina - GO**RELATO:**

Desconectei os pinos 4 e 6 do transformador T 701 e o catodo de D705 entre a saída da fonte e o terra do chassi, ligando um resistor de 560 ohms x 20 W para saber se o defeito era da fonte ou em outro circuito. Como não foi encontrada nenhuma tensão, passei à análise da fonte. Testei os resistores, encontrando R708 alterado com 6,3 M ohms, onde o correto é apenas 1,8 M ohms. Mesmo com sua troca, o defeito continuou. Testei também o acoplador óptico CI 702, troquei SE 115 sem obter êxito.

Foi quando me restou trocar o CI 701 (STK 73907) com desconfiança, pois existem componentes falsos desse tipo. Mas neste caso era realmente o componente causador do defeito, e com sua troca o televisor voltou a operar normalmente.

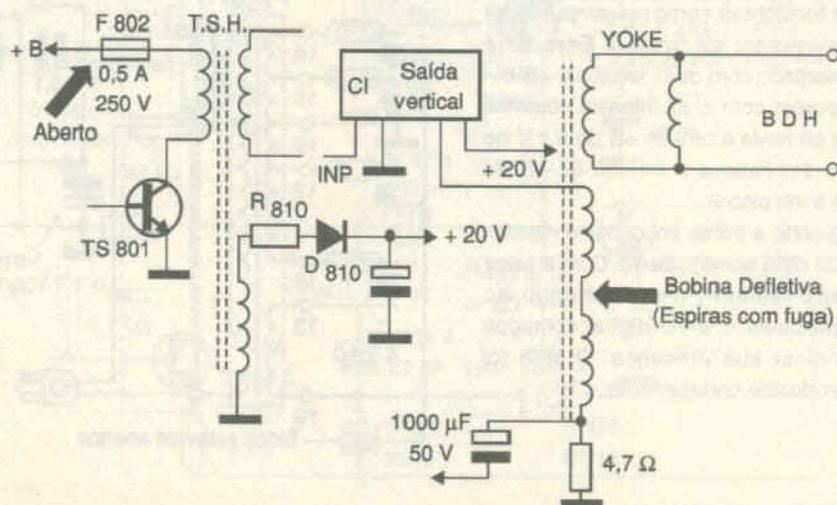
**APARELHO/MODELO:** Televisor em cores TVC14**MARCA:** Semp**15****DEFEITO:** Totalmente inoperante devido a bobina defletora de saída vertical com fuga**AUTOR:** Gilnei Castro Muller  
Santa Maria - RS**RELATO:**

Após realizar uma criteriosa inspeção e medição de continuidade dos principais componentes da fonte CA/CC, encontrei o fusível F-802 de 500 mA-250 V aberto. Ao realizar a substituição deste fusível, por não ter encontrado mais nenhum componente suspeito, passei a alimentar o aparelho através da tomada CA. Observei que a tela chegou a se iluminar após sair fumaça do interior da bobina defletora, percebendo-se um forte cheiro de material carbonizado e, ao mesmo tempo a fonte de 110 V desligou automaticamente.

Com o aparelho desligado da rede elétrica, após descarregar a alta tensão (MAT) do TRC, retirei com cuidado a bobina defletora constatando que ela apresentava uma pequena área carbonizada, onde ocorria o

centelhamento e fuga entre espiras. Em seguida, fiz a substituição da bobina e o devido reajuste na posição adequada,

bem como dos anéis de pureza. Ao ligar novamente, o funcionamento do televisor foi normal.



# Gravador ET-AVR1

Projetos com microcontroladores são cada vez mais comuns em nossas páginas. Com o barateamento destes, o uso dos mesmos nos mais variados circuitos agora é possível. Porém, as “ferramentas” para programá-los não são muitas vezes tão baratas quanto gostaríamos. Pensando nisso, publicaremos nesta edição um pequeno gravador de custo bastante acessível, dedicado à linha de microcontroladores AVR Atmel.

Márcio José Soares

## Os microcontroladores AVR Atmel

Os microcontroladores AVR da fabricante Atmel (figura 1) são microcontroladores de 8 bits, desenvolvidos sob a tecnologia RISC - *Reduced Instruction Set Computer* (Computador com Set de Instruções Reduzido). Esta tecnologia é baseada na arquitetura HARWARD, que separa a memória de dados da memória de programa. Desta forma, um microcontrolador AVR tem um barramento para dados e outro para programa. Esta separação de barramentos permite uma maior velocidade no tratamento dos dados e do programa.

Apenas para efeito de comparação, o microcontrolador 8051 Intel, por exemplo, foi desenvolvido sob tecnologia CISC - *Complex Instruction Set Computer* (Computador com Set de Instrução Complexo) e arquitetura Van Neuman, onde a memória de dados e programa não são separadas

(trafegam por um mesmo barramento). Na figura 2 temos um demonstrativo entre as duas tecnologias descritas.

Um outro detalhe muito importante sobre a família AVR diz respeito à quantidade de ciclos de máquina necessários para executar uma instrução. Esse fator determina a quantidade de MIPS (milhões de instruções

por segundo) que um microcontrolador pode alcançar.

Na família AVR um pulso de *clock* equivale a um ciclo de máquina. Como é necessário apenas um único ciclo de máquina para executar a maioria das instruções pertencentes ao seu *instruction set*, um AVR operando com um oscilador de 4 MHz estará

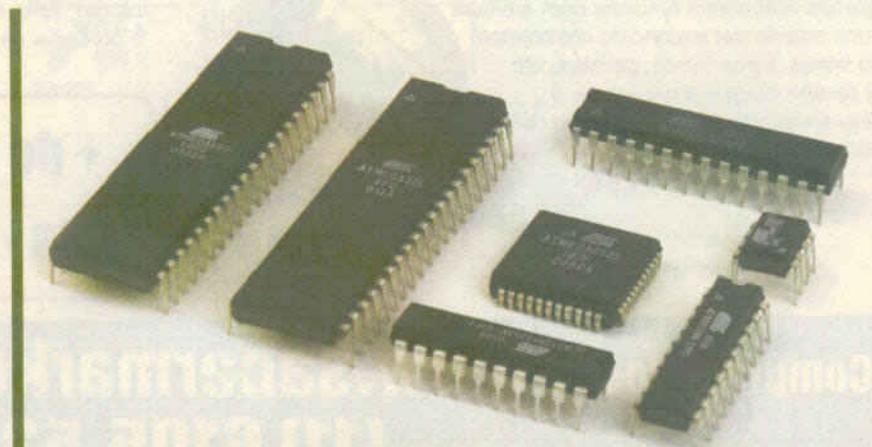


Figura 1 - Microcontroladores AVR.

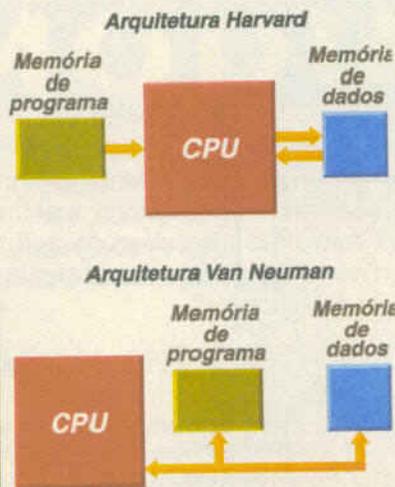


Figura 2 - RISC e CISC.

operando exatamente a 4 MIPS.

Essa informação é bastante interessante e deve ser levada em conta caso o leitor precise executar operações a grandes velocidades com um microcontrolador. Se compararmos um AVR a um microcontrolador 8051 e a um microcontrolador PIC (sem o uso do PLL interno, presente na família 18F), ambos com oscilador de 12 MHz, teríamos as seguintes velocidades, em MIPS, indicadas na tabela 1.

Como pode ser visto na tabela 1, a velocidade dos microcontroladores AVR é grande.

| Microcontrolador com cristal externo de 12 MHz | MIPS |
|--|------|
| AVR Atmel                                      | 12   |
| PIC Microchip                                  | 03   |
| 8051 Intel                                     | 1    |

Tabela 1 - Comparativo de velocidade.

Uma outra facilidade muito interessante da família AVR diz respeito aos modos de gravação possíveis. Alguns microcontroladores AVR admitem até três modos de gravação: *ISP* - *In-System*, paralela e depuração e *debug* via interface JTAG.

No modo ISP são necessárias apenas quatro "ligações" com o microcontrolador para a sua gravação, leitura ou verificação. Veja estas ligações na tabela 2.

Observando os nomes das ligações necessárias, é fácil concluir que o protocolo de transferência de

| Nome da conexão | Função       |                      |
|-----------------|--------------|----------------------|
| MISO            | Serial Out   | Saída de dados       |
| MOSI            | Serial In    | Entrada de dados     |
| SCLK            | Serial Clock | Clock de sincronismo |
| RESET           |              | Controle de Reset    |

Tabela 2 - Ligações ISP.

dados segue o protocolo *SPI*, bastante comum em outros CIs.

No modo *ISP* não é preciso nenhuma "tensão específica" em qualquer dos pinos do microcontrolador para efetuar a gravação. Uma outra grande vantagem deste modo, é que o mesmo é feito *In-System*, ou seja, diretamente no circuito onde o microcontrolador está instalado (respeitando-se algumas regras). Desta forma, não é necessário retirar o microcontrolador do circuito para gravá-lo. Essa vantagem reflete-se diretamente na velocidade de desenvolvimento. A grande maioria dos compiladores do mercado aceitam gravadores ISP e trazem o devido suporte aos mesmos. Mais adiante, em "Teste e uso", o leitor perceberá esta facilidade.

No modo paralelo são necessárias outras ligações e o padrão de comunicação entre o gravador e o microcontrolador é feito de uma maneira diferente. Neste modo uma tensão "extra" é requerida em um dos pinos do microcontrolador. Gravadores neste formato são mais caros, pois são exigidos componentes complexos (como um microcontrolador com o algoritmo necessário a gravação) em seus circuitos.

O modo de depuração e *debug* através de uma interface JTAG permite que um programa seja depurado diretamente no microcontrolador. Este tipo de gravador/*debug* é também mais caro, pelos mesmos motivos encontrados em um gravador do tipo paralelo.

### Importante

**A maioria dos microcontroladores AVR possui as conexões descritas na tabela 1 para gravação ISP e assim não é necessário investir em um gravador mais caro.**

Os microcontroladores AVR também oferecem uma série de periféricos como *Timers*, Conversores Analógicos, Comparadores Analógicos, Canais para PWM, portas de comunicação USART, SPI e I<sup>2</sup>C, além de rede CAN, memória EEPROM, e muitos outros periféricos. A linha de microcontroladores AVR é bastante diversificada e uma visita ao site [www.atmel.com/avr](http://www.atmel.com/avr) é de suma importância para aquele que deseja aprofundar seus conhecimentos nos microcontroladores AVR Atmel.

## O circuito

Nosso pequeno gravador é baseado em um outro gravador muito difundido entre os usuários deste microcontrolador. Este gravador utiliza o modo *ISP* para gravação - *In-System* (ISP) e seu controle é feito através da porta paralela de um PC.

O circuito do gravador ET-AVR1 é mostrado na figura 3. Temos basicamente um único CI que atua como *buffer* para a porta paralela. Trata-se do CI 74HC244, um *buffer* com oito portas TTL. Na figura 4 o leitor pode ver o diagrama de blocos do mesmo, assim como a distribuição de sua pinagem e na tabela 3 seu modo de operação (tabela verdade).

Observando atentamente a tabela 3, podemos notar que qualquer nível lógico (0 ou 1) inserido nas entradas

| Entradas |   | Saídas |
|----------|---|--------|
| /G       | A | Y      |
| L        | L | L      |
| L        | H | H      |
| H        | X | Z      |

L - "low" ou "0" lógico  
 H - "High" ou "1" lógico  
 X - nível lógico não importa  
 Z - Alta impedância

Tabela 3 - Modo de operação para o 74HS244

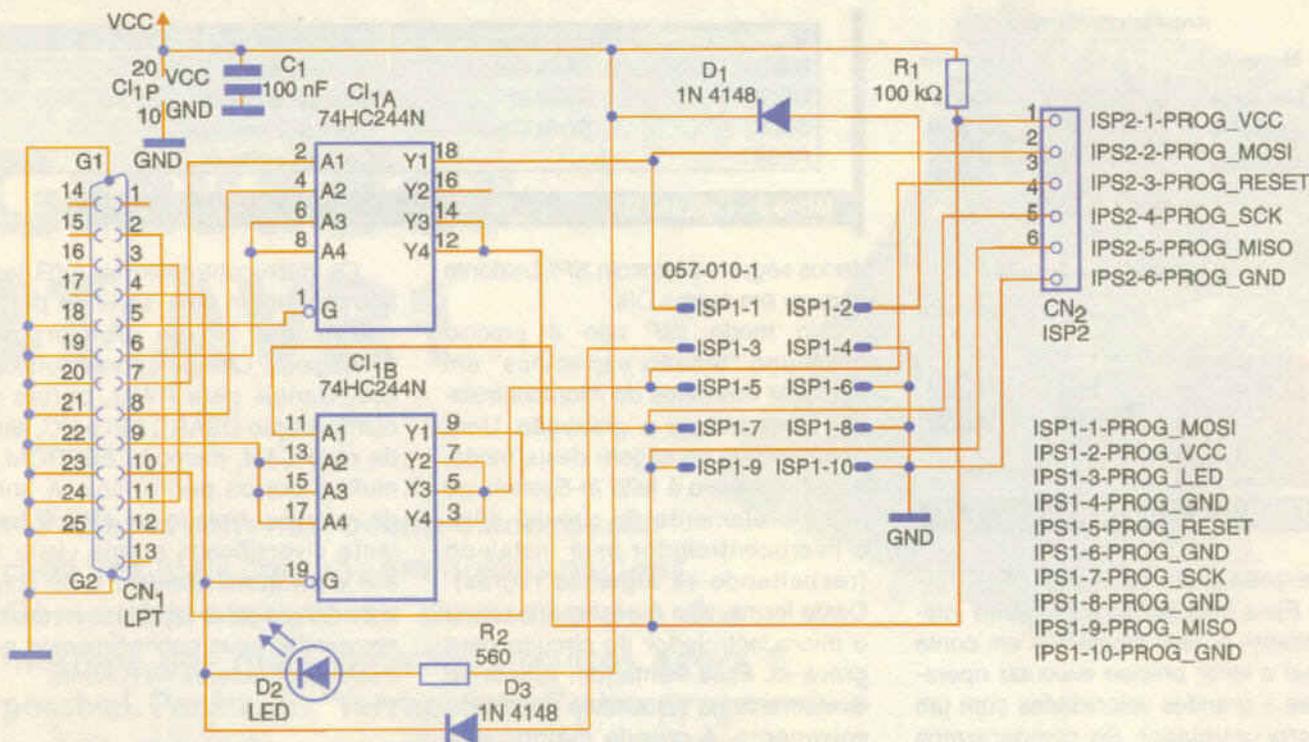


Figura 3 - Circuito elétrico.

"A" são refletidos nas saídas "Y", desde que o pino de habilitação "/G" seja levado ao nível lógico "0". Caso o mesmo receba nível lógico "1", as saídas são colocadas em alta-impedância, independente do nível lógico presente nas entradas do CI. Os pinos "/G" (1 e 19) do CI<sub>1</sub> são

controlados pelos pinos 4 e 5 da porta paralela. Ou seja, as saídas, são colocadas em *tri-state* (alta-impedância) sempre que o gravador não estiver em operação. Esta característica permite o uso do gravador diretamente "ligado" ao microcontrolador, instalado no circuito (*In-System*).

O conector CN<sub>1</sub> é um DB25 fêmea. Ele reflete exatamente a pinagem da porta paralela de um PC. O conector *ISP1* é um conector padrão "Edge" com 10 pinos. A pinagem adotada para este conector atende a maioria das placas de avaliação encontradas no mercado para microcontroladores AVR no quesito "conector *ISP*". A pinagem e o formato do conector podem ser vistos na figura 5.

No pino 3 do conector *ISP1* do gravador, inserimos um diodo (D<sub>3</sub>) com seu catodo ligado aos pinos 4 e 5 da porta paralela. Desta forma é possível montar do lado do circuito em teste/gravação um LED (com resistor limitador de corrente) para indicar a operação do gravador.

O conector *ISP2* (CN<sub>2</sub>) permite ligar todos os seis fios necessários para a gravação de um microcontrolador AVR através de uma barra de pinos comum. Todos os sinais exigidos a gravação estão presentes nesta barra, porém sem que a disposição dos pinos siga qualquer padrão. Este conector foi inserido no circuito para facilitar a vida de nossos leitores. Assim, para aqueles que desejam utilizar seu gravador em suas próprias

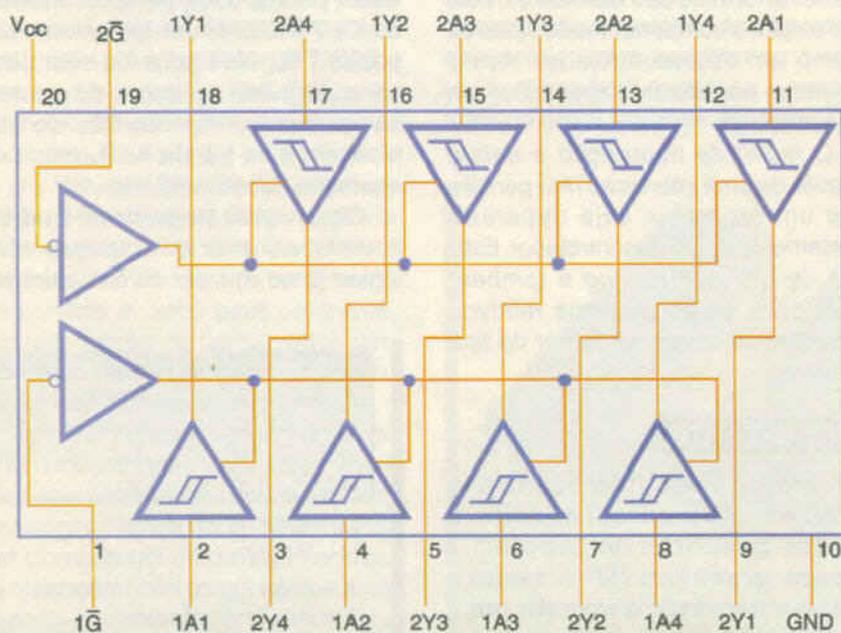


Figura 4 - Diagrama de blocos e pinagem do 74HC244.

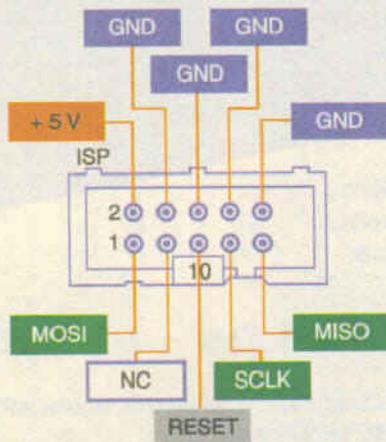


Figura 5 - Conector ISP1.

placas com o microcontrolador AVR, ou ainda usar o gravador em conjunto com uma matriz de contatos, sem precisar montar um conector como o demonstrado na figura 5, esta demonstrará ser a melhor opção.

O gravador retira a alimentação do circuito onde o microcontrolador estiver inserido e o diodo  $D_1$ , apesar de uma pequena queda na tensão, não atrapalha o funcionamento do

gravador e ainda impede que o mesmo e/ou a porta paralela sejam danificadas, caso a alimentação para o gravador seja invertida.

O LED  $D_2$  está ligado ao VCC de gravação e ao pino 4 da porta paralela. Sempre que este pino for levado a nível lógico "0", para habilitar  $CI_1$ , o LED  $D_2$  indicará isso. Desta forma tem-se a indicação de que o gravador está em operação (gravação, leitura ou verificação).

O capacitor  $C_1$  é um capacitor de desacoplamento para  $CI_1$ , servindo assim como "filtro" contra transientes.  $R_1$  é um resistor de "pull-up" para o pino MISO.

## Montagem

Na figura 6 pode ser vista nossa sugestão do layout para a confecção do circuito impresso. Apesar de tratar-se de um layout para duas faces, o número de trilhas e a disposição das mesmas não são complexos e acreditamos que isto não trará problemas aos nossos leitores.

O leitor também poderá redesenhar o layout de acordo com suas necessidades (face simples, por exemplo), bastando para isso seguir o esquema elétrico. A montagem é viável em placa padrão ou mesmo matriz de contatos (para testes do gravador). Deixamos o método de montagem por conta de cada um.

É aconselhável o uso de um suporte para  $CI_1$ . O LED  $D_2$  deve preferencialmente ser do tipo redondo com 5 mm de diâmetro e baixo consumo de corrente. Os LEDs vermelhos comuns encaixam-se perfeitamente no descrito. Os diodos  $D_1$  e  $D_3$  são do tipo de "sinal" 1N4148. Não use diodos retificadores no lugar dos descritos.

Tenha muito cuidado ao soldar na placa o LED, diodos e o CI (ou seu suporte). Estes componentes são polarizados e a sua ligação de maneira invertida poderá impedir o funcionamento do circuito e/ou de parte do mesmo. Muita atenção neste quesito.

Para ligar o gravador ao PC é requerida a montagem de um cabo de

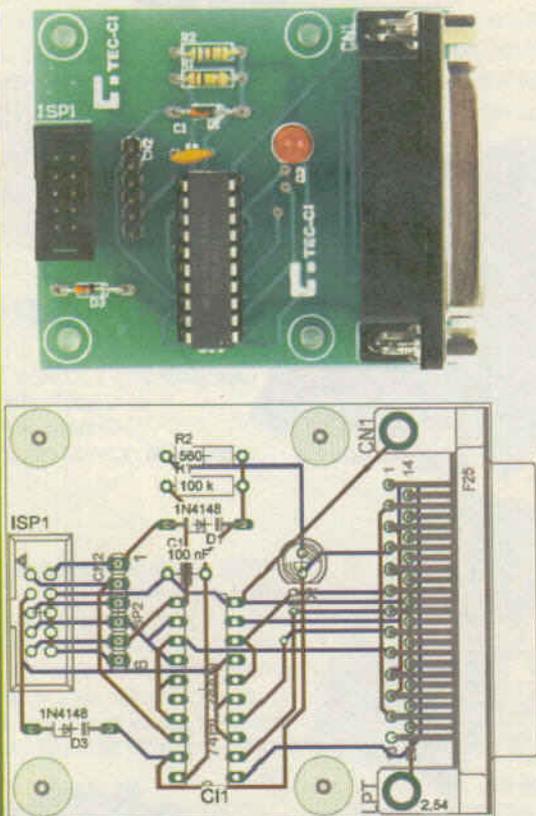


Figura 6 - Lay-out para circuito impresso.

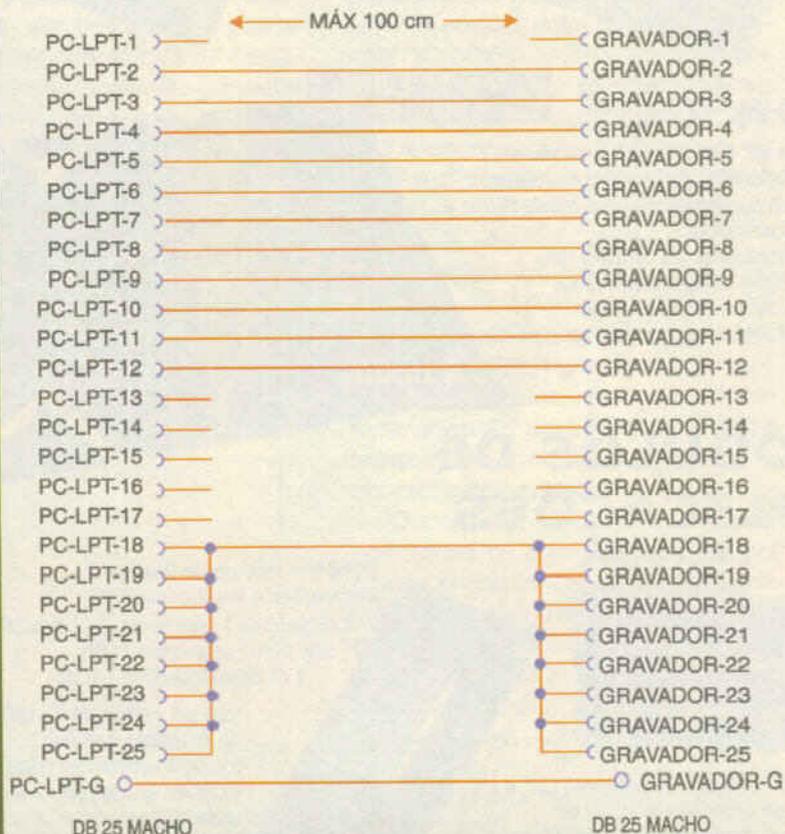


Figura 7 - Cabo para gravador.

conexão. Recomendamos que este cabo seja montado com o tipo "manga" de 12 vias e malha de blindagem. **Não recomendamos cabos tipo flat para este tipo de montagem.** O comprimento máximo deste cabo não deve exceder 100 cm. A malha do cabo deve ser ligada à carcaça dos conectores DB25, aumentando assim a "blindagem" do cabo e conseqüentemente da conexão gravador-PC.

Na **figura 7** o leitor pode ver o diagrama para a montagem do referido cabo. Siga atentamente as ligações propostas e tenha bastante cuidado para não "trocar" nenhum pino. Qualquer erro no cabo e o gravador não funcionará.

## Programa PonyProg

Para utilizar o gravador ET-AVR1 sugerimos o programa *PonyProg* que pode ser obtido gratuitamente no [site www.LancOS.com](http://www.LancOS.com). Esse programa possui um "add" (também disponível no [site](http://www.LancOS.com)) que permite que os menus e mensagens sejam grafados em língua portuguesa. O *PonyProg* funciona em ambiente *Windows 98/Me/XP*.

Não entraremos nos detalhes sobre a instalação do *PonyProg*, uma vez que a mesma é bem simples e segue os mesmos padrões da maioria dos aplicativos instalados no sistema operacional *Windows*. Neste artigo, trataremos apenas de sua configuração.

Para utilizar no sistema operacional *Windows XP* recomendamos a liberação da porta paralela através do aplicativo *UserPort*. Esta liberação deve ser feita antes do uso do *PonyProg*.

Um passo-a-passo para instalação do *UserPort* pode ser visto no [link www.mecatronicafacil.com.br/downloads/logo\\_instr.htm](http://link.wwww.mecatronicafacil.com.br/downloads/logo_instr.htm). Neste [link](http://link.wwww.mecatronicafacil.com.br/downloads/logo_instr.htm) o *UserPort* foi demonstrado para a liberação da porta paralela para o Super LOGO. Porém qualquer programa que faça uso da porta paralela, no *Windows XP*, requer o emprego de um aplicativo como o *UserPort*. Para o caso do *Windows 98* e *Windows Me* não é necessário empregar o *UserPort*.

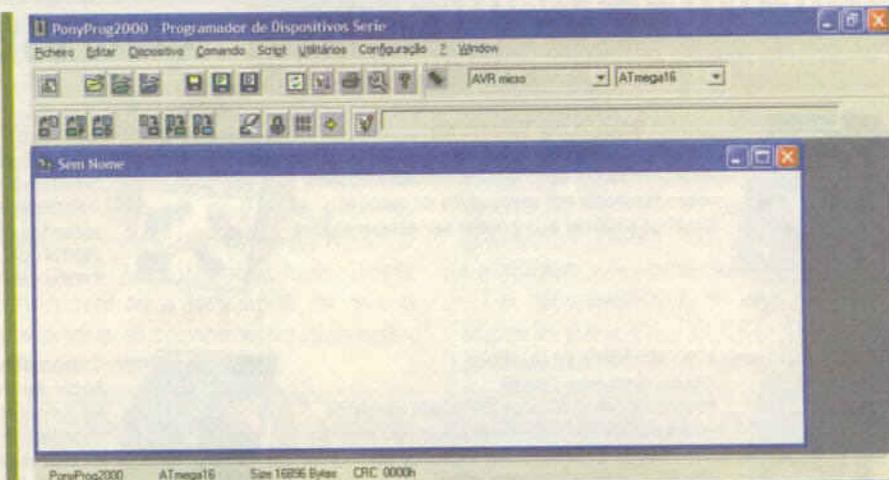


Figura 8 - Tela do PonyProg em execução.

Ao executar o *PonyProg*, o aplicativo recomendará ao usuário que faça uma "calibração". Está é feita através do menu "Configurações". É importante que nenhum outro aplicativo esteja em execução neste momento. Siga as instruções do programa. Após o *download* do programa e sua instalação a tela do mesmo se apresentará conforme a **figura 8**.

O leitor agora só precisa configurar o gravador que deseja utilizar e a porta paralela onde o mesmo será ligado. Clique no menu "Configuração" -> "Configuração de Interface", e na tela que irá surgir selecione em "Configuração da Porta E/S - Paralelo - AVR ISP I/O - LPT1". Na **figura 9** o leitor poderá ver as configurações feitas para o nosso gravador e aqui sugeridas. Clique em "Aceitar" para finalizar a configuração.

Desta forma, o programa *PonyProg* estará configurado para uso com gravador ET-AVR1.

## Teste e uso

Após a montagem, faça uma verificação minuciosa na mesma. Verifique se todas as trilhas foram ligadas corretamente, se os componentes foram inseridos corretamente na placa, etc.

Montagens em placa tipo padrão ou em matriz de contatos merecem atenção redobrada. Neste tipo de montagem os erros são bastante comuns e fáceis de se cometer. Depois

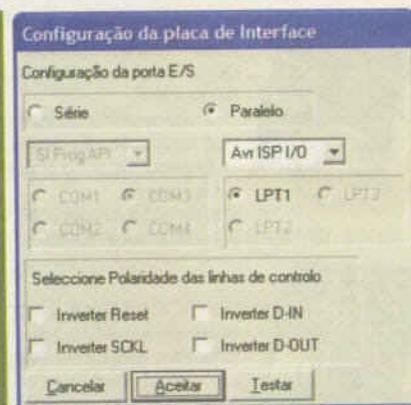


Figura 9 - Configurações para o gravador.

de fazer as verificações necessárias e a instalação do programa *PonyProg*, o leitor precisa montar um pequeno circuito de testes para o gravador, descrito na **figura 10**.

Nela está descrita a ligação dos pinos necessários para gravação de um microcontrolador *AVR ATMEGA16* (16 kbytes de memória FLASH para programa). Para conhecer um pouco mais sobre este microcontrolador, sugerimos o estudo do seu *data-sheet*.

Este microcontrolador vem com seu oscilador (*clock*) configurado de fábrica no modo "interno" com frequência de 1 MHz. A modificação deste modo e da sua frequência pode ser feita via *software*, alterando os registradores responsáveis por esta configuração.

Ligue os pinos do conector *ISP* do gravador (*ISP2*) ao circuito, seguindo a orientação dada no mesmo. Na

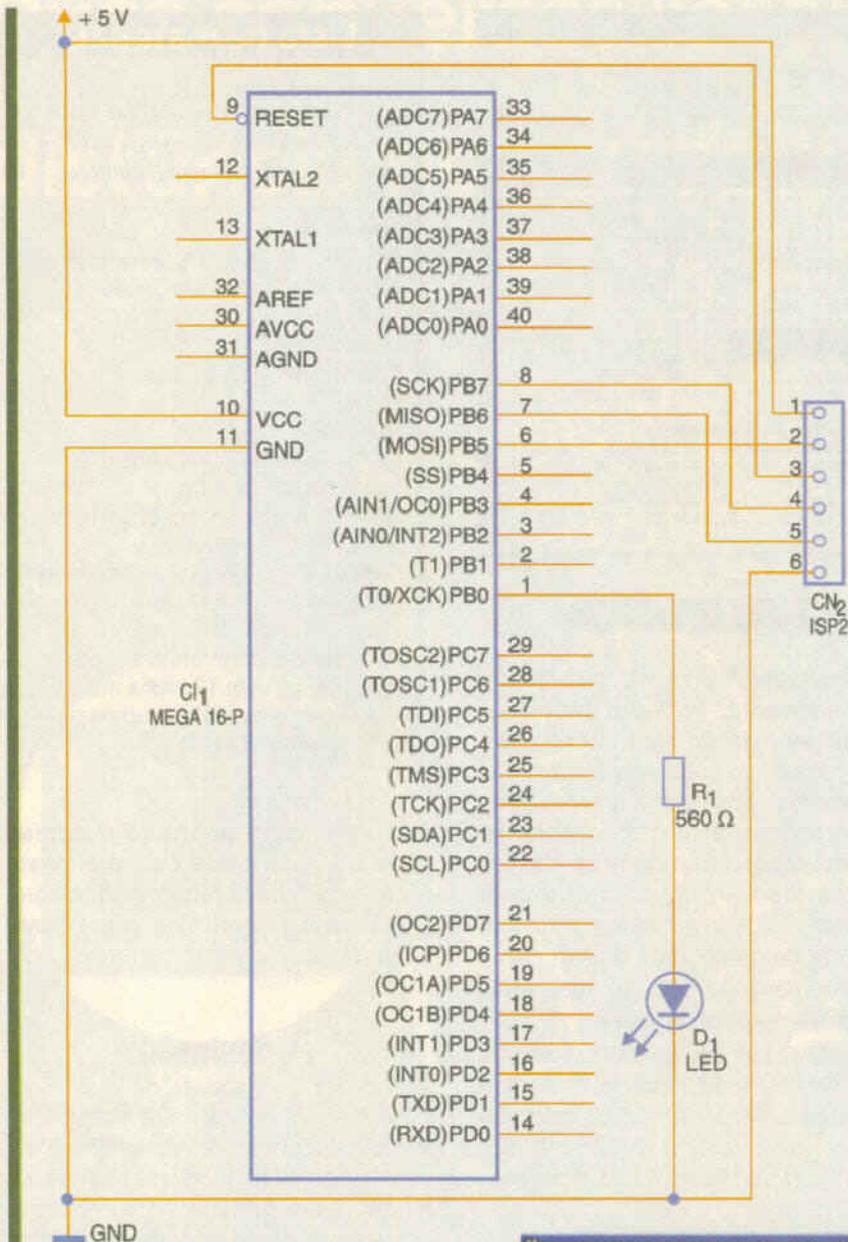


Figura 10 - Circuito de testes.

figura 11 o leitor pode ver a ligação do nosso gravador ao circuito, montado em uma matriz de contatos.

Em nosso site o leitor encontrará o "pacote" "teste\_AVR1.zip" composto por um pequeno programa desenvolvido na Linguagem C, assim como o arquivo HEX a ser gravado no microcontrolador com o uso do gravador ET-AVR1. O arquivo fonte e HEX têm o mesmo nome do arquivo ZIP, porém com as extensões ".C" e ".HEX", respectivamente.

Abra o arquivo HEX no aplicativo PonyProg usando o menu "Ficheiro -> Abrir ficheiro de Programa (Flash)".

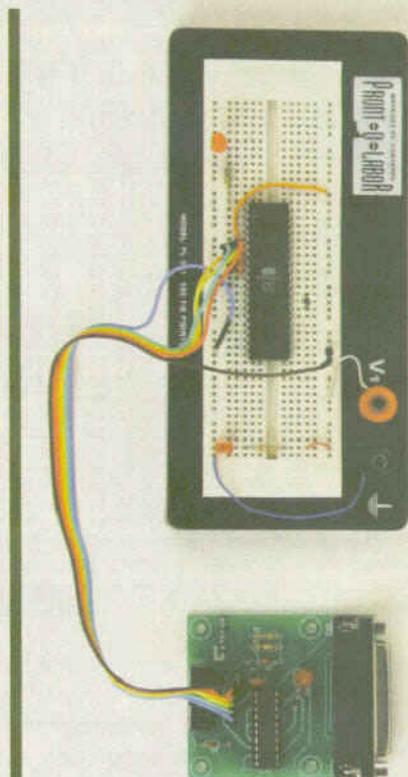


Figura 11 - Protótipo montado.

### Importante

No *datasheet* do microcontrolador está descrito o uso destes registradores. Não altere nenhum "bit" de configuração no PonyProg, sem ter absoluta certeza do que está fazendo!

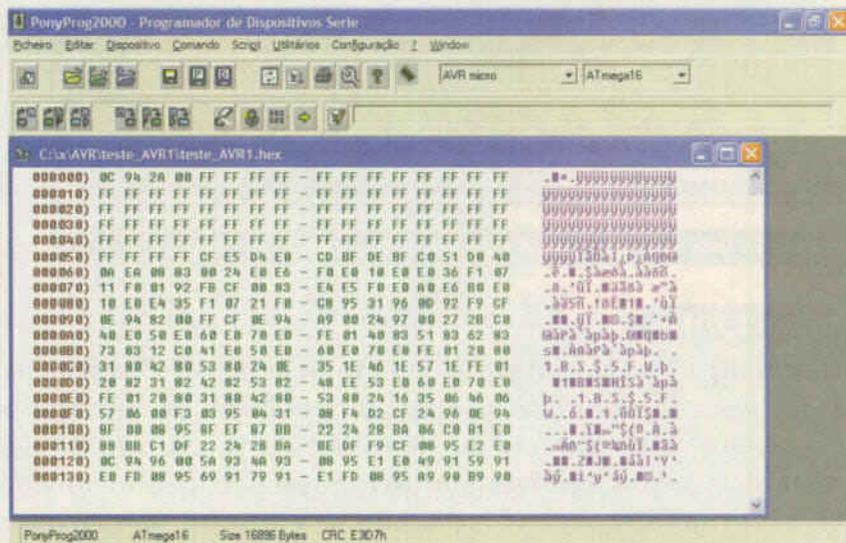


Figura 12 - Arquivo teste\_AVR1.HEX aberto pelo PonyProg.

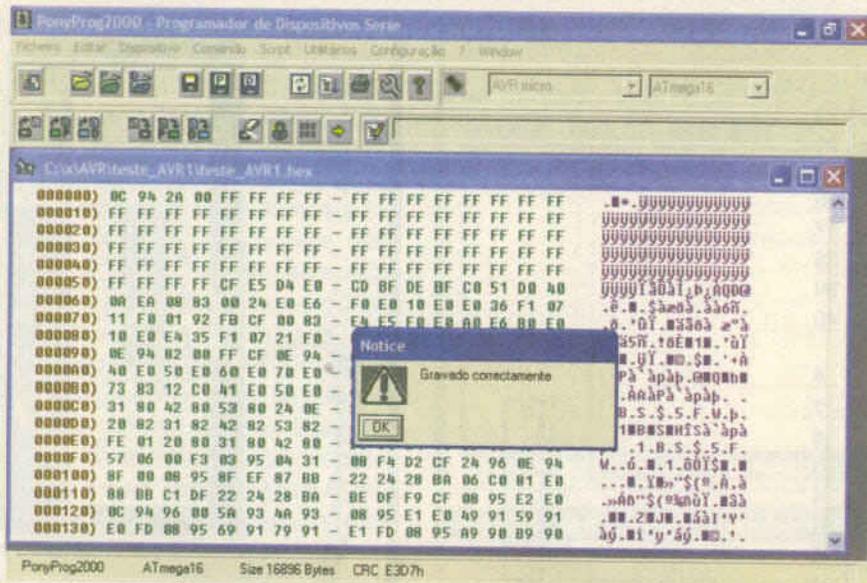


Figura 13 - Sucesso na gravação.

Neste momento a tela se parecerá com a figura 12.

Alimente o circuito de testes com 5VDC e clique em "Comando – Gravar Tudo". Se tudo correr bem, uma mensagem informando que a gravação foi realizada com sucesso será mostrada (figura 13). Imediatamente após a gravação o leitor poderá ver o LED piscando, no circuito de teste, piscando a uma frequência de 1 Hz.

Caso o gravador indique uma mensagem diferente e conseqüentemente o LED não venha a piscar na frequência informada, faça uma verificação de toda a montagem. Examine tudo novamente: confecção

da placa, montagem dos componentes na mesma, soldas, ligações, a montagem do cabo, instalação e configuração do aplicativo de gravação PonyProg e finalmente a montagem do circuito de testes. O gravador foi testado em quatro máquinas diferentes, no laboratório do autor, com sucesso absoluto em todas. A descrição dos computadores, assim como os sistemas operacionais utilizados nos testes estão na tabela 4.

O estudo do código-fonte oferecido para testes pode auxiliar o leitor a compreender o funcionamento do mesmo. A linguagem utilizada para o seu desenvolvimento foi a Linguagem

## Lista de materiais

### Semicondutores

- C11 - 74HC244 - Octal buffer TTL
- D1, D3 - 1N4148 - diodo de sinal
- D2 - LED com. vermelho Ø5 mm

### Resistores

- R1 - 100 kΩ (marrom, preto, amarelo)
- R2 - 560 Ω (verde, azul, marrom)

### Capacitores

- C1 - 100 nF - (104) - cerâmico

### Diversos

- CN1 - Conector DB25 fêmea 90° (solda na placa)
- ISP1 - conector macho Edge 10 pinos, solda na placa
- ISP2 (ISP1) - conector tipo barra de pinos com seis segmentos

Placa de circuito impresso, solda, cabo manga com 12 vias e malha, dois conectores DB25 Machos para cabo, capas para DBs, etc.

C, bastante requisitada nos dias atuais. Lembramos que a Revista Eletrônica Total já publicou uma série sobre a Linguagem C e esta poderá ajudá-lo.

## Conclusão

A montagem de uma ferramenta é algo prazeroso. A economia obtida com a mesma pode ser reinvestida em novos componentes, livros, revistas, etc. A partir desta edição passaremos a fornecer, sempre que possível, informações sobre os microcontroladores AVR.

Abordaremos os compiladores disponíveis, demonstraremos o uso de alguns periféricos, traremos algumas montagens interessantes com estes, etc.

Todo o suporte dado a outros microcontroladores será mantido na Revista.

Não estamos "trocando" de microcontrolador, mas sim acrescentando um novo, ampliando assim os conhecimentos de nossos leitores e preparando-os melhor para um mercado cada vez mais diverso. Boa montagem e até a próxima!

T

| Máquina utilizada nos testes | Sistema operacional   |
|------------------------------|---|
| ATHLON XP 2000+              | Windows XP profissional SP2 com UserPort instalado para liberar LPT |
| Pentium III 750 MH z         | Windows 98 atualizado   |
| Pentium MMX166               | Windows 98 atualizado   |
| Pentium MMX200               | Windows 98 atualizado   |

Tabela 4 - Descrição dos computadores utilizados para teste.

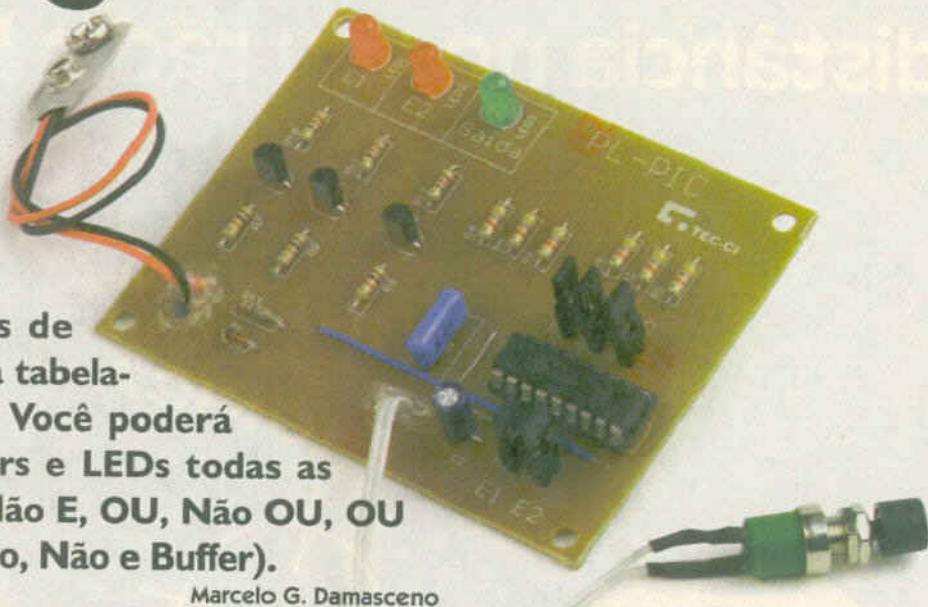
## Importante

Nunca diga "tenho certeza de que tudo está certo" sem antes ter realmente confirmado todas as operações. Se necessário, "aumente" seu controle de qualidade com a ajuda de um amigo ou professor. Geralmente um terceiro, não envolvido com o projeto, tem mais facilidade de encontrar um erro em nossas montagens que nós mesmos.

# Porta Lógica com PIC: PL-PIC

Faça sucesso nas aulas de Eletrônica Digital com essa tabela-verdade visual e portátil. Você poderá simular através de jumpers e LEDs todas as portas lógicas básicas (E, Não E, OU, Não OU, OU Exclusivo, Não OU Exclusivo, Não e Buffer).

Marcelo G. Damasceno



**A**s características da PL-PIC são as seguintes:

Baixo consumo;

Simulação de todas as portas lógicas básicas (8 tipos).

As características técnicas da AN-PIC são:

**Cérebro:** microcontrolador PIC 16F628A Microchip®;

**Entrada de comandos de seleção:** jumpers que selecionam o tipo de porta a ser simulada;

**Entrada de comandos de estado:** jumpers que "setam" os estados de entrada da porta lógica;

**Indicação Entrada/Saída:** LEDs que indicam os estados das entradas / saída respectivamente;

**Alimentação:** Bateria de 9 Vdc.

## O circuito

Iremos utilizar o nosso velho conhecido PIC 16F628A devido ao mesmo ser facilmente encontrado no mercado especializado e a um preço bastante acessível. Temos usado bastante esse microcontrolador ultimamente, portanto não irei discorrer sobre o mesmo. Para os leitores que desejarem se aprofundar nas

características desse microcontrolador sugerimos o *download* gratuito de seu *datasheet* no endereço [www.microchip.com](http://www.microchip.com).

Outro motivo de se utilizar um microcontrolador neste projeto deve-se ao fato deste ser bastante compacto e também de os mesmos pinos de I/O poderem ser programados para assumir as configurações necessárias à simulação das portas lógicas. Trocando em miúdos, os mesmos 2 pinos de entrada de uma porta E (AND), por exemplo, podem tornar-se os 2 pinos de entrada de uma porta OU (OR) como veremos mais a frente.

Na **figura 1** vemos o diagrama elétrico da nossa tabela-verdade eletrônica.

Não empregamos o conjunto cristal/capacitores cerâmicos, pois estamos utilizando o recurso de oscilador interno do PIC. Os resistores R<sub>1</sub> a R<sub>6</sub> têm a função de *pull-up*, ou seja, garantem o nível lógico 1 nos pinos do PIC quando os jumpers JP<sub>1</sub> a JP<sub>5</sub> não estão colocados ou o *push-button* PB1 não está acionado. Os resistores R<sub>7</sub> a R<sub>9</sub> são responsáveis pela limitação da corrente de base (polarização) nos transistores Q<sub>1</sub> a Q<sub>3</sub>.

Os resistores R<sub>10</sub> a R<sub>12</sub> são os

resistores de limitação de corrente dos LEDs. Já o resistor R<sub>13</sub> cuida da corrente de manutenção do diodo zener D1, ou seja, a corrente mínima para que este mantenha uma tensão regulada e constante de 5,1V em seus terminais. Os resistores dos LEDs foram calculados de forma que os mesmos tenham uma corrente de aproximadamente 13 mA em seus terminais, essa corrente garante um bom brilho sem comprometer o tempo de autonomia da bateria. Os LEDs não foram ligados diretamente aos pinos de I/O do PIC para dar uma folga aos mesmos, esse método é chamado de "drive" de corrente.

PB<sub>1</sub> é responsável pelo *reset* do PIC. O capacitor C<sub>1</sub> é um filtro para o microcontrolador, enquanto que C<sub>2</sub> tem a mesma função, mas nesse caso para o *push-button*. JP<sub>1</sub> a JP<sub>3</sub> são os jumpers de seleção do tipo de porta lógica que se deseja simular, enquanto JP<sub>4</sub> e JP<sub>5</sub> são os jumpers que definem os estados lógicos de entrada das portas lógicas simuladas.

## Montagem

A **figura 2** nos mostra o *layout* da placa da nossa porta lógica progra-

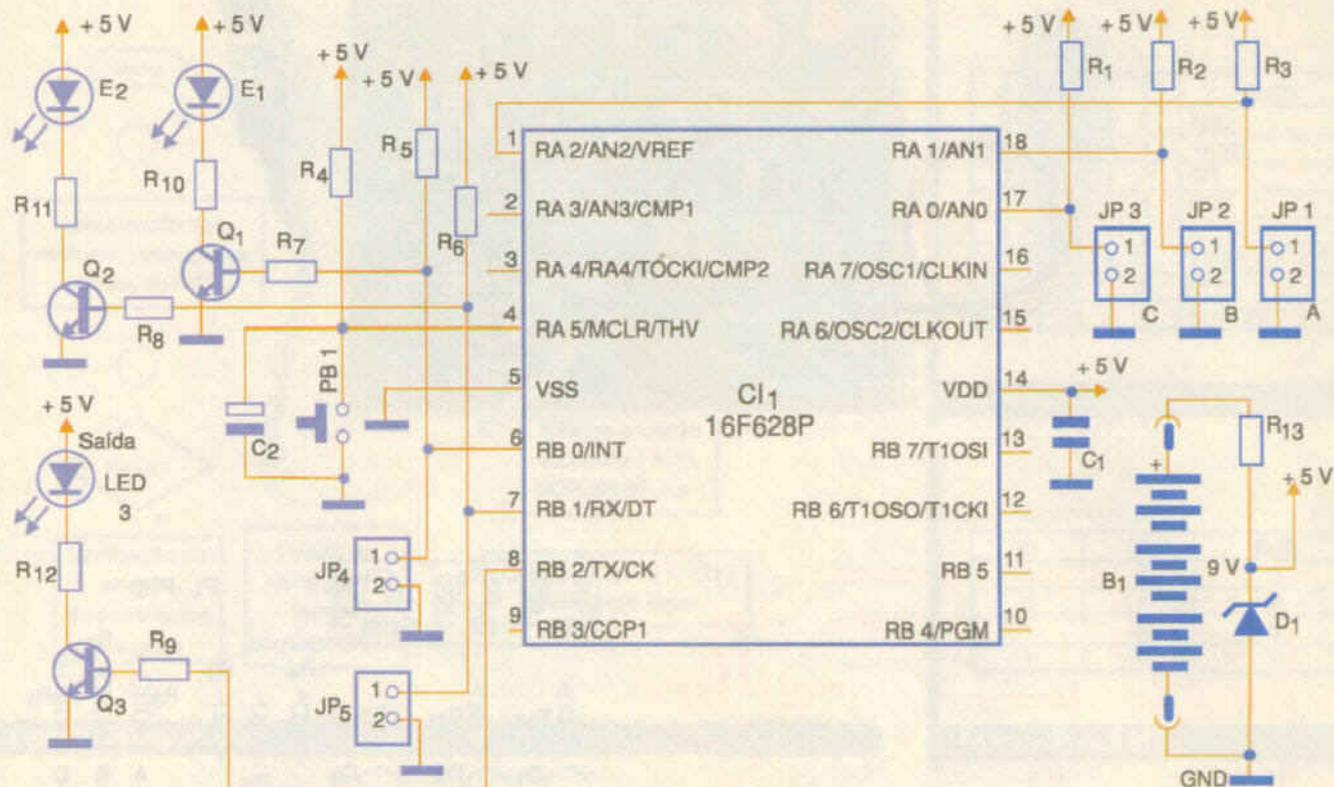


Figura 1 - Diagrama eletrônico.

mável. Notem que a sua confecção não é das mais complicadas porque ela é de face única. Ela pode ser fabricada em casa pelo leitor com a prática básica em confecção de circuito impresso.

Sempre recomendamos que após a confecção da placa, o leitor perca algum tempo verificando se todas as trilhas têm continuidade e se não estão em "curto" com outras trilhas e ilhas.

Comece a montagem da placa pelos *jumpers*, depois solde os componentes sem polaridade, tais como os resistores e os capacitores de poliéster. Os *pinheads* JP1, JP2, JP3, JP4, JP5 e o *push-button* PB1 também não possuem polaridade. Passemos agora aos componentes polarizados, portanto atenção redobrada nestes para se evitar inversão e, conseqüentemente a queima dos componentes. Comece soldando o diodo zener D1, os LEDs, o capacitor eletrolítico C2, os transistores Q1 a Q3 e finalmente o soquete de 18 pinos do PIC. Este soquete é praticamente obrigatório,

pois caso aconteça algum problema na gravação do microcontrolador pode-se removê-lo e reinseri-lo facilmente.

Agora que terminamos todas as ligações, vamos refazer a inspeção visual minuciosa, sempre lembrando o velho ditado: "É melhor gastarmos alguns minutos agora do que várias horas tentando descobrir por que o projeto não funciona..."

A inserção do PIC em seu soquete só será feita após a gravação do mesmo. Partimos do pressuposto de que um leitor que se proponha a realizar um projeto com este microcontrolador já tenha uma boa noção sobre a gravação / manipulação do mesmo.

A forma de gravação já foi amplamente discutida nas edições anteriores das revistas Eletrônica Total e temos um curso completo de PICs nas edições de número 6 a 13 da revista Mecatrônica Fácil. Tais revistas podem ser adquiridas no site da Saber Marketing ([www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br)).

## O programa

Para que o leitor compreenda melhor o que será explanado daqui pra frente sugerimos o *download* do código-fonte (PL-PIC.c) no site da revista no endereço [www.eletronicatotal.com.br](http://www.eletronicatotal.com.br).

Na figura 3 vemos os fluxogramas do programa principal e da função "porta lógica x", todos contidos no arquivo PL-PIC.c.

A linguagem de programação utilizada foi C para microcontroladores PIC.

Acreditamos que esta linguagem é cada vez mais familiar ao leitor assíduo, pois temos usado a mesma há algum tempo. A escolha é devida ao fato desta linguagem possibilitar uma fácil compreensão e rápida aprendizagem do código para quem estiver iniciando.

Percebam que uma visão geral do nosso programa é facilmente obtida através de uma rápida olhada nestes fluxogramas (dica: por mais simples que sejam os programas que você

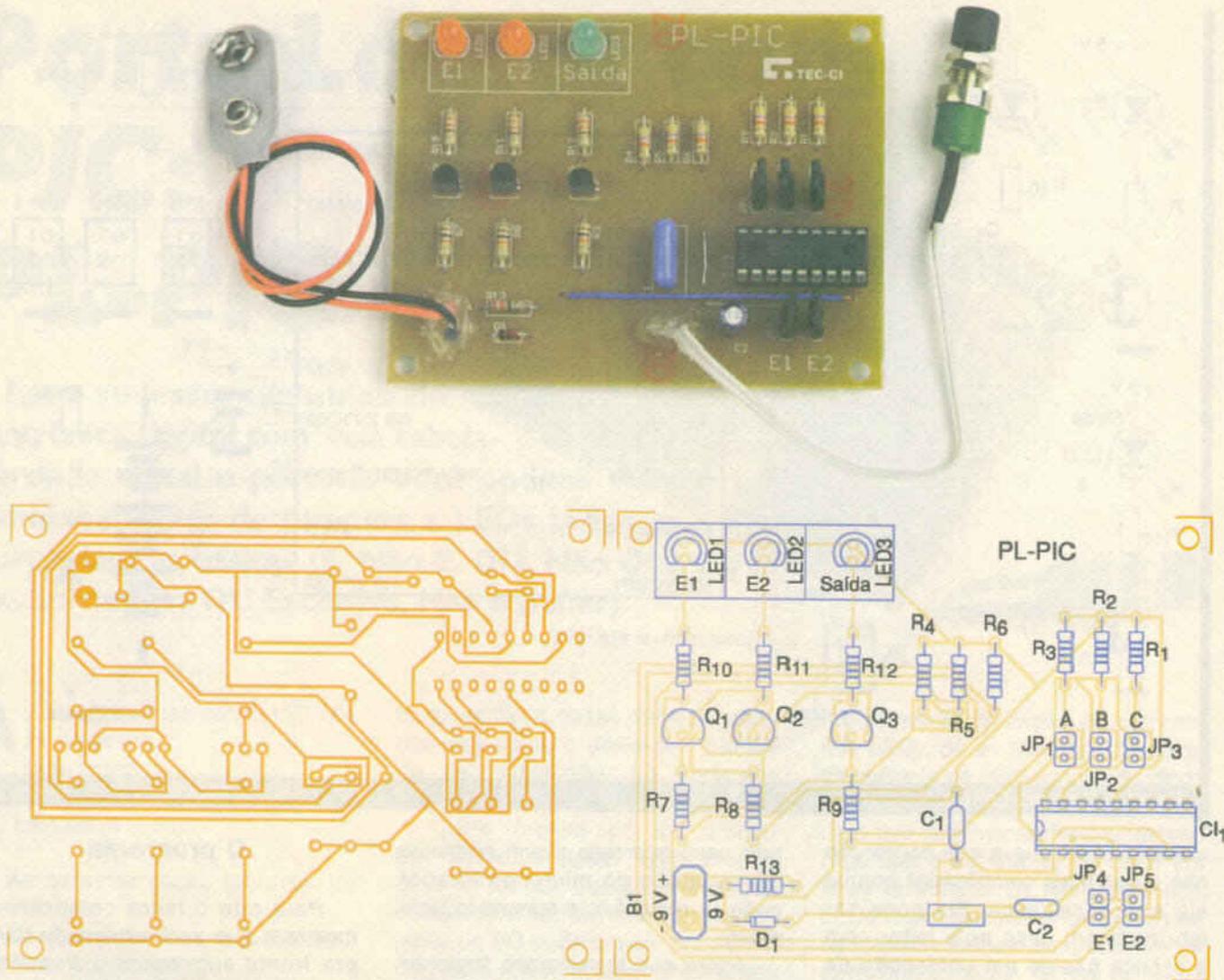


Figura 2 - Layout da placa de circuito impresso.

pretenda escrever, aconselhamos que o hábito de se criar os fluxogramas seja uma constante).

Assim que o software é inicializado, ele configura o PIC (ports de I/O, variáveis globais, etc.) e entra então em seu módulo principal (*main*).

Verifica a condição dos jumpers JP<sub>1</sub> a JP<sub>3</sub> (inserido ou não, respectivamente nível 0 ou 1) e trata isso desviando para a função correspondente, que pode ser, por exemplo, AND se todos os 3 jumpers estiverem inseridos. Assim que o software entra na função escolhida ele faz a leitura dos *jumpers* JP<sub>4</sub> e JP<sub>5</sub> que são as entradas de nossa porta lógica. A função faz com que o LED de saída se acenda (nível lógico 1) ou se apague (nível lógico 0)

e então, a partir daqui temos um loop infinito respondendo em tempo real as combinações lógicas que fizemos com os jumpers JP<sub>4</sub> e JP<sub>5</sub>.

Vejam a tabela apresentada na **figura 4**. Aqui temos todas as combinações possíveis de entrada de seleção que fazemos através de JP<sub>1</sub> a JP<sub>3</sub>.

### Importante

A mudança de seleção da porta lógica através dos jumpers JP<sub>1</sub> a JP<sub>3</sub> pode ser realizada a qualquer tempo, mas notem que o programa somente faz a leitura destes jumpers no início do programa, logo, para que sejam aceitas as mudanças é necessário que se faça um reset através de PB1.

## As funções

Agora, vamos explicar cada função para que o leitor que ainda está iniciando em digitais possa entender melhor as operações lógicas.

### Função E (AND)

Podemos compará-la com uma operação de multiplicação, pois em matemática, quando tentamos multiplicar qualquer número por zero, o resultado é zero. Em digitais acontece o mesmo na função AND, a diferença é que aqui temos apenas 0 ou 1. Portanto sempre que combinarmos o zero em uma das entradas com qualquer outra entrada (0 ou 1) teremos a saída lógica zero. A **figura**

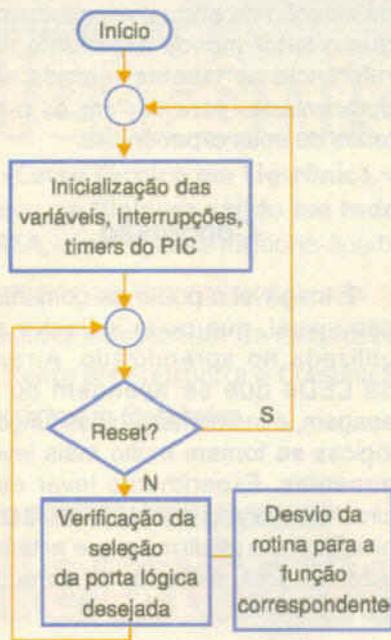


Figura 3 - Fluxogramas.

5 resume todas as possibilidades de entrada.

### Função Não E (NAND)

Essa é a operação complementar da multiplicação lógica, ou seja, apenas inverte-se a análise com relação às saídas, aonde tínhamos um 0 temos agora o nível 1. A figura 6 representa esta função.

### Função OU (OR)

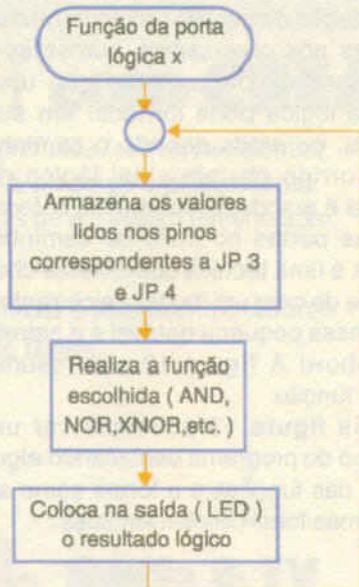
Essa é a operação de soma lógica: sempre que colocarmos o nível 1 em qualquer uma das entradas desta porta lógica, a saída será também 1. A única condição em que teremos 0 na saída será quando inserirmos 0 nas duas entradas. A figura 7 mostra esta função.

### Função Não OU (NOR)

Essa é a operação complementar da soma lógica. A figura 8 ilustra esta função.

### Função OU Exclusivo (XOR)

Função interessante que apresenta na saída o nível lógico 1 apenas quando as entradas são diferentes entre si (0 e 1, 1 e 0). Ela é muito usada em detectores em geral, pois



essa característica de diferenciação de entradas pode ser usada para se criar "janelas de detecção". Ainda é muito útil em matemática digital, pois pode ser utilizada como "sinalizador de quadrantes" (positivo ou negativo) para os números. Não vamos entrar em detalhes neste artigo, pois nossa intenção é apenas permitir que o leitor tenha um primeiro contato com as portas lógicas. A figura 9 nos exhibe essa porta.

### Função Não OU Exclusivo (XNOR)

Função complementar da anterior, aqui temos o nível lógico 1 apenas quando as entradas são iguais, ou seja, coincidem, daí seu nome popular "porta coincidência".

O leitor pode ver a sua tabela-verdade na figura 10.

### Função Não (NOT)

Função de complementação, negação. Essa porta possui apenas uma entrada, que tem a sua saída "barrada", como se diz popularmente em digitais. Percebam que todas as funções complementares já citadas acima podem ser feitas por uma porta primitiva (por exemplo, AND) com a

| A | B | C | PORTA  |
|---|---|---|--------|
| 0 | 0 | 0 | AND    |
| 0 | 0 | 1 | NAND   |
| 0 | 1 | 0 | OR     |
| 0 | 1 | 1 | NOR    |
| 1 | 0 | 0 | XOR    |
| 1 | 0 | 1 | XNOR   |
| 1 | 1 | 0 | NOT    |
| 1 | 1 | 1 | BUFFER |

Figura 4 - Seleção.

| E1 | E2 | Saída |
|----|----|-------|
| 0  | 0  | 0     |
| 0  | 1  | 0     |
| 1  | 0  | 0     |
| 1  | 1  | 1     |

Figura 5 - Porta E (And).

| E1 | E2 | Saída |
|----|----|-------|
| 0  | 0  | 1     |
| 0  | 1  | 1     |
| 1  | 0  | 1     |
| 1  | 1  | 0     |

Figura 6 - Porta Não E (NAND).

| E1 | E2 | Saída |
|----|----|-------|
| 0  | 0  | 0     |
| 0  | 1  | 1     |
| 1  | 0  | 1     |
| 1  | 1  | 1     |

Figura 7 - Porta OU (OR).

| E1 | E2 | Saída |
|----|----|-------|
| 0  | 0  | 1     |
| 0  | 1  | 0     |
| 1  | 0  | 0     |
| 1  | 1  | 0     |

Figura 8 - Porta Não (NOR).

| E1 | E2 | Saída |
|----|----|-------|
| 0  | 0  | 0     |
| 0  | 1  | 1     |
| 1  | 0  | 1     |
| 1  | 1  | 0     |

Figura 9 - Porta OU Exclusivo (XOR).

| E1 | E2 | Saída |
|----|----|-------|
| 0  | 0  | 1     |
| 0  | 1  | 0     |
| 1  | 0  | 0     |
| 1  | 1  | 1     |

Figura 10 - Porta não exclusivo (XNOR).

sua saída entrando em uma porta NOT. (neste caso teríamos como saída uma porta NAND). A tabela da porta NOT é vista na figura 11.

### Função Sim (Buffer)

Essa porta lógica apresenta em sua saída o mesmo nível lógico da sua entrada. O leitor pode estar se perguntando: "Mas então pra que

| E1 | Saída |
|----|-------|
| 0  | 1     |
| 1  | 0     |

Figura 11 - Porta Não (NOT).

## Lista de Materiais

### Semicondutores

- C1 - PIC16F628A – Microcontrolador Microchip®
- LED1, LED2 - LED vermelho redondo de 5 mm
- LED3 - LED verde redondo de 5 mm
- Q1 a Q3 - BC337- transistor NPN de uso geral
- D1 - BZX79C5V1 - Diodo zener 5,1V, 400 mW

### Resistores (todos com dissipação de 1/8 W)

- R1 a R6 - 4K7Ω (amarelo, violeta, vermelho)
- R7 a R9 - 1KΩ (marrom, preto, vermelho)
- R10 a R13 - 220Ω (vermelho, vermelho, marrom)

### Capacitores

- C1 - 100 nF - poliéster
- C2 - 10 μF - eletrolítico

### Diversos

- PB1 - chave tipo "push-button" NA
- JP1 a JP3 - Barra de terminais tipo "pinhead" de 2 pinos
- B1 - Bateria alcalina 9V

- 1 soquete DIP para CI - 18 pinos
- 5 jumpers tipo "strap"

Solda, placa de circuito impresso, caixa plástica para montagem da placa, parafusos ou fixadores para as placas, "clip" para bateria, etc.

serve essa função?". Acreditem, essa função é bastante usada em implementação de circuitos lógicos. Muitas vezes nós precisamos aumentar a capacidade de corrente que uma porta lógica pode fornecer em sua saída, ou ainda quando o caminho percorrido por um sinal lógico de saída é grande, costumamos colocar essas portas no meio do caminho. Essa é uma técnica comumente chamada de criar um "buffer de corrente". Daí essa pequena notável é a estrela do show! A figura 12 nos resume esta função.

Na figura 13 podemos ver um trecho do programa destacando algumas das funções e a forma como as mesmas foram implementadas.

## Teste e uso

Vamos agora testar a funcionalidade da nossa "tabela-verdade portátil". Para fazer isso basta escolhermos qual porta lógica queremos simular através dos jumpers JP1 a JP3 e colocarmos as entradas desejadas através dos jumpers JP4 e JP5. Notem que a ausência de jumper significa nível lógico 1 e a presença do mesmo, nível 0. Quando quiser mudar de porta lógica, basta fazer a nova combinação em JP1 a JP3 e pressionar o push-button, com isso resetamos o

programa e este faz uma nova leitura de seleção de portas. Aconselhamos que o leitor menos experiente faça referência as tabelas-verdade aqui apresentadas para conferir os resultados de suas experiências.

## Conclusão

É inegável o poder da comunicação visual, que pode inclusive ser utilizada no aprendizado. Através de LEDs que se acendem ou se apagam, a memorização das funções lógicas se tornam muito mais leves, atraentes. Experimente levar esse circuito para as suas aulas de Eletrônica Digital e confirme o que estamos dizendo aqui. Um grande abraço e até a próxima!

| E1 | Saída |
|----|-------|
| 0  | 0     |
| 1  | 1     |

Figura 12 - Porta buffer.

```

//-----
//      *** Funções ***
//-----

void and(void) {
    for (;;) {
        entrada1 = input(pin_b0);
        entrada2 = input(pin_b1);
        saida = entrada1 & entrada2;
        if (saida) output_high(pin_b2);
        else output_low(pin_b2);
    }
}

void nand(void) {
    for (;;) {
        entrada1 = input(pin_b0);
        entrada2 = input(pin_b1);
        saida = entrada1 & entrada2;
        saida = !saida;
        if (saida) output_high(pin_b2);
        else output_low(pin_b2);
    }
}

void or(void) {
    for (;;) {
        entrada1 = input(pin_b0);
        entrada2 = input(pin_b1);
        saida = entrada1 | entrada2;
        if (saida) output_high(pin_b2);
        else output_low(pin_b2);
    }
}
    
```

Figura 13 - Trecho do programa.