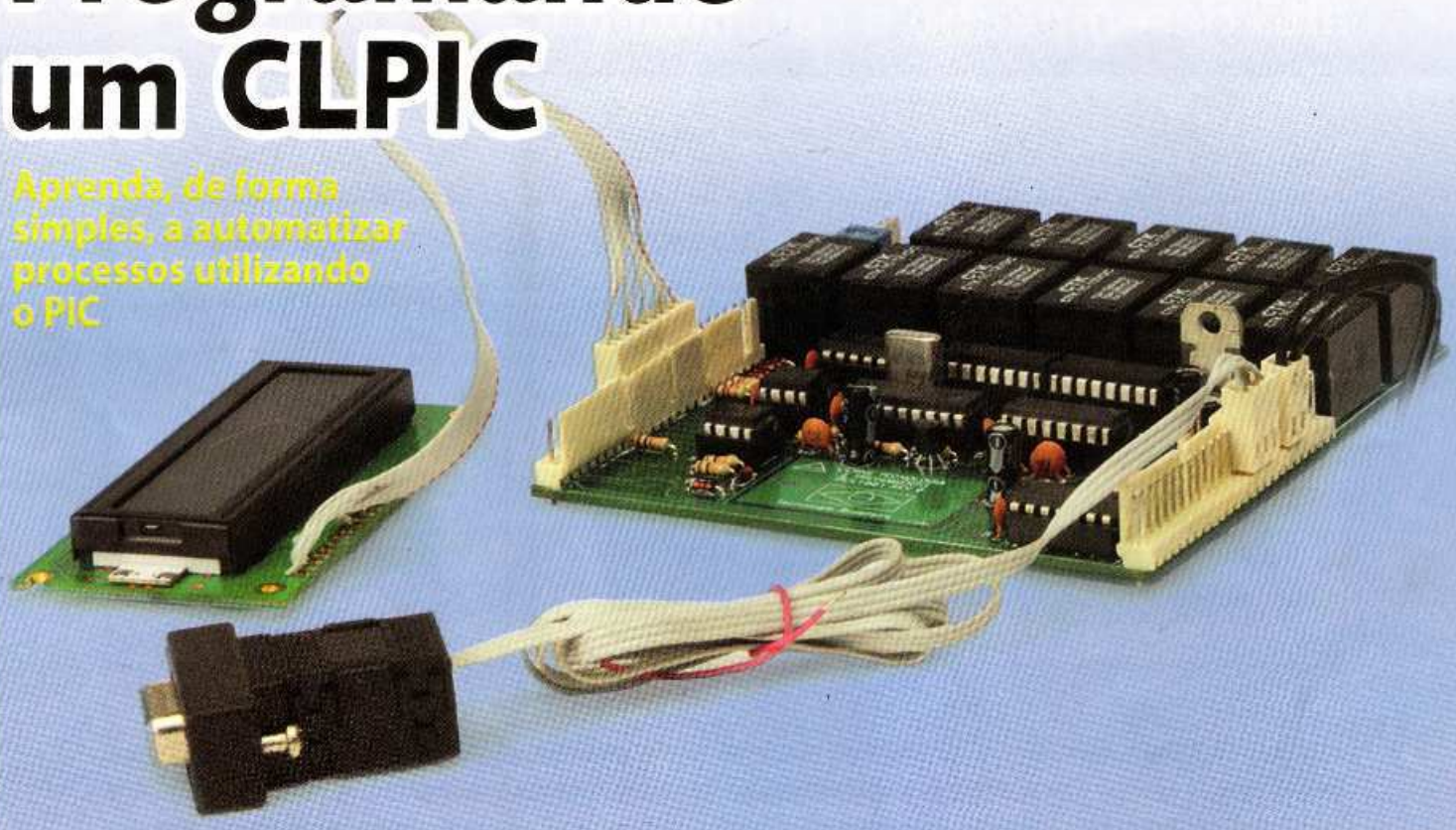
www.eletronicatotal.com.br

ELETRÔNICA TOTAL

Ano 20 - Nº 140
Europa € 4,30 Brasil **R$ 11,90**

Programando um CLPIC

Aprenda, de forma simples, a automatizar processos utilizando o PIC



Irrigação com PIC

Desenvolvido para os pequenos produtores agrícolas

Aterramento

Desvie picos de energia potencialmente perigosos

Faça você mesmo

- Bancada Antiestática
- Placas de circuito impresso

Curso Rápido de Telecom

Como tratar o vilão da telefonia IP: o eco

Tudo sobre Capacitores

Conheça mais sobre esse componente

ISSN 0103-4960

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

ELETRÔNICA TOTAL
www.eletronicatotal.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico
Newton C. Braga

Conselho Editorial
Luiz Henrique C. Bernardes,
Renato Paiotti,
Newton C. Braga

Redação
Daniele Aoki,
Natália F. Cheapetta,
Monique Souza,
Thayna Santos

Revisão Técnica
Eutiquio Lopez

Designers
Carlos C. Tartaglioni,
Diego M. Gomes

Colaboradores
Carlos Renato Borges dos Santos, Evandro Carlos Teruel, Fabricio E. Cazakevicius, Francisco Bezerra Filho, José Renes Pinheiro, Leandro G. Ribeiro, Newton C. Braga, Paulo C. S. Ficagna, Renato Paiotti, Wagner Barth

Capa
Arquivo Editora Saber

PARA ANUNCIAR: (11) 2095-5339
publicidade@editorasaber.com.br

Impressão
São Francisco Gráfica e Editora

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

ASSINATURA PORTAL

www.sabereletronica.com.br
adiquira o conteúdo das revistas Saber Eletrônica e Eletrônica Total por apenas R$48,00/ano.

ASSINATURA REVISTAS

www.eletronicatotal.com.br
fone (11) 2095-5335/fax (11) 2098-3366
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) 2095-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site **www.sabermarketing.com.br**, ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

Associada da:

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

Editorial

Outro dia, conversando com alguns estudantes em uma feira, aproveitei para sentir como vai o ensino em nosso setor. Nessas horas, surgem muitas ideias de assuntos para serem abordados no futuro, pois, ou a escola não abordou ainda ou o fez muito superficialmente. Assim sendo, quero realçar que nesta edição há um artigo que parece simples e banal , mas que é muito importante para o funcionamento (muita gente formada não leva isto a sério) de suas implementações. É o terra, que é definido como um caminho de baixa impedância para o solo.

Os equipamentos eletrônicos necessitam do terra para desviar os sinais elétricos indesejáveis como interferências, descargas atmosféricas, ruídos, transientes, etc. Muitas pessoas, e mesmo técnicos da área, são negligentes ao praticar o aterramento de eletrodomésticos em apartamentos que não possuem o fio terra instalado. Como consequência vem a perigosa solução de aterrá-lo no neutro da tomada ou na torneira que hoje em dia está afixada a um cano plástico. Além de poder causar sérias consequências, como pegar fogo no aparelho e na residência, poderá no mínimo ocasionar o mau funcionamento no dia-a-dia ou mesmo só queimar. Para quem ainda não se formou, mas já está ganhando algum dinheiro prestando serviços de instalação e manutenção, deverá prestar muita atenção se o aterramento está bem feito.

Onde há muitas possibilidades de faturamento hoje em dia é a área de automação residencial, matéria que estamos abordando através de uma sequência de artigos do nosso colaborador Evandro Carlos Teruel, há varias edições e que se encerra agora.

O Curso Rápido de Telecom é para um importante segmento que está e estará aumentando, significativamente, as ofertas de empregos no mercado de trabalho. Fizemos uma edição bem variada para atender uma ampla gama de interesses dos nossos leitores. Se você desejar algum assunto que não está sendo abordado, é só lembrar-nos através do email abaixo, que tentaremos incluí-lo o mais breve possível em nossas futuras edições, e caso você queira contribuir escrevendo um artigo é só nos contatar pelo mesmo endereço eletrônico.

Hélio Fittipaldi

Índice

Automação Residencial
Automação Residencial - parte final...7

Montagem
Sensor de tensão isolado, de baixo custo.....24

Componentes
Tudo sobre capacitores.....27
Simulador didático de polarização de um transistor TBJ NPN em diversas configurações.....35
Circuitos 4093.....32

Manutenção
Funcionamento e recuperação da válvula magnetron.....43
Bancada antiestática.....49
A necessidade do terra.....54

Microcontroladores
Começando a programar um CLPIC..39
Sistema de irrigação microcontrolado com PIC.....59

Seções
Seção do Leitor.....2
Notícias.....3
Curso Rápido de Telecom.....12
Curso Rápido de Eletrônica.....17

Atendimento ao Leitor: atendimento@eletronicatotal.com.br

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

Seção do Leitor



Pedais

Quais são os números que possuem projetos sobre pedais de efeito para guitarra e quais os valores desses exemplares? Obrigado.

Ciro (por e-mail)

Prezado Ciro, informamos que a edição original sobre pedais é a de nº **128**, de fevereiro de 2008. A matéria "Distorcedor para Guitarras (Sem fio)" também pode ser encontrada através do site **www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/451**. Para mais informações sobre os valores, entrar em contato com o nosso setor de assinaturas pelo endereço **www.novasaber.com.br.**

Curso

Existe alguma faculdade ou escola de cursos profissionalizantes que dê um diploma de "técnico de eletrônica com enfâse em sistema computacionais"? De preferência com ensino a distância.

Williams Júnior (por e-mail)

Caro Williams, um curso desse nível é muito complexo, pois envolve muita informação técnica. O ideal seria estudar eletrônica e depois realizar outros cursos para aprimorar seus conhecimentos. O Instituto Monitor e a Escola Técnica SENAI possuem esse tipo de estudo. A segunda opção oferece curso a distância.

Controle

Gostaria de saber se existe algum artigo sobre controle remoto infravermelho de quatro canais e receptor?

Fábio (por e-mail)

Caro Fábio, o tipo de receptor infravermelho que encontramos está disponível no site **www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1172**. Caso esse não seja o artigo desejado, favor nos informar para qual finalidade usará o controle remoto. Assim, poderemos solucionar suas dúvidas com mais eficiência.

Sensor

Senhores, gostaria de uma ajuda sobre a edição nº 92, de 2003, a respeito de "alarme com sensor fixo e de passagem". Eu desconheço as especificações técnicas e função dos CIs 556 e 4017. Por favor, me ajudem.

Lucas José (por e-mail)

Prezado Lucas, recomendamos a todos os leitores que desejam ter informações técnicas sobre determinados componentes que são produzidos por diversos fabricantes, a consultarem o site **www.alldatasheet.com** e digitarem no campo de pesquisa o número do componente. O sistema irá listar uma sequência de *datasheets* de diversos fabricantes e exibir as variações dos mesmos componentes. É só escolher o que você procura e abrir o arquivo. O datasheet apresenta todas as especificações sobre aquele determinado componente.

Você, leitor da Eletrônica Total, pode ser um de nossos colaboradores! Mande seus artigos via correio ou para o e-mail: **artigos@editorasaber.com.br**

Escreva para a Eletrônica Total:

Rua Jacinto José de Araújo, 315.
CEP 03087-020 - São Paulo - SP,
ou e-mails através do site:
www.eletronicatotal.com.br/contato

As mensagens devem ter o nome completo, ocupação, cidade e estado. Por motivo de espaço, os textos podem ser editados por nossa equipe.

MBA Engenharia e Negócios do Gás e Petróleo

O Instituto Mauá de Tecnologia, IMT, está lançando um programa elaborado a partir das exigências do mercado atual para identificar as habilidades e competências que são imprescindíveis na real dinâmica de negócios do setor de Gás e Petróleo. A recente descoberta de petróleo na camada pré-sal, e sua exploração, abre um leque de oportunidades para o País e seus profissionais de diversas áreas.

Com o intuito de direcionar os profissionais graduados em uma especialização técnica e formação ampla, tanto em nível estratégico quanto operacional, o curso atende às necessidades do profissional da área, além de capacitá-lo a criar modelos e metodologias eficientes e competitivas.

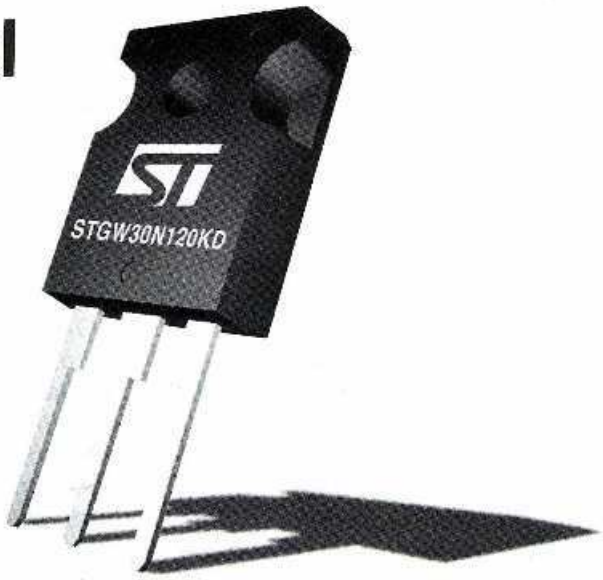
O início do curso está marcado para março de 2010 e terá 18 meses de duração. As aulas serão ministradas no campus da Mauá, em São Caetano do Sul, às segundas e quartas-feiras, no período noturno. A carga horária é de 360 horas e a metodologia aplicada envolve análises, discussões de casos, debates e exercícios.

O programa inclui Gestão Ambiental, Geopolítica e Usabilidade do Gás Natural, Mercado do Gás Natural e Desenvolvimento Tecnológico, Dinâmica do Processo de Exploração de Petróleo e Gás, entre outras disciplinas. O corpo docente apresenta profissionais com atuação no mercado e formação acadêmica em nível de mestrado, doutorado e especialização, além de experiência comprovada no treinamento de executivos.

Os interessados podem se inscrever através do site **www.maua.br/posgraduacao.**



Série de IGBTs
reduz impacto ambiental



Transistores Bipolares com "Gate" Isolado

A nova série de IGBTs da STMicroelectronics, líder mundial em aplicações de eletrônica de potência, reduz a perda de energia nos circuitos de controle de motores como dispositivos domésticos, sistemas HVAC e máquinas industriais, minimizando o impacto ambiental de equipamentos de uso diário.

Esses IGBTs, STGW30N120KD e STGW40N120KD, são Transistores Bipolares com "Gate" Isolado (*Insulated Gate Bipolar Transistors*), que apresentam baixa perda de energia por condução e reduzem as perdas por comutação. Ambos conseguem economizar por meio do uso de processo PowerMESH™ da ST, com maior ganho de eficiência energética.

As baixas perdas por comutação permintem uma frequência operacional maior, uso de componentes menores e de custo menor nos circuitos de controle de potência. O encapsulamento (*package*) TO-247 compacto padrão da indústria reduz o número de componentes, porque integra o diodo de *freewheeling* ultrarrápido exigido pela maioria dos circuitos.

Os IGBTa de 1200V são capazes de resistir a curto-circuitos de até 10 µs, tornando-se resistentes à falhas dos controladores de motores, tais como erros no sinal do *gate*, curto no aterramento e falha no isolamento fase-a-fase. Permitem o uso em alta tensão de linha, como 440 V ou 480 V e poupam reparos e substituições, reduzem o número de chamadas de serviço e o custo para usuários finais.

O ST GW 30N120 KD e o ST GW 40N120 KD são para aplicações de até 30 A e 40 A, respectivamente.

Fibras óticas poderão
coletar a luz do sol

Os painéis solares nunca mais serão os mesmos. Uma pesquisa publicada na *Angewandte Chemie International* e realizada no Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos, descobriu que fibras óticas podem coletar a luz do sol e transformar a antiga imagem que nós temos sobre racionamento de energia.

Cientistas criaram um novo tipo de sistema fotovoltaico tridimensional que pode ficar embutido em qualquer ponto de casas ou edifícios. O segredo são as fibras óticas utilizadas. Partindo das fibras comuns, empregadas em telecomunicações, pesquisadores criaram nanoestruturas de óxido de zinco que são aplicadas ao seu núcleo de cristal, transformando-as em uma camada fina, sobre a qual foram aplicados corantes fotoquímicos usados nas células solares orgânicas, conhecidas como DSC. (*Dye-sensitized Dolas Cells*).

Zhong Lin Wang, um dos criadores das células solares 3D, explica que esta tecnologia pode ser usada para gerar fotovoltaicos dobráveis, carregáveis e que possam ser disfarçados nas construções. Nesta célula tridimensional, a fibra ótica capta a luz do sol e a leva até o local onde as nanoestruturas possam convertê-la em eletricidade. Portanto, para funcionar, o gerador fotovoltaico não necessita estar exposto ao sol.

O próximo passo da pesquisa consiste em adicionar novos incrementos para melhorar a captção das cargas elétricas, substituindo o eletrólito liquido, e a aplicação de uma camada de óxido de titânio, que ampliará a eficiência da célula solar 3D.

Telas eletrônicas são capazes de passar animações em embalagens

Imaginem-se comprando um DVD e vendo o *trailer* do filme na capinha do mesmo? Isso vai ser possível e não vai demorar muito tempo. A primeira empresa especializada em telas impressas eletrônicas possibilita a criação de animações em rótulos e embalagens. A Lumoza é uma parceria entre a Universidade holandesa de Hasselt, a empresa Artist Screen e o instituto de miocroeletrônica belga Imec.

Essa tecnologia de impressão combina uma tinta eletroluminescente com um circuito eletrônico que controla a sequência e a temporização das animações. Pode ser empregada em qualquer tipo de embalagem, inclusive nas de plásticos, e pode ser dobrada, enrolada e até reutilizada como embrulho de outro produto. As características mais importantes são a durabilidade e a versatilidade.

De acordo com o EETimes, os pesquisadores contaram que a tela é feita com uma combinação de um material à base de fósforo inorgânico e um material orgânico. A composição exata é confidencial, mas afirmam que não é OLED. Atualmente, o processo alcança pixels do tamanho de 200 mícrons, que resulta em uma resolução de 127 pixels por polegada. O filme ou animação a ser transmitido é armazenado em um *chip* embutido no produto.

As possibilidade vão desde tamanhos pequenos até impressão em tetos, cartazes, roupas, veículos e outdoors. Segundo Wouter Moons, um dos criadores da empresa emergente, na primeira fase de desenvolvimento, o foco principal é a indústria de propaganda, porém outros setores, como o de DVDs, também já se interessam pela tecnologia. "A longo prazo, pensamos em aplicações mais duráveis, como na indústria de construção também".



Tela eletrônica





Bateria de ar-silício



Cientistas criaram uma nova bateria capaz de fornecer energia por milhares de horas, sem interrupção ou necessidade de substituição. Esse novo conceito usa oxigênio e silício, segundo elemento químico mais encontrado na crosta terreste.

A grande diferença, e vantagem, das novas baterias é a base de ar-silício. Elas não necessitam do catodo, oxigênio captado da atmosfera, como as baterias convencionais, tornando-se mais baratas e com prazo de validade ilimitado.

Por utilizarem um material estável, não tóxico e flexível, as baterias poderão ser utilizadas em hospitais para aplicações médicas, aparelhos auditivos e sensores ambientais, por exemplo.

Futuramente, este novo conceito poderá revolucionar, também, as baterias de carros elétricos. De acordo com o pesquisador e professor Yair Ein-Eli, do Instituto de Tecnologia Technion, o silício será transformado em areia, que poderá ser reciclado e assim transformada novamente em bateria.

Mesmo com o silício estando na base de quase todos os materiais de eletrônica, por ser o mais abundante, ajudará na redução do custo, além de deixá-las mais leve.

Peugeot comercializa bicicleta elétrica na Europa

A Peugeot mais uma vez impressiona com o seu espírito criativo e inovador. A empresa já começou as vendas de sua nova bicicleta. Com autonomia de até 70 quilômetros e motor elétrico de 250 watts, a novidade já está disponível por 2.290 euros, aproximadamente R$ 7.725.

Além de ser híbrida e oferecer *design*, tecnologia e qualidade, a bicicleta é mais prática e ecológica para a locomoção. Foi desenvolvida a partir de uma parceria com a Ultra Motor – uma das líderes mundiais no desenvolvimento de veículos elétricos. Integra, também, uma bateria removível de lítio de 36 V.



Bicicleta elétrica da Peugeot

Graças a três níveis de assistência e o sensor de torque , a bicicleta é muito fácil de ser utilizada, garantindo estabilidade até mesmo nas inclinações mais extremas. Também é equipada com freios de disco dianteiros e traseiros, luzes automáticas e independentes e suspensão, o que garante maior segurança e comodidade ao usuário.

A bicicleta elétrica pode ser encontrada em qualquer rede de concessionárias Peugeot, mas somente na Europa. Com esse lançamento, a marca reafirma sua posição como importante empresa quanto à mobilidade global e sustentável.

Automação Residencial

Instalando os recursos necessários para desenvolver uma aplicação com Java

Atenção

Para desenvolver aplicações em Java no computador é necessário baixar e instalar o Java SE Development Kit (JDK) e o ambiente de desenvolvimento NetBeans.

Evandro Carlos Teruel

Instalando o Java SE Development Kit (JDK)

Para baixar e instalar o JDK siga os seguintes passos:

- Entre no endereço **www.java.sun.com/javase/downloads/index.jsp**.
- Clique no botão Download à direita da descrição da última versão disponível.
- Selecione a plataforma de Sistema Operacional Windows e marque a opção de aceitação dos termos do contrato de licença e clique no botão Continue.
- Clique sobre o nome do arquivo para *download* e salve-o no disco.

Após a conclusão do download, inicie a instalação do JDK dando um duplo clique sobre o nome do arquivo baixado (Na versão 6 update 10 o arquivo é o jdk-6u10-windows-i586-p.exe).

Aparecerá uma tela de boas vindas e em seguida o contrato de licença. Após ler o contrato, clique no botão Accept.

Na próxima janela, é possível personalizar a instalação selecionando apenas os componentes desejados. Clique no botão Next para iniciar a instalação.

Em alguns instantes aparecerá outra janela onde é possível mudar a pasta de instalação da Java Runtime Environment (JRE). Clique no botão Next para prosseguir com a instalação. Para concluir o processo de instalação, clique no botão Finish.

Instalando o NetBeans

Para baixar o NetBeans, entre no endereço www.NetBeans.org/downloads/index.html e clique no botão Download da versão com os recursos desejados. O download será iniciado automaticamente. Salve o arquivo no computador (Na versão 6.5 o arquivo é o netbeans-6.5-ml-windows.exe).

É recomendável que seja escolhida a versão completa (em torno de 250 MB). Ao terminar o download, é necessário executar o assistente de instalação do NetBeans dando um duplo clique no nome do arquivo baixado.

Ao iniciar o assistente de instalação aparecerá uma janela de boas vindas com informações sobre ferramentas e componentes agregados a versão baixada.

Clique no botão Personalizar e marque a opção Apache Tomcat 6.0.18. Clique no botão OK e em seguida no botão Próximo.

O NetBeans é instalado automaticamente com o servidor Web GlassFish, mas pode ser selecionado também o servidor Apache Tomcat. Os dois servidores podem funcionar juntos na máquina usando portas diferentes. O Tomcat é instalado por padrão na porta HTTP 8084 e o GlassFish na porta HTTP 8080.

Na sequência, o contrato de licença será mostrado e a opção de aceitação do contrato deve ser selecionada.

Clique no botão Próximo e selecione a pasta onde o NetBeans será instalado (ou deixar a padrão). Clique no botão Próximo novamente.

Em seguida, clique no botão Próximo três vezes e finalmente, no botão Instalar. Ao término da instalação clique no botão Terminar.

Criando um projeto Java

Para desenvolver uma aplicação em Java inicie o NetBeans clicando no menu Iniciar, Todos os programas, NetBeans e NetBeans 6.5. Aparecerá a janela mostrada pela **figura 1**.

No NetBeans é possível desenvolver qualquer tipo de aplicação Java.

Nesse exemplo, desenvolveremos um pequeno site com dois arquivos: uma página onde selecionaremos o dispositivo onde queremos atuar (index.jsp) e um arquivo (Envia.jsp) que se comunicará com a DLL (arquivo ftd2xx.dll) instalada anteriormente na pasta system32 do Windows com o driver D2XX do chipset FT232BM.

Para criar uma aplicação no NetBeans é necessário criar um projeto. Para isso, siga a sequência de passos descrita a seguir:

- Clique na opção Arquivo e selecione a opção Novo Projeto.
- Selecione a opção Web na divisão Categorias, Aplicação Web

na divisão Projetos e clique no botão Próximo.

- Dê um nome ao projeto no campo Nome do projeto, selecione o caminho para salvar o projeto no campo Localização do Projeto e clique no botão Próximo. Nesse caso, sugiro um nome fácil, como Dispositivos.
- Selecione o servidor Web no campo Servidor e clique no botão Finalizar. Sugiro o servidor Apache Tomcat.

Observe que o nome do projeto aparece na aba Projetos à esquerda. Clique no sinal de mais à esquerda do nome do projeto (Dispositivos) e observe que na pasta Páginas Web já foi criado automaticamente o arquivo index.jsp. Esse é o arquivo de abertura do site e nele, digitaremos o código para gerar um formulário onde será possível atuar nos dispositivos.

Substitua o código do arquivo index.jsp que aparece no centro da tela pelo código do **box 1**:

O código acima envia os valores selecionados no formulário para o arquivo Envia.jsp da seguinte forma:

- Se for selecionada a opção Lâmpada da sala, será enviada a palavra "LS" contida no campo nomeDispositivo.
- Se for selecionada a opção Tomada da TV, será enviada a palavra "TV" contida no campo nomeDispositivo.
- Se for selecionado o comando Ligar, a palavra "liga" será enviada contida no campo btnEstado.
- Se for selecionado o comando Desligar, a palavra "desliga" será enviada contida no campo btnEstado.

Para ver como ficou a página, execute a aplicação clicando no menu Executar e na opção Executar Main Project. Se aparecer uma mensagem de segurança do Windows, clique no botão Desbloquear para liberar o servidor Web. A **Figura 2** exibe a janela do navegador vista na tela.

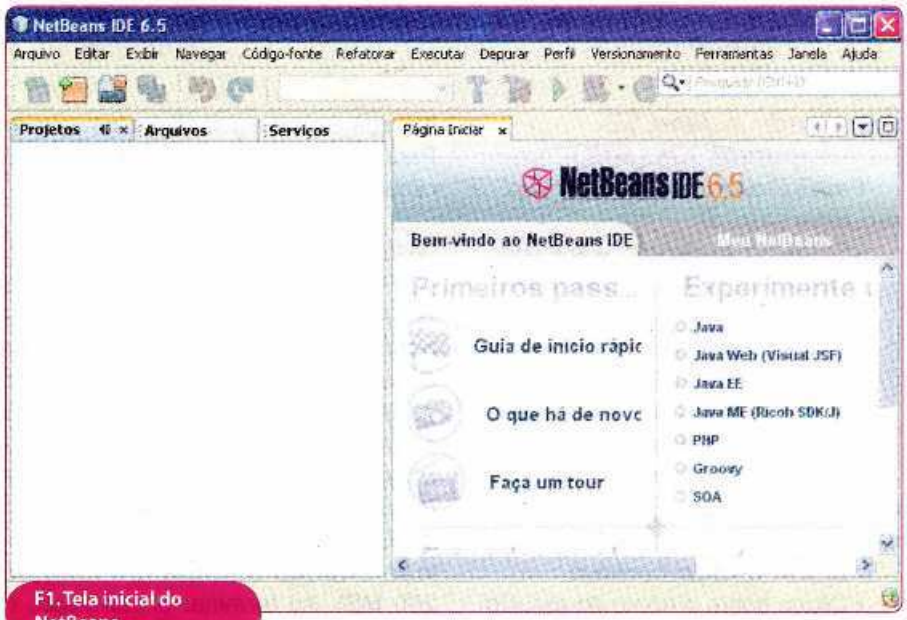
Antes de continuar, para acessar os métodos da DLL do driver D2XX que se comunica com o chipset FT232BM pela porta USB, vamos adicionar na pasta Bibliotecas do Projeto a biblioteca jd2xx.jar, disponível para download no endereço **www.sabereletronica.com.br.**

Essa biblioteca foi criada em Java para chipsets da empresa FTDI e foi baixada no endereço **http://sourceforge.net/projects/ftd2xxj**. Hoje, há outra versão da biblioteca disponível nesse endereço. Sugiro baixar a versão disponível no site da revista para evitar problemas de compatibilidade com o arquivo ftd2xx.dll instalado com o driver D2XX.

A biblioteca jd2xx.jar pode ser utilizada para acessar e controlar chipsets de conversão USB em serial da empresa FTDI, como o FT232BM que está sendo usado nesse projeto.

Para adicionar a biblioteca jd2xx.jar no projeto, clique com o botão direito do mouse na pasta Bibliotecas e selecione a opção Adicionar JAR/pasta, como mostra a **Figura 3.** Selecione o arquivo jd2xx.jar e clique no botão Open. A **figura 4** apresenta a biblioteca jd2xx.jar já incluída no projeto.

Clicando no sinal de mais (+) à esquerda da biblioteca jd2xx.jar, aparecerão as classes disponíveis nessa biblioteca, como mostra a figura 4.



F1. Tela inicial do NetBeans



F2. Página Web para atuar nos dispositivos

Neste projeto, utilizaremos apenas a classe JD2XX.java da biblioteca jd2xx.jar. Essa classe possui métodos que podem ser chamados para abrir a porta USB onde está conectado o dispositivo FT232BM, para enviar comandos de atuação, para receber resultados retornados e para fechar a porta USB.

A página index.jsp permite a seleção do dispositivo para atuação e do comando de atuação que pode ser Ligar ou Desligar como mostra a Figura 2. Ao clicar no botão Enviar, o comando de atuação é então enviado para o arquivo Envia.jsp que se encarrega de encaminhar esse comando à placa com o chipset FT232BM pela porta USB através da classe JD2XX.java da biblioteca jd2xx.jar. Essa classe se comunica com o arquivo ftd2xx.dll instalado com o driver D2XX na pasta system32 do Windows. O arquivo ftd2xx.dll possui métodos para o envio do comando de atuação pela porta USB ao dispositivo com chipset FT232BM.

Para criar o arquivo Envia.jsp, clique no menu Arquivo e na opção Novo Arquivo. Na divisão Categorias, selecione Web e em Tipos de Arquivo, selecione JSP. Clique no botão Próximo. Na próxima janela digite Envia no campo Nome do arquivo JSP e clique no botão Finalizar.

No arquivo Envia.jsp, digite o código do **box 2**.

Na linha 2, a classe JD2XX.java da biblioteca jd2xx.jar é importada permitindo o acesso a seus métodos.

Na linha 3, a classe IOException.java da biblioteca java.io é importada permitindo o acesso a métodos de tratamento de exceções (erros) de entrada e saída.

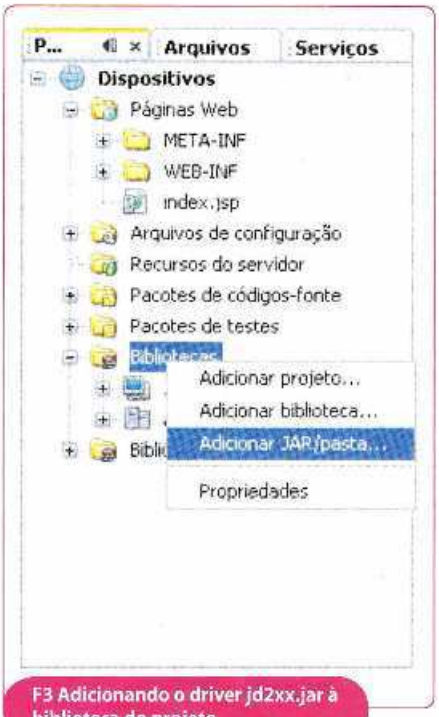
Na linha 16, o valor selecionado no campo btnEstado do formulário index.jsp é recebido e armazenado na variável estado. Essa variável receberá ou o valor liga (value="liga") ou o valor desliga (value="desliga").

Na linha 17, o valor recebido do campo nomeDispositivo do formulário index.jsp é armazenado na variável dispositivo. Esse valor poderá ser "LS" (value="LS") ou "TV" (value="TV").

Na linha 19, um objeto da classe JDXX.java é instanciado para que por meio desse objeto, possam ser acessados os métodos open, setBaudRate etc dessa classe.

A linha 20 define o número da porta USB que será utilizada. As portas começam pelo número 0.

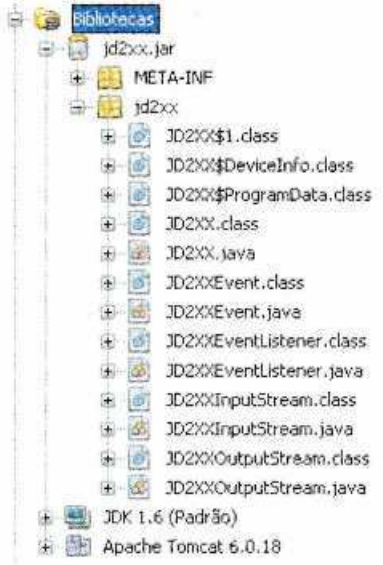
A linha 25 abre o dispositivo pelo número da porta por meio do método open, acessado através do objeto jd da classe JD2XX.java.



F3 Adicionando o driver jd2xx.jar à biblioteca do projeto



F4. O driver jd2xx.jar na biblioteca do projeto



F4. Classes disponíveis na biblioteca jd2xx.jar

Box 1

```
1   <%@page contentType="text/html" pageEncoding="UTF-8"%>
2   <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
3   "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
4   <html>
5   <head>
6   <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
7   <title>JSP Page</title>
8   </head>
9   <body>
10  <form name="frmDispositivos" action="Envia.jsp" method="POST">
11  <select name="nomeDispositivo">
12  <option value="LS">Lâmpada da sala</option>
13  <option value="TV">Tomada da TV</option>
14  </select>
15  <br />
16  <br />
17  <input type="radio" name="btnEstado" value="liga" /> Ligar
18  <input type="radio" name="btnEstado" value="desliga" /> Desligar
19  <br /> <br />
20  <input type="submit" value="Enviar" name="btnEnviar" />
21  </form>
22  </body>
23  </html>
```

Box 2

```
<%@page contentType="text/html"
pageEncoding="UTF-8"%>
<%@page import="jd2xx.JD2XX"%>
<%@page import="java.io.IOException"%>

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01
Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8">
<title>Controle de Dispositivos</title>
</head>
<body>
<%
//Recebendo os dados do formulário index.jsp
String estado = request.getParameter("btnEstado");
String dispositivo = request.getParameter("nomeDisposi-
tivo");

 JD2XX jd = new JD2XX();
 int porta = 0;

 //Abrindo a porta USB

try {
jd.open(porta);
jd.setBaudRate(9600);
jd.setDataCharacteristics(JD2XX.BITS_8, JD2XX.STOP_
BITS_1, JD2XX.PARITY_NONE);
jd.setFlowControl(JD2XX.FLOW_NONE, 0, 0);
jd.setTimeouts(JD2XX.DEFAULT_RX_TIMEOUT, JD2XX.
DEFAULT_TX_TIMEOUT);
jd.purge(JD2XX.LIST_MASK);
if (jd.getModemStatus() == 0) {          //se a porta USB
abriu corretamente

 // Ligando a Lâmpada da sala

if (estado.equals("liga") && dispositivo.equals("LS")) {
String msg = ">1AL<";
try {
jd.write(msg.getBytes());
byte[] rd = jd.read(25);
String ret = new String(rd);
jd.close();
if (ret != null) {
out.println("Operação realizada com sucesso");
}
} catch (IOException e) {
out.print("Erro na operação " + e.getMessage());
}
}

// Desligando a Lâmpada da sala

if (estado.equals("desliga") && dispositivo.equals("LS")) {
String msg = ">1AD<";
try {
jd.write(msg.getBytes());
byte[] rd = jd.read(25);
String ret = new String(rd);
jd.close();
if (ret != null) {
out.println("Operação realizada com sucesso");
}
} catch (IOException e) {
out.print("Erro na operação " + e.getMessage());
}
}

// Ligando a tomada da TV

if (estado.equals("liga") && dispositivo.equals("TV")) {
String msg = ">1BL<";
try {
jd.write(msg.getBytes());
byte[] rd = jd.read(25);
String ret = new String(rd);
jd.close();
if (ret != null) {
out.println("Operação realizada com sucesso");
}
} catch (IOException e) {
out.print("Erro na operação " + e.getMessage());
}
}

// Desligando a tomada da TV

if (estado.equals("desliga") && dispositivo.
equals("TV")) {
String msg = ">1BD<";
try {
jd.write(msg.getBytes());
byte[] rd = jd.read(25);
String ret = new String(rd);
jd.close();
if (ret != null) {
out.println("Operação realizada com sucesso");
}
} catch (IOException e) {
out.print("Erro na operação " + e.getMessage());
}
}
out.print("<br /> <br />");
out.print("<a href='index.jsp'> Voltar </a>");
}
} catch (IOException e) {
out.print("Erro na comunicação com o dispositivo " +
e.getMessage());
}
%>
</body>
</html>
```

A linha 26 define o *baud rate* do dispositivo por meio de uma chamada ao método setBaudRate acessado pelo objeto jd da classe JD2XX.java.

A linha 27 define as características de comunicação do dispositivo, como número de bits de dados (*data bits*), número de bits de stop (*stop bits*) e o método de paridade (*parity*).

A linha 28 define o tipo fluxo de controle, como o modo do fluxo de controle, o character XON e o character XOFF(*software handshake*).

A linha 29 define os timeouts do dispositivo, como timeout para leitura e timeout para escrita.

A linha 31 obtém o *status* do modem e verifica se é igual a 0, ou seja, se a porta USB abriu corretamente.

A linha 32 verifica se foi selecionada a opção Ligar (value ="liga") e o dispositivo Lâmpada da sala (value= "LS") no formulário index.jsp. Se sim, as linhas de 36 a 47 serão executadas enviando os dados pela porta USB e recebendo o retorno da atuação.

Na linha 36 é definida a *String* de comando que será enviada pela porta USB. Observe que essa mesma String é recebida e tratada no programa que criamos em Linguagem C, compilamos e gravamos no microcontrolador PIC16F877A.

A linha 38 envia os *bytes* contidos na variável msg (">1AL*") pela porta USB aberta por meio do método write da classe JD2XX.java.

A linha 39 recebe os *bytes* de retorno pela porta UwSB e armazena na array rd (definida a recepção de no máximo 25 bytes).

Na linha 40 os bytes recebidos na *array rd* são convertidos em String e armazenados na variável ret.

A linha 41 fecha a porta USB.

Nas próximas linhas os comandos já explicados anteriormente se repetem, enviando outras Strings de comando pela porta USB para ligar ou desligar os dispositivos.

Observe que todas as funcionalidades executadas nas linhas anteriores foram por meio de métodos da classe JD2XX.java da biblioteca jd2xx.jar.

Pronto, certifique-se que todo o hardware construído e mostrado na Figura 3 está ligado e clique em Executar, Executar Main Project. Selecione uma das opções de dispositivos na página inicial (Lâmpada da sala ou Tomada da TV), selecione o comando Ligar e clique no botão Enviar. Se tudo correr bem, aparecerá a mensagem "Operação realizada com sucesso". Se ocorrer algum erro, será mostrada a mensagem "Erro na operação" seguida da mensagem técnica que permite identificar o erro.

Considerações finais

No decorrer da história nunca houve um conjunto de tecnologias tão importante quanto as que fazem parte da Internet. A internet integra pessoas e organizações, agiliza as comunicações e os processos e disponibiliza informações em qualquer lugar, a qualquer hora.

A evolução da tecnologia impulsionada pela Internet tem levado a uma mudança de paradigma no mundo do desenvolvimento de software e hardware. Todos estão convergindo para a web, os softwares de controle de processos, os eletrodomésticos, e por que não, a residência.

Este artigo apresentou um sistema que fornece uma Interface entre a Internet que usamos no dia-a-dia com dispositivos de hardware dentro da residência que permitem o controle de dispositivos ligados à rede elétrica. Apresenta apenas um pequeno sistema que pode ser expandido com algumas pequenas modificações nos circuitos e nos programas. T

Referências

FTDI – Future Technology Devices International. **D2XX Drivers**. United Kingdom, 2007.

FTDI – Future Technology Devices International. **VCP Drivers**. United Kingdom, 2007.

MESSIAS, Antônio Rogério. **Comunicação com a porta serial.**

PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC - Programação em C.** Érica, 2004.

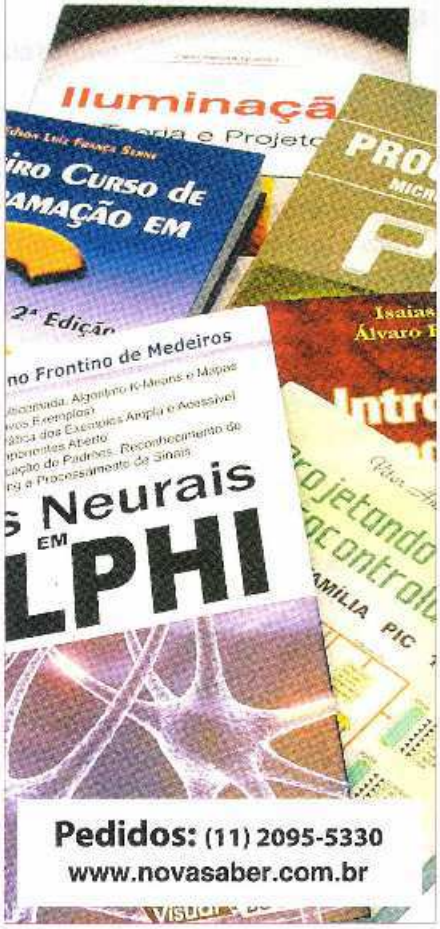
SUN. **Java Native Interface.** Sun Microsystems, 2007.

Loja Virtual

Aumente seus conhecimentos em eletrônica e informática

- Redes Neurais em Delphi
- Projetando com os Microcontroladores
- Iluminação
- Programando Microntroladores PIC
- Programação em C

e muito mais



Patrocinio:
DigiVoice

Curso Rápido de Telecom

Parte 3

Eco

Chegamos à terceira parte do nosso Mini Curso de Telecom, desta vez o assunto a ser tratado incomoda, e muito, os usuários de sistemas telefônicos baseados em IP: o ECO. Iremos conhecer este vilão da telefonia IP, entender o porquê deste fenômeno ocorrer e quais as dicas para eliminá-lo.

Wagner Barth
Armando Porto

Podemos definir eco como sendo o retorno de um sinal elétrico ou acústico à sua origem. Desta forma caso um som seja emitido e, após um determinado tempo ele se repita, teremos então um efeito chamado eco.

O ser humano consegue diferenciar um som por ele emitido de um refletido por um obstáculo, contanto que estes dois sons estejam separados por um intervalo de tempo de 0,1 segundos ou maior. Para a velocidade do som no ar (340 m/s), esse tempo representa 34 metros. Assim, se o obstáculo estiver a menos de 17 metros não detectamos a diferença entre o som que emitimos e por o som que recebemos, e desse modo, não percebemos o eco apesar da onda ter sido refletida.

O Eco e a Telefonia

O eco é um problema antigo em telecomunicações e especialmente grave quando ela é feita via satélite e redes digitais devido ao grande atraso envolvido neste tipo de serviço. Os usuários de sistemas telefônicos convencionais percebiam eco somente quando realizavam chamadas de longa distância, principalmente as chamadas que envolviam os sistemas via satélite. Como grande parte das chamadas telefônicas eram do tipo local, onde praticamente não havia atraso dos sinais, o eco não era percebido. A partir do momento em que a telefonia passou a utilizar a rede de internet para completar as chamadas, os usuários passaram a perceber o efeito de eco nas ligações com uma frequência maior.

Quando tratamos de telefonia, devemos ter em mente que apesar de poder haver eco acústico, quando se utiliza viva-voz nos aparelhos, o principal problema é o retorno do sinal elétrico analógico e este sempre ocorrerá devido às características dos sistemas telefônicos, como ilustra a **figura 1**. O áudio produzido pelo telefone do assinante "A" chega até o telefone do assinante "B" e retorna com menor intensidade.

A percepção do Eco

Como vimos, o eco pode ou não ser percebido pelo usuário, para que seja percebido basta que a diferença entre o sinal de origem e retorno seja igual ou superior a 100 ms. Concluímos, portanto, que a percepção do eco está diretamente ligada a dois fatores:

- A intensidade do áudio que poderá provocar um retorno do áudio com uma amplitude elevada tornando-o perceptível, e o segundo:
- O atraso com o qual este retorno chega à origem.

Temos diferentes tipos de atrasos envolvidos nas diversas redes utilizadas atualmente em telecomunicações.

Na telefonia convencional PSTN, por exemplo, o tempo de latência(atraso) na transmissão de um sinal varia entre 1 a 30 ms da origem ao destino, portanto caso exista o retorno do sinal transmitido, este não ultrapassaria 60 ms (ida e volta do sinal transmitido), ou seja, o usuário não percebe o eco devido ao intervalo ser inferior a 100 ms.

Na telefonia IP as latências ultrapassam com muita facilidade a marca dos 50 ms (origem para destino) e isso pode fatalmente acarretar na percepção do eco, sendo necessário que os sistemas envolvidos possuam dispositivos

chamados "canceladores de eco", que consistem em hardware e softwares específicos para anular o retorno do sinal transmitido à sua origem.

Neste tipo de telefonia, a latência não deve ultrapassar a faixa dos 200 ms, tempo de ida e volta do sinal transmitido, pois este é o limite máximo que um ser humano tem como tolerável, entendemos como "tolerável" algo que não comprometa a conversação pelo telefone.

Na **Tabela 1** pode-se observar estas diferenças entre as redes de voz e de dados.

Como resolver os problemas de Eco?

Como vimos, um dos fatores que propiciam a percepção do eco é a amplitude do sinal de áudio que retorna e o outro é a latência da rede que transmite este sinal. Portanto, se eliminarmos um destes dois fatores estaremos eliminando a percepção do eco. Diminuindo a amplitude do áudio que retorna até um nível que não possamos mais escutá-lo estaremos deixando de perceber o eco. Reduzindo a latência da rede de transmissão do áudio de forma que fique inferior a 100 ms (ida e volta) também não mais iremos perceber o eco.

Latências na PSTN

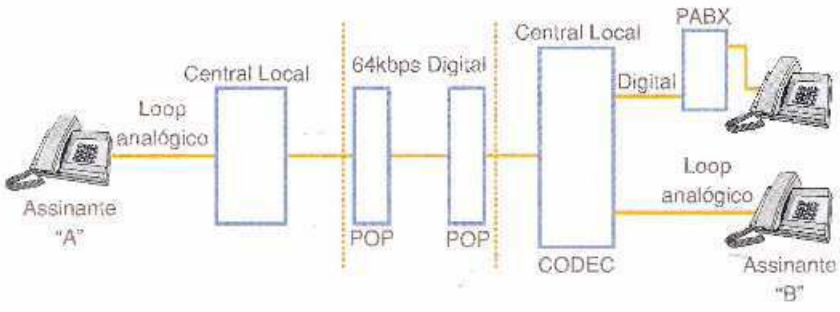
Na **figura 2** temos uma representação de uma rede de telefonia pública PSTN. Nesta configuração temos atrasos que podem variar entre 2 a 30 ms, dependendo da quantidade de entidades envolvidas para completar um circuito entre o assinante que origina a chamada e o que a recebe.

Imagine que um assinante "A", residencial, que possua uma linha de telefone analógico realize uma chamada interestadual (DDD) para outro assinante, neste caso o receptor "B", que também possui linha analógica. Iremos descrever, passo-a-passo, o que ocorre durante esta chamada telefônica quando o sinal sofre atrasos:

Após ser completada a chamada, ou seja, quando o assinante "B" atende o telefone, a conversação é estabelecida;



F1. Caracteristicas do sistema telefônico



F2. Representação de uma rede de telefonia pública PSTN

O sinal produzido no aparelho telefônico do assinante "A" é do tipo analógico, porém a central pública do assinante "A", também conhecida como Central Local, o transmite de forma digital (64 kbps), portanto é necessário que haja uma transformação deste sinal, de analógico para digital, este processo recebe o nome de codificação de sinais. Como sabemos, a transformação de um sinal em outro envolve processamento e portanto também em um consumo de tempo para executá-lo, o que causa um atraso no envio do sinal de áudio para a outra central pública conectada.

Existem muitas outras centrais públicas entre a central Local do assinante "A" e a central Local do assinante "B". Estas centrais são conhecidas por Tandem (dentro de uma mesma área) ou Trânsito (para encaminhamento interurbano), e portanto, também haverá um tempo para que o áudio trafegue por eles, consideramos nestas centrais mais pontos de latência.

O áudio, ao chegar à central local do assinante "B", deverá ser transformado de digital para analógico, o processo inverso ao ocorrido no inicio da chamada, pois pela linha do assinante "B"

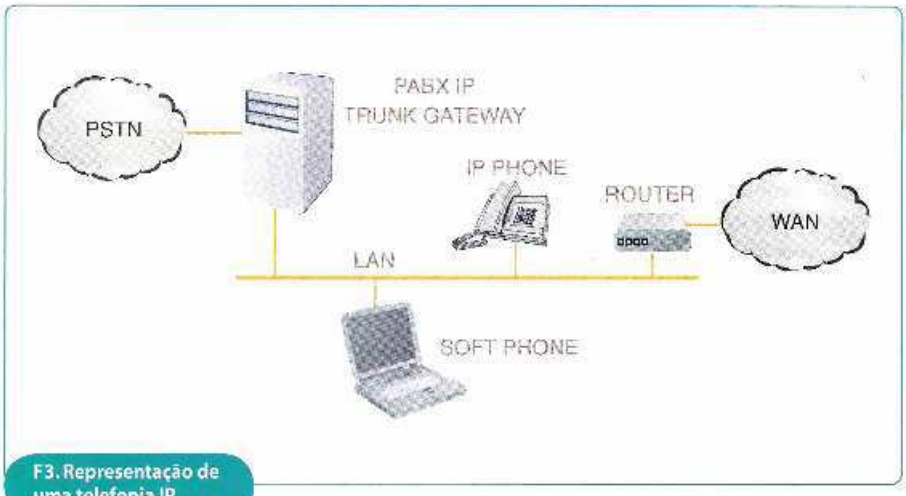
Fator	PSTN	Tolerância VoIP	VPN/Intranet	Internet
Erros	Muito baixo, ignorado	Ignorado, sem retransmissão	Baixo, corrigido por transmissão	Baixo, corrigido por retransmissão
Atraso em um sentido	2 - 30 ms	50 - 100 ms	5 - 200 ms	20 - 2000 ms
Variação de atraso (Jitter)	0 - 1 ms	10 - 20 ms	10 - 100 ms	10 - 300 ms
Perda	0,00%	1 - 2 %	1 - 5 %	1 - 30 %
Pacotes fora de sequência	Não ocorre	Requer correção (Delay)	Corrigidos	Corrigidos

T1. Redes de voz x rede de dados

somente trafegam sinais analógicos. Este processo recebe o nome de decodificação de sinais, e também demanda em atraso do sinal transmitido.

Podemos concluir que até que o sinal de áudio chegue a seu destino sofrerá uma série de atrasos sucessivos, atrasos estes que em uma rede de telefonia convencional não ultrapassariam os 30 ms.

Atualmente as PSTN utilizam também a rede de dados (Internet) para realizar suas interconexões , portanto podendo atingir latências superiores aos 30 ms até o momento estudadas.



F3. Representação de uma telefonia IP

Latências em uma Rede de Telefonia IP

Os atrasos na rede de dados interna ao cliente, na maioria das vezes, passam despercebidos, uma vez que o cliente não percebe que ela está com problemas pois aparentemente tudo funciona perfeitamente, ou seja, o cliente tem acesso a seus e-mails, à internet, ao servidor da rede interna e não atenta aos atrasos envolvidos pois não consegue "enxergar" a demora na entrega dos pacotes de dados, porém ao instalar um sistema de telefonia IP pode "ouvir" a latência de sua rede na forma de eco etc.

Na **figura 3** temos a representação de uma rede de telefonia IP. Nesta configuração temos, além dos atrasos envolvidos na rede de telefonia pública, os atrasos relativos à rede de dados.

Podemos citar alguns cuidados que devem ser tomados quando instalamos um sistema de telefonia IP:

A utilização de HUBs em uma rede LAN é "proibida" em sistemas de telefonia IP pois estes equipamentos geram Broadcast na rede, causando colisões de pacotes e congestionamento, acarretando em perdas de pacotes. Como o áudio é transmitido por pacotes, a perda dos mesmos é inaceitável.

A correta escolha de codecs (compactação do sinal de áudio) nos aparelhos de telefone IP (IP Phone) ou softphones também é um fator que define a latência em sistemas de telefonia baseados nessa tecnologia, pois como iremos estudar mais adiante existem codecs de áudio que possuem latências maiores que outros codecs, devendo ser então escolhidos conforme a necessidade.

Outro ponto que costuma gerar latências são os roteamentos envolvidos em equipamentos como Routers, por exemplo, os roteamentos de rede devem ser bem otimizados.

Cancelamento de Eco utilizando placas Digivoice

As placas de voz da DigiVoice possuem cancelador de eco por DSP (Processamento Digital de Sinais), desta forma podemos eliminar os efeitos de eco que sejam originados pela PSTN, devemos lembrar que este cancelador não tem qualquer influência para a rede de dados interna do sistema de telefonia IP.

As placas Digivoice podem ter seu cancelamento de eco ajustados para atrasos até 64 ms (512 Taps), e estes ajustes devem ser feitos no arquivo digivoice.conf.

O arquivo digivoice.conf é automaticamente criado quando instalamos o driver de canais das placas de voz DigiVoice para funcionarem junto a aplicação Asterisk, é neste arquivo que configuramos, por exemplo, os ganhos de áudio, definimos o tipo de sinalização utilizada, e também os parâmetros de cancelamento de eco e treinamento. Os ajustes disponíveis são:

- 4 ms (32 Taps);
- 8 ms (64 Taps);
- 16 ms (128 Taps);
- 32 ms (256 Taps);
- 64 ms (512 Taps).

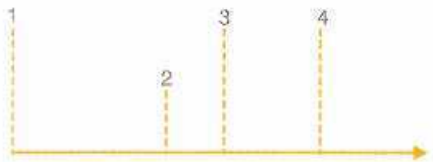
Como funciona um cancelador de eco

Como vimos o eco é o retorno de um sinal transmitido para a sua origem, e devido à existência de uma latência percebemos este retorno, portanto podemos concluir que se eliminarmos este retorno estaremos eliminando também o eco. O cancelador de eco faz exatamente isso, elimina o retorno do sinal. A placa de voz da DigiVoice analisa amostras de sinais de áudio que retornam comparando-os com os sinais de origem armazenados e, caso estes sinais sejam idênticos, cancela o sinal recebido antes que ele seja entregue ao usuário.

Treinamento do Cancelador de Eco

Outra característica muito importante existente nas placas Digivoice é o Treinamento do Cancelador de Eco. Este treinamento permite que uma ligação que seja estabelecida não apresente o eco, pois o hardware estará ajustado exatamente para o atraso do retorno do áudio para aquela ligação. Se não existisse este treinamento a ligação seria estabelecida com eco e durante a conversação, ele seria eliminado gradativamente.

Este treinamento consiste no envio de um sinal conhecido, fornecido pela placa de voz DigiVoice, e que, após o seu retorno será analisado. É feita uma comparação entre o tempo de envio do sinal e seu retorno, a diferença é tida como o tempo de latência da rede de voz.



1- Atendimento da chamada
2 - Abertura do entace de áudio
3 - Envio do sinal de treinamento
4 - Resposta do sinal de treinamento

F4. Tempos envolvidos no processo de treinamento do cancelador de eco

Para que o treinamento ocorra sem problemas devemos tomar alguns cuidados durante o estabelecimento da chamada telefônica.

Como o áudio de uma chamada demora para ser estabelecido no circuito de telefonia, deve-se iniciar o treinamento somente quando houver o circuito de áudio, portanto existe um parâmetro de configuração em ms (milissegundos) para determinar quando o treinamento deverá ocorrer.

Para que o treinamento seja feito com sucesso o mesmo deve ocorrer durante o silêncio, ou seja, no início da chamada, com o áudio entre os terminais estabelecido e sem que haja conversação ou qualquer tipo de áudio presente.

A latência existente entre os terminais deve ser inferior ao tamanho do Cancelador de Eco ajustado para a placa Digivoice, ou seja, caso a latência da rede seja da ordem de 14 ms somente terão efeitos canceladores acima de 16 ms (128 Taps).

A **figura 4** representa os tempos envolvidos no processo de treinamento do cancelador de eco. A diferença entre os tempos do envio do sinal de treinamento (3) e da resposta do envio (4) determina a latência envolvida na chamada.

CODECS (Coders/Decoders)

Existe uma certa confusão entre codec de áudio e de compressão de áudio. Desta forma temos abaixo as definições entre estes conceitos.

CoDec (Codificador/Decodificador), é o dispositivo de hardware ou software que codifica/decodifica sinais, por exemplo, um sinal de áudio analógico é transformado em um sinal digital.

A Compressão de Áudio ou Compressão Sonora é um método utilizado para diminuir as exigências relacionadas à transmissão, podendo desta forma utilizar uma largura de banda menor ou armazenar estes dados em espaços físicos menores.

Em Telefonia IP designa-se por CODEC o método de compressão de áudio digitalizado e a escolha de um codec depende principalmente da largura de banda e latências envolvidas.

Na **tabela 2** temos as características de alguns CODECs mais utilizados em telefonia.

Um codec do tipo G.711 possui como característica, quando transmitido por uma rede IP utilizando um protocolo como o SIP, ocupar uma largura de banda de aproximadamente 100 kbps em uma ligação, e também possuir baixa latência. Desta forma podemos concluir que este codec pode ser utilizado sem problemas em uma rede LAN (normalmente 10/100 Mbps), porém seu uso é inadequado para redes WAN.

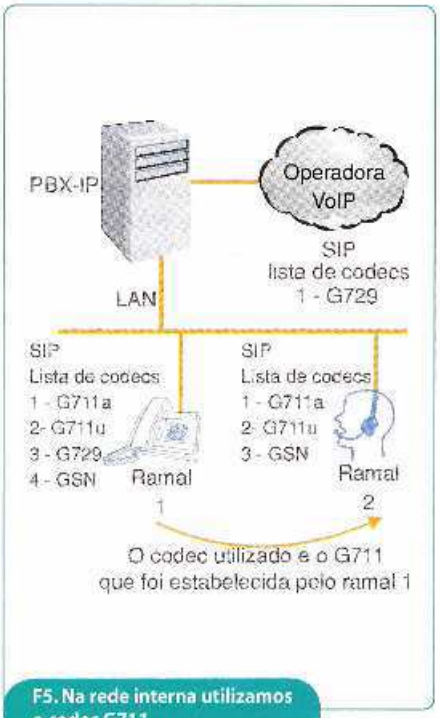
Como as redes WAN possuem uma largura de banda muito inferiores a das redes LAN, é recomendado o uso de codecs como o g.729, pois possui menor taxa de ocupação (em torno de 40 kbps com protocolo SIP), uma qualidade da áudio inferior ao G.711, porém dentro das especificações exigidas em telecomunicações. Devemos atentar para o fato deste codec possuir uma latência em torno de 10 ms o que pode, dependendo da qualidade da rede ocasionar eco.

Transcodificação de CoDecs

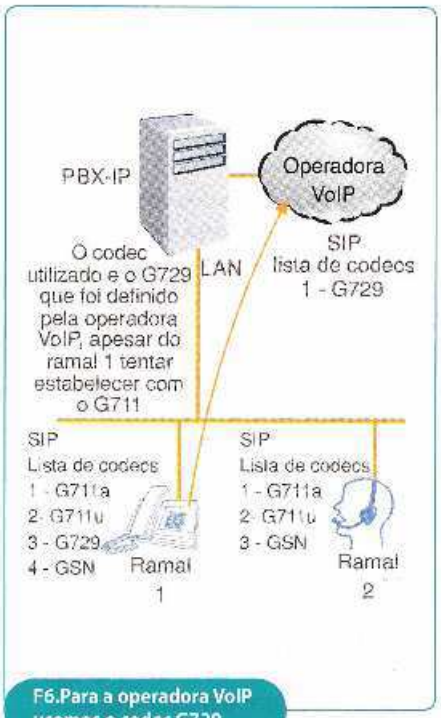
Quando uma conexão está estabelecida entre dois pontos utilizando o mesmo codec não é necessário que exista um mecanismo de troca de codecs, conhecido como Transcodificação. A transcodificação torna-se necessária quando, por exemplo, um ramal de um PBX-IP utiliza um codec e o destino não o tem disponível, neste caso alguém deve realizar a conversão de codecs para que haja compatibilidade entre os terminais. Ilustraremos estas situações envolvendo um PBX-IP conectado a uma operadora VoIP que permite somente conexões SIP com codec g729, existem dois ramais neste PBX-IP, um ramal do tipo SIP, utilizando aparelho de telefone IP, que possui vários codecs, entre eles o g729 e um

Padrão	Taxa	Qualidade	Atraso	Processamento
G.711	64 kbps	Excelente	0,125 ms	5 ns
G.726	32,24,16 kbps	Boa a 32 kbps	1 ms	10 ns
G.728	16 kbps	Boa	3 - 5 ms	10 ns
GSM	13,2 kbps	Boa	20 ms	1 ms
G.729A	8 kbps	Boa	10 ms	5 ms
G.723.1	6,3,5,3 kbps	Boa a 6,3 kbps Ruin a 5,3 kbps	30 ms	37 ms

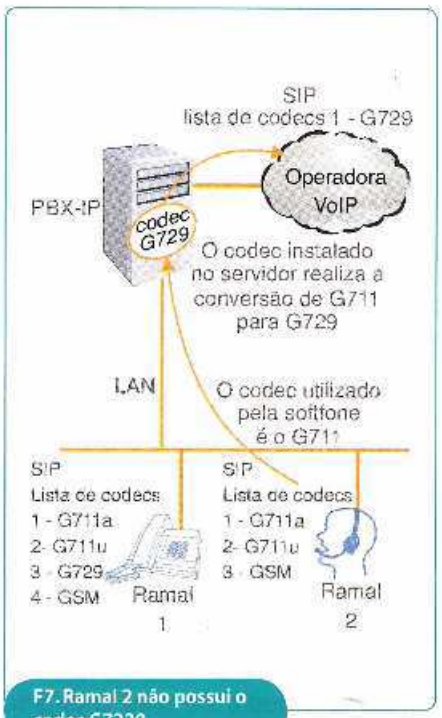
T2. Características de CODECs utilizados em telefonia



F5. Na rede interna utilizamos o codec G711



F6.Para a operadora VoIP usamos o codec G729



F7. Ramal 2 não possui o codec G7229

ramal SIP utilizando softphoone free, que não possui o codec g729.

Outra característica importante a ser observada no ato da configuração dos ramais é a prioridade dos codecs, quem define qual codec deverá inicialmente ser utilizado é o terminal que inicia a chamada, ou seja, caso um ramal esteja iniciando a chamada o codec preferencial será o que for configurado como prioritário.

Podemos ter várias situações envolvendo codecs entre os terminais, citaremos algumas:

Quando uma ligação é feita do ramal 1 para o ramal 2, **figura 5**, o ideal seria utilizarmos o codec g711 pois estamos em uma rede interna (LAN), 100 Mbits ou GigaLan, portanto o consumo de banda de aproximadamente 100 kbps em nada comprometeria esta rede, além de também possuir baixa latência e ótima qualidade de áudio. Para que isso ocorra o ramal 1 deve ter como codec preferencial os codecs g711a e g711u.

Quando uma ligação é feita do ramal 1 para a operadora VoIP, **figura 6**, é necessário que esta chamada seja estabelecida pelo codec g729, devido a operadora somente o estar aceitando e também por questões como consumo de banda, pois agora a rede de dados utilizada é o Internet (WAN). O ramal 1 irá inicialmente solicitar o codec g711, porém este será rejeitado e como o ramal 1 também possui o codec g729 em sua lista de codecs disponíveis será feito o alinhamento entre estes codecs e a chamada será estabelecida.

Quando uma chamada for realizada a partir do ramal 2 para uma operadora VoIP, **figura 7**, o processo será similar ao que ocorreu com o ramal 1, porém como o ramal 2 não possui o codec g729 em sua lista e a chamada será rejeitada por não haver o alinhamento de codecs entre os terminais. Para que a ligação possa ser estabelecida é necessário que haja no meio desta transmissão um dispositivo que converta o codec solicitado pelo ramal 2 para o codec disponível na operadora VoIP, este dispositivo também recebe nome de CoDec e pode estar instalado em um hardware como um firmware ou como um aplicativo.

Devemos lembrar que todos os codecs envolvidos em uma chamada possuem latência, e estas latências devem ser somadas, portanto muito cuidado deve ser tomado na escolha dos codecs e terminais em uma aplicação VoIP, pois a escolha errada pode comprometer o sistema a ponto de causar o indesejável efeito do eco.

Eco – Análise e Solução

Podemos então concluir que para que possamos resolver os problemas de eco encontrados em sistemas de telefonia, devemos dar uma atenção especial a todos os equipamentos envolvidos desde a PSTN até o ramal do usuário. Configurações erradas podem comprometer seriamente uma aplicação VoIP.

Verificamos também que, caso seja necessário, podemos eliminar latências provenientes da PSTN quando utilizamos placas de voz da DigiVoice.

Devemos também testar vários tipos de ligações, realizando chamadas locais e também chamadas DDD, pois para cada tipo de circuito estabelecido podem ocorrer diferentes latências.

Vimos também que muitos problemas de eco podem ser resolvidos ajustando corretamente os ganhos de áudio, principalmente nos aparelhos telefônicos, softphones e troncos com a PSTN.

No próximo capítulo iremos estudar a sinalização de linhas digitais E1 R2-MFC, o link de telefonia mais utilizado no Brasil pelas operadoras PSTN. Até a próxima! T

Lição 7



Placas de Circuito Impresso

Nesta sétima lição aprenda como fazer sua própria placa de circuito impresso.

Para que servem

Os componentes de uma montagem necessitam de algum meio de sustentação mecânica e também de interligação de seus terminais, para que as correntes de que precisam para funcionar sejam conduzidas.

Existem muitas técnicas de montagens que proporcionam sustentação mecânica e condução elétrica para os componentes de um circuito, mas a mais utilizada é a placa de circuito impresso. Uma placa de circuito impresso é feita de material isolante, fibra ou fenolite tendo em um dos lados uma fina capa de cobre condutor.

Quando essa capa é corroída por processos especiais, que veremos mais adiante, formam-se trilhas que servem como fios ligando os componentes segundo um padrão determinado. Na **figura 1** mostramos uma montagem numa placa desse tipo.

Veja, então, que para cada circuito existe uma placa de circuito impresso diferente. a qual determina o modo como os seus componentes devem ser interligados. Assim, um trabalho importante que temos de fazer na montagem dos circuitos é elaborar a placa, partindo de uma placa virgem, que tenha apenas a superfície completa cobreada e nela gravar as trilhas que correspondem ao circuito que desejamos montar. Para essa finalidade, o montador precisa contar com um desenho dessa placa, o qual deverá transferir para o cobre. Existem duas possibilidades: obter o desenho pronto ou criar esse desenho usando técnicas existentes para isso (*1).

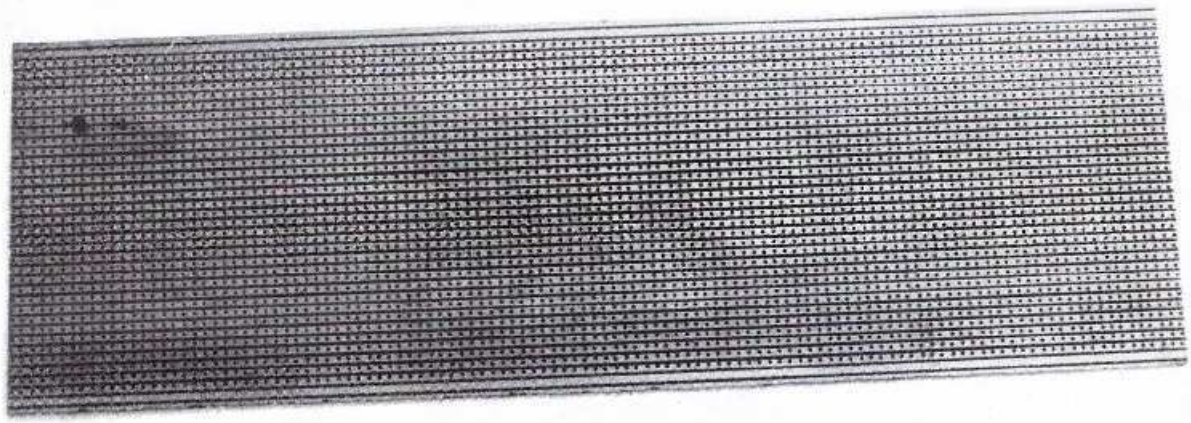
Tipos

Na verdade, além das placas confeccionadas manualmente, o montador também pode contar com outros tipos ou opções. Existem então as placas universais, que não possuem um padrão específico para uma montagem, podendo ser usadas para qualquer tipo de montagem. Na **figura 2** vemos um exemplar de placa universal.

Os tipos comuns possuem ilhas ou trilhas paralelas que podem ser programadas para interligar os componentes de acordo com a montagem desejada. Essas placas são ideais para protótipos quando se deseja apenas experimentar um circuito. A montagem numa placa universal, se bem que funcione normalmente, tem uma aparência menos agradável e normalmente ocupa mais espaço do que uma placa especial-



F1. Uma montagem feita em placa de circuito impresso. A foto mostra o lado dos componentes.



F2. A placa de circuito impresso universal facilita a montagem, mas o resultado final não é tão bom como no caso de uma placa específica

mente feita para a aplicação que se deseja. Existem também placas de circuito impresso que têm o mesmo padrão das matrizes de contato, as quais são peças de plástico dotadas de furos onde os componentes podem ser encaixados.

Quando os componentes são encaixados eles ficam interligados de uma forma determinada pelas trilhas, formando assim um circuito. Podemos usar as matrizes para desenvolver projetos e, depois, passá-los para as placas de circuito impresso com o mesmo padrão.

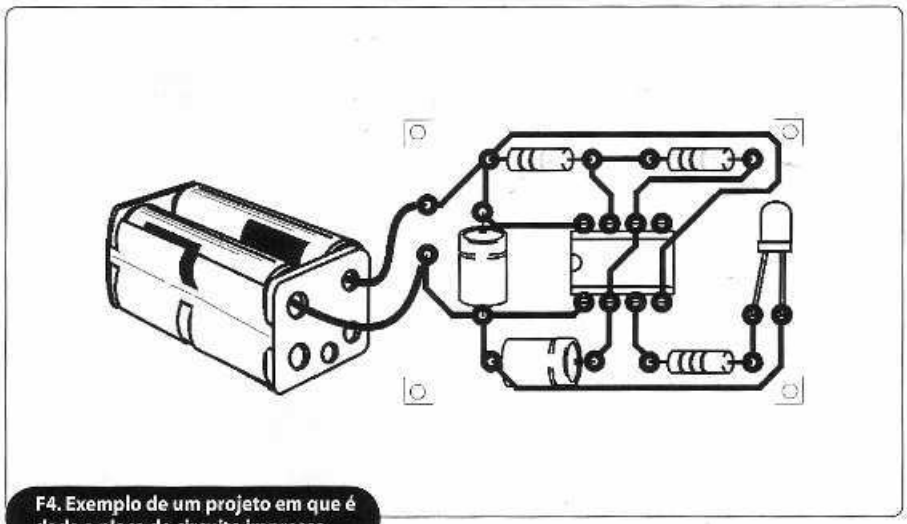


F3. Conjunto de materiais (kit) para a elaboração caseira de placas de circuito impresso

Como fazer

O maior problema que o montador de circuitos eletrônicos encontra é como fazer suas próprias placas. Para essa finalidade devem ser usadas ferramentas especiais e uma substância corrosiva denominada Percloreto de Ferro. O conjunto de ferramentas mais a substância podem ser adquiridos na forma de *kits* como aquele fornecido pela Rei do Som (**www.reidosom.com.br**), que é exibido na **figura 3**.

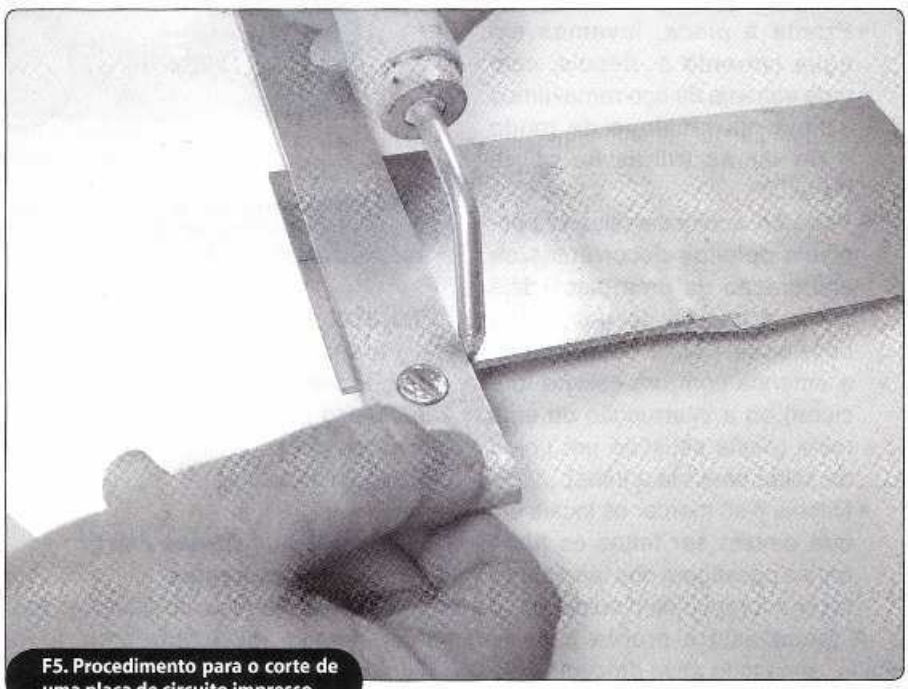
Vejamos então como fazer uma placa de circuito impresso, partindo-se do caso em que temos o desenho de como deve ser a disposição das trilhas de cobre. Podemos tomar como exemplo o circuito da **figura 4** em que temos a disposição dos componentes de um lado da placa, e do lado cobreado como devem ficar as trilhas de cobre.



F4. Exemplo de um projeto em que é dada a placa de circuito impresso

Temos, portanto, a seguinte sequência típica para fazer placas (em breve teremos disponível na Internet um curso completo sobre elaboração de placas).

- Corte a placa virgem no tamanho que corresponde ao desenho que deve ser transferido. Placas virgens de todos os tamanhos são encontradas nas casas especializadas. Na **figura 5** temos o procedimento para o corte com uma ferramenta apropriada.
- Limpe bem a placa cortada, usando para essa finalidade uma esponja de aço.
- Fixe a placa em local firme e em seguida desenhe o padrão cobreado com uma caneta especial

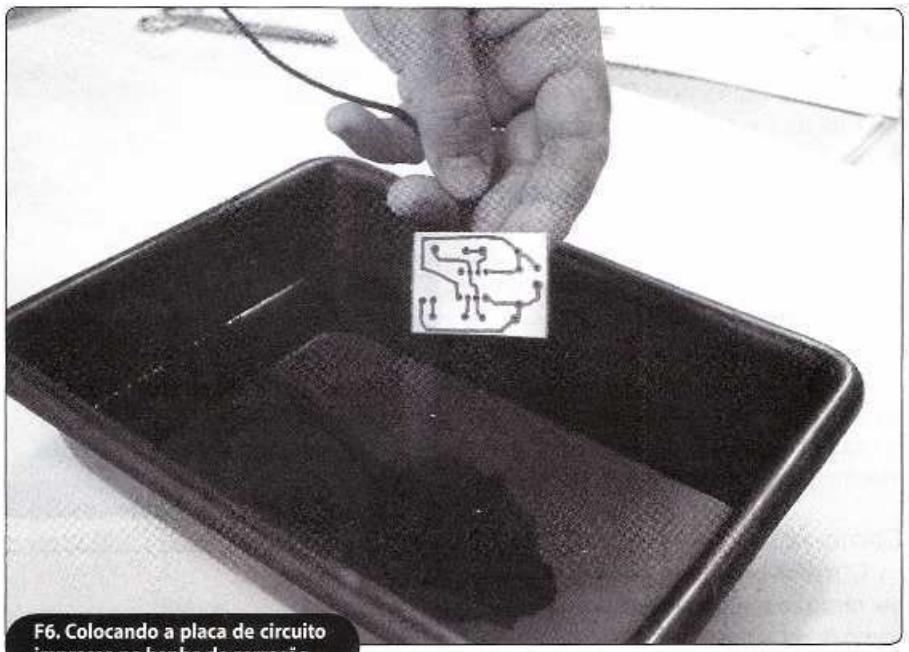


F5. Procedimento para o corte de uma placa de circuito impresso

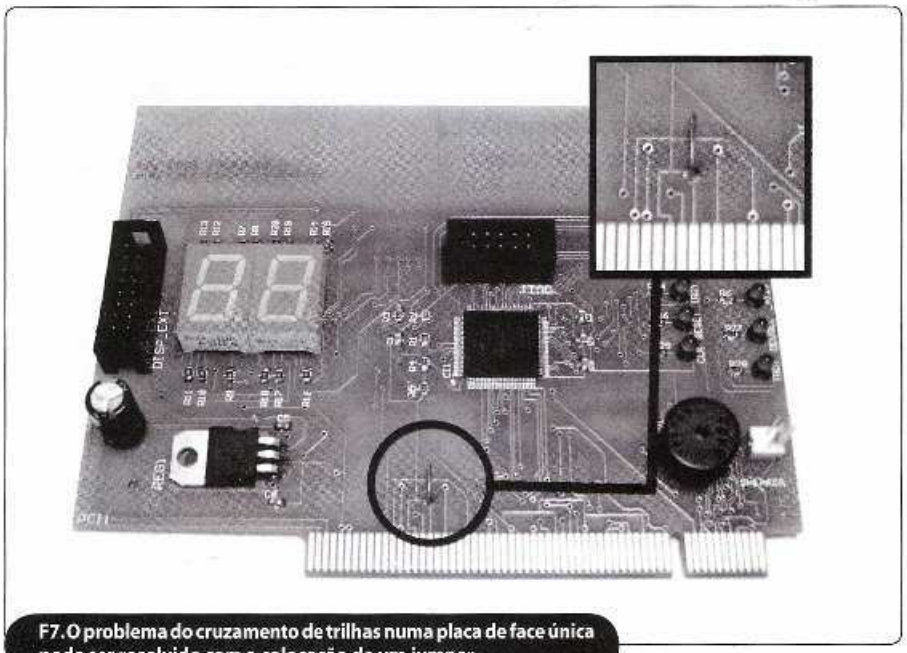
para circuito impresso, usando decalque, esmalte de unhas ou outra técnica apropriada.

- Uma vez transferido o desenho, verifique se não ficou nenhuma falha.
- Prepare o banho de percloreto. Para essa finalidade existem duas possibilidades: a primeira consiste em se usar o percloreto líquido (já dissolvido) que deve ser colocado numa banheira de plástico ou vidro. Outra opção consiste em dissolver o percloreto em pó em quantidade igual de água. Nesse processo, sempre jogue vagarosamente o pó na água (nunca o contrário!). A mesma solução pode ser aproveitada para se fazer mais de uma placa. Guarde-a em local ventilado.
- Com a solução preparada, coloque a placa a ser corroída da forma indicada na **figura 6**.
- O tempo de corrosão dependerá da "força" ou concentração da solução, podendo variar entre 20 minutos e 50 minutos. Sabemos quando a placa está pronta retirando-a com cuidado e observando se todo o cobre das regiões não recobertas pela tinta (ou decalque) foi removido.
- Pronta a placa, lavamos em água corrente e, depois, com uma esponja de aço removemos a tinta ou decalque de modo a deixar as trilhas de cobre visíveis.
- Poderão acontecer alguns possíveis defeitos decorrentes da elaboração de uma placa, tais como a junção de uma trilha com outra (neste caso, raspar a emenda com um estilete funciona) ou a interrupção de uma trilha (nesta situação um ponto de solda emenda a trilha).
- Depois é só marcar os locais em que devem ser feitos os furos para a passagem dos terminais e fazer a furação com cuidado.

A placa estará pronta para ser usada, após todo esse procedimento.



F6. Colocando a placa de circuito impresso no banho de corrosão.



F7. O problema do cruzamento de trilhas numa placa de face única pode ser resolvido com a colocação de um jumper

Projeto

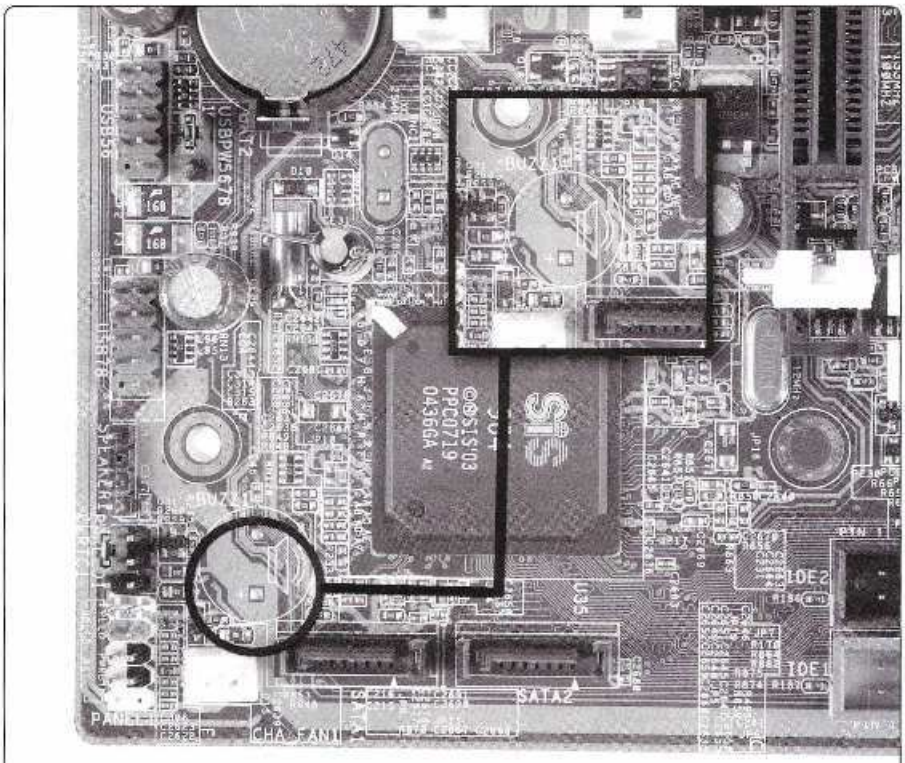
Para cada circuito temos uma disposição diferente de trilhas numa placa de circuito impresso. Essa disposição deve ser criada levando-se em conta os seguintes fatores:

As ligações que devem existir entre os componentes

Deve-se planejar as ligações dos componentes de acordo com o circuito de modo que elas sejam as mais diretas possíveis e com um mínimo de cruzamentos. Se os cruzamentos forem inevitáveis adota-se o recurso do "jumper". Conforme o nome (saltador) sugere, trata-se de um pedaço de fio que salta a trilha que deve ser cruzada pelo lado dos componentes da placa, conforme mostra a **figura 7**.

As posições dos componentes

As posições dos componentes devem ser estudadas para que as liga-



F8.Áreas cobreadas grandes em torno de trilhas que conduzem sinais podem ser utilizadas para servir de blindagem

ções entre eles sejam as mais curtas e diretas possíveis. Isso é especialmente importante nos circuitos mais críticos, onde uma ligação longa poderá significar a introdução de ruídos. Uma regra geral consiste em se fazer um projeto aproximado à disposição que corresponde ao diagrama, como rascunho, e depois ajeitar esse desenho para que ele fique menor e com as ligações mais curtas.

Os percursos críticos para os sinais

Sinais de áudio de baixa intensidade e sinais de altas frequências são sensíveis a percursos longos numa placa de circuito impresso.

As trilhas que transportam os sinais de uma etapa para outra devem ser as mais curtas e diretas possíveis. Não devendo ficar próximas de outras que transportem sinais capazes de gerar interferência.

Largura das Trilhas

As trilhas que conduzem correntes intensas devem ser mais largas.

Uma regra prática que se adota no projeto é usar 1 mm de largura para cada ampère de corrente.

Blindagem

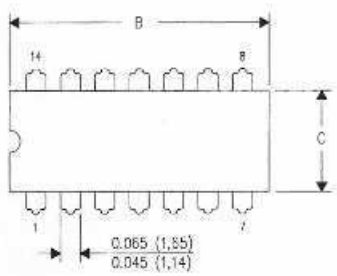
Trilhas ligadas à terra podem servir de blindagem, protegendo trilhas de sinais contra a captação de ruídos ou a influência de trilhas de sinais próximas. Muitos projetistas deixam grandes áreas cobreadas de terra em torno da placa e indo até ponto críticos para servir de blindagem – veja na **figura 8**.

O tamanho dos componentes

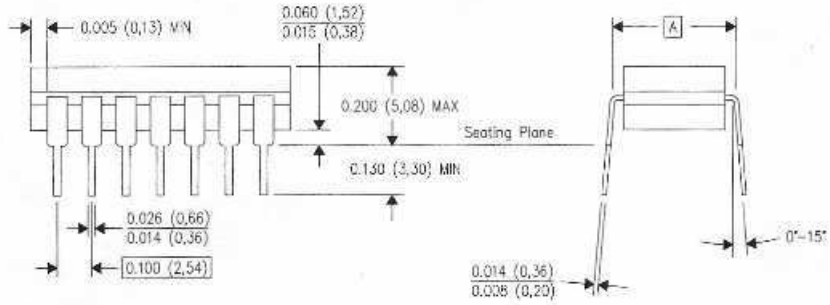
Existem componentes cujo tamanho é padronizado, de modo que, ao projetar uma placa o montador não terá maiores dificuldades. A distância entre os terminais desses componentes, como no caso dos circuitos integrados com invólucros DIL (Dual in Line), é constante, conforme mostra a **figura 9**.

Para esses componentes, há três possibilidades importantes ao se projetar a placa:





DIM \ PINS **	14	16	18	20
A	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC
B MAX	0.785 (19,94)	.840 (21,34)	0.960 (24,38)	1.060 (26,92)
B MIN	—	—	—	—
C MAX	0.300 (7,62)	0.300 (7,62)	0.310 (7,87)	0.300 (7,62)
C MIN	0.245 (6,22)	0.245 (6,22)	0.220 (5,59)	0.245 (6,22)



F9.É importante seguir à risca as dimensões dos componentes para que eles se encaixem perfeitamente numa placa de circuito impresso. Na figura temos as dimensões em polegadas e milímetros, com as tolerâncias para um invólucro DIL de 8 pinos.

- Partir dos desenhos dos invólucros padronizados existentes nos softwares de projeto
- Utilizar papel milimetrado para colocar com precisão as posições dos terminais
- Utilizar cartelas com bases de componentes, principalmente CIs, já com a separação padronizada.

No entanto, existem componentes que, para um mesmo valor são conseguidos em tamanhos diferentes, dependendo do fabricante.

Isso ocorre, por exemplo, com capacitores que podem ser encontrados com invólucros de terminais paralelos ou de terminais axiais.

Para esses componentes será muito importante definir antes o tipo que será utiilizado, consultando-se listas de fornecedores ou ainda, comprar antes o componente para projetar a placa em função das dimensões daqueles que iremos utilizar. Os resistores, diodos e outros componentes com o mesmo formato, se forem maiores, poderão ser montados verticalmente em lugar de terem uma montagem horizontal. *T*

Pesquisar na enciclopédia

- Placas de circuito impresso
- Matriz de contatos
- Placas universais
- Placas de dupla face
- Projeto de placas
- DIL
- SIL

Questionário

1. Quais são as finalidades de uma placa de circuito impresso?
a) É um elemento ativo do circuito
b) Serve de blindagem para os sinais
c) Fornece sustentação mecânica e condução elétrica para os sinais e alimentação
d) É um elemento decorativo

2. Qual é o material usado na parte condutora de uma placa de circuito impresso?
a) Cobre
b) Zinco
c) Alumínio
d) Ferro

3. Com que finalidade é usado o percloreto de ferro no processo de fabricação de uma placa?
a) produto de limpeza
b) corrosivo
c) protetor contra oxidação
d) torna o cobre mais condutor de eletricidade

4. Quais áreas de uma placa de circuito impresso são atacadas pelo percloreto?
a) as áreas cobertas pela tinta especial
b) as áreas que servem de blindagem
c) as áreas onde vão ser colocados os componentes
d) as áreas não cobertas pela tinta ou decalques

5. Na preparação da solução de percloreto devemos:
a) jogar água no percloreto
b) aquecer antes a água
c) usar um recipiente de metal
d) jogar vagarosamente o percloreto na água

6. A interrupção de uma trilha numa placa de circuito impresso no processo de fabricação pode ser corrigida de que maneira?
a) Não há correção
b) Usando cola
c) Usando uma ponte de solda
d) Raspando o local com um estilete

7. A tinta usada na elaboração de placas tem qual propriedade química?
a) É condutora de eletricidade
b) Não é atacada pelo percloreto
c) É atacada pelo percloreto
d) É isolante elétrica

Respostas
1.C; 2.A; 3.B; 4.D; 5.D; 6.C; 7.B

VENHA FAZER PARTE
DA REVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA NO BRASIL!



TENHA ACESSO AO MELHOR
CONTEÚDO DA ÁREA DE ELETRÔNICA
PAGANDO R$ 48,00 / ano
(Apenas R$ 4,00 / mês)

www.sabereletronica.com.br

Sensor de tensão isolado, de baixo custo



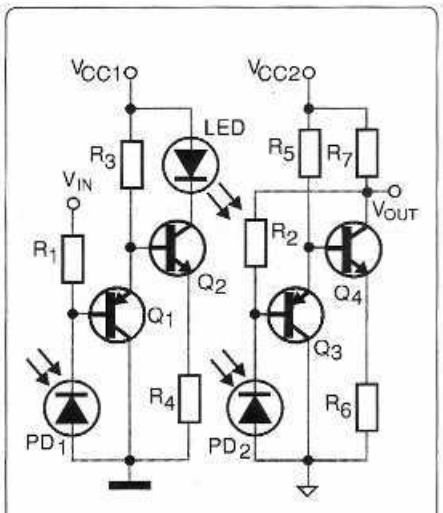
Fabricio E. Cazakevicius
José Renes Pinheiro
Paulo C. S. Ficagna

Na grande maioria dos equipamentos encontrados atualmente, os sensores são parte fundamental da interação dos sistemas com o meio. De automóveis a aviões, os sensores são usados para medir a velocidade do ar, pressão, exaustão de gases e suas propriedades, aceleração linear, distância, temperatura e o que mais for importante para o sistema ou o operador desse.

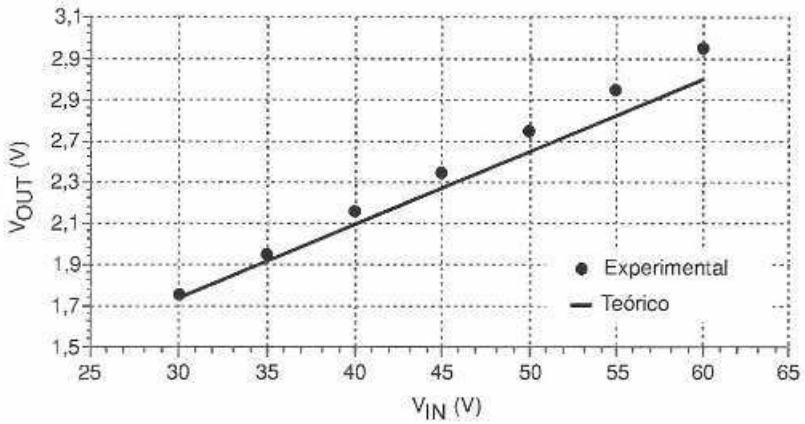
Tais dispositivos devem ser confiáveis e robustos, pois partindo deles, decisões importantes são tomadas e essas podem afetar diretamente nossas vidas. Frente a sua relevância, os sensores mais vitais são desenvolvidos visando precisão e confiabilidade. Consequência disso, segundo Luecke [1], ao custo dos sensores remonta boa parte do orçamento de um projeto.

Em alguns casos faz-se necessária a proteção de indivíduos e equipamentos onde possa haver exposição a surtos de corrente ou alta tensão, ou ainda, a prevenção de correntes elétricas oriundas da conexão de dois circuitos com diferentes potenciais de aterramento. Os circuitos em questão são isolados entre si e possuem uma interface que possibilita a troca de informações ou potência.

Basicamente, existem dois tipos de isolamento: Galvânico e Óptico. O primeiro é capaz de transferir sinais elétricos e potência por meio de acoplamento magnético, mas essa mesma característica lhe confere baixa imuni-



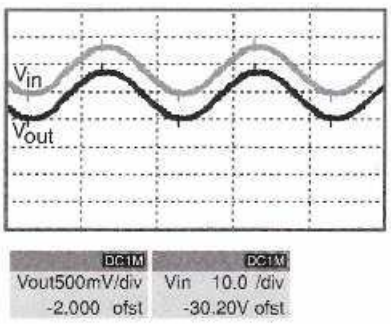
F1. Esquemático do sensor de tensão



F2. Comparativo entre resultado experimental e teórico

dade a interferências eletromagnéticas externas. Ao contrário desse, o acoplamento óptico possui alta imunidade a esses distúrbios e velocidade superior na transmissão de informações, mas não há transferência de potência.

O presente trabalho propõe o projeto de um sensor de tensão que possua isolamento óptico, baixo custo e boa linearidade. Para tanto, foi escolhido o circuito integrado HCNR200 da Hewlett Packard, que é composto por um diodo LED AlGaAs e dois fotodiodos. O isolamento é adquirido graças ao acoplamento óptico que esse componente permite entre dois circuitos isolados.



F3. Resposta a uma onda senoidal de 1.000 Hz

Descrição do circuito proposto

De acordo com a HP [2], a construção interna do circuito integrado HCNR200 é realizada de tal sorte que cada fotodiodo receba aproximadamente a mesma quantidade de energia, emitida a partir de um diodo LED dopado com alumínio, gálio e arsênio.

A partir da **figura 1** é possível compreender o funcionamento básico do sensor. Um circuito transistorizado discreto é alimentado pela fonte (V_{CC1}) e excitado pelo nó de entrada (Vin) que possui a tensão que se deseja mensurar, atuando sob a corrente que circula pelo LED (I_{LED}). Um dos fotodiodos (PD_1) é usado como realimentação, monitorando a emissão luminosa do LED; o circuito utiliza essa informação para compensar fatores não lineares provenientes da polarização dos transistores ou variação de temperatura.

Outro circuito transistorizado é alimentado por uma fonte (V_{CC2}) isolada e transforma a corrente do segundo fotodiodo (PD_2) em um nível de tensão para a saída deste sensor (Vout). Tais configurações permitem uma relação linear entre a tensão de entrada (Vin) e a tensão de saída (Vout).

Metodologia de projeto

Após a escolha do método de isolamento, iniciou-se a busca por um optoacoplador que assegurasse linearidade satisfatória em suas aplicações. Como já citado, foi escolhido o circuito integrado HCNR200. Tendo como auxílio a Ref. [2], o esquemático exibido na figura 1 foi concebido. A partir de uma ferra-

render multimídia
Cursos em CD-Rom
render
Quem conhece, ensina.
3ds max 8
3ds Max 8
Aborda desde os conceitos básicos, até a geração de cenas completas. Mostrando os novos recursos do programa, o cursos é baseado em Vídeo Aulas Narradas o qual permite o fácil e rápido aprendizado.
render
Quem conhece, ensina.
Curso blender 2.43
Blender 2.43
Aborda os conceitos básicos do melhor software gratuito para criação de imagens e animação 3D. Várias horas de vídeo-aulas narradas ensinando os recursos do Blender
Pedidos: (11) 2095-5330
www.novasaber.com.br

menta computacional de simulação e da teoria de polarização de transistores, em Boylestad et al. [3], os componentes foram dimensionados para o circuito operar na faixa de tensão dos 30 V aos 60 V em regime de corrente contínua na entrada (V_{IN}), com (V_{CC1}) igual a 5 V e (V_{CC2}) igual a 3,3 V.

Um protótipo em circuito impresso foi construído e testado, para que os resultados da simulação pudessem ser comparados com resultados experimentais.

Resultados de simulação

A partir do modelo SPICE disponível em Ref. [2], o circuito foi simulado. A **tabela 1** compara tensões de entrada (Vin) e a resposta na saída (Vout), obtidas via simulação.

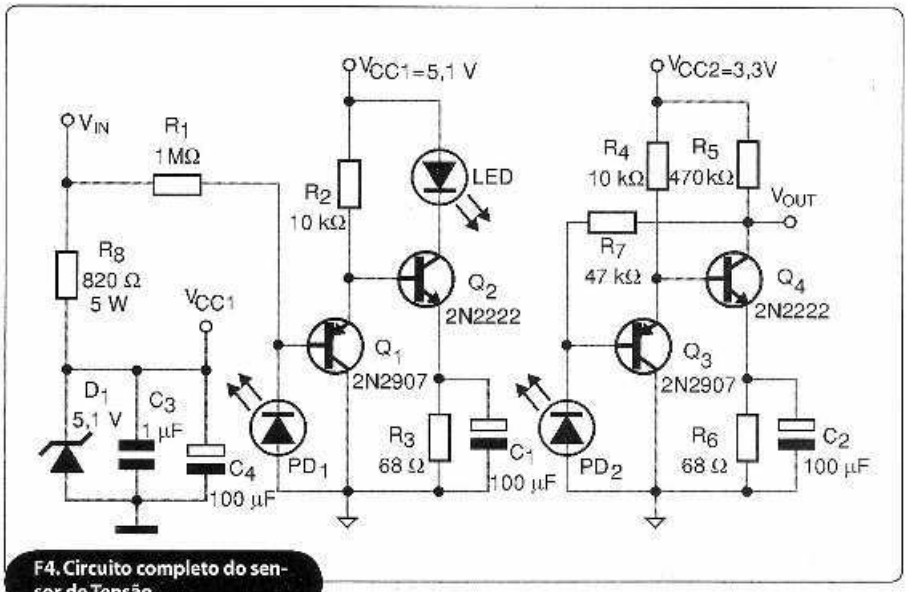
Os resistores R_4 e R_6 são importantes para aumentar a resposta dinâmica e estabilidade dos circuitos de entrada e saída. Através da simulação, foi escolhido o valor de 68 Ω para ambos os componentes. R_3 e R_5 são resistores de 10 kΩ responsáveis pela polarização de base dos transistores Q_2 e Q_4 respectivamente, e, R_7 foi escolhido a fim de proporcionar uma corrente no coletor de Q_4 próxima à corrente do coletor de Q_2, sendo seu valor de 470 Ω. Também via simulação, R_1 foi dimensionado como 1 MΩ, e a realimentação via R_2 como 47 kΩ.

Uma reta foi aproximada pela interpolação dos dados exibidos na tabela 1, com uma margem de erro de apenas 0,1% para mais ou para menos. Essa função será importante para comparar o desempenho do circuito em teoria e na prática.

Resultados Experimentais

O protótipo foi submetido a testes em bancada, com (V_{CC1}) igual a 5,1 V e (V_{CC2}) igual a 3,3 V. Foram aplicados na entrada (Vin) níveis de tensão de 30 V a 60 V, na saída (Vout) um osciloscópio fez a leitura da tensão.

A **tabela 2** compara as respostas da simulação com as do experimento, essas são demonstradas graficamente na **figura 2**. A diferença entre elas cresce com o aumento da tensão de entrada (Vin). Sob 30 V a leitura do protótipo foi 0,3% maior que o estimado pela teoria, enquanto sob 60 V a saída foi 4,9% superior ao esperado para esse ponto.



F4. Circuito completo do sensor de Tensão

Para os pontos da figura 2, foi interpolado a Eq. (1), através dela este sensor pode ser interpretado. Foi calculado como sendo 0,999 o coeficiente de determinação para esse caso.

$$V_{out} = 0{,}04\ V_{IN} + 0{,}545$$

A fim de demonstrar a ausência de fase e a linearidade neste sensor, a entrada (V_{in}) foi submetida a um sinal senoidal de 1.000 Hz com 20 V pico a pico, e grampeamento de 48 V. Na **figura 3** é apresentada a resposta do circuito. A onda superior refere-se à tensão de entrada (V_{in}), enquanto que a onda inferior está associada à saída (V_{out}).

Conclusão

A motivação para a realização deste projeto foi encontrar uma alternativa de baixo custo aos sensores de tensão isolados convencionais, no entanto, sem perder em linearidade, estabilidade e banda passante.

Pôde ser confirmada a linearidade da leitura da tensão pelo alinhamento dos pontos e coeficiente de determinação muito próximo da unidade, e ainda, ausência de defasagem entre entrada e saída, que remonta boa banda passante.

Vin (V)	Vout (V)
30	1,733
33	1,940
36	1,947
39	2,054
42	2,161
45	2,268
48	2,374
51	2,480
54	2,585
57	2,690
60	2,794

T1. Relação (Vin) e (Vout) em simulação

Vin (V)	Vout (V) teórico	Vout (V) experimental
30	1,735	1,750
35	1,912	1,950
40	1,089	2,155
45	2,266	2,345
50	2,443	2,545
55	2,620	2,745
60	2,797	2,945

T2. Dados teóricos e resultados experimentais

Referências

J. Luecke, "**Analog and Digital Circuits for Electronic Control System Applications**", Elsevier, MA: 2005.

HP, "**High-Linearity Analog Optocouplers**", [S.l.: s.n.], Folha de dados, 16p. Disponível em: **www.datasheetcatalog.org/datasheet/hp/HCNR200.pdf.**

R.L. Boylestad e L. Nashelsky, "**Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**", LTC, 1999.

Tudo sobre Capacitores

Newton C. Braga
www.newtoncbraga.com.br

Capacitores são encontrados em praticamente todos os equipamentos eletrônicos, nas mais diversas formas e tamanhos. Estes componentes também são bastante críticos, devendo ser usados com muito cuidado. Entender suas especificações, conhecer os tipos existentes e suas características é fundamental para todo o praticante da eletrônica. Neste artigo procuramos abordar tudo que há de importante nestes componentes.

Os capacitores são encontrados em todos os equipamentos eletrônicos. Se bem que seu princípio de funcionamento seja muito simples, a maneira como os capacitores podem ser construídos varia bastante, o que nos leva a uma grande variedade de tipos.

A finalidade básica de um capacitor é apresentar uma capacitância em um circuito, ou seja, armazenar cargas elétricas, e através desse armazenamento ter determinados efeitos sobre um circuito. Houve tempo em que estes componentes eram chamados '"condensadores", e até hoje alguns fazem isso, porque antigamente acreditava-se que eles tinham a propriedade de 'condensar" a eletricidade.

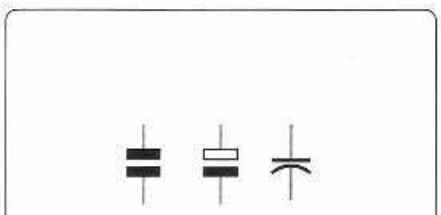
Na **figura 1** temos o símbolo utilizado para representar os capacitores fixos de diversos tipos e seus aspectos típicos. Denominamos capacitores fixos aqueles que têm uma capacitância determinada pela sua construção, diferentemente dos capacitores ajustáveis e variáveis que podem ter sua capacitância alterada por uma ação externa.

Basicamente, um capacitor é formado por dois eletrodos metálicos, os quais são denominados "armaduras", sendo elas separadas por um material isolante denominado "dielétrico". O dielétrico pode ser de papel, vidro, poliéster styroflex, mica, ar e mesmo o vácuo. Para muitos tipos de capacitores o dielétrico dá nome ao capacitor. Assim, um capacitor de poliéster tem este material plástico como isolante.

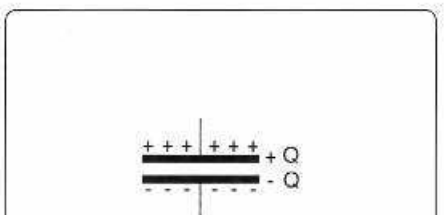
Quando ligamos às armaduras de um capacitor um gerador (uma bateria, por exemplo), a armadura ligada ao polo positivo da pilha se carrega positivamente, enquanto que a outra carrega-se negativamente. A quantidade de cargas armazenadas na armadura positiva é a mesma que a armazenada na armadura negativa, diferindo apenas quando à polaridade, conforme mostra a **figura 2**.

Mesmo depois de retiramos a bateria do circuito, o capacitor mantém em suas armaduras as cargas elétricas, e estas apresentam a mesma diferença de potencial da bateria que foi conectada. Dizemos que o capacitor se encontra carregado.

Para descarregar um capacitor é preciso oferecer um percurso para que as cargas de uma armadura fluam para a outra e haja a neutralização. Assim, interligando as armaduras por um circuito externo, os elétrons da armadura que os tem em excesso



F1. Símbolos e aspectos de capacitores fixos



F2. Carregamento das cargas nas arniaduras do capacitor

(negativa) fluem para a positiva, ocorrendo a neutralização. Temos então a descarga do capacitor, conforme ilustra a **figura 3**.

A relação entre a quantidade de cargas (Q) que pode ser armazenada em um capacitor e atensão (V) que mantém estas cargas nas armaduras é denominada capacitância, ou capacidade do capacitor (C), sendo medida em farads (F).

$$C = \frac{Q}{V}$$

Veja que, quanto maior for a tensão aplicada a um capacitor, maior será a quantidade de cargas que ele pode armazenar, pois a capacitância é constante e depende dos seguintes fatores:

- Superfície das armaduras: quanto maiores forem as armaduras, maior será a capacitância do capacitor. Nos tipos comuns, uma maneira de se obter maior capacitância consiste em se usar armaduras flexíveis no formato de tiras, colocando entre elas o dielétrico e depois enrolando-se estas tiras de modo a ocupar pequenos espaços. Os capacitores deste tipo são denominados "tubulares". Na **figura 4** temos um exemplo de capacitor deste tipo.
- Distância de separação entre as armaduras: quanto maior for a separação entre as armaduras, menor será a capacitância. Não devemos aproximar muito as armaduras uma da outra, porque com isso pode ocorrer a ruptura do dielétrico com tensões mais altas, ou seja, a corrente pode "saltar" entre as armaduras. A tensão máxima de um capacitor é justamente determinada pela espessura do dielétrico.
- Natureza do dielétrico ou seja, da "constante dielétrica" da substância usada como isolante.

Os capacitores mais conuns, usados nas aplicações práticas são os de dielétricos de diversos tipos de plásticos (styroflex, poliéster, etc.) e os cerâmicos, além de encontrarmos os tipos de mica nas aplicações mais críticas. Temos também tipos especiais denominados eletrolíticos como os de alumíinio, tântalo e nióbio que possuem dielétricos químicos, dos quais falaremos mais adiante.

As princpais propriedades elétricas dos capacitores são as seguintes:

- Como existe um isolamento entre as armaduras de um capacitor, entre os terminais deste componente não podem circular correntes contínuas.
- Os capacitores permitem a circulação de correntes alternadas pelo processo de carga e descarga.
- Os capacitores dificultam mais a passagem das correntes de frequências mais baixas.

Na prática, é comum extressarmos a capacitância de um capacitor através de submúltiplos do farad (que é uma unidade muito grande). Temos então:

- Microfarad (μF) = 0,000 001 Farad = 10^{-6} F
- Nanofarad (nF) = 0,000 000 001 Farad = 10^{-9} F
- Picofarad (pF) = 0,000 000 000 001 Farad = 10^{-12} F

Associações de Capacitores

Associar capacitores é ligá-los em conjunto de modo a combinar seus efeitos num circuito. Isso pode ser feito basicamente das seguintes formas:

Associação em Paralelo

Dizemos que dois ou mais capacitores estão associados em paralelo quando suas armaduras positivas são interligadas e da mesma forma as armaduras negativas, observe a **figura 5**.

A capacitância total que uma associação deste tipo apresenta depende da capacitância dos capacitores associados. É possível, neste caso, dizer que a capacitância equivalente a uma associação de capacitores em paralelo é igual à soma das capacitâncias dos capacitores associados. Podemos escrever uma fórmula para expressar isso:

$$C = C_1 + C_2 = C_3 + \ldots\ldots\ldots + C_n$$

Onde:
C é a capacitância equivalente
C_1, C_2... C_n são as capacitâncias dos capacitores associados.

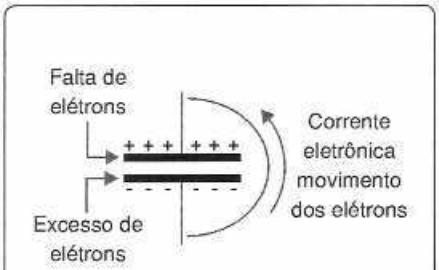
Veja que todos os capacitores devem estar expressos pela mesma unidade.

Propriedades da Associação de Capacitores em Paralelo

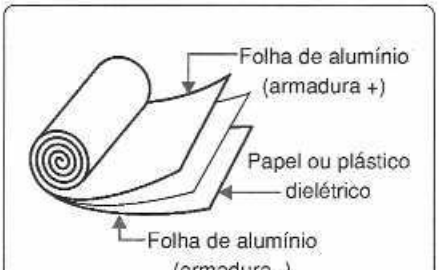
- Todos os capacitores ficam submetidos à mesma tensão
- O capacitor de maior valor fica com a maior carga

Associação de Capacitores em Série

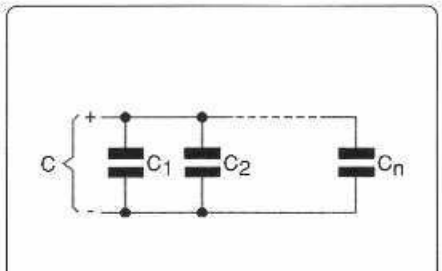
Dizemos que dois ou mais capacitores estão ligados ou associados em série quando a armadura positiva do primeiro fica livre, tornando-se o terminal positivo da associação. A



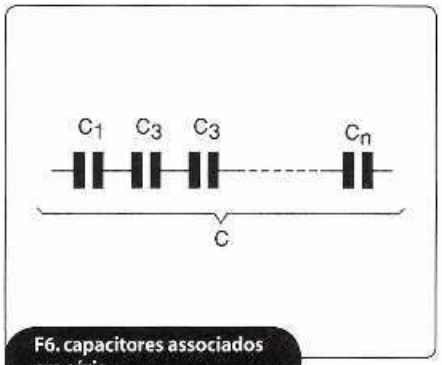
F3. Descarga do capacitor



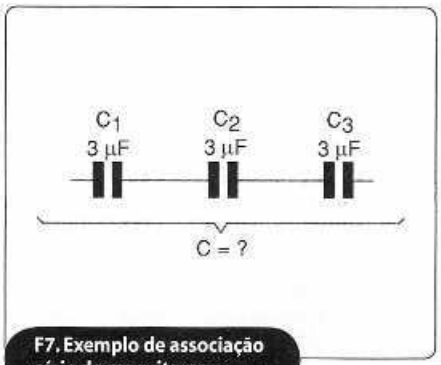
F4. Capacitor tubular



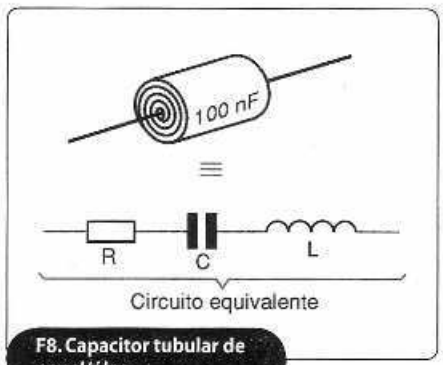
F5. Capacitores associados em paralelo



F6. capacitores associados em série



F7. Exemplo de associação série de capacitores



F8. Capacitor tubular de papel/óleo

armadura negativa do primeiro é ligada à positiva do segundo, a negativa do segundo à positiva do terceiro e assim por diante até que, no último, a armadura negativa fica livre e se torna a armadura negativa da associação, veja a **figura 6**.

A capacitância total apresentada pela associação dependerá dos valores de todos capacitores associados. Podemos dizer que "o inverso da capacitância equivalente será igual à soma dos inversos das capacitâncias associadas", ou de uma forma matemática mais apropriada:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ... + \frac{1}{C_n}$$

Onde:
C é a capacitância equivalente à associação
C_1, C_2, C_3...C_n são as capacitâncias dos capacitores associados.

Veja que todas as capacitâncias devem estar expressas no mesmo submúltiplo do Farad ou em Farads.

Exemplo de cálculo

Qual é a capacitância que se obtém quando ligamos em série capacitores de 3 µF, 12 µF e 12 µF conforme mostra a **figura 7**?

Neste caso:

$C_1 = 3\ \mu F$

$C_2 = C_3 = 12\ \mu F$

Aplicando a fórmula:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{3} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12}$$

Reduzindo ao mesmo denominador:

$$\frac{1}{C} = \frac{4}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12}$$

Fazendo a soma dos numerados:

$$\frac{1}{C} = \frac{6}{12}$$

Resolvendo:

$$C = \frac{12}{6} = 2\ \mu f$$

A capacitância equivalente é portanto 2 µF

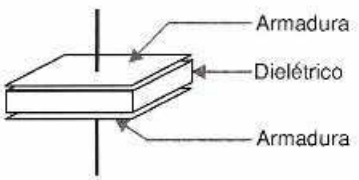
As principais propriedades da associação de capacitores em série são:

- A capacitância equivalente é sempre menor do que o menor capacitor associado
- Todos os capacitores ficam com a mesma carga
- O maior capacitor fica submetido à menor tensão.

Tipos de capacitores

Há diversos tipos de capacitores, os quais se diferenciam tanto pela técnica de construção quanto dos materiais. Essas diferenças dotam estes capacitores de propriedades específicas, que os tornam ideais para determinados tipos de aplicação. São os seguintes os principais tipos de capacitores:

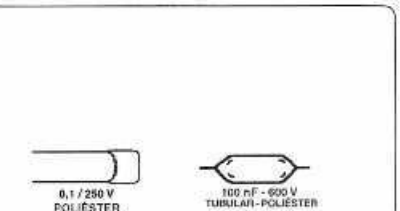
- **Tubulares de papel e óleo** - Na **figura 8** temos os aspectos destes capacitores que, atualmente, são pouco usados. Estes capacitores eram praticamente os que predominavam nos equipamentos valvulados antigos. No entanto, o papel se deteriora e passa a apresentar fugas, levando à necessidade de substituição frequente destes componentes. Nestes capacitores, temos duas tiras de metal (alumínio) e entre elas uma tira de papel (isolante).
- **Tipos de papel** - utilizava-se uma folha de papel seco e nos tipos a óleo, uma folha impregnada de um óleo com características dielétricas importantes. Veja que pelo fato destes capacitores serem enrolados, as armaduras se comportam como uma bobina, o que os leva a apresentar uma certa indutância. Isso impede que eles sejam usados de forma eficiente em circuitos de altas frequências.
- **Capacitores planos** – são capacitores em que as armaduras são planas assim como os dielétricos, como ocorre com capacitores de mica e cerâmicos exibidos na **figura 9**. Esta técnica permite obter capacitores com baixas indutâncias, ideais para aplicações em circuitos de altas frequências.



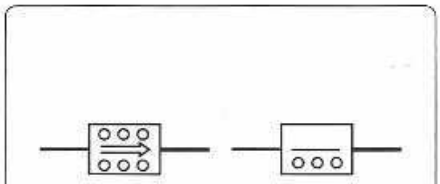
F9. Capacitor plano de mica (ou cerâmica)



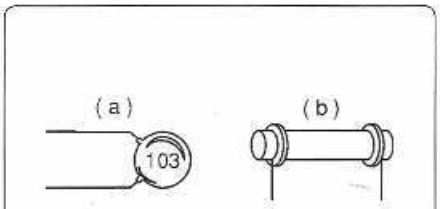
F11. Aspecto físico de um capacitor de papel/óleo



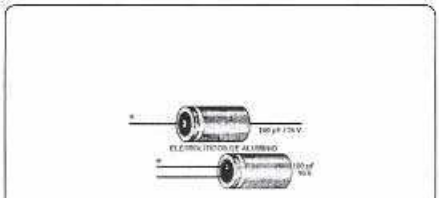
F10. Capacitor de poliéster



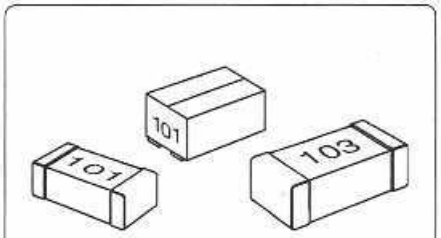
F12. Aspectos dos capacitores de mica.



F13. Aspecto dos capacitores de cerâmica



F14. Aspecto físico dos capacitores eletrolíticos



F15. Capacitores encapsulados em SMD

- **Capacitores de poliéster** – trata-se de um tipo bastante comum de capacitor que utiliza uma espécie de plástico, sendo obtido colocando-se folhas de alumínio como armaduras e folhas de poliéster entre elas para formar o dielétrico. Sua construção pode levar tanto a capacitores planos como tubulares, conforme ilustra a **figura 10**. Para estes tipos, entretanto as características do poliéster o tornam inapropriado para aplicações em circuitos de altas freqüências. Uma variação é o poliéster metalizado, onde a armadura é feita pela deposição eletrolítica de uma fina capa de metal sobre o poliéster.
- **Capacitores de papel** e óleo – são construídos colocando-se entre duas folhas de alumínio papel comum ou papel embebido em óleo. São tubulares e suas características os tornam apropriados apenas para aplicações em circuitos de baixas freqüências. Já não são utilizados mais nas aplicações modernas. Na **figura 11** temos o aspecto típicos destes capacitores.
- **Capacitores de mica** – nestes tipos duas placas metálicas são colocadas de modo a haver uma ou mais folhas de mica entre elas, formando o dielétrico. Como a mica não é flexível, estes capacitores só admitem a construção plana. Pelo fato de a mica ser um material muito estável e com propriedades ideais para aplicações em altas freqüências, estes capacitores são empregados em instrumentação, transmissão e outras aplicações semelhantes. Na **figura 12** temos os aspectos comuns destes capacitores.
- **Capacitores cerâmicos** – estes são os mais comuns atualmente. Um tipo comum é tubular, se bem que suas características não sejam indutivas. É obtido a partir de um tubo ôco de cerâmica sendo, depositadas por meios eletrolíticos uma armadura internamente e outras externamente, conforme se observa na **figura 13(a)**. Outro tipo é o construído com pedaços planos de cerâmicas onde as armaduras são depositidas nas faces, conforme vemos na **figura 13(b)**. Para se obter maior capacitância podem ser empilhados diversos conjuntos. Pelas suas características,

estes capacitores podem ser usados numa ampla gama de aplicações que vão dos circuitos de corrente contínua aos circuitos de frequências muito altas.

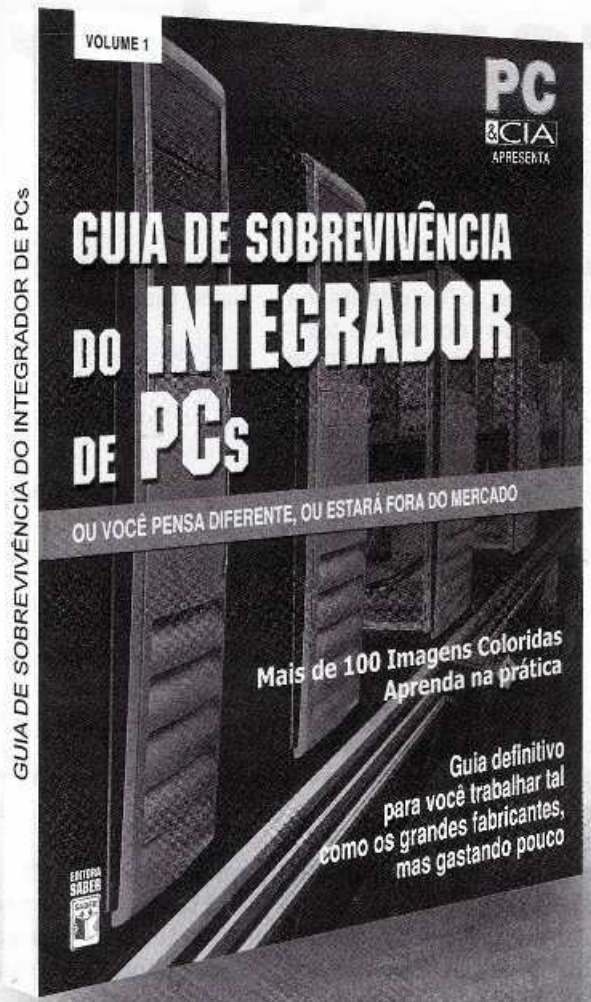
- **Capacitores eletrolíticos** – estes capacitores são construídos a partir da formação de uma camada de óxido de alumínio (eletrolíticos de alumínio) ou óxido de tântalo (para os capacitores de tântalo) numa armadura do mesmo metal. Como a camada de óxido é muito fina e tem uma constante dielétrica elevada, podem ser obtidos capacitores de valores elevados ocupando pequeno espaço. Na **figura 14** temos os aspectos mais comuns para estes capacitores. Veja, entretanto, que, pelas suas características, estes capacitores não se prestam a aplicações que envolvam sinais de frequências elevadas. São mais utilizadas em desacoplamento, acoplamento e filtragem de sinais de baixas frequências.
- **Outros tipos** – há outros tipos de capacitores menos comuns, com as nomenclaturadas dadas pelos materiais usados nos dielétricos. Temos ainda a considerar os eletrolíticos de nióbio que começam a se tornar comuns.

Capacitores SMD

Os componentes para montagem em superfície (SMD) são utilizados nas montagens de equipamentos que devem ser compactos e mesmo em muitos outros, onde se deseja que o mínimo de espaço seja ocupado. Estes componente têm reduções muito pequenas e para os capacitores isso também ocorre. Conforme ilustra a **figura 15** podemos encontrar capacitores de diversos tipos em invólucros SMD.

A identificação destes componentes é dada por um código especial, e saber se temos diante de nós um capacitor, ou outro componente, exige atenção e análise ao diagrama, pois os seus aspectos são os mesmos de outros componentes como resistores, indutores, diodos, etc.

Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



Aprenda sobre:
- Construção de um laboratório técnico
- Mitos e verdades sobre o aterramento elétrico, como fazer e medir corretamente
- Equipamentos ideais para proteção elétrica
- Montagem passo a passo de uma bancada de baixo custo protegida contra ESD
- PCs confiáveis, o que você precisa saber para ter uma montagem à prova de falhas
- Execução de testes de estresse e burn-in
- Restauração automatizada do sistema: entregue mais valor para seus clientes
- Medição de temperatura
- Check-List para montagem e testes de micro

Veja mais detalhes em
www.novasaber.com.br

Simulador didático de polarização de um Transistor TBJ NPN

Carlos R. Borges dos Santos

Este software foi desenvolvido para auxiliar o estudante na aprendizagem do uso de transistores do tipo TBJ – NPN. Sua interface facilita ao usuário visualizar os efeitos de cada parâmetro do circuito e permite, ainda, visualizar os efeitos da mudança desses parâmetros durante a simulação. Outra característica interessante é conhecer os valores de todas as tensões e de todas as correntes do circuito.

Além disso, o software mostra informações importantes sobre a região de polarização do transistor (ativa, corte e saturação) através de uma mensagem que aparece na tela. Como complemento, são mostradas, graficamente, as relações entre as tensões dos terminais do transistor, em conjunto com as informações entre o ganho (beta do transistor) e a relação entre as correntes de coletor e base, facilitando assim o estudo do transistor.

Para efeitos didáticos, este software pode simular um TBJ em diversas configurações. Sua plataforma, extremamente simples e com o circuito montado, reduz o tempo necessário para o usuário prepará-lo para simular.

O simulador TBJ-NPN é *freeware*, ou seja, gratuito, e está disponível para *download* na página **www.santoscrb.com.**

Metodologia

As equações que regem o Transistor de Junção Bipolar são:

Relação entre corrente de coletor e corrente de base, mostrada na eq 1.

$$I_C = \beta \cdot I_B \quad (1)$$

Relação entre as correntes do transistor, mostrada na eq 2.

$$I_E = I_B + I_C \quad (2)$$

Tensão entre base e emissor, mostrada na eq 3.

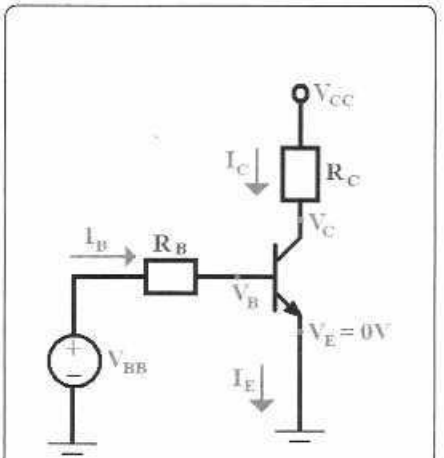
$$V_{BE} = 0{,}7\ \text{V} \quad (3)$$

A partir dessas equações e de um conhecimento em circuitos elétricos, pode-se encontrar as soluções dos circuitos estudados a seguir.

Emissor comum

Este circuito pode ser visto na **figura 1.** Neste circuito, a corrente da base pode ser calculada, através da eq 4

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{CE}}{R_B} \quad (4)$$



F1. O emissor comum

Como a tensão base-emissor é conhecida (eq 3), a eq 4 pode ser melhorada, obtendo:

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0{,}7}{R_B} \quad (5)$$

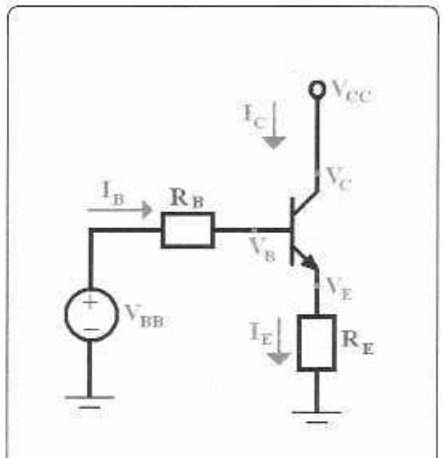
A partir dessa equação, encontra-se a corrente de coletor (eq 1) e a corrente de base (eq 2). Como a tensão no emissor é nula, a tensão na base é 0,7 V (ver eq 3), e a tensão no coletor é dada pela eq 6.

$$V_C = V_{CC} - R_C \cdot I_C \quad (6)$$

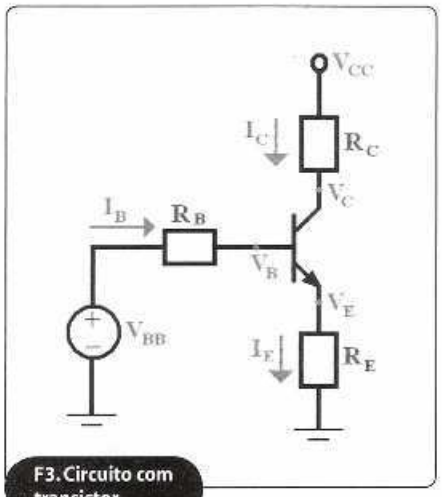
Dessa forma, são obtidas todas as tensões e correntes do circuito.

Coletor comum

A **figura 2** mostra o circuito. Ele envolve equações mais extensas do que a configuração emissor comum, exigindo um maior conhecimento matemático.



F2. Coletor comum



F3. Circuito com transistor

Para este circuito, a tensão do emissor é dada pela eq 7.

$$V_E = R_E \cdot I_E \quad (7)$$

Aplicando a lei das malhas, encontra-se a eq 8.

$$V_{BB} = R_B \cdot I_B + V_{BE} + R_E \cdot I_E \quad (8)$$

Substituindo a eq 1, a eq 2 e a eq 3 na eq 8, a corrente de base será:

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_B + (\beta + 1) \cdot R_E} \quad (9)$$

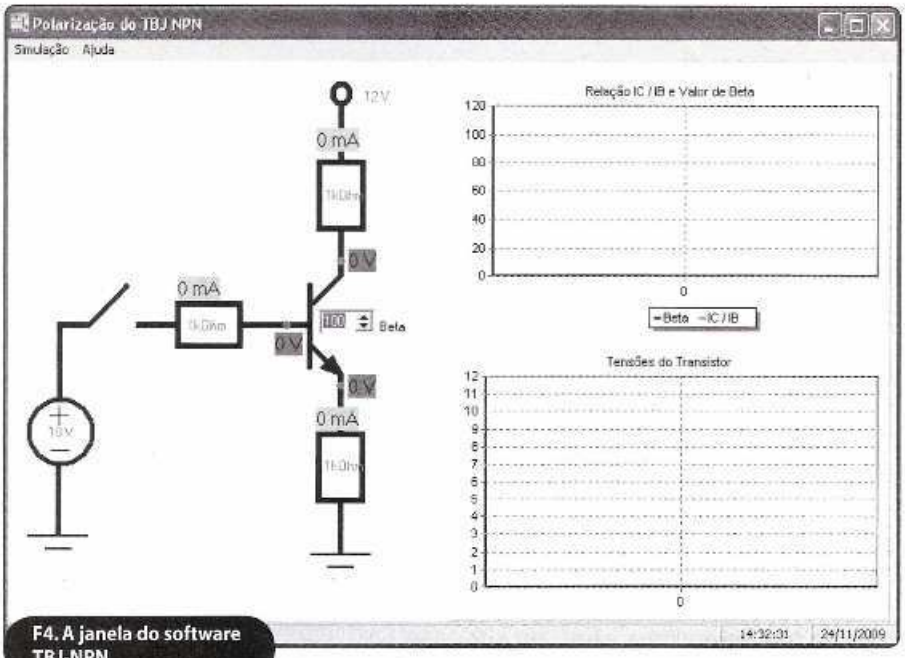
Ao encontrar a corrente da base, a corrente do coletor é encontrada através da eq 1 e a corrente de emissor, através da eq 2.

A tensão do coletor é a mesma da fonte VCC. Para calcular a tensão da base pode ser usada a eq 10.

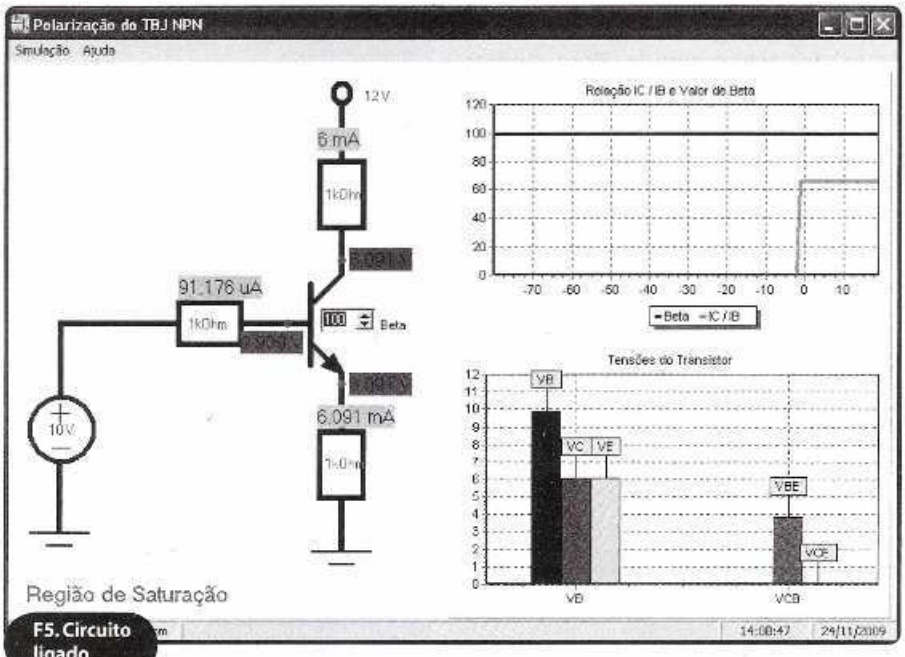
$$V_B = V_{BB} - R_B \cdot I_B \quad (10)$$

A tensão do emissor pode ser encontrada pela eq 7, ou pela eq 11.

$$V_E = V_B - 0,7 \quad (11)$$



F4. A janela do software TBJ-NPN



F5. Circuito ligado

Circuito genérico

O circuito mais complexo que o simulador TBJ-NPN é capaz de simular é apresentada na **figura 3**.

Como não é objetivo deste texto explicar todo o funcionamento do transistor, recomenda-se ao leitor que queira aprofundar no assunto, o estudo em livros de eletrônica.

A seguir, serão mostradas diversas simulações com o TBJ-NPN e suas resoluções analíticas, para comparar os resultados. Para facilitar o entendimento, será usada apenas a configuração emissor-comum, que é a mais simples para análise.

Simulações

A **figura 4** mostra a janela do software.

Para acionar o circuito, basta clicar na chave de acionamento. Após esse procedimento, o circuito será acionado, exibido na **figura 5**.

A seguir serão vistas algumas simulações e serão feitas as análises matemáticas para comparar os resultados.

Para mostrar a aplicabilidade do software frente à didática aprendida em eletrônica, foram realizadas algumas simulações que serão mostradas a seguir:

Emissor comum saturado

A **figura 6** mostra o transistor saturado. São indicados os valores de tensão e corrente de cada terminal do transistor.

Na figura 6 é visto o emissor comum em saturação. É importante perceber que nos gráficos à direita, acima, tem-se a relação entre a corrente de coletor e a corrente de base (linha laranjada) abaixo da linha que mostra o valor do beta do transistor (linha azul). No gráfico das tensões, é indicada a tensão entre coletor e emissor nula. Essas características gráficas mostram que o transistor está saturado. Para auxiliar o estudante, é exibido, à esquerda, o aviso de saturação.

Para verificar, matematicamente, se o transistor está saturado, deve ser calculada a corrente de saturação que, no caso do emissor comum, é dada pela eq 12:

$$I_{C(MAX)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{12}{1k} = 12\ mA \quad (12)$$

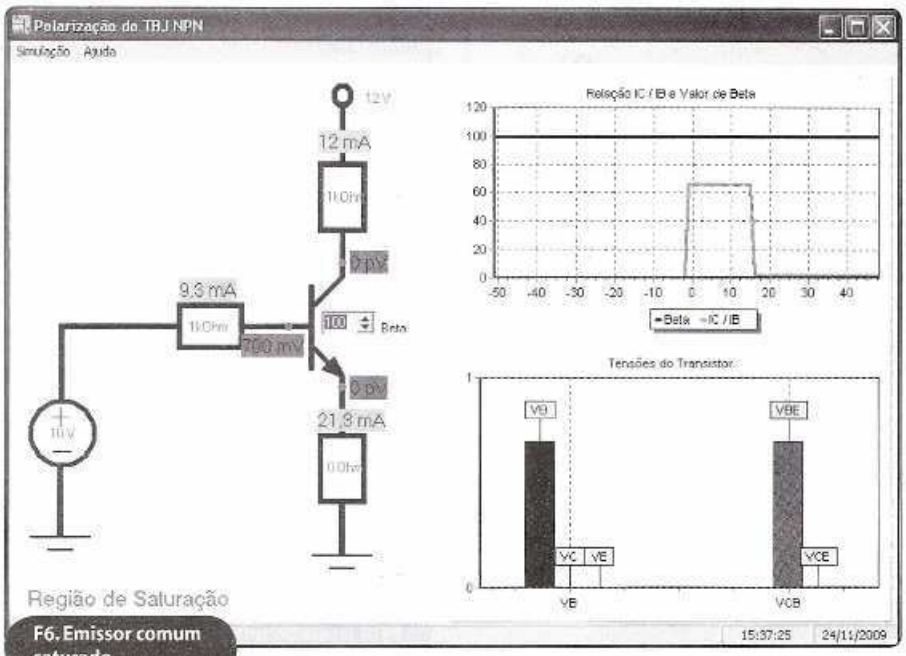
A seguir, calcula-se a corrente da base, através da eq 13.

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_B} = \frac{10 - 0,7}{1k} = 9,3\ mA \quad (13)$$

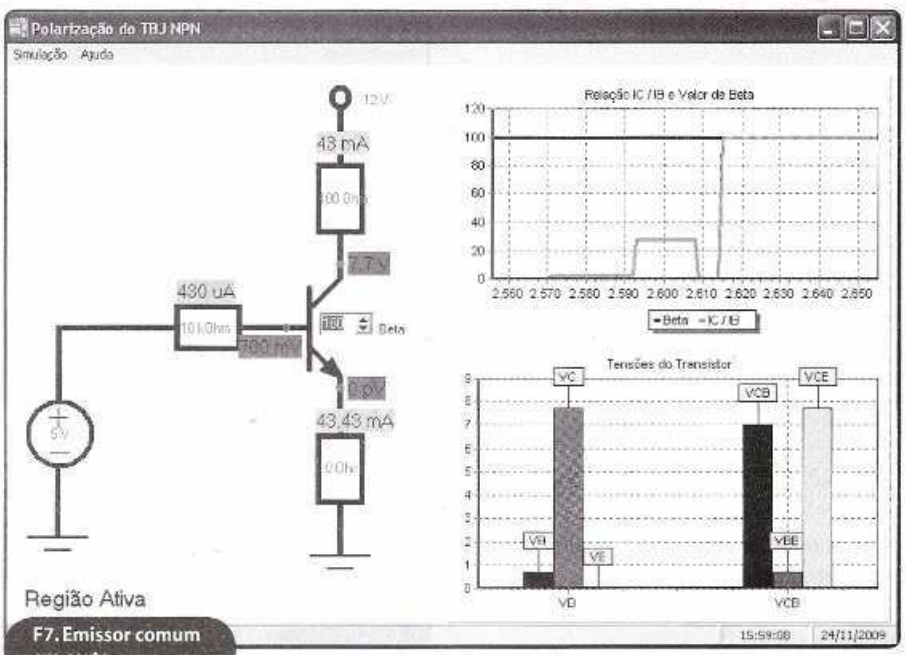
Através da corrente da base e do ganho de corrente, pode-se calcular a corrente do coletor, através da eq 14.

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 9,3 = 930\ mA \quad (14)$$

Constata-se que o transistor está saturado. Logo, a corrente do coletor é $I_{c(max)}$, ou seja, I_c = 12 mA, mostrado na figura 6.



F6. Emissor comum saturado



F7. Emissor comum em corte

Os valores calculados são iguais aos indicados na simulação da figura 6.

Emissor comum em corte

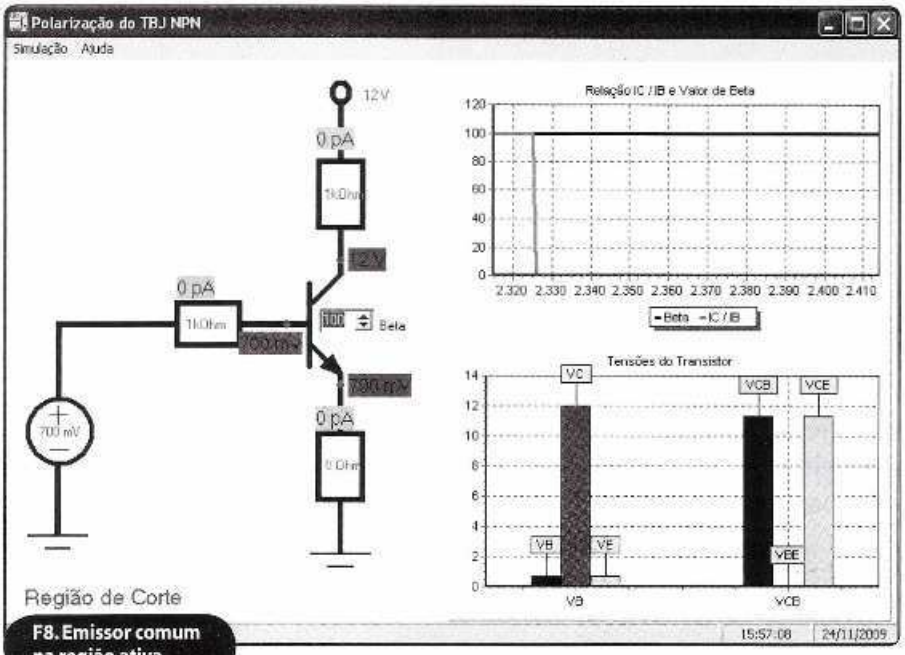
Para que o transistor entre em corte, basta que a fonte de tensão V_{BB} seja menor ou igual a 700 mV. Na **figura 7** pode ser visto o transistor em corte.

Para constatar que o transistor está em corte, basta perceber que as correntes do transistor estão com valores nulos.

A corrente da base, que é calculada pela eq 13, assume o valor mostrado na eq 15:

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_B} = \frac{0,7 - 0,7}{1k} = 0\ mA \quad (15)$$

Resulta, daí, que as correntes de coletor e emissor são nulas. Como não há correntes no circuito:



F8. Emissor comum na região ativa

$$I_B = I_C = I_E = 0 \text{ mA} \quad (16)$$

$$V_B = V_{BB} = 0,7 \text{ V}$$

$$V_C = V_{CC} = 12 \text{ V}$$

Emissor comum na região ativa

A **figura 8** ilustra o transistor funcionando na região ativa.

Constata-se que o transistor está na região ativa através das linhas coincidentes do gráfico das correntes e através da tensão entre coletor e emissor, que não são nulas. Para verificar se o transistor está saturado, usa-se a eq 12, resultando na eq 17:

$$I_{C(MAX)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{12}{100} = 120 \text{ mA} \quad (17)$$

A seguir, calcula-se a corrente da base, através da eq 13, resultando:

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_B} = \frac{5 - 0,7}{10k} = 0,43 \text{ mA} \quad (18)$$

Através da corrente da base e do ganho de corrente, pode-se calcular a corrente do coletor, através da eq 14, resultando:

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 0,43 = 43 \text{ mA} \quad (19)$$

Como $I_C < I_{C(MAX)}$, constata-se que o transistor está saturado. Logo, a corrente do coletor é I_C= 43 mA, visto na **figura 8**.

Conclusões

O software de simulação computacional apresentado ajuda o estudante de eletrônica no estudo da polarização do transistor do tipo TBJ-NPN.

Projetado para realizar análises de diversas configurações e para informar sobre a região de trabalho em que o transistor se encontra, o software TBJ-NPN mostra, a todo instante, informações relevantes para o estudante.

Além disso, a simplicidade em configurar os parâmetros do circuito em qualquer momento da simulação ajuda o usuário a perceber os efeitos das variações de cada parâmetro em todo o circuito. *T*

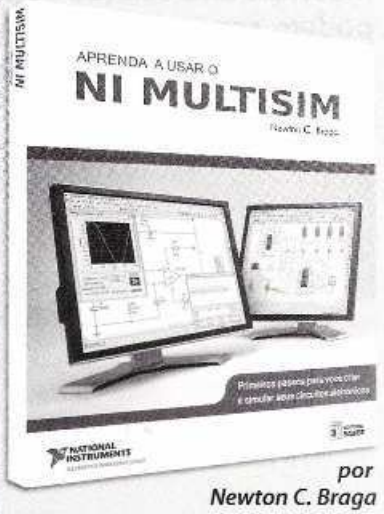
Referências

Aprenda Delphi em 21 Dias.
Kent Reisdorph. Editora Campus.

Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos.
Robert Boylestad e Louis Nashelsky. Editora Prentice-Hall.

Loja Virtual

O caminho para ser um profissional melhor começa aqui!



por
Newton C. Braga

O NI Multisim é indispensável ao desenvolvedor de circuitos eletrônicos. Este livro passa pelos primeiros passos para quem precisa se familiarizar com o software. É um programa tanto para os iniciantes e estudantes, como para os profissionais que desejam dominar um software de grande potencial para a criação de projetos em sua empresa; é o primeiro simulador de circuitos interativo do mundo. Não é preciso ser um especialista em SPICE para poder usá-lo.

Pedidos: (11) 2095-5330
www.novasaber.com.br

Circuitos 4093

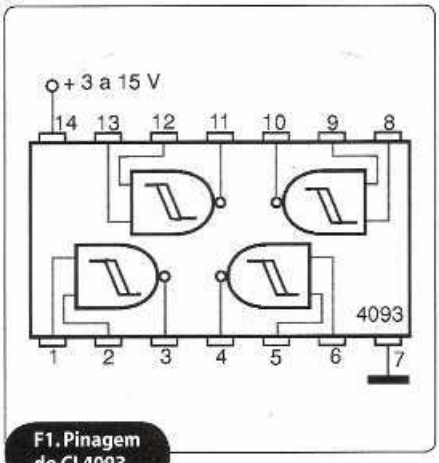
Desta vez, explorando as incríveis capacidades do circuito integrado CMOS 4093, fornecemos mais uma seleção de projetos básicos que podem servir de base para montagens mais sofisticadas. Os circuitos foram aproveitados do livro do autor "CMOS Projects and Experiments", publicado nos Estados Unidos.

Newton C. Braga
www.newtoncbraga.com.br

O circuito integrado 4093, como todos devem saber dada a quantidade de projetos que publicamos com esse componente, consiste em 4 portas NAND disparadoras que podem ser usadas separadamente, e tem a pinagem mostrada na **figura 1**.

Essas portas podem funcionar com tensões de 3 a 15 V e sendo configuradas na função lógica original, como inversores, amplificadores digitais e osciladores até uns 10 MHz.

Damos, a seguir, uma interessante seleção de circuitos básicos usando esse componente.



F1. Pinagem do CI 4093

Oscilador Controlado por Toque

A frequência do oscilador ilustrado na **figura 2** depende a resistência dos dedos da pessoa que toca no sensor X_1, e do valor do capacitor C_1.

O potenciômetro P_1 também permite fazer o ajuste dessa freqüência numa certa faixa de valores.

O circuito não deve ser alimentado por fonte sem isolamento (sem transformador) sendo o ideal pilhas ou bateria. O transdutor é cerâmico de alta impedância.

omo sensor, use duas chapinhas de metal que devem ser tocadas separadamente, ou dois fios que podem ser seguros um em cada mão ou por duas pessoas. Neste caso, o oscilador entrará em funcionamento quando as pessoas se tocarem.

A montagem pode ser implementada com facilidade numa pequena matriz de contactos.

Lista de Materiais 1

- CI_1 – 4093 – circuito integrado CMOS
- X_1 – Sensor de toque – ver texto
- X_2 – Trasdutor piezoelétrico de alta impedância
- R_1 – 10 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
- P_1 – 1 MΩ – potenciômetro
- C_1 – 1,2 a 2,2 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 – 100 uF x 12 V – capacitor eletrolítico

Diversos
Matriz de contactos, pilhas, fios, etc.

Oscilador Controlado por Toque – II

Uma configuração um pouco diferente da anterior, destinada a um oscilador controlado por toque, é apresentada na **figura 3**.

Nesse circuito duas portas do 4093 são configuradas de modo a formar um oscilador onde a frequência depende da resistência entre X_1 e do capacitor C_1.

O transdutor novamente deve ser do tipo piezoelétrico de alta impedância e a alimentação deve ser feita por pilhas ou bateria.

O sensor é feito da mesma forma que na versão anterior, alertando que não se deve usar fonte sem isolamento da rede de energia.

Pisca-LED Alternado com Ciclo Ativo

O que o circuito da **figura 4** faz é piscar de modo alternado dois LEDs, com o controle do ciclo ativo através de dois potenciômetros.

Lista de Materiais 2

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **X_1** – Sensor – ver texto
- **X_2** – Transdutor piezoelétrico de alta impedância
- **R_1** – 10 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
- **C_1** – 1,2 a 2,2 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- **C_2** – 100 uF x 12 V – capacitor eletrolítico

Diversos:
Matriz de contatos, suporte de pilhas, pilhas ou bateria, fios, solda, etc.

Lista de Materiais 3

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **LED1, LED2** – LEDs comuns
- **P_1, P_2** – 1 MΩ – potenciômetros
- **R_1, R_2** – 10 kΩ x 1/8 W – resistores – marrom, preto, laranja
- **R_3, R_4** – 470Ω (5 e 6 V) ou 1 kΩ (9 e 12 V) x 1/8 W – resistores
- **C_1, C_2** – 10 µF a 470 ΩF x 12 V – capacitores eletrolíticos
- **C_3** – 100 µF x 12 V – capacitor eletrolítico

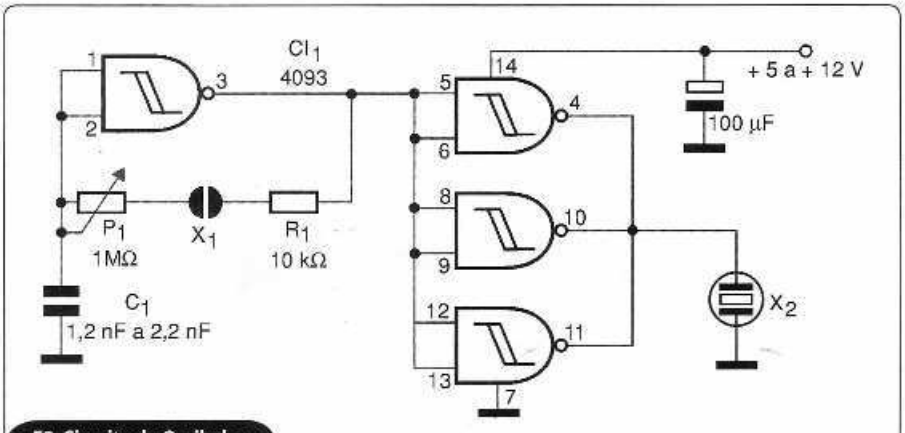
Diversos:
Placa de circuito impresso ou matriz de contatos, suporte de pilhas, pilhas ou bateria, fios, solda, etc.

O ciclo ativo é o tempo em que cada LED permanece aceso. Através dos dois potenciômetros é possível atuar sobre o tempo de acendimento de cada LED e com isso também atuar sobre a freqüência das piscadas.

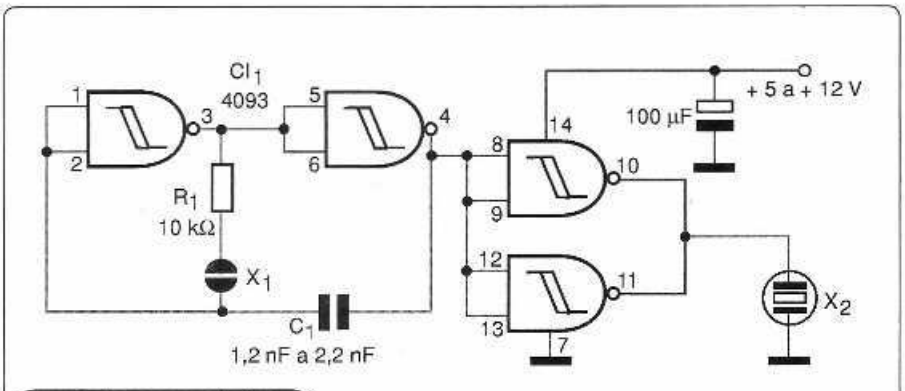
A faixa de frequências e de ciclos ativos é determinada pelos valores de C_1 e C_2. O circuito pode ser alimentado por tensões de 5 a 12 V e os resistores limitadores de corrente dos LEDs são dependentes dessas tensões.

LEDs comuns ou bicolores podem ser empregados, e para maiores potências controladas, sugerimos etapas de potência com transistores ou outros componentes ativos.

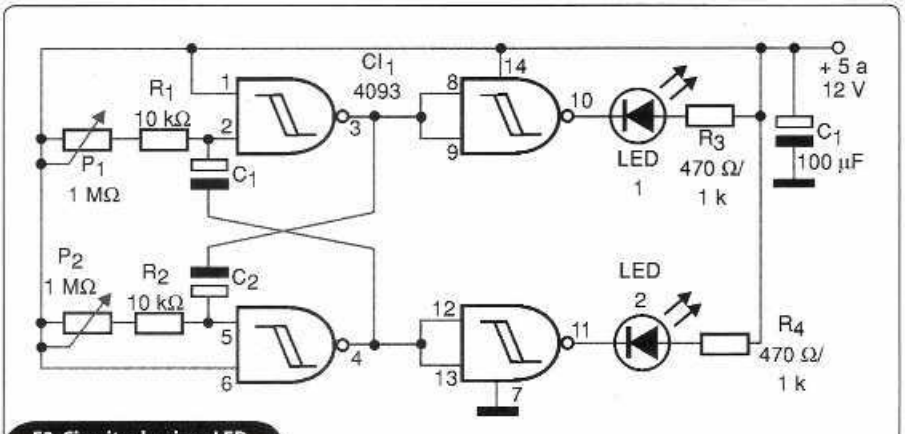
O circuito também pode ser usado para controlar dois osciladores gatilhados com o próprio 4093, caso em que o



F2. Circuito do Oscilador controlado por toque



F3. Circuito do 2º Oscilador controlado por toque (II)



F3. Circuito do pisca-LED alternado

leitor poderá projetar uma interessante sirene de dois tons.

Lâmpada Temporizada

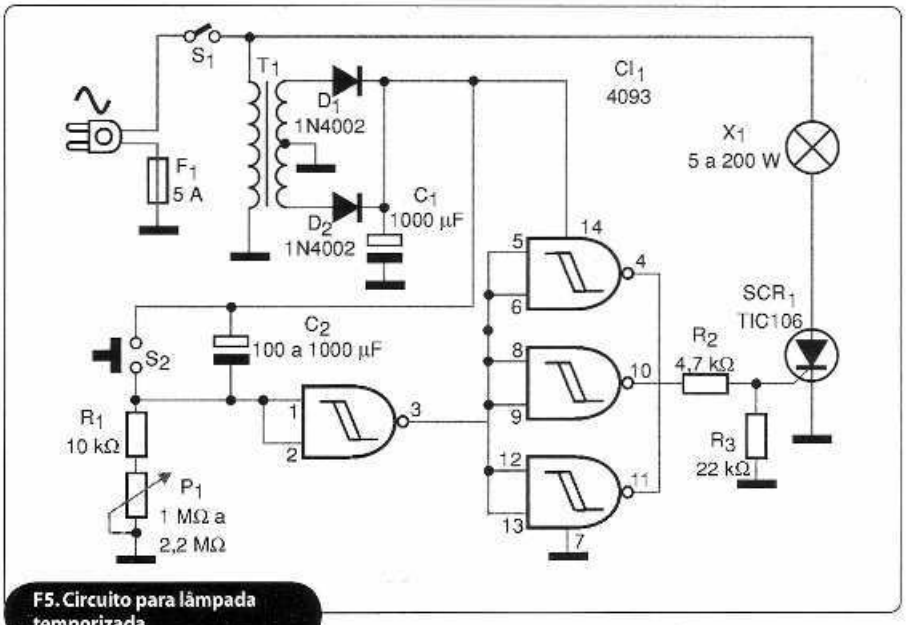
O circuito final mostrado nessa seleção é de uma lâmpada incandescente temporizada de alta potência. O circuito é mostrado na **figura 5.**

Esse circuito tem um setor de alta tensão que corresponde ao acionamento da lâmpada através de um SCR e um setor de baixa tensão para a alimentação do circuito integrado.

Veja que, apesar desses circuitos terem um terra comum, a alta tensão do setor do SCR na realidade "não passa" para o setor de baixa tensão, mantendo assim a integridade do circuito integrado CMOS.

Quando o interruptor de pressão é pressionado, ele descarrega C_2. Com a descarga, a saída das três portas NAND ligadas em paralelo do 4093 vão ao nível alto disparando o SCR. Com isso a lâmpada acende.

Tão logo deixemos de pressionar S_2, o capacitor se carregará lentamente,



F5. Circuito para lâmpada temporizada

numa velocidade ajustada em P_1. À medida que o capacitor se carrega, cai a tensão no CI até o momento em que ocorre a comutação, e com isso a saída das três portas voltam ao nível baixo, desligando o SCR.

Convém observar que, com o uso de um SCR temos o controle de meia onda, o que faz com que a lâmpada não se mantenha acesa com o brilho máximo. Caso o leitor deseje um controle de onda completa, poderá acrescentar ao circuito uma ponte retificadora conforme indica a **figura 6.**

Não devem ser usadas também lâmpadas que não sejam incandescentes, uma vez que o circuito é indicado apenas para cargas resistivas.

O SCR deve ser dotado de dissipador de calor. O sufixo será B, se a rede for de 110 V, e D, se a rede for de 220 V. A potência máxima controlada para o SCR indicado é da ordem de 200 W.

O intervalo máximo de temporização obtido chega perto de 1 hora, mas deve ser usado um capacitor de excelente qualidade para que as fugas eventuais não afetem a temporização.

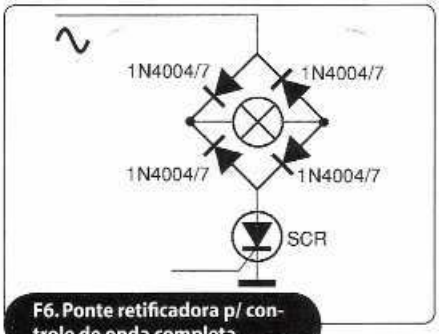
Para uma temporização "inversa", basta trocar de posição S_2/C_2 com P_1/R_1, veja exemplo na **figura 7.**

Nesse caso, a lâmpada apaga quando S_2 for pressionado para voltar a acender no final da temporização ajustada.

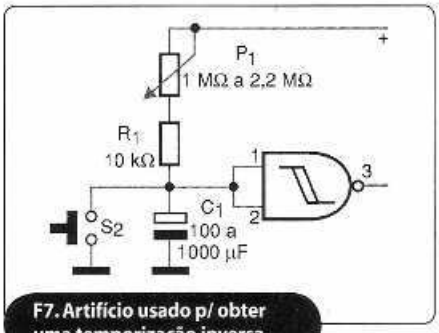
Lista de Materiais 4

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **D_1, D_2** – 1N4002 – diodos retificadores
- **SCR_1** – TIC106B(D) – diodo controlado de silício
- **T_1** – Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 9 + 9 V x 200 mA ou mais
- **C_1** – 1000 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- **C_2** – 100 µF a 1 000 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
- **R_1** – 10 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
- **R_2** – 4,7 kΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, vermelho
- **R_3** – 22 kΩ x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, laranja
- **X_1** – lâmpada incandescente de 5 a 200 W
- **S_1** – Interruptor simples
- **S_2** – Interruptor de pressão NA
- **F_1** – Fusível de 1 A

Diversos:
Placa de circuito impresso, caixa para montagem, radiador de calor para o SCR, botão para o potenciômetro, cabo de força, suporte para o fusível, soquete para a lâmpada, fios, solda, etc.



F6. Ponte retificadora p/ controle de onda completa



F7. Artifício usado p/ obter uma temporização inversa

Conclusão

Os circuitos exibidos em muitos casos são básicos, podendo ser modificados para atender a outros tipos de necessidades do leitor.

De fato, na maioria dos casos, os componentes podem ser alterados numa faixa muito ampla de valores. Apenas deve-se ter em mente os limites suportados pelos componentes, em especial o 4093, que é bastante sensível.

Começando a programar um CLPIC

Esta ferramenta de desenvolvimento criada pela Cerne Tecnologia traz de uma forma simples um método tanto didático como profissional, com maneiras diferentes de automatizar processos utilizando o PIC.

Renato Paiotti

Como em qualquer profissão, por mais específica que ela seja, um profissional tende sempre a ter mais habilidade em um determinado item, para ser mais claro, temos diversos tipos de engenheiros da construção civil, mas uns sabem construir melhor pontes, outros casas, e assim por diante.

Na eletrônica isso não é diferente, principalmente depois do aparecimento dos microcontroladores, e assim temos os engenheiros eletrônicos analógicos e os eletrônicos digitais. É muito comum ver projetos onde a eletrônica analógica é impecável, mas o código-fonte do microcontrolador e as portas utilizadas jogam tudo por terra.

E também o contrário, onde ótimos projetos microcontrolados não duram uma semana de funcionamento por um dimensionamento errado da parte analógica do sistema. E como nos dias atuais criar um projeto sem que ele seja microcontrolado?

Pensando nos técnicos eletrônicos que conhecem a eletrônica analógica, mas ainda não conhecem a parte microcontrolada, ou que precisam de um projeto microcontrolado mas não sabem por onde começar, é que resolvi descrever um pouco mais esta ferramenta.

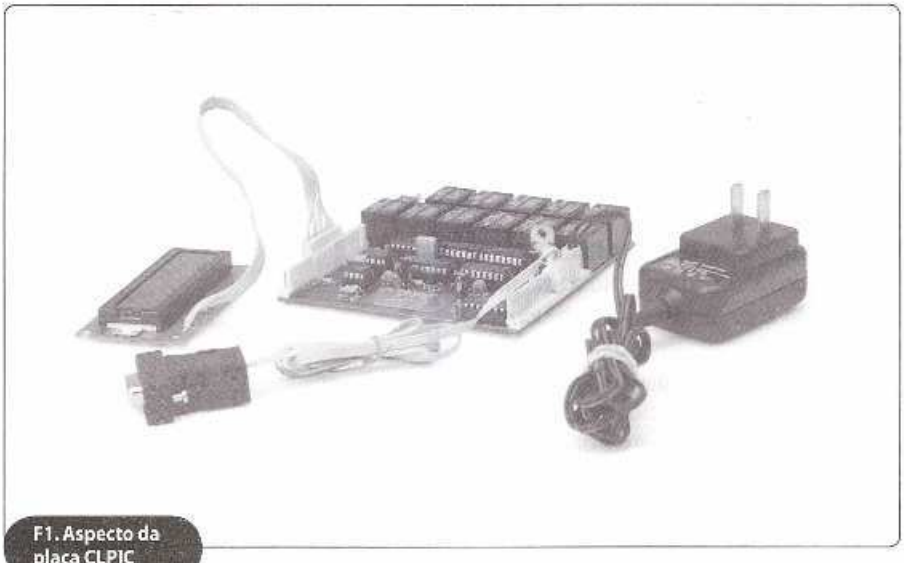
Criada com fins didáticos, ela foi sendo aperfeiçoada, saindo da versão 1001, que utilizei neste artigo, para a versão 1003. Ela pode ser utilizada para pequenas automações e controles.

A Ferramenta

O CLPIC é uma placa utilizando o PIC16F como controle de 12 relés internos, uma saída serial, uma saída paralela, entradas digitais, um *display* de 2 linhas, saída AD, PWM, DA e para dois LEDs. A alimentação é feita com uma simples fonte que vem junto com o *kit* (**figura 1**).

Com esta ferramenta é possível controlar ou acionar atuadores externos, como também receber sinais vindos de sensores, onde através da programação é possível indicar a distância em que eles se encontram, possibilitando assim calcular a velocidade em que os sensores estão (ou a que velocidade determinado objeto está somente calculando o tempo e o espaço dos sensores).

O kit vem com um CD de instalação da ferramenta de programação Auto-Easy. Particularmente achei a forma de programar bem simples, porém



F1. Aspecto da placa CLPIC

programação é algo que já conheço. Para o leitor que nunca programou, recomendo que leiam ou se informem sobre Lógica de Programação, aprender este conceito é fundamental para se ter bons códigos rodando de forma segura, principalmente quando programamos microcontroladores, onde cada transferência de bit pode retardar um processamento.

Abrindo o kit

Verifique se todos os itens estão em mãos: CD de instalação, fonte de alimentação, placa, cabo de comunicação com o PC, display e o PC ligado.

Comece conectando a fonte de alimentação à placa, esta conexão deve ser feita pelos pinos 5 e 6 da placa, conforme o desenho da **figura 2**. Depois conecte o cabo de comunicação RS-232 do PC nos pinos 9 a 11. A seguir, instale o display nos pinos 8 a 16.

Para um teste de funcionamento ligue na tomada o aparelho, sem conectar o PC: uma mensagem no display deverá aparecer, caso isso não aconteça reveja as conexões.

Desligue a placa da tomada e conecte o cabo de comunicação RS-232 ao computador.

Coloque o CD de instalação e instale no seu computador o programa AutoEasy, lembrando que o mesmo roda em Windows.

Para aqueles que desejam se familiarizar com o programa, sem ter que comprar o kit, o próprio fabricante disponibiliza a versão completa em seu *site* na seção *downloads* (**www.cerne-tec.com.br**).

Depois da instalação ligue a fonte da placa na tomada, novamente o display deverá acender com a mensagem padrão já gravada.

Começando a programar

Na **figura 3** temos a tela do programa, ele é parecido com o bloco de notas, mas com alguns botões a mais.

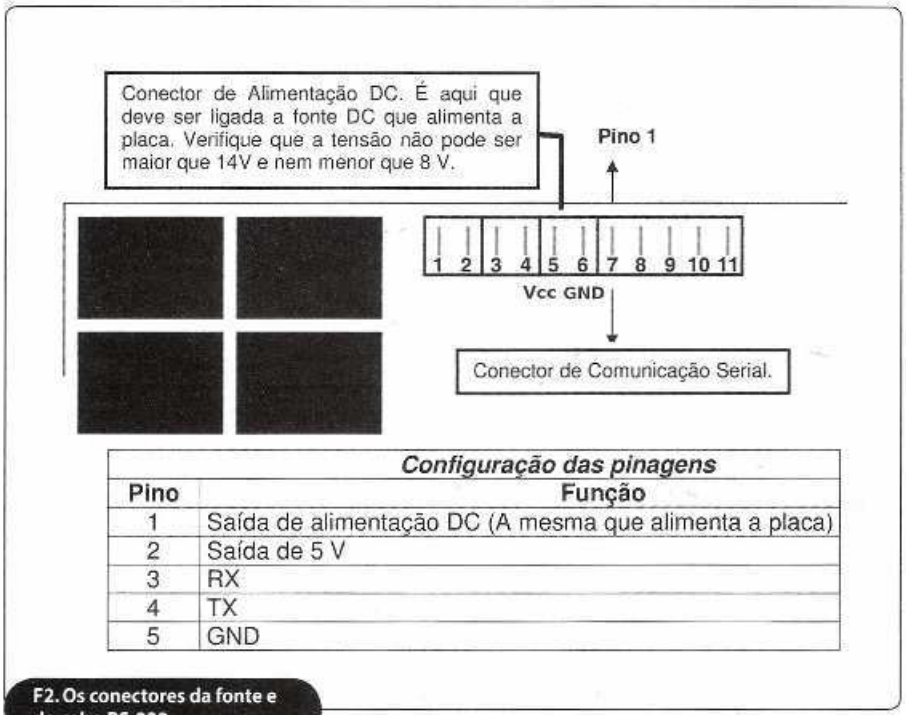
O interessante é que você não precisa ficar gravando o programa no CLPIC só para ver se ele funciona, o AutoEasy vem com um simulador da placa. Assim é possível testar o código antes de gravar no CLPIC, mas também pode-se fazer a gravação diretamente na hora da compilação.

No nosso primeiro programa faremos uma que irá apagar a mensagem padrão do display, ou qualquer mensagem que ela tenha na memória, e depois iremos escrever a hora atual com o comando time$, ficando assim:

```
cld
disp(1)("Porta")
disp(2)(time$)
```

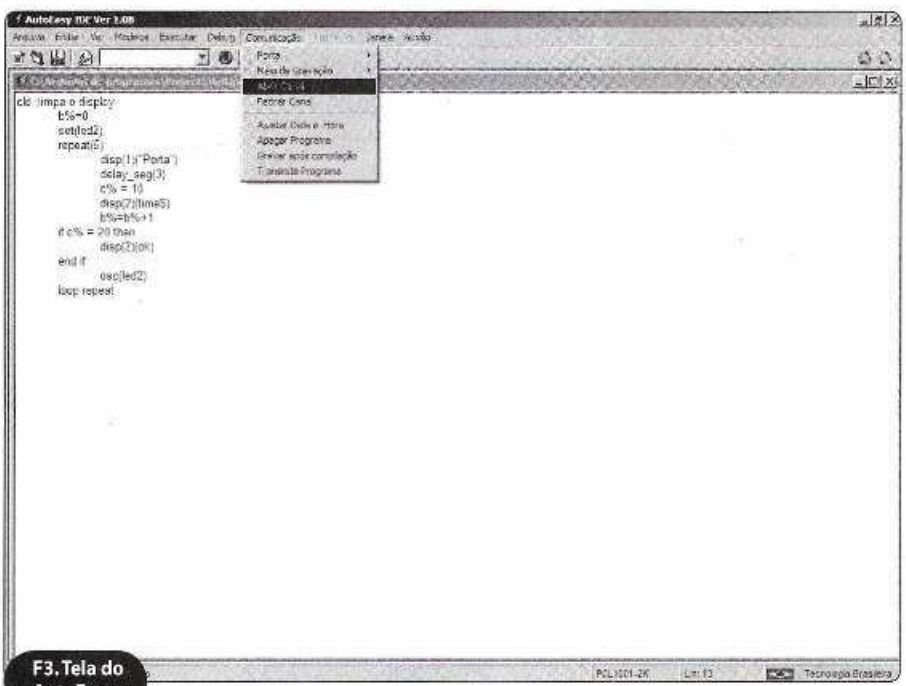
Notem que na primeira linha temos o comando "cld" que limpa o display.

Na segunda linha temos "disp" que aciona o display, "(2)" ativa alinha 2 e "(time$) que mostra a hora.



Configuração das pinagens	
Pino	**Função**
1	Saída de alimentação DC (A mesma que alimenta a placa)
2	Saída de 5 V
3	RX
4	TX
5	GND

F2. Os conectores da fonte e do cabo RS-232



F3. Tela do AutoEasy

É possível escrever outras frases no display, onde o comando ficaria assim: disp(1)(Olá Mundo).

Caso precise, é possível escrever na segunda linha utilizando o comando: disp(2)(Como Vai?).

Emulando o nosso primeiro programa, teremos como resultado a tela apresentada na **figura 4.**

Este código funciona somente uma vez, e quando desejarmos que um equipamento fique funcionando constantemente, coletando informações de diversos sensores, e somente parar quando uma determinada chave for acionada, deveremos adicionar no código-fonte um *loop*, que termina somente quando um evento for acionado, a este loop chamamos de controle de fluxo.

Como exemplo, veja o código abaixo onde o mesmo evento se repetirá cinco vezes por causa do comando "repeat(5)";

```
repeat(5)
 cld
 disp(1)(time$)
loop for repeat
```

A última linha indica ao microcontrolador que ele deverá voltar para a primeira linha e repetir os outros comandos mais quatro vezes. Porém para notar que a interação foi feita, vamos acrescentar um efeito visual com o comando "rotate display to right", e a cada ciclo o display irá mostrar as horas, uma casa para a direita. Assim a cada nova passada nos comandos que estão dentro do repeat(X), a linha 1 será apagada e reescrita, uma casa para a direita.

```
repeat(5)
        cld
        disp(1)(time$)
        rotate display to right
loop for repeat
```

Existem diversos outros tipos de controle de fluxo ou loop, cada um com a sua finalidade, mas a melhor escolha de qual controle de fluxo melhor atende ao seu projeto, irá depender de conhecimentos que só teremos com a prática, então deixo a dica para o leitor testar todos os possíveis controles de fluxo para ver qual atende melhor, qual tem a resposta mais rápida.

Lembrando que ao trabalharmos com controle de fluxo ou loop, é importante observar a lógica empregada para não termos o travamento do sistema, que acontece por falta de atenção, um exemplo que podemos usar com o mesmo código apresentado até agora é dado abaixo, onde o comando "Do/While" irá executar os comandos dentro dele até que a condição imposta pelo comando não seja atendida.

O próprio fabricante disponibiliza uma listagem em PDF dos comando do AutoEasy, neste manual o leitor encontra também alguns programas criados para o CLPIC.

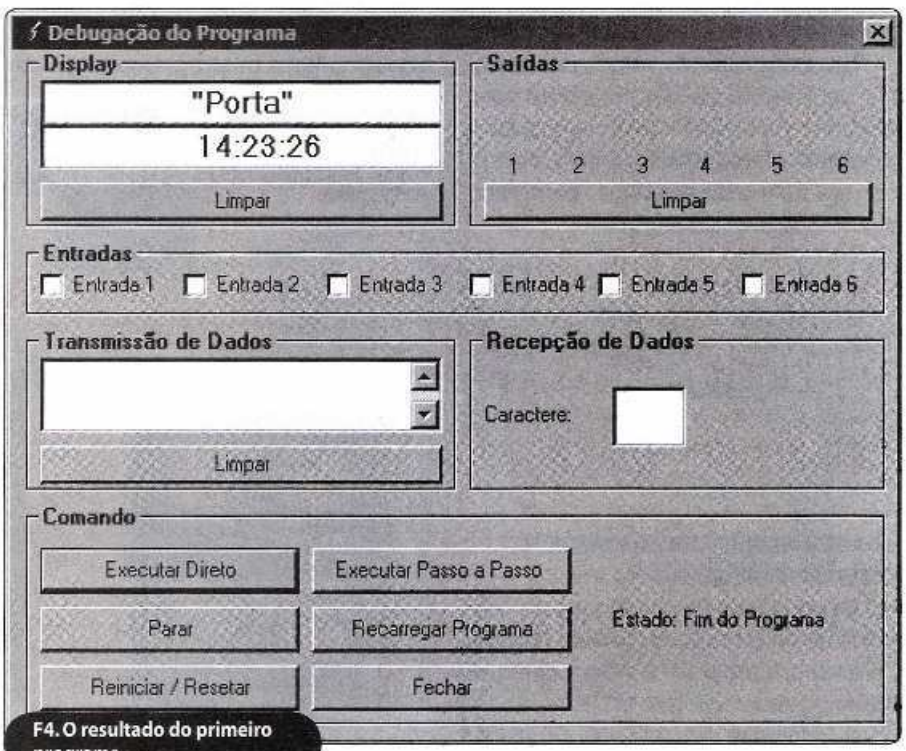
Enviando dados para a placa

Depois do código ser digitado e testado, precisamos enviar os dados para a placa. Como ela está conectada e ligada, precisamos pedir para o programa AutoEasy abrir uma conexão com a placa, para isto é preciso clicar no menu o item "Comunicação", depois em "Abrir Canal" (**figura 5**).

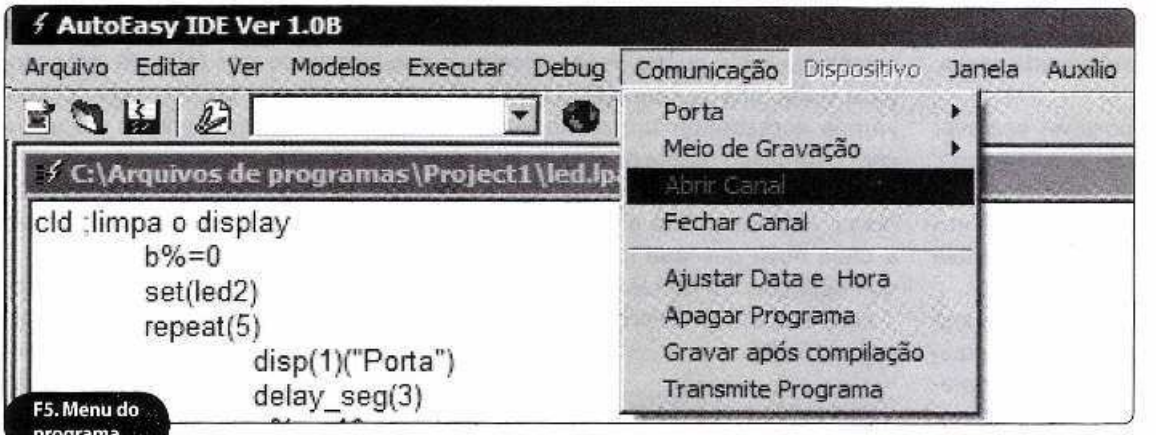
Após isso, volte a clicar sobre o item "Comunicação" e finalmente habilite o item "Gravar após compilação", assim que compilar o programa o envio dos dados será automático. Quando os dados estiverem sendo gravados, a tela do display voltará ao padrão original de fábrica, e segundos depois, ou minutos dependendo da quantidade de

Compilar o código-fonte

Qualquer dispositivo eletrônico reconhece e processa as informações através de sinais elétricos, o que chamamos de sinais digitais 1 e 0 (uns e zeros), programar passo a passo todos os eventos que um microcontrolador irá executar, inserindo as informações digitais 1 e 0 é quase impossível, digo quase porque pode ter alguém que tenha paciência e conhecimento suficiente para isso. Por este motivo, ao longo da história, os engenheiros desenvolveram programas que convertem frases com comandos específicos em código de máquina, a esta ação de converter estas frases em linguagem de máquina (zeros e uns) chamamos de compilação.
Então ao ouvir a frase "compilar o código-fonte", isso significa traduzir as linhas digitadas no código numa sequência de bits que o microcontrolador possa entender.



F4. O resultado do primeiro programa



F5. Menu do programa

comandos a serem gravados, o display começará a apresentar os resultados do programa recém-gravado.

Quando criamos variáveis ou trabalhamos com LEDs no código-fonte, o programa AutoEasy possui emuladores para eles também, veja na **figura 6**, onde temos o resultado de um código-fonte em que um LED é aceso e utilizamos de variáveis com estes resultados sendo alterados constantemente.

Lendo dados externos

Como relatado neste artigo, a placa reconhece sinais externos (sensores, chaves, etc). Se enviarmos sinais para a placa, ela segundo a sua lógica armazenada no CLPIC tomará as devidas ações como abrir porta, fechar válvulas, etc.

No código abaixo, temos um exemplo de entrada de dados , onde se a entrada 3 da placa for ativada, o display mostrará a frase "Chave 5 on!", espera por um tempo de 1000 ms, para finalmente limpar o display.

```
if switch(5) then
        cld
        disp(1)(Chave 5 on!)
        delay_ms(1000)
        cld
end if
```

Trabalhando com o tempo do microcontrolador

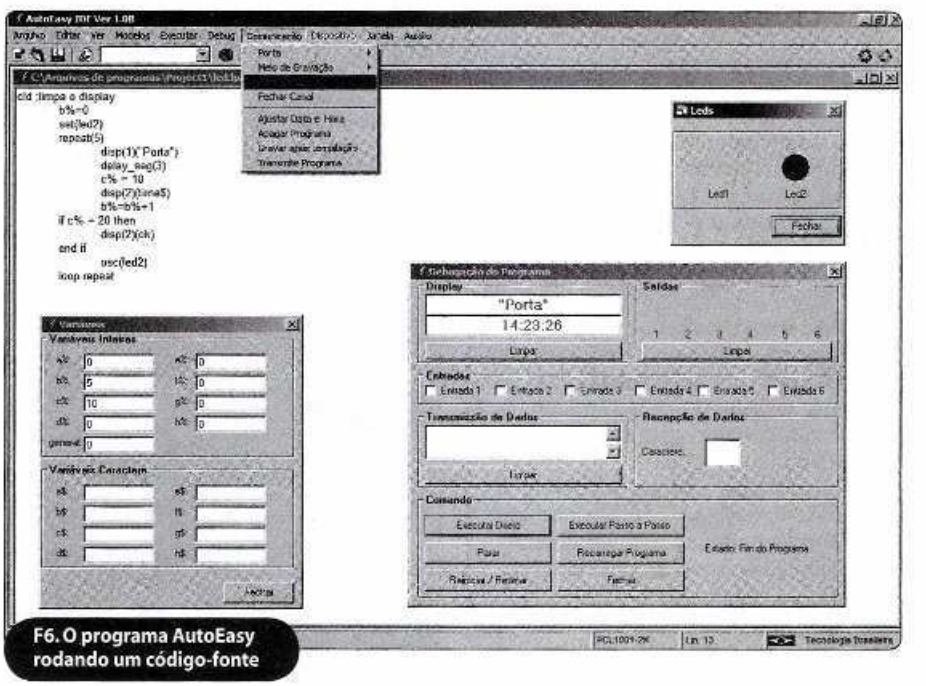
Dependendo da quantidade de controles de fluxos utilizados e de variáveis utilizadas, o programa poderá demorar muito ou ser muito rápido, a ponto de você nem ver o que ocorreu. Caso isto aconteça, o AutoEasy tem uma função chamada "delay", este delay poder ser em milissegundos (delay_ms), ou em segundos (delay_seg). Além do comando delay é possível utilizar o comando "pause", que conta o tempo colocado entre os parenteses em segundos, no caso pause(6), teremos uma pausa na execução do programa em 6 segundos.

Conclusão

Minha intenção neste artigo teve dois motivos: um de apresentar um novo kit de programação, o outro foi apresentar um meio de como programar um microcontrolador ou um kit como este, e espero ter conseguido.

Mais uma vez volto a lembrar que boas condutas de programação levam um projeto ao sucesso, por isso, antes de optar por qualquer linguagem ou ferramenta de programação, aprenda lógica de programação, depois qual microcontrolador será melhor para o seu projeto, envolvendo conhecimento eletrônico e não tanto de programação, pois quem sabe programar um microcontrolador, não terá tantos problemas em programar outro tipo ou família.

Com a placa, mesmo tendo como finalidade a parte didática, podemos fazer pequenas automações, o apresentado aqui é uma introdução ao CLPIC. Se pudesse fazer uma comparação diria que mostrei como entrar no carro e dar a partida, mas ainda falta uma boa parte do que o CLPIC pode oferecer.



F6. O programa AutoEasy rodando um código-fonte

Funcionamento e Recuperação da Válvula Magnetron

Francisco Bezerra Filho

O perfeito conhecimento do funcionamento do magnetron facilita, em muito, a tarefa dos técnicos que trabalham na manutenção de fornos de microondas, não esquecendo que é a peça mais cara do forno, além disso, ela é importada, sendo difícil de ser encontrada no mercado local, daí a importância em tentar recuperá-la.

O magnetron é uma válvula termoiônica, em função disso, o seu funcionamento não é muito familiar para a maioria dos técnicos, principalmente para os novatos, daí a importância deste artigo.

Na sequência é dado todo o funcionamento, assim como os procedimentos de testes, tanto estático com o dinâmico, visando determinar o seu estado de funcionamento. Pelo fato do magnetron ser uma válvula, na descrição vista a seguir, vamos referir-nos sempre a "ela"

Formação da magnetron

A magnetron apresenta uma formação bastante simples, sendo composta basicamente por seis partes; um filamento, uma placa, um conjunto de cavidades, dois ímãs, uma antena ou casquete, e por diversas aletas, como se vê na **figura 1**. A função das aletas é auxiliar na remoção do calor, gerado pela magnetron, transferindo-o dela para o meio ambiente. A magnetron é formada na realidade somente pelo filamento e pela placa, as demais partes são consideradas acessórios auxiliares. O filamento tem dupla função; ao mesmo tempo que aquece, também funciona como catodo, isto é, emite elétrons, que são atraídos pela tensão positiva da placa, veja a **figura 2**. Para poder exercer essa dupla função; o filamento recebe um banho de um material que contém elétrons livres, aumentando a sua capacidade de emitir elétrons. A magnetron apesar de ser um simples diodo, também exerce as funções de oscilador e de amplificador:

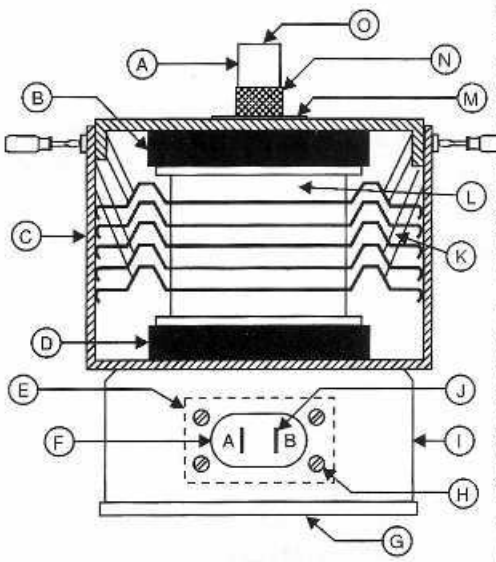
- Como oscilador: tem dentro dela um conjunto de cavidades ressonantes, onde cada uma delas equivale a um circuito ressonante, gerando um sinal de alta frequência, conforme mostra a **figura 3**.
- Como amplificador: em volta dela há dois ímãs na forma de anéis, que faz com que os sinais gerados pelas cavidades sejam amplificados para uma potência acima de 700 W.

Funcionamento da magnetron

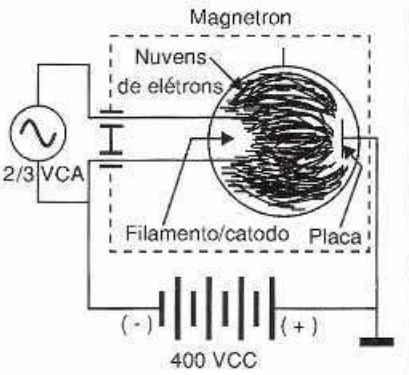
A função da válvula magnetron é converter a energia da rede elétrica em um sinal de radiofrequência (RF) de alta potência, com um feixe de ondas, na saída, altamente concentrado. O seu funcionamento se baseia na emissão de elétrons do catodo para a placa, só que, antes de atingir a placa, o feixe passa por um conjunto de cavidades ressonantes, sob o efeito de um forte campo magnético gerado pelos ímãs, que faz os elétrons vibrarem em alta frequência, como se vê na figura 1. Toda a teoria de funcionamento do forno, assim como a sua concepção, estão baseadas neste componente.

O projeto do forno como ele é atualmente (compacto e leve, podendo ser colocado em qualquer lugar da cozinha), só foi possível graças a simplicidade e facilidade que a magnetron oferece. Sem ela, o projeto seria inviável. Em função disso, a magnetron é vista com sendo peça principal, sendo considerada o coração do forno, pois se ela for alimentada corretamente, apesar de ser um simples diodo, é capaz de gerar um sinal de RF, operando na faixa de micro-ondas e fornecer uma potência útil na saída superior a 700 W, nesta frequência.

O princípio de cozimento dos alimentos por sinais de RF, operando na faixa de micro-ondas, se baseia no movimento vibratório das moléculas de água. Assim a frequência de 2,45 GHz*, onde o forno opera, não foi escolhida



F1. Vista detalhada da magnetron com todos os seus acessórios



F2. Esquema elétrico equivalente da magnetron e a sua polarização/alimentação

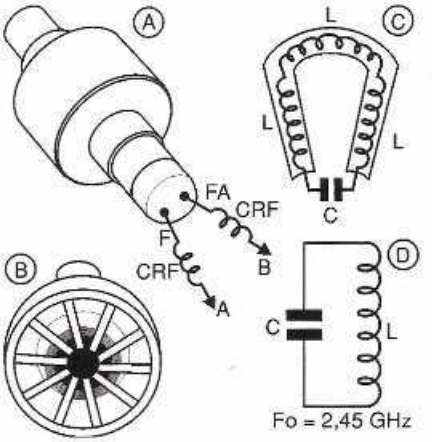
por acaso, mas sim, em função da frequência de ressonância ou de vibração das moléculas de água (H_2O).

Quando um feixe de micro-ondas incide sobre um alimento contendo líquidos (água, óleo ou açúcar) as moléculas do líquido vibrarão com maior intensidade nesta frequência, aumentado a liberação de calor no interior do alimento, provocando seu cozimento.

Este fenômeno pode ser melhor observado, colocando-se dentro do forno dois copos de vidro, um contendo água e outro vazio. O copo vazio por não conter líquido, não irá se aquecer, sua temperatura se manterá inalterada. Já o copo com líquido irá se aquecer, não devido ao feixe de RF que incide sobre ele, mas pela propagação do calor da água para o vidro.

Por outro lado, se a frequência emitida pela magnetron variar, aumentando ou diminuindo em relação a seu valor nominal de 2,45 GHz, mesmo emitindo a mesma potência de RF, as moléculas do líquido param de vibrar e os alimentos não irão esquentar, pois como vimos, as moléculas de água só vibram em uma frequência determinada, ou seja, em 2,45 GHz. Apesar de que a frequência gerada pela magnetron, praticamente não sofre variação, pelo fato do corpo dela ser de cobre sólido com baixo coeficiente de dilatação. Mesmo que sua temperatura varie entre (20 a 150) °C, os valores dos elementos "L" e "C", da cavidade (que determinam a frequência, como visto na figura 3 B e C), não sofrem qualquer alteração. Como isso, a frequência mantém-se constante dentro dessa gama de variação da temperatura.

Dentro da blindagem inferior da magnetron há dois choques de radiofrequência (CRFs), ligados em série com o filamento, observe a **figura 4**. Na figura, a blindagem está representada pela linha pontilhada. A função dos CRFs é de evitar que os sinais de micro-ondas,



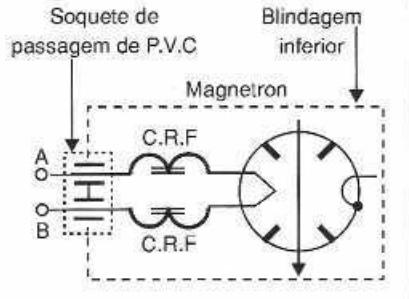
A) Corpo da magnetron (de cobre sólido).

B) Magnetron cortada ao meio, vendo-se as cavidades ressonantes no seu interior, em um total de dez.

C) Vista ampliada de uma das cavidades; sendo que o comprimento representa a parte indutiva "L" e a abertura a parte capacitiva "C".

D) O circuito ressonante paralelo, equivalente a uma das cavidades.

F3. Vista interna da magnetron e circuito paralelo equivalente



F4. Blindagem inferior. Chokes de RF ligados em série com o filamento

gerados pela cavidade que estão dentro da magnetron, escapem através do filamento, propagando-se pela rede. Os CRFs são importantes na prevenção da saúde, pois se houver escape de sinais de micro-ondas, de nível muito elevado, poderá provocar câncer de pele, portanto, eles não devem ser eliminados.

A faixa de micro-ondas atual começa no início da faixa de SHF, faixa essa que vai de (3-30) GHz. Hoje, o nosso forno opera um pouco abaixo do início dessa faixa, portanto, fora da faixa de micro-ondas. O que ocorre é que, na década de 50, época do desenvolvimento do forno, a faixa de micro-ondas começava no início da faixa de UHF (300-3000) MHz. Em razão disso, o forno atual não passa de um simples forno de aquecimento por RF. Por outro lado, a palavra "micro-ondas" pela qual nosso forno ficou conhecido, refere-se a uma faixa de frequência onde ele opera, melhor dizendo, operava.

Vida Útil

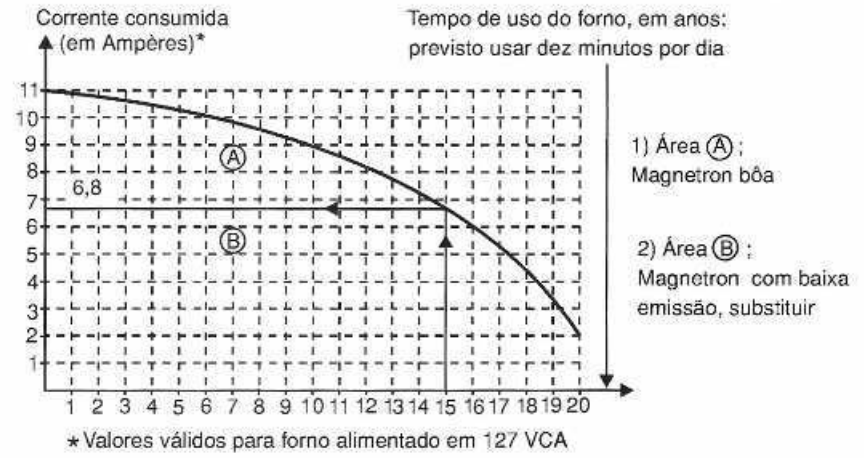
A magnetron é do tipo termoiônico, ou seja, os elétrons são emitidos por agitação térmica, devido ao aquecimento do filamento, formando uma nuvem em volta do filamento, observe a figura 2. Ao mesmo tempo em que os elétrons são liberados pelo filamento, eles são atraídos pelo potencial positivo da tensão de alimentação da placa, fornecida pela fonte VCC, com um potencial de 4000 V.

Quando a válvula é nova, a emissão de elétrons pelo filamento é máxima (100%), mas à medida que o forno vai sendo usado, a emissão diminui gradativamente até cair abaixo de um valor mínimo, considerado normalmente em torno de 20% da potência inicial. Há duas maneiras práticas de avaliar-se o grau de emissão ou vida útil da magnetron.

Uma delas é medindo com um termômetro de vidro o grau de elevação da temperatura da água colocada dentro do forno, mas esse método tem se mostrado muito impreciso, por isso, não é mais usado. Uma outra forma é através da medição da corrente consumida pela magnetron durante a operação. Este segundo método é simples de ser executado e mais preciso e confiável que o primeiro. Dependendo do valor da corrente medida, temos uma ideia de quanto ainda podemos usá-la, ou seja, de quando resta de vida útil à valvula magnetron. Para determinar a corrente consumida, devemos proceder da seguinte maneira:

- Colocar, dentro do forno, um copo de vidro com água.
- Conectar um amperímetro-alicate na escala de corrente alternada (CA) em um dos fios que alimenta o primário do transformador de alta tensão.
- Selecionar o valor de fundo de escala do medidor para um valor de corrente em torno de 20 A.
- Programar o forno para potência máxima (100%) e um tempo de cozimento de 1 minuto, e ligar o forno.
- Se a corrente consumida pelo forno for maior ou igual a 6,8 A, durante a operação, caindo na área "A" (**figura 5**), significa que a magnetron está boa, podendo ser usada por mais tempo.
- Se a corrente consumida ficar abaixo de 6,8 A, caindo na área B, significa que a magnetron está com baixa emissão ou seja, está fraca, devendo ser substituída.

Esse valor de corrente (6,8 A) é válido para fornos alimentados em 127 VCA, para fornos alimentados em 220 VCA a corrente de referência é bem menor, em torno de 4,2 A.



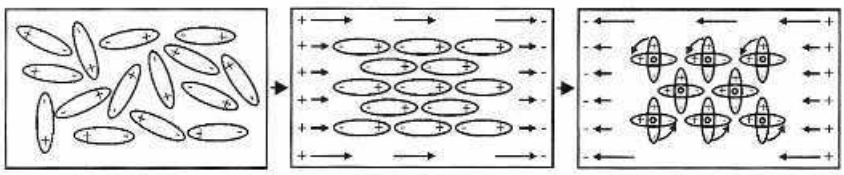
F5. Gráfico da vida útil da magnetron em função da corrente consumida e do tempo de uso do forno como aplicação doméstica

Por outro lado, o gráfico da figura 5 é válido para forno de uso doméstico, onde é previsto um uso médio diário de 10 minutos. Quando o forno é usado para fins comerciais (restaurante ou indústria), onde é usado por um longo período, a vida útil da magnetron é bem menor. Podemos observar através desse gráfico que a magnetron, quando usada de maneira correta tem, em média uma vida útil de 15 anos.

Carga do Forno

Quando o forno é posto em operação, a magnetron emite para dentro da cavidade um nível de potência muito elevado, chegando em alguns casos a 900 W, na forma de energia ondulatória ou vibratória. Toda essa energia deve ser absorvida dentro do forno, usando-se para isso um meio físico, podendo ser um líquido, preferencialmente a água.

Assim, se for colocado dentro do forno um copo com água, esse irá converter a energia ondulatória em energia térmica. Isso pode ser melhor observado através da elevação da temperatura da água, pois se a energia emitida pela magnetron não for totalmente convertida, ou seja, absorvida pela carga colocada dentro do forno,



F6. Estado das moléculas de água em função da incidência do feixe de micro ondas

no nosso exemplo a água, a parte excedente voltará para o ponto onde foi gerada, o bico da magnetron, sendo novamente enviada para dentro do forno, sendo esse processo repetido infinitamente.

Esse vaivém de energia faz surgir ondas estacionárias dentro do forno que provocam (na forma de picos) o surgimento de uma alta tensão no bico da magnetron, aumentando a tensão neste ponto, indo de 4 kV para 20 kV ou mais.

Esse aumento de tensão irá romper a isolação existente entre o bico da magnetron e a carcaça do forno provocando descarga elétrica na forma de chispa ou faiscamento, provocando um estouro dentro do forno. Se esse escape não for contido a tempo, poderá provocar dois problemas: danificar a magnetron, principalmente o bico, ou furar a cavidade do forno.

Por isso nunca devemos usar o forno sem nada dentro, devemos colocar um copo com água (usada como carga ou meio absorvente de energia). Por esse mesmo motivo, os técnicos devem orientar a dona-de-casa na hora de usar o forno para esquentar um alimento que contenha pouco líquido (um prato de comida, por exemplo), a colocar ao lado do prato um copo com água para absorver o excedente de energia não absorvida pelo alimento. Se isto não for feito, com o uso contínuo do forno, a magnetron poderá ser danificada ou a cavidade do forno, pois ela vai esquentar muito, em consequência, poderá trincar os ímãs, além de danificar também a cavidade, provocando nela furos principalmente na região próxima ao bico da magnetron. Em alguns casos, também poderá ocorrer a queima da pintura próximo a essa área.

Efeito das moléculas bipolares

Para entendermos como o calor é gerado no interior dos alimentos a serem cozidos quando excitados por um feixe de micro-ondas, devemos saber primeiro que os alimentos são formados por moléculas, principalmente os líquidos (água).

As moléculas são polarizadas, ou seja, um extremo é positivo e o outro é negativo, daí o nome de moléculas bipolares.

Na ausência do campo, as moléculas contidas nos alimentos ficam dispostas de maneira desordenada. Veja a **figura 6 A.**

Quando os alimentos são submetidos à ação de um campo eletromagnético de alta intensidade, as moléculas são orientadas de maneira que suas polaridades fiquem apontadas na mesma direção, como exibido na **figura 6 B**. As moléculas invertem de polaridade com a mesma velocidade que o campo eletromagnético muda a sua polaridade.

O feixe da micro-ondas que gera o campo magnético, que por sua vez vai orientar as moléculas, faz com que invertam de polaridade em alta velocidade girando em torno do seu eixo (**figura 6 C**), chocando-se umas com as outras (os seus extremos) gerando calor por atrito entre elas.

Concluímos assim, que o feixe de micro-ondas que incide sobre os alimentos não contém nenhuma energia calorífica, agindo como um simples agente estimulador. São as moléculas contidas nos alimentos, principalmente as de água, que realmente geram o calor.

Tensão do filamento

Na hora de substituir a magnetron, o técnico deve ficar atento para o problema da tensão de alimentação do filamento. É que no mercado há dois tipos de magnetrons, sendo uma fabricada para operar com tensão de filamento de 3 V e outra para operar com tensão de 2 V.

Por sua vez, os fabricantes de fornos, indiferentemente usam, tanto uma como a outra, isso só depende de qual delas está disponível no mercado.

Por exemplo, os fornos da marca PANASONIC usam magnetron com tensão de filamento de 3 V, tanto ela como o transformador de alta tensão (T.A.T.), como se vê na **figura 7 A.** Já os fornos da marca SAMSUNG, usam magnetron com tensão de 2 V, tanto ela como o transformador, **figura 7 B**, o mesmo acontecendo com outras marcas de fornos. Por essa razão, não podemos substituir uma magnetron usada no forno da PANASONIC por uma da marca SAMSUNG.

A magnetron da PANASONIC só pode ser substituída por uma da mesma marca, ou por outra que também opere com tensão de 3 V. Se a magnetron do forno PANASONIC, for substituída por outra operando com tensão de 2 V, **figura 7 C**, a magnetron substituída sofrerá um superaqueci-

mento a ponto de ser danificada com pouco tempo de uso. Ela esquenta tanto, que chega a exalar um forte cheiro de metal sendo fundido.

Esse aumento exagerado de temperatura poderá provocar dois problemas: os dois imãs, na forma de anéis colocados em volta da magnetron, trincam, ou pelo menos um deles, e ao mesmo tempo, a emissão do filamento / catodo se esgotaria em pouco tempo, em ambos os casos, a válvula magnetron seria danificada, o que deve ser evitado. No caso, de não dispor de uma magnetron de 3 V, mas de uma de 2 V, a solução é substituir também o transformador por um com tensão de 2 V, de maneira a ficar compatível com a tensão da magnetron substituída.

Se acontecer o contrário, isto é, transformador de 2 V e magnetron de 3 V, **figura 7 D**, não vai acontecer nada, o alimento vai esquentar da mesma maneira, o tempo de cozimento poderá ser ligeiramente maior, mas em compensação a válvula irá operar em condição mais favorável ou seja, em baixa temperatura, durando por mais tempo.

Os mesmos cuidados vistos acima, também devem ser tomados na hora de substituir-se o transformador. Sua substituição vai causar o mesmo problema visto na substituição da magnetron.

Teste/Recuperação

Para determinar-se o estado de funcionamento da magnetron, são realizados dois tipos de testes:

- A "frio": com a magnetron sobre a bancada;
- A "quente": com a magnetron em operação.

O teste a "frio" ou estático, apesar de ser simples de ser realizado, não revela muita coisa a respeito do funcionamento da magnetron, ele só indica o estado do filamento, se esse está aberto ou em curto com a carcaça, mas não indica se ela está operando ou não.

Por outro lado, o teste a "quente" ou dinâmico determina com clareza o estado de funcionamento da magnetron, como foi descrito em detalhe no capítulo 3.

Para verificar o estado da magnetron a "frio" podemos testar os seguintes itens:

Continuidade do filamento:

Um dos defeitos que pode ser apresentado pela magnetron é o filamento aberto. Para determinar se o filamento está aberto ou não, devemos proceder da seguinte maneira:

- Desconectar os terminais A e B do filamento;
- Posicionar a chave de função do medidor em X1;
- Conectar as pontas do medidor aos terminais A e B do filamento;
- O medidor deve indicar uma baixa resistência de continuidade, menor que um ohm (< 1 Ω);
- Se o valor lido for alto, superior a 10 k Ω, tendendo para infinito, significa que o filamento está aberto ou com resistência alte-



rada, se isso acontecer a magnetron deverá ser substituída, apesar de que isso é muito difícil de ocorrer.

Resistência de isolação:

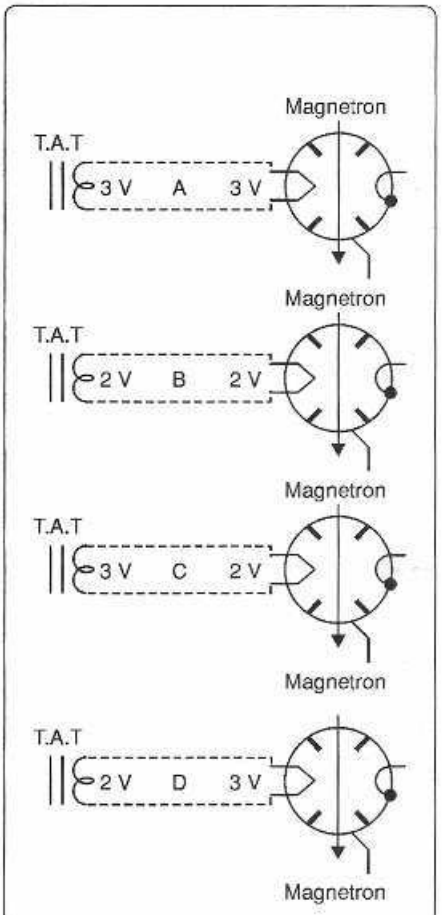
Para determinar a resistência de isolação entre os terminais do filamento e o ponto terra, devemos proceder da seguinte maneira:

- Posicionar a chave de função do medidor no fator de multiplicação máxima, ou seja, em x 10 K;
- Conectar uma das pontas de teste do medidor ao terminal A do filamento e a outra ponta ao terra ou carcaça da magnetron, observado a **figura 8**.
- O medidor deve indicar uma resistência de isolação entre o ponto A e o terra, a maior possível, superior a 20 M Ω e tendendo para infinito. Se isto não acontecer, significa que o filamento está em curto internamente com a carcaça e a magnetron deve ser substituída. Na maioria das vezes ela pode ser recuperada, substituindo-se o soquete.

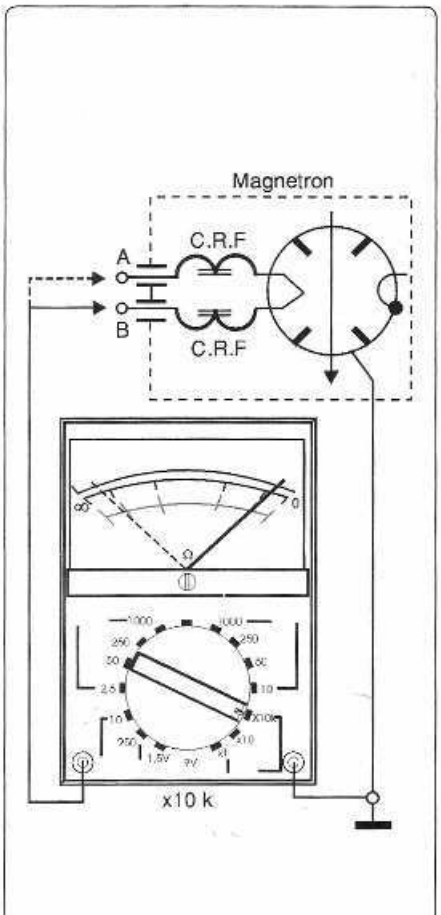
Procedimento para substituir-se o soquete

Quando os terminais do filamento apresentam curtos para a carcaça, na maioria das vezes o curto está no próprio soquete e não na parte interna da magnetron. Para determinar se o curto está realmente no soquete, devemos desligar os fios dos terminais do filamento e medir a isolação entre eles e a carcaça, procedendo da seguinte maneira:

- Posicionar a chave de função do medidor em x 10 K;
- Colocar uma das pontas do medidor na carcaça e a outra em um dos terminais A ou B do filamento, como se vê na figura 8.
- Se o medidor indicar uma alta resistência de isolação (se o ponteiro não se mexer), significa que a isolação está normal.
- Se o medidor indicar baixa resistência de isolação, indica que existe curto, que tanto poderá estar no soquete como no filamento interno da magnetron. Para isso, devemos cortar os choques de RF, a uma distância de 2 cm dos terminais do filamento.



F7. Relação de tensões do filamento do transformador e da magnetron



F8. Procedimento p/ determinar a isolação entre o filamento e o terra

A seguir, medimos novamente a isolação:

- Entre os terminais do filamento que estão conectados à magnetron e à carcaça;
- Entre os terminais do soquete e a carcaça.

Se o curto estiver no filamento, isto é, dentro da magnetron, detectada na medição nº1, não tem solução, a válvula está condenada.

Se o curto estiver nos terminais do soquete, detectado na medida nº2, o que ocorre na maioria das vezes, o problema pode ser sanado, substituindo-se o soquete.

Com uma furadeira (com broca de 3 mm) removemos a cabeça dos rebites que fixam o soquete. A seguir, substituímos o soquete por outro, retirado da outra magnetron, de preferência do mesmo modelo, mas em que o soquete esteja bom:

Se o soquete a ser usado na substituição for diferente do soquete retirado, provavelmente, os furos de fixação não coincidirão. Neste caso, devemos fazer dois furos na base do soquete de 3 mm e fixamos com parafusos e porcas, como mostra a figura 1.

Para conseguir-se um melhor contato elétrico entre os fios do soquete e os da magnetron, devemos raspar ou lixar as pontas para remover o verniz. Para conseguir-se uma melhor firmeza, antes de soldá-las, devemos dobrar as pontas (uma envolvendo a outra) e apertar com alicate de bico. T

Bancada antiestática: uma nova versão

Roberto Luiz R. Cunha

Em edições anteriores, foi apresentado um artigo sugerindo a montagem de uma bancada antiestática utilizando um revestimento de fórmica especial como material dissipativo.

Após sua publicação começamos a receber reclamações devido à dificuldade de obtenção do material utilizado.

Embora seja um produto fabricado localmente, a fórmica dissipativa não é fornecida, pelo menos nas quantidades necessárias para uma bancada, pelos distribuidores do fabricante. Dessa forma, resolvemos retomar o assunto agora utilizando materiais mais facilmente encontrados no comércio.

Para a grande maioria das pessoas, a eletricidade estática não é nada mais do que um leve choque que se experimenta tocando uma maçaneta metálica após andar por uma sala com carpete ou saindo de um carro com estofamento sintético. Mas o acúmulo de cargas estáticas é um problema que afeta os sistemas eletrônicos de modo direto.

O controle dessas cargas é fundamental nas áreas de integração e manutenção de computadores, além de outras como salas de servidores.

O que são cargas estáticas?

A eletricidade estática é definida como uma carga elétrica causada por um desbalanceamento dos elétrons na superfície de um material isolante. Essa carga produz um campo elétrico que pode ser medido e que afeta outros objetos, mesmo à distância. Descarga eletrostática, ou ESD (do inglês *ElectroStatic Discharge*), é definida como a transferência dessas cargas entre corpos com potenciais elétricos diferentes.

Mecanismos de acúmulo de cargas

Cargas eletrostáticas são criadas pelo contato e separação de dois materiais isolantes. Por exemplo, uma pessoa andando sobre um piso gera eletricidade estática conforme a sola do sapato entra em contato e em seguida se separa da superfície do piso. Da mesma forma um dispositivo eletrônico deslizando para dentro ou para fora de uma embalagem gera eletricidade estática, devido aos múltiplos contatos entre seu corpo e terminais e o material da embalagem.

A criação de cargas eletrostáticas por contato e separação de materiais é conhecida como carregamento triboelétrico, que ocorre por transferência de elétrons entre os materiais.

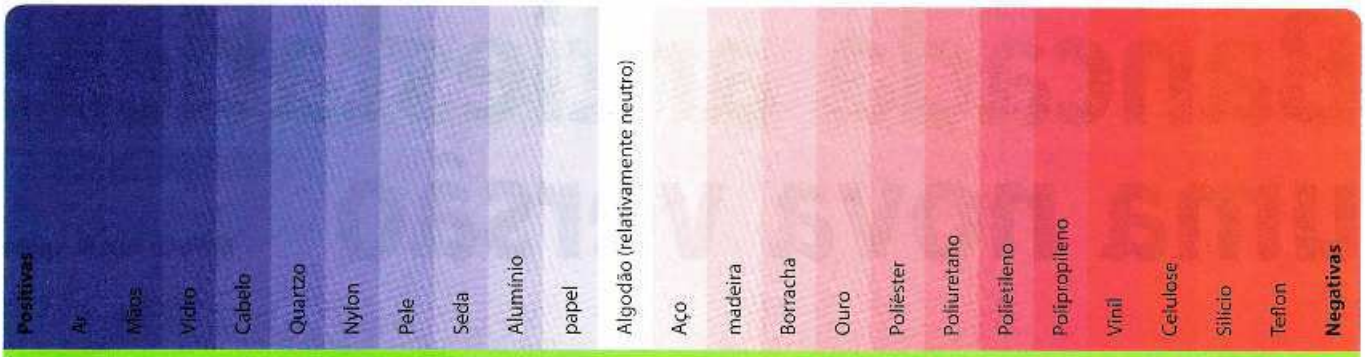
A quantidade de carga acumulada por geração triboelétrica é afetada, principalmente, pela área de contato, materiais envolvidos, velocidade da separação e umidade relativa.

A série triboelétrica (simplificada), mostrada na **tabela 1**, é utilizada para a determinação da tendência de um material em acumular cargas positivas ou negativas.

Na teoria, quando dois materiais da tabela são postos em contato e separados, o que se encontra em posição mais alta se torna positivamente carregado. Observe que quando ocorre atrito entre partes de um mesmo material, polietileno por exemplo, ele apresentará áreas com cargas positivas e áreas com cargas negativas. Também ocorrem comportamentos em "círculos", isto é, um material A é carregado positivamente por B, B é carregado positivamente por C, mas C é carregado positivamente por A ao invés de ser carregado negativamente, como seria de se esperar. Por experiência, sabe-se que o carregamento triboelétrico é notoriamente errático.

Praticamente todos os materiais, incluindo a água, podem sofrer carregamento triboelétrico.

Os materiais carregados, sempre terão um campo elétrico associado a eles. Objetos condutivos colocados nas



T1. Classificação de materiais de acordo com sua capacidade de tribocarregamento

proximidades desses campos elétricos serão polarizados por indução. Caso esse material polarizado entre em contato com a terra, elétrons irão circular indo ou vindo. Se, nesse instante, o campo for removido e a ligação com a terra cortada, o objeto ficará carregado. Esse processo é chamado de carregamento por indução.

Materiais não condutores não podem ser carregados por indução.

Na **tabela 2** vemos as tensões eletrostáticas típicas geradas por algumas atividades simples.

É importante notar que, quanto menor for a espessura do material isolante, mais rapidamente ele acumulará carga.

Atividade	10 a 20% de umidade relativa	65 a 90% de umidade relativa
Caminhar sobre carpete	35000 V	1500 V
Caminhar sobre piso de vinil	12000 V	250 V
Operador na bancada	6000 V	100 V
Manipular envelopes de PVC sobre a mesa	7000 V	600 V
Apanhar na mesa uma embalagem de poliester	20000 V	1200 V
Cadeira de trabalho com almofadas de poliuretano	18000 V	1500 V

T2. Valores típicos de tensão eletrostática gerada por diversas atividades

Tipo de dispositivo	Faixa de sensibilidade a ESD (V)
MOSFET de potência	100 a 200
JFET	140 a 10000
CMOS	250 a 2000
Diodos Schottky e lógica TTL	300 a 2500
Transistores bipolares	380 a 7000
Dispositivos ECL	500
Tiristores e triacs	680 a 1000

T3. Sensibilidade de diversos dispositivos em relação a ESD

ESD e seus efeitos

Os efeitos das ESD sobre os componentes eletrônicos são invariavelmente destrutivos. Após uma descarga eletrostática o componente pode apresentar falha total, degradação de desempenho, redução de expectativa de vida ou operação errática.

Falhas por ESD são normalmente causadas por um dos três eventos: descarga eletrostática direta para o dispositivo, descarga direta do dispositivo e descarga induzida por campos. A destruição de um dispositivo sensível a ESD é determinada por sua capacidade de dissipar a energia da descarga ou suportar os níveis de tensão e correntes envolvidas. Essa capacidade é conhecida como sensibilidade a ESD de um dispositivo.

Na **tabela 3** podemos ver o grau de sensibilidade a ESD de diversos dispositivos e tecnologias.

Na **figura 1** podemos ver o efeito de uma descarga eletrostática na pastilha semicondutora de um MOSFET de potência. Note o "buraco" criado na superfície da pastilha de silício.

Controle das descargas eletrostáticas

Considerando que é impossível impedir o surgimento de cargas estáticas, o controle será feito através de sua redução ao mínimo possível além da limitação das correntes de descarga.

Cada situação pede um modo de controle próprio, como as embalagens antiestáticas para placas eletrônicas, pisos especiais para áreas sensíveis, pulseiras e calcanheiras antiestáticas para controle de cargas acumuladas no corpo humano e bancadas antiestáticas com superfícies próprias para trabalhos com componentes e placas eletrônicas. Neste artigo iremos tratar de um exemplo de bancada antiestática.

Uma bancada antiestática pode ser construída de várias maneiras, dependendo dos materiais escolhidos e, é claro, do quanto se pretende gastar para fazê-la.

Mantas emborrachadas antiestáticas próprias para essa função existem no mercado e são distribuídas por empresas especializadas na área.

Nossa proposta utiliza alguns materiais próprios e outros não tão usuais mas que apresentam alta resistência, durabilidade e facilidade de obtenção.

A bancada básica

Na **figura 2** vemos a composição básica de uma bancada antiestática como a indicada em edições anteriores.

A manta de borracha dissipativa será utilizada no tampo da mesa. A superfície da mesa deve ser de material que permita a descarga segura das cargas contidas nos materiais e pessoas junto a ela.

Em nosso caso usaremos a manta modelo NHE320 de duas camadas. Materiais antiestáticos devem apresentar uma resistência superficial entre 105 e 1012 ohms/m^2 na camada superior.

Além dessa superfície a bancada deve possuir pontos para ligação de pulseiras de aterramento e conexão com o terra da instalação.

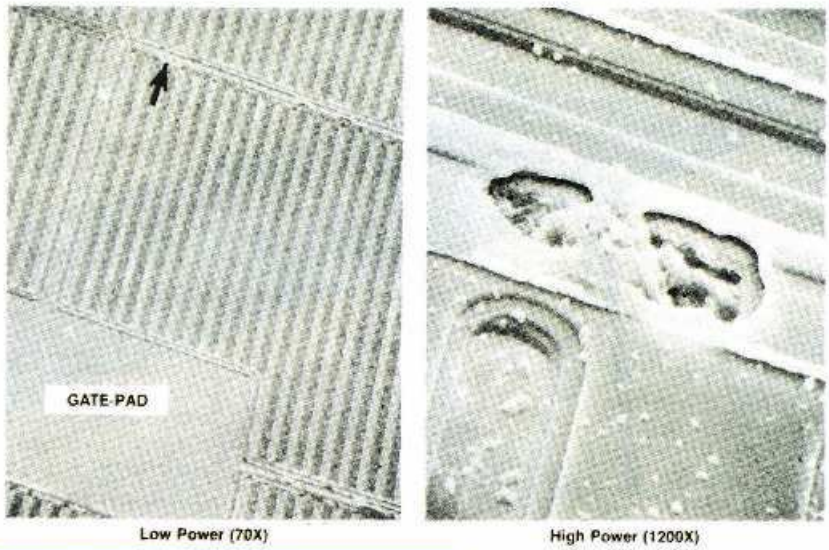
Os requisitos necessários para a mesa utilizada serão:

- Resistência mecânica, isto é, a mesa deve ser estável e firme para o uso esperado;
- Altura adequada, isto é, a mesa deve possuir a altura necessária para o modo como será utilizada, com o técnico em pé ou sentado;
- Ser de material compatível com o uso da cola de contato, por exemplo madeira;
- Ter espaço disponível para a fixação dos componentes necessários, como os pontos de aterramento, por exemplo.

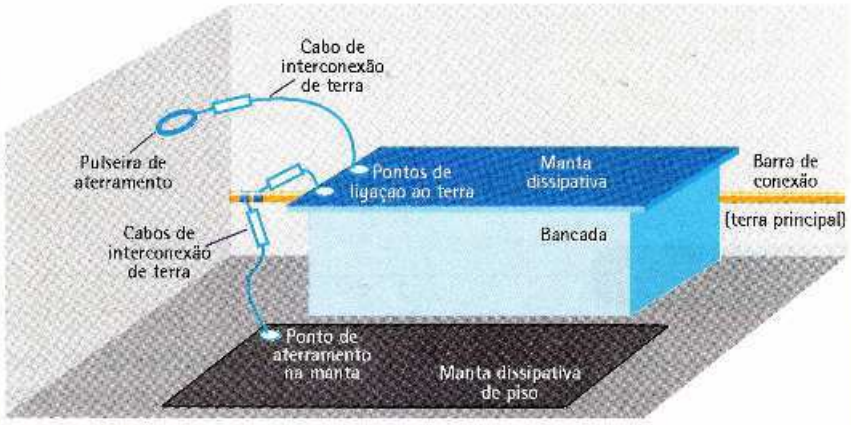
Nossa mesa de trabalho irá utilizar cavaletes metálicos como os pés da mesa e uma folha de porta como tampo.

O ponto para aterramento da pulseira dissipativa também é a conexão da manta com o terra da instalação elétrica.

Esse acessório foi obtido junto com a manta dissipativa e é fixado através de um ilhós metálico. Os materiais utilizados na preparação da bancada podem ser vistos na **figura 3**



F1. Foto ampliada de uma pastilha de silício após a ocorrência de uma descarga eletrostática



F2. Formação básica de uma bancada antiestática



F3. Materiais utilizados na preparação da bancada antiestática



F4. Bancada antiestática acabada

Montagem da bancada

- Após escolher a mesa apropriada para o trabalho que será executado, será cortada a manta dissipativa nas medidas necessárias para o revestimento do tampo da mesa. É recomendável deixar uma pequena folga nas dimensões para poder ser feito um ajuste mais preciso após a colagem. O corte da manta pode ser feito com o auxílio de um estilete afiado.A manta utilizada em nosso exemplo foi cortada de forma a cobrir uma área de 2,10 x 0,60 m (dimensões da folha de porta utilizada).
- Após o corte, devemos fixar o ilhós que será a conexão com o terra. Para isso existem, no mercado, alicates especiais. Fique atento na qualidade da ferramenta utilizada. O ilhós deve ser fixado em um local de fácil acesso e que não atrapalhe durante a utilização da bancada. Em nossa montagem foram fixados três ilhoses que permitem a alteração do ponto de aterramento.
- Sobre o tampo foi colada a manta dissipativa, com o auxílio de cola de contato. Nada impede que se utilize a mesa com a manta solta, mas escolhemos mantê-la fixa. Preste atenção para não colar a manta antes de fixar o ilhós.
- Com a parte dissipativa já preparada, devemos completar o acabamento da mesa, eliminando os excessos da manta dissipativa. No uso de colas de contato, é importante fazer alguns testes para determinar o tempo necessário de espera para a colagem entre as peças. Em nosso caso o tempo foi de 15 minutos, aproximadamente. As colas de contato possuem solventes e não devem ser utilizadas em ambientes com pouca ventilação e nem nas proximidades de fontes de calor ou fogo. Cuidados devem ser tomados e seguir as recomendações do fabricante é fundamental. Este trabalho deve ser executado por pessoa com experiência e capacitada para trabalhar com esses materiais. A cola é aplicada com o auxílio de uma espátula ranhurada e deve ser totalmente espalhada sobre o tampo da mesa e verso da manta. Após o tempo de espera, as peças devem ser postas em contato e prensadas entre si, de forma a não ficar nenhuma bolha ou

área sem contato entre as peças. Uma observação importante é que a cola deve ser bem agitada antes do uso para garantir sua homogeneidade. Após o tempo de cura da cola, o que irá variar com a temperatura ambiente (seguir as recomendações do fabricante da cola), podemos fazer uma primeira verificação com o auxílio de um megômetro. O teste padronizado para superfícies dissipativas utiliza dois contatos de 2,27 kg (5 libras) cada.

- Com as peças já coladas e a verificação do contato elétrico feita, devem ser feitos os ajustes das dimensões das peças de formipiso, com o auxílio de uma serra e lixa, dando o acabamento nas bordas da mesa.
- Devemos fixar o ponto de aterramento de pulseiras e o ponto de ligação da manta com o terra através do ilhós.

Uma visão geral de nossa bancada final é mostrada na **figura 4**.

Acessórios necessários

Junto com a bancada devemos providenciar as pulseiras antiestáticas que serão usadas em conjunto. Essas pulseiras devem ser da melhor qualidade possível.

Na **figura 5** podemos ver a pulseira utilizada.

Caso se utilize material dissipativo no piso, devemos acrescentar a calcanheira para permitir a descarga através do sapato. Em salas com piso dissipativo esse acessório é fundamental, principalmente porque a grande maioria dos calçados possuem solado de borracha que é isolante. Na **figura 6** é dado um exemplo de calcanheira e no detalhe sua utilização.

Materiais utilizados

A manta dissipativa, cabo de ligação com terra e conexão para pulseiras antiestáticas foram obtida através da empresa New Horizon Comercial (**www.newhorizon.com.br**).

A cola de contato foi adquirida no mercado especializado e é muito fácil de ser encontrada.



F5. Pulseira antiestática modelo NHE 305c



F6. Calcanheira antiestática modelo NHE 306

Os gastos com os principais materiais utilizados na bancada podem ser vistos na **tabela 4**.

Nessa tabela podemos ver que o total gasto com a compra dos materiais foi de R$ 327,00.

Neste valor não estão considerados outros materiais mais comuns como parafusos, por exemplo, e nem custos de mão-de-obra.

Conclusão

Existem diversas formas de se preparar uma bancada para utilização com componentes eletrônicos e placas sensíveis às descargas eletrostáticas.

Bancadas prontas de fabricantes especializados, mantas dissipativas mais acessórios podem ser encontradas no mercado com relativa facilidade.

Os materiais utilizados devem ser avaliados sob vários aspectos: eficiência, funcionalidade, facilidade de aplicação, durabilidade, facilidade de obtenção e, principalmente custo.

Os materiais escolhidos apresentam custo, durabilidade e facilidade de aplicação bastante interessantes.

A facilidade de aplicação está relacionada com o fato de que qualquer marceneiro que tenha experiência na aplicação de revestimentos com cola de contato estará plenamente capacitado para montar esta bancada, bastando seguir algumas recomendações adicionais, com relação, principalmente, à manta dissipativa.

A durabilidade de revestimentos de borracha já é bem conhecida, assim como sua manutenção. Cuidados devem ser tomados com materiais de limpeza que podem vir a danificar a borracha ou formar película sobre ela.

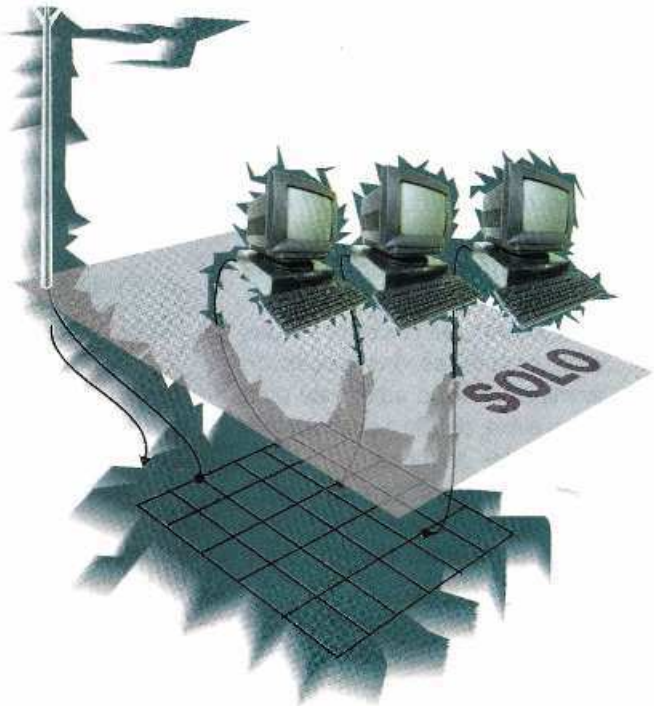
Finalmente, um custo de R$ 327,00 (sem contar a mão-de-obra), aproximadamente, para a preparação de uma bancada antiestática não é nada absurdo, levando-se em conta a melhora na qualidade dos serviços prestados.

Por último pode ficar como sugestão a fabricação de bancadas e mesas antiestáticas, utilizando esse tipo de material, por alguma empresa que queira atender esse mercado potencial.

Material	Quantidade	Custo
Manta Dissipativa	2,1 metros	R$ 110,00
Cola de contato	1 litro	R$ 15,00
Ponto de Aterramento	1 Peça	R$ 7,00
Pulseira Dissipativa	1 Peça	R$ 15,00
Cavaletes	2 Peças	R$ 88,00
Folha de porta	1 Peça	R$ 59,00
Fita de bordo	1 Rolode 25 metros	R$ 33,00
	Total	R$ 327,00

T4. Custos dos materiais para a bancada.

A necessidade do terra



O aterramento consiste em uma ligação elétrica com o solo através de um ou mais terminais metálicos.

A ligação de equipamentos à terra permite que os dispositivos de proteção desviem picos de energia potencialmente perigosos e interferências que, na falta dessa ligação, iriam atingir os circuitos eletrônicos causando falhas, má operação e até queimas.

Roberto Luiz R. Cunha

O que é terra?

O terra é definido como um caminho de baixa impedância para o solo (a terra). Ele será usado como um ponto comum entre equipamentos eletrônicos. Esses equipamentos o usam como um desvio de sinais elétricos indesejáveis como ruídos, interferências, transientes, descargas atmosféricas, descargas eletrostáticas, etc.

Note como são muitas as vezes em que ele é utilizado. Os filtros e dispositivos de proteção dos estabilizadores, *nobreaks* e fontes de alimentação necessitam dele para seu funcionamento normal e seguro.

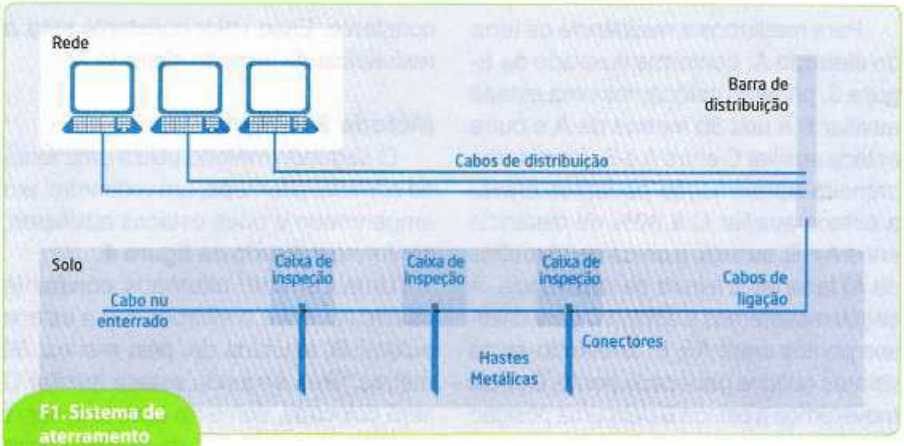
Além disso, ele atua na proteção e redução de ruído entre diferentes computadores de uma rede de dados.

Todas as ligações a terra apresentam uma característica chamada "resistência de terra". A resistência de terra consiste na resistência apresentada entre o terminal de aterramento de uma instalação e a terra.

Idealmente a resistência de terra deveria ser zero, mas seu valor será sempre maior e dependerá, principalmente, do solo. De maneira geral o tipo de solo irá determinar a configuração do sistema empregado para o aterramento de modo a obter-se a resistência de terra desejada. Um sistema de aterramento pode consistir de uma simples haste cravada no chão, um conjunto de hastes interligadas, uma malha de cabos desencapados enterrada ou uma combinação entre as diversas opções.

Muitos usuários o ignoram pura e simplesmente, da mesma forma que o fazem com o fio terra de eletrodomésticos como fogões, geladeiras, máquinas de lavar e fornos de microondas. Se nos eletrodomésticos a ligação para o terra representa uma proteção contra choques elétricos para o usuário, nos computadores, além disso, representa um funcionamento correto.

Alguns usuários, mais esclarecidos, preparam instalações de terra em suas



F1. Sistema de aterramento padrão.



F2. Detalhe de uma caixa de inspeção para acesso às hastes e conexões do sistema de terra.

empresas, mas descuidam da qualidade da execução, deixando-a nas mãos de técnicos e instaladores com pouco, ou nenhum, conhecimento na área, criando a ilusão de estarem protegendo seus equipamentos.

Iremos tratar aqui de alguns conceitos básicos e algumas medidas simples para melhorar a qualidade das intalações de redes de dados.

Raio-X de uma instalação de terra

O principal elemento de uma instalação de terra é a haste metálica que será cravada no chão. Não menos importante serão as ligações entre as hastes e a fiação de distribuição que irá conectar o terra às tomadas dos equipamentos eletrônicos.

Repare que no começo do artigo grifamos a expressão baixa impedância. Isso significa que necessitamos de uma ligação entre os computadores e as hastes de terra que apresente muito pouca resistência para o escoamento dos ruídos e transientes para a terra.

É comum vermos instalações com um grande número de hastes cravadas no chão, mas conectadas entre si e com as tomadas através de fios de bitola muito pequena. Isto está totalmente errado já que fios de bitola pequena apresentam uma indutância muito elevada para sinais de alta frequência, o que ocorre nos casos de transientes e ruídos.

Vejamos a composição de um sistema de aterramento. Baseando-se na **figura 1**, um sistema padrão de aterramento será constituído de:

- **Hastes metálicas**: normalmente são barras de aço revestidas de cobre com comprimento de 2,40 m que devem ser fincadas no chão com um espaçamento entre elas igual a, no mínimo, seu comprimento. As hastes podem ser colocadas alinhadas ou em triângulo. O ideal é que sejam fincadas em locais úmidos e devem ser providas de caixas de inspeção (**figura 2**) para sua conexão com a instalação;
- **Cabo de interconexão das hastes**: normalmente menosprezado, esse cabo desempenha um papel importante na redução da resistência de terra do sistema. Como é utilizado um cabo nu para essa ligação, ele entra ativamente no contato com a terra, fazendo parte da malha de aterramento. É ideal que possua uma bitola mínima de 20 mm² para manter baixa impedância;
- **Conectores**: os conectores empregados devem ser feitos de bronze para que suportem as condições de umidade e salinidade do piso com o mínimo de corrosão;
- **Cabo de ligação**: junto com o cabo de interconexão das hastes, este também é, geralmente, escolhido sem nenhum critério. Deve ser utilizado cabo e não fio de cobre para redução de sua impedância. Sua bitola deve ser escolhida em função da distância entre as hastes e o quadro de distribuição elétrico, que é onde a barra de distribuição de terra está localizada. Para distâncias de até 15 m devemos utilizar cabos de, pelo menos, 10 mm² de bitola. Para distâncias maiores devemos aumentar a bitola. Lembre-se que a resistência e a indutância de um cabo aumenta conforme seu comprimento aumenta e diminui conforme seu diâmetro aumenta. Transientes e interferências são fenômenos de alta frequência e necessitam de circuitos de baixa impedância (baixa resistência e baixa reatância). O cabo deve possuir o isolamento na cor verde com uma faixa amarela (padrão para cabo de terra);
- **Barra de distribuição**: normalmente é uma barra de cobre com vários parafusos, onde devem ser conectados o cabo de ligação do aterramento e os cabos de distribuição que irão até as tomadas elétricas da instalação;
- **Cabos de distribuição**: são os cabos que irão ligar as tomadas elétricas da instalação até a barra de distribuição no quadro elétrico. As mesmas considerações sobre as bitolas dos cabos feitas anteriormente valem aqui. De modo geral recomenda-se que a bitola do cabo de distribuição de terra seja igual ao do condutor de fase da instalação. Da mesma forma que para o cabo de ligação, este cabo deve possuir sua isolação na cor verde com uma faixa amarela;

Após a instalação das hastes e sua interligação devemos verificar a aterramento medindo sua resistência, o que pode ser feito com um equipamento conhecido como terrômetro.

Medição da resistência do terra

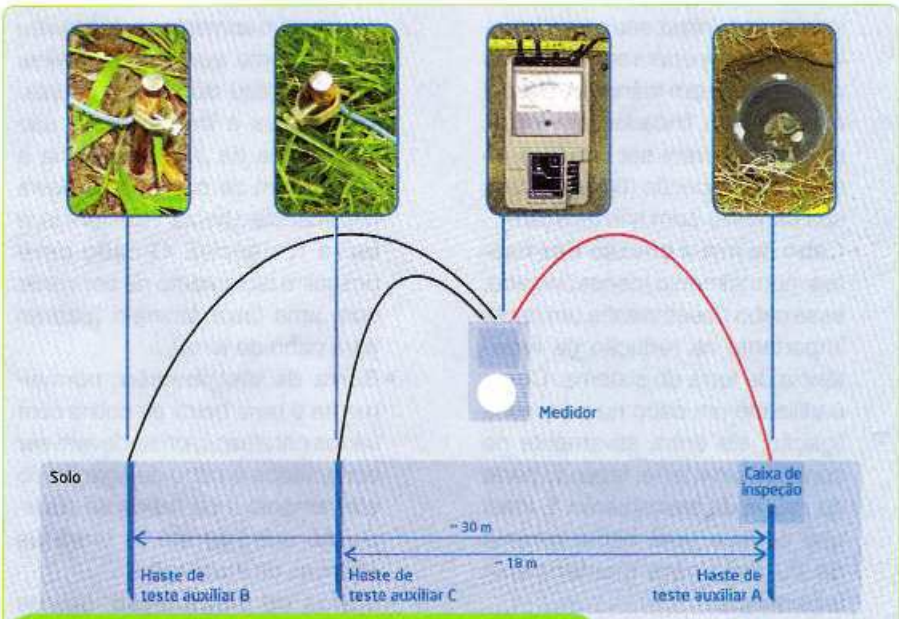
Existem diversos métodos para a medição da resistência de terra. Vejamos dois deles:

Método 1 - Terrômetro

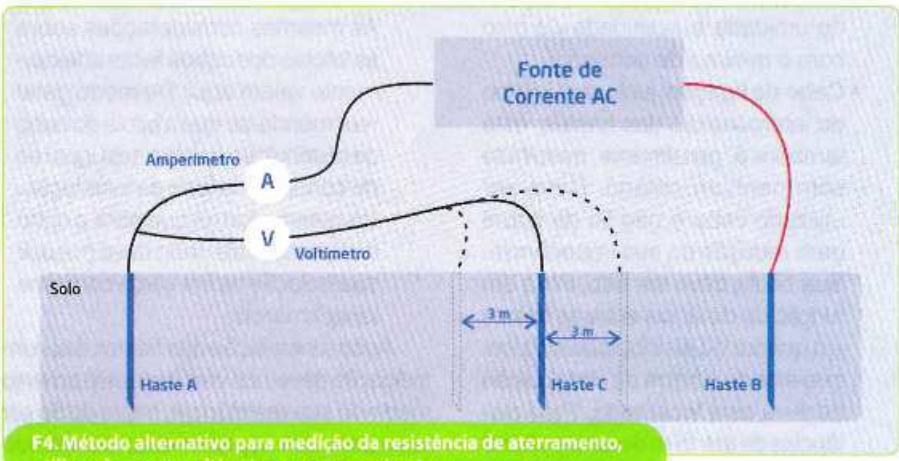
Este instrumento de medida fornece uma leitura direta da resistência de terra através do uso de duas hastes auxiliares, uma injetando uma corrente no solo e a outra medindo a diferença de potencial resultante. Em nossos testes utilizamos um terrômetro da marca Instrum, modelo TM1000W, gentilmente cedido pela Powertronics (**www.powertronics.com.br**), empresa que vende e aluga instrumentos de teste.

Para medirmos a resistência de terra do eletrodo A, conforme ilustrado na **figura 3**, primeiro colocamos uma estaca auxiliar B a uns 30 metros de A e outra estaca auxiliar C entre A e B, (como uma primeira aproximação podemos cravar a estaca auxiliar C a 60% da distância entre A e B, ou seja, a cerca de 18 metros de A) fazendo a leitura da resistência. A seguir moveremos a estaca C para diversos pontos entre A e B, anotando-se os valores obtidos para cada ponto. Depois moveremos a estaca B para uma posição oposta repetindo todo o processo.

Notaremos que a resistência do eletrodo A vai aumentando conforme a estaca C é afastada de A mas, a partir de uma certa distância ela permanecerá constante. Esse valor constante será a resistência de terra do eletrodo A.



F3. Arranjo para medição da resistência de aterramento com o auxílio de um terrômetro tipo Megger.



F4. Método alternativo para medição da resistência de aterramento, utilizando-se um voltímetro e um amperímetro.

Método 2 - Alternativa

O segundo método utiliza uma fonte de corrente alternada, um voltímetro, um amperímetro e duas estacas auxiliares, conforme indicado na **figura 4**.

Uma corrente alternada constante irá circular entre o eletrodo A e a estaca auxiliar B, afastada de, pelo menos, 30 metros. Uma segunda estaca auxiliar C será colocada, como no caso anterior, a aproximadamente 60% da distância entre A e B. A resistência de aterramento do eletrodo A será igual ao valor obtido pela divisão da tensão entre A e C pela corrente entre A e B. A fim de verificar a validade do valor obtido, deverão ser feitas duas novas medidas deslocando-se a estaca C por 3 metros na direção de A e depois 3 metros na direção de B. Se os valores resultantes forem próximos, o valor de resistência de aterramento de A será igual à média dos valores obtidos. Caso contrário, o processo deverá ser repetido aumentando-se a distância entre A e B.

Atenção!

Por razões de segurança é importante notar que, ao se fazer qualquer medição no sistema de aterramento, devemos desconectar todos os equipamentos que estejam ligados a ele, quando possível, e utilizar os equipamentos de proteção individual já que, caso ocorra uma falha durante o teste, correntes circularão pelo sistema gerando potenciais que podem ser perigosos.

As leituras da resistência de terra irão variar de acordo com as condições climáticas, sendo menores nas épocas de chuva. Não poderão ser feitas medições em terrenos alagados ou encharcados, nem imediatamente após chuvas.

Em áreas urbanas normalmente se torna difícil efetuar essas medições devido a construções, muros ou calçamento de terrenos ou ruas. Deveremos procurar por áreas com solo exposto, como canteiros, jardins, etc, ou, caso não existam áreas de solo expostas, abrir pequenos buracos criando acessos ao solo.

Box 1: Projeto

Para o projeto de um sistema de aterramento necessitamos conhecer uma característica chamada "Resistividade do solo", que irá permitir a utilização de modelos de estratificação do solo para a determinação do número e configuração das hastes de aterramento de forma a se obter uma específica resistência de aterramento.

A medição da resistividade do solo pode ser feita com o mesmo terrômetro utilizado, só que neste caso serão utilizados os quatro terminais do equipamento e quatro hastes de teste.

Na figura do box podemos ver o arranjo necessário para a medição da resistividade de solo.

Neste tipo de medição, a fonte interna do medidor força uma corrente elétrica entre as hastes mais afastadas, que devem estar conectadas aos terminais de corrente C1 e C2. A corrente que circula pelo solo irá provocar o aparecimento de tensões nas hastes internas, que devem estar conectadas aos terminais de potencial P1 e P2. O medidor irá apresentar uma leitura de resistência.

O valor, aproximado, da resistividade do solo será dado pela expressão (Método de Wenner):

$$r = 2paR$$

onde:
r é a resistividade do solo, em ohm x m
a é a distância entre as estacas, em m
R é a leitura do medidor, em ohms

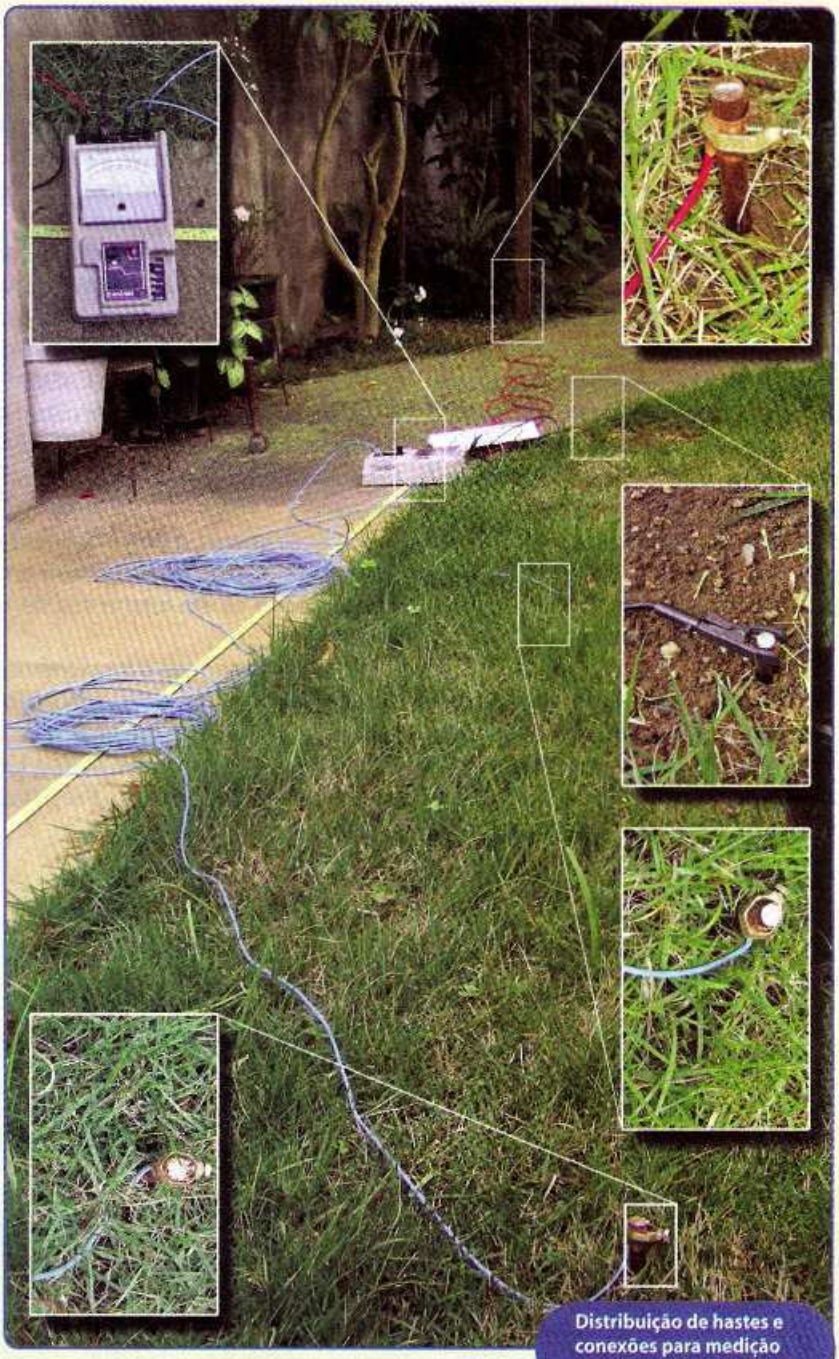
As distâncias recomendadas para o espaçamento entre estacas são 1, 2, 4, 6, 8, 16 ou 32 m. Lembrar que a distância escolhida deve ser a mesma para todas as estacas, o que significa uma extensão de 128 m entre as estacas de corrente se a medição for feita com um espaçamento de 32 m.

Diversas medições devem ser feitas para cada espaçamento variando-se a direção das hastes, e a resistividade considerada será a média aritmética dos valores obtidos para cada espaçamento.

Apenas para exemplificar, a média obtida no terreno usado como exemplo foi de 439,8 ohm x m, onde o valor obtido veio de 5 medições com espaçamento de 2 m.

Este método considera que 60% da corrente circulante pelo sistema de aterramento será distribuída até uma profundidade igual ao espaçamento entre as estacas. A precisão dos resultados irá depender de cuidados como bom alinhamento entre as estacas, igualdade no espaçamento, estacas cravadas no solo com a mesma profundidade, mudança da direção na distribuição das hastes, etc.

Existem diversos livros, trabalhos e páginas web que ilustram como utilizar esse valor no projeto de sistemas de aterramento.



Distribuição de hastes e conexões para medição de resistividade do solo.

Com o passar do tempo, o sistema de aterramento irá sofrer uma deterioração com o consequente aumento da resistência devido à corrosão das hastes e conexões. Para controlá-la deveremos fazer inspeções periódicas visuais e através de medições.

A utilização do terrômetro é extremamente simples, bastando que se crave no solo as estacas que acompanham o equipamento respeitando o alinhamento e as distâncias mínimas e máximas (comprimento dos cabos) para que a medição tenha a precisão esperada. É importante lembrar que medições de resistência de aterramento são sensíveis a muitas variáveis, como umidade do solo, chuvas, período do ano, presença de construções, etc. Dessa forma, diversas medições devem ser tomadas para se obter uma média bastante aproximada do valor real da resistência de aterramento.

O efeito da ausência do terra

Os equipamentos eletrônicos ligados à rede elétrica possuem circuitos de filtragem de ruídos e proteção contra transientes. Esses circuitos se utilizam do terra para desviar os pulsos de energia que, de outra forma, poderiam danificar ou prejudicar o funcionamento dos equipamentos.

Quando não utilizamos o terra nos privamos de contar com essa proteção. Na **figura 5** podemos ver, de modo esquemático, um exemplo geral de como essas proteções são arranjadas.

Os componentes identificados como RV1, RV2 e RV3 são varistores que absorvem os picos de energia que surgirem na rede elétrica. O indutor L1 e os capacitores Cx1, Cy2 e Cy3 atuam na filtragem de ruídos e interferências. Note que os componentes RV2, RV3, Cy2 e Cy3 só atuarão quando o terra estiver presente.

Estabilizadores e *nobreaks* também apresentam proteções semelhantes - pelo menos os equipamentos de boa qualidade!

A fim de testarmos o funcionamento desses filtros fizemos uma verificação da diferença entre o ruído presente na saída de um estabilizador com e sem o terra, podemos ver na **figura 6** os resultados obtidos.

Observamos uma sensível diminuição do ruído presente na saída do estabilizador quando utilizamos o terra em comparação com a não utilização do mesmo.

Conclusão

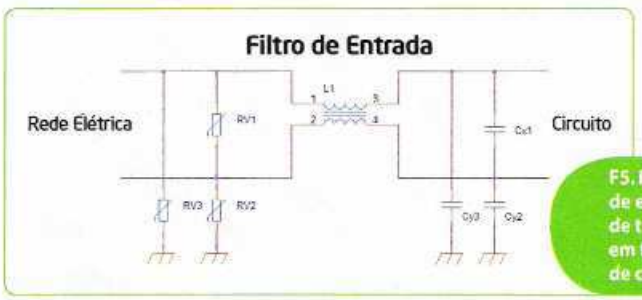
Esqueça o que você leu ou ouviu sobre medir com um multímetro a tensão entre o neutro e o terra. Essa medição não garante a qualidade do terra. A qualidade do terra somente poderá ser assegurada com o uso de um terrômetro.

Sempre que o assunto for proteção para sistemas elétricos, o terra estará presente. Ele deveria fazer parte de nossas instalações elétricas, mas isso não ocorre na prática.

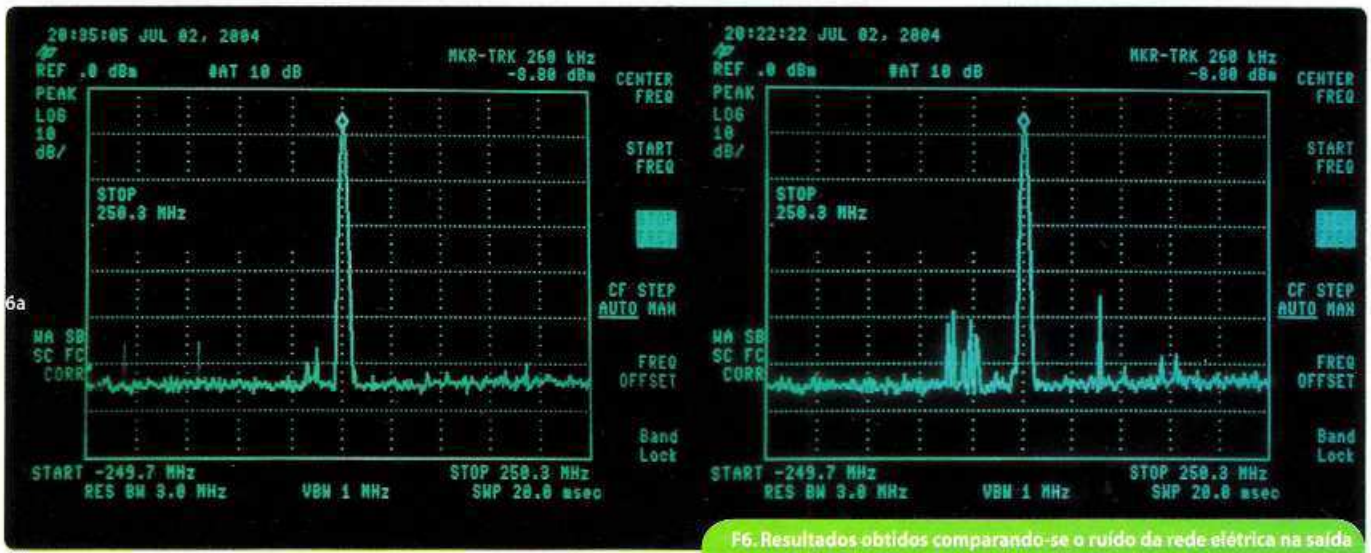
Praticamente todos os sistemas de proteção elétricos necessitam de uma ligação com o terra para operarem corretamente, salvo raras exceções.

O sistema de aterramento é fundamental para a segurança e o bom funcionamento de sua rede, mas não basta qualquer aterramento, ele deverá ser feito com critério e materiais corretos e de boa qualidade.

Existem em muitos lugares instalações de terra que não atendem os requisitos mínimos de qualidade, mas fornecem uma falsa sensação de segurança para seus proprietários, que imaginam terem seus equipamentos protegidos contra transientes e picos de energia quando, na verdade, não possuem nenhuma proteção. Não devemos esquecer nunca que o sistema de terra atua na proteção dos usuários também. T



F5. Esquema geral do filtro de entrada e supressores de transientes utilizados em fontes de alimentação de computadores.



6a

F6. Resultados obtidos comparando-se o ruído da rede elétrica na saída do estabilizador com (a) e sem (b) a utilização do terra.

Sistema de irrigação Microcontrolado com PIC

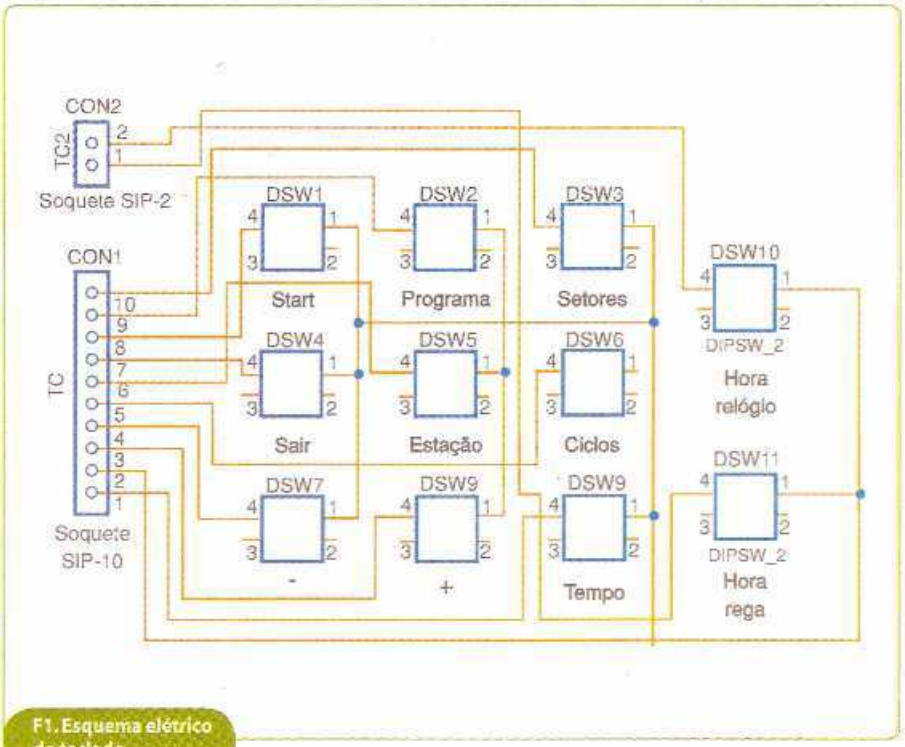
Este interessante sistema de irrigação foi desenvolvido para automatizar o controle de irrigação dividido em setores, dando mais alternativas para diversos tipos de necessidades.

Leandro G. Ribeiro

Cada vez mais automatizar processos na agricultura se faz necessário, tanto por motivos comerciais, quanto pela própria demanda por alimentos. Entretanto, a automatização do processo de irrigação é feita em grandes propriedades com sistemas complexos de gerenciamento, o que não se torna viável ao pequeno produtor e por este motivo desenvolvi este controlador de irrigação que o usuário poderá programar de forma separada os setores, o tempo de rega, a quantidade e seu tempo de ativação.

No box "Funcionamento do Controlador", além de conhecer o método de programação, é possível ver os recursos que o sistema possui. O parâmetros de ajuste do sistema são:

- Setores: é a quantidade de setores ou válvulas que serão usadas e controladas no processo de irrigação.
- Ciclos: é a quantidade de vezes que o processo de rega irá se repetir depois de ser iniciado.
- Estação: este possui duas estações "verão" e "inverno", que quando ajustado como inverno faz com que o controlador execute o processo de irrigação com apenas metade dos valores de tempo e ciclos definidos na configuração do controlador, e no verão esses valores permanecem os mesmos.
- Hora Relógio: realiza apenas o ajuste do horário do relógio do controlador.
- Hora Rega: realiza o ajuste do horário em que se deseja que o processo se inicie.



F1. Esquema elétrico do teclado

O acionamento destes parâmetros é feito através dos seguintes botões:

- Botão estação: ajusta a estação que o controlador irá trabalhar, onde existem duas opções, "inverno" e "verão".
- Verão: para trabalhar no período de verão.
- Inverno: para trabalhar no período do inverno, pois neste período a necessidade de rega é menor. Portanto quando escolhida a opção "inverno", a quantidade de ciclos e o tempo de abertura são divididos por 2.
- Botão setores: usado para ajustar a quantidade de setores que irão funcionar quando a rega for iniciada.
- Botão ciclos: usado para ajustar a quantidade de vezes que o processo de rega irá se repetir depois de ser iniciado.
- Botão tempo: usado para ajustar o tempo que cada setor permanecerá ativo (ligado) depois que o processo de rega for iniciado e a unidade do tempo escolhida "minuto", "segundo" ou "hora", quando pressionado pela segunda vez.
- Botão +: usado para escolher as opções quando for configurar setores, ciclos, tempo, unidade e estação no modo de ajuste.
- Botão -: usado também para escolher as opções quando for configurar setores, ciclos, tempo, unidade e estação no modo de ajuste.
- Botão sair: usado quando se quer sair de algum modo e operação.
  - Quando no modo de ajuste, ao ser pressionado, então sairá do modo de configuração.
  - Quando no modo de ajuste de setores, se for pressionado, sairá do modo de configuração dos setores.
- Botão programa: quando pressiona entra no modo de programação.
- Botão start: usado para entrar no modo de monitoramento da rega.
  - Quando neste modo, o controlador fica esperando pelo acionamento da rega que é feito pelo relógio. Para sair deste modo basta pressionar o botão sair.
- Botão hora relógio: usado para ajustar o horário do relógio.
- Botão hora rega: usado para ajustar o horário de início da rega.

O sistema também ativa uma bomba, caso a demanda pela água nas saídas não consiga ser suprida pela saída normal de água. Como os setores trabalham sequencialmente, o projeto deve conter uma bomba.

Módulos do controlador

Para facilitar a montagem, o sistema foi dividido em 3 partes: Teclado, Processamento e Saída.

O módulo do teclado tem como objetivo a entrada de dados para a programação do ajuste e parâmetros do funcionamento do controlador, notem que o botão "Hora Rega" e "Hora Relógio" se encontram conectados ao CON2 e o terra ao comum do conector CON1.

Na **figura 1** temos o esquema elétrico do teclado e a placa de circuito impresso pode ser obtida na seção *Download* do portal Saber Eletrônica (**www.sabereletronica.com.br**).

O módulo de processamento possui dois elementos principais: o primeiro é o microcontrolador PIC16F877 e o outro é o relógio de tempo real DS1307, assim, mesmo que o fornecimento de energia falte na entrada do circuito, o sistema não perderá as configurações, pois o RTC (*Real Time Clock* – relógio de tempo real) é alimentado por uma bateria de 3 V. O DS1307 tem como objetivo controlar o tempo de execução do microcontrolador. Na **figura 2** mostramos o esquema elétrico do núcleo de processamento. Lembramos ao leitor que a placa de circuito impresso se encontra na seção de downloads do portal Saber Eletrônica.

Lista de Materiais: Módulo de Saída

Semicondutores:
U_1 – 7812
Q_1 e Q_{11} – BC548

Resistores:
R_1 a R_{11} – 10 kΩ

Capacitores:
C_1 – 1000 uF

Diodos:
D_1 a D_{11} – 1N4148

Diversos:
CON1 – Soquete SIP-5
CON2 – Soquete SIP-10
CON3, CON4 – Conectores KRE-10
CON5 – Conector KRE-2
RL_1 a RL_{11} – Relé miniatura 12 V

Lista de Materiais: Módulo Teclado

Diversos:
CON1 – Soquete SIP-10
CON2 - Soquete SIP-2
DSW1 a DSW11 – Chave de toque vertical.

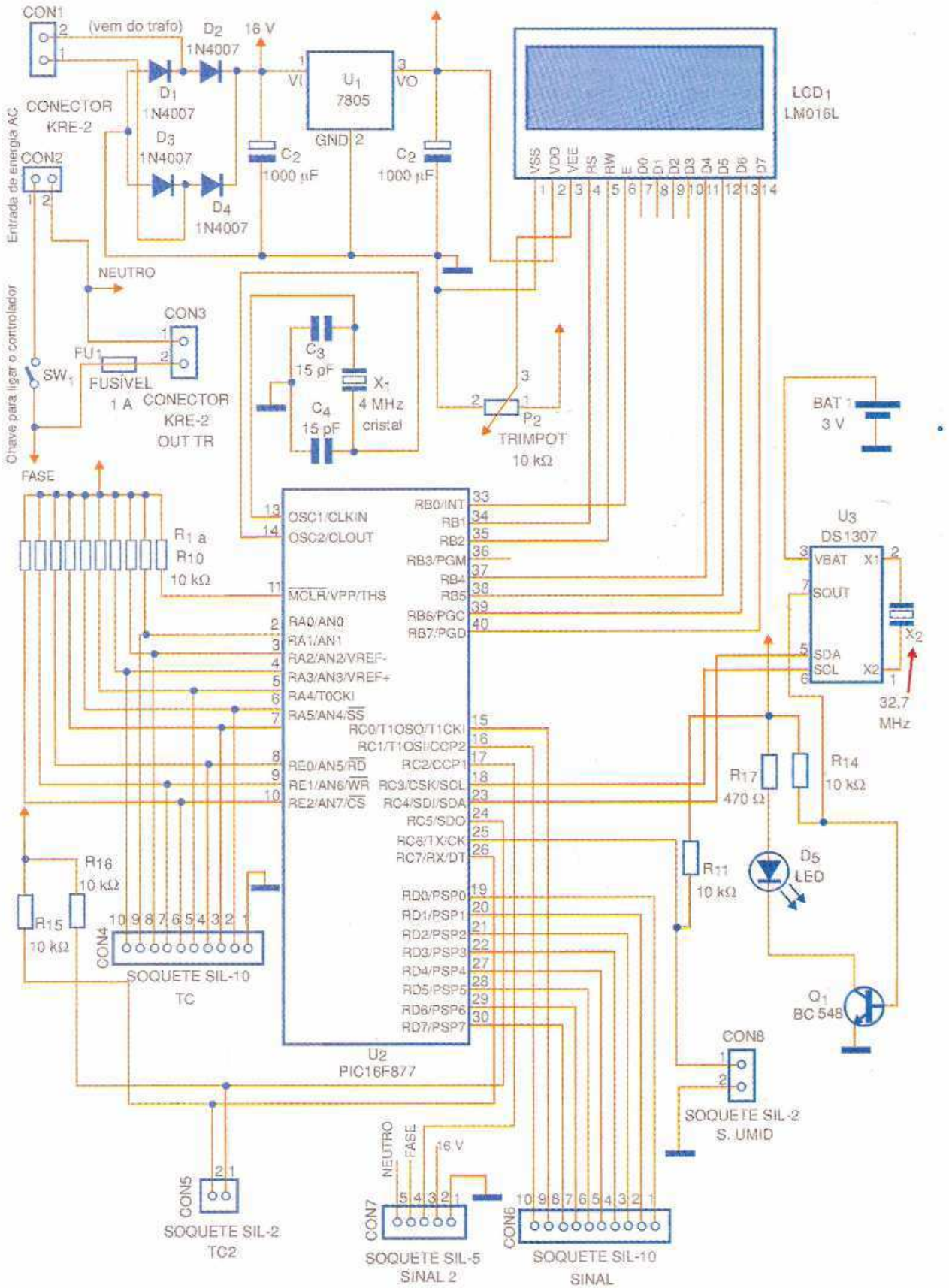
Lista de Materiais: Módulo de processamento

Semicondutores:
7805
PIC16F877
BC548
DS1307 - RTC

Resistores:
R_1 a R_{11}, R_{14} a R_{16} – 10 kΩ
R_{17} – 470 Ω
P_2 – Trimpot 10 kΩ

Capacitores:
C_1 e C_2 1000 uF
C_3 e C_4 15 pF

Diversos:
Bateria de 3 V
CON-1 E CON-3 Conector KR@-2
CON4 – SIL-10
CON5 – SIL2
CON6 – SIP-10
CON7 – SIP-5
CON8 – SIP-2
Fusível - 1 A
LCD LM016L
SW_1 – Chave L/D 2 Terminais
X_1 – Cristal 4 MHz
X_2 Cristal 32,7 MHz



F2. Esquema elétrico do módulo de processamento

Funcionamento do controlador

Funcionamento do controlador

Ao ligar o controlador na rede de energia, os valores de setor, tempo, estação, ciclos, unidade, hora do relógio e hora da rega devem ser ajustados para o correto funcionamento do controlador.

Ajustando os Parâmetros.

Quando ligar o controlador, aparecerá a mensagem como mostrada na **figura A**.

Para ajustar os parâmetros pressione o botão "Programa". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura B**.

Deste ponto pode-se ajustar o valor de qualquer parâmetro do controlador.

Setor

Para ajustar o parâmetro setor pressione o botão "setores". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura C**.

Pressionando o botão "+" seleciona-se o número de setores que irão funcionar quando for iniciado o processo. Para ajustar outro parâmetro, pressione o botão "sair", que retornará à tela da figura B. Assim, podemos ajustar outros parâmetros.

Ciclos

Para ajustar o parâmetro ciclos pressione o botão "ciclos". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura D**.

Pressionando o botão "+" seleciona-se o número de ciclos, ou seja a quantidade de vezes que o processo se repetirá. Para ajustar outro parâmetro, pressione o botão "sair", que retorna à tela da figura B. Assim, podemos ajustar outros parâmetros.

Tempo

Para ajustar o parâmetro tempo pressione o botão "tempo". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura E**.

Pressionando o botão "+" seleciona-se o tempo de abertura das válvulas ou o tempo de funcionamento de cada setor. Temos três unidades de tempo para escolher, para escolher a unidade pressione novamente o botão "tempo", que mostrará a mensagem da **figura F**. E pressionando o botão "+" seleciona a unidade de tempo. Para ajustar outro parâmetro pressione o botão "sair", que retorna à tela da figura B. Assim podemos ajustar outros parâmetros.

Estação

Para ajustar o parâmetro estação, pressione o botão "estação". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura G**.

Pressionando o botão "+" seleciona-se a estação que se deseja trabalhar. Temos duas estações para escolher, verão e inverno. Quando selecionado inverno, os valores de ciclos e tempo serão divididos por 2, quando verão, esses valores permanecerão inalterados. Para ajustar outro parâmetro, pressione o botão "sair", que retorna à tela da figura B. Assim podemos ajustar outros parâmetros.

Hora do relógio

Para ajustar o horário do relógio pressione o botão "hora relógio". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura H**.

Na primeira tela figura H é ajustado a hora do relógio pelo botão "+".

Pressionando novamente o botão "hora relógio", é ajustado o minuto do relógio também pelo botão "+" **figura I**.

Para ajustar outro parâmetro, pressione o botão "sair", que retorna à tela da figura B. Assim, podemos ajustar outros parâmetros.

Hora da rega

Para ajustar o horário da rega pressione o botão "hora rega". Neste caso, será mostrada a mensagem da **figura J**.

Na primeira tela figura J é ajustado a hora da rega pelo botão "+".

Pressionando novamente o botão "hora rega" é ajustado o minuto da rega também pelo botão "+". **figura K**.

Para ajustar outro parâmetro pressione o botão "sair", que retorna à tela da figura B. Assim, podemos ajustar outros parâmetros.

Ajustados todos os parâmetros do controlador este entra em funcionamento quando pressionado o botão *"START"* (**figura L**), ficando dependendo apenas do sensor de umidade e do relógio para iniciar o processo de irrigação. Para ativar o controlador este



FA



FB



FC



FE



FF



FG



FI



FJ



FK

deverá estar na tela "aguardando...." como na figura A, para voltar a tela da figura A pressione o botão "sair".

Quando já estiver na tela da figura 1(aguardando....), então pressione o botão "start", daí aparecerá a tela da figura L. Neste caso, o controlador estará esperando pela hora de início do processo.

Quando a hora da rega coincidir com a hora do relógio, então, será avaliado o sensor de umidade, se este por sua vez através da resistência do solo indicar que o solo está seco então é iniciado o processo de irrigação.

O sensor de umidade do controlador tem a função de inibir o início do processo de irrigação no caso de chuva e não tem nenhuma função de avaliação de porcentagem de umidade, servindo apenas como uma segurança no caso de chuva, impedindo a inicialização do processo de irrigação.

No momento em que a hora da rega coincide com a hora do relógio e o sensor de umidade indica solo seco é iniciado o processo de irrigação, onde cada setor é ativado sequencialmente segundo o tempo ajustado na programação do controlador, ou seja, se na programação for escolhido setor = 4, ciclos = 2, tempo = 5 e unidade = minutos então funcionarão os setores de 1 a 4 permanecendo ativo cada setor por 5 minutos e o processo será repetido por 2 vezes.



FD



FH



FL

Finalmente temos o módulo de saída, que é a interface de acoplamento do módulo de processamento com as válvulas e a bomba. Na **figura 3** (na página seguinte) vemos o esquema elétrico deste módulo, salientando que a sua placa de circuito impresso se encontra na seção de download do Portal Saber Eletrônica junto com os códigos-fonte do projeto.

Notem que os componentes conectores possuem 3 informações a seu respeito, tais como: tipo do conector, identificação do número do conector no circuito e uma outra informação, as quais definem onde o conectores irão se conectar no outro circuito (módulo).

Tomando como exemplo o conector CON2 do módulo de saída, temos que "soquete SIP- 10" indica que o conector é um conector SIP de 10 terminais, "CON2" indica que este é o conector numero 2 do circuito e "SINAL" indica que este conector deve ser ligado ao conector "SINAL" do teclado, sempre obedecendo a posição dos pinos dos dois conectores, ou seja, o pino 1 do conector "SINAL" do módulo de saída deve ser conectado ao pino 1 do conector "SINAL" do teclado, e assim sucessivamente para todos os conectores.

Vale lembrar que as saídas S_1 a S10 do controlador estão ligadas à rede 127 V para o acionamento das válvulas utilizadas para o protótipo, que são as mesmas usadas em máquinas de lavar roupas, porém a tensão pode ser alterada para outros tipos de válvulas, mudando-se a ligação do conector CON6 do núcleo de processamento.

Código-fonte

O compilador utilizado para este projeto foi o *PIC C COMPILER V. 4.016 DA CCS C COMPILER.*

Para cada nova compilação do projeto é necessário copiar o arquivo DS1307 para a pasta C:\Arquivos de programas\PICC\Drivers. Este arquivo serve para a conexão do programa CCS com a biblioteca.

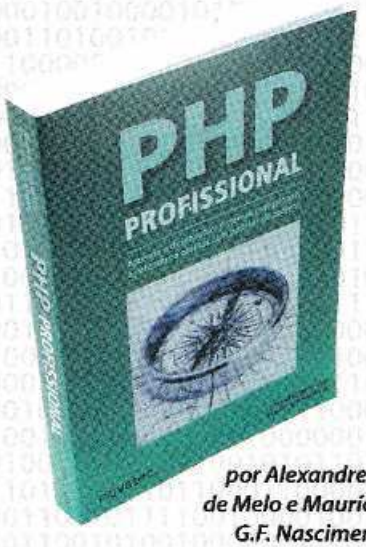
As bibliotecas e códigos-fonte deste projeto podem ser obtidos no portal da Saber Eletrônica, na seção de downlods, junto com demais materiais.

Loja Virtual

O caminho para o ser um profissional melhor começa aqui!



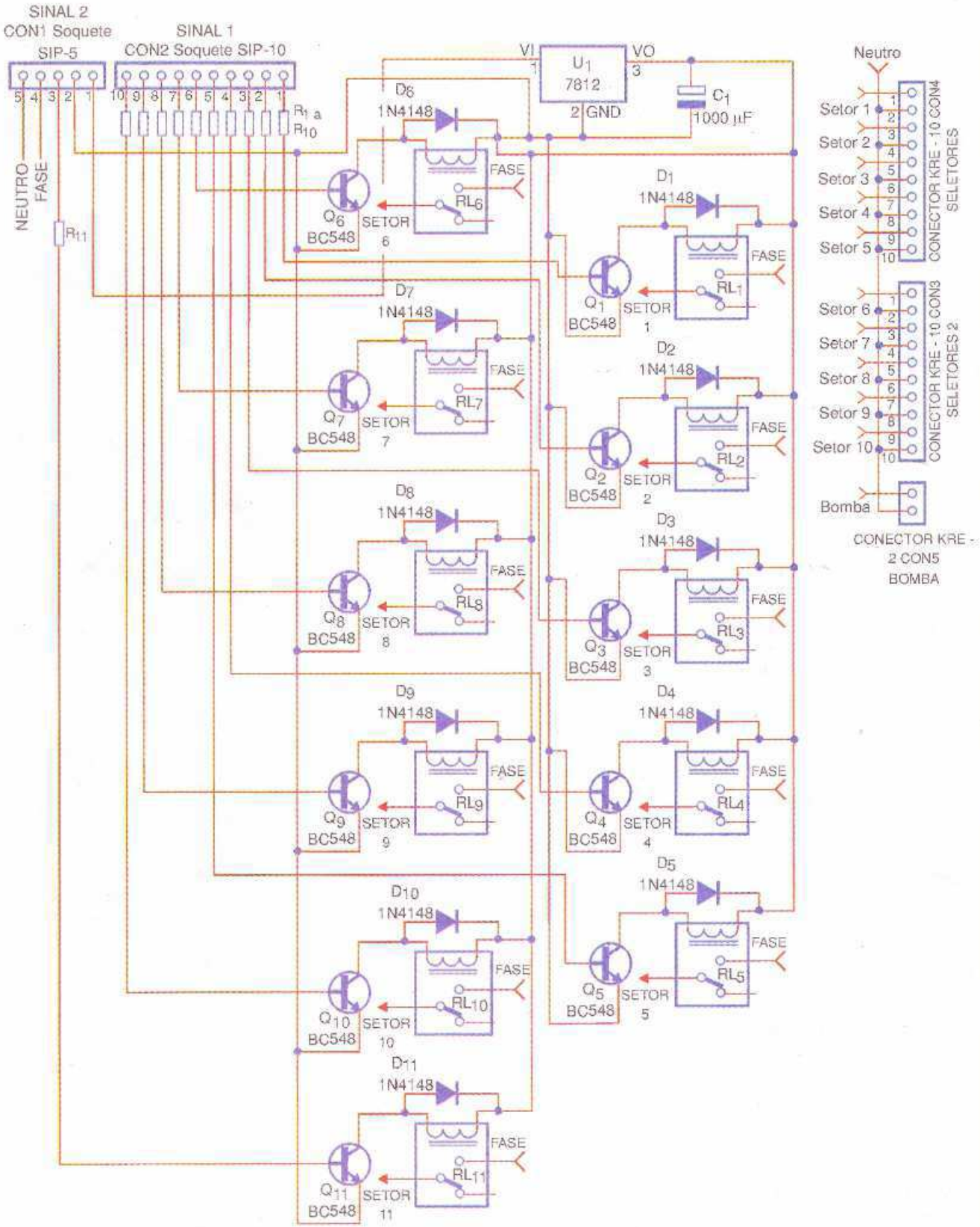
por Ivan L. Magalhães e Walfrido B. Pinheiro



por Alexandre A. de Melo e Maurício G.F. Nascimento

Pedidos: (11) 2095-5330

www.novasaber.com.br



F3. Esquema eletrico do módulo



Estude Eletrônica, Eletrotécnica ou Telecomunicações na Sequencial

Na Sequencial, você aprende na prática e tem à sua disposição uma infraestrutura especialmente projetada para garantir o seu futuro profissional. Professores altamente qualificados, laboratórios com os mais modernos equipamentos e bibliotecas com acervo especializado garantem um ambiente de aprendizado rico e multidisciplinar.







Conheça os outros cursos técnicos da Sequencial:

Segurança do Trabalho - Estética
Enfermagem - Farmácia
Radiologia - Informática

www.sequencialctp.com.br



Unidade I
Estr. de Itapecirica, 3777 • Capão Redondo
CEP 05854-110 • São Paulo, SP
Tel.: (011) 5511-1717



Unidade II
Av. Teotonio Vilela, 3161 • Cid Dutra
CEP 04801-010 • São Paulo, SP
Tel.: (011) 5663-2828



Unidade III
Av. Marechal Tito, 6084 • Itaim Paulista
CEP 08115-000 • São Paulo, SP
Tel.: (011) 2156-1040