Seleção de Circuitos com JFETs

Ano 41 Nº 394 - Novembro/05
Europa € 4,30
Brasil R$ 11,90

www.sabereletronica.com.br

SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

Monte um mini-terminal de dados RS-232



Construa um Controlador Midi para até 63 notas musicais



Eletrônica Médica:
Origens e efeitos de ruídos e interferências em equipamentos



Circuito para controle de velocidade de motores AC com dsPIC 30F

ISSN 0101-6717
9 770101 671003 00394

Editora Saber Ltda.

Diretores
Hélio Fittipaldi
Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

ELETRÔNICA
TECNOLOGIA · INFORMÁTICA · AUTOMAÇÃO
www.sabereletronica.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico
Newton C. Braga

Redação
Sérgio Vieira
Viviane Bulbow

Auxiliar de Redação
Claudia Tozetto

Conselho Editorial
João Antonio Zuffo
Newton C. Braga

Colaboradores
Edi Cleber L. Moura, Evandro L. Nohara, Márcio José Soares, Mauro R. de Sousa, Mirabel C. Rezende, Roberto Simões, Orlando Pereira, Wilton Ney A. Pereira

Designers
Diego M. Gomes, Diogo Shiraiwa, Jonas Ribeiro Alves, Renato Paiotti

Estagiária de Produção
Yassari Gonçalo

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

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

Impressão
PROL Editora Gráfica Ltda.

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista Portugal
tel.: 121-9267800

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

Saber Eletrônica é uma publicação mensal da Editora Saber Ltda, ISSN 0101-6717. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./ fax (11) 6195-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site www.sabereletronica.com.br, ou pelo tel. 6195-5330, ao preço da última edição em banca.

Associada da:
ANER
Associação Nacional dos Editores de Revistas.

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

EDITORIAL



Hélio Fittipaldi

A Saber Eletrônica, que introduziu no mercado brasileiro diversas tecnologias e produtos durante a sua existência, publica nesta edição a primeira matéria prática com dsPIC da Microchip, que você poderá ver na página 54: "Controle de motor AC com o dsPIC".

Este artigo foi desenvolvido e escrito em dupla pelo nosso colaborador estreante Edi Cleber Lopes Moura e o diretor técnico da Saber o professor Newton C. Braga.

Dando continuidade a área de Eletrônica Médica, nesta edição, abordaremos os problemas que interferências externas podem causar num equipamento mal protegido para monitoramento de sinais no corpo humano.

Leitores que necessitam coletar dados têm-nos solicitado circuitos para uso em automação industrial e comercial. Por isso apresentamos na página 18 um "Mini-terminal de dados RS-232". A série de artigos sobre Eletrônica no Automóvel, que apresentamos até o mês de setembro, voltará com os artigos de Antônio Cirilo de Souza, em dezembro.

Boa Leitura !
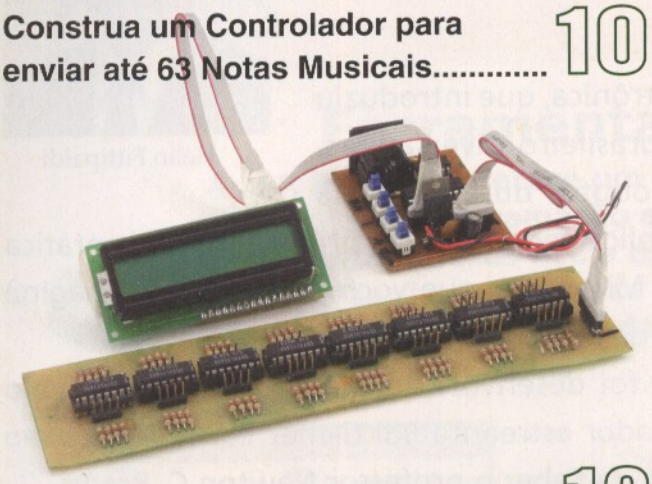
Atendimento ao Leitor: a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br

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

ÍNDICE

PROJETOS

Construa um Controlador para enviar até 63 Notas Musicais..... 10



Miniterminal de dados RS-232..... 18

Fonte 4,5 - 25 V x 10 A..... 25

DESENVOLVIMENTO

Simulação Analógica de Sistemas LITC..... 30

Seleção de Circuitos com JFETs..... 36

TECNOLOGIA

Confiabilidade..... 42

Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética..... 44

NOTÍCIAS

5

SEÇÃO DO LEITOR

3

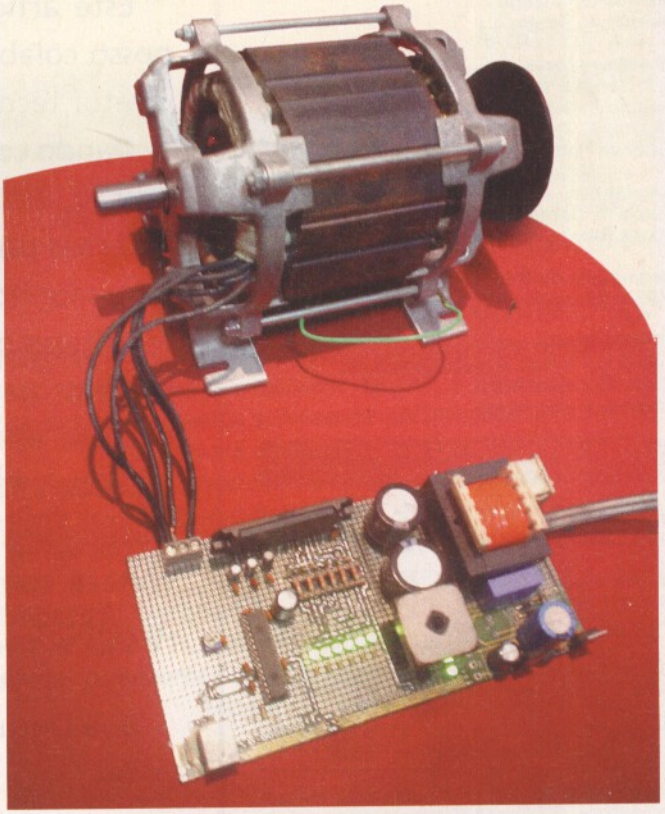
Informativo ABEE-SP.....28

INGLÊS NA ELETRÔNICA

O Inglês da Austrália..... 50

MICROCONTROLADORES

Controle de Motor AC com dsPIC 52



ELETRÔNICA MÉDICA

Origens e Efeitos de Ruídos e Interferências em Equipamentos..... 57

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Conectividade em Ambientes Hostis..... 62

Seção do Leitor

Zigbee

"Gostaria de expressar minha indignação em relação ao artigo 'Zigbee - controle e monitoramento *wireless* para casas inteligentes' da Revista Saber Eletrônica, edição nº 392. A reportagem, além de extremamente teórica e generalista, não apresenta qualquer projeto como sugere a capa (onde a foto de uma placa de circuito impresso é apresentada). Tal prática não condiz com o nível da Revista - a qual acompanho há anos - sendo de extrema importância para a disseminação do conhecimento da área".

Luiz Augusto
Engenheiro Eletrônico
Rio de Janeiro - RJ



Saber Eletrônica nº 392

Em nenhum momento divulgamos que o artigo era prático. A figura inserida na capa refere-se a uma placa de desenvolvimento e testes para o padrão Zigbee da Freescale Semicondutores, gentilmente cedida pela mesma. Tivemos apenas a intenção de ilustrar a matéria, jamais imaginamos que nossos leitores engenheiros imaginariam que ali estava proposto um artigo prático. Pedimos desculpas pelo mal entendido.

Neste artigo, trouxemos toda a teoria necessária para o leitor conhecer mais sobre esta nova tecnologia, o padrão Zigbee. Sem esta teoria, não há como se pretender fazer algo prático. Porém, como você mesmo disse, é praxe da Editora / Revista não apresentar apenas a teoria de um determinado assunto (principalmente quando é novo) e já nas próximas edições traremos alguns exemplos que, unidos à teoria passada neste primeiro artigo, poderão ajudar nossos leitores interessados em aprender um pouco mais sobre o padrão 802.15.4 e Zigbee.

Identificador de chamadas

"Iniciei meu trabalho de conclusão de curso, cujos temas são os artigos 'Identificador de Chamadas Microcontrolado' da edição nº 390 e 'Gravador para AT89S8252' da edição nº 387. Comprei os materiais, mas só agora me dei conta que as listas de materiais e alguns componentes dos diagramas do circuito não são iguais. Devo seguir as listas ou os diagramas ?"

Eduardo Cruz
Estudante do Técnico em Telecomunicações - ETE GV
São Paulo / SP

Observando o esquema elétrico do 'Identificador de Chamada Microcontrolado' encontramos alguns "bugs". Corrija os seguintes itens no esquema presente na sua revista:

O CI 7805 está indicado como C_1 e o mesmo é, na verdade, CI_4.

R_3 é, na verdade, R_2

R_4 é, na verdade, R_3

Ainda no esquema elétrico, existe um capacitor de 33 pF próximo ao cristal X1 com a referência "C_7". Este capacitor é, na verdade, C_9.

Os capacitores C_8 e C_9 não estão presentes na lista de materiais, mas são necessários.

Em relação ao 'Gravador AT89S 8252', não encontramos qualquer discrepância entre a lista de materiais e o esquema elétrico do mesmo. Sendo assim, para esta etapa do seu projeto qualquer um que for seguido para a aquisição dos materiais terá sucesso.

Controle Remoto

"Estou fazendo o projeto 'Trava Eletrônica com Código de Barras', da edição nº 383, e reparei que a sugestão de *layout* do mesmo contém um gravíssimo erro: não tem o oscilador a cristal no *layout*!"

Davi Meireles
Técnico - Digivoice
Osasco / SP

*O cristal está presente sim no desenho da placa (página 10 - **figura 3**). Trata-se de um quadro cinza entre C_7 e C_8. Note também que a furação do mesmo está presente no verso da placa, no mesmo desenho (desenho de cor marrom alaranjada escura). O quadro cinza foi deixado para que o leitor pudesse calcular o espaço que o cristal pode ocupar, já que no mercado existem "n" tipos com "n" dimensões diferentes. O desenho fornecido na revista foi o mesmo utilizado pelo autor para gerar o protótipo fotografado, e inserido tanto na capa como no início do artigo.*

CircuitMaker 2000

"Como encontro o representante de vendas no Brasil dos produtos *CircuitMaker 2000* ou *MultiSim / Ultiboard / Ultiroute* para pequenos projetos e verificação de preços? Entrei no *site* do fabricante do CircuitMaker há mais de cinco dias e não consigo a senha de acesso do programa *trial* como exposto na revista Saber Eletrônica Especial edição nº 9. O que faço?"

Irineu Martins
Departamento Técnico Naval - Aliança Logística
Rio de Janeiro / RJ

Prezado Irineu, realmente tivemos problemas com a senha de acesso ao programa trial. Já há algum tempo entramos em contato com a empresa representante de vendas do Circuit-Maker 2000 no Brasil - que seria a responsável pela disponibilização da senha - mas não obtivemos resposta. Queremos apenas ressaltar que estamos tentando novos contatos para esclarecer a situação.

De qualquer forma, conforme publicamos recentemente em nossas edições (inclusive na edição especial nº 11) você pode adquirir diversas informações sobre o MultiSim agora com a National Instruments. Basta entrar em contato com a empresa pelo Tel.: (11) 3262-3599 - e-mail: ni.brazil@ni.com ou acessar o site: ***www.ni.com/brasil****.*

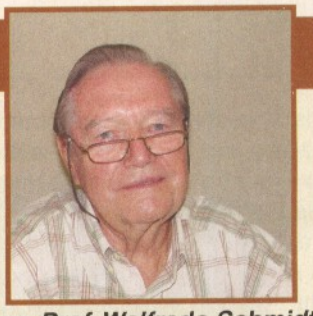
Contato com o Leitor

Envie seus comentários, críticas e sugestões para a.leitor.saber eletronica@editorasaber.com.br .

As mensagens devem ter nome completo, ocupação, empresa e/ou instituição a que pertence, cidade e Estado. Por motivo de espaço, os textos podem ser editados por nossa equipe.

O que você precisa saber...

Exemplos de símbolos de unidades, grandezas e normas



Eng. Prof. Walfredo Schmidt

Conforme já foi comentado, é cada vez maior o número de especificações de caráter internacional que estão em uso, e as próprias normas nacionais estão sendo gradativamente aproximadas aos critérios internacionais. Por essa razão, também nos acordos do Mercosul, prevalecem as determinações normativas internacionais, da ISO e, no caso elétrico, da IEC, que é a Comissão Eletrotécnica Internacional.

Para demonstrar os tipos de erros que são cometidos, vejamos alguns exemplos relativos a unidades e grandezas de uso constante, devidamente comentados.

1. Como devo escrever o símbolo da unidade de medida "quilograma", do Sistema SI , e a que grandeza se refere essa unidade ?

- Pelo Sistema SI, o símbolo de "quilograma" é "kg", ambos minúsculos, até porque o "K" maiúsculo é o símbolo de "kelvin" e o "G" maiúsculo o do prefixo "giga". Esse é um erro freqüentemente encontrado;

- O quilograma é a unidade de medida básica da grandeza "massa" de acordo com o Quadro de Unidades do Sistema SI, e do que é determinado na norma ISO 31;

- Portanto, está incorreto escrever "kilograma ". A grafia correta é "quilograma";

- Usualmente, encontramos referências da unidade "kilo" sem a indicação de qual a grandeza a que se refere, tanto em assuntos técnicos quanto não. Esse é outro erro que muitas vezes ocorre.

2. Agora um caso "elétrico". .Analisemos o que acontece com a grandeza "tensão elétrica". Segundo o Dicionário Brasileiro de Eletricidade, publicado pela ABNT:

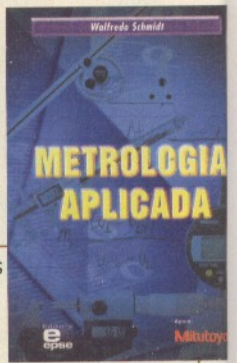
- Tensão elétrica é uma grandeza escalar igual à integral de linha do vetor campo elétrico de um ponto a outro ao longo de um percurso dado.

Não existe nenhum outro termo no referido Dicionário que tenha este mesmo significado e, portanto, não existe sinônimo para este termo. Logo, qualquer outro termo que seja usado com o significado de "tensão elétrica", estará sendo aplicado de modo INCORRETO, que é o uso ERRADO da palavra VOLTAGEM.

- Conforme a norma ISO 31, esta grandeza tem como símbolo a letra "U ", e não V como freqüentemente é encontrado. A letra V é o símbolo de sua unidade de medida, que é o volt (quando escrito por extenso tem todas as letras minúsculas) e não da grandeza. E as duas, evidentemente, não podem ser iguais.

3. Quanto ao uso de normas de modo errado, vale destacar que uma norma técnica é válida até o dia em que o seu texto é revisado e, então, publicada uma nova edição. Segundo critérios internacionais, as normas devem ser revisadas a cada dois anos, o que raramente acontece. Normas importantes têm sido revisadas a cada sete ou 10 anos. O fundamental é que o profissional se mantenha atualizado quanto ao ano de publicação das normas em vigor, de seu maior uso. Assim, por exemplo, uma norma de uso muito freqüente entre nós é a NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão - cuja primeira edição coerente com a norma respectiva da IEC foi publicada em 1980, a revisão em 1990, nova revisão em 1997, e a que está em vigor há alguns meses é a edição de 2004.

Lembre-se: as edições anteriores a 2004 não estão mais em vigor. E, portanto, não podem mais ser usadas.



Para mais infomações consulte o livro **Metrologia Aplicada** à venda pelo telefone (11) 6195-5330 ou **www.sabermarketing.com.br**

Laboratório de SC passa a contar com serviços avançados de engenharia

Com um investimento de R$ 2,6 milhões, foi inaugurada em Florianópolis (SC) uma área de Engenharia de Placas Eletrônicas dentro do Labelectron - laboratório criado a partir de um convênio entre a Fundação Certi, a Alcatel e a Megaflex Sul.

A nova área está capacitada para realizar estudos de viabilidade técnica e econômica de soluções; concepção do circuito eletrônico (com base nas boas práticas de DFX - Design voltado para o custo, manufatura e teste); migração e conversão da tecnologia PHT para SMT; elaboração de *layout* segundo requisitos normativos e conceitos de DFM e DFT; simulação analógica/digital e análise da integridade de sinais utilizando técnicas computadorizadas avançadas; desenvolvimento de *firmware* e prototipagens da placa.

O laboratório conta com equipamento de alta performance para prototipagem de PCIs com área de trabalho de até 300 mm x 220 mm de seis camadas e largura mínima de trilha 0,1 mm. Está equipado também com sistema de metalização galvânica de furos. A área de engenharia ocupa um espaço de 65 m², enquanto que a área de prototipagem está instalada num espaço de 20 m².

As atividades do setor de engenharia do Labelectron são desempenhadas por três engenheiros eletricistas para o desenvolvimento de HW e *Firmware*; dois engenheiros *layoutistas*; um especialista em testes; um especialista em protótipos; e uma equipe de apoio.



Laboratório avançado prestará serviços especializados em placas eletrônicas

High Tec

Diodo de diamante de alta voltagem

A Element Six (E6), empresa que possui soluções industriais a partir de diamantes, anunciou o lançamento de um diodo de alta voltagem capaz de operar entre 1700 V e 10 A/cm^2. O diodo é do tipo SBD (sigla em inglês de Diodo de Barreira Schottky).

De acordo com a empresa, com essa aplicação, o diamante prova que é um excelente semicondutor se comparado aos dispositivos de estado sólido de SiC que utilizam materiais como o silício e o arsenido de gálio e possuem limitação no uso. Para atender às exigências de várias aplicações avançadas, como controle de motor de tração e distribuição de energia, os dispositivos de alta voltagem cada vez mais necessitam contar com materiais de desempenho superior. O diamante pode trabalhar com voltagens superiores a 10 mil volts e temperaturas elevadas.

O grupo envolvido no projeto é chamado de *Carbon Power Electronics* (CAPE) e tem o apoio do Ministério da Indústria e Comércio do Reino Unido. Ele é formado pelas empresas Element Six e Dynex Semiconductors, além do Departamento de Engenharia da Universidade de Cambridge.

Novidades em produtos

Aquisição de Dados

A National Instruments (**www.ni.com**) anuncia que agora os engenheiros podem usar o PXI-5114 - um digitalizador de dois canais de 8 bits também conhecido como osciloscópio baseado em PC - com uma ampla gama de aplicações de alta velocidade, com destaque para os testes de fabricação de produtos de consumo.

O novo dispositivo alcança velocidades de 250 MS/s e tem um preço básico de US$ 2 995. A velocidade máxima de 250 MS/s em tempo real corresponde a uma amostragem equivalente de 5 GS/s, proporcionando faixas passantes de 125 MHz na digitalização de sinais de uso geral no domínio do tempo.

Esse digitalizador pode armazenar formas de onda extensas ou mais de 1 milhão de gravações, quando configurado no modo de aquisição de multigravação.

Circuitos Integrados

A International Rectifier (**www.irf.com**) lançou um novo circuito integrado, o IRS20124S, que consiste num controle de 200 V especificamente desenvolvido para aplicações de áudio em classe D com potências até 500 W por canal.

O novo CI inclui recursos como sensoriamento de sobrecorrente para a proteção do equipamento, além de ajustes de "tempo morto". O novo componente é especialmente indicado para aplicações automotivas, equipamentos domésticos de som, *home-theater*, entre outros.

O novo dispositivo é fornecido em invólucro SOIC de 14 pinos, com uma *tensão offset* máxima de 200 V e uma tensão de saída na faixa de 10 a 20 V.



Sensores

A Agilent Technologies (**www.agilent.com**) apresenta um sensor para *mouses* ópticos de ultrabaixa potência - ideal para aplicações de precisão e alta performance.

O novo componente, denominado ADNS-3040, pode operar em modos de gerenciamento de energia e é ideal para aplicações alimentadas por bateria, o que inclui dispositivos sem fio como, por exemplo, *mouses*. Ele também é capaz de detectar movimentos rápidos na faixa de 20 impulsos por segundo e 8G.

O dispositivo possui um LED, oscilador e *driver on-chip,* minimizando assim a quantidade de componentes externos necessários a uma aplicação.

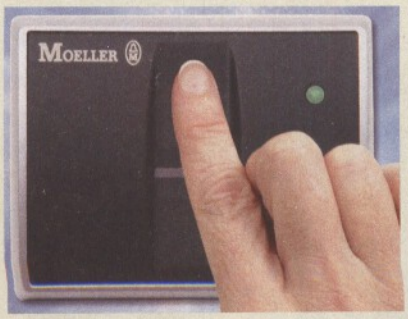


A Moeller Electric (**www.moeller.net**) lança no mercado brasileiro o sensor biométrico M22-ESA para substituição de chaves, cartões e senhas no controle de acesso de instalações e operação de máquinas.

A leitura da impressão digital é feita por um sensor térmico que é capaz de memorizar até 100 impressões digitais com até três níveis de acesso cada.

O M22-ESA, com seu alto grau de proteção IP65 (imune a pó e jatos d'água), pode ser utilizado tanto em instalações prediais quanto industriais.

A configuração é simples e pode ser feita via computador ou por meio do *display* do controlador lógico programável MFD-Titan. Para sua instalação são necessários apenas dois furos de 22 mm como nos botões e sinaleiros RMQ-Titan.



Brasileiros pesquisam TV digital integrada à rede celular

Pesquisadores brasileiros do projeto Instinct (IP-*based Networks, Services and TermINals for Converging SysTems*) - consórcio internacional de 24 membros que reúne, além de universidades e instituições de pesquisa, empresas como Philips, Siemens, Motorola, Radio Televisione Italiana (RAI), France Telecom e Deutsche Telekom – trabalham num projeto que pesquisa TV digital integrada à rede celular no Brasil.

O projeto, que teve início em 2004 e tem duração prevista de seis anos, conta com investimentos da ordem de 50 milhões de euros. Como resultado terá a especificação de uma plataforma aberta para a prestação de serviços comerciais de convergência digital através da cooperação de redes sem fio e redes terrestres de radiodifusão de TV.

Recentemente, a Fundação Certi de Santa Catarina - parceira da Instinct - apresentou em São Paulo – durante a Brasiltec 2005 - um protótipo onde a combinação das redes de TV e serviços móveis é usada para favorecer a inclusão digital.

As tecnologias pesquisadas pelo Instinct se baseiam em padrões já estabelecidos para transmissão digital de TV, aplicações e serviços de telecomunicações. O diferencial é a integração de todos eles em uma plataforma comum, o que vai garantir a interoperabilidade e adaptabilidade. Assim, tanto emissoras de TV como operadoras de telecomunicações não precisarão adequar seus programas e serviços para cada tipo diferente de terminal, seja um aparelho de TV convencional ou um telefone celular.

Os pesquisadores do projeto Instinct utilizam o padrão de TV digital europeu DVB-H ("H" de *handheld*), focado na recepção móvel por aparelhos celulares, *handhelds* e *notebooks*.



Exemplo de uso do Instinct: celular com set-top box integrado

Intel amplia atuação nas regiões Norte e Nordeste do Brasil

De olho no crescimento do mercado brasileiro, a Intel anuncia seu primeiro distribuidor autorizado no Nordeste. A partir de outubro, a Handytech, empresa localizada em Salvador, passa a atender revendedores e integradores das regiões Norte e Nordeste do país com o fornecimento de processadores, placas-mãe e servidores da Intel.

"Encontramos nessas regiões um mercado em potencial que deve ser explorado pela Intel", diz o gerente de Vendas da Intel Brasil, Adrian de Grazia. A parceria garante ao usuário final o recebimento de componentes de qualidade, uma vez que os integradores passarão a comprar produtos com suporte e garantia.

"Com essa parceria, a Handytech poderá ampliar e fortalecer sua atuação no mercado das regiões Norte e Nordeste. A previsão é aumentar em 40% nosso faturamento no próximo trimestre e dobrá-lo no próximo ano", afirma o gerente Geral da Handytech, Celso Vieira da Silva.

A Intel e a Handytech fornecerão ainda o treinamento necessário para que distribuidores e integradores montem equipamentos de qualidade. Para participar dos treinamentos, basta cadastrar os dados no *site* **www.universointel.com/PT/.**

Novos produtos

A Tato Equipamentos Eletrônicos apresenta ao mercado seus novos produtos. Entre eles, um sistema de armazenamento de dados para microcontroladores: o HDBS, que funciona como um disco rígido. Com ele, o microcontrolador pode criar arquivos e diretórios que depois podem ser lidos no Windows. O novo sistema se comunica com o microcontrolador através da porta serial, sendo controlado por comandos simples e diretos. O armazenamento é feito em cartões SD(*Secure Digital*) ou MMC (*MultiMedia Card*).

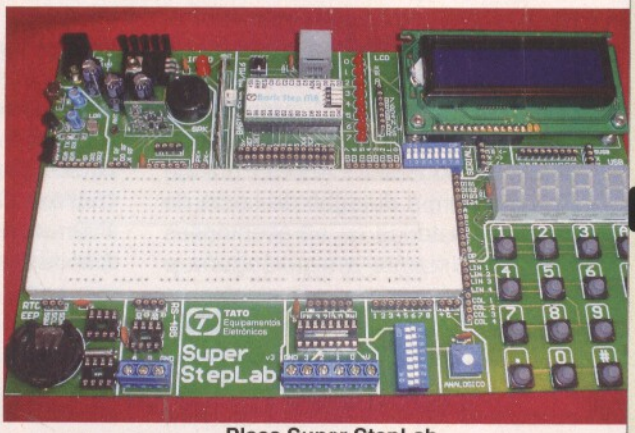
A empresa também apresenta a placa Super StepLab, uma placa de laboratório para microcontroladores BASIC Step, que possui *display* de cristal líquido, *display* de LED de 4 dígitos, teclado matricial, *driver* de potência para motores, interface RS-485, relógio de tempo real (RTC), memória EEPROM, interface infravermelha IRDA e RC5, sensor de temperatura e luz e módulo de radiofreqüência. Possui ainda soquete para o BASIC Step 1 e BASIC Step M8.

Além destes, a Tato traz para o mercado o



HDBS: novo sistema de armazenamento de dados para microcontroladores

Módulo Transceptor TRW2.4G, que possui um transmissor e dois receptores de dados que funcionam na freqüência de 2,4GHz. Um protocolo de comunicação facilita a atuação do programa do microcontrolador. Ele é capaz de gerenciar toda a comunicação por RF com opção de endereço, CRC, entre outros.



Placa Super StepLab

Mosaico anuncia nova estratégia

A Mosaico, com 10 anos de atuação no mercado, anuncia sua nova estratégia comercial e de *marketing*: a criação das novas marcas LabTools e Hiware.

A divisão Hiware representará toda a divisão de desenvolvimento tecnológico, contará com uma equipe capacitada para o desenvolvimento de *Algoritmos, Pesquisas, Projetos* e *Consultorias* especializadas.

A LabTools será a divisão de produtos didáticos, oferecerá treinamentos, livros, *kits* e sistemas de desenvolvimento. "A Mosaico cresceu ainda mais, se profissionalizou e transformou, do logotipo às suas soluções", diz o presidente da empresa, David José de Souza.

Segundo David, a família está crescendo e novidades virão por aí. Investimentos vão garantir a atualização da capacitação da empresa, aquisição de instrumentação de ponta, *upgrade* do parque de computadores, aquisição de compiladores de última geração, treinamento em outras tecnologias (32 bits, DSP, FPGA), desenvolvimento de novos produtos e fechamento de novas parcerias, entre outros.

Acelerômetros

A STMicroelectronics (**www.st.com/stonline**) apresentou seus novos componentes: LIS2L02AL e LISL06AL, acelerômetros ultralineares em invólucros de 5 mm x 5 mm x 1,5 mm do tipo LGA, indicados para aplicações como telefones móveis, PDAs, *laptops*, entre outros. A faixa dinâmica é selecionável entre +/- 2 G e +/- 6 G.

Os dispositivos apresentam características de baixo consumo, exigindo apenas 850 µA com uma tensão de 3,3 V, o que os torna ideais para aplicações alimentadas por bateria.

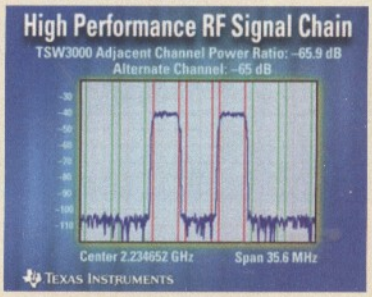


Kit de demonstração

A Texas Instruments (**www.ti.com**) apresenta um *kit* de demonstração que permite acelerar os projetos de infra-estrutura *wireless*. O *kit* contém um transmissor completo de RF para faixa digital.

O módulo TSW3000 (*Evaluation Module – EVM*) combina o conversor analógico-digital DAC5687 de 16 bits, 500 MSPS; o TFR3702, um modulador direto de quadratura de baixo ruído e o TRF3750, um PLL monolítico de alta performance.

Os projetistas podem usar o módulo como transmissor de teste para avaliação de componentes, e ainda podem avaliar a performance de um sistema com sinais de RF sem a necessidade de custos adicionais de engenharia.



Software

A Lattice (**www.latticesemi.com**) oferece um software de desenvolvimento para dispositivos lógicos programáveis (FPGAs, CPLDs, GALs) bastante completo e de baixo custo: o isp LEVER.

Ele aceita entrada de dados através de linguagem de programação VHDL ou VERILOG, ou de captura de esquemáticos, ou de arquivos edif.

As ferramentas utilizadas são muito similares às disponíveis no mercado, portanto a migração para sua utilização é também muito fácil.

Inclui também ferramentas de síntese e simulação de parceiros como *Synplify e Mentor Graphics*. Entre as principais ferramentas estão: *Project Management, IP Manager , Device Mapping, Place and Route, in-system Logic Analysis*, entre outras. Há também uma versão gratuita (isp Lever **Starter**) para utilização durante seis meses.

Opção para eliminar baterias

A Ramtron, representada no Brasil pela Nishicom Componentes **(www.nishicom.com.br)**, divulgou no mercado uma nova linha de memórias ferroelétricas que promete substituir as baterias usadas para *backup*. As memórias trazem diferenciais como: memória RAM não volátil; número ilimitado de ciclos de leitura/escrita; modelos com interface serial de pinagem compatível com as de EEPROM serial e de SRAM paralela.



Seminário da Microchip reúne mais de 400 pessoas em São Paulo



(da esq. p/ dir.) Ricardo Sam Rabner, responsável pela International Rectifier, Martin Rabner presidente da Artimar e Andre Edmond Rabner.

A 10ª edição do Seminário Técnico Microchip Masters Brasil realizada em setembro, reuniu cerca de 470 pessoas em São Paulo – entre profissionais e representantes de empresas de engenharia, desenvolvimento e montagem. "O evento, que desta vez esteve mais focado, superou nossas expectativas. Oferecemos diversas apresentações simultâneas e o participante pôde escolher qual mais lhe interessava", enfatizou o diretor da Artimar - representante da Microchip no Brasil - Andre Edmond Rabner. Com a duração de cerca de duas horas todas as apresentações foram realizadas em português e procuraram trabalhar tanto com a teoria quanto com a prática.

Novidades da tecnologia Microchip, otimização e redução de custos com PICmicro, conectividade TCP/IP com PICmicro e introdução à arquitetura PICmicro foram alguns dos temas abordados.

Além do Seminário, o evento contou com a exposição de produtos e soluções de 18 parceiros da Microchip, entre eles empresas como Mosaico, Tato, Macsym, Summit, Hitech, Bevian, NV Tecnologia, entre outros. Os interessados também tiveram a oportunidade de adquirir *kits* de Desenvolvimento ICD2.

Brasiltec

Cadeira de rodas com comando de voz

Com o objetivo de facilitar a locomoção de deficientes físicos, formandos do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário da FEI (Fundação Educacional Inaciana) desenvolveram uma cadeira de rodas com um sistema que permite movimentar o assento para frente, fazer curvas e parar, simplesmente dando ordens de voz.

O projeto é uma adaptação de uma cadeira de rodas convencional em uma cadeira de rodas motorizada controlada por voz. Primeiramente o usuário grava os comandos "frente, trás, direita, esquerda e pára" em uma placa que será acoplada a um microcomputador, depois de gravados os comandos, a placa será recolocada na cadeira e então ela estará pronta para ser utilizada. A cadeira de rodas, que possui um circuito de indicador de nível de bateria e um recarregador, só reconhece a voz da pessoa que gravou os comandos.



MultiSIM tem nova versão

A Electronics Workbench Corporation, uma empresa da National Instruments, também anuncia o lançamento do MultiSIM 9, UltiBOARD 9 e UltiROUTE 9. Juntos eles formam o novo conjunto de ferramentas da Electronics Workbench Series 9, totalmente integrada e com soluções ponta-a-ponta que possibilitam a engenheiros desenvolver com eficiência seus projetos - desde o conceito inicial durante a captura e simulação até o layout final e produção da placa de circuito eletrônico.

O MultiSIM 9 integrado à nova versão da plataforma de desenvolvimento gráfico LabVIEW e com o software de medição NI SignalExpress Interactive ajuda os desenvolvedores a aumentarem a produção e reduzir tempo e custo de desenvolvimento de produtos. A integração dos dados de simulação com o padrão mundial de medidas, permite a engenheiros a redução de erros, do tempo de desenvolvimento e facilita a criação de designs mais robustos.

Oferecidas em formatos originais, as novas ferramentas permitem eliminar a necessidade de conversão de arquivos e reduzem significativamente o registro de erros e ineficiências associadas ao compartilhamento de dados. A Série 9 permite ainda que os engenheiros usem expressões matemáticas com análises enquanto simulam seus modelos de teste.

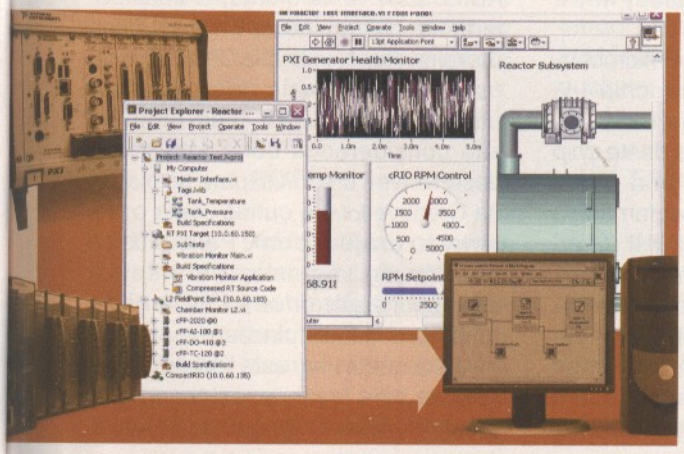
National Instruments lança LabVIEW 8

A National Instruments anuncia o lançamento do software LabVIEW 8, mais nova versão da plataforma de desenvolvimento gráfico LabVIEW - muito utilizada por engenheiros e cientistas em projetos, controles e testes de aplicações em diversos segmentos, da indústria eletro-elerônica, automotiva à aeronáutica, farmacêutica e alimentícia.

A nova versão introduz o conceito de inteligência distribuída, ou seja, um conjunto de novas funcionalidades para que engenheiros e cientistas possam projetar, distribuir e sincronizar sistemas e recursos distribuídos com facilidade.

O LabVIEW 8 também possui um novo ambiente baseado em projetos para o desenvolvimento e gerenciamento de aplicações de larga escala (LabVIEW Project), assim como o que há de mais avançado utilizando a tecnologia Express para controle de instrumentos. Esta versão inclui ainda atualizações no Módulo LabVIEW Real-Time, Módulo LabVIEW FPGA, Módulo LabVIEW PDA e Módulo LabVIEW DSC para sistemas supervisórios.

Com o lançamento do LabVIEW 8, a National Instruments expande a plataforma aumentando a produtividade para uma gama ainda maior de aplicações e tecnologias, incluindo sistemas de testes heterogêneos, prototipagem rápida de sistemas, sistemas de automação e embarcados em grande escala, sistemas com FPGA, microprocessadores e DSPs - todos utilizando a mesma plataforma aberta, intuitiva e de temporização comprovada.



O LabVIEW 8 continua a construir a tecnologia Express com novas ferramentas para simplificar o controle de instrumentos e a aquisição de dados. Com o novo LabVIEW Instrument Driver Finder, é possível reconhecer o instrumento conectado ao seu sistema de medição, fazer o download e instalar o driver apropriado a partir de mais de 4000 disponíveis na Rede de Drivers de Instrumentos da National Instruments.

Osciloscópios

A Agilent Technologies (**www.agilent.com.br**) apresenta quatro osciloscópios portáteis de armazenamento digital e sinais mistos (DSOs/MSOs) de 100 MHz. Eles possuem taxa de amostragem em tempo real de 2 GSa/s em cada canal e taxa de atualização de tela até 40 vezes mais rápida que outros modelos.

A família Agilent 6000, como foi chamada, pode mostrar eventos críticos em formas de onda complexas, reduzindo o tempo de verificação e depuração do projeto. Os novos instrumentos da família 6000 também oferecem o primeiro MSO de 4+16 canais no segmento de 100 MHz.

Obtida com a tecnologia MegaZoom III, esses osciloscópios apresentam com qualidade a visualização das formas de onda e medições. Essa tecnologia oferece visualização de formas de onda XGA de alta resolução em tempo real, com 256 níveis de intensidade de cor e profundidade de memória de até 8 M pontos.



Osciloscópio da Família 6000 de 100 MHz

Construa um Controlador para enviar até 63 Notas Musicais



Mauro Rodrigues Sousa
Técnico Eletrônico

A função de um controlador MIDI é enviar comandos no "formato MIDI" para seqüenciar uma música ou mesmo utilizar em performance, ao vivo. Por exemplo: quando você quer fazer uma música, normalmente começa por instrumentos como baixo ou bateria; sem um controlador seria necessário fazer isso com o uso do *mouse,* inserindo nota por nota até acabar uma seqüência, o que não é muito prático e ainda é cansativo e demorado.

Outra opção seria utilizar um software que transformasse o teclado do computador numa espécie de teclado virtual, onde cada letra representasse uma nota, o que facilitaria um pouco, mas ainda não é o ideal. Então, qual seria o ideal? O seria emprego de um controlador MIDI, mas estes tipos de controladores são caros.

Um controlador comercial pode (ou não) ter alguns recursos, como:

- *Pitch Bend*; Trêmulo; *Touch Response* e *After touch.*

Geralmente, a utilização destes recursos nem é necessária, pois a "coloração" do som, expressões, volumes, *pitch*, *transpose*, entre outros, de cada canal, é feita por softwares seqüenciadores como Sonar, Protools e muitos outros. Na verdade, estes softwares existem justamente por causa deste padrão MIDI. Então se conclui que o maior poder de um teclado MIDI, é simplesmente enviar notas MIDI.

O que sugiro aqui é a construção de um controlador barato, que pode enviar até 63 notas (5 oitavas). O interessante é que você pode aproveitar um teclado simples, que esteja queimado, ou qualquer outro equipamento que tenha chaves (*on*/*off*) para disparar as notas.

Com este circuito você pode: reutilizar um teclado queimado, modificar um teclado que não tiver MIDI, fazer um *sampler*, uma bateria eletrônica, gerar eventos para softwares como *Soundforge*, ou ainda reinventar uma forma exótica de enviar comandos MIDI para um computador ou módulos de som. Funciona praticamente com qualquer software seqüenciador, tanto em Windows (todas versões) como em MAC, ou até mesmo em Linux com recursos MIDI, e outros sistemas, além de quase todos os módulos de som, como *sampler*, bateria eletrônica, módulos, entre outros.

Este projeto utiliza um microcontrolador da linha da Microchip - o 16F628A - com tecnologia RISC. As diversas linhas de códigos deste *chip* foram otimizadas para uma ótima performance, depois de programado o *chip* recebeu o nome de IMMI (*Interface Midi por Módulos Integrados*). Foi dada atenção especial à latência do sinal disparado (tempo em que uma tecla é acionada e ao tempo em que o som é produzido). Com as muitas otimizações deste *chip*, chegou-se a uma latência de cerca de 200 µs o que, na prática, é até mais rápido do que muitos controladores comerciais. Na verdade, ele poderia ser de até 12 ms que não notaríamos diferença.

É importante deixar claro que o fator latência não depende exclusivamente do controlador ligado a um microcomputador, mas também dos *drivers* da placa de som que controlam o fluxo dos dados MIDI. Este é um detalhe muito importante, pois se o controlador entrega um sinal MIDI para a placa de som, os *drivers* têm por obrigação entregar este sinal o mais rápido possível para o *software*, e muitas vezes não é isso o que acontece.

Placas de som como as da linha Audigy e outras, usam um *driver* ASIO. Este, atualmente, é considerado um dos melhores para este tipo de aplicação. Nas linhas Creative Live, os *drivers* originais não permitem utilizar os da ASIO, mas também são considerados bons. Um grupo desenvolveu um *driver* para as placas da Creative Live e outras - veja o *site* **www.kxproject.com**. Para música a indicação são estes *drivers*, que dão suporte aos *drivers* ASIO e ainda "turbinam" nestas placas.

Para quem usar este tipo de placas apenas para jogos, a recomendação é ficar com os originais da Creative,

porque estes *drivers* não dão suporte ao EAX.

Ligações em módulos de som, *samplers* ou baterias eletrônicas, não têm problema algum, uma vez que estes módulos de som são dedicados para este tipo de finalidade.

O CHIP

O *chip* IMMI tem 16 pinos, organizados por módulos, conforme mostra a **figura 1.**

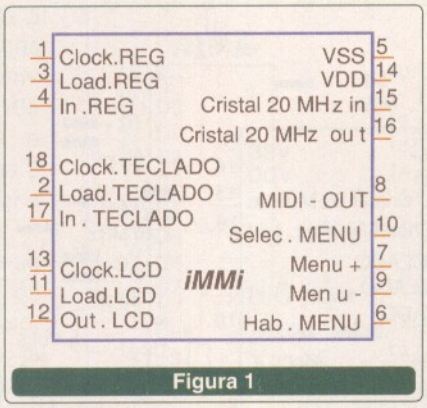


Figura 1

Módulo TECLADO: é formado por três pinos. O pino 18 tem o objetivo de enviar *clocks* para o módulo de teclado. O pino 2 envia um comando ao módulo de teclado para este carregar dentro dos registradores os valores presentes em seus pinos (no caso a tecla acionada). O pino 17 recebe sincronamente os dados que saem dos registradores.

Módulo REG: é formado por três pinos. O pino 1 envia *clocks* para um ADC0832 para capturar dados convertidos em analógico para digital, e os pinos 3-LOAD, 4-IN recebem e controlam sincronamente estes dados.

Nota: Este módulo é definido como *off* (desligado), para ligá-lo é preciso utilizar outro módulo chamado LCD, que se faz necessário pois precisa verificar num LCD as modificações.

Módulo LCD: é formado por três pinos. O pino 13 envia *clocks* para o módulo de LCD, o pino 11 envia comandos de *load* para o módulo de LCD. O pino 12 envia os dados de caracteres, para o módulo de LCD. Para controlar o que vemos no módulo de LCD são usados quatro pinos do IMMI, a saber:

BOTÕES

Pino 6 - Habilita Menu: tem por objetivo interromper o módulo do TECLADO, ativa o módulo de LCD e habilita os outros três pinos (7,9,10) para poder fazer modificação em algum parâmetro, este pino também salva os parâmetros e ainda "resseta" todos os parâmetros. Este pino é ativo com 0 (GND).

Pino 10 - Seleciona Menu, serve para percorrer um MENU, a saber:

Midi Config, Reset, Expressão, Canal, Def. Nota, Teclas e Salva.

Pinos 7 e 9 - Servem para aumentar ou diminuir um valor dentro de algum subdiretório relativo ao MENU.

O **pino 8** envia os dados MIDIS assincronamente.

Os **pinos 15** e **16** servem para definir um ressoador de 20 MHz.

Nota: Este ressoador deve obrigatoriamente ser de 20 MHz.

O **pino 5** VSS, e o **pino 14** VDD.

Para facilitar a montagem de um circuito eletrônico, o IMMI trabalha com módulos integrados. A idéia é fazer uma placa principal com o IMMI e mais alguns componentes, e enviar e receber dados através de módulos.

Os módulos, que são três no total, funcionariam com conectores de cinco pinos (VSS, VDD, CLOCK, LOAD, SINAL). Com isso, facilitariam qualquer circuito eletrônico.

UM *SAMPLER* DE 8 *TRIGGERS*

O circuito mais simples que se pode fazer é um *sampler* de oito disparadores, que pode ser usado como *sampler* ou bateria eletrônica de oito peças. Sua função é controlar oito sons dentro de um software ou um módulo de som. Veja a **figura 2.**

Este circuito envia através de MIDI-OUT no pino 8 do IMMI os dados MIDI. Os resistores R_1 e R_2 de 220 ohms devem ter obrigatoriamente este valor, conforme as normas MIDI. O *chip* U2-74HC165 pode usar o 74LS165. Oito resistores estão ligados aos pinos do 74HC165, estes resistores servem para definir um nível lógico fixo, no caso 1 (5 volts). Sem esses resistores ocorrem disparos freqüentes, o que torna o circuito instável.

Na verdade, esses resistores servem para o caso da utilização de botões ou teclas diretas na entrada do 74LS165. Caso se use algum outro circuito, por exemplo, um outro microcontrolador, tais resistores podem ser desnecessários. O conector MIDI-OUT é um conector DB-5, muito fácil de se encontrar em lojas de componentes.

As notas que se pode tocar neste circuito, comparando-o a um teclado de cinco oitavas são as seguintes:



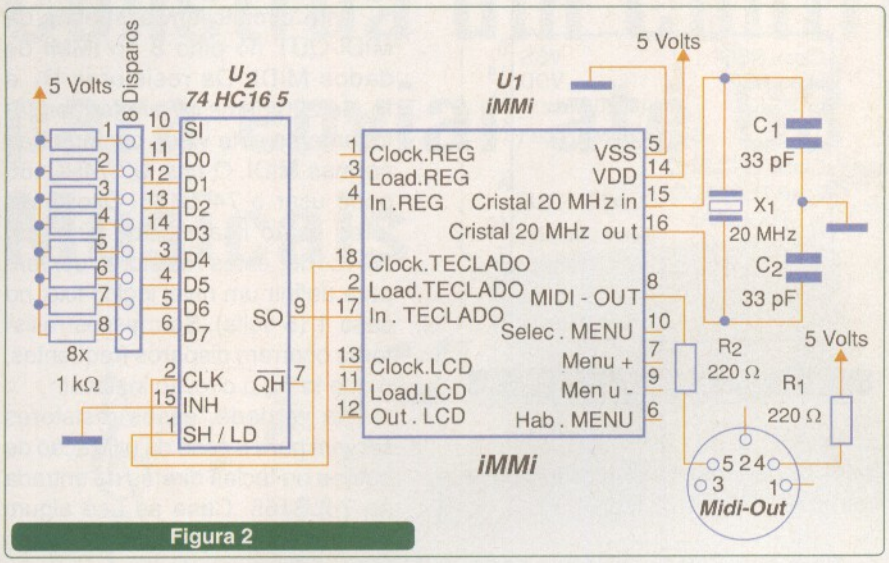


Figura 2

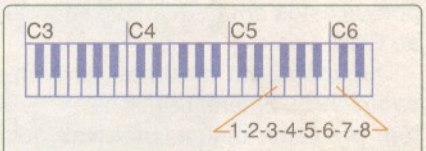


Figura 3

1= F5, 2= F#5, 3= G5, 4= G#5, 5= A5, 6= A#5, 7= B e 8=C6. Observe a **figura 3**.

Em um software, por exemplo, o CakeWalk, existe uma opção chamada Key+ que na verdade é um *transpose*. Isto significa que é possível definir as notas dentro do canal específico que se está transmitindo. Estes recursos de *transpose* - independentemente do *software* ou *hardware* - sempre incrementam 1 ou decrementam 1, por exemplo: caso você tenha uma nota C# e deseje que seja C é preciso transpor todas as teclas meio tom abaixo, ou seja, Key+ = -1. Se quiser aumentar uma oitava: Key+ = +12 . Resumindo, cada incremento ou decremento num *transpose* equivale a meio tom.

Dica: Se o leitor tiver uma placa de som com recursos de *wavetable*, será interessante carregar *soundfonts*.sf2 com os sons desejados. Outra dica é usar softwares de música eletrônica como o *Fruityloops*. Na verdade, existem diversos softwares com estas características.

O módulo principal consiste no *chip* principal (o IMMI) e nas ligações dos módulos através de conectores, acompanhe a **figura 4**.

CONTROLAR UM TECLADO DE 63 TECLAS:

Um teclado comercial completo deve possuir cinco oitavas (60 teclas). No *chip* IMMI é possível fazer esta ligação. Para isto, é necessário montar

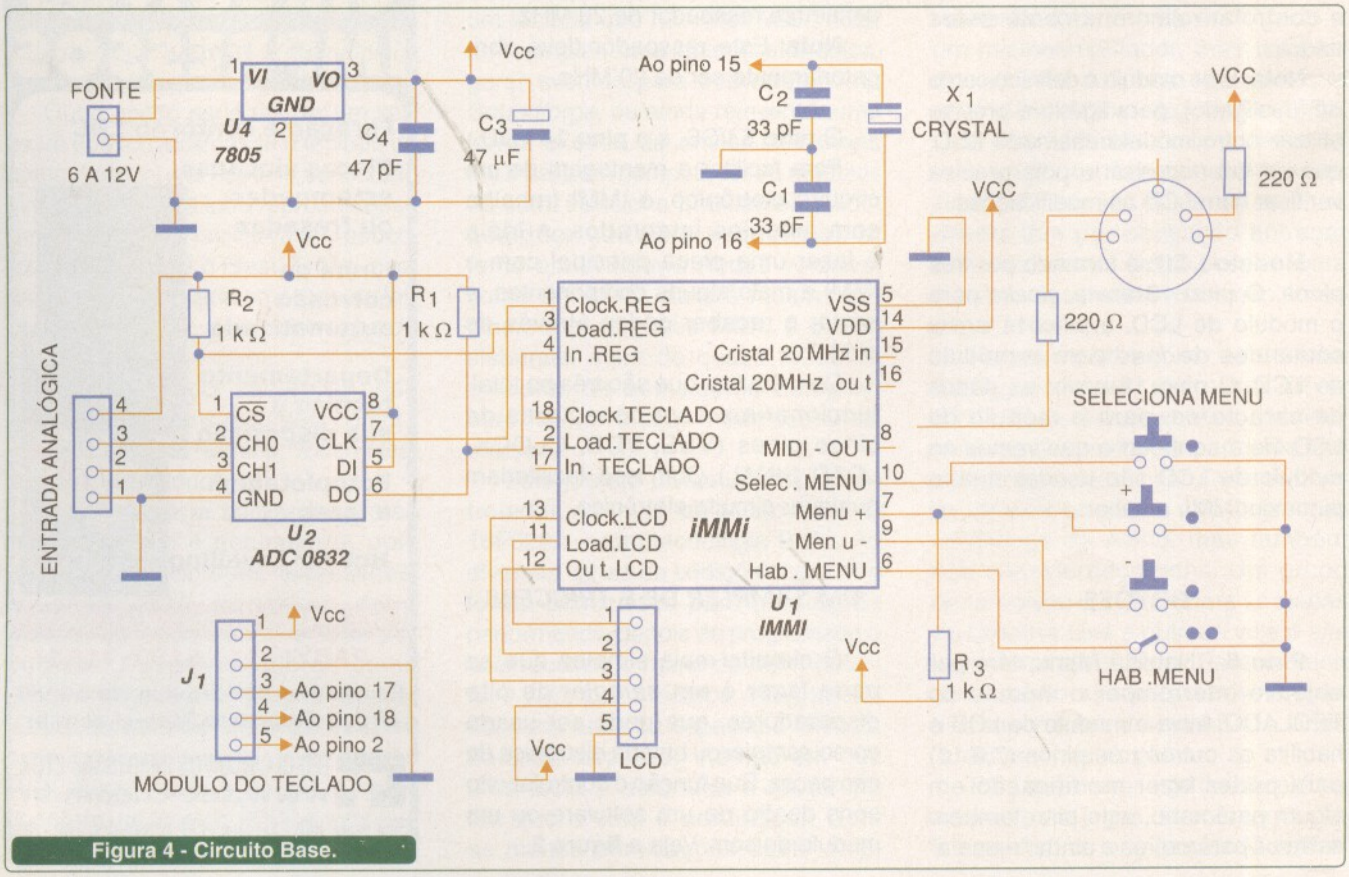


Figura 4 - Circuito Base.

o circuito do módulo do teclado e para a construção deste, são necessárias oito peças 74LS165, e 64 resistores de 1kohm, porém, a construção não é difícil. O chip 74LS165 é um registrador Paralelo-IN/Serial-OUT, e há um pino neste *chip* que transfere seus 8 bits ao próximo estágio de outro registrador e assim por diante, veja a **figura 5**.

Analisando o circuito, nota-se que trata-se de um estágio que se repete, por isso os resistores são necessários. Neste caso, são necessários 64 resistores de 1kohm, já que são 8 *chips* (8x8=64). Na **figura 8** você encontra o desenho e foto da placa.

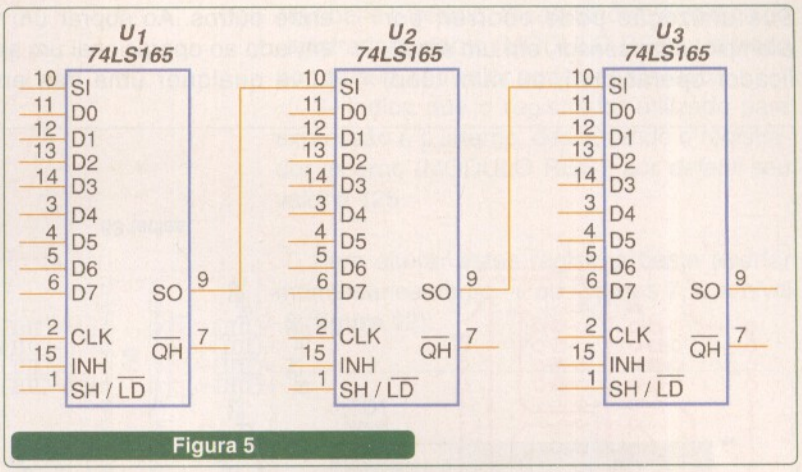


Figura 5

MÓDULO LCD

O módulo do LCD consiste em um *chip* CMOS CD4094, é um registrador série-paralelo que recebe os dados seqüencialmente através do pino 2, enviado pelo chip IMMI através do pino 12, segue o desenho (**figura 6**).

O conector empregado é um de 5 pinos, simples. O *trimpot* é para ajuste do contraste. Segue desenho do PCB (**figura 7**)

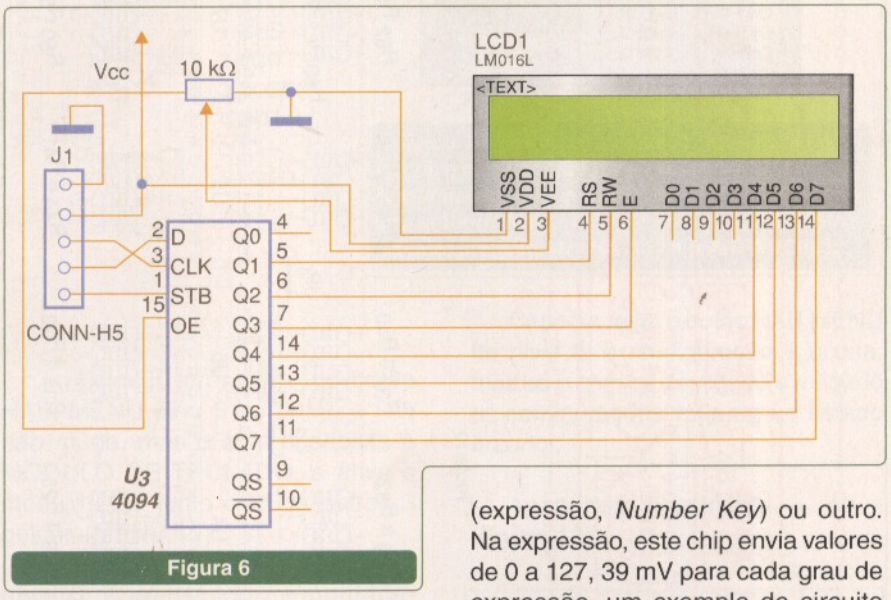


Figura 6

MÓDULO REG

Este módulo já vem incorporado na placa-base do IMMI, consiste em um *chip* ADC0832 e em um conversor A/D de 8 pinos, veja a **figura 9**. Sua função pode transmitir dois eventos (expressão, *Number Key*) ou outro. Na expressão, este chip envia valores de 0 a 127, 39 mV para cada grau de expressão, um exemplo de circuito seria o uso de sensores tais como um sensor de pressão onde cada vez que fosse acionado, o equivalente em volts seria mandado ao conversor, que enviaria o sinal para MIDI.

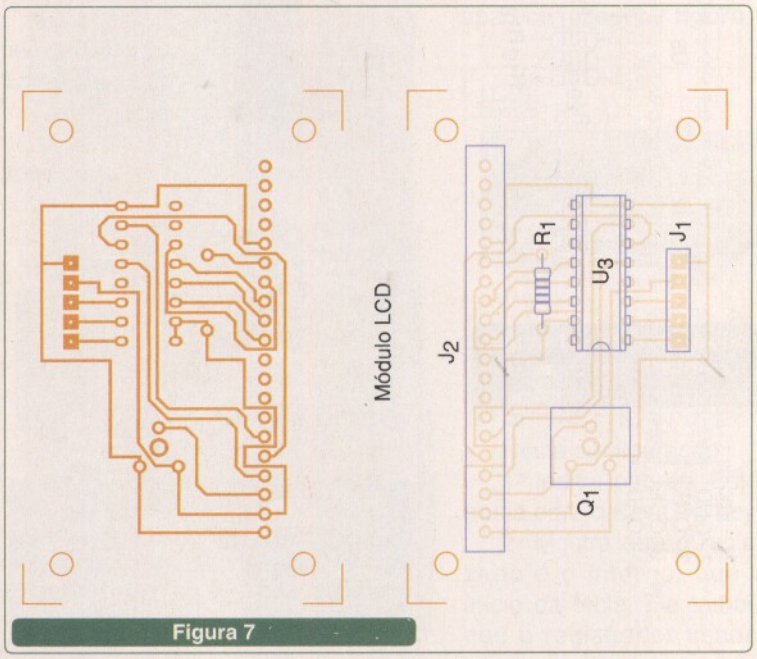


Figura 7

Nota-se que a velocidade de conversão é muito alta, sendo possível enviar individualmente várias notas polifônicas com este recurso. Para não utilizar este módulo, basta simplesmente não inserir o *chip* ADC0832. Para o uso do módulo e do recurso é preciso fazer a habilitação no *menu* do LCD.

O recurso de *Number Key* é um pouco diferente. Ele envia de 0 a 127 números de notas capturadas pelo conversor A/D, 39 mV para cada meio tom. É preciso configurar corretamente este recurso, pois existe módulo de som que não chega a ter uma gama tão alta de notas. É possível configurá-lo também no próprio módulo MIDI ou software (*transpose*, Key+,Key-, etc), ou ainda através do próprio *chip* IMMI.

O recurso *Number Key* é um pouco complicado pois necessita de mais alguns circuitos externos.

Sua utilização pode ocorrer, por exemplo, num sensor, em um amplificador operacional, ou num tubo, entre outros. Ao soprar um tubo, é enviado ao operacional um sinal que ativa qualquer uma das entradas de teclas do IMMI, a potência do sopro controla a *Number Key*, ou seja, a nota gerada. Há diversas

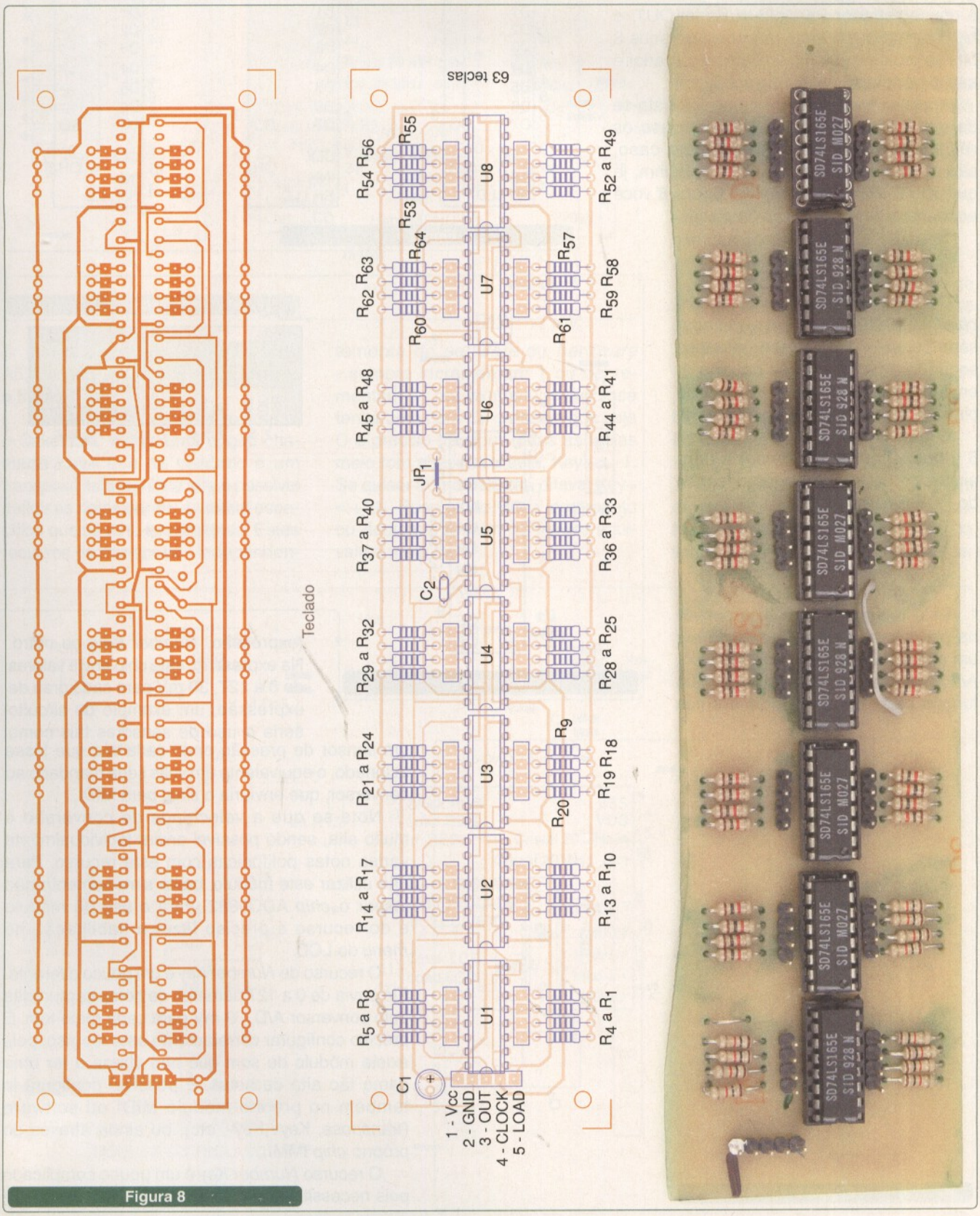


Figura 8

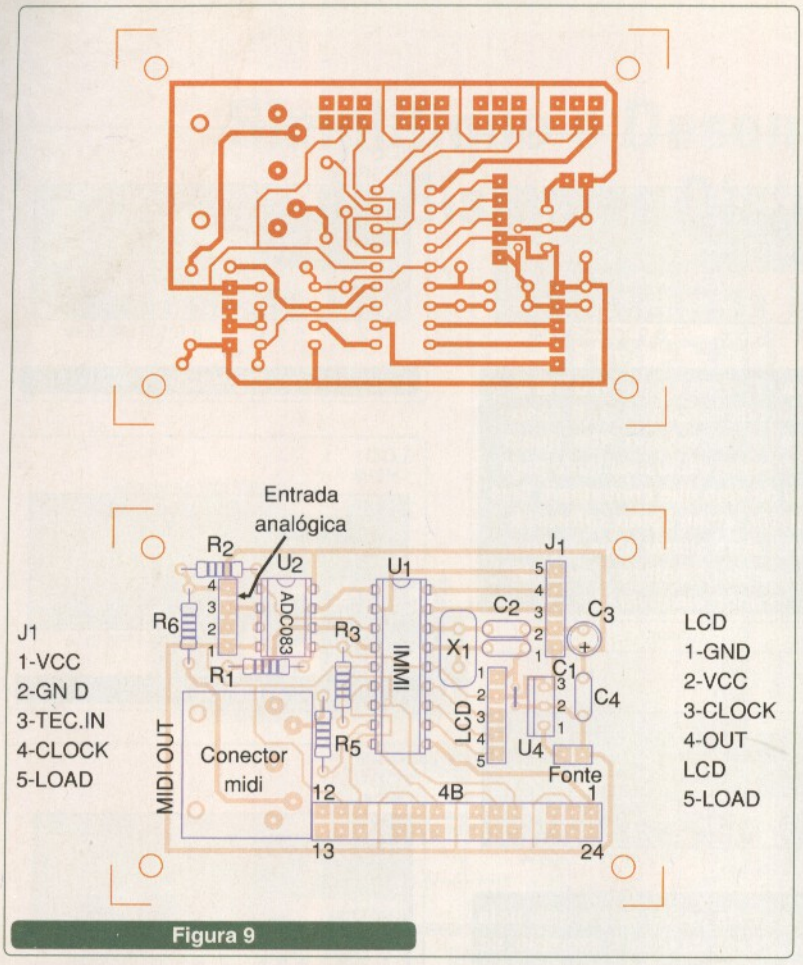


Figura 9

possibilidades de criação de algum instrumento MIDI diferente do convencional. Ambos recursos, praticamente, não possuem latência, sendo de rápida execução.

CONFIGURANDO O CHIP

Esta opção é necessária caso seja preciso configurar alguns parâmetros. Entre eles:

O circuito montado pronto, ao ligar aparece no LCD (ver **figura 10**).

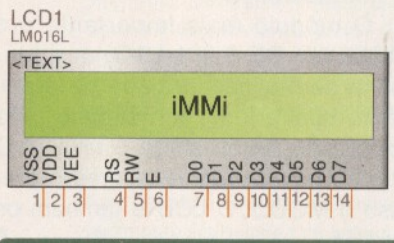


Figura 10 - Esta tela mostra o início. Quando o chip é iniciado sem o módulo de LCD não há diferença, pois os módulos trabalham individualmente. O módulo de LCD é útil para configurar seus parâmetros.

Ao colocar um nível 0 no botão HAB. MENU pino 6 do IMMI, a tela não muda, mas o *chip* desabilita o MÓDULO DE TECLADO, e ativa o módulo LCD junto com os outros 3 botões (MENU,+,-)

Estando o pino HAB.MENU em nível 0, e apertando momentaneamente o botão SELECT.MENU, aparece (observar **figura 11**):

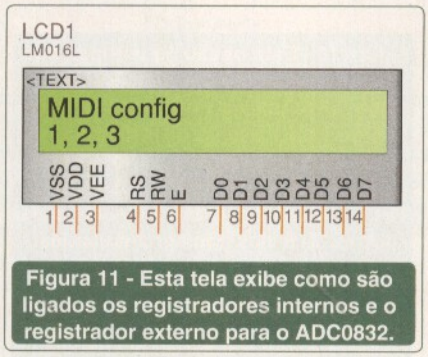


Figura 11 - Esta tela exibe como são ligados os registradores internos e o registrador externo para o ADC0832.

Nesta configuração :

1- Indica padrão. Este valor não muda para o Key ON, Key OFF;

2- Mostra que o registrador utilizado é o interno, que controla o início da tecla. Ele também informa que o registrador usado para Key Number é o interno, descartando o emprego do registrador externo (MÓDULO REG). Utilizado por *default*, seu valor pode ser alterado.

3- Indica que o registrador utilizado para expressão é o interno, descartando o registrador externo (MODULO REG), por *default* seu valor é 125.

Para alterar estes registros basta apertar momentaneamente + ou - pinos 7, 9 a nivel -0 (**figura 12**):

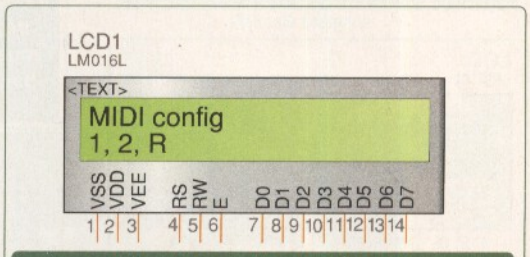


Figura 12 - Por exemplo, caso fique como na figura, é sinal de que para expressão o registrador utilizado fica sendo o MÓDULO REG. Como dito anteriormente, este módulo passa a controlar a expressão através do chip A/D ADC0832.

Caso-se retire o botão HAB.MENU do nivel 0, a configuração é aceita, mas se o *chip* for desligado e religado as configurações voltarão ao estado anterior.

Apertando novamente + ou - (**figura 13**):

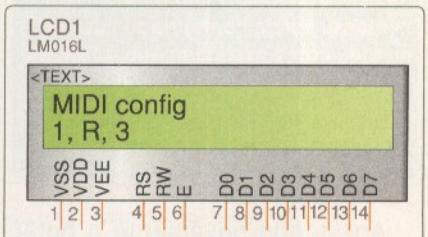


Figura 13 - Esta tela coloca o registrador interno para expressão e o MÓDULO REG para *Number Key*, onde a definição das teclas depende do MÓDULO REG.

Apertando novamente momentaneamente o botão SELECIONA MENU, aparece a seguinte opção (**figura 14**):

Quando isso for feito, a tela ficará da seguinte forma (**figura 15**):

Apertando novamente o botão SELECIONA MENU, aparece a seguinte opção (**figura 16**):

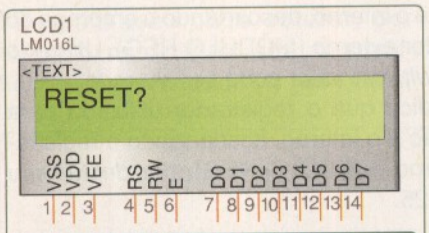


Figura 14 - Esta opção coloca em *default* todas as opções do chip. Para confirmar a opção, basta estar nesta tela e liberar (tirar do nivel 0) o pino HAB.MENU.

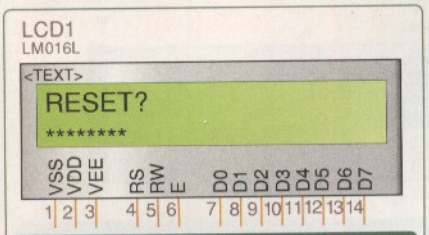


Figura 15 - Fazendo isso a tela mostra oito asteriscos, que significam que realmente foram salvos os arquivos, pois cada asterisco está relacionado com as funções internas do chip.

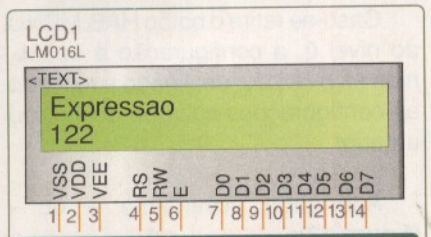


Figura 16 - Esta opção define qual vai ser a expressão, caso o registrador interno esteja configurado internamente - como explicado anteriormente - seu valor vai de 0 a 127. Se a opção de uso do MÓDULO REG externo estiver ativa, as alterações nesta opção não farão efeito.

Apertando novamente o botão SELECIONA MENU, aparece a seguinte opção (**figura 17**):

Apertando novamente o botão SELECIONA MENU, aparece a seguinte opção (**figura 18**):

Apertando o botão SELECIONA MENU, aparece a opção (**figura 19**):

Melhor configuração (**figura 20**):

Apertando novamente o botão SELECIONA MENU, aparece a última opção (**figura 21**):

Como a função de *reset*, basta liberar (liberar o pino-6 HAB.MENU). (**Figura 22**).

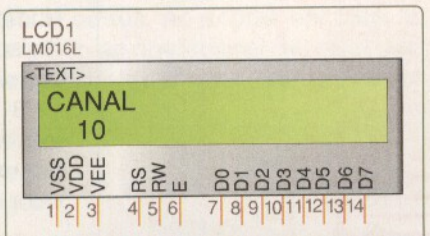


Figura 17 - Esta opção informa a mudança de canal de 1 a 16, caso venha a ser necessário. Note que o canal 10 serve exclusivamente para módulos de som que contenham *sets* de bateria, assim como *softwares* musicais. Para alterar seus valores, basta apertar os botões + e - (colocando em nível 0).

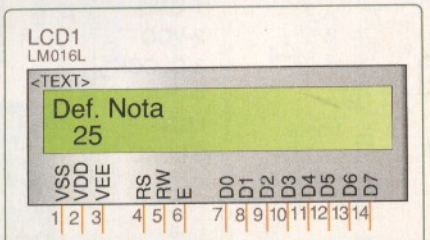


Figura 18 - Esta opção define qual nota começa através da nota 1, exemplo: se está definido 25 = ... Caso a opção de usar o MÓDULO REG externo esteja ativa, as alterações nesta opção não fazem efeito.

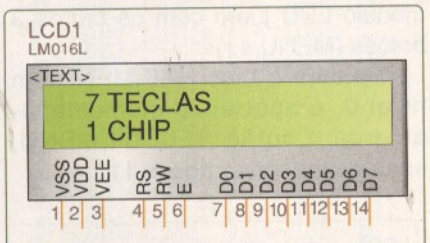


Figura 19 - Esta opção na verdade não é utilizada, pois no projeto inicial o objetivo era utilizar nos recursos internos do *chip* somente os registradores necessários. Exemplo: Se fossemos ligar três *chips* no MÓDULO DE TECLADO seriam então 24 teclas, e as outras 39 teclas não seriam usadas. Porém, internamente no IMMI, as funções de tratamento destas teclas estariam ativas, o que inicialmente poderia acarretar um problema de latência. Mas os códigos foram melhorados, e não há diferença nenhuma colocando esta opção com 1 ou 8 *chips*. Por isso são recomendados 8 *chips*. Outro detalhe é que ao mudar a quantidade de *chips*, os valores das notas são deslocados também. Em resumo: o melhor é deixar com 8 *chips*.

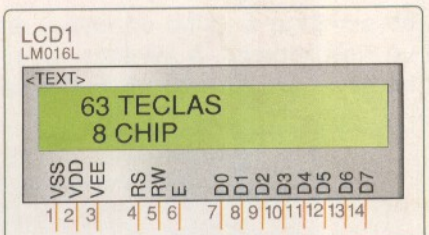


Figura 20

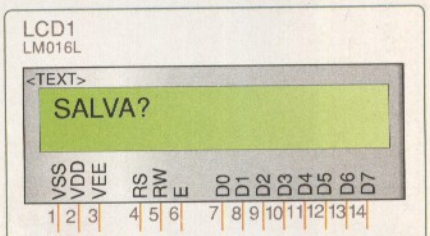


Figura 21

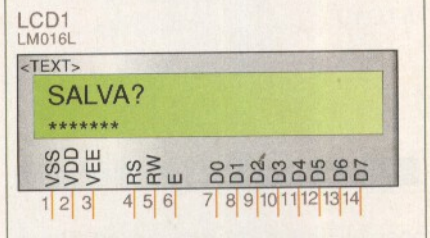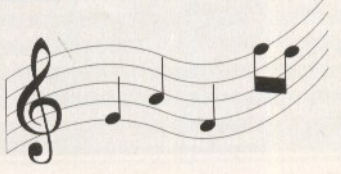


Figura 22 - Quando se libera no botão HAB.MENU todas as configurações, elas são salvas e automaticamente os botões (SEC.MENU,+ e -) ficam inoperantes. O IMMI entrega o controle para o MÓDULO DE TECLADO e o MÓDULO REG.

CONCLUSÃO

Para utilização normal, sem alteração de nenhum parâmetro, não são necessários o MÓDULO LCD nem os botões de acesso ao LCD, como também caso não se pretenda usar o MÓDULO REG, bastará não colocar o *chip* ADC0834.

O módulo mais importante é o MÓDULO DE TECLADO, que funciona sem a necessidade de outro. Caso queira fazer um circuito para expressão, então utilize o MÓDULO REG. Para alterar os valores é preciso o MÓDULO LCD e também os botões. **E**



Miniterminal de dados RS-232

Quem já não precisou coletar dados a uma certa distância de um PC? Quantas não foram as vezes em que necessitamos de um pequeno terminal para operar um equipamento do tipo serial RS-232? Estas situações são bastante comuns no mundo da Automação, seja ela comercial ou industrial. Sendo assim, neste artigo propomos a montagem de um "Miniterminal serial" que poderá atender de várias maneiras o técnico ou engenheiro de Automação.

Márcio José Soares

A PROPOSTA

No mundo da Automação, ainda são muitos os equipamentos que podem ser "controlados" e até "programados" via canal serial. Estes equipamentos geralmente respondem a um protocolo simples que pode ser implementado com poucas linhas de programação.

O projeto que propomos neste artigo vem preencher esta lacuna na bancada do técnico/engenheiro de Automação. Para estes, a proposta poderá vir a ajudá-los em uma automação já feita e que necessita de uma "atualização", ou ainda para uma próxima automação.

O Miniterminal que apresentamos recebe informações via teclado e as repassa a um equipamento qualquer via canal serial. Toda e qualquer informação enviada pelo equipamento é disponibilizada no *display* do terminal. No mercado especializado da automação comercial, este tipo de terminal também é conhecido como terminal "burro".

Porém, como o programa de controle do nosso terminal é aberto (o código-fonte é fornecido), o leitor poderá alterá-lo para dar a devida "inteligência" no "firmware" de controle do mesmo.

Como exemplos de uso poderíamos citar algumas aplicações em:

- Controle de máquinas diversas dentro de um processo produtivo.
- Controle de impressoras para códigos de barra (utilizadas no modo *on-line*), dispensando o uso de um PC, por exemplo, para tal tarefa.
- Como Miniterminal de dados aplicado dentro do ambiente industrial no processo produtivo para controlar "ordens de serviço", por exemplo.
- Como Miniterminal na automação comercial para consulta de estoque, lista de preços, etc.
- Substituição de PCs utilizados como terminais de dados para controle de "Comanda eletrônica" em estabelecimentos como padarias, lojas de conveniência e outras com balcões com separação de produtos (pães, lanches, charutaria, etc.)
- Controle de painéis de mensagens publicitárias, a exemplo do publicado por nós na edição nº 386.
- Entre outras.

O terminal que sugerimos é do tipo "on-line", mas com pequenas alterações em seu programa de controle e "hardware" (alimentação por baterias), poderá operar da maneira "off-line" coletando informações em campo.

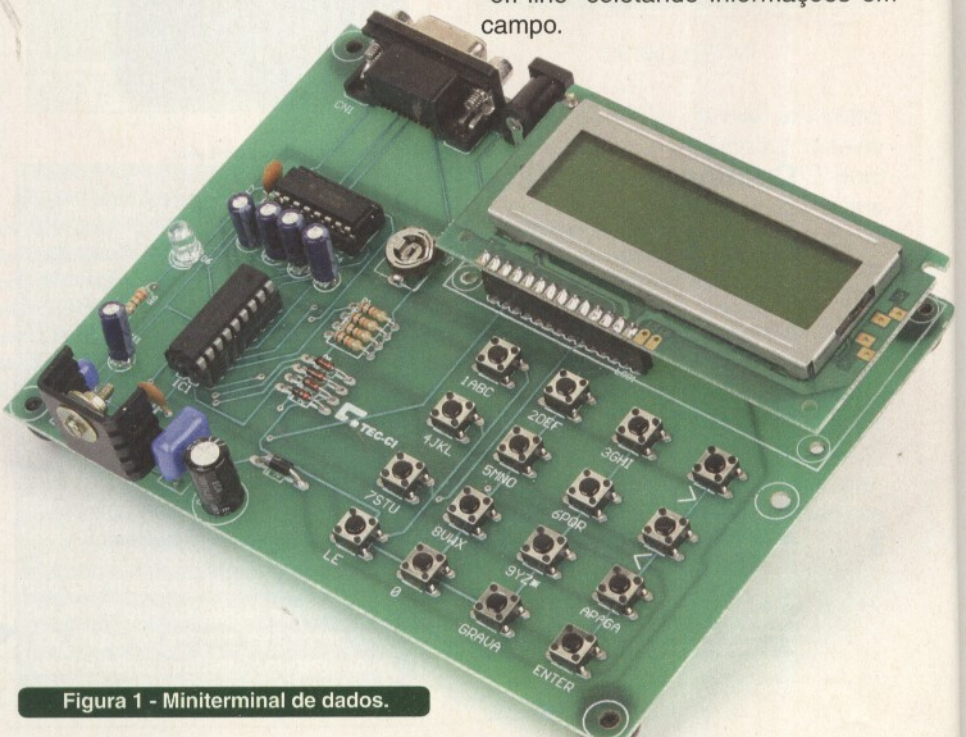


Figura 1 - Miniterminal de dados.

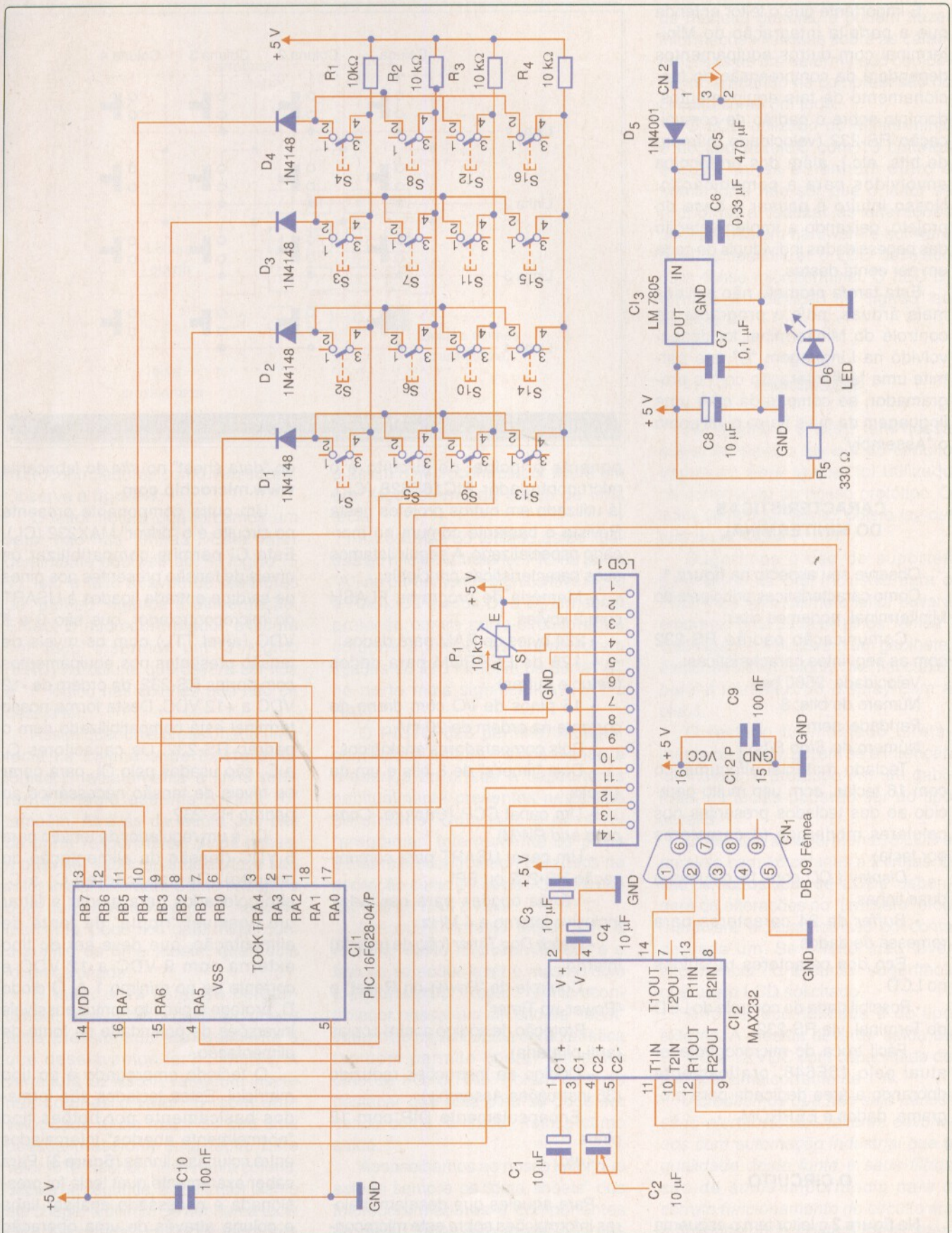


Figura 2 - Circuito elétrico.

É importante que o leitor entenda que a perfeita integração do Miniterminal com outros equipamentos dependerá da compreensão do funcionamento de tais equipamentos, domínio sobre o padrão de comunicação RS-232 (velocidade, número de bits, etc.), além dos protocolos envolvidos para a comunicação. Nosso intuito é passar a base do projeto, deixando a implementação das necessidades individuais de cada um por conta destes.

Esta tarefa promete não ser das mais árduas, pois o programa de controle do Miniterminal foi desenvolvido na Linguagem "C" que permite uma fácil interação com o programador, se comparada com uma linguagem de mais baixo nível como o "Assembly".

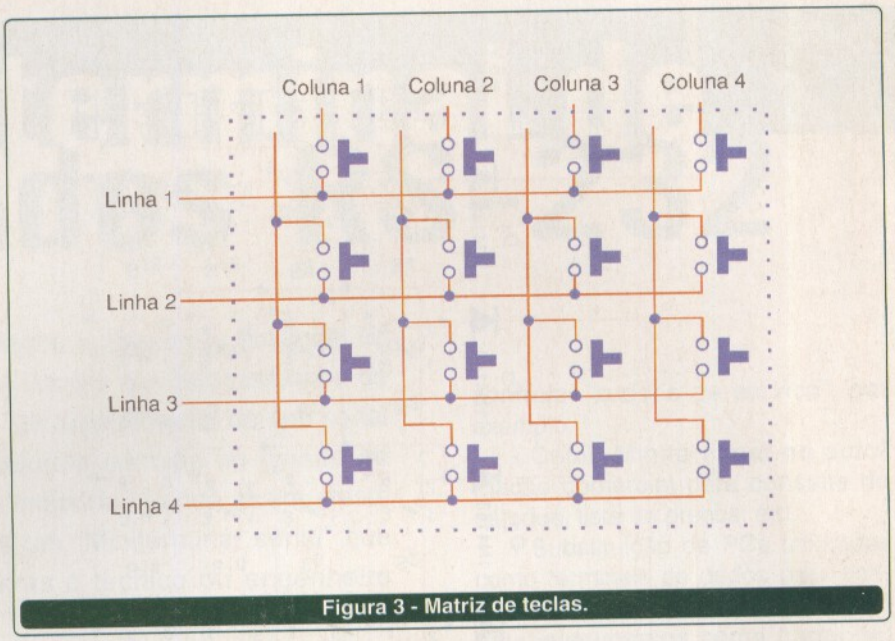


Figura 3 - Matriz de teclas.

CARACTERÍSTICAS DO MINITERMINAL

Observe seu aspecto na **figura 1**.

Como características principais do Miniterminal, podemos citar:

- Comunicação padrão RS-232 com as seguintes características:
  Velocidade: 9600 bps
  Número de bits: 8
  Paridade: sem
  Número de *Stop Bits*: 1
- Teclado matricial alfanumérico com 16 teclas, com uso muito parecido ao dos teclados presentes nos celulares modernos (4 caracteres por tecla).
- *Display LCD* com 16 colunas e duas linhas
- *Buffer* de 24 caracteres para remessa de dados
- Eco dos caracteres recebidos no LCD
- Possibilidade de controle do LCD do Terminal, via RS-232
- Fácil troca do microcontrolador atual pelo 16F648, praticamente dobrando a área dedicada para programa, dados e EEPROM.

O CIRCUITO

Na **figura 2** o leitor tem o esquema elétrico do Miniterminal. O componente principal no circuito é o microcontrolador PIC16F628 (CI_1), já utilizado em outros projetos nesta Revista e bastante comum no mercado especializado. A seguir listamos suas características principais:

- Memória de programa FLASH com 2 kbytes
- 224 bytes de RAM para dados
- 128 de EEPROM para dados (*setup* e outras)
- 15 pinos de I/O com dreno de corrente na ordem de 20 mA
- Dois comparadores analógicos
- Dois "timer's" de 8 bits e um de 16 bits
- Um canal CCP (*Capture*, *Compare and PWM*)
- Um canal USART para comunicação RS-232 ou SPI
- Várias opções para oscilador, inclusive interno a 4 MHz
- *Watch Dog Timer* (cão de guarda) interno
- Controle de "Power-on Reset" e "Power-up Timer"
- Proteção de código contra cópias (anti-pirataria)
- Código de instruções reduzido (35 instruções *Assembly*)
- Encapsulamento DIP com 18 pinos
- etc.

Para aqueles que desejam maiores informações sobre este microcontrolador, aconselhamos o "download" do "data sheet" no *site* do fabricante **www.microchip.com**.

Um outro componente presente no circuito é o "driver" MAX232 (CI_2). Este CI permite compatibilizar os níveis de tensão presentes nos pinos de saída e entrada ligados à USART do microcontrolador, que são 0 e 5 VDC (nível TTL) com os níveis de tensão presentes nos equipamentos com portas RS-232, da ordem de -12 VDC a +12 VDC. Desta forma nosso terminal está compatibilizado com o padrão RS-232. Os capacitores C_1 a C_4 são usados pelo CI_2 para gerar os níveis de tensão necessários ao padrão RS-232.

CI_3 é um regulador de tensão para 5 VDC (tensão de alimentação do circuito). Os capacitores C_5 a C_8 são colocados para ajudar a filtrar um possível "ripple" da fonte de alimentação, que deve ser do tipo externa com 9 VDC a 12 VDC e corrente de no mínimo 1 A. O diodo D_5 protege o circuito contra possíveis inversões de polaridade na fonte de alimentação.

O teclado empregado é do tipo matricial. Estes teclados são formados basicamente por botões tipo "normalmente abertos" intercalados entre colunas e linhas (**figura 3**). Para saber exatamente qual tecla foi pressionada é necessário analisar linha e coluna através de uma operação muito conhecida no mundo dos

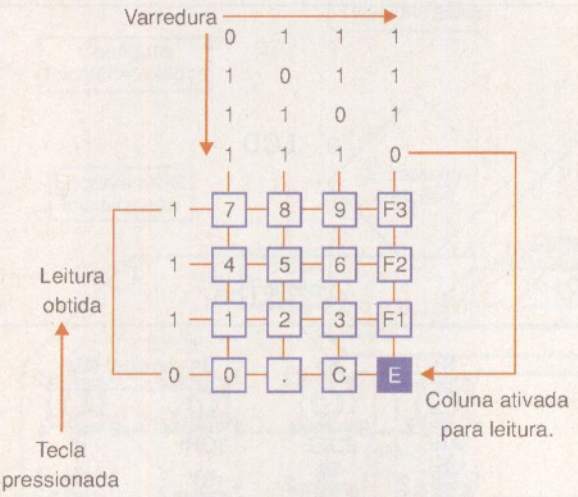


Figura 4 - Varredura no teclado.

microcontroladores como ***varredura***. Observe a **figura 4**.

O leitor notará que forçamos um valor fixo nas "linhas". Este valor geralmente equivale ao "1" lógico (5 V). Isto é feito através de resistores de "pull-up" ligados à alimentação. Então, o microcontrolador executa um "*laço*" inserindo um "0" lógico (GND) na coluna que deverá ser lida e "1" lógico nas colunas que não se deseja ler.

Assim quando é pressionada uma tecla na coluna onde existe o "0" lógico, imediatamente a linha referente à tecla assume o valor "0" também. Através da leitura dos bits da porta responsáveis pelas linhas, é possível saber qual delas teve seu valor inicial alterado. Como sabemos qual coluna estava em "0" naquele momento, podemos determinar com o auxílio de uma tabela, qual tecla foi pressionada.

O leitor deve estar se perguntando: Mas, como garantir que a tecla pressionada era realmente a que desejávamos ler? Simples. A varredura faz isso. A varredura insere nas colunas o valor "0" com uma velocidade muito maior do que uma pessoa pressiona uma tecla. Este valor "0" é inserido na primeira coluna, depois na segunda, e assim por diante até chegar à última. Se nenhuma tecla for pressionada, uma nova varredura será iniciada na busca de uma tecla e assim o microcontrolador ficará em um "*laço*" eterno na busca de uma tecla.

As colunas do teclado estão ligadas ao microcontrolador PIC na porta "A", na parte menos significativa (RA0 a RA3). Os diodos D_1 a D_4 fornecem proteção contra curto-circuito entre colunas e linhas. As linhas foram ligadas ao PIC também na porta "A", na parte mais significativa (RA4 a RA7).

O PIC16F628 permite trabalhar com "clock" interno, dispensando a presença do cristal e capacitores habitualmente presentes neste tipo de circuito. Com isso é possível "programar" internamente os pinos deste microcontrolador, utilizados na oscilação como pinos de I/O. Estamos falando de RA6 e RA7.

Um outro detalhe importante a respeito deste microcontrolador é o fato de se poder fazer o mesmo com a entrada para "Reset". O microcontrolador possui um circuito de "reset" interno ao mesmo. Esta característica também permite liberar um outro pino de I/O, o RA5. Porém deve-se destacar que este pino só pode ser usado como "entrada", nunca como saída.

Aconselhamos ao nosso leitor que estude sempre os "data sheets" dos microcontroladores e componentes no geral. Estes são fornecidos nos *sites* dos respectivos fabricantes, de maneira gratuita, e podem trazer informações valiosas sobre as características de um determinado componente, ajudando na compreensão do circuito como um todo.

O LCD utilizado no Miniterminal é do tipo paralelo com 16 colunas e duas linhas e nenhum outro é admitido, a não ser que o leitor se proponha a realizar as alterações necessárias em hardware e software para compatibilizar o LCD desejado com nosso microterminal. O LED D_6 fornece a indicação de "ligado" ao usuário.

MONTAGEM

Na **figura 5** o leitor tem nossa sugestão para o *lay-out* do circuito impresso. Este *lay-out* foi utilizado na construção do nosso protótipo. O leitor deve ficar atento, pois o *lay-out* tem duas "faces".

Sugerimos o uso de suportes para todos os CIs, inclusive para o LCD. Para este último o leitor deverá empregar uma barra de pinos "fêmea". Caso instale a placa em um gabinete, é aconselhável colocar um "flat cable" para a conexão do *display* com a placa.

O teclado foi montado diretamente na placa, porém se a intenção for instalar o protótipo em um gabinete, as teclas poderão ser do tipo aéreas.

Como dito anteriormente, o LCD é paralelo com 16 colunas e 2 linhas. O uso de outros tipos de "LCDs" dependerá de alterações no "firmware" e/ou "hardware" e deixamos isso por conta de cada um. Se o leitor não tever experiência no assunto, sugerimos que use o LCD solicitado.

A fonte recomendada é do tipo externa. A mesma deve ter saída de 9V DC a 12 VDC com capacidade de fornecer uma corrente de 1 A.

Acreditamos que não seja necessário alertar nossos leitores envolvidos com automação industrial que a qualidade desta fonte e seus filtros são de suma importância para o correto funcionamento do circuito em ambientes onde existam fortes interferências eletromagnéticas (EMI).

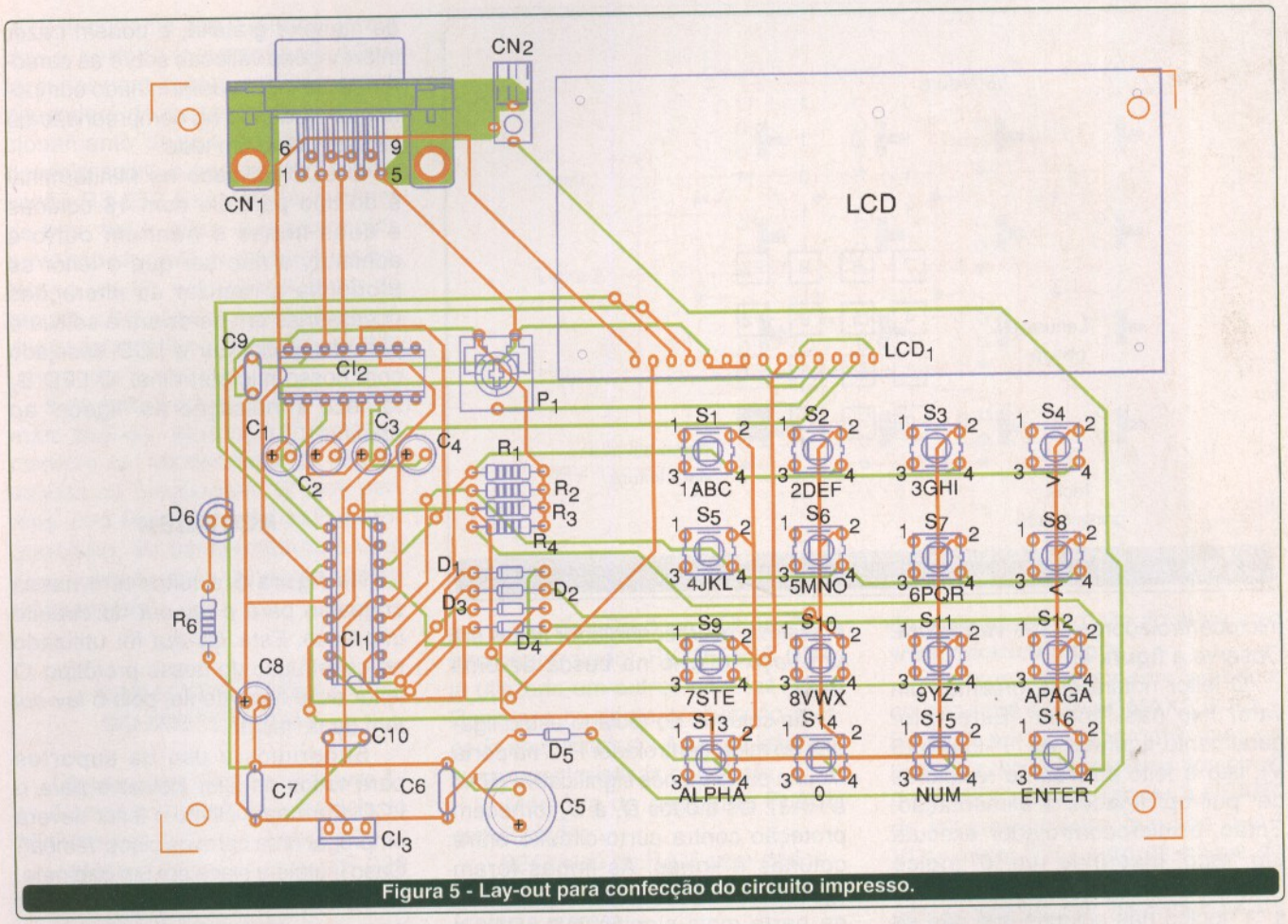


Figura 5 - Lay-out para confecção do circuito impresso.

O PROGRAMA

O arquivo HEX, utilizado na gravação do microcontrolador, assim como o código-fonte do programa, estão disponíveis em nosso *site* **www.sabereletronica.com.br** para "download" gratuito.

O programa foi escrito em Linguagem "C" e para recompilar o código o leitor precisa do compilador CCS C. Uma versão *demo* para avaliação pode ser obtida no endereço eletrônico **www.ccsinfo.com/picc.shtml**

É importante que se compreenda que não é preciso obter o compilador para compilar o código-fonte e, depois, gravar o microcontrolador. O arquivo HEX, resultado da compilação e necessário para a gravação do microcontrolador, está junto ao "pacote" de arquivos fornecidos.

Aconselhamos aos leitores um estudo do programa, que foi ricamente comentado juntamente com o fluxograma aqui presente. O conhecimento sobre a Linguagem C também é necessário.

Na **figura 6** vemos o fluxograma do programa.

TESTE E USO

Antes de iniciar os testes é prudente fazer uma verificação de todas as ligações, soldas, trilhas, etc. Acreditamos até que a cada etapa realizada o leitor deva fazer um "check" desta etapa. Todo e qualquer pequeno erro pode ser melhor analisado e corrigido, se comparado com um "check-list" maior a ser feito, ao final de toda a montagem.

Para utilizar o Miniterminal o leitor necessitará de um cabo de comunicação serial padrão, conforme mostra a **figura 7**. O mesmo pode ser adquirido no mercado especializado ou ainda construído pelo leitor. Apesar do comprimento máximo indicado, isso dependerá muito da qualidade do cabo. Se o cabo possuir malha interna, o leitor poderá contar com um comprimento de até 30 metros (serão necessários alguns testes). Neste caso aconselhamos a ligação da malha à carcaça dos conectores DB09.

Após gravar o microcontrolador, insira-o no soquete observando sua posição. Alimente o circuito com a fonte indicada anteriormente. Uma mensagem de inicialização será mostrada. Em seguida, o *display* será apagado e o terminal estará pronto para o uso.

Conforme detalhado em "Características do Miniterminal", o teclado do mesmo pode ser configurado para operar no modo alfanumérico. Para isso basta teclar "ALPHA". Desta forma, para cada tecla presente temos mais que um caracter possível. A troca entre caracteres é feita pressionando-se mais de uma vez a mesma tecla. Para passar para um próximo caracter (mudança de coluna) basta teclar ">". A disposição

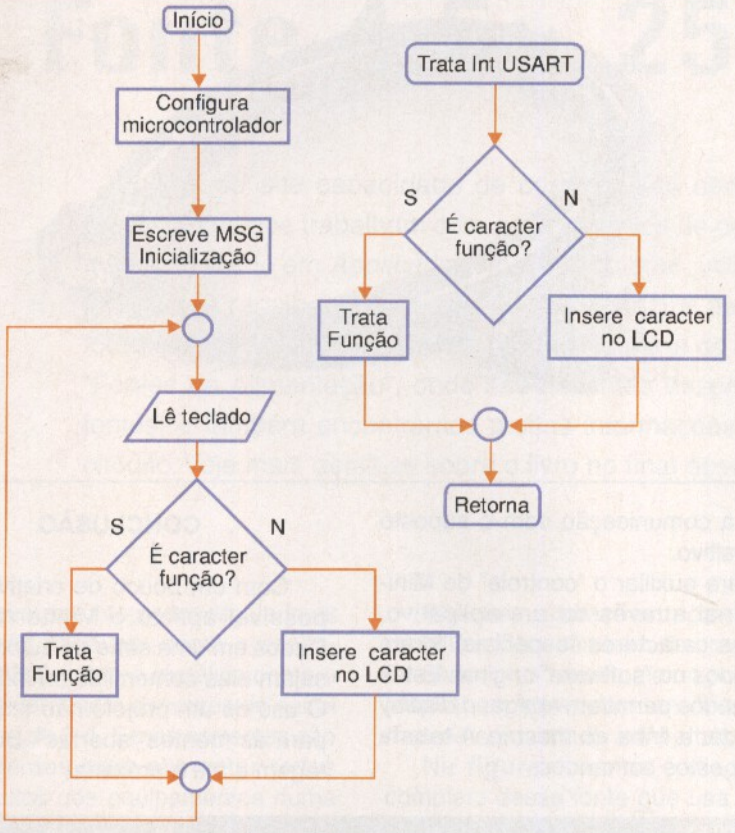


Figura 6 - Fluxograma do programa.

dos caracteres possíveis no teclado pode ser vista na **figura 8**.

Obs.: *O Miniterminal quando ligado assume o modo numérico apenas. As teclas assumem apenas o valor numérico demonstrado na figura 8. Para cada tecla pressionada o programa muda automaticamente para a próxima coluna/linha. As teclas ALPHA e NUM permitem transitar entre os dois modos possíveis no teclado do Miniterminal.*

Para um teste rápido, basta ligar o Miniterminal a um PC rodando um programa "terminal" qualquer como o *Hyper Terminal* do Windows. Configure o programa conforme detalhado anteriormente (características do miniterminal – Comunicação), ligue o cabo na porta RS-232 do PC que será usada. Tecle algo no Miniterminal utilizando a **tabela 1** para se orientar. Assim que finalizar a sua mensagem, tecle "*ENTER*" no Miniterminal. Os dados presentes no *display* serão enviados ao PC. Agora tecle algo no teclado do PC, os dados teclados serão apresentados no display do Miniterminal.

Se tudo correu bem até aqui, seu Miniterminal está pronto para o uso. Caso algo não tenha saído como esperado, recomendamos uma verificação geral na montagem: trilhas, soldas, ligações dos componentes, programação do microcontrolador, enfim, tudo deve ser checado novamente.

SUGESTÕES PARA APLICAÇÃO

Uma das alternativas recomendadas para usar o projeto é justamente um Miniterminal de Dados ligado a um PC, rodando um aplicativo para coletar dados do mesmo à distância. Esta é uma situação muito comum em automação comercial e industrial. Neste caso, o programa rodando no PC, solicita ao usuário através do LCD do Miniterminal que um certo tipo de dado seja digitado e após digitado e remetido, o mesmo será

Eletrônica sem Choques!!!

OS MAIS MODERNOS CURSOS PRÁTICOS À DISTÂNCIA

Aqui está a grande chance de você aprender todos os segredos da eletroeletrônica e da informática.

Preencha, recorte e envie hoje mesmo o cupom abaixo. Se preferir, solicite-nos através do telefone ou fax (de segunda à sexta-feira das 08:00 às 17:30 h)

- *Eletrônica Básica*
- *Eletrônica Digital*
- *Rádio - Áudio - Televisão*
- *Compact Disc*
- *Videocassete*
- *Forno de microondas*
- *Eletrônica, Rádio e Televisão*
- *Eletrotécnica*
- *Instalações elétricas*
- *Enrolamento de motores*
- *Refrigeração e Ar Condicionado*
- *Microprocessadores*
- Software de Base
- *Informática Básica - DOS/Windows*
- *Montagem e Manutenção de Micro*

Em todos os cursos você tem uma CONSULTORIA PERMANENTE!

Occidental Schools®
R. Cesário Ramalho, 783
Fone: (011) 3272-9833
FAX: (011) 3209-7889
01521-000 - São Paulo - SP

À SE_394
Occidental Schools®
Caixa Postal 1663
01059-970 - São Paulo - SP
Solicito, GRÁTIS o Catálogo Geral de cursos
Nome:_____
End.:_____
Bairro:_____
CEP:_____
Cidade:_____ Est.:____

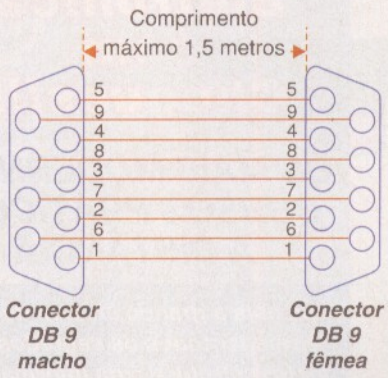




Figura 7 - Cabo de comunicação.

checado e armazenado (banco de dados).

Este seria o caso para a aplicação em um balcão para consultas de preços, estoques, comando eletrônico, etc. Para a aplicação em um ambiente industrial, o mesmo seria utilizado para a entrada de uma ordem de serviço.

Para aplicar mais de um Miniterminal, o leitor poderá instalar no PC uma placa do tipo "multi-serial" ou ainda utilizar o projeto "Multiport" publicado na edição nº 392 desta Revista. Este projeto prevê a conexão de um PC (aplicativo) com até quatro dispositivos seriais RS-232.

O uso do Miniterminal controlando outros dispositivos também é possível. Para tal bastará que o leitor insira no "software" de controle do mesmo os dados e o protocolo necessários para a comunicação com o suposto dispositivo.

Para auxiliar o "controle" do Miniterminal através de um aplicativo, alguns caracteres "especiais" foram inseridos no "software" original. Estes comandos permitem apagar o *display* e mudar a linha do mesmo. A **tabela 1** traz estes comandos.

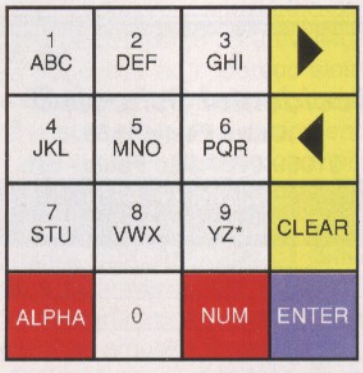


Figura 8 - Disposição dos caracteres no teclado.

CONCLUSÃO

Com um pouco de criatividade é possível aplicar o Miniterminal de Dados em uma série de automações, sejam elas comerciais ou industriais. O uso de um projeto não tem limites para as mentes "abertas". Boa montagem e até a próxima! E

Caracteres			Efeito no LCD
Hexadecimal	Decimal	ASCII	
0x1B	27	ESC	Apaga LCD e move cursor para a primeira linha, primeira coluna.
0x0D	13	ENTER	Muda para segunda linha, primeira coluna.

Tabela 1 - Comandos para controlar LCD remotamente.

LISTA DE MATERIAIS

Semicondutores

CI_1 - PIC16F628-04/P - Microcontrolador Microchip
CI_2 - MAX232 – *drive* TTL/RS-232
CI_3 - LM7805 – regulador de tensão 5 VDC

D_1 a D_4 - 1N4148 – diodo de sinal
D_5 - 1N4001 – diodo retificador
D_6 – LED comum, redondo ∅5mm

LCD1 – *Display* de cristal líquido tipo caracter 16x2

Resistores

R_1 a R_4 - 10 kΩ - (marrom, preto, laranja)
R_5 - 330 Ω - (laranja, laranja, marrom)
P_1 – *trimpot* 10 kΩ - horizontal mini

Capacitores

C_1 a C_4 - 10 µF/25V - eletrolítico
C_5 - 470 µF/25V - eletrolítico
C_6 - 0,33µF - poliéster
C_7 - 0,1µf - poliéster
C_8 - 10 µF/25V - eletrolítico
C_9, C_{10} - 100 nF - cerâmico

Diversos

CN_1 - DB09 Fêmea 90° (solda na placa)
CN_2 - Conectore P4 fêmea
S_1 a S_{16} - chave tipo *push-button* (vide texto)

Placa de circuito impresso, suportes para CIs, radiador de calor para TO-220, barra de pinos, solda, etc.

Fonte 4,5 - 25 V X 10 A

Fontes de alta capacidade de corrente são sempre úteis nas bancadas dos profissionais que trabalham com equipamentos de potência. O projeto apresentado aqui é baseado em *Application Note* da National, utilizando os conhecidos circuitos integrados reguladores de tensão LM350T(*) e mostra como implementar uma fonte variável de 4,5 a 25 V. Este projeto faz parte do novo livro de Newton C. Braga: "Fontes de Alimentação", onde são descritas dezenas de montagens práticas de fontes, e também encontramos muitas informações para o projeto desse tipo de circuito. Veja mais detalhes sobre o livro no final desse artigo.

Newton C. Braga

Os circuitos integrados reguladores de tensão variáveis, como o conhecido LM350 (tanto o metálico como o TO-220) fornecem correntes de saída máximas de 3 A. Essas correntes são insuficientes para alimentar todos os circuitos dos equipamentos numa bancada, o que exige o emprego de configurações de maior potência.

Uma solução interessante que evita o uso de transistores de potência para aumentar a corrente nesse tipo de aplicação, com a possibilidade de se chegar a correntes perto de 10 A, é a que descrevemos neste artigo.

O PROJETO

Sim, reguladores de tensão de 3 terminais podem ser ligados em paralelo, de modo a se poder implementar uma fonte capaz de fornecer maior corrente de saída. No entanto, para fazer isso é preciso que o projetista tome alguns cuidados como, por exemplo, garantir que em funcionamento a corrente fornecida se distribua igualmente entre os circuitos reguladores.

A solução apresentada pela National Semiconductor, com base no LM350, mostra como isso pode ser feito e a partir dela elaboramos o circuito completo desta fonte, cuja corrente pode chegar perto dos 10 A e a tensão máxima de saída aos 25 V.

Algumas alterações, com o uso de outros CIs e também de um transformador com tensão maior, poderão resultar em fontes com tensões máximas de saída ainda mais altas.

Na **figura 1** temos o diagrama completo dessa fonte que usa 3 CIs LM350T ligados em paralelo, os quais devem ser instalados em excelentes radiadores de calor.

Para garantir uma distribuição de corrente por igual entre os CIs, foram ligados em suas saídas resistores de fio de 0,1 ohms x 5 W. Esses resistores, em caso de dificuldade de obtenção, poderão ser "fabricados" colocando-se em paralelo 5 resistores de 0,47 ohms x 1 W.

Em lugar do tradicional potenciômetro de ajuste ligado ao terminal de ajuste dos circuitos integrados, visto que temos de controlar uma corrente maio,r optamos pelo uso de um transistor de média potência (BD136) controlado por um amplificador operacional.

Esse amplificador operacional, a partir da referência dada por um potenciômetro comum de 1,5 k ohms fornece a tensão de referência para os reguladores, e assim determina a tensão de saída.

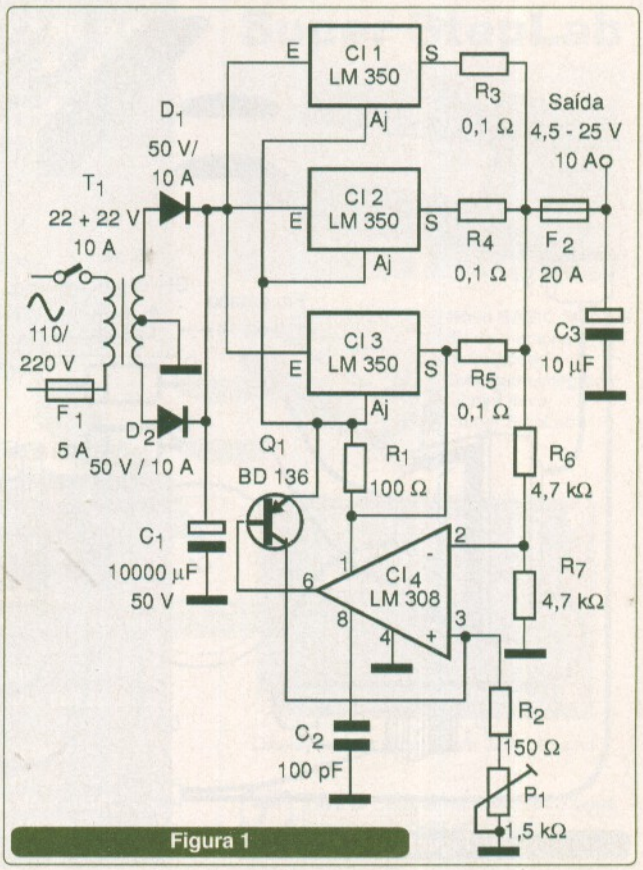


Figura 1

Na **figura 2** mostramos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte.

Como correntes intensas devem ser conduzidas, essas devem ficar restritas aos fios externos. Apenas os diodos e o capacitor de filtro são montados na placa, bem como o setor de baixa corrente formado pelo circuito integrado.

A filtragem é feita por um grande capacitor de 10 000 µF que, dependendo de suas dimensões reais, poderá ser instalado fora da placa.

O circuito possui duas proteções que consistem em fusíveis na entrada da alimentação e na saída para a carga.

Um LED indicador pode ser ligado após a retificação em série com um resistor de 5,6 k ohms x 1 W.

Opcionalmente, também poderá ser ligado em paralelo com a saída um voltímetro analógico com fundo de escala de 30 V. Tipos digitais em módulos como o ICL7107 de 3 ½ dígitos podem ser usados, inclusive como indicadores para esta fonte.

Ao usar, nunca altere a tensão com a carga ligada, pois isso pode causar danos.

(*) Apesar da National indicar como corrente máxima de saída 10 A para esta fonte, observamos que a corrente máxima de cada CI é, na verdade de 3 A, então, a corrente máxima real indicada é de 9 A. Nada impede, entretanto, que o leitor agregue mais um CI LM350 em paralelo e assim che-gue aos 12 A.

O que irá determinar se essa corrente é suficiente para sua carga será verificar se os CIs se aquecem demais quando ela exige sua máxima corrente.

PROVA E USO

Terminada a montagem, confira as ligações, principalmente o acoplamento térmico dos circuitos integrados aos dissipadores de calor. Observamos que esses dissipadores devem ser os maiores possíveis e, preferivelmente, ficar do lado externo da caixa, pois os circuitos integrados devem trabalhar em seus limites.

Constatando que tudo está em ordem, conecte em sua saída uma carga que suporte a tensão máxima da fonte com uma corrente de pelo menos uns 5 A.

Um resistor de 5 ohms x 100 W pode servir para essa finalidade. Uma idéia para se obter essa carga, caso não consiga o componente, é ligar 10 resistores de 47 ohms x 10 W em paralelo.

Ligue um voltímetro (multímetro) na saída da fonte e observe se a tensão alcança o máximo esperado. Os resistores de carga devem aquecer-se bastante nesse teste, por isso desligue logo a fonte.

Comprovado o funcionamento, é só usar a fonte respeitando sua capacidade máxima de corrente.

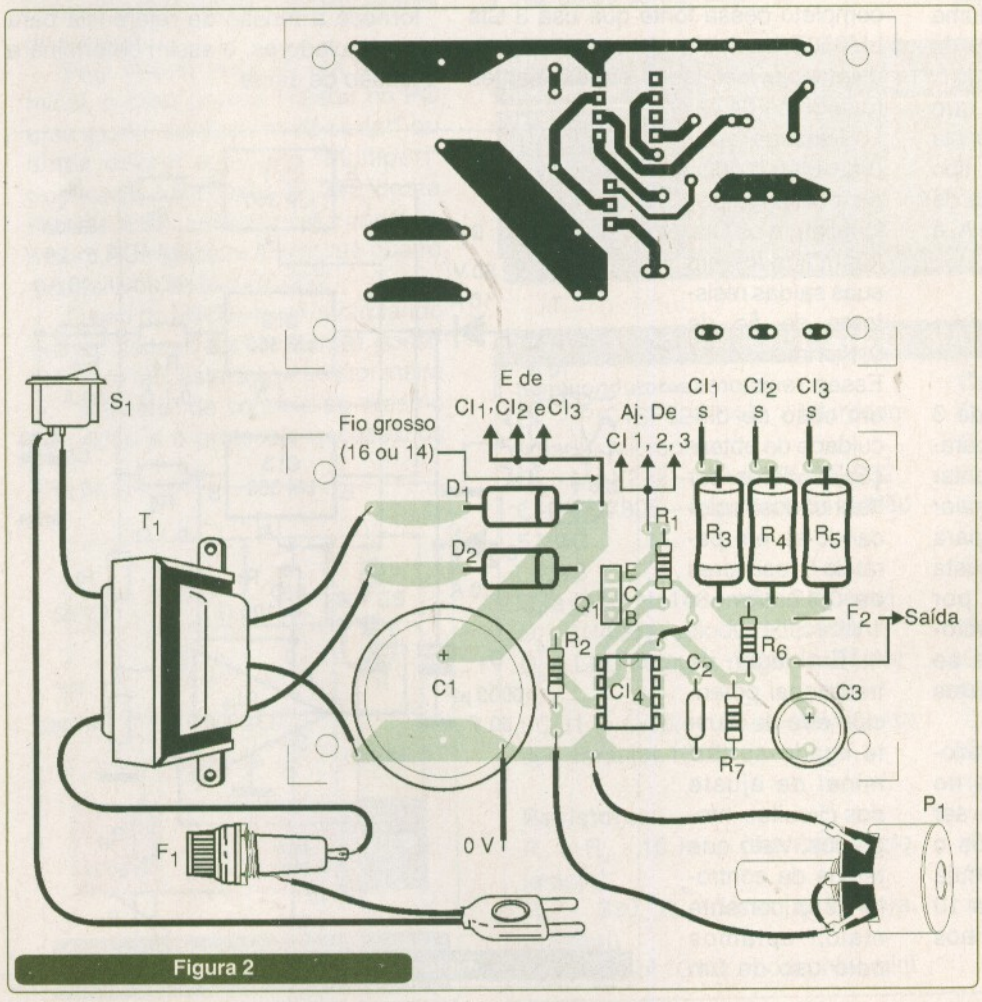


Figura 2

FONTES DE ALIMENTAÇÃO



Um livro completo sobre o assunto.

O projeto que descrevemos neste artigo é um entre os muitos circuitos práticos de fontes que o leitor encontrará nesse livro.

O autor, Newton C. Braga, nestes quase 40 anos em que atua no ramo eletrônico, observou a dificuldade de

alguns leitores com os circuitos de fontes de alimentação.

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

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

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

Mais informações em "livros" no *site* da Editora Saber www.editorasaber.com.br. E

LISTA DE MATERIAIS

Semicondutores:
CI_1 a CI_3 - LM350T - circuito integrado regulador de tensão
CI_4 - LM308 - circuito integrado, amplificador operacional
Q_1 - BD136 - Transistor PNP de média potência
D_1, D_2 - 50 V x 10 A - diodos retificadores

Resistores:
R_1 - 100 Ω x 1 W - marrom, preto, marrom
R_2 - 150 Ω x ½ W - marrom, verde, marrom
R_3, R_4, R_5 - 0,1 Ω x 5 W - fio
R_6, R_7 - 4,7 k Ω x ½ W - amarelo, violeta, vermelho
P_1 - 1,5 k Ω - potenciômetro linear

Capacitores:
C_1 - 10 000 µF x 50 V - eletrolítico
C_2 - 100 pF - cerâmico
C_3 - 10 µF x 36 V - eletrolítico

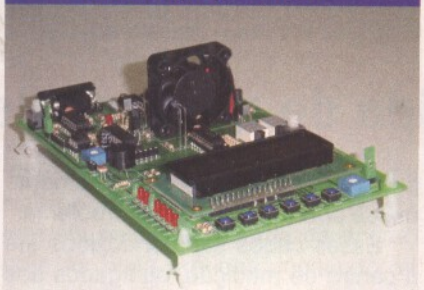
Diversos:
T_1 - transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 22 + 22 V x 10 A
S_1 - Interruptor simples
F_1 - Fusível de 5 A
F_2 - Fusível de 20 A

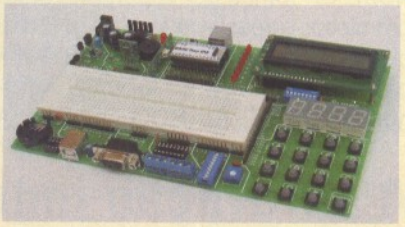
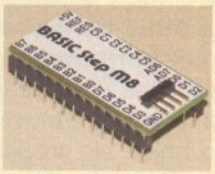
Placa de circuito impresso, radiadores de calor para os CIs reguladores, cabo de força, suportes para os fusiveis, caixa para montagem, bornes de saída.

VIXEM
Treinamento completo em Microcontroladores PIC 18F
- Direto em 'C', (ensinamos 'C')
- Apenas 6 alunos, 1 aluno por micro.
- Aos sábados, das 08:00H as 14:00H.
- Exemplo prático de serial com o PC.
Ultima turma de 2005: 19/11
Condiçoes especiais
Consulte !

Piclab 4C
- Placa didática e de desenvolvimento.
- Grava e executa.
- Conector ICD2
Projetos especiais sob medida
Desenvolvemos seu projeto conforme suas necessidades.
VIXEM Microcontroladores
(11) - 6885 - 6139
www.vixem.com.br

Catálogos de esquemas e de manuais de serviço
GRÁTIS
Srs. Técnicos, Hobbystas, Estudantes, Professores e Oficinas do ramo, recebam em sua residência sem nenhuma despesa.
ALV Apoio Técnico Eletrônico
Solicite inteiramente grátis
Caixa Postal 79306
CEP: 25501-970
São João de Meriti - RJ
Tel: (21) 2756-1013
pedidos@alvapoio.com.br

Cursos de Programação de Microcontroladores PIC
Curso Básico em "assembly"
Curso Avançado em "C"

DISPONÍVEL PARA O BRASIL E PORTUGAL
Método prático e eficiente para você aprender a programar sem sair de casa nas suas horas de folga.
Você receberá o Hardware na sua casa ou empresa e fará o curso via internet.
Visite nosso site:
www.professorbruno.com.br
Solicite informações
professorbruno@play.com.br
coloque no assunto do e-mail:
ELETRÔNICA SABER

Super StepLab


Novo BASIC Step M8
8K de memória e muito poder!
Totalmenteintegrado com a nova Super StepLab

Display seria gráfico, agora 320x240 azul
TATO Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

SIMULAÇÃO ANALÓGICA DE SISTEMAS LITC

Neste artigo é apresentada uma técnica para simular analogicamente um sistema LITC tanto por diagramas em blocos, através do "Simulink", como pela implementação de um circuito eletrônico analógico discreto empregando o software ADS. A função de transferência H(s) do LITC é decomposta em dois subsistemas para facilitar a implementação com blocos analógicos. Evita-se a utilização de derivadores devido à instabilidade intrínseca deste tipo de circuito.

Uma configuração recorrente implementada por realimentação permite usar apenas integradores. A resposta ao degrau de uma função de transferência escolhida ao acaso foi determinada analiticamente, por simulação com diagrama em blocos e por simulação no circuito eletrônico equivalente. Os resultados obtidos foram idênticos, indicando a potencialidade dessa técnica para a prática de Engenharia e para o ensino em cursos superiores.

Orlando dos Reis Pereira e Wilton Ney do Amaral Pereira *

Um sistema LITC (Linear e Invariante em Tempo Contínuo) com uma entrada e uma saída pode ser representado, no domínio da freqüência, por uma função de transferência genérica da forma:

$$H(s)=\frac{N(s)}{D(s)}=K\frac{\sum_{n=0}^{N} b_n s^n}{\sum_{m=0}^{M} a_m s^m}=K\frac{\prod_{n=1}^{N}(s-z_n)}{\prod_{m=1}^{M}(s-p_m)} \quad (1)$$

onde K é uma constante de escala, b_n e a_m são os coeficientes dos polinômios N(s) e D(s) e z_n e p_m são suas respectivas raízes, zeros e pólos. É possível implementar um circuito eletrônico analógico que seja capaz de simular o comportamento desse sistema LITC, empregando amplificadores operacionais configurados como integradores ou derivadores, associados a somadores e multiplicadores por uma constante ou multiplicadores escalares. Essa implementação, entretanto, é mais estável se forem utilizados apenas integradores, evitando-se topologias que empregam derivadores. Por esta razão, este trabalho empregou apenas integradores, somadores e multiplicadores escalares.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi comprovar a potencialidade pedagógica da simulação analógica de funções de transferência, usando quaisquer "softwares" comerciais de simulação numérica por "blocos funcionais" e por "dispositivos eletrônicos discretos". Esta abordagem é muito útil para apoiar o ensino de disciplinas do curso de Engenharia que envolvam a teoria clássica de controle, sinais e sistemas, pois é capaz de apresentar visualmente os fenômenos físicos envolvidos. A elevada abstração exigida dos estudantes de engenharia durante a aprendizagem, principal causadora de evasão ou fracasso dos alunos, pode ser revertida com procedimentos sugeridos neste trabalho.

METODOLOGIA EMPREGADA

A partir de uma função de transferência H(s) escolhida ao acaso, sua

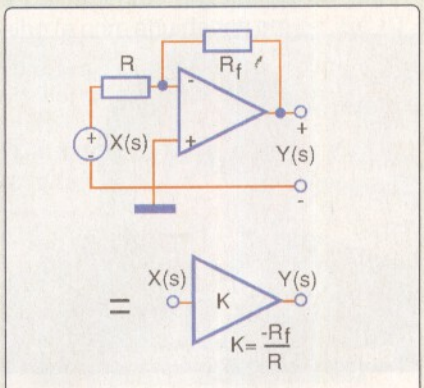


Figura 1 - Amplificador inversor utilizado como multiplicador.

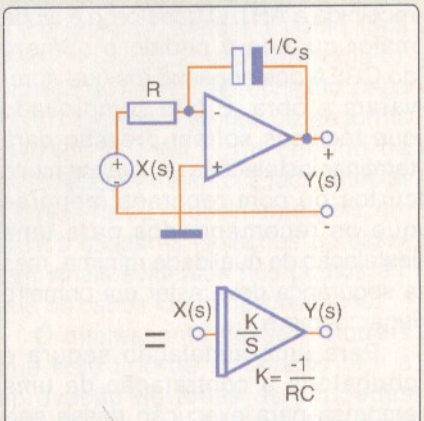


Figura 2 - Integrador inversor implementado com amplificador operacional.

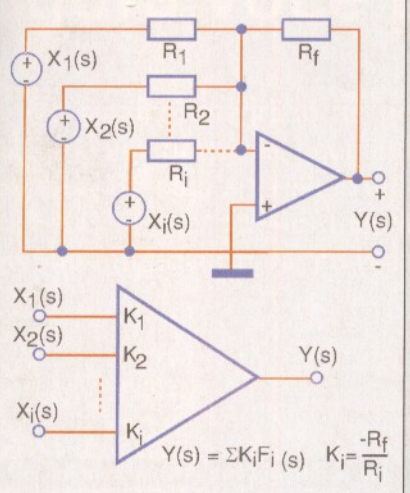


Figura 3 - Somador ponderado realizado com amplificador operacional.

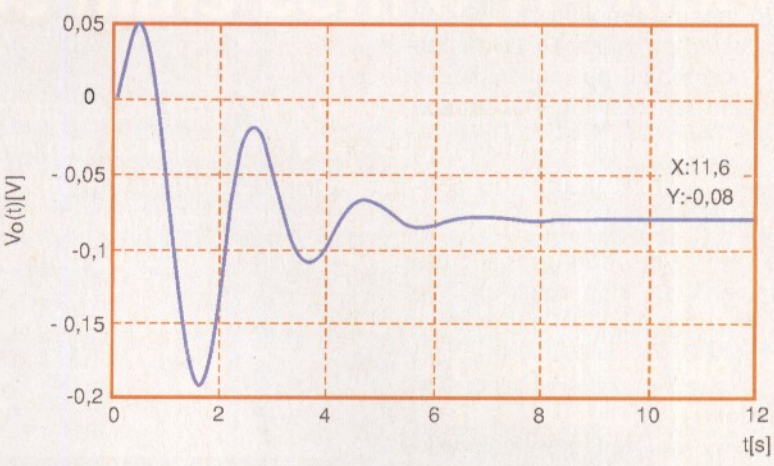


Figura 4 - Resposta ao degrau de H(s)

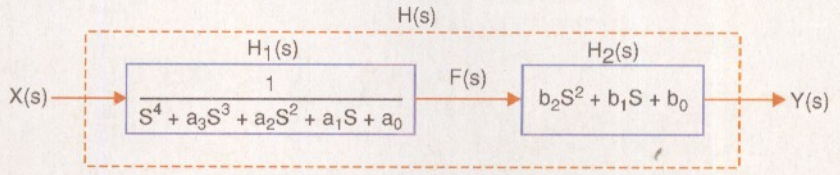


Figura 5 - Decomposição de H(s) de uma função de transferência em dois passos.

resposta ao degrau unitário u(t) foi obtida por três procedimentos:

(a) resolução analítica no domínio da freqüência empregando-se a transformada inversa de Laplace da função H(s)/s;

(b) implementação por meio de um **diagrama em blocos**, no "Simulink", de um simulador de H(s) composto pelos **blocos analógicos** (integradores, somadores e multiplicadores por uma constante) excitados por u(t);

(c) implementação do **circuito eletrônico** simulador de H(s) no "ADS", utilizando componentes discretos reais, excitando por u(t).

Em cada caso, a forma de onda da resposta s(t) foi traçada para permitir uma comparação visual. Cabe ainda informar que "Simulink" é um "software" comercial integrante do "MatLab" produzido pela empresa "Mathworks" e "ADS" é o "Advanced Design System", um "software" avançado de simulação de circuitos eletrônicos produzido pela empresa "Agilent Technologies", antiga "HP - Hewlett-Packard".

DESCRIÇÃO DAS UNIDADES ANALÓGICAS UTILIZADAS

Multiplicador escalar

É composto por um amplificador inversor básico que simula o comportamento de um multiplicador escalar, mostrado na **Figura 1**. O resistor Rf, na malha de realimentação, e o resistor R, na entrada, produzem o fator:

$$H_1(s) = -\frac{R_f}{R} \quad (2)$$

Nssa implementação, a constante é negativa.

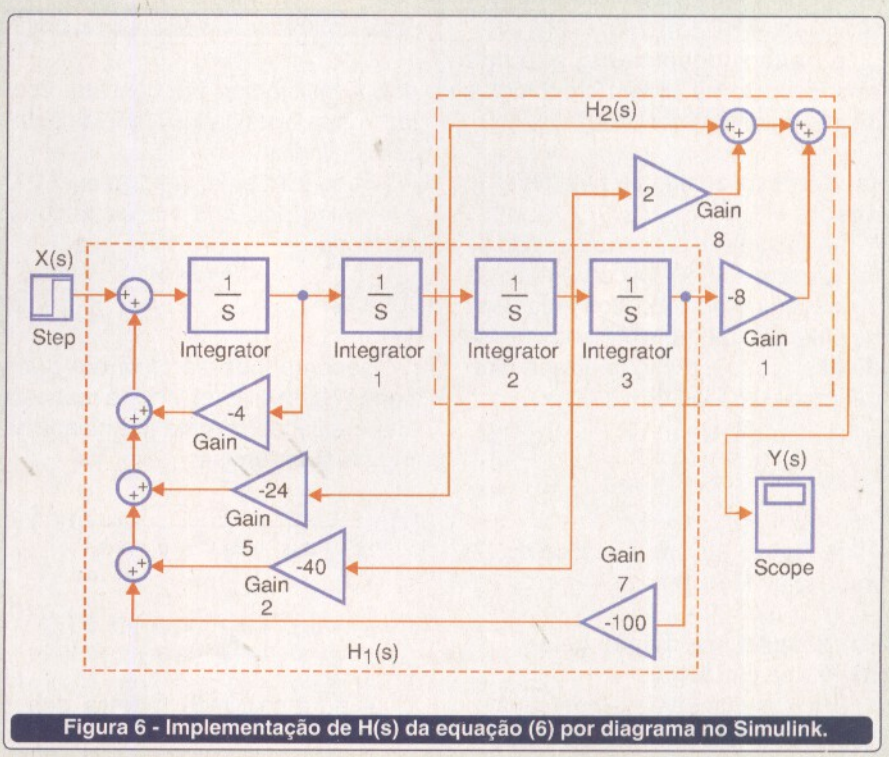


Figura 6 - Implementação de H(s) da equação (6) por diagrama no Simulink.

Integrador

No mesmo amplificador básico, substituindo o resistor R_f pelo capacitor C na malha de realimentação, mantendo-se o resistor R na entrada, tem-se:

$$H_2(s) = \left(-\frac{1}{RC}\right)\frac{1}{s} \quad (3)$$

A realização com amplificador operacional atuando como um integrador com ganho -1/RC é apresenta na **Figura 2**.

Somador

Se R_i resistores forem colocados na entrada do amplificador operacional, como ilustra a **Figura 3**, obtém-se um somador de sinais ponderado, cuja saída é calculada por:

$$Y(s) = k_1F_1(s) + k_2F_2(s) + \ldots + k_iF_i(s) \quad (4)$$

onde

$$k_i = -\frac{R_f}{R_i} \quad (5)$$

DESENVOLVIMENTO

Será considerada a seguinte função de transferência:

$$H(s) = \frac{s^2 + 2s - 8}{s^4 + 4s^3 + 24s^2 + 40s + 100} \quad (6)$$

e cada procedimento adotado será descrito na ordem cronológica da implementação realizada.

(a) Resposta ao degrau pelo Método Analítico

A resposta ao degrau da função de transferência de (6) foi calculada pela aplicação do Método dos Resíduos na obtenção da transformada inversa de Laplace, operação realizada diretamente pelo MatLab:

$$y(t) = L^{-1}\left[H(s)\frac{1}{s}\right] =$$
$$= -0{,}08 + 0{,}1te^{-t}(-\cos 3t + 3sen3t) - \quad (7)$$
$$-0{,}01e^{-t}(-8\cos 3t - 6sen3t)V$$

A **Figura 4** exibe o gráfico de (7) traçado no MatLab.

(b) Resposta ao degrau pelo Diagrama em Blocos

Inicialmente será descrita, analiticamente, a decomposição de (6) por dois subsistemas em cascata, com topologias adequadas à implementação analógica.

Genericamente, um sistema LITC é definido por uma função racional da forma:

$$H(s) = \frac{b_2s^2 + b_1s + b_0}{s^4 + a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0} \quad (8)$$

Decompondo-se H(s) em duas partes $H_1(s)$ e $H_2(s)$, onde a resposta intermediária F(s) está assinalada na **Figura 5**, obtém-se:

$$F(s) = \frac{1}{s^4 + a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0}X(s) \quad (9)$$

$$X(s) = \left(s^4 + a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0\right)F(s) \quad (10)$$

A equação (10) mostra que a resposta intermediária F(s) é obtida pela soma ponderada da ação de derivadores de primeira até quarta ordem aplicados em cascata no sentido direto. Derivadores, entretanto, devem ser evitados. Com uma topologia decorrente, empregando integradores, é possível implementar $H_1(s)$. A **Figura 6** ilustra como uma cascata de integradores realimentados obtém F(s). Na mesma concepção, F(s) é processado para se obter Y(s):

$$Y(s) = \left(b_2s^2 + b_1s + b_0\right)F(s) \quad (11)$$

Considerando agora a função de transferência sob análise, a equação (6), implementada por seu equivalente em blocos no Simulink, é apresentada na **Figura 6**. Os subsistemas $H_1(s)$ e $H_2(s)$ foram assinalados para ilustrar o método

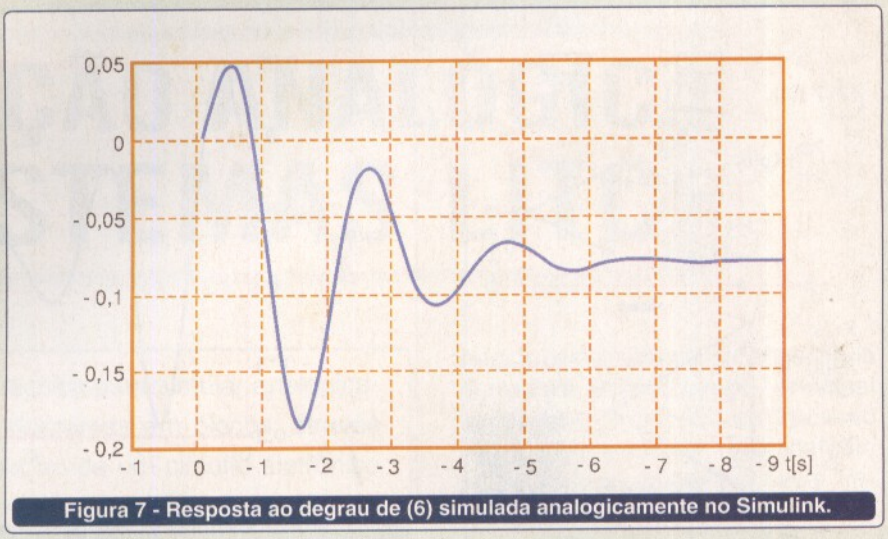


Figura 7 - Resposta ao degrau de (6) simulada analogicamente no Simulink.

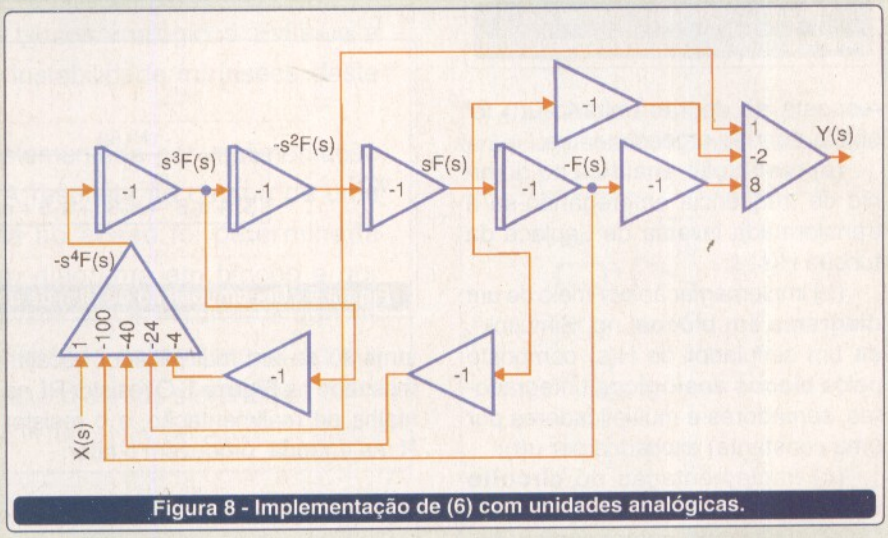


Figura 8 - Implementação de (6) com unidades analógicas.

desenvolvido. Excitando-se esse diagrama em blocos com um degrau unitário, a resposta é apresentada na **Figura 7**.

(c) Resposta ao degrau pelo simulador implementada com Circuito Eletrônico

Na implementação das unidades analógicas com amplificadores operacionais, a configuração inversora produz constantes negativas que devem ser corrigidas por inversores unitários. As saídas dos amplificadores operacionais são: $-s^4F(s)$, $-s^3F(s)$ $-s^2F(s)$, $sF(s)$ e $-F(s)$

Empregando ainda diagrama em blocos, mas agora com as unidades analógicas anteriormente descritas, obtém-se o circuito mostrado na **Figura 8**. Os inversores unitários para correção da polaridade em cada passo já foram aplicados. Empregou-se a mesma topologia da implementação por diagrama em blocos do Simulink, empregando, entretanto, as unidades analógicas:

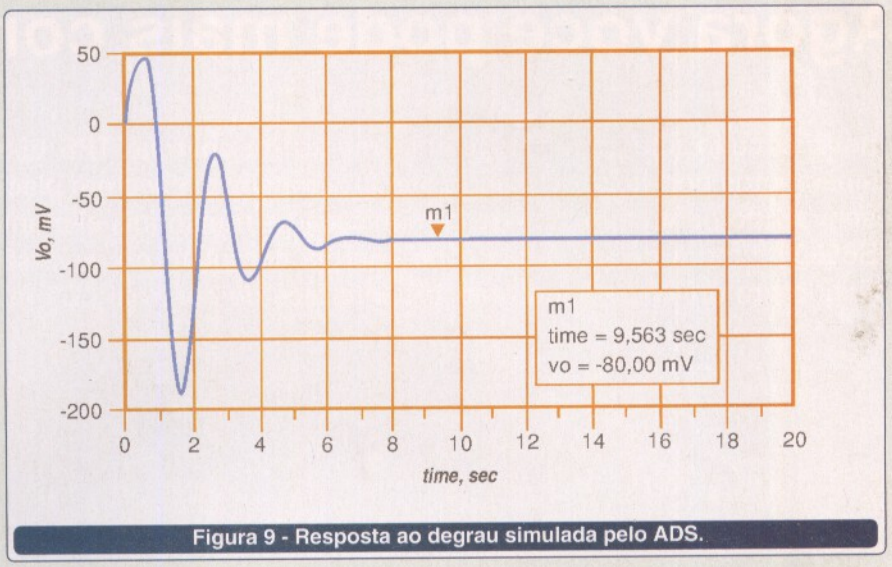


Figura 9 - Resposta ao degrau simulada pelo ADS.

$$s^4F(s) = X(s) - 4s^3F(s) - 24s^2F(s) - 40sF(s) - 100F(s) \quad (12)$$

Portanto:

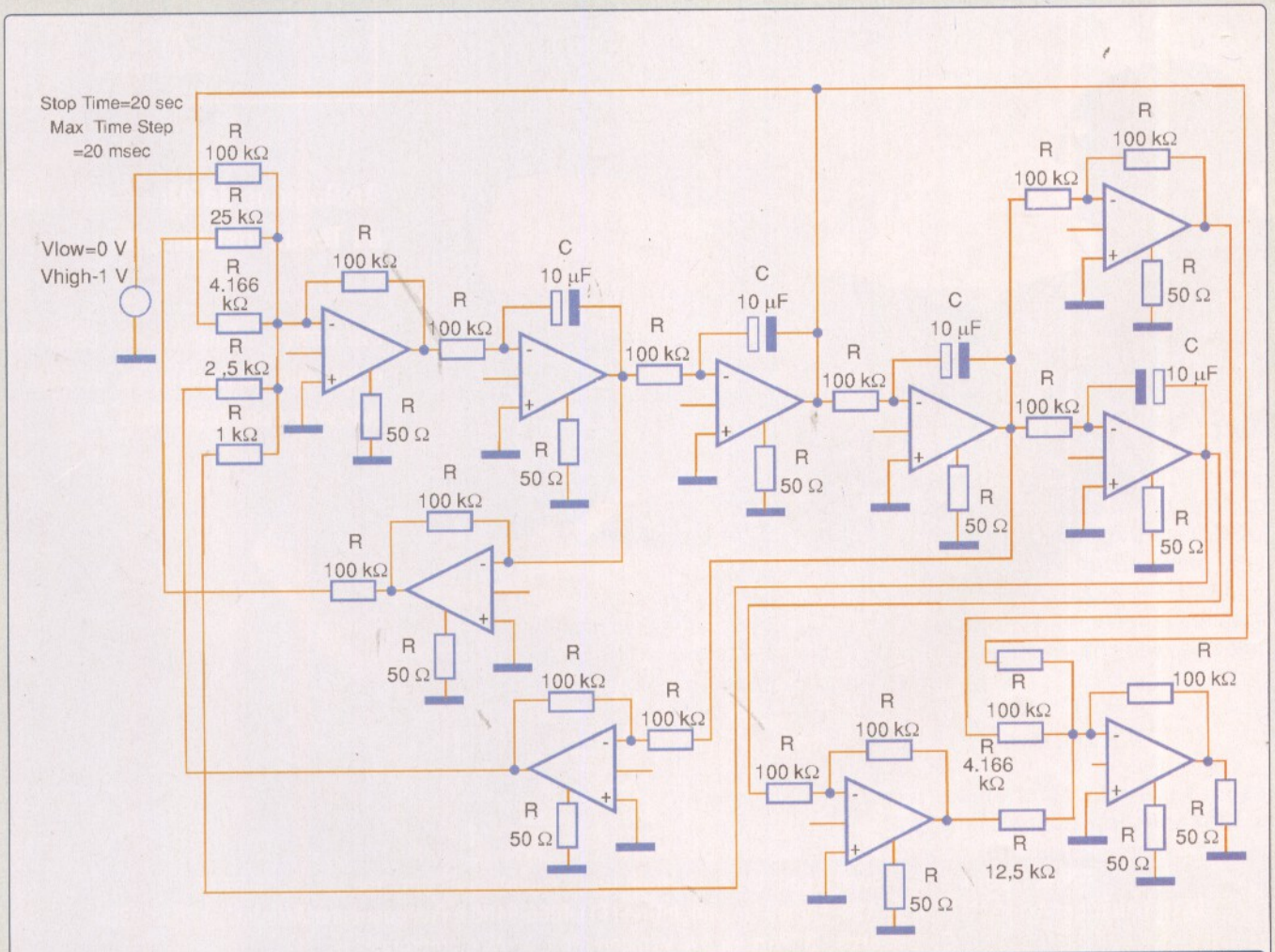


Figura 10 - Simulador analógico implementado com amplificadores operacionais para representar a função de transferência (6).

$$-s^4F(s) = -1[X(s)] - 4[-s^3F(s)] - \\ -24[-s^2F(s)] - 40[-sF(s)] - 100[-F(s)] \quad (13)$$

Como os ganhos dos somadores são negativos, (13) é reescrita:

$$-s^4F(s) = -1[X(s)] - 4[-s^3F(s)] - \\ -24[-s^2F(s)] - 40[-sF(s)] - 100[-F(s)] \quad (14)$$

Para que o integrador tenha ganho unitário, faz-se RC = 1. Foram utilizados R = 100 kΩ e C = 100 μF.

A **Figura 10** apresenta o circuito analógico completo implementado no ADS. Quatro unidades analógicas integradoras em cascata responsáveis pela geração dos sinais F(s), sF(s), $s^2F(s)$, $s^3F(s)$, $s^4F(s)$ são visíveis no circuito. Verifica-se ainda que nas malhas de realimentação e de alimentação direta na saída do primeiro e do terceiro integrador encontram-se os inversores unitários necessários à correção das polaridades. Os ganhos do primeiro somador da cascata correspondem aos coeficientes do denominador de $H_1(s)$, enquanto que no segundo somador estão os coeficientes do numerador de $H_2(s)$. O circuito apresentado na **Figura 10** é a realização implementada no ADS e numericamente simulada. Sob excitação por um degrau unitário, obteve-se a resposta ilustrada na **Figura 9**.

CONCLUSÃO

Comparando-se as respostas ao degrau obtidas em cada caso e apresentadas nas **Figuras 4**, **6** e **10**, observa-se que os gráficos são idênticos. Assim, tanto pela solução analítica como pelas simulações no Simulink (diagrama em blocos) e ADS (circuito eletrônico analógico), o sistema apresenta o mesmo comportamento. Esse resultado ilustra o potencial desta técnica para simular qualquer LITC, mesmo em sistemas complexos, quando muitas vezes não é possível construir um protótipo com dimensões reais para avaliar previamente o comportamento. Adicionalmente, esta técnica oferece poderosa ferramenta capaz de ilustrar fenômenos em teoria de circuitos elétricos, análise de sistemas lineares e controle de dispositivos em automação. **E**

Referências Bibliográficas

DORF, R. C.; BISHOP, R. H. Sistemas de Controle Modernos, 8ª . ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

HAYKIN, S; VEEN, B. V., Sinais e Sistemas. Porto Alegre, Bookman, 2001.

LATHI, B. P., Linear Systems and Signals. New York: Oxford University, 2002.

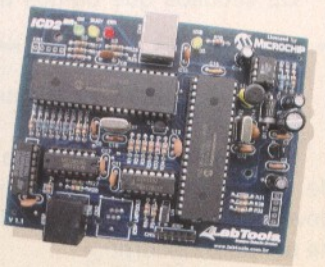
PERTENCE JR., A. Amplificadores Opera-cionais e Filtros Ativos, 6ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. Microeletrôni-ca. 4ª. ed. São Paulo: Pearson, 2000.

* Eng. Orlando dos Reis Pereira - Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel-MG) Dr. Wilton Ney do Amaral Pereira - Depto. de Eletrônica do Inatel-MG e Depto. de Engenharia Elétrica das Faculdades Radial, São Paulo.



Além de vender a cartola



Agora vamos ensiná-lo como tirar o coelho.

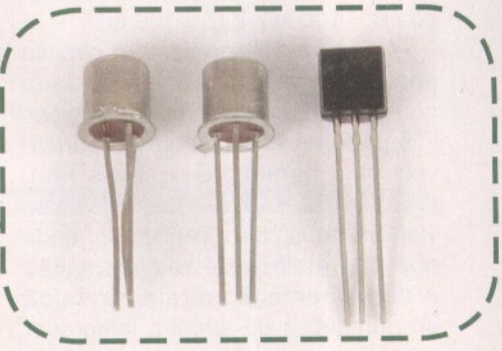
O *Centro de Capacitação LabTools* disponibiliza ao mercado os cursos Microchip, com o maior lançamento do Master Microchip Brasil 2005. Entre em contato e conheça estes e outros cursos ministrados por nossos mágicos, quer dizer, profissionais.

Informações:
011 4992 8775
comercial@labtools.com.br

LabTools
Mosaico Didactic Division
www.labtools.com.br

Seleção de Circuitos com JFETs

Os transistores de efeito de campo de junção (JFETs) apesar de serem dispositivos de baixa potência, encontram uma infinidade de aplicações práticas na indústria, telecomunicações, eletrônica de consumo, informática e eletrônica embarcada. Baseados em informações dos *Applications Notes* de diversos fabricantes de dispositivos semicondutores, incluindo a National Semiconductor, fizemos uma seleção de circuitos úteis usando JFETs.



Newton C. Braga

Os FETs de Junção ou JFETs como também são conhecidos, são dispositivos semicondutores extremamente versáteis, apresentando características de altíssima impedância de entrada e excelente ganho (transcondutância), o que os torna úteis para circuitos amplificadores lineares, osciladores e circuitos de chaveamento.

Os circuitos que damos a seguir representam apenas algumas das inúmeras aplicações que esse dispositivo encontra.

Lembramos que os transistores utilizados no projeto original podem ser difíceis de obter em nosso mercado, mas equivalentes comuns como o BF245 e MPF102 devem funcionar na maioria dos casos, sem a necessidade de alterações de valores dos demais componentes.

1. Circuito de amostragem e retenção

O primeiro circuito é muito usado em sistemas de aquisição de dados, pois ele faz a leitura do valor da grandeza que deve ser convertida para a forma analógica sob o comando de um pulso externo.

Na configuração mostrada na **figura 1**, o transistor conduz com uma tensão positiva de comporta, quando então o diodo fica polarizado inversamente e o resistor se encarrega de polarizar o transistor, carregando o capacitor com a tensão de pico do sinal de entrada.

Já com a comporta do transistor tendo uma tensão negativa aplicada, o transistor vai ao corte e o capacitor mantém a carga para a leitura de seu valor pelo seguidor de tensão formado por um amplificador operacional.

A elevada impedância do transistor no corte e do amplificador operacional permitem que o capacitor retenha a carga o tempo suficiente para se fazer a amostragem.

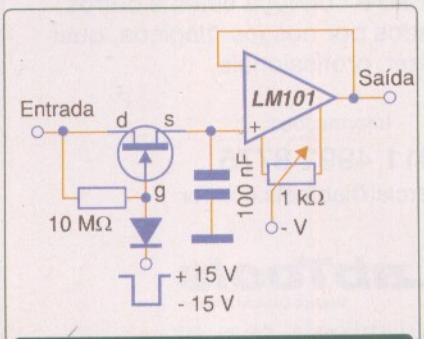


Figura 1

2. Integrador com acoplamento AC

O circuito ilustrado na **figura 2** se caracteriza por ter um elevado ganho de tensão, graças ao modo como os transistores são ligados.

Trata-se de um integrador de Miller com um multiplicador de capacitância. Essa característica permite que sejam obtidos longos intervalos de tempo de integração.

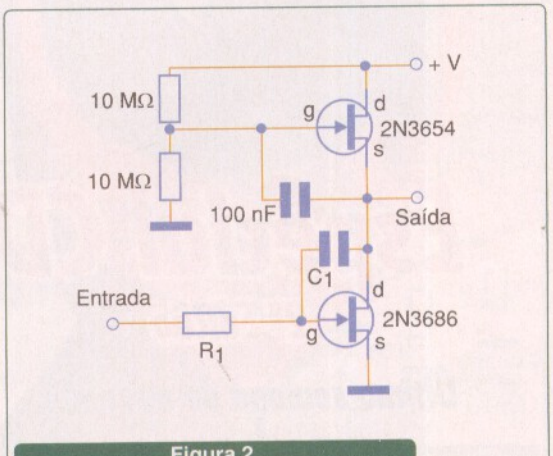


Figura 2

3. Seguidor de tensão

O ganho do circuito exibido na **figura 3** é unitário. No entanto, ele apresenta uma elevadíssima impedância de entrada.

Trata-se de um excelente circuito para ser usado como casador de impedâncias em sistemas de áudio. Todavia, devido à sua elevada impedância de entrada, cuidados especiais com o *layout* da placa devem ser tomados.

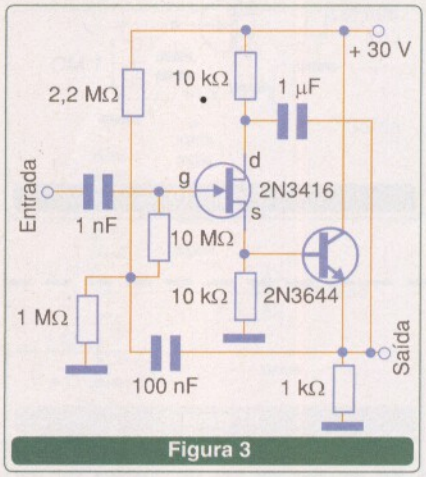


Figura 3

4. Amplificador de vídeo "cascode"

O amplificador apresentado na **figura 4** utiliza dois transistores de efeito de campo em uma configuração "cascode".

Com essa configuração ele carrega muito pouco o circuito de entrada, dada sua baixa capacitância e faixa larga de sinais com que pode trabalhar.

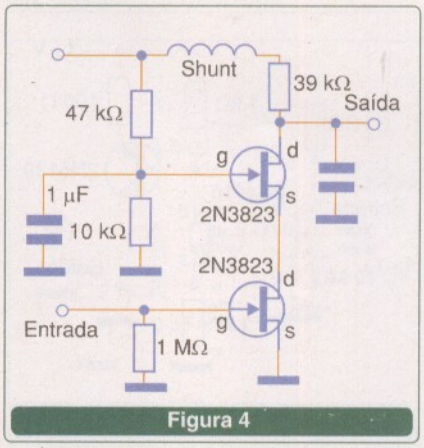


Figura 4

5. Oscilador com cristal

Na **figura 5** temos um oscilador a cristal que pode operar com freqüências de algumas centenas de quilohertz até várias dezenas de megahertz.

Uma característica deste circuito está no fato de que o cristal não carrega o JFET, obtendo-se assim um alto Q (índice de mérito)

O choque de RF deve ter valores na faixa de 100 µH a 1 mH de acordo com a freqüência de oscilação.

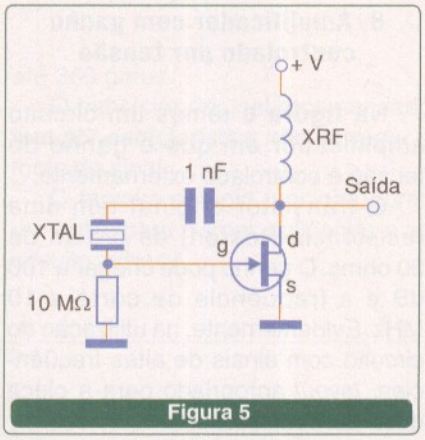


Figura 5

6. Controle de tom

Uma aplicação importante para um JFET é num controle de tom ativo, como o mostrado na **figura 6**.

Nesse circuito são usadas duas redes de realimentação, que determinam através dos potenciômetros os controles dos sinais graves e agudos. Trata-se de um circuito bastante tradicional encontrado na maioria dos amplificadores de áudio comerciais.

O FET funciona como um casador de impedâncias, proporcionando ao circuito uma elevada impedância de entrada. O amplificador operacional LM301 não deve ser substituído uma vez que se trata de um tipo especificamente indicado para essa aplicação.

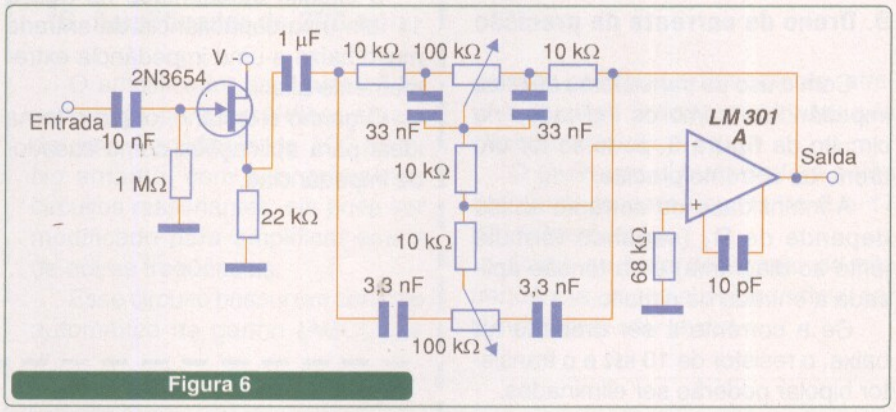


Figura 6

7. Atenuador variável

O circuito ilustrado na **figura 7** proporciona uma atenuação que pode ser controlada externamente através de um sinal aplicado à comporta do JFET.

Nesse circuito, o JFET funciona como um resistor variável atuando sobre o ganho do amplificador. A faixa de atenuações alcançada vai depender da resistência Rds(on) obtida com as diversas tensões de controle aplicadas à comporta.

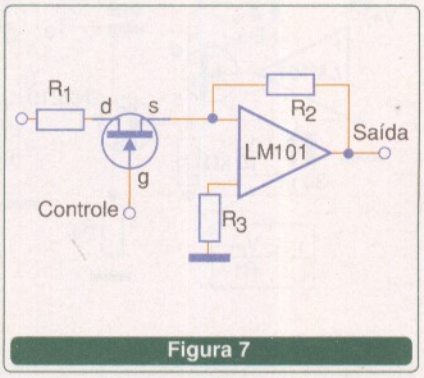


Figura 7

8. Amplificador com ganho controlado por tensão

Na **figura 8** temos um circuito amplificador em que o ganho de tensão é controlado externamente.

O transistor original tem uma resistência Rds(on) da ordem de 30 ohms. O ganho pode chegar a 100 dB e a freqüência de corte a 10 MHz. Evidentemente, na utilização do circuito com sinais de altas freqüências, *layout* apropriado para a placa deve ser considerado.

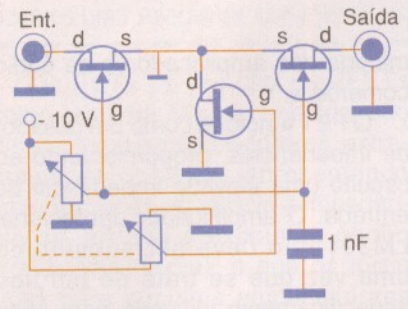


Figura 8

9. Dreno de corrente de precisão

Com o uso de transistores de altas impedâncias, como os indicados no circuito da **figura 9**, pode-se ter um dreno de corrente preciso.

A intensidade da corrente obtida depende de R_1 (segundo fórmula junto ao diagrama) e da tensão aplicada à entrada do circuito.

Se a corrente a ser drenada for baixa, o resistor de 10 kΩ e o transistor bipolar poderão ser eliminados.

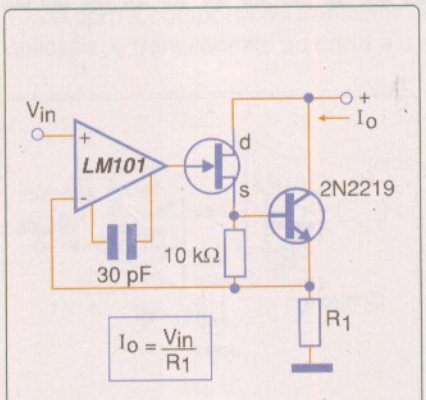


Figura 9

10. Oscilador de Wien

O oscilador exibido na **figura 10** se destina à produção de sinais senoidais, cuja freqüência depende basicamente do capacitor C.

Um dos problemas que surgem na obtenção de um sinal senoidal num oscilador deste tipo é a confecção de um elo de realimentação que seja apropriado ao circuito.

Neste circuito, utiliza-se um JFET como resistor variável de modo que ele se adapta às características do circuito de realimentação. O diodo zener fornece a referência de tensão, fixando o pico do sinal senoidal gerado.

O circuito opera com sinais de alguns hertz até aproximadamente 190 kHz.

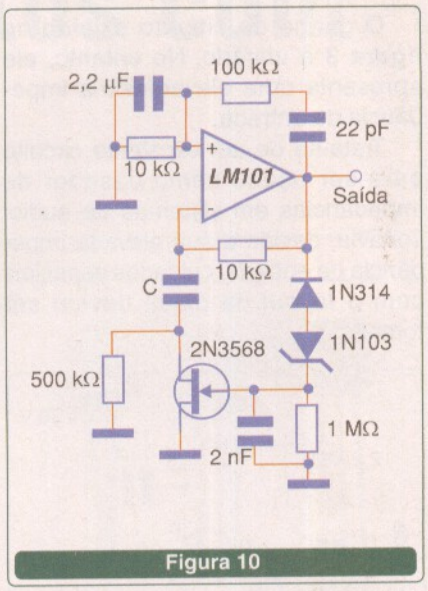


Figura 10

11. Buffer de alta impedância e baixa capacitância

O circuito apresentado na **figura 11** tem uma capacitância de entrada muito baixa e uma impedância extremamente alta.

O ganho é unitário, o que o torna ideal para aplicações como casador de impedâncias.

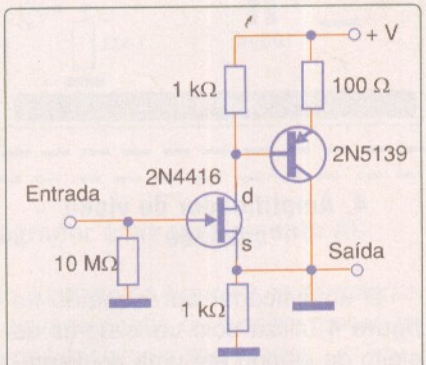


Figura 11

12. Amplificador de alta impedância e baixa capacitância

A configuração da **figura 12** difere da do circuito anterior pelo fato de ter um ganho maior do que a unidade.

Entretanto, sua impedância de entrada é muito alta e sua capacitância de entrada muito baixa. Isso o torna ideal para aplicações que exijam um amplificador de uso geral.

O ganho deste circuito é determinado pela relação de valores entre os resistores R_1 e R_2.

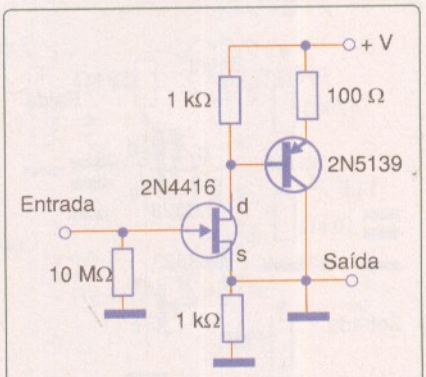


Figura 12

13. Oscilador a cristal de baixa freqüência

O circuito mostrado na **figura 13** é de um oscilador de baixa freqüência controlado por cristal.

As freqüências deste circuito podem ir desde algumas dezenas de quilohertz até perto de 1 megahertz.

Os capacitores devem ser cerâmicos e o circuito se caracteriza pela excelente estabilidade, graças às características do transistor de efeito de campo.

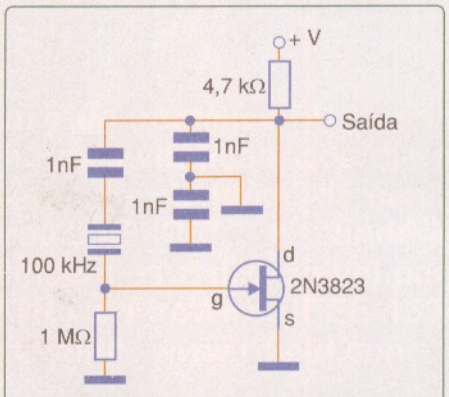


Figura 13

14. Deslocador de fase

A finalidade do circuito apresentado na **figura 14** é deslocar a fase de um sinal, dependendo do ajuste dos dois *trimpots*.

Cada estágio do circuito pode deslocar a fase em até 180 graus, o que significa que o circuito pode produzir deslocamentos de fase até 360 graus.

O transistor original recomendado tem por característica não carregar a fonte de sinal.

O terceiro estágio funciona como um *buffer* para o sinal, aplicando-o ao circuito externo.

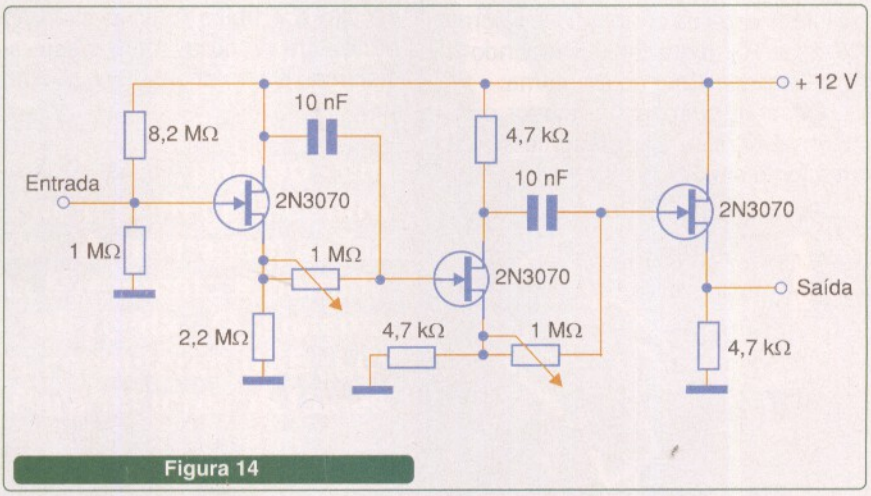


Figura 14

15. Oscilador de baixa distorção

Na **figura 15** ilustramos um oscilador LC de baixa distorção.

Os valores dados no diagrama são para uma freqüência de 20 kHz, mas o circuito pode operar satisfatoriamente em freqüências maiores (até 20 MHz).

Os capacitores devem ser cerâmicos, e o transistor admite equivalentes.

Uma característica desse oscilador é que a composição do sinal praticamente não contém harmônicas.

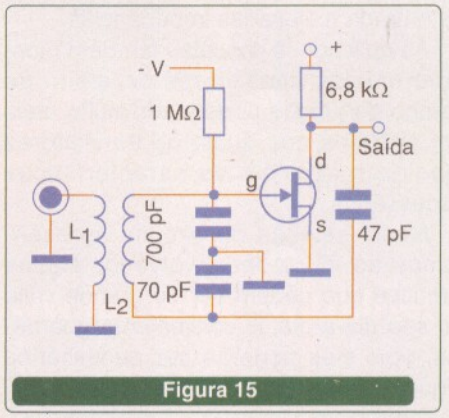


Figura 15

16. Amplificador de 200 MHz

O amplificador da **figura 16** foi projetado para amplificar sinais de uma freqüência de 200 MHz. No entanto, com alterações nos circuitos ressonantes, ele pode ser modificado para amplificar sinais de outras freqüências.

Esse circuito possui um controle automático de ganho (AGC) que permite controlar externamente, através de uma tensão contínua, seu ganho de tensão.

O ganho do circuito poderá então ser ajustado para ficar entre 6 e 17 dB, tipicamente.

Como se trata de circuito de alta freqüência, especial cuidado deve ser tomado com seu *layout*.

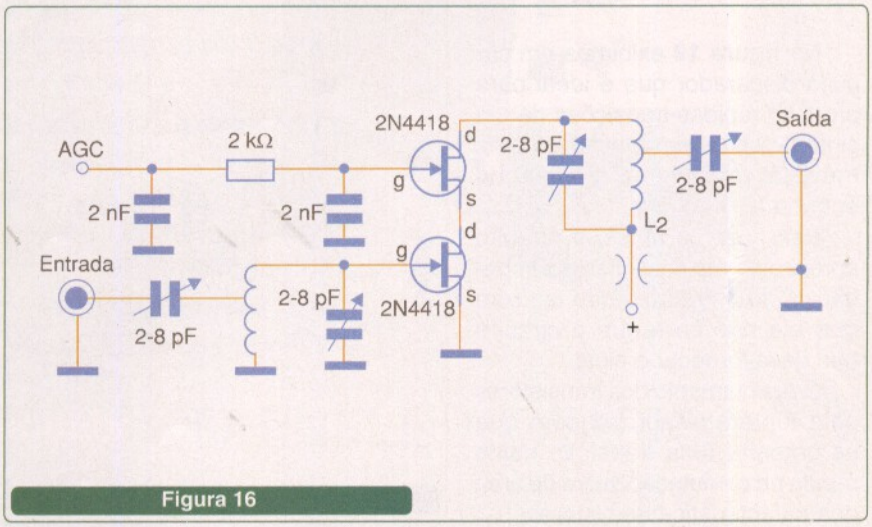


Figura 16

17. Monitor de corrente

Na **figura 17** temos um circuito que pode ser usado para monitorar a corrente que circula por uma carga de corrente contínua.

A corrente para monitoramento do circuito é fornecida pelo resistor R_1.

No transistor de efeito de campo temos a saída de tensão que depende da intensidade da corrente dos valores de R_1 e R_3, além de R_2 segundo a fórmula dada junto ao diagrama.

Observe que o amplificador operacional precisa ser alimentado por uma fonte simétrica.

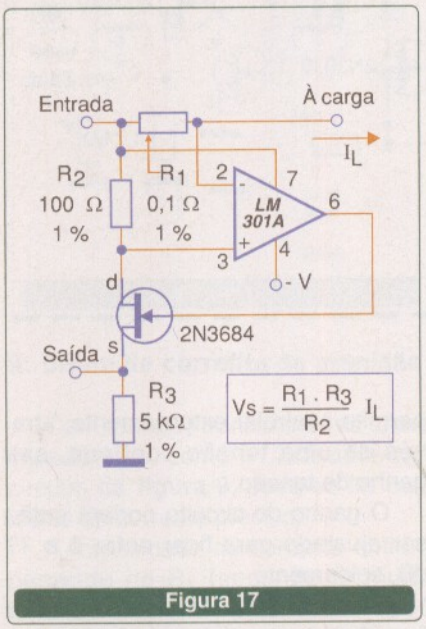


Figura 17

18. Controle de tom para amplificadores de áudio

Na **figura 18** observamos um elaborado controle de tom para um amplificador de áudio de alta fidelidade.

Nessa figura mostramos apenas um dos canais, e lembramos ainda que o circuito deve ser alimentado por fonte simétrica.

A principal característica desse circuito é o baixo ruído e alta impedância de entrada. Além disso, sua distorção é inferior a 0,05%, com uma relação S/N de 85 dB.

O ganho do circuito é 10, o que significa que um sinal de 100 mV proporciona uma saída de 1 Vpp para excitação da etapa amplificadora de áudio.

Como se trata de circuito de áudio de alto ganho e elevada impedância, o máximo cuidado deve ser tomado com o *layout* da placa no sentido de que roncos e ruídos não sejam captados.

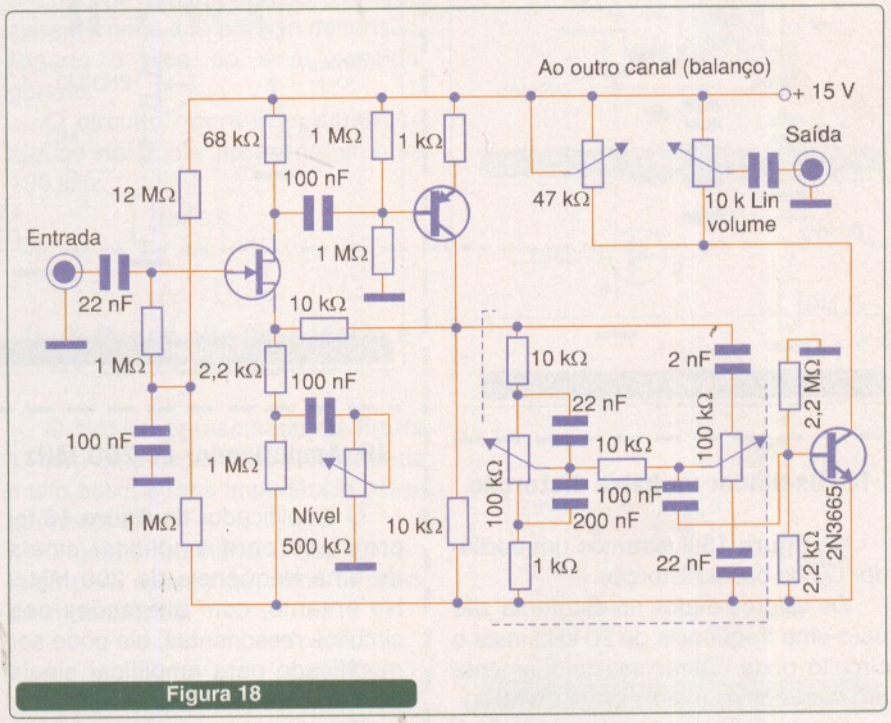


Figura 18

19. Schmitt-trigger

Na **figura 19** exibimos um circuito disparador que é ideal para produzir rápidas transições de um sinal de saída em função de uma transição mais lenta do sinal de entrada.

Pelo uso do JFET, o circuito apresenta uma elevadíssima impedância de entrada, o que faz com que ele não carregue o circuito que deve fornecer o sinal.

O acoplamento dos transistores pela fonte/emissor faz com que se obtenha uma transição muito rápida na comutação, além de uma boa característica de histerese.

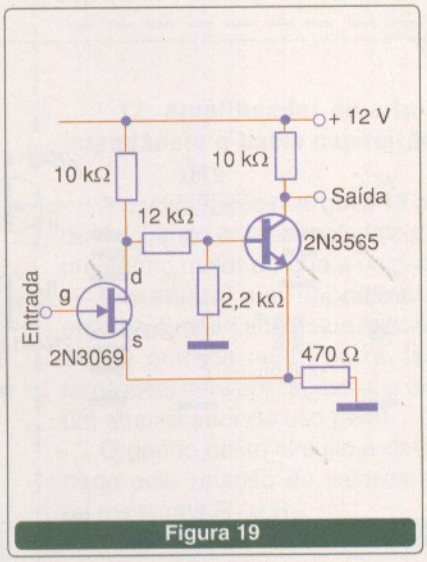


Figura 19

CONCLUSÃO

JFETs são dispositivos de grande utilidade na elaboração de circuitos que se caracterizem por baixas capacitâncias de entrada e elevadas impedâncias.

As aplicações descritas também mostram que os transistores de efeito de campo de junção podem ser muito úteis em circuitos nos quais os transistores bipolares não têm as características necessárias.

Nesta seleção de circuito apresentamos ao leitor desenvolvedor alguns circuitos que podem ser de grande valia no seu dia-a-dia. É conveniente guardá-los, pois eles poderão ser necessários algum dia. E

Confiabilidade

Um item de extrema importância para o projetista de equipamentos eletrônicos é a confiabilidade do sistema. Muita confusão tem sido feita ao analisar-se este tema, o que pode levar muitos a tirar falsas conclusões capazes de afetar um produto, ou mesmo a opinião final que os usuários desse produto podem ter. Veja neste artigo o significado desse termo.

Newton C. Braga

Três termos são comumente empregados para se especificar a confiabilidade de um produto:

MTBF – *Mean Time Between Failure* – tempo médio entre falhas

FITS – *Failures in Time* – falhas no tempo

FR – *Failure Rate* – taxa de falhas

MORTE AO NASCER

Ao contrário do que muitos pensam, todos os circuitos integrados começam a morrer no momento em que nascem, ou seja, quando são fabricados. Assim, à medida que a temperatura da junção se eleva, a taxa de falhas aumenta. Essa taxa pode ser calculada pela relação de Arrhenius, que é empregada em muitos processos físicos e químicos.

Então, conforme mostra a **equação 1**, a taxa de falhas depende da temperatura, da energia de ativação, e da constante de Boltzmann.

$$\frac{R1}{R2} = e^{-\left(\frac{EA}{KT_2} - \frac{EA}{KT_1}\right)}$$

R = Taxa de falhas
EA = Energia de ativação
T = Temperatura absoluta
K = Constante deBoltzmann ($1{,}38 \times 10^{-23}$)

Equação 1

Nessa equação temos a expressão da taxa de falhas quando a temperatura varia entre T_1 e T_2 (temperaturas absolutas). A relação entre R_1 e R_2 normamente recebe o nome de "Fator de Aceleração".

De acordo com o gráfico da **figura 1**, a taxa de falhas depende muito da energia de ativação, sendo 1 000 vezes maior com 1 eV do que com 0,5 eV, com temperaturas acima de 100° C.

A energia de ativação depende dos componentes. A **tabela** abaixo dá uma idéia dos seus valores para que possam ser usados num cálculo de Taxa de Falhas.

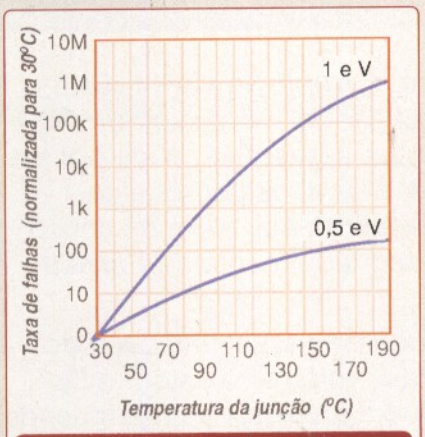


Figura 1

Muitas empresas utilizam como valor normal para os seus cálculos 0,8 ou 1,0. Esses valores são compatíveis com a maioria dos processos de fabricação atualmente empregados.

O valor de MTBF é calculado a partir de informações dadas pelos próprios fabricantes dos CIs. Todos os fabricantes elaboram testes de vida de seus componentes de modo a obter as informações necessárias aos cálculos.

Esses testes são feitos, alimentando-se os dispositivos e colocando-os num forno a 125° C durante 1.000 horas ou mais. Tabelas são, então, levantadas no sentido de se determinar a média de falhas para o total de horas em que o teste é feito.

Dessa forma, desses testes saem dois fatores:

FR (Taxa de Falhas) = Número de Falhas/Total de Horas de Teste (*)
(*) Número de componentes testados vezes número de horas do teste
MTBF (Tempo Médio entre Falhas) = 1/ Taxa de Falhas

Componente e Mecanismo	eV - população principal	eV - população fraca
Dispositivos de silício	1,0	
Dispositivo de interface de óxido de silício	1,0	
Carga Superficial acumulada - silício	1,0	
Carga superficial acumulada - CMOS	1,2	
Metalização	0,5 a 1,2	
Ligações	1,0	

Assim, se tivermos um total de 2 falhas em 800 000 horas, a taxa de falhas (FR) será de 2,5 por milhão de horas (em 125° C).

Para sabermos o que acontece em 25° C, podemos aplicar a equação 1. Veja que usando-se os valores obtidos, o tempo médio entre falhas se elevará muito, chegando à faixa de menos de 1 por bilhão de horas.

Logo, se o valor encontrado for da ordem de 0,15 falhas por bilhão de horas poderemos expressar isso por FITS ou número de falhas por bilhão de horas. O componente testado terá então um FITS de 0,15.

Na prática, ou no mundo real, as coisas podem ser um pouco diferentes. Isso ocorre porque os valores obtidos dessa forma são baseados em testes com quantidades relativamente pequenas de componentes.

Examinando-se uma quantidade pequena de componentes pode perfeitamente ocorrer que a quantidade de falhas seja zero, o que evidentemente não corresponde à realidade. Isso levaria à falsa idiéia de que, para tal componente, o MTBF seria infinito e FR zero.

Para termos mais certeza em relação aos resultados, poderemos usar o método estatístico de Poisson.

Partindo-se,então, da **equação (2)** que permite calcular qual é a probabilidade P(x) de se encontrar X falhas em uma amostragem em que a taxa de falhas (FR) é A.

$$P(x) = \frac{e^{-A} \cdot A^{x}}{X!}$$

Equação 2

Onde:
P(X) é a probabilidade de falha
X são as falhas observadas
A é o número médio de falhas.

Supondo-se que seja realizadas uma grande quantidade de testes de vida (por exemplo, 1.000) e que a taxa de falhas seja 3,12, a tabela acima apresenta os resultados estatísticos da **equação 2**.

Para o componente tomado como exemplo, a tabela prevê que em 4,4

X	Média = XI	3,12 P(X)	Soma (P(x))
0	1	0,044157	0,044157
1	1	0,137770	0,181927
2	2	0,214921	0,396849
3	6	0,223518	0,620367
4	24	0,154344	0,794712
5	120	0,108790	0,903503
6	720	0,056571	0,960074
7	5 040	0,025214	0,985289
8	40 320	0,009833	0,996123
9	362 880	0,003409	0,998532
10	3 628 800	0,001063	0,999595
11	39 916 800	0,000301	0,999897

% do tempo (ou 44 testes de vida), não deveremos observar nenhuma falha, em 13,7% do tempo deveremos observar uma falha e em 21,5% do tempo deveremos observar 2 falhas. etc.

Uma boa maneira de se avaliar esse teste é dizer que teremos 2 falhas em 60,4% do tempo. Isso nos permite usar o índice médio de falhas 3,12 em todos os cálculos, em lugar das duas falhas observadas, e dizer que esse valor é obtido com 60% de confiabilidade.

Com essa tabela fica resolvido o problema de encontrarmos um valor zero nas observações de falha que podem levar a resultados conflitantes.

Por outro lado, se adotarmos um fator de 90% de confiabilidade, a média de falhas sobe para 5,3, o que faz com que o MTBF pareça pior para o componente focalizado. A maioria dos fabricantes de semicondutores, por esse motivo, usam os níveis de confiabilidade de 60% por razões históricas.

O INIMIGO NÚMERO UM DA CONFIABILIDADE

Conforme podemos perceber, para ter-se uma idéia correta dos índices FR e MTBF é preciso fazer uma análise térmica do dispositivo de modo a conhecer a temperatura média da junção.

Para essa finalidade utiliza-se a relação de Arrhenius e também os dados de confiabilidade do fabricante, além da Energia de Ativação.

No entanto, pelos cálculos podemos ver que o fator temperatura aparece sempre e de uma forma decisiva. Isso significa que o calor é um inimigo implacável dos dispositivos semicondutores.

Para aumentar a confiabilidade, reduzindo-se assim o FR e aumentando-se o MTBF de um dispositivo é preciso minimizar a temperatura da junção e para isso temos várias alternativas.

A primeira consiste em se usar um dissipador de calor que seja o maior possível, ou usar um invólucro que tenha uma excelente capacidade de condução de calor. A segunda alternativa seria reduzir as tensões de alimentação, e a terceira consiste em se aumentar a resistência de carga.

Evidentemente, se for possível utilizar os três recursos, simultaneamente será melhor ainda, mas sabemos que para calcular o MTBF num sistema é preciso determinar a temperatura média da junção, obter a energia de ativação e a Taxa de Falhas do próprio fabricante. **E**

KITS DIDÁTICOS PARA PROFISSIONAIS, ESTUDANTES E HOBBYSTAS

KIT ATMEL AT89S8252

8 K de Flash, 2K de E2PROM, Clock 12 MHz, conexão serial RS232, 8 saidas de I/O mapeado. Serve como gravador do chip AT89S8252.

KIT 8051-(80C31)

RAM 32 Kbyte, EPROM 32 Kbyte, Clock 12 MHz, conexão serial RS232, 8 saidas de I/O mapeado e comunicação serial com o PC para carregar os programas.

Cada Kit Microcontrolador possui:
2 Cabos de extensão, 1 Cabo de I/O mapeado, 1 Cabo serial, 1 Cabo de ISP (Kit Atmel).

CPU

TECLADO

DISPLAY

Compras, software, manuais, compiladores, simuladores, exercícios e suporte em nosso SITE.

KITS DO AUTOR DOS LIVROS:

"MICROCONTROLADOR 8051 DETALHADO"

e

"LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051"

Editora Érica.

KITS: - KIT ATMEL *R$ 180,00* *
- KIT 8051 (80C31) *R$210,00**
PERIF: - CHIP AT89S8252 *R$ 30,00* *
- LCD *R$ 75,00* *
- D/A R2R *R$ 99,00* *
- A/D 8 Can. *R$ 129,00* *
- TECLADO 16 Tecl. *R$ 48,00* *
- 7 SEG :4 Dig. *R$ 127,00* *
- CARGAS (AC/DC) *R$ 108,00* *
- STEP MOTOR DRIVER *R$ 50,00* *
- KIT EXPER. LIVRO 8051 *R$ 95,00**
*FONTE ALIM.(110/220V) *R$30,00*
- STEP MOTOR *R$80,00*

* Não inclui fonte de alimentação e Despesas de envio

WWW.MICROCONTROLADOR.COM.BR

Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética

Características, Aplicação e Classificação

Roberto Simões, Evandro Luís Nohara
e Mirabel Cerqueira Rezende*

O objetivo deste trabalho é apresentar uma classe de materiais denominada Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE). Esta denominação se deve à sua propriedade de interação onda-matéria, isto é, a absorção da energia da onda eletromagnética. Os MARE também são classificados como materiais compósitos, uma vez que são obtidos a partir da união de uma matriz, normalmente baseada em materiais poliméricos como silicone, poliuretano e resina epóxi, com um aditivo que possui características de absorção da energia da onda eletromagnética, como negro de fumo (absorvedores dielétricos) ou ferritas de microondas (absorvedores magnéticos). A aplicação que se pretende dar ao MARE define suas características físicas e químicas, dividida em duas categorias gerais: MARE para espaços abertos e MARE para ambientes fechados.

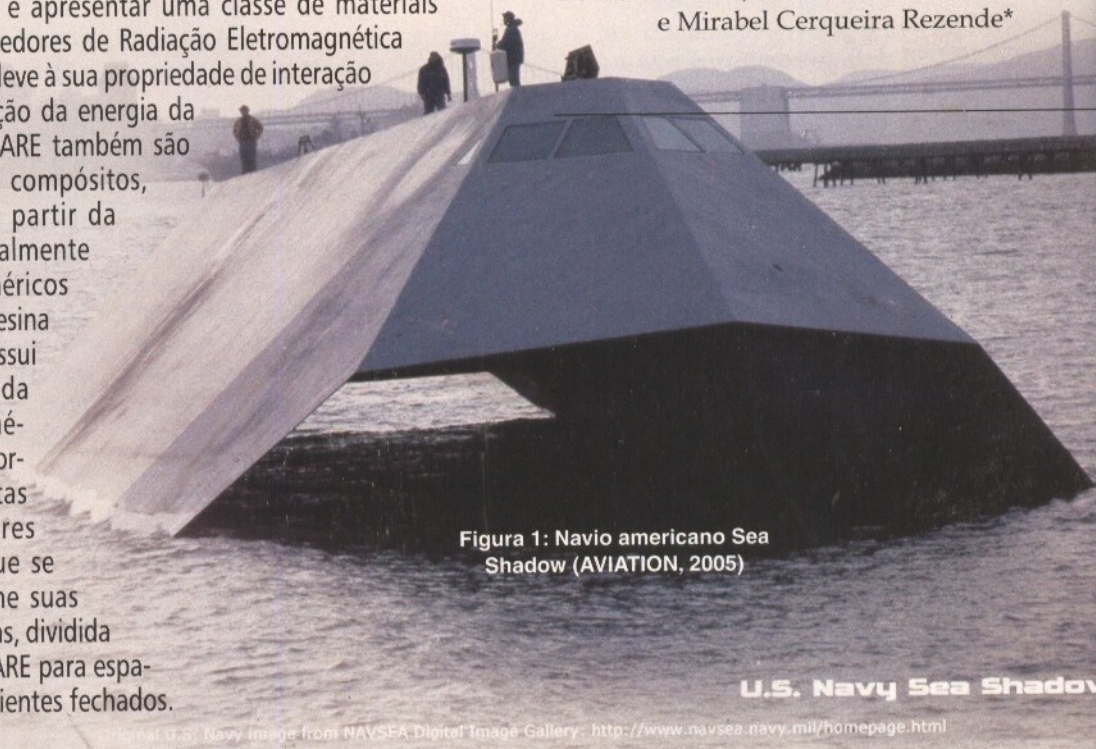


Figura 1: Navio americano Sea Shadow (AVIATION, 2005)

Original U.S. Navy image from NAVSEA Digital Image Gallery: http://www.navsea.navy.mil/homepage.html

Os Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética – MARE – pertencem a uma classe que é denominada de materiais compósitos. De uma maneira geral, pode-se considerar um material compósito como sendo qualquer material constituído de várias fases, que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constituem, de tal modo que é obtida uma melhor combinação de propriedades.

Existe uma variedade de compósitos que ocorre na natureza, tais como a madeira, que consiste de celulose em forma de fibras ocas (alta rigidez), envolvidas e unidas por lignocelulose (dúctil), e como os ossos que são compósitos constituídos pela proteína conhecida por colágeno (dúctil) e pelo mineral apatita (alta rigidez).

Em engenharia, quando do projeto de materiais compósitos artificiais, combinam-se metais, cerâmicas e polímeros para produzir uma nova geração de materiais com extraordinárias características, quase sempre criadas para melhorar combinações de características mecânicas, tais como a rigidez, tenacidade e resistência nas condições ambientes e a altas temperaturas.

Os MARE recebem esta denominação porque possuem características de absorção da energia da onda eletromagnética, e são classificados em duas amplas categorias: MARE dielétricos e magnéticos .

Os MARE do tipo dielétrico interagem com o campo elétrico da onda eletromagnética, e esta interação está relacionada às suas propriedades elétricas, particularmente sua permissividade, ε. Os MARE do tipo magnético interagem com o campo magnético da onda eletromagnética, sendo que esta interação está relacionada com suas propriedades magnéticas, particularmente sua permeabilidade, μ .

Pode-se citar como exemplo de MARE dielétricos materiais compósitos obtidos pela adição de negro de fumo ou grafite em uma matriz de resina epóxi, e como exemplo de MARE magnéticos aqueles materiais compósitos preparados por dispersão de ferrites também em um meio de resina epóxi.

Desde meados do século passado, os MARE têm sido utilizados na absorção da energia da onda eletromagnética em diversas aplicações, principalmente nas áreas de telecomunicações e militar. Uma aplicação que ganhou notoriedade a partir da década de 1960 foi sua utilização em estruturas militares, com o objetivo de tornarem essas estruturas menos reflexivas ao sinal de radar.

A refletividade de uma estrutura ao sinal emitido por radar pode ser função das propriedades desse material, como também da geometria dessa estrutura. Essa geometria pode ser tal que o ângulo de incidência do sinal pode favorecer um espalhamento deste sinal em direções não detectáveis pelo radar emissor. Exemplos dessas estruturas podem ser vistas nas **Figuras 1 e 2.**



Figura 2 - Aeronave americana F-117 (AVIATION, 2005)

Em resposta a estas necessidades, trabalhos de pesquisa e desenvolvimento têm sido realizados no Brasil, principalmente na Divisão de Materiais/IAE localizada no Centro Técnico Aeroespacial – CTA, visando a nacionalização de materiais e processos e a conseqüente autonomia do país na obtenção e no processamento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética, principalmente para o setor aeroespacial.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Em virtude deste trabalho estar relacionado com a absorção da onda eletromagnética dos meios materiais, é necessário que se faça uma apresentação da teoria relacionada com o fenômeno. Portanto, esta seção discute alguns dos princípios e conceitos básicos relacionados à natureza da radiação eletromagnética, bem como suas possíveis interações com os materiais sólidos. A seguir, são explorados os comportamentos eletromagnéticos dos materiais metálicos e dos não-metálicos em termos das suas propriedades de absorção, reflexão e transmissão da onda eletromagnética.

A radiação eletromagnética é considerada como sendo predominantemente ondulatória, consistindo em componentes de campo elétrico e de campo magnético, os quais são perpendiculares um ao outro e também à direção da propagação. Esquematicamente, pode-se representar a onda eletromagnética conforme mostra a **Figura 3.**

Tanto a luz, quanto o calor e as microondas, como também as ondas de rádio, são formas de radiação eletromagnética. Cada uma dessas formas é caracterizada por uma faixa específica de comprimentos de onda. O espectro eletromagnético da radiação está representado na **Figura 4**. As microondas estão na faixa compreendida entre 3 GHz e 300 GHz, com comprimento de onda desde 0,1 até 0,001 m, respectivamente.

Toda radiação eletromagnética atravessa o vácuo à mesma velocidade, conhecida como a velocidade da luz, qual seja, $c = 3 \times 10^8$ m/s . Esta velocidade está relacionada à permissividade elétrica do vácuo, ε_0, e à permeabilidade magnética do vácuo, μ_0, pela **Equação 1**.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 . \mu_0}}$$

Dessa forma, existe uma associação entre a constante, c, e essas constantes elétrica e magnética. Visto que a radiação, de uma perspectiva quântico-mecânica, é composta por fótons, pode-se representar a energia eletromagnética, ou, a energia de um fóton, E, pela **Equação 2,**

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

onde:

h = constante de Planck , 6,63 x 10^{-34} J.s

ν = freqüência da onda eletromagnética (Hz),

λ = comprimento de onda (m).

Assim, a energia eletromagnética é proporcional à freqüência da radiação, ν, ou inversamente proporcional ao comprimento de onda, λ.

Quando a onda eletromagnética passa de um meio para outro como,

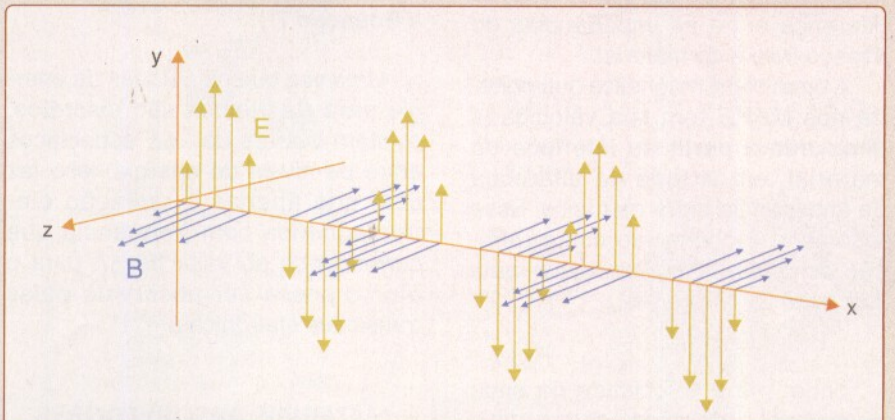


Figura 3 - Componentes elétrica (E) e magnética (B) de uma onda eletromagnética (ESPAÇO CIENTÍFICO E CULTURA, 2005)

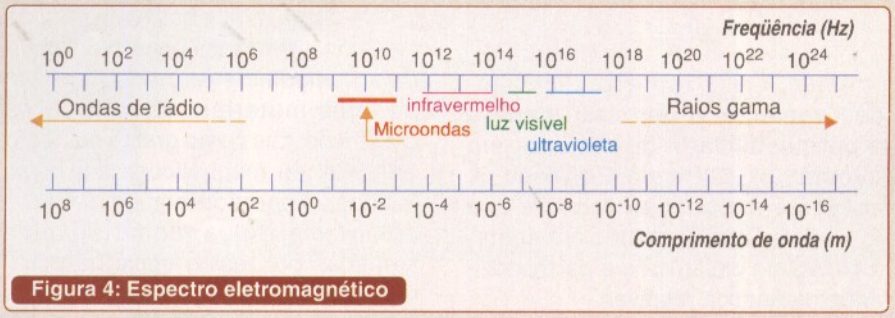


Figura 4: Espectro eletromagnético

por exemplo, do ar para um material sólido, uma parte da radiação pode ser transmitida através do meio, uma parte pode ser absorvida e uma parte pode ser refletida na interface entre os dois meios. A intensidade, E_i , da radiação incidente sobre a superfície do meio sólido deve ser igual à soma das intensidades das radiações transmitida, absorvida e refletida, representadas como , E_t, E_a e E_r, respectivamente. Essa intensidade, expressa em W/m^2, corresponde à energia que está sendo transmitida por unidade de tempo através de uma área unitária que é perpendicular à direção da propagação. Pode-se expressar esta relação em termos de transmissão, $T= E_t/E_i$, absorção, $A= E_a/E_i$ e reflexão, $R= E_r/E_i$, sendo T+A+R=1.

Aquelas estruturas capazes de transmitir a radiação eletromagnética, com desprezível absorção e reflexão, são chamadas de transparentes àquela radiação. Para ondas eletromagnéticas na faixa de microondas, essa transparência torna-se muito dificultada em uma estrutura sólida qualquer, devido à reflexão que a onda eletromagnética sofre ao encontrar essas estruturas, em virtude da diferença entre as impedâncias do espaço livre e do material.

A onda eletromagnética que penetra nos MARE tem sua velocidade diminuída a partir da interface do material, em virtude da diferença de impedância entre os meios. Esse fenômeno é conhecido como refração da onda, *n*, representado pela **Equação 3,**

$$n = \frac{c}{v}$$

onde: v é a velocidade da onda no material e, da mesma forma que a Equação 1 define a magnitude de *c*, a **Equação 4** fornece a magnitude da velocidade da onda no material

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}$$

onde: ε e μ representam, respectivamente, a permissividade e a permeabilidade do material em questão. A partir da Equação 3, chega-se à **Equação 5**, onde ε_r e μ_r, representam, respectivamente, a constante dielétrica e a permeabilidade magnética relativas.

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}} = \sqrt{\varepsilon_r \cdot \mu_r}$$

Da mesma forma, as grandezas físicas permissividade e permeabilidade relativas definem a impedância intrínseca (Z) do material, conforme a **Equação 6,**

$$Z = Z_0 = \sqrt{\varepsilon_r \cdot \mu_r}$$

onde: Z_0 é a impedância intrínseca do vácuo (377 Ω).

A absorção da energia eletromagnética dos MARE está ligada ao fenômeno da ressonância, que está relacionado com o mecanismo de interação onda-matéria. O termo ressonância é normalmente usado para especificar a faixa de freqüências em que o material apresenta absorção da onda eletromagnética, dentro do espectro eletromagnético. As estruturas química e física dos materiais absorvedores de radiação eletromagnética possuem mecanismos internos que convertem a energia da onda eletromagnética incidente nesse tipo de material, em calor. A quantidade de energia absorvida é a mesma quantidade de energia emitida em forma de calor pelo material, e segue a **Equação 7** ,

$$\Delta E = hv$$

Uma vez que os estados de energia para os átomos são discretos, existem valores de ΔE específicos entre os níveis de energia. Isso faz com que apenas a radiação eletromagnética com freqüência que corresponde ao valor de ΔE para o átomo possa ser absorvido pelas transições eletrônicas.

MATERIAIS ABSORVEDORES DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA – MARE

Os materiais absorvedores de radiação eletromagnética são materiais compósitos formados por um ou mais materiais absorvedores dielétricos, tais como grafite ou negro de fumo, ou magnéticos, tais como ferritas, dispersos em uma matriz polimérica rígida, como aquelas formadas por resina epóxi ou poliuretânica, ou flexível, como aquelas produzidas com elastômeros à base de silicone ou borrachas natural ou sintética, ou ainda espumas, tais como as poliuretânicas. Alguns MARE também são obtidos de estruturas híbridas sendo usados como aditivos tanto materiais dielétricos como magnéticos.

A aplicação que se pretende dar ao material absorvedor define sua estrutura, aspecto e composição. Aplicações que requerem alta resistência mecânica e alta resistência às intempéries exigem que o MARE seja processado utilizando resinas termorrígidas, tais como as epóxi e as poliuretânicas. No caso de cavidades ressonantes, usam-se MARE formados com materiais flexíveis, em função da necessidade do material ter que se moldar às cavidades sem, no entanto, atender requisitos de alta resistência mecânica. Outras estruturas devem apresentar relativamente elevada propriedade estrutural, mas com baixo peso, exigindo materiais em forma de colméia, como os *honeycombs* e de espumas rígidas.

O que vai determinar o tipo de aditivo a ser empregado na elaboração de um MARE é a intensidade com que se pretende absorver ou atenuar o sinal da onda, a faixa de freqüência da onda eletromagnética que se pretende trabalhar, além de aspectos estruturais de aplicação do MARE, tais como resistências mecânica, térmica, e às intempéries, flexibilidade, resistência a altas temperaturas, entre outras.

TIPOS DE MARE

Os absorvedores de microondas podem se dividir em duas categorias gerais: aqueles que absorvem as microondas que se propagam no espaço aberto, e os que absorvem as ondas dentro de guias de onda, linhas coaxiais e outros ambientes fechados, a exemplo das cavidades ressonantes.

ABSORVEDORES DE MICROONDAS RESSONANTES OU SINTONIZADOS

Os absorvedores de microondas sintonizados ou ressonantes são

projetados para operar em uma freqüência específica e proporcionar uma absorção de –20 dB (99% absorvido) da energia da onda incidente em uma determinada freqüência. Sua espessura é ajustada para a faixa de freqüência de onda que se pretende absorver.

Os absorvedores ressonantes ou sintonizados normalmente exibem altas perdas magnéticas e dielétricas, e são projetados levando-se em conta a espessura elétrica do MARE, na freqüência desejada. Estes absorvedores necessitam de um material condutor de eletricidade sob os MARE, que é conseqüentemente 100% refletor, para atingir o cancelamento da onda eletromagnética refletida na parte frontal com a onda eletromagnética refletida na parte posterior. A sua aplicação considera que as fases destas duas ondas estão com uma diferença o mais próximo possível de 180°, o que resulta no cancelamento quase completo destas duas reflexões.

São conhecidos alguns materiais absorvedores de radiação eletromagnética sintonizados feitos com matriz de silicone (**Figura 5**), que têm espessuras variando desde 0,76 mm em torno de 30 GHz, até 4,06 mm em torno de 1,0 GHz. Esses tipos de MARE são muito utilizados para atenuar correntes de superfície, podendo ser usados também em cavidades ressonantes. A **Figura 6** exibe um MARE sintonizado empregado em aparelho de telefonia móvel celular.



Figura 5 - MARE do tipo manta flexível (R&F PRODUCTS, 2005)

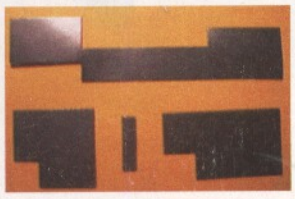


Figura 6 - MARE sintonizado utilizado em aparelho de telefonia móvel celular (PERSEUS ,2005a)

ABSORVEDORES DE CAVIDADES RESSONANTES

São materiais que têm alta permeabilidade e são aplicados na maioria das vezes em cavidades e módulos de microondas (**Figura 7**). Gear, 2004, relatou a correção de interferência de radiofreqüência dentro de um módulo de um conjunto faseado usado na transmissão e recepção de sinais de radar na banda X, pela aplicação de um absorvedor de cavidade ressonante de 0,76 mm de espessura com capacidade de atenuação de 36 dB/cm.

Um esquema de aplicação de MARE em uma cavidade com circuito de microondas ressonante é apresentado na **Figura 8**.

ABSORVEDORES DE MICROONDAS EM ESPAÇO LIVRE

Esses absorvedores são projetados para operar em condição de espaço livre, ou seja, para absorver ondas propagantes. A **Figura 9** ilustra um tipo de absorvedor de microondas em espaço livre, fabricado em espuma e em formato piramidal. Esses são classificados como materiais de alto desempenho, com absorção da ordem de –40 dB (99,99%) a –50 dB (99,999%). Sua impedância, na superfície, é próxima de 377 Ω, bem próxima da impedância do espaço livre e são usados em câmaras anecóicas (**Figura 10**) e outros tipos de ambientes fechados para medição de microondas.

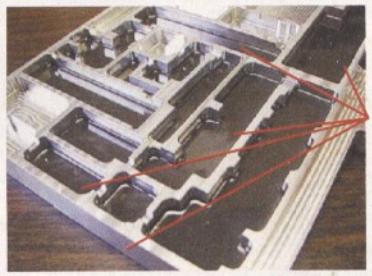


Figura 7 - Absorvedor de cavidade ressonante (DIXON, 2004)

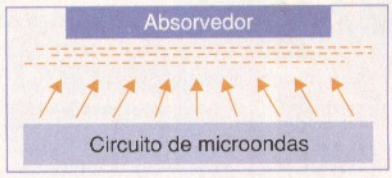


Figura 8 - Esquema de aplicação de MARE em cavidades ressonantes



Figura 9 - Absorvedor de microondas em espaço livre (PERSEUS, 2005b)



Figura 10 - Câmara anecóica com absorvedores de microondas em espaço livre (AIRPOWER, 2005)

ABSORVEDORES DE CARGA

Os absorvedores de carga são normalmente rígidos, pois são obtidos utilizando-se resina epóxi como matriz de dispersão. São usados quando a temperatura de trabalho é mais elevada (até 177 °C). Os centros absorvedores empregados são ferritas e tem sua utilização quando se necessita de absorção de alta eficiência na faixa de 8 a 18 GHz.

CONCLUSÃO

Os Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética são materiais compósitos especiais obtidos a partir da união entre uma matriz polimérica e aditivos absorvedores de radiação eletromagnética. Esses aditivos podem ter características de absorção do campo elétrico ou do campo magnético da onda eletromagnética. Desde meados do século passado ganhou notoriedade sua aplicação com objetivos de tornar estruturas militares menos reflexivas ao sinal de radar. No Brasil, o Centro Técnico Aeroespacial - CTA e a Universidade de Taubaté - UNITAU, têm desenvolvido trabalhos de pesquisa e desenvolvimento visando a nacionalização de materiais e processos nessa área.

Os princípios básicos relacionados à absorção da onda eletromagnética pelo MARE se baseiam nas interações onda-matéria dos materiais sólidos, principalmente sua permissividade elétrica e sua permeabilidade magnética, e à diferença entre as impedâncias entre os meios. Os MARE podem ainda ser classificados conforme sua aplicação, em absorvedores ressonantes ou sincronizados, absorvedores de cavidades ressonantes, absorvedores em espaço livre e absorvedores de carga. E

Referências Bibliograficas no site **www.sabereletronica.com.br**

*__Roberto Simões__ é mestre em Engenharia Mecânica – Tecnologia de Materiais e Processos de Fabricação - Universidade de Taubaté (Unitau). Pertence ao Departamento de Engenharia das Faculdades Radial de São Paulo.

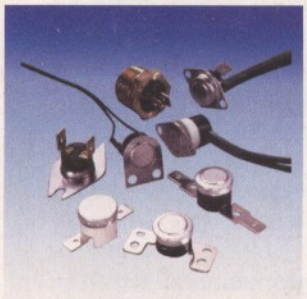
__Evandro Luís Nohara__ é doutor em Física e Química de Materiais Aeroespaciais - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Pertence ao Departamento de Engenharia Mecânica da Unitau.

__Mirabel Cerqueira Rezende__ é doutora em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (USP) e faz parte da equipe do Centro Técnico Aeroespacial, Instituto de Aeronáutica e Espaço, Divisão de Materiais.

Honeywell. Ajudando você a controlar seu mundo.



TERMOSTATOS (BIMETAL)



- Contato: SPST – ação rápida (termicamente e eletricamente isolados);
- Hermético ou não-Hermético;
- Opção de rearme manual ou automático;
- Corpo Fenólico ou Cerâmico;
- Opções de terminais e suportes de montagem;
- Diversas opções de temperatura de operação (-29C a 260C);
- Suporta altas cargas elétricas (amperagem);
- Opera em condições extremas, como exposição a substâncias perigosas, partículas de poeira e imersão em líquidos.

SENSORES INFRAVERMELHOS



- Encapsulamento: Metal ou Plástico;
- Range de Temperatura: -40C a 125C;
- Comprimento de onda: 880 ou 935nm;
- Várias opções de ângulo de feixe de luz;
- Opções: fototransistor, fotodarlington, detector optoschmitt, sensores reflexivos/transmissivos, sensores de encoder, entre outros.

Marcas Honeywell Sensing & Control:

- *Micro Switch*
- *Sensotec*
- *Clarostat*
- *Electro*
- *Elmwood*
- *Fenwal*
- *Hobbs*
- *Nei*
- *SenSym*
- *Data Instruments*

Honeywell

PABX: (11) 4166-1900
Comercial: (11) 4166-1912
www.honeywell.com/sensing
Sensing.Control.Brasil@honeywell.com.

+

Sensores de Pressão
Sensores de Fluxo de Ar
Sensores de Força
Sensores de Umidade
Sensores de Temperatura (RTDs)
Termistores
Termostatos

Resistências
Sensores de Posição
Sensores Infravermelhos
Sensores de Corrente
Sensores de Nível Líquido
Micro Switches
Potenciômetros

O Inglês da Austrália

Em outro artigo desta mesma série focalizamos as diferenças (algumas curiosas) entre o inglês falado nos Estados Unidos e Inglaterra com o inglês usado na África do Sul. É claro que, além da África do Sul, também devemos incluir o Inglês falado em países da Oceania como a Austrália e a Nova Zelândia. A distância da "pátria-mãe" do Idioma, torna-os muito mais peculiares, o que deve ser motivo de atenção para os leitores, ainda que se interessem apenas pelo inglês técnico.

Newton C. Braga

Conforme já salientamos, uma das grandes vantagens do inglês técnico está no fato de que ele raramente usa expressões idiomáticas ou regionais. Assim sendo, o inglês acadêmico será suficiente para que nos façamos entender em um congresso, ou numa apresentação de produto, ou mesmo na redação de um documento técnico.

No entanto, nada impede que, sentindo-se mais à vontade ou ainda numa conversa mais informal, um interlocutor de um país de língua inglesa resolva utilizar alguns termos que sejam específicos de sua localidade.

Já tivemos experiência disso em conversas com engenheiros de empresas que, sem querer, às vezes incluiam termos de sua região dos Estados Unidos e em outros casos, de outros países, principalmente da Ásia e África.

O leitor que tem mais contato com esse pessoal já deve ter notado as diferenças quando fala com um engenheiro do Texas, da Califórnia ou de Nova Iorque. As diferenças crescem quando temos de falar com pessoas da Inglaterra, da África do Sul, da Índia, ou da Austrália e Nova Zelândia.

Os termos regionais que são empregados podem trazer muita confusão, principalmente se forem incluídos numa conversa envolvendo assunto técnico. É por esse motivo que neste artigo discutiremos um pouco a respeito de alguns termos do inglês australiano.

Tomemos como exemplo um texto da revista Silicon Chip, da Austrália, na sua seção de "Service". Como se trata de uma seção em que o autor relata de maneira quase informal, não se pode escapar de um ou outro termo regional, conforme veremos:

"Next, I connected the chassis to another set's yoke (and vice versa) and this showed that the deflection yoke was OK. I then checked the 50/60Hz switching transistor (Q465) which was also OK and even swapped EEPROM IC1102 in case the software geometry controls were scrambled. Again, ***I drew a blank****.*

Grasping at straws*, I next did the modification for resistor R404 (it was 9.53 kΩ and is now 13 kΩ to fix top lefthand line tearing). That done, I checked all the resistors on the top of the board and the surface-mounted ones underneath. I then tried heating and freezing the board, as well as vibration and twisting, but nothing was* ***giving up any clues****".*

Vocabulário:
Connect – conectar
Switching transistor – transistor chaveador
Swapped – trocado
Scrambled – alterado, irregular
Underneath – debaixo
Heating – aquecendo
Freezing - esfriando
Twisting – torcendo

Termos regionais:

I drew a blank – Trata-se de uma expressão informal, é o passado de "I draw a blank" – uma expressão igualmente usada em outros países,

mais ou menos equivalente a "falhou", empregada quando não se consegue encontrar alguma coisa depois de várias tentativas.

Grasping at straws – Tentando em vão – O exemplo da frase abaixo mostra seu uso: "*In a final, desperate effort the man made a few last attempts to discredit his opponent, but it was clear he was just grasping at straws.*" – "Em um esforço final desesperado, o homem fez alguns comentários derradeiros para desacreditar seu oponente, mas ficou claro que ele estava apenas tentando em vão".

Giving up any clues – dando qualquer pista

A tradução completa do texto ficará então:

"Em seguida, eu liguei ao chassi outro conjunto de *yokes* (e vice-versa), o que me mostrou que o yoke de deflexão estava OK. Então, eu chequei o transistor de chaveamento de 50/60 Hz (Q465) que também estava OK e ainda troquei a EEPROM IC11012, para o caso do software que controla a geometria estar alterado. Novamente, falhei.

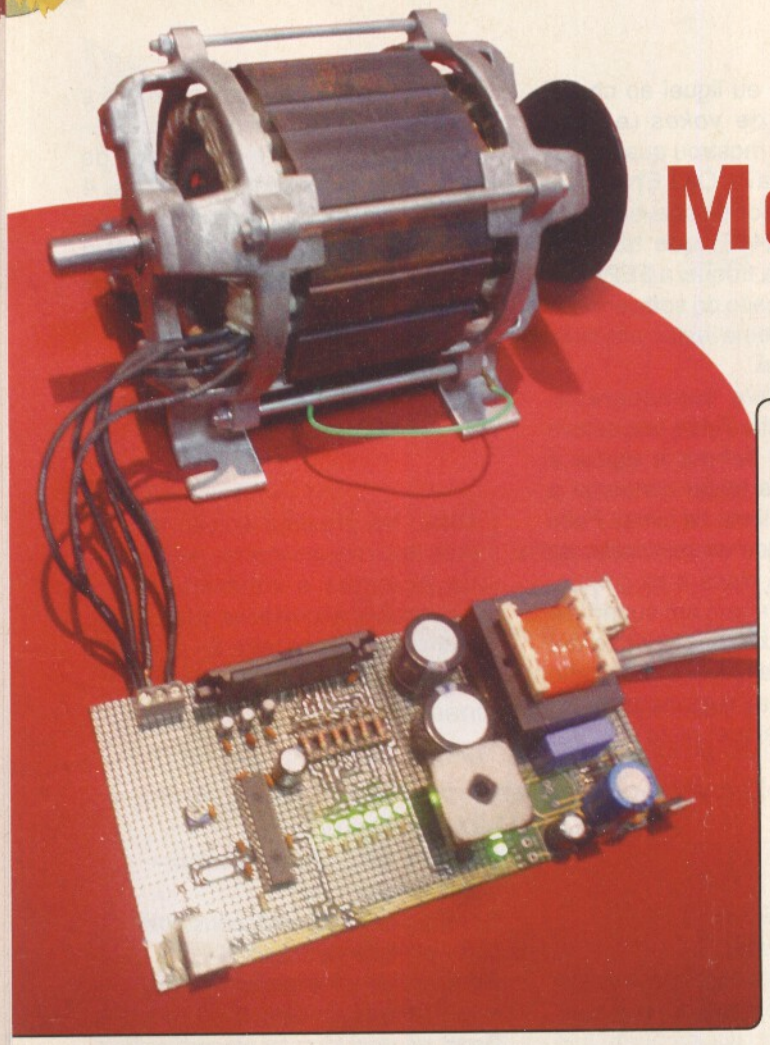
Como tentativa desesperada, modifiquei o resistor R404 (ele estava antes com 9,53 kohms e agora é de13 kohms, para tentar consertar a temporização da linha de cima). Feito isso, chequei todos os resistores da parte de cima da placa e os componentes com montagem em superfície na parte de baixo. A seguir tentei aquecer e esfriar a placa, assim como vibrá-la e torcê-la, mas nada disso estava dando qualquer pista".

Atente para os termos gerais e a forma como as frases são construídas. Dependendo da quantidade de expressões idiomáticas ou locais, é onde o leitor pode ter algum tipo de problema para a compreensão. No entanto, com uma pequena análise das formas, poderemos até deduzir o que elas significam.

Abaixo, fornecemos uma pequena lista de expressões usadas no Inglês da Austrália.

Obs.: Na próxima edição daremos mais alguns termos regionais da Austrália e voltaremos às expressões idiomáticas que foram interrompidas na letra B.

Aggro: *aggressive* – agressivo
Amber or Amber fluid: *beer* - cerveja
Arvo: *afternoon* – tarde
Aussie (pronuncia-se 'Ozzie'): Australiano
Back of Bourke: *The middle of nowhere* – no meio de lugar nenhum
Barbie (Barbecue): Churrasco. Em geral é do tipo BYO (*Bring your own* = traga sua própria) *meat and drinks* (comida e bebida)
Beaut, beauty, bewdie: Muito bom, excelente
Berko: *angry* – faminto
Bickie: dollar
Bikies: *motorcyclists.*
Bitumen: *surfaced road* – via asfaltada.
Bloke: *person*, pessoa, normalmente do sexo masculino
Bludger: *lazy person* - folgado
Bush: pessoa do interior
Cask: *wine box* – garrafa de vinho
Chook: *chicken* – galinha
Cow: *Also means anything that is difficult* – qualquer coisa que seja difícil
Crow Eater: *Resident of South Australia* – "comedor de corvo"- morador do Sul da Austrália
Cut lunch: *sandwiches*
Daks: *trousers* – calças
Dead horse: *tomato sauce* (cavalo morto = suco de tomate).
Dill: *Idiot*
Dillybag: *small bag to carry things* – pequena bolsa para carregar coisas
Dinkum, fair dinkum: *genuine or honest* – genuino ou honesto
Donk: *car or boat engine* - motor
Don't come the raw prawn: *Don't try to fool me* – não tente me enganar
Drongo: *Worthless or stupid person* – pessoa estúpida
Duco: *car paint* – pintura de carro
Dunny: **outdoor lavatory** – banheiro externo
Earbash: *non-stop talk* – conversa sem parar
Enzedder: natural da Nova Zelândia
Evo: *evening* – manhã
Flat out: *as fast as possible* – tão rápido quanto seja possível
Furphy: *a rumour or a false story* – boato
Gaol: *Australian and British variant spelling of 'jail'* – cadeia
Garbo: *garbage collector* – coletor de lixo
Good oil: *accurate information* – informação correta
Good possie: *advantageous position* – posição vantajosa
Good on ya!: *Well done!* – Bem feito!
Grog: *general term for alcohol* – termo geral para o álcool
Gumtree: *eucalyptus* - eucalipto
His nibs: *The boss* - o chefe
Hoon: *Idiot, hooligan, yahoo*
How are ya?: *Standard greeting* (equivalente ao *How are you?* – como vai?)
Identity: *celebrity* – celebridade
Jocks: *Men's or boys' underpants* – cuecas
Joe Bloggs: *The average citizen* – cidadão médio
Journo: *Journalist* – jornalista
Kafuffle: *argumento*
Kanga or kangaroo: *shoe* – sapato
Knackers: *testicules* (também *love spuds, nuts, nads*)
Knocker: *One who criticises* – crítico
Kombi: *Multi-purpose van-like vehicle* – igual à nossa...
Lair: *Layabout, hooligan*
Lamb-brained: *stupid*
Lob: *arrive* – chegar
Lolly: *money* – dinheiro



Controle de Motor AC com dsPIC

Controles de movimento em tempo real, tais quais os controles de motores AC de indução para aplicações industriais, exigem circuitos mais completos do que microcontroladores. Os DSPs (*Digital Signal Processors*) são ideais para essas aplicações mas não tão simples de usar. Neste artigo descrevemos uma aplicação que combina a velocidade de resposta do DSP com a eficiência do PIC, reunidas no dsPIC da Microchip.

Edi Cleber Lopes Moura
Newton C. Braga

O dsPIC é um DSC (*Digital Signal Controller*) da Microchip, o qual é um dispositivo ideal para aplicações que envolvem o controle de motores industriais.

Trata-se, portanto, de um dispositivo que facilmente pode ser empregado no controle de motores AC de indução ou ACIM (*AC Induction Motors*), preferidos nas aplicações industriais por apresentarem muitas vantagens em relação aos motores DC.

Neste artigo mostraremos de uma maneira prática como desenvolver um circuito para o controle de velocidade de motores AC baseado no dsPIC30F.

VANTAGENS DO MOTOR AC DE INDUÇÃO

O uso de motores na indústria evoluiu muito nos últimos anos.

Por muito tempo os motores DC foram os preferidos, pois para controlar sua velocidade e torque basta variar a corrente, o que simplifica bastante os circuitos utilizados para essa finalidade.

No entanto, eles têm a desvantagem de precisarem de manutenção constante, com a troca dos enrolamentos de motores e das escovas que se desgastam. Além disso, dado o fato de que os enrolamentos do rotor ficam na parte interna, a manutenção de sua temperatura em níveis baixos é difícil.

Muito melhores, e empregados atualmente numa variedade maior de aplicações industriais, são os motores de corrente alternada de indução ou simplesmente ACIM, os quais são mais duráveis do que um motor DC pois utilizam um rotor simples e não empregam escovas. A única manutenção necessária é dos mancais do rotor.

O controle de velocidade para um motor desse tipo, se bem que diferente dos motores DC, também é conceitualmente simples. Pode-se variar a freqüência e amplitude da tensão que o alimenta para modificar-se sua velocidade.

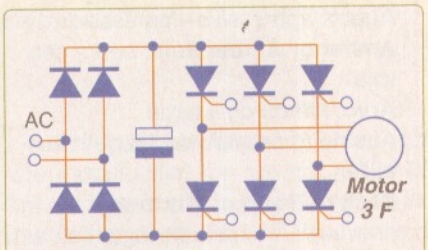


Figura 1

Na **figura 1** temos um circuito simples para o controle de um motor desse tipo, utilizando SCRs.

O circuito opera como um "controle de fase", disparando o SCR no ponto desejado do semiciclo da tensão alternada, para que a potência necessária "passe" para o motor, variando assim a sua velocidade.

O problema maior que ocorre com esse tipo está no fato de que o controle feito dessa maneira altera a forma senoidal do sinal aplicado ao motor, gerando uma grande quantidade de harmônicas. Além de problemas com a própria linha de alimentação, essas harmônicas são

responsáveis pela geração de calor de forma indesejável.

Esses motores, denominados de "seis passos", porque existem seis maneiras dos SCRs serem disparados, não são satisfatórios, dada sua baixa performance em baixas frequências.

Muito melhores para o controle de motores desse tipo são os circuitos que fazem uso de componentes lineares e não tiristores, a exemplo dos MOSFETs de potência e IGBTs. As características desses componentes permitem que eles comutem sinais de freqüências relativamente altas com um mínimo de perdas.

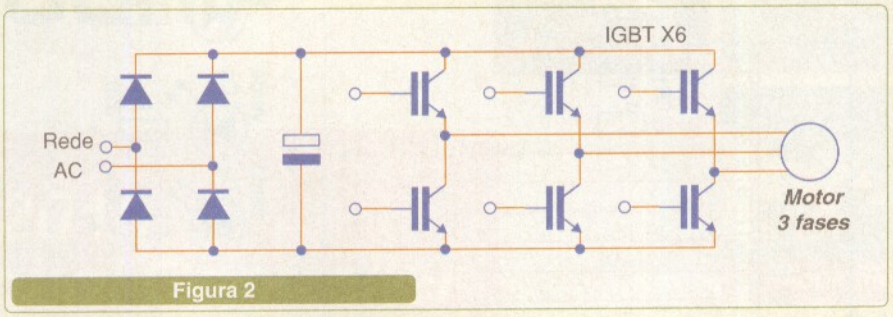


Figura 2

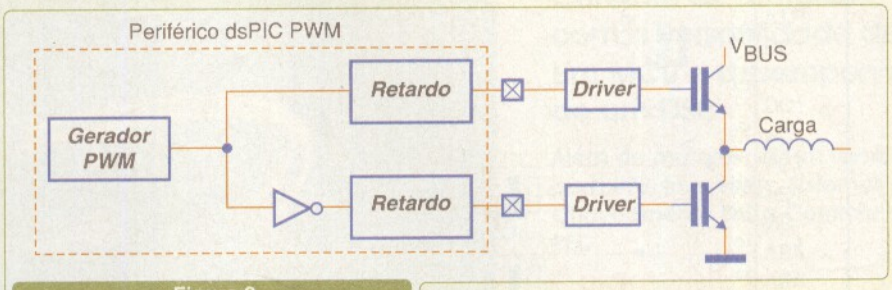


Figura 3

INVERSORES MONOFÁSICOS E TRIFÁSICOS

Um inversor típico para motores AC trifásicos tem a estrutura mostrada na **figura 2**.

Uma ponte retificadora converte a tensão alternada da rede de energia, sendo o capacitor colocado para a filtragem.

Um conjunto de IGBTs faz o chaveamento de tal forma a gerar um sinal senoidal AC na freqüência que se deseja, e com fase de acordo com a aplicação almejada nos enrolamentos do motor.

Cada par de IGBTs controla uma fase do motor. Para um controle básico, basta aplicar um sinal PWM em uma das fases, de modo complementar, conforme ilustra a **figura 3.**

Um ponto importante para se fazer o acionamento dos IGBTs em cada fase controlada é que o chaveamento não deve ser feito de forma brusca. Um dos transistores não pode ser desligado no mesmo instante em que o outro é ligado.

O que acontece é que há um certo intervalo de tempo necessário para que os transistores entrem em condução ou deixem de conduzir. Se um transistor for ligado ao mesmo tempo em que o outro é desligado, existe um pequeno intervalo de tempo em que a corrente passa pelos dois ao mesmo tempo, o que significa um curto-circuito.

Para que haja tempo de um transistor desligar antes que o outro entre em plena condução, é preciso haver um retardo ou um "delay" denominado "dead time" ou tempo mortor.

O dsPIC é programado justamente para gerar esse "delay" quando controlando um motor a partir de um gerador PWM, conforme visto na própria **figura 3**.

No projeto prático, o dsPIC funcionará como um conversor digital-analógico (DAC) com um ciclo ativo de referência de 50%.

Assim, com 50% de ciclo ativo, teremos potência zero no motor. Com mais de 50% de ciclo ativo ou "duty cycle", o sinal aplicado à fase do motor será positivo; e quando menor que 50%, o sinal aplicado será negativo.

Há diversas topologias possíveis para o caso de controles de motores monofásicos. Uma delas é exibida na **figura 4** em que removemos o capacitor de partida de modo a implementar sua função por software.

Outra topologia é a que faz uso da conhecida ponte H, onde as con-

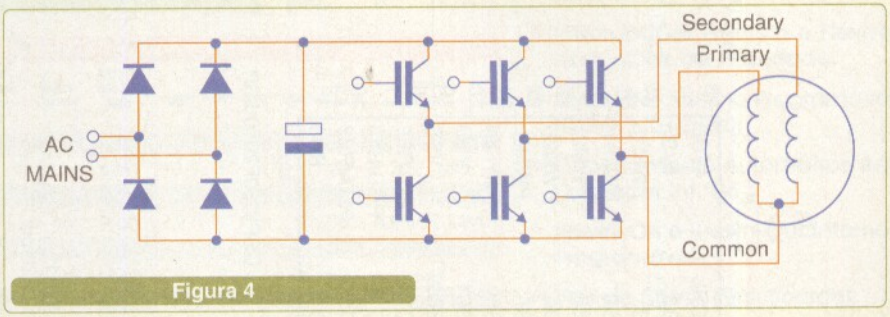


Figura 4

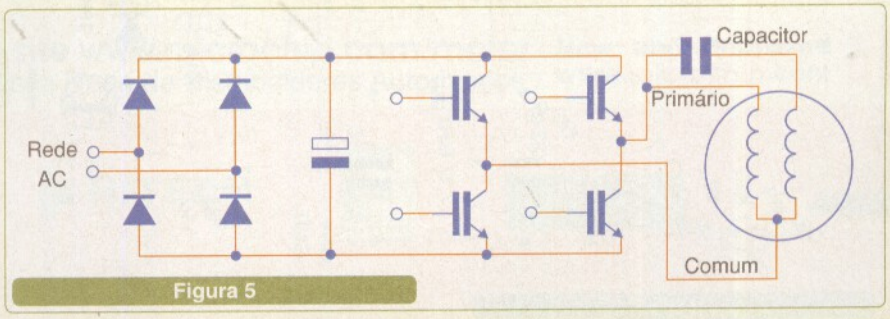


Figura 5

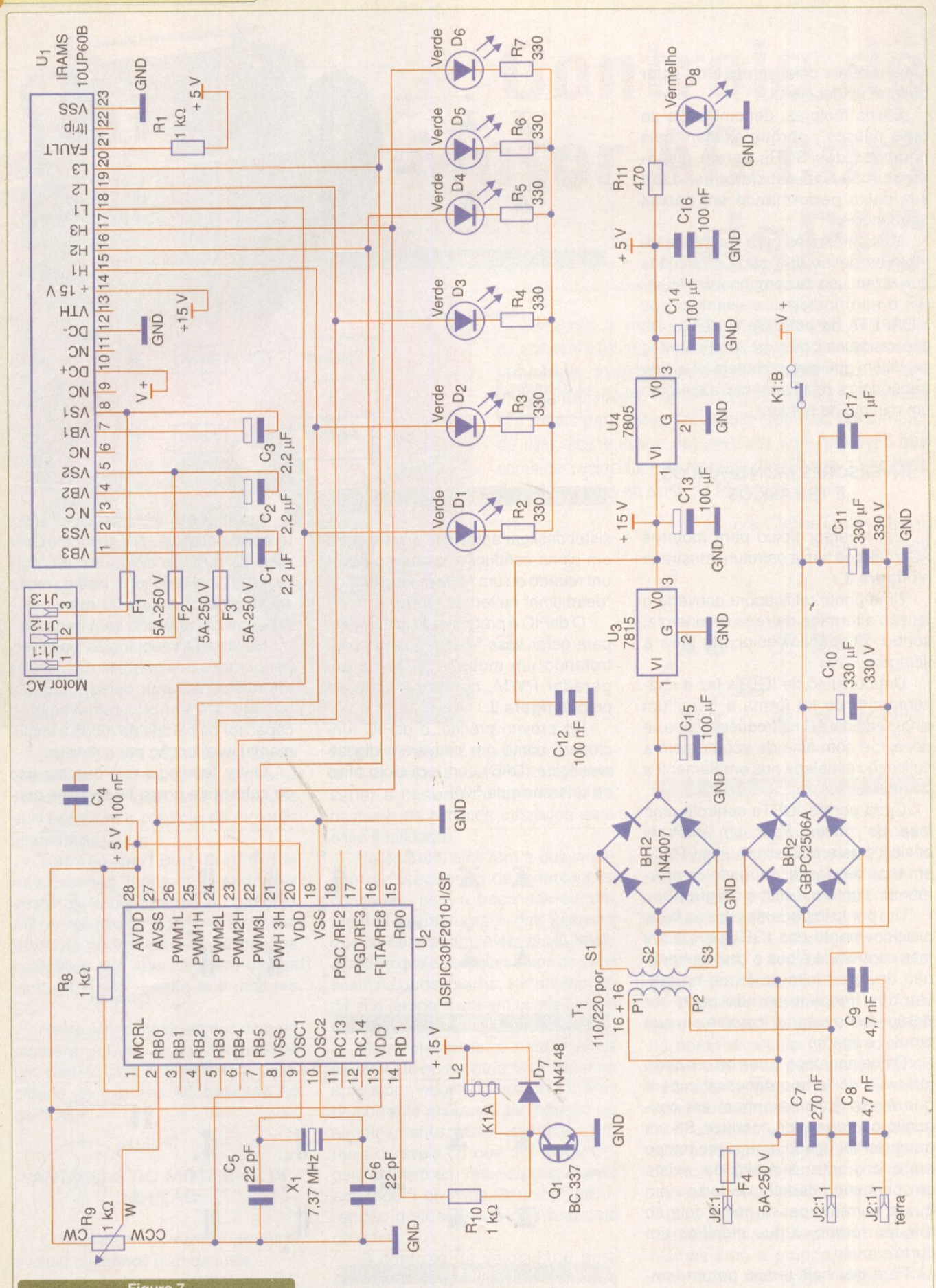

U1 IRAMS 10UP60B
VSS
Itrip
FAULT
L3
L2
L1
H3
H2
H1
+ 15 V
VTH
DC-
NC
DC+
NC
VS1
VB1
NC
VS2
VB2
N C
VS3
VB3
GND
R1 1 kΩ
+ 5 V
+15 V
V+
C1 2,2 µF
C2 2,2 µF
C3 2,2 µF
F1 5A-250 V
F2 5A-250 V
F3 5A-250 V
J1:3
J1:2
J1:1
Motor AC
D1 Verde
D2 Verde
D3 Verde
D4 Verde
D5 Verde
D6 Verde
R2 330
R3 330
R4 330
R5 330
R6 330
R7 330
D8 Vermelho
R11 470
C16 100 nF
C14 100 µF
U4 7805
U3 7815
C13 100 µF
C15 100 µF
C12 100 nF
K1:B
C17 1 µF
C11 330 µF 330 V
C10 330 µF 330 V
BR2 1N4007
BR2 GBPC2506A
T1 110/220 por 16 + 16
S1
S2
S3
P1
P2
C9 4,7 nF
C7 270 nF
C8 4,7 nF
F4 5A-250 V
J2:1
terra
C4 100 nF
R8 1 kΩ
U2 DSPIC30F2010-I/SP
AVDD
AVSS
PWM1L
PWM1H
PWM2L
PWM2H
PWM3L
PWH 3H
VDD
VSS
PGC /RF2
PGD/RF3
FLTA/RE8
RD0
MCRL
RB0
RB1
RB2
RB3
RB4
RB5
VSS
OSC1
OSC2
RC13
RC14
VDD
RD 1
C5 22 pF
X1 7,37 MHz
C6 22 pF
R9 1 kΩ
CW
CCW
W
L2
K1A
D7 1N4148
Q1 BC 337
R10 1 kΩ

Figura 7

duções alternadas dos transistores determinam o sentido de rotação e os sinais PWM de controle a velocidade. Essa topologia é apresentada de modo simplificado na **figura 5**.

Uma possibilidade interessante de controle, para o caso do motor operar com uma tensão maior do que a disponível na entrada (linha de alimentação AC), é a que emprega um dobrador de tensão convencional. Essa topologia, onde o controle é feito por uma ponte H, é mostrada na **figura 6**.

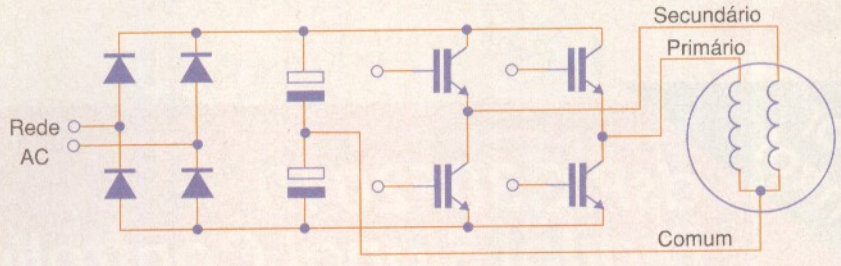


Figura 6

GERAÇÃO DE SINAIS SENOIDAIS

Para gerar um sinal senoidal a partir do dsPIC ou microcontrolador, o que se faz é empregar tabelas gravadas na memória ROM.

A tabela contém, então, os valores instantâneos que deve assumir a tensão num ciclo. Quantos mais valores forem usados, maior será a precisão na geração da tabela. Evidentemente, de modo a aproveitar melhor as características binárias do processamento, o número de pontos usados é uma potência de 2, como: 64, 128, 256, etc.

Com a utilização de uma potência de 2 que corresponde a um bloco completo de memória, o software não precisa verificar o valor do ponteiro todas as vezes que ele for ajustado.

No caso de um controle de um motor AC trifásico, diversas saídas senoidais devem ser geradas com diferenças de fase. Isso é conseguido com facilidade pelo dsPIC de uma forma que explicaremos oportunamente.

MONTAGEM

Na **figura 7** temos o diagrama completo do controle.

A montagem realizada em uma placa universal é mostrada na **figura 8**.

A etapa de potência que controla o motor está contida no módulo IRAM e admite motores de até 1 CV (746 W).

Na montagem é preciso tomar um cuidado especial com as conexões de altas correntes, que devem ter a espessura apropriada ao controle de acordo com a potência do motor.

A listagem para o software gravado no dsPIC está disponível no *site* da Revista Saber Eletrônica (**www.editorasaber.com.br**) ou no *site* da Microchip (**www.microchip.com**).

E

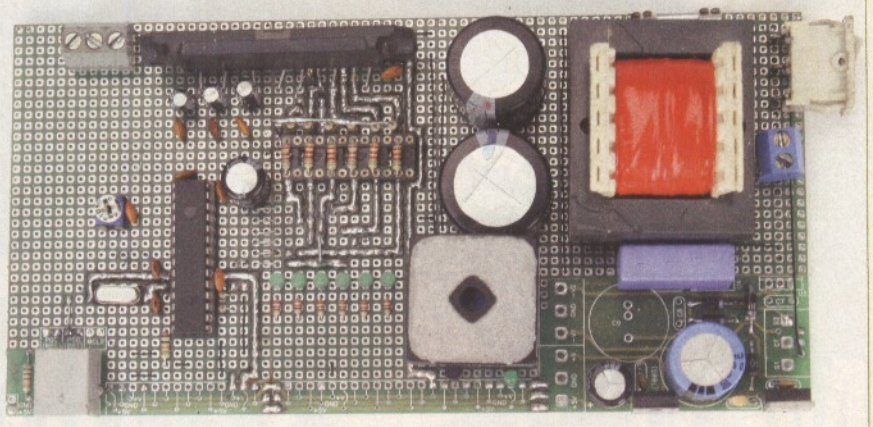


Figura 8

LISTA DE MATERIAIS

U_1 - IRAMS10UP60B – circuito integrado
U_2 - DSPIC30F2010-I/SP - circuito integrado
U_3 – 7815 – circuito integrado, regulador de tensão
U_4 – 7805 – circuito integrado – regulador de tensão
C_1,C_2 e C_3 - capacitores eletrolíticos de 2,2 µF por 25 V
C_4,C_{16},C_{12} - capacitor cerâmico de 100 nF
C_7 - capacitor cerâmico 270nF de 350 V
C_8,C_9 - capacitor de 4,7nF cerâmico, de 350 V
C_{10},C_{11}- capacitor eletrolítico de 330 µF por 330 V
C_{17} Capacitor de 1µF Cerâmico 350V
C_{13},C_{14} e C_{15} - capacitores eletrolíticos de 100 µF 25 V
C_5,C_6 - Capacitores cerâmicos de 22 pF
R_1,R_{10},R_8 - resistores 1 KΩ x 1/8 W
R_9 - *trimpot* de 1 kΩ
R_2 a R_7 - resistores de 330 Ω x 1/8 W
R_{11} – resistor de 470 Ω x 1/8 W
K_1 - relé de 12 Volts
D_1 A D_6 - 6 LEDs de 3 mm Verdes
D_7 - 1N4148 – diodo de silício de uso geral
D_8 - LED 3 mm vermelho
F_1 A F_3 – Fusiveis de 5 A / 250 V

Origens e efeitos de ruídos e interferências em equipamentos

Em edição anterior focalizamos algumas informações muito importantes para os leitores que trabalham com eletrônica médica, relacionadas com o monitoramento de sinais no corpo humano. Nesta edição, continuaremos a tratar do assunto em um novo artigo onde abordaremos os problemas que interferências externas podem causar num equipamento mal protegido ou mal conectado.

O artigo é baseado em material fornecido pela Texas Instruments (**www.ti.com**) em seu "Seminário de Aplicações Eletrônicas para o Segmento Médico", realizado em 13 de setembro em São Paulo.

Newton C. Braga

Na edição passada mostramos que os sinais elétricos monitorados no organismo humano, para efeito de aplicações médicas, são extremamente fracos, exigindo por isso circuitos de altíssimas impedâncias de entrada e alto ganho.

Essas características de alta impedância, além de tornarem os equipamentos críticos quanto às conexões no paciente, trazem ainda um problema adicional bastante preocupante. Elas abrem as portas para a entrada de sinais espúrios que podem afetar completamente a leitura de um sinal, ou mesmo causar danos aos circuitos do equipamento usado.

Se levarmos em conta que os ambientes hospitalares e mesmo de consultórios em que esses equipamentos operam são ruidosos, percebe-se que existe a necessidade de se tomar todos os tipos de cuidados para que nenhuma interferência ocorra.

É justamente dessas interferências e ruídos aos quais os equipamentos estão sujeitos que preparamos este artigo, baseados em ampla documentação fornecida no Seminário realizado pela Texas Instruments.

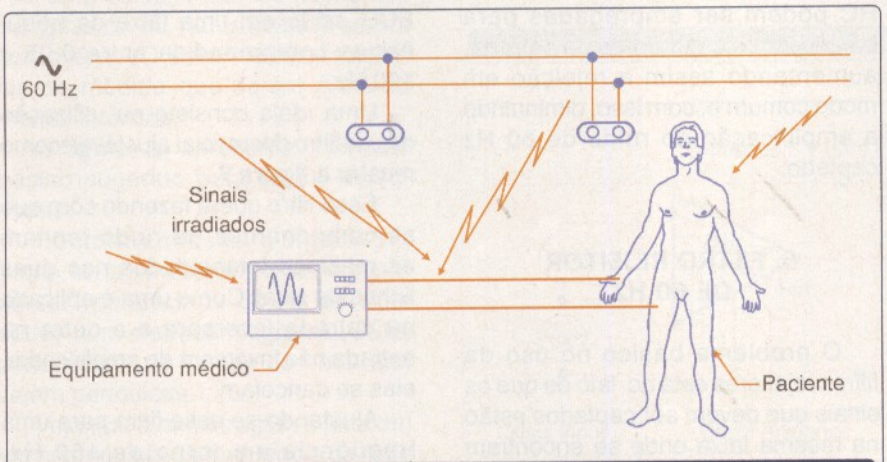


Figura 1

RUÍDO DA REDE DE ENERGIA

Os condutores elétricos da rede de energia que alimenta lâmpadas e todos os demais equipamentos de um hospital, consultório ou laboratório de exames não são blindados e, por isso, funcionam como antenas irradiando sinais da freqüência de 60 Hz (em nosso país), conforme mostra a **figura 1**.

Esses sinais podem ser captados com facilidade por circuitos sensíveis, a exemplo dos usados em aplicações médicas.

Na verdade, sabemos que ao atravessar qualquer corpo condutor de eletricidade, uma onda eletromagnética induz uma tensão. Esse é exatamente o princípio de funcionamento das antenas. Se considerarmos que o corpo humano é condutor, conforme já salientamos na edição passada, o próprio paciente é uma antena, sendo por isso fonte de ruídos originários na rede de energia.

É claro que uma disposição apropriada dos eletrodos, uso de aterramentos e outros recursos reduzem os efeitos desse comportamento como antena, mas para isso é preciso saber como.

Caso contrário, se os sinais não puderem ser eliminados, a superposição de um sinal de 60 Hz no sinal capturado de um paciente poderá induzir a resultados incorretos no diagnóstico ou mesmo impedir que

equipamentos.destinados a manter sua vida operem satisfatoriamente.

Diversos são os procedimentos que ajudam a reduzir ou eliminar a influência desse ruído, garantindo o funcionamento do equipamento.

Os métodos sugeridos pela Texas em documentação fornecida no seminário são:

1. BLINDAR A ENTRADA

Conforme sugere a **figura 2**, devem ser usados cabos devidamente blindados para acoplar os sinais ao equipamento.

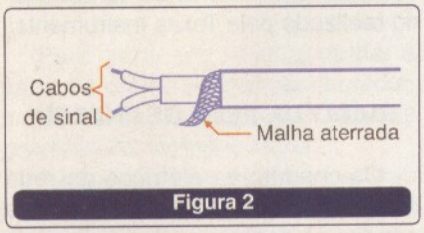


Figura 2

2. USAR UM PLANO-TERRA

Esse plano garante que todos os equipamentos tenham seus potenciais de referência (terras) ligados a um mesmo ponto (ou ponto de mesmo potencial), veja a **figura 3**.

Sem esse procedimento, os terras de equipamentos adjacentes podem manifestar pequenas diferenças de potencial, conforme ilustra a **figura 4**, responsáveis pela introdução de ruídos no sistema.

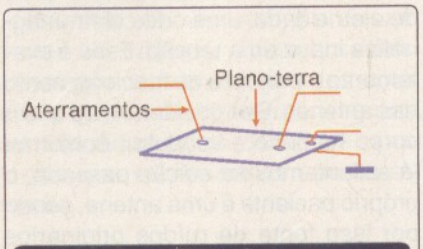


Figura 3

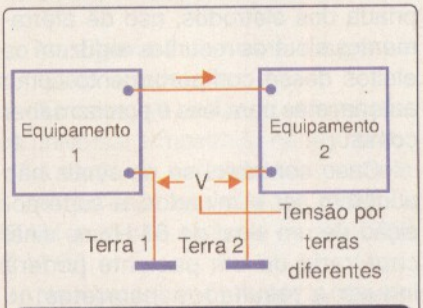


Figura 4

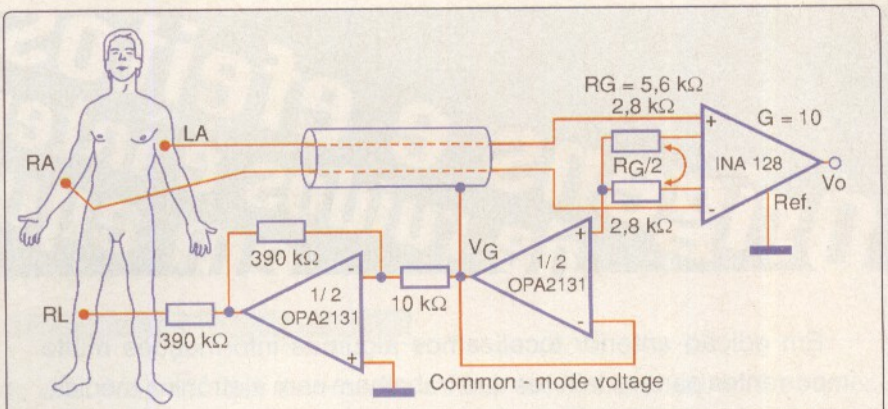


Figura 5

3. EXCITAR O ELETRODO DA PERNA DIREITA

De acordo com a **figura 5**, o eletrodo ligado à perna direita recebe um sinal de excitação que cancela os eventuais sinais de 60 Hz captados.

Lembramos que no artigo da edição passada exemplificamos alguns métodos de ligação de eletrodos em um paciente para a captação de sinais.

Nesse circuito são usados amplificadores operacionais configurados de modo a apresentarem ganhos unitários.

4. BALANCEAMENTO DOS PARES DE ENTRADA

A **figura 6** mostra como redes RC podem ser empregadas para balancear os condutores de entrada, aumentando assim a rejeição em modo comum e, com isso, diminuindo a amplificação do ruído de 60 Hz captado.

5. FILTRO REJEITOR DE 60 HZ

O problema básico no uso de filtros rejeitores está no fato de que os sinais que devem ser captados estão na mesma faixa onde se encontram os ruídos de 60 Hz. De fato, os sinais

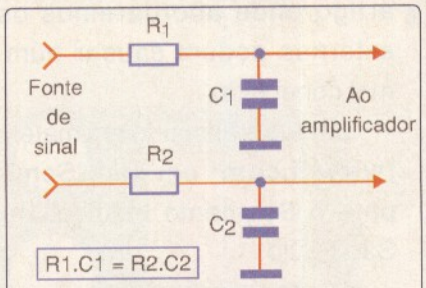


Figura 6

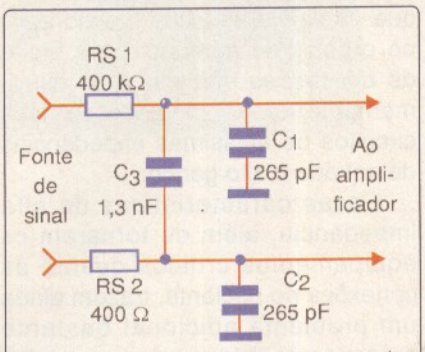


Figura 7

ECG estão em uma faixa de freqüências compreendida entre 0,05 e 100 Hz.

Uma idéia consiste na utilização de um filtro diferencial ajustável, como mostra a **figura 7**.

Esse filtro opera fazendo com que as componentes de ruído tenham as mesmas intensidades nas duas linhas de sinal. Como uma é aplicada na entrada inversora e a outra na entrada não inversora do amplificador, elas se cancelam.

Ajustando-se esse filtro para uma freqüência em torno de 150 Hz, pode-se obter uma certa rejeição em

freqüências mais baixas (como a de 60 Hz), devido a sua seletividade, sem afetar de modo sensível os sinais que devem ser capturados, cujas freqüências estão na mesma faixa.

6. USANDO-SE UM FILTRO-ARMADILHA

Na **figura 8** temos um filtro rejeitor de duplo T sintonizado exatamente em 60 Hz (ou 50 Hz) conforme a rede, tendo um ajuste de fator Q. Conforme o ajuste do controle de fator Q, é possível tornar o filtro mais ou menos seletivo de acordo com o sinal que deva ser rejeitado, sem afetar os sinais que devam ser capturados.

Nesse circuito os capacitores C_1, C_2 e C_3 devem ser NP0 cerâmicos, ou de polipropileno com baixo coeficiente de temperatura.

As curvas de seletividade em função do ajuste do potenciômetro são exibidas na **figura 9**.

Os amplificadores operacionais devem ser de tipo JFET ou CMOS. Devem ser colocados também capacitores *bypass* de 10 nF.

Lembramos que nos casos em que as curvas de rejeição são mais agudas, o circuito torna-se instável podendo ocorrer oscilações.

7. REJEIÇÕES SELECIONADAS DE MÚLTIPLOS DE 60 HZ

Essa é uma idéia interessante. Faz uma seleção das componentes múltiplas de 60 Hz, utilizando-se um conversor A/D para, depois, rejeitá-las na medida que sejam mais ou menos intensas.

A **figura 10** apresenta o circuito básico sugerido pela Texas Instruments.

Conforme mostra a **figura 11**, o que se faz é selecionar as componentes múltiplas de 60 Hz do sinal obtido num eletrocardiograma (ECG) para reduzir as formas de onda que sejam periódicas.

Veja que a amostragem é feita em um submúltiplo da freqüência da rede de energia.

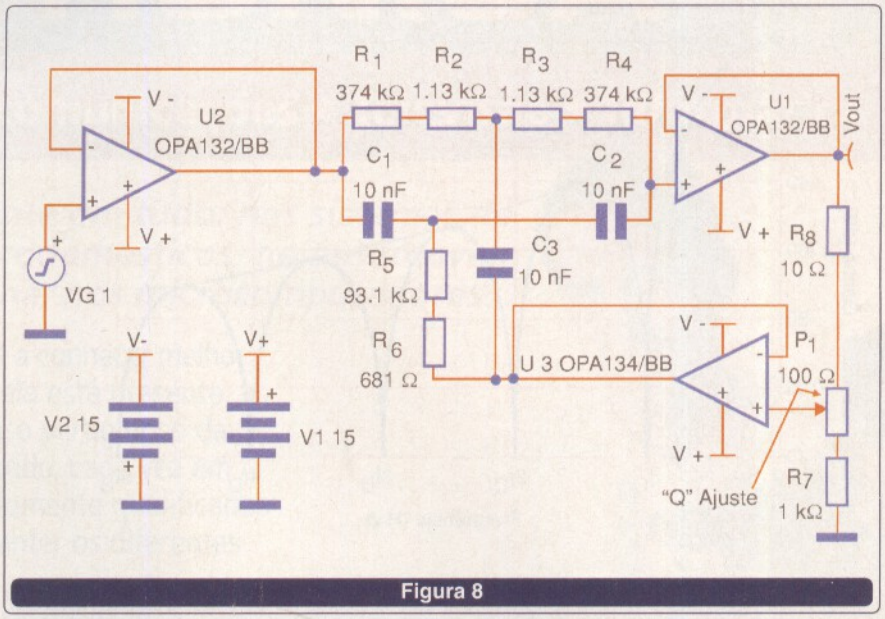


Figura 8

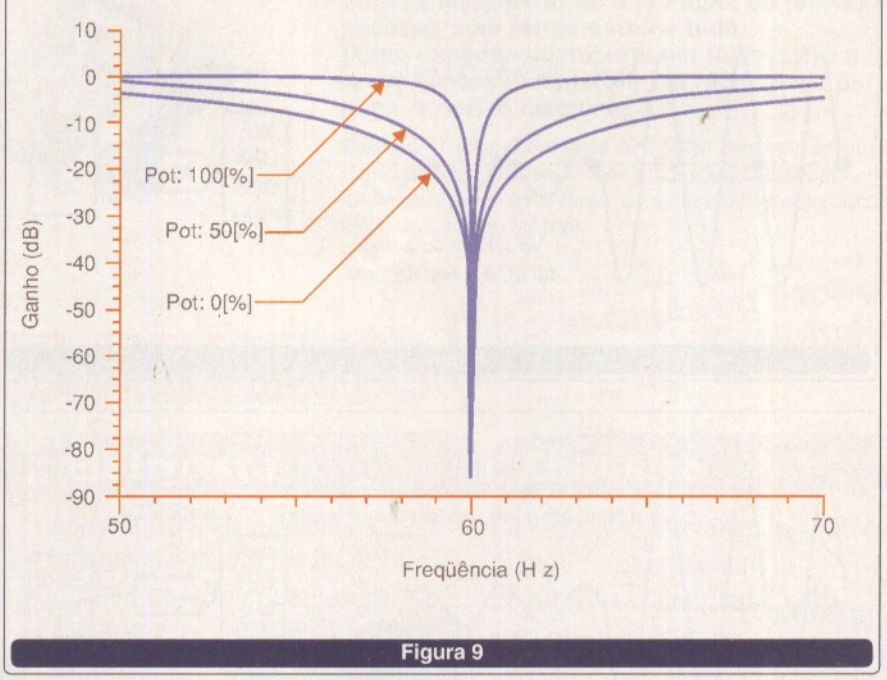


Figura 9

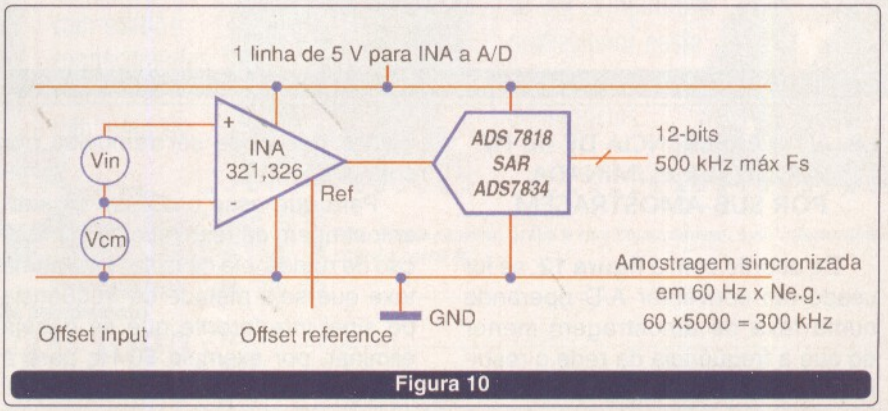


Figura 10

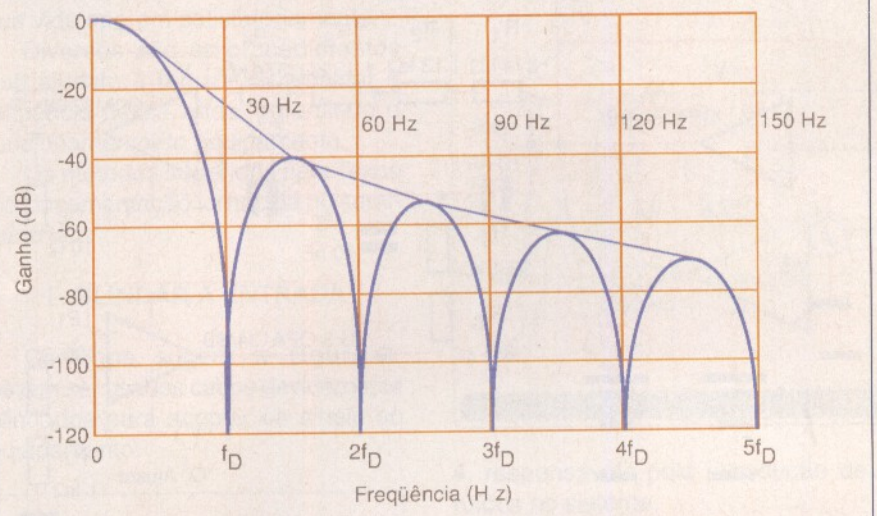


Figura 11

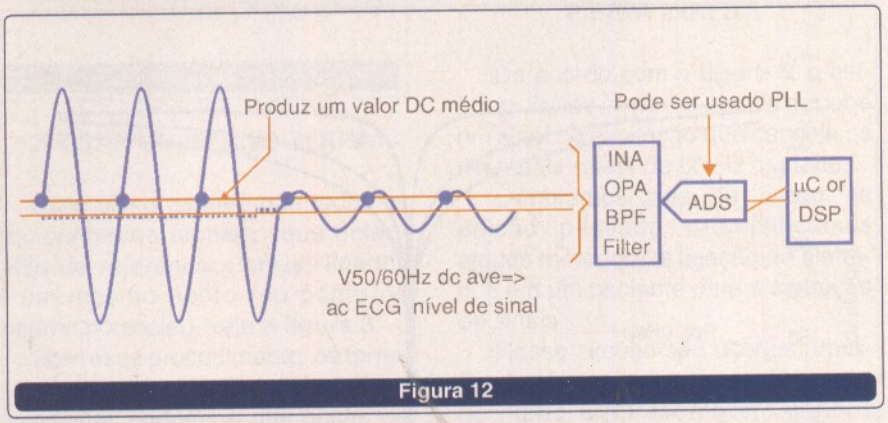


Figura 12

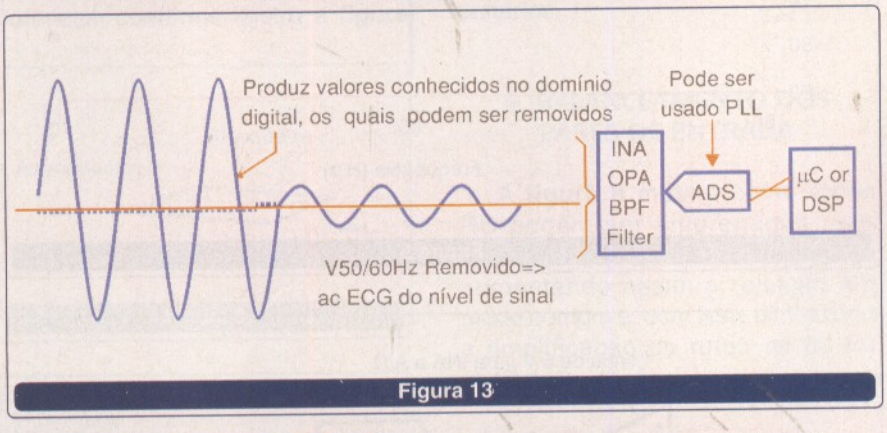


Figura 13

8. A INTERFERÊNCIA DE 60 HZ PODE SER ELIMINADA POR SUB-AMOSTRAGEM

De acordo com a **figura 12**, se for usado um conversor A/D operando numa taxa de amostragem menor do que a freqüência da rede o resultado na saída será uma tensão DC média, que pode ser removida por software.

Para que esse processo de sub-amostragem dê resultado na eliminação de ruídos, ele deve ser feito numa taxa que seja metade da freqüência do sinal interferente que se deseja eliminar, por exemplo 30 Hz para a rede de 60 Hz.

Observe pelo gráfico que os pontos em que a componente de 60 Hz é amostrada são sempre os mesmos (pois a freqüência de amostragem é submúltiplo da rede), o que faz com que o valor obtido na conversão corresponda a uma tensão contínua.

9. AMOSTRAGEM EM FREQÜÊNCIA MAIOR DO QUE A DA REDE DE ENERGIA

Também é possível trabalhar com uma amostragem maior do que a freqüência da rede de energia. Nesse caso, como o sinal de 60 Hz tem forma de onda e freqüência conhecidas, ele se torna facilmente destacável entre os sinais que devem ser analisados, podendo então ser eliminado por software.

A **figura 13** ilustra o que ocorre, com a eliminação desse ruído por um filtro rejeitor digital ou através da FFT (Transformada Rápida de Fourier).

A amostragem pode ser feita tanto de forma sincronizada como não sincronizada.

CONCLUSÃO

É de fundamental importância evitar que qualquer componente do sinal da rede de energia de 60 Hz apareça sobre o sinal capturado de um paciente de modo a afetá-lo.

Conforme vimos, os processos sugeridos pela Texas Instruments podem partir da fonte, evitando-se que ela chegue aos circuitos, ou pela utilização de filtros para sua eliminação, caso eles alcancem o circuito, ou ainda pelo seu cancelamento no processamento, se for possível prever a forma como eles se manifestam.

Evidentemente, dependendo da situação, os três métodos poderão ser empregados quando um deles somente não for suficiente para baixar os níveis de intereferências ao ponto desejado.

Mais informações sobre o assunto podem ser obtidas no setor de aplicações médicas da Texas Instruments, na Internet (**www.ti.com**). E

Conectividade em ambientes hostis

O ambiente ruidoso de uma planta industrial, de uma estação retransmissora de sinais, de um metrô ou estação ferroviária, ou ainda de um veículo militar, oferece um desafio aos que projetam sistemas de transmissão de dados usando soluções convencionais. Diferentemente dos ambientes domésticos ou comerciais, o projetista tem de pensar em níveis de agressividade muito mais elevados, capazes de comprometer um link mesmo que de pequena extensão.

Newton C. Braga

Em um ambiente industrial, de telecom ou militar, o nível de agressividade aos sistemas elétricos e eletrônicos é muito maior. Vibrações, impactos, umidade, variações bruscas de temperatura, a presença de emanações corrosivas, interferência eletromagnético e ruído, não só podem comprometer as conexões como também afetar a própria transmissão dos dados.

Um simples conector, que é elemento fundamental para assegurar o interfaceamento de dados em um sistema, pode ter contatos corroídos, entrar em curto pela penetração de substâncias condutoras ou limalha, quebrar, rachar, soltar-se, paralisando o sistema ou induzindo-o a um comportamento instável.

Por esse motivo, um ponto fundamental na elaboração de redes dentro de um ambiente desses exige um cuidado especial com a escolha dos conectores. Suas características não devem ser as mesmas requeridas nos conectores para outras aplicações, como em redes domésticas ou comerciais.

OS INIMIGOS DOS CONECTORES

Num ambiente hostil, diversos são os fatores que podem afetar o funcionamento de um conector, levando-o à falhas. Dentre eles, destacamos:

a) Umidade

Conectores de todos os tipos, incluindo até mesmo as tomadas de força, podem ser inutilizados pela presença de umidade. A umidade, na presença de uma atmosfera que contenha substâncias corrosivas, pode corroer os contatos, conforme mostra a **figura 1**.

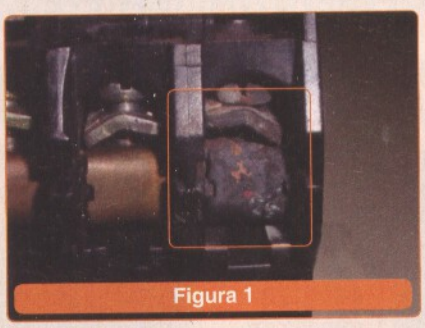


Figura 1

Os conectores usados nesses ambientes devem ter seus contatos protegidos, evitando que recebam jatos de água quando da lavagem do local ou mesmo respingos, originários de processos ou outras fontes.

O problema é agravado quando essa água está contaminada com substância corrosivas que, dissolvidas, atacam os contatos do conector. Assim, não é a simples presença da água que deve ser evitada, mas o que ela pode trazer dissolvido.

b) Vibrações

Quando submetidos a vibrações constantes, os contatos podem ter suas superfícies desgastadas, apresentar rachaduras e ou rompimentos.

As rachaduras levam "a maus contatos" que provocam o funcionamento intermitente do sistema, e as superfícies desgastadas dos contatos normalmente protetoras, expõem o material a uma corrosão mais rápida.

c) Temperatura

Nos ambientes hostis, como uma planta industrial, uma estação de telecom ao ar livre ou um trem, a temperatura pode alcançar valores muito mais altos do que os encontrados em outros ambientes. Assim, os conectores especificados para operarem na faixa doméstica ou comercial não servem para essas aplicações.

Os limites estabelecidos para os conectores comuns. de -25°C a +85° C certamente não se aplicam a esses ambientes.

d) Presença de Corrosivos

Em um ambiente em que se trabalhe com materiais que produzam emanações corrosivas, corre-se o risco dessas emanações chegarem até os conectores. Se eles forem expostos, certamente a corrosão acontecerá reduzindo sua vida útil e causando falhas ou interrupções de funcionamento em pouco tempo.

A corrosão pode avançar e atingir o próprio cabo e sua blindagem, afetando ainda mais o sistema. Para esses casos, deve-se garantir que os conectores sejam protegidos, além de serem fabricados com materiais

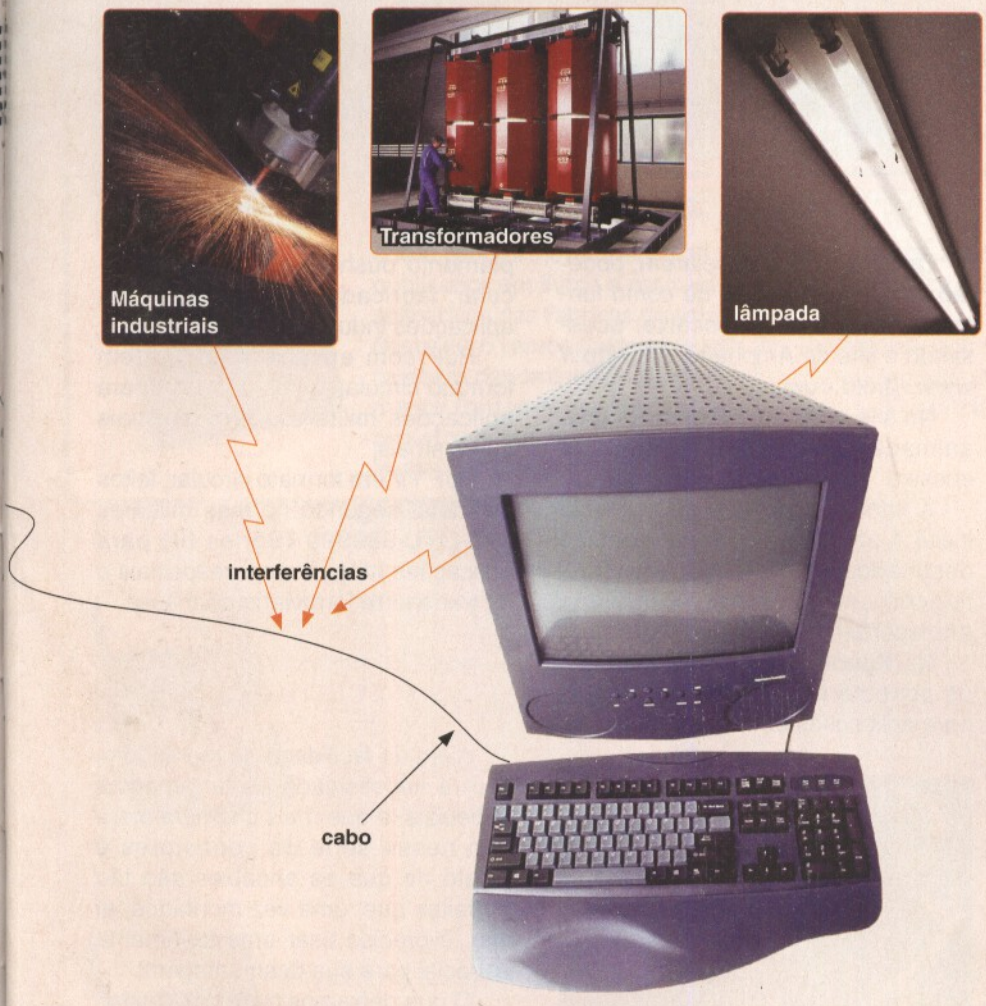


Figura 2

que não sejam atacados por essas substâncias.

Já tratamos disso quando falamos da água, pois os corrosivos normalmente vêm dissolvidos nela ou ainda na forma de emanações que atuam de forma mais intensa num objeto molhado.

e) Interferências Eletromagnéticas (EMI)

O uso de dispositivos comutadores de potência de alta velocidade como IGBTs, SCRs e MOSFETs em máquinas industriais, fontes de alimentação, inversores de tensão além de outros, torna esses equipamentos fontes poderosas de interferências eletromagnéticas.

Apesar das precauções que normalmente são tomadas para que essas interferências não se propaguem pelo ambiente em que eles se encontram, como aterramentos, blindagens, filtros, redução de freqüência, etc., nem sempre esses procedimentos são 100% eficientes, veja a **figura 2**.

Nessas condições, sistemas de transmissão de dados onde os próprios conectores e cabos podem funcionar como antenas captando esses sinais, um cuidado especial deve ser tomado.

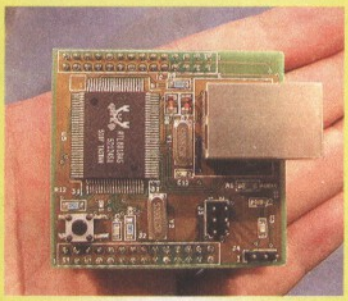
A própria geometria do conector que vai funcionar nesse ambiente deve prever a blindagem total, evitando assim que ele possa captar EMI de uma máquina próxima ou de qualquer outro ponto de uma instalação.

SOLUÇÕES

A Amphenol é um dos mais tradicionais fabricantes de conectores,

A Eletrônica ao alcance de todos!
ELETRÔNICA TOTAL
Bimestralmente nas bancas
E a cada seis meses, edição
Fora de Série
Com projetos dos leitores
www.eletronicatotal.com.br

2ei Engenharia
(019) 3824.4512
Servidores WEB PIC



Com PIC18F8720 e RTL8019AS (10 Mbps)
Preço Kit: R$ 270,00. Inclui: Placa Ethernet, cabo serial, interface de programação, cabo crossover e placa demo.
Inclui rotinas SMS p/ celular
Em breve: Display Eletrônico via Internet
www.2ei.com.br

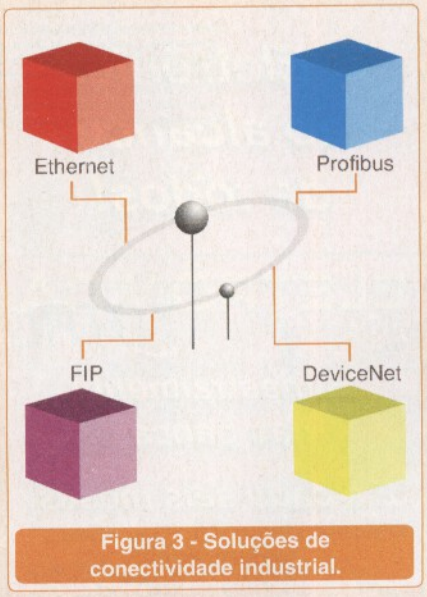


Figura 3 - Soluções de conectividade industrial.

com qualidade reconhecida mundialmente.

Essa empresa está apresentando uma linha de conectores para os ambientes hostis, a Field Series que conta com produtos específicos para a instalação num ambiente ruidoso como é o de uma planta industrial.

Essa linha é especialmente indicada para redes Ethernet, embora a empresa também forneça soluções para redes FIP, Profibus e DeviceNet, conforme ilustra a **figura 3**. Mais informações sobre as outras soluções oferecidas pela Amphenol podem ser obtidas nos seus sites.

UM NOVO CONCEITO EM ADAPTAÇÃO

O conceito que se destaca nessa linha é a possibilidade de transformar um conector comum usado em telecom (doméstica ou comercial), sem as devidas características necessárias ao ambiente hostil de uma fábrica, estação de telecomunicações ou uso ferroviário e militar, em um conector à prova d'água com as características exigidas por um ambiente agressivo.

De acordo com a **figura 4**. por um simples sistema de encaixes, é possível usar conectores RJ Ethernet Classe D/Cat/5e em redes 10BaseT, 100Base TX e 1000 Base T em ambientes agressivos.

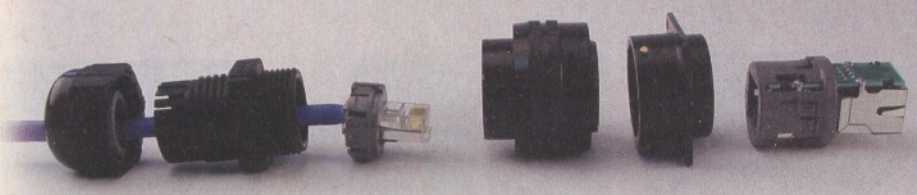


Figura 4

Os leitores que desejarem, poderão ver uma animação de como funciona o sistema de encaixe, acessando o site da Amphenol em **http://www.rjfield.com**.

No site **www.rjfield.com** há uma animação sobre esse sistema de encaixe.

A linha de conectores RJ Field inclui 4 produtos principais que são destinados ao mercado industrial, telecom, militar e aero-ferroviário (transporte de massa por trilho).

Na **figura 5**, por exemplo, temos os conectores RJF EZ indicados para aplicações em:



Figura 5

- Equipamentos de telecom;
- Controle de Vídeo
- Robótica
- Processos industriais
- Máquinas CNC
- Máquinas Especiais
- Controle de Movimento
- Manutenção remota.

O processo de montagem desse conector é mostrado na **figura 6**.

Os conectores que formam essa linha são:

RJF EZ com formato retangular, feitos de plástico, para aplicações industriais e em telecom.

RJF 544 com um sistema de acoplamento push-pull em formato circular, fabricados em plástico para aplicações industriais e em telecom.

RJF com encaixe baioneta em formato circular, feitos de metal para aplicações militares, aeroespaciais e industriais.

RJF TV em formato circular, feitos de metal segundo normas militares MIL-DTL-389999 (Séries III) para aplicações militares, aeroespaciais e de transporte ferroviário de massa.

CONCLUSÃO

Além da facilidade de montagem, sem a necessidade de ferramentas especiais, o que mais chama a atenção nessa série de conectores é o fato de que os encaixes são tão perfeitos que, uma vez montados, aí sim, é preciso usar uma ferramenta especial para sua desmontagem.

O que deixamos claro para os leitores é que se trata de uma excelente solução para ser analisada se for preciso instalar um sistema seguro de conectores em um ambiente industrial, onde a agressividade, conforme citado no início do artigo, é ponto fundamental a ser levado em conta em qualquer projeto. **E**

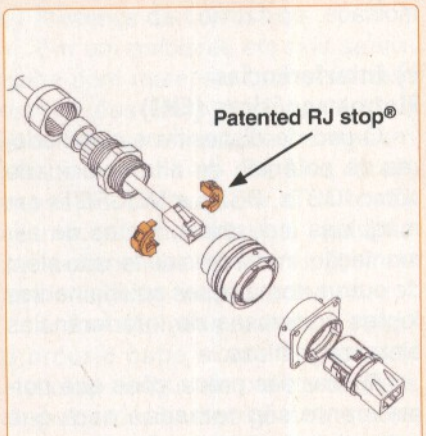
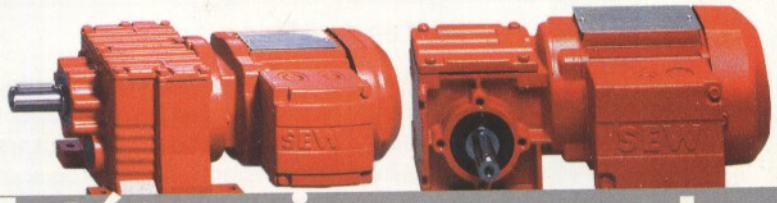


Figura 6

Calia



Está mais compacto.
Está mais leve.
Está nas melhores indústrias.

Motoredutores de pequeno porte SEW

Silencioso **Baixo custo** **Compacto** **Leve**

www.sew.com.br **0800 7700496** **SEW SERVICE 24 horas: 6489 9090**

SEW EURODRIVE

solução em movimento