Ano 47 Nº 453 - Maio-Junho/2011
Europa € 3,90
Brasil R$13,90

www.sabereletronica.com.br

# SABER ELETRÔNICA

http://twitter.com/editora_saber

# Sensores

## Principais sensores empregados nos projetos eletrônicos

**Saber Eletrônica Mídia Oficial do ESC Brazil 2011**
Maio 24-25
Novotel Center Norte



## Minicurso LabView
Aprenda fazendo

## E-Kart - Parte 2
Projeto prático de um veículo movido a eletricidade

ISSN 0101-6717

## Melhoria de Desempenho de Sistemas com CLP

## 10 Circuitos Práticos para Desenvolvedor

## Comunicação USB com o PIC






**MAIS DE 565.000 PRODUTOS EM ESTOQUE**

**MAIS DE 470 PARCEIROS FORNECEDORES**

**NOVOS PRODUTOS SÃO ADICIONADOS DIARIAMENTE**

*A mais ampla seleção de produtos do setor, disponíveis para pronta entrega*

**br.digikey.com**

**001.218.681.7979**

A Digi-Key é um distribuidor autorizado de todos os parceiros fornecedores. Novos produtos são adicionados diariamente. © 2011 Digi-Key Corporation, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

CONÉCTESE

**Editora Saber Ltda.**
**Diretor**
Hélio Fittipaldi

ELETRÔNICA
www.sabereletronica.com.br
twitter.com/editorasaber

**Editor e Diretor Responsável**
Hélio Fittipaldi
**Diretor Técnico**
Newton C. Braga
**Conselho Editorial**
João Antonio Zuffo
**Redação**
Elizabete Rossi
**Revisão Técnica**
Eutíquio Lopez
**Colaboradores**
Eutíquio Lopez,
Filipe Pereira,
Luis F. Bernabe
Newton C. Braga,
**Designers**
Carlos C. Tartaglioni,
Diego M. Gomes
**Produção**
Diego M. Gomes

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

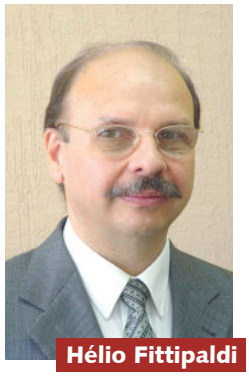
**Capa**
Arquivo Editora Saber
**Impressão**
Parma Gráfica e Editora
**Distribuição**
Brasil: DINAP
Portugal: Logista Portugal tel.: 121-9267 800

**ASSINATURAS**
**www.sabereletronica.com.br**
fone: (11) 2095-5335 / fax: (11) 2098-3366
atendimento das 8:30 às 17:30h
**Edições anteriores** (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

**Saber Eletrônica** é uma publicação bimestral 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) 2095-5333.

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

## Criatividade e competição


Hélio Fittipaldi

A edição anterior da Revista Saber Eletrônica é mais um marco em sua história de divulgação das novas tecnologias no Brasil e em Portugal. A edição voltada à eletrônica embutida (*Embedded Electronic*) teve como artigo principal a 1ª parte do projeto completo de um Kart elétrico.

Nós não iremos apenas traduzir o material desenvolvido pela Infineon, vindo da Alemanha. Nossa proposta é mais abrangente, ou seja, iremos montar o e-Kart para mostrarmos todas as dificuldades que poderão surgir para os engenheiros que nos leem e como resolveremos cada uma.

Em muitos casos estamos acostumados a ver apenas a obra pronta e não avaliamos a extensão dos problemas enfrentados e resolvidos pelos técnicos do projeto. Para os profissionais recém-formados ou mesmo para aqueles que nunca viveram esse dia a dia, será uma matéria apaixonante e que deverá ser, em prazo bem curto, uma tecnologia que estará nos veículos circulando pelas nossas ruas.

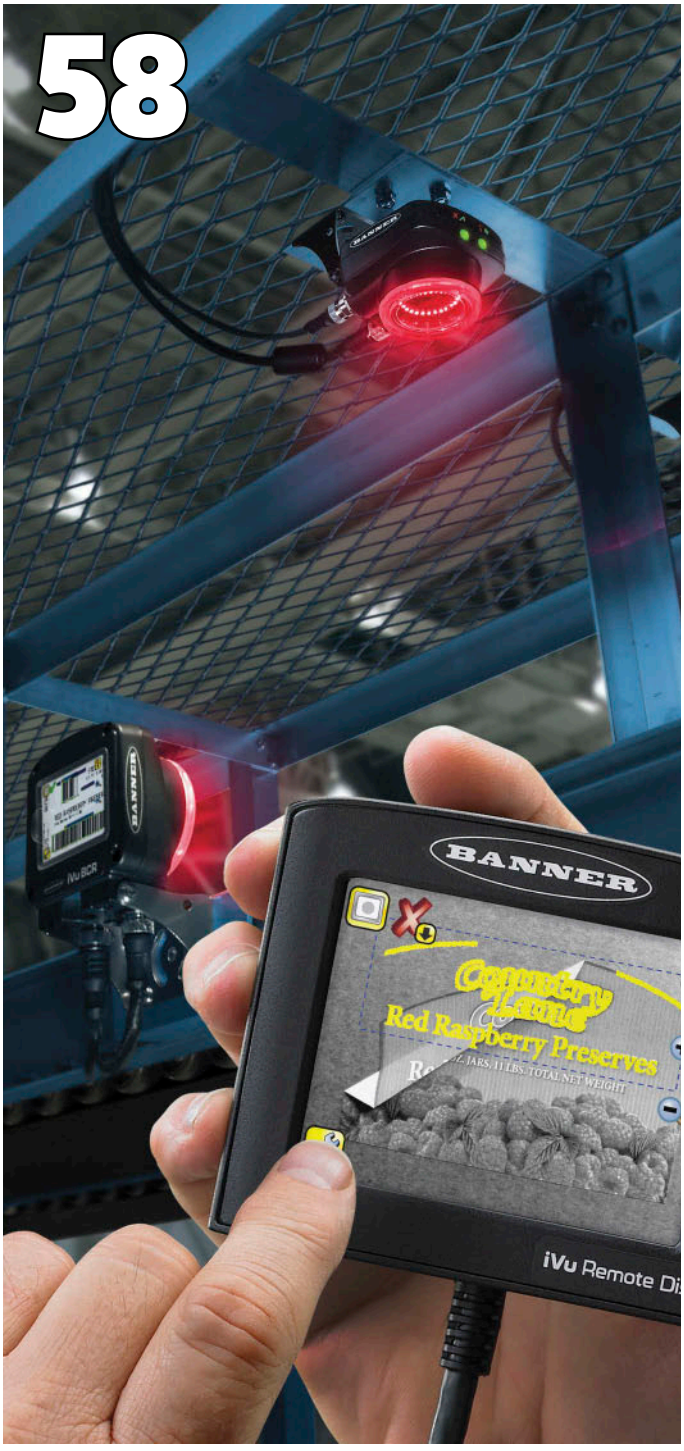
Não há material técnico disponível sobre este assunto, nem na internet, e se aparecer em futuro próximo, não será da forma como trataremos este projeto. Ele estará todo aberto e pretendemos com isso, dar mais informações para o crescimento do mercado em nossa área, gerando lucros e maior empregabilidade.

Neste mês de maio também estaremos estreando como mídia oficial de um evento, o ESC Brazil 2011, que é a primeira edição brasileira deste evento mundial que se realiza há 22 anos em diversos países e trata de Sistemas Embarcados para o mercado de desenvolvimento eletrônico. Não deixem de comparecer aos eventos técnicos que são pagos e fazerem a visita à feira em paralelo, nos próximos dias 24 e 25 de maio, no Novotel Center Norte em São Paulo.

**Atendimento ao Leitor: atendimento@sabereletronica.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








## Tecnologia

**14** Algoritmo de Bresenham

**18** Família Zynq-7000

**20** Como melhorar o desempenho Sistemas Baseados em CLP

**23** TSS

## Eletrônica Aplicada

**24** E-Kart - Parte 2

## Projetos

**29** Tranca Microcontroladora com Arne Basic 2K

**34** 10 Circuitos Práticos

## Instrumentação

**41** CLPs e Sensores

**44** Minicurso LabVIEW - Parte 3

## Microcontroladores

**49** Comunicação USB com o PIC

## Sensores

**52** Sensores Fotoelétricos

**58** Sensores

## Componentes

**62** Proteção de Portas I/O

**Editorial** 03

**Acontece** 06


## Índice de anunciantes


Megabras ..... 05
Metaltex ..... 07
Agilent ..... 09
Omron ..... 11
ESC ..... 13
Keystone ..... 17
Globtek ..... 51
Honeywell ..... 57
Patola ..... 63
Microtips ..... 63
Tato ..... 65
Duodigit ..... 65
Digi-key ..... Capa 2
Cika ..... Capa 3
National ..... Capa 4

# Câmeras infravermelho



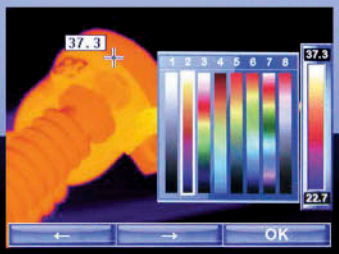
## Alto desempenho, Baixo custo

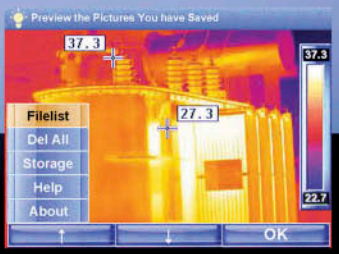
As câmeras infravermelho da série EasIR são as ferramentas ideais para inspeções térmicas de rotina. Desenvolvidas com a mais recente tecnologia de Fusão IR (mescla da imagem visual com a imagem térmica), estas câmeras irão auxiliar na detecção de problemas com maior exatidão e eficiência. As câmeras da série EasIR são a escolha perfeita para inspeção em instalações elétricas, equipamentos eletro-mecânicos, equipamentos HVAC, inspeção predial, etc.

| EasIR™-9 | EasIR™-4 | EasIR™-2 | EasIR™-1 |
|---|---|---|---|
| Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC (opcional até 1500ºC) | Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC (opcional até 350ºC) | Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC (opcional até 350ºC) | Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC |
| Imagem de 384 x 288 px | Imagem de 160 x 120 px | Imagem de 160 x 120 px | Imagem de 160 x 120 px |
| Campo de visão: 21,7º x 16,4º | Campo de visão: 20,6º x 15,5º | Campo de visão: 20,6º x 15,5º | Campo de visão: 20,6º x 15,5º |
| Display LCD de 3,6” | Display LCD de 3,6” | Display LCD de 3,6” | Display LCD de 3,6” |
| Memória de 4G (Cartão SD) | Memória de 2G (Cartão SD) | Memória de 2G (Cartão SD) | Memória de 2G (Cartão SD) |
| Interface USB para descarregar as imagens | Interface USB para descarregar as imagens | Interface USB para descarregar as imagens | Interface USB para descarregar as imagens |
| Software para análise de imagens e emissão de relatórios | Software para análise de imagens e emissão de relatórios | Software para análise de imagens e emissão de relatórios | Software para análise de imagens e emissão de relatórios |
| Câmera visual de 2.0 Megapixels | Câmera visual de 2.0 Megapixels | Câmera visual de 2.0 Megapixels | • |
| Fusão IR (mescla de imagens) | Fusão IR (mescla de imagens) | Fusão IR (mescla de imagens) | • |
| Grava anotação de voz de até 60 segundos por imagem | Grava anotação de voz de até 60 segundos por imagem | • | • |
| Vídeo infravermelho | Vídeo infravermelho (USB) | • | • |






**MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.**
**Rua Gibraltar, 172 - Santo Amaro - 04755-070 - São Paulo - SP**
**Tel. (11) 5641-8111 / Fax (11) 5641-9755 - www.megabras.com**

# Fonte de alimentação SuperCompact
## e de alto desempenho, da Supermicro

Esse produto, o módulo de fonte de alimentação redundante, de baixa profundidade 1U, 400W, obedece às especificações do Energy Star Server 2.0, e está disponível nas dimensões do SuperCompact de C220 x L54,5 x A40 mm.

Esse novo tipo de fonte oferece uma economia de espaço considerável para aplicativos integrados, sendo ideal para *1U short-depth Industrial PC*. Em situações que exijam, tais como a computação de missão crítica e de servidores de alta densidade, ela fornece redundância para as regiões em que os limites de espaço ou de temperatura representem risco. Assim como todas as fontes produzidas pela Supermicro, a melhora na eficiência energética geral leva a uma redução considerável no consumo de energia e de TCO (custo total da propriedade). A fonte PWS-406P-1R fornece um excelente fator de alimentação e eficiência acima de 93%, superior ao desempenho de nível do 80PLUS® Gold. Isso diminui os custos com infraestrutura e com uma Fonte de Alimentação Ininterrupta (UPS), além de reduzir a necessidade de total Volt-Amperes (VA) e Watts.

"Nossa divisão de desenvolvimento de fontes está sempre buscando a última palavra em desenvolvimento de fontes e transforma tecnologias em realidade", diz Charles Liang, Presidente e CEO da Supermicro. "Nossas inovações oferecem aos nossos clientes módulos de fonte de alimentação redundante com excelente ganho de produtividade e de alta confiabilidade em fatores de formato SuperCompact".

Os módulos de fonte de alimentação Supermicro proporcionam a flexibilidade do gerenciamento remoto e local para monitoramento e controle em tempo real. A fonte também conta com o PMbus 1.2, o SMBAlert e a velocidade controlada do ventilador PWS. Também oferece suporte ao nó de gerenciamento e às exigências da PMbus para os processadores mais recentes, como Intel Xeon E3-1200.

# Interruptores de radiofrequência RF RC 10
## com atuadores magnéticos, da Steutl

As vantagens e as características dos interruptores RF RC 10 agora também estão disponíveis em um dispositivo de comutação magnética sem contato. Apesar do interruptor fim-de-curso RF RC 10 »Wireless Cube» ter sido lançado há pouco tempo no mercado, ele já provou a sua fiabilidade em várias aplicações.

O RF RC 10 destina-se a este tipo de utilização porque, em primeiro lugar, é muito compacto e robusto e, em segundo lugar, não necessita de um cabo uma vez que o sinal ativado pelo atuador é captado pelo receptor através de uma transmissão sem fio. Estas vantagens e características também estão agora disponíveis num dispositivo de comutação sem contato.

A fabricante desenvolveu uma nova variante do RF 10 que funciona com base numa comutação magnética. O atuador do sensor também é compacto e robusto; uma elevada distância de detecção garante uma utilização fiável em todos os tipos de aplicação. Em relação à transmissão do sinal, consegue-se obter distâncias típicas de 150 m no exterior e 30 m no interior.




Por norma, a potente bateria não necessita de ser trocada durante toda a vida do dispositivo. E, se tiver mesmo que ser substituída, o esforço é mínimo pois isso pode ser feito utilizando-se uma ferramenta simples, tal como uma bateria convencional. Por isso, a manutenção é realmente muito reduzida.

Para além do seu *design* compacto e da sua montagem fácil, as características especiais deste interruptor de radiofrequência são a sua prolongada vida útil e a elevada frequência de comutação de até 1800 ciclos de comutação por hora. Estas características tornam o "*Wireless Cube*" em ambas as suas variantes, fuso de mola ou sensor magnético, no dispositivo de comutação ideal para locais de difícil acesso e instalações com pouco espaço em máquinas e sistemas no setor da automação industrial.

# Gama 851, agora disponível numa versão RoHS com certificação QPL

A versão em zinco-níquel preto da Souriau permite aos utilizadores de equipamento industrial e aeronáutico cumprirem as mais recentes diretivas RoHS. Consegue garantir as mesmas características elétricas e físicas da solução de cádmio, principalmente em termos de resistência à pulverização de sal.Além disso, é possível acoplar um conector 851 em zinco-níquel RoHS a um conector de cádmio sem gerar um par galvânico; o mesmo se aplica a acessórios, como adaptadores.

Como resultado de mais de 10 anos de experiência em chapas de zinco-níquel da equipe SOURIAU, este é atualmente o único tratamento de superfícies que recebeu a aprovação RoHS como alternativa ao cádmio. Todos os conectores da gama 851, incluindo caixas e revestimentos da série I,.

Na gama Mil DTL 26482 Série I, as equipes da SOURIAU industrializaram o processo de chapa em zinco-níquel mais amigo do ambiente que já foi utilizado durante muitos anos noutros mercados, como a aeronáutica. Estes processos têm a vantagem de possuir uma melhor relação custo-eficiência e de serem mais avançados que outras soluções, mas, acima de tudo, permitem oferecer produtos qualificados que se aplicam a uma implementação padrão e em grande escala.

Os conectores da gama 851 em zinco-níquel suportam temperaturas entre -55°C e +125°C, e a proteção em zinco-níquel está conforme a norma ASTM B841 em termos de resistência à pulverização de sal até 500 horas e da sua coloração em preto não refletora.

Certificada pela ISO14001 desde 2000, a SOURIAU investe continuamente no controle de engenharia de processos, de modo a desenvolver soluções tecnológicas que respeitem o ambiente.

Para mais informações, visite: **www.souriau.com**

# CLP de Baixo Custo da Dakol

Contando com experiência de mais de vinte anos no mercado de Automação, a Dakol lança uma nova e completa linha de soluções para Automação Predial. O Cybro-2 apresenta uma arquitetura aberta e flexível, permitindo comunicação via RS-485 ou Ethernet (Modbus) e integração com outros sistemas via BacNet, Zigbee etc. Vários módulos de expansão para HVAC estão disponíveis possibilitando o controle de energia, iluminação, elétrica etc. Ele permite ainda a monitoração local via IHM ou remotamente.

O software de programação Cypro é fornecido sem custo, sendo que outras ferramentas de software como OPC, WebScada e Integra IQ também estão disponíveis. Economia de energia bem como a redução drástica no tempo de projeto são as principais características deste sistema, que apresenta o melhor custo-benefício do mercado de Automação!




# Novo gerador de funções, formas de onda, pulsos e ruídos Agilent 81160A

A Agilent Technologies ampliou a sua família de geradores de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído para ajudar os engenheiros de P&D e teste a testarem com maior eficiência e precisão os seus dispositivos analógicos, digitais e de sinais mistos de velocidades mais altas e larguras de banda maiores.

Os engenheiros de projeto e teste estão sob pressão para levarem os produtos ao mercado com maior rapidez, em cronogramas de projeto mais curtos, e ainda assim, com metas de qualidade cada vez mais altas. Além disso, eles precisam diferenciar os seus produtos no mercado oferecendo recursos exclusivos, que exigem uma maior capacidade de teste durante o desenvolvimento. O gerador de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído Agilent 81160A oferece um conjunto de funções inovadoras e configuração rápida para ajudar os engenheiros a executarem um maior número de testes com maior rapidez.

Com o gerador de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído Agilent 81160A, você se livrará do aborrecimento de ter de configurar vários instrumentos para o teste de estresse dos dispositivos. Assim como o 81150A, o 81160A oferece formas de onda versáteis, juntamente com sinais de maior qualidade e um *jitter* intrínseco de 7 ps rms. Essa combinação de características auxilia os engenheiros a definirem melhor as especificações de performance para os seus dispositivos. O 81160A é ideal tanto para testes gerais de bancada quanto para testes avançados de estresse em dados seriais. Entre os seus recursos estão:

A geração de pulsos de 330 MHz e funções/formas de onda arbitrárias de 500 MHz com uma taxa de amostragem de 2,5 GSa/s e resolução vertical de 14 bits;

Fatores de crista selecionáveis para ruído branco gaussiano;

Alterações sem interrupções nos parâmetros de *timing*, que permitem que os engenheiros troquem de frequência sem terem quedas ou interrupções no sinal;

Padrões arbitrários de *bits*, que mostram a carga capacitiva dos canais usando padrões simples. Não é mais necessário utilizar configurações complexas de medição para testar os dispositivos até os seus limites.

"Nós estamos projetando ferramentas de teste que ajudam os engenheiros a fazerem o seu trabalho da maneira mais eficiente e eficaz possível", afirmou Jürgen Beck, gerente geral da linha de produtos de teste digital e fotônico da Agilent. "Todos os nossos geradores de padrões de pulsos oferecem recursos inovadores para acelerar o teste do projeto de dispositivos."

A Agilent demonstrou o novo gerador de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído na DesignCon 2011. A empresa oferece uma ampla seleção de soluções digitais de alta velocidade, com ferramentas essenciais para localizar problemas, otimizar dispositivos e fornecer resultados para o projeto e a simulação. As soluções da Agilent ajudam os engenheiros a vencerem os desafios do projeto digital em gigabits e garantirem a conformidade de seus dispositivos.

## Curtas

### Elipse Software fecha negócio com a Rede Energia

Considerado um dos maiores grupos empresariais do setor elétrico brasileiro, a Rede Energia decidiu adotar a mais nova tecnologia desenvolvida pela Elipse Software para este mercado, o Elipse Power. O contrato, assinado em fevereiro deste ano, prevê a utilização da solução para automatizar os equipamentos da rede de distribuição como chaves e religadores, além das subestações de subtransmissão. Desta forma, o sistema deve contribuir com a diminuição das perdas de energia na rede, redução dos custos operacionais e com a melhoria dos índices de qualidade no fornecimento.

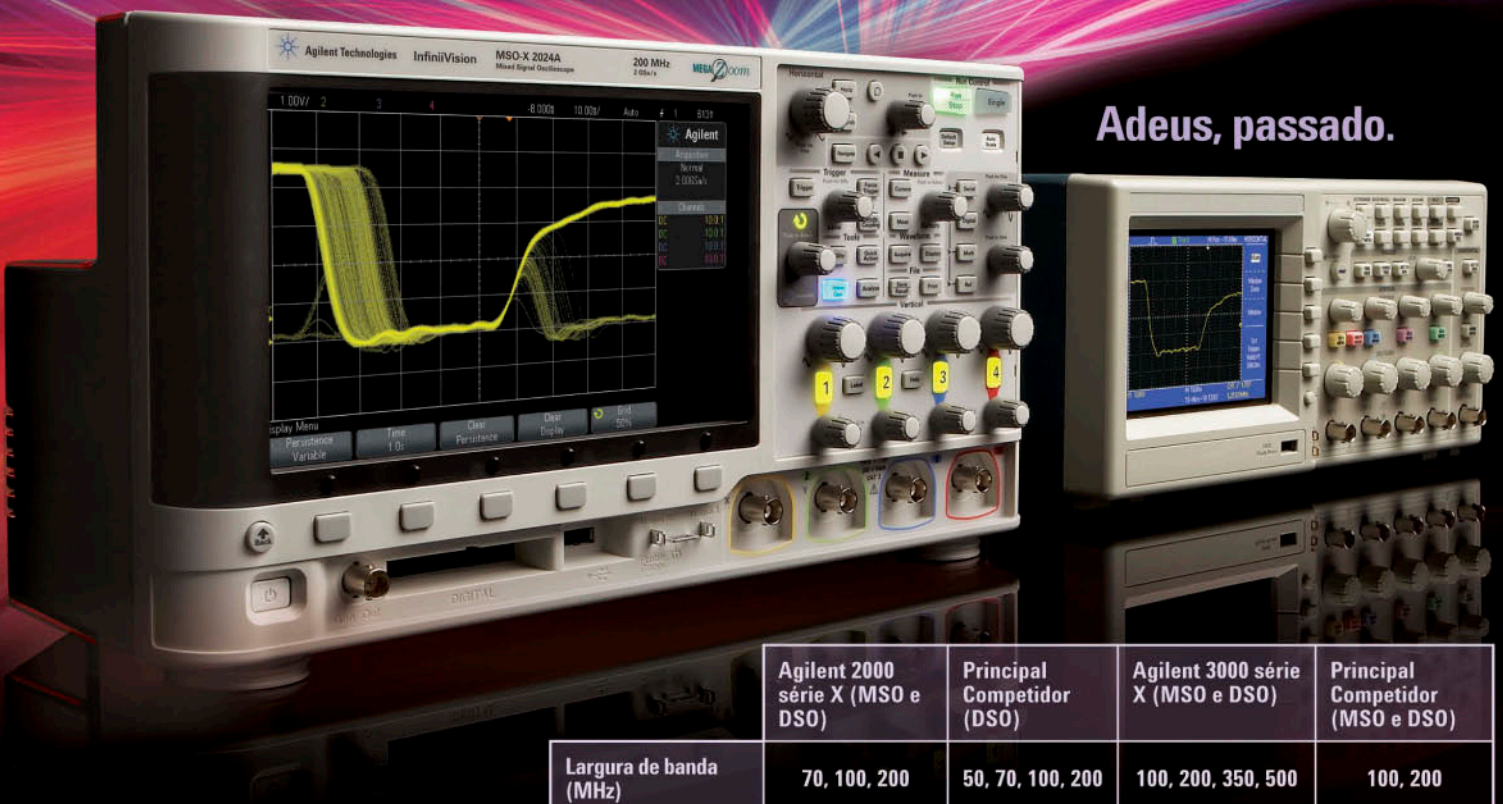
Os comandos e telas do Elipse Power podem ser acessados via quatro centros de operações localizados, respectivamente, em quatro diferentes empresas da Rede Energia. São elas: Celpa - Centrais Elétricas do Pará, Cemat - Centrais Elétricas Matogrossenses, Celtins - Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins e Rede Sul, com sede em Presidente Prudente (SP), que centraliza as operações da Caiuá Distribuição de Energia S.A, EDEVP - Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S.A, EEB - Empresa Elétrica Bragantina S.A, CNEE - Companhia Nacional de Energia Elétrica e CFLO - Companhia Força e Luz do Oeste. Futuramente, o sistema deverá contar com um novo Centro Integrado de Informações em São Paulo, através do qual será possível acessar todo o sistema.

### Terminal de Cuidados com a Saúde, da Advantech

Seguindo as bem-sucedidas interfaces para Windows Embedded, Windows 7, e as distribuições Ubuntu e Fedora Linux, a Divisão de Terminais de Entretenimento Aplicado da Advantech está contente em anunciar que concluiu a conversão da série de Terminais de Entretenimento de Cuidados com a Saúde (HIT) para o Android 2.2 (Froyo) OS kernel. Isto marca a primeira série de produto Advantech que suporta a crescente plataforma Android. Um Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) com aplicativo pronto e com *drivers* também estão disponíveis para o sistema operacional Android, tal como sistemas de entretenimento de pacientes, restauração eletrônica de dados de paciente, sistemas de identificação de paciente e *home care*.

# Agilent Technologies

## Olá, futuro.




## Adeus, passado.

# Reinventando os osciloscópios

| | Agilent 2000 série X (MSO e DSO) | Principal Competidor (DSO) | Agilent 3000 série X (MSO e DSO) | Principal Competidor (MSO e DSO) |
|---|---|---|---|---|
| Largura de banda (MHz) | 70, 100, 200 | 50, 70, 100, 200 | 100, 200, 350, 500 | 100, 200 |
| Taxa de amostragem máx. | 2 GSa/s | 2 GSa/s | 4 GSa/s | 1 GSa/s |
| Profundidade de memória máx. | 100 kpts | 2.5 kpts | 4 Mpts | 1 Mpt |
| Taxa de atualização máx. (formas de onda/s) | 50.000 | 200** | 1.000.000 | 5.000 |
| Upgrade total | Sim | Não | Sim | Não |
| Gerador de funções | Sim | Não | Sim | Não |
| Notas: | ** Veja mais sobre as medições das taxas de atualização na publicação Agilent 5989-7885EN<br>Dados dos osciloscópios concorrentes obtidos nas publicações Tektronix 3GW-25645-0 e 3GW-22048-1<br>Medições de um mesmo sinal com o Agilent MSOX2024A e o Tektronix TDS2024B<br>As imagens mostradas são capturas de tela reais e os osciloscópios são mostrados em escala | | | |

## A Agilent e a nossa Rede de Distribuidores

*O instrumento certo.*
*O conhecimento certo.*
*Entrega imediata.*

**Veja a diferença ainda hoje.**
**www.agilent.com.br/find/morescope**

© 2011 Agilent Technologies, Inc.

*Para saber mais consulte o seu distribuidor Agilent*

Datasonic
PB - (83) 3343-0078
datasonic@datasonic.com.br
www.datashop.com.br/agilent

Farnell Newark
SP - (11) 4066-9400
vendas@farnellnewark.com
www.farnellnewark.com.br/agilent

FLK
RJ - (21) 2224-1801
flk@flk-rio.com.br
www.flk-rio.com.br/agilent

KARIMEX
SP - (11) 5189-1900
vendas@karimex.com.br
www.karimex.com.br/agilent

NORTRON
PE - (81) 3427-3445
nortron@nortronne.com.br

pares
PR - (41) 3014-3600
vendas@pares.com.br
www.pares.com.br/agilent

QUART
SP - (11) 2198-5500
quart@quart.com.br
AM - (92) 3644-2699
quart.am@quart.com.br

Agilent Technologies
*Authorized Distributor*
www.agilent.com.br

# Codificador Rotativo de
## Segurança RVK58S, da Pepperl + Fuchs

As empresas de engenharia industrial e mecânica confiam cada vez mais em componentes com segurança integrada para cumprir os requisitos de segurança especificados na versão atual da Diretiva "Máquinas" 2006/42/EC. O codificador rotativo seno/cosseno de segurança RVK58S é a escolha ideal, pois também permite que a posição do rotor do motor seja detectada com os mais elevados níveis de precisão.

Apenas os conceitos de segurança ponta-a-ponta rigorosos conseguem garantir verdadeiramente o nível de segurança exigido. Há muito tempo que é prática comum configurar componentes de sistema importantes de forma redundante e detectar potenciais avarias através da comparação de parâmetros de sistema correspondentes. Embora esta prática satisfaça o objetivo, atualmente não é desejável devido à duplicação dos custos de equipamento e material, assim como aos elevados esforços no que diz respeito à instalação e à cablagem. Além disso, aumentar o número de componentes aumenta a probabilidade de avarias e torna a certificação de conformidade mais dispendiosa.

A automonitoração inteligente é frequentemente utilizada atualmente em substituição da redundância, de modo a garantir o funcionamento adequado de diversas unidades funcionais. O novo codificador rotativo seno/cosseno RVK58S, da Pepperl+Fuchs Drehgeber GmbH, desempenha um papel importante no desenvolvimento de soluções de acionamento seguras. Este codificador de alta resolução, embalado numa caixa de 58 mm, apresenta 1024 incrementos por rotação e proporciona um conceito de segurança funcional, juntamente com uma característica extra de detecção da posição absoluta. O condicionamento do sinal é efetuado por um ASIC especial, que também monitora diagnósticos internos.

Podem ser detectadas, de forma fiável, falhas no disco codificador incremental ou erros no trajeto do sinal, através da fórmula $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$ para avaliar os sinais incrementais do seno e do cosseno do codificador, que apresentam um desvio de 90°. A tensão de alimentação, a temperatura, a unidade de LED e a soma de controle dos dados de calibração também são monitoradas. Se ocorrer uma violação, a eletrônica do codificador coloca os sinais de saída num estado de alta impedância para que o codificador consiga detectar imediatamente a avaria através da sua função de deteção de circuito aberto. Com esta característica, o novo codificador rotativo simplifica consideravelmente o desenvolvimento de máquinas seguras e, ao mesmo tempo, elimina a necessidade da abordagem com o componente de sensor redundante, utilizada em concepções convencionais.

O codificador rotativo seno/cosseno já está certificado e a certificação da detecção adicional da posição absoluta está para ser levada a cabo na TÜV. Depois de esta certificação ser emitida, o dispositivo será aprovado para utilização em produtos de acionamento que satisfazem os requisitos de segurança até SIL3/PLe, utilizando apenas um codificador.

Para além das detecções incrementais de alta resolução, o codificador rotativo possui um detector da posição absoluta seno/cosseno com exatamente um ciclo por rotação. Fornece informação acerca da posição real do rotor no motor. Esta informação é necessária para a comutação de arranque de motores síncronos, por exemplo.A posição absoluta é apresentada na forma de sinal digitalizado com resolução de 13 bits, utilizando o protocolo de interface Interface Série Síncrona (SSI) ou Série Síncrona Bidireccional (BiSS). Com a combinação da interface seno/co-seno, SSI e BiSS, o codificador utiliza os trajetos de comunicação existentes e elimina a necessidade de protocolos de segurança patenteados.

Em combinação com um controlador adequadamente certificado, o codificador rotativo de segurança da Pepperl+Fuchs permite soluções com apenas um codificador, eliminando a necessidade de integração de um segundo codificador, para que sejam cumpridos requisitos de segurança mais rigorosos. No entanto, um pré-requisito para esta situação é que ambos os canais do sensor estejam sempre conectados ao controlador. Com esta configuração de sistema, a classificação para um nível de desempenho ISO 13849 mais elevado (PL e) ou para um nível de integridade da segurança IEC 62061 (SIL 3), é automática.

Todas as atividades motorizadas são realizadas e monitoradas de forma fiável, permitindo a implementação de típicas funções de segurança com base na velocidade como velocidade de segurança limitada, monitoração da velocidade de segurança, monitoração da imobilização de segurança, direção da rotação de segurança, aceleração/desaceleração de segurança, e assim por diante.

As inovadoras funções de segurança permitem que, em muitas aplicações, os dispositivos mecânicos de segurança convencionais, que estão sujeitos a desgaste, sejam substituídos por funções de software.Além disso, é necessário menos espaço vazio e os veículos podem ser mais leves devido à menor desaceleração de travagem. Em combinação com uma unidade de controle de segurança adequada instalada localmente ou no controlador da unidade, o RVK58S monitora o cumprimento com a rampa de desaceleração especificada, assim como a velocidade de deslocação, da máquina de armazenamento e recuperação. No caso de algum dos limites configurados ser excedido, o sistema é travado com o auxílio da unidade ou é acionado um travão mecânico no veículo.

A probabilidade de os operadores de máquinas sofrerem ferimentos é maior durante o arranque, a configuração e a manutenção, uma vez que estas atividades são, normalmente, realizadas diretamente na zona perigosa. O codificador rotativo de segurança permite a implementação de muitas funções de segurança abrangentes que, por sua vez, permitem que estas atividades sejam realizadas em segurança, com um mínimo de esforço.

# UM PORTIFÓLIO
## COMPLETO DE SOLUÇÕES



**FQ**
*Sensor de visão compacto*
***Sistema de visão e medição***



**F3SJ**
*Cortina de segurança o produto mais avançado do Brasil*
***Soluções de segurança***

**E2A**
*Extensa gama de sensores com longo alcance*
***Soluções de sensoriamento***







**H3DKZ**
*Temporização em segundos, minutos e horas num só modelo*
***Componentes industriais***



**3G3MX2**
*Inversor de frequência*
***Soluções de movimento***

**CJ2**
*Controlador lógico programável*
***Automação e controle***



www.omron.com.br

OMRON

# Subversion, foi integrado
## ao IAR Embedded Workbench®

A IAR Systems® anuncia que um dos mais populares software de controle de versão do mercado, Subversion, foi integrado ao IAR Embedded Workbench®. A Integração permitirá aos usuários executar os comandos do Subversion de dentro do IDE do IAR Embedded Workbench e poderá verificar o status atual das pastas e arquivos do projeto. A integração do sistema de controle de versão na IDE simplifica o processo de desenvolvimento e mantém a rastreabilidade das versões dos códigos fontes.

"Vimos um crescente número de clientes solicitando a integração do Subversion em nosso Ambiente de desenvolvimento, e esta é nossa resposta" disse Mats Ullström, Product Director IAR Systems. "Facilidade de uso é um de nossos princípios para o desenvolvimento do IAR Embedded Workbench e a integração com o Subversion. Auxilia nossos usuários com o controle de versão no momento em que ele precisa."

O IAR Embedded Workbench é um consistente e poderoso conjunto de ferramentas de C e C++ para a construção e debug de software para sistemas embarcados. Fornecendo um ambiente de desenvolvimento amigável que integra Gerenciador de projetos, Editor, Linker e Debuger. Em um fluxo continuo de trabalho, arquivos fontes e projetos podem ser criados, compilados e depurados em hardware ou pelo simulador.

A integração do Subversion está disponivel no IAR Embedded Workbench para ARM versão 6.20, e nos demais targets assim que forem liberadas as novas versões. A versão de avaliação do IAR Embedded Workbench esta disponível em: www.iar.com/downloads.

# Gerador de funções, formas de onda arbitrárias,
## pulsos e ruído de alta precisão Agilent 81160A

A Agilent Technologies Inc. (NYSE: A) ampliou a sua família de geradores de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído para ajudar os engenheiros de P&D e teste a testarem com maior eficiência e precisão os seus dispositivos analógicos, digitais e de sinais mistos de velocidades mais altas e larguras de banda maiores.

Os engenheiros de projeto e teste estão sob pressão para levar os produtos ao mercado com maior rapidez, em cronogramas de projeto mais curtos, e ainda assim, com metas de qualidade cada vez mais altas. Além disso, eles precisam diferenciar os seus produtos no mercado oferecendo recursos exclusivos, que exigem uma maior capacidade de teste durante o desenvolvimento. O gerador de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído Agilent 81160A oferece um conjunto de funções inovadoras e configuração rápida para ajudar os engenheiros a executarem um maior número de testes com maior rapidez.

Com o gerador de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído Agilent 81160A, você se livrará do aborrecimento de ter de configurar vários instrumentos para o teste de estresse dos dispositivos. Assim como o 81150A, o 81160A oferece formas de onda versáteis, juntamente com sinais de maior qualidade e um jitter intrínseco de 7 ps rms. Essa combinação de características ajuda os engenheiros a definirem melhor as especificações de performance para os seus dispositivos. O 81160A é ideal tanto para testes gerais de bancada quanto para testes avançados de estresse em dados seriais. Entre os seus recursos estão:

- A geração de pulsos de 330 MHz e funções/formas de onda arbitrárias de 500 MHz com uma taxa de amostragem de 2,5 GSa/s e resolução vertical de 14 bits;
- O fatores de crista selecionáveis para ruído branco gaussiano, que permitem que os engenheiros determinem o quanto de distorção será aplicado a um dispositivo no teste de estresse, conforme exigido pelos diversos padrões de barramentos seriais;
- Alterações sem interrupções nos parâmetros de timing, que permitem que os engenheiros troquem de frequência sem terem quedas ou interrupções no sinal, permitindo a operação contínua sem o reboot ou reset do dispositivo em teste; e
- Padrões arbitrários de bits, que mostram a carga capacitiva dos canais usando padrões simples. Não é mais necessário utilizar configurações complexas de medição para testar os dispositivos até os seus limites.

"Nós estamos projetando ferramentas de teste que ajudam os engenheiros a fazerem o seu trabalho da maneira mais eficiente e eficaz possível", afirmou Jürgen Beck, gerente geral da linha de produtos de teste digital e fotônico da Agilent. "Todos os nossos geradores de padrões de pulsos oferecem recursos inovadores para acelerar o teste do projeto de dispositivos."

A Agilent demonstrou o novo gerador de funções, formas de onda arbitrárias, pulsos e ruído na DesignCon 2011. A fabricante oferece uma ampla seleção de soluções digitais de alta velocidade, com ferramentas essenciais para localizar problemas, otimizar dispositivos e fornecer resultados para o projeto e a simulação. As soluções da Agilent ajudam os engenheiros a vencerem os desafios do projeto digital em gigabits e garantirem a conformidade de seus dispositivos.

# Learn today. Design tomorrow.

# ESC

## São Paulo • Maio 24-25, 2011

Novotel Center Norte

# Chega ao Brasil o principal evento mundial da indústria eletrônica

## Embedded System Conference (ESC)

**Conferências de alto nível**

**Keynote speakers internacionais**

**Expositores nacionais e internacionais**

**Novidades e soluções para a indústria de eletrônicos**

**HÁ 22 ANOS, EM 5 REGIÕES DO MUNDO:**

- Londres, Reino Unido
- Bangalore, India
- Boston e Chicago, EUA
- San José, Califórnia, EUA
- **SÃO PAULO, BRASIL**

## www.escbrazil.com.br

PATROCÍNIO

Platina: intel

Ouro: Microchip, freescale semiconductor

Prata: CEITEC S.A, Tektronix

Bronze: Infosphera, Renesas, Advantech, Fujitsu

APOIOS: abraci, SBC, ABDI, ASSESPRO

MIDIAS PARCEIRAS: Portal Embarcados, IPESI, NEI, EE Times Group, PR Newswire, Eletrônica

ORGANIZAÇÃO: UBM Electronics

**PARA MAIS INFORMAÇÕES:**

Camila Cavalcante • email: ccavalcante@ubmbrazil.com.br • tel. (11) 4689-1935 • ramal 2105

Leandro Caramigo • email: lcaramigo@ubmbrazil.com.br • tel. (11) 4689-1935 • ramal 2132

**Practical design information you can use today. Skills you use for a lifetime.**

# Algoritmo de Bresenham:

## O Uso de Microcontroladores para Traçar Retas em LCDs

*Jefferson Zortea Moro*

*Deseja-se com este artigo mostrar os benefícios proporcionados por um algoritmo que usa apenas variáveis inteiras para traçar retas em displays LCD. As vantagens são aumentadas se for lembrado que o tempo computacional é um bem escasso em alguns circuitos como os microcontrolados.*

Quando um engenheiro precisa fazer um projeto de algum circuito eletrônico, ele tem várias decisões a serem tomadas. Talvez a primeira delas seja decidir qual plataforma de desenvolvimento será usada. Têm-se hoje várias alternativas no mercado: FPGAs, PSOCs, PLCs, microcontroladores, etc. Quando uma das premissas desse projeto é ter uma interface homem-máquina, aí aparece uma nova gama de caminhos a seguir: LEDs, *displays* de sete segmentos, alto-falantes, *displays* LCD, etc. Escolhido o hardware, uma segunda tarefa incumbida ao projetista é a de desenvolver o código a ser "gravado" no componente controlador, a fim de atribuir valor funcional ao circuito. Às vezes, o tempo despendido pelo circuito na interface homem-máquina é tão grande que chega a atrapalhar o seu desempenho. Gerar códigos mais eficientes pode ser a solução para esse problema.

Neste artigo será dada uma motivação ao uso de algoritmos otimizadores para aplicações em microcontroladores e apresentaremos o **Algoritmo de Bresenham**.

### Motivação

Traçar curvas elementares, como segmentos de reta ou arcos de circunferência, requer a construção de algoritmos capazes de determinar na matriz de pixels da superfície de exibição quais pixels devem ser alterados de forma a simular a aparência do elemento gráfico desejado. Hoje em dia, com computadores que possuem frequência de trabalho da ordem de 2 GHz, munidos com vários processadores auxiliares (coprocessadores) que fazem, por exemplo, conta com ponto flutuante, ficou fácil traçar curvas elementares. Prova disso é a perfeição encontrada nos jogos, com cenários de aparência bem reais. Mas, por outro lado, os microcontroladores estão se tornando cada vez mais usados, inclusive para aplicações gráficas.

Eles podem ser vistos como microprocessadores envolvidos por vários periféricos, tudo dentro de um mesmo *chip*. Esses periféricos são contadores, comparadores, interfaces seriais, e vários outros dispositivos que fazem dos microcontroladores CIs muito funcionais e, consequentemente, de grande aplicabilidade em projetos de eletrônica.

Sabe-se que a potência dissipada em um microcontrolador é diretamente proporcional ao produto do quadrado da tensão de alimentação com a freqüência de trabalho do mesmo. Sabe-se também que o preço dos circuitos integrados cresce se for aumentada a frequência na qual ele trabalhará. Por esses e outros motivos, os fabricantes de microcontroladores geralmente optam por fabricar dispositivos que operam em frequências não muito elevadas (por volta de 8MHz).

Gráficos complexos requerem o traçado de uma grande quantidade de segmentos de reta, e a velocidade é importante. Se as contas forem feitas por um microprocessador moderno, não haverá problemas, contudo, se essa tarefa for incumbida a um microntrolador, o gráfico poderá aparecer no visor depois de um longo tempo, e isso será desconfortável para nossa visão, sendo dessa forma impraticável animações em tempo real.

Uma alternativa muito interessante para traçar curvas, gastando para isso um tempo de processamento bem menor, é conseguida com o uso do Algoritmo de Bresenham. Adiante, mostraremos o processo de construção desse algoritmo para traçar uma reta. Outras curvas podem ser conseguidas usando o mesmo princípio.

## O Algoritmo

Para começar, propõe-se uma pergunta: como você escreveria um algoritmo para traçar uma reta, usando, por exemplo, a linguagem do Matlab®? Talvez o algoritmo que você pensou seja parecido com o descrito no **box 1**.

Esse algoritmo é pouco eficiente, pois, para todos os valores de x, uma conta que usa ponto flutuante deve ser efetuada. Contas com ponto flutuante exigem do processador vários ciclos de *clock* para serem executadas.

Algoritmos de alto nível podem ser utilizados para minimizar o esforço computacional e assim tornar o processo mais rápido. O mais famoso desses algoritmos foi proposto em 1965 por Jack E. Bresenham, um então funcionário da IBM, formado em Ciência da Computação. O Algoritmo de Bresenham é um algoritmo clássico para traçar curvas ,e usa apenas variáveis inteiras e permite que o cálculo de um próximo ponto $(x_1+1, y_1+1)$ seja feito de forma incremental,

## O que é algoritmo?

O conceito genérico de algoritmo nada mais é do que uma "receita" que mostra, passo a passo, os procedimentos necessários para a resolução de uma tarefa. Ele não representa, necessariamente, um programa de computador, e sim os passos requeridos para realizar uma tarefa.

Em termos mais técnicos, um algoritmo é uma sequência finita de instruções bem definidas, onde cada uma das quais pode ser executada mecanicamente num período de tempo finito e com quantidade de esforço finita.

A implementação de um algoritmo pode ser feita por um computador, um autômato ou mesmo por um ser humano. Diferentes algoritmos podem realizar a mesma tarefa, usando um conjunto diferenciado e instruções em mais ou menos tempo, espaço ou esforço do que outros.

Mesmo sem percebermos, todos utilizamos os algoritmos de forma intuitiva e automática em nosso dia a dia quando executamos tarefas comuns. Por exemplo, um algoritmo para nos vestirmos poderá especificar, vestir primeiramente as meias e os sapatos antes de vestir a calça, enquanto outro especificará que devemos primeiro vestir a calça e depois as meias e os sapatos. Está claro que o primeiro algoritmo é mais difícil de executar que o segundo, apesar de ambos levarem ao mesmo resultado.

## O que é um algoritmo de um computador?

O conceito de algoritmo de computador foi formalizado em 1936 pela Máquina de Alan Turing e pelo cálculo lâmbda de Alonzo Church, que formaram as primeiras funções da Ciência da Computação.

Para que um computador faça alguma coisa, precisamos de um "programa", que é essencialmente um algoritmo que diz à máquina os passos específicos e em que ordem eles devem ser executados. Então, ele pode ser considerado como uma sequência de operações que podem ser simuladas por uma máquina de Turing completa.

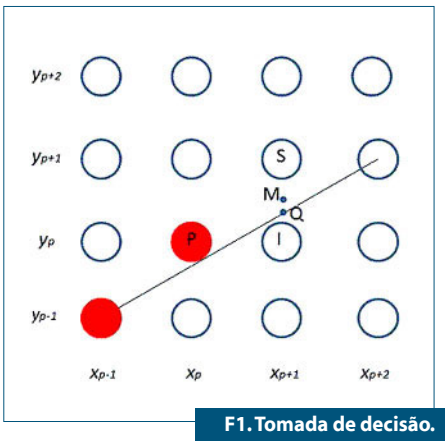
Para qualquer processo computacional, o algoritmo precisa estar rigorosamente definido, especificando a maneira como ele se comportará em todas as circunstâncias. A maneira mais simples de se pensar num algoritmo é através de uma lista de procedimentos bem definida, na qual as instruções são executadas passo a passo a partir do começo da lista, uma lista facilmente visualizada por meio de um fluxograma.

Na programação de computadores, temos frequentemente diversos algoritmos para cumprir qualquer tarefa determinada. Cada um deles tem vantagens e desvantagens em diferentes situações.

**BOX1 : Algoritmo simples para traçar uma reta.**

```
--Traça uma linha entre os pontos (x1,y1) e (x2,y2)

function []=line_tradicional (x1,y1,x2,y2)
a     =     (y2 - y1)/(x2 - x1);          --coeficiente angular
for         (x = x1:1:x2)
            y = a (x - x1) + y1;          --função de reta
            y = round (y);                --para fazer y inteiro
            plot (x,y,'ro');              --plota ponto
            hold on;
end;
axis equal;                               --ajuste de tela
```




**F1. Tomada de decisão.**

utilizando os cálculos já feitos para o ponto anterior ($x_1$,$y_1$).

Suponha que a superfície de exibição (LCD) possua igual densidade de pixels na horizontal e na vertical (razão de aspecto gráfico igual a 1). O algoritmo assume que a inclinação da linha está entre zero (0) e um (1) (outras inclinações podem ser tratadas por simetria). O ponto ($x_1$,$y_1$) seria o inferior esquerdo, e ($x_2$,$y_2$) o superior direito.

Na **figura 1**, assumindo-se que o pixel que acabou de ser selecionado é P, em ($x_p$, $y_p$), e o próximo deve ser escolhido entre o pixel à direita *superior* a M (pixel S) e o pixel à direita *inferior* a M (pixel I). Seja Q o ponto de intersecção entre a reta e a coluna $x = xp + 1$ da malha, e M o ponto intermediário entre os pixels S e I, o que se faz é observar de que lado da reta está o ponto M. É fácil verificar que se M está acima de Q, o pixel está mais próximo da reta; se M está abaixo de Q, S está mais próximo. Dessa forma, o teste do pontomédio permite a escolha do pixel mais próximo da reta. Veja que assumindo uma distância normalizada e igual a 1 (adimensional) entre os pixels adjacentes, tem-se com esse algoritmo um erro de no máximo ½ (adimensional), que é a metade da distância entre dois pixels vizinhos da mesma coluna.

Precisa-se agora de um método para calcular de que lado da reta está o ponto M. Se $\Delta y = y2 - y1$ , e $\Delta x = x2 - x1$ , pode-se escrever a equação da reta:

$$y = \frac{\Delta y}{\Delta x} x + B$$

Tem-se então uma equação implícita F(x,y):

$$F(x,y) = y - \frac{\Delta y}{\Delta x} x + B = 0$$

$$F(x,y) = x\Delta y - y\Delta x + B\Delta x = 0$$

**BOX2 : Algoritmo de Bresenham para traçar retas, em sua forma simplificada.**

```
--Traça uma linha entre os pontos (x1,y1) e (x2,y2) usando o algoritmo de bresenham;
--line_ bresenham (x1,y1,x2,y2);
function []=line_tradicional (x1,y1,x2,y2)
x = x1;
y = y1;                          --inicialização
dx = x2 - x1;
dx = x2 - x1;
incx = 1;
incy = 1;

plot (x,y,'ro');                 --plota primeiro valor
hold on;                         --mantém imagem

d = (2*dy - dx);                 --valor de decisão inicial
incI = 2*dy;                     --incremento se I foi escolhido
incS = 2*(dy-dx);                --incremento se S foi escolhido
while (x~=x2)                    --enquanto não é x2, faça:
        if(d <= 0)               --ponto acima ou abaixo da reta
          d = d + incI;          --escolhe I (pixel de baixo)
          x = x + incx;          --incrementa x
        else
          d = d + incS;          --escolhe S (pixel de cima)
          x = x + incx;          --incrementa x
          y = y + incy;          --incrementa y
        end;
        plot (x,y,'ro');         --plota pixel excolhido
end;
axis equal;                                --ajuste de tela
```

Pode-se reescrever a equação acima, como:

$$F(x,y) = ax + by + c = 0$$
$$a = \Delta y \quad b = -\Delta x \quad c = B\Delta x$$

Verifica-se que F(x,y) é 0 (zero) para pontos sobre a reta, positiva para pontos abaixo dela, e negativa para pontos acima dela. Com base nisso, para o teste do pontomédio, basta calcular $F(M) = F(x_p + 1, y_p + 1/2)$ e verificar o seu sinal. Como a decisão será tomada com base no valor da função no ponto ($x_p + 1, y_p + 1/2$), define-se uma "variável de decisão" d:

$$d = F(M) = a(x_p+1) + b(y_p+1/2) + c$$

Se $d > 0$, significa que M está abaixo de onde a curva ideal passa, então é escolhido o pixel S; se $d < 0$, significa que M está acima de onde a reta ideal passa, então é escolhido o pixel I. No possível caso em que $d = 0$ é escolhido qualquer um dos dois pixels, S ou I.

Após a decisão de qual pixel será considerado, deve-se atualizar o valor de d. Se I foi o último pixel escolhido, M será incrementado somente na direção x.

Têm-se ntão as seguintes igualdades:

$$d_{old} = F(x_p + 1, y_p + 1/2) = a(x_p + 1) + b(y_p + 1/2) + c$$

$$d_{new} = F(x_p + 2, y_p + 1/2) = a(x_p + 2) + b(y_p + 1/2) + c$$

Subtraindo $d_{old}$ de $d_{new}$ para obter a diferença incremental, tem-se $d_{new} = d_{old} + a$. Dessa forma, quando o último pixel escolhido é I, deve-se incrementar d de $a = \Delta y$. Em outras palavras, pode-se derivar o valor da variável de decisão do próximo passo a partir do seu valor atual, sem necessidade de calcular F(M) diretamente. Por outro lado, se S foi escolhido, M é incrementado de 1 em ambas as direções, x e y. Obtém-se o seguinte:

$$d_{old} = F(x_p + 1, y_p + 1/2) = a(x_p + 1) + b(y_p + 1/2) + c$$

$$d_{new} = F(x_p + 2, y_p + 3/2) = a(x_p + 2) + b(y_p + 3/2) + c$$

Subtraindo $d_{old}$ de $d_{new}$ para obter a diferença incremental, tem-se $d_{new} = d_{old} + a + b$. Dessa forma, quando o último pixel escolhido é S, deve-se incrementar d de $a + b = \Delta y - \Delta x$. Em outras palavras, podese

derivar o valor da variável de decisão do próximo passo a partir do seu valor atual, sem necessidade de calcular F(M) diretamente.

Neste ponto já se tem quase tudo para escrever o Algoritmo de Bresenham, só falta decidir qual será o valor inicial de d. Sendo (x1,y1) o primeiro ponto a ser traçado, a próxima decisão será feita para (x1 + 1,y1 + 1/2):

$$d_{start} = F(x_1 + 1, y_1 + 1/2) = a(x_1 + 1) + b(y_1 + 1/2) + c$$

$$d_{start} = ax_1 + by_1 + c + b/2) + a = F(x_1,y_1) + b/2 + a$$

Sendo (x1,y1) um ponto da reta, F(x1, y1) = 0.

Dessa forma:

$$d_{start} = b/2 + a = \Delta y - \Delta x/2$$

Pode-se eliminar a fração acima multiplicando F(x, y) por 2. Isto multiplica cada constante e a variável de decisão por 2, mas não afeta o sinal da variável de decisão, que é o que interessa para o teste do pontomédio. Veja um resumo dos limiares de decisão:

$d_{start} = 2\Delta y - \Delta x;$ condição inicial

$d_{new} = d_{old} + 2\Delta y;$ se I foi escolhido

$d_{new} = d_{old} + 2(\Delta y - \Delta x);$ se s foi escolhido

Com esses valores em mãos, o próximo passo é desenvolver realmente o algoritmo. No **box 2**, uma versão simplificada do Algoritmo de Bresenham pode ser verificada. Note que as operações mais complexas a serem feitas são multiplicações por 2, que na lógica binária nada mais é do que deslocamento de um bit para a esquerda.

## Conclusão

Com o Algoritmo de Bresenham, um novo dinamismo é apresentado para o uso dos microcontroladores. Códigos como os sugeridos por Bresenham, além de acrescentarem bons efeitos aos LCDs e darem maior dinamismo ao circuito, também possuem a vantagem de não serem longos, o que possibilita economia de espaço de memória, uma vez que tal recurso é diretamente proporcional ao número de linhas de comando.

## Bibliografia

**http://en.wikipedia.org/wiki/Jack_E._Bresenham**. Acessado em 10/05/2011

**http://www.cs.helsinki.fi/en**. Acesado em 10/05/2011

J. BRESENHAM. Algorithm for computer control of a digital plotter. IBM, Systems Journal, 4(1):25-30, 1965.



*Tradução: Eutíquio Lopez*

# Família Zynq-7000: a 1ª Plataforma de Processamento Extensivo da Indústria

## Mundo Embedded

A empresa Xilinx, Inc. revelou recentemente a família Zynq (TM)-7000, a primeira EPP-*Extensible Processing Platform* da indústria, desenvolvida para alcançar os níveis de processamento e performance computacional exigidos em aplicações embutidas de ponta, tais como: videovigilância, assistência ao motorista, automação fabril, entre outras. Suportada por um extenso ecossistema de ferramentas e provedores IP, essa família integra um completo sistema baseado em um processador ARM ® Cortex (TM) – A9MPCore (TM) de 28 nm, com lógica programável de baixa potência, para que os projetistas de sistemas e desenvolvedores de software embutido possam estender, personalizar, e diferenciar os seus projetos.

"Por mais de dez anos, nós vimos discutindo exatamente essa possibilidade de simbiose entre processador e FPGA numa única pastilha de modo a reduzir custo e tamanho de PCI. Ao longo do tempo diversas companhias tentaram aproximar-se disso, mas nenhuma delas oferecia uma integração compactada o suficiente que nos permitisse atingir nossos objetivos. Finalmente, nosso desejo de tanto tempo torna-se uma realidade com a família Xilinx Zynq-7000", disse Ralf Schaffer – líder de projeto no *Life Science Group* da Agilent. "Isso significa que a Agilent pode criar agora muitas variantes de produtos diferentes sobre uma base de código comum desde tipos *low-end, mid-range* até *high-end* com um mínimo custo e despesas de engenharia.

Cada dispositivo Zynq-7000 EPP é construído com um processador ARM dual-core Cortex -A9 MPCore com néon e ponto flutuante de dupla precisão, que é totalmente integrado e rigidamente fiado, contendo caches L1 e L2, controladores de memória, e os periféricos mais comumente usados. O sistema de processamento faz o "boot" e liga, sendo capaz de rodar uma variedade de sistemas operacionais independentemente da lógica programável. Ele configura, então, uma lógica sobre um deles como uma base necessária. Com esse tratamento, o modelo de programação do software é exatamente o mesmo de um processador ARM baseado em SoCs, padronizado e totalmente caracterizado.

Os desenvolvedores de aplicações podem usufruir das vantagens do processamento paralelo massivo da lógica programável para manusear grandes quantidades de dados por meio de uma ampla gama de circuitos de processamento de sinal, assim como estender os recursos do sistema de processamento implementando periféricos adicionais. A interface de banda larga *AMBA® 4 Advanced Extensible Interface (AXI4 (TM) )* interconecta entre o sistema de processamento e a lógica programável, possibilitando transferências de dados de muitos gigabits com baixíssima potência, eliminando assim os "gargalos" de performance comuns para o controle, os dados, I/Os e as memórias.

## Ambientes familiares de Programação

A família Zynq-7000 agiliza o tempo de entrada no mercado através do fornecimento de um ambiente aberto de projeto que facilita o desenvolvimento paralelo de software para o sistema, baseado no processamento dual- core Cortex- A9 e nos aceleradores habituais da lógica programável. Os desenvolvedores de software podem alavancar o ambiente Eclipse, o *Xilinx Platform Studio Software Developmet Kit (SDK), o ARM Developmet Studio 5 (DS-5 (TM) ) e a ARM Real View Development Suite (RVDS (TM) ),* ou os compiladores, depuradores e aplicações dos principais fornecedores dentro da Comunidade Conectada ARM ® e dos ecossistemas do Programa de Aliança Xilinx, tais como: Lauterbach, Wind River, Petalogix, ..., Micrium e Montavista.

Ao mesmo tempo, o material programável da família Zynq-7000 pode ser adaptado para maximizar o nível de desempenho do sistema e os requisitos específicos da aplicação, alavancando a premiada *ISE ® Design Suite* da Xilinx que fornece um ambiente abrangente de desenvolvimento de hardware com ferramentas incluídas , propriedade

intelectual "Plug-and-Play" AMBA4 AX14 e mais os *Bus Functional Models (BFM)* para acelerar o projeto e a verificação. Após a aquisição pela Xilinx da líder em sínteses de alto nível- Auto ESL Design Tecnologies, Inc. - novas melhorias em ferramentas estão sendo desenvolvidas para prover a síntese otimizada de C, C++ e SystemC para a arquitetura dos dispositivos Zynq-7000. Futuros lançamentos também irão habilitar um movimento mais uniforme de algoritmos-chave entre os processadores e a lógica programável da família Zynq-7000.

Com o decorrer do tempo, essas soluções serão ampliadas por fornecedores de terceiros dentro da Comunidade Conectada ARM e do Programa de Aliança da Xilinx como parte da abordagem da plataforma de projetos focados desta empresa para o fornecimento de um ambiente de desenvolvimento mais abrangente que inclua IP, projetos de referência, *Kits* de desenvolvimento, e outros recursos visando aplicações específicas e disciplinas de projeto.

## Arquitetura Lógica Programável Unificada

A lógica programável da família Zynq-7000 baseia-se na mais recente arquitetura FPGA- série 7 da Xilinx, que garante 100% de compatibilidade em relação a IP, ferramentas e performance para todos os dispositivos da geração de 28 nm. Os dois menores componentes da família, o Zynq-7010 e o Zynq-7020, estão baseados na Artix (TM)-7 que é otimizada para baixo custo e baixa potência. Já os dois maiores, Zynq-7030 e Zynq-7040, baseiam-se na família Kintex (TM)-7e incluem entre quatro e doze canais transceptores de 10,3 Gbps e um bloco PCI Express ® Gen 2 para conectividade "off-chip" de alta velocidade. Os quatro dispositivos incluem também um novo bloco Conversor Analógico – Digital de 12 bits, 1 Msps. (Para obter mais informações sobre a FPGA – série 7, acesse: **http://www.xilinx.com/7).**

## Rápida Adoção já em Curso

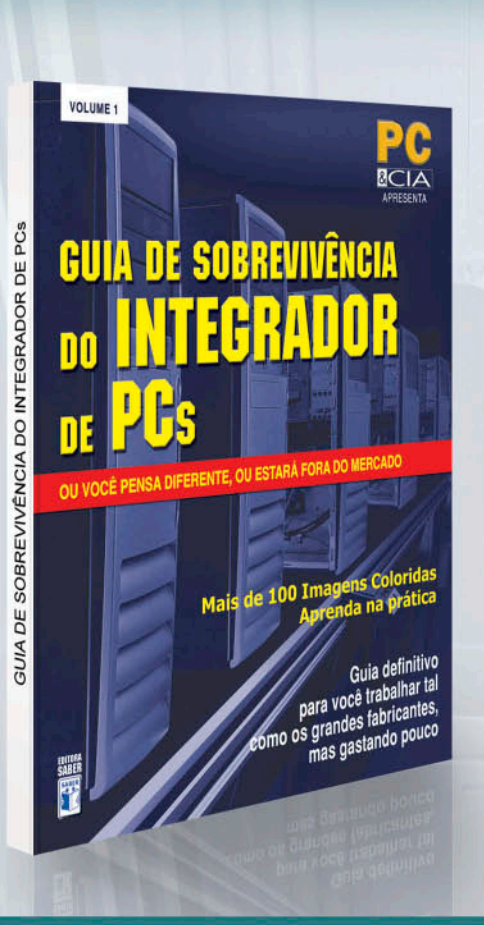
"A Plataforma de Processamento Extensivo produz processadores de alto desempenho, duais,com conexão em banda larga para uma estrutura de lógica programável num simples *chip*, tornando-o ideal para uso com LabView – Ambiente de Projeto Gráfico da N.I., disse Keith Odom – R&D Fellow da National Instruments. "A baixa latência e alta taxa de transferência fornecidas por esta arquitetura permitem inovações em diversas áreas de aplicação, desde automação industrial até sistemas de comunicação – para visão de máquina.

Desde o mês de abril de 2010, alguns clientes autorizados com acesso antecipado vêm avaliando a Plataforma Zynq – 7000 quanto à sua capacidade de suporte a sistemas voltados para aplicações de mercado que requerem multifuncionalidade e resposta em tempo real, capacidade essa que vai muito além daquilo que as tradicionais soluções de processamento podem oferecer.

"Nossa família Zynq – 7000 oferece aos projetistas uma plataforma abrangente que lhes permite criarem seus próprios produtos – padrão personalizados numa escala que contém desde soluções eficientes em potência e de baixo custo (baseadas nas capacidades da FPGA Artix-7) até soluções mais extensas e orientadas para performance mais avançadas com dispositivos baseados na família Kintex-7, afirma Vin Ratford, Vice-Presidente Sênior de Marketing e Desenvolvimento de Negócios da Xilinx". A forte integração entre o sistema de processamento e a lógica programável não apenas reduz efetivamente a lista de materiais, potência e tamanho do sistema, como também irá servir de "motor" para dirigir novas aplicações e expandir significativamente os mercados servidos pelas FPGAs tradicionais usadas nos sistemas *embedded* (embutidos).

## Disponibilidade e Preços

Os clientes (usuários) podem começar a avaliar a família Zynq – 7000 ainda hoje, associando-se ao programa Early Acces. Os primeiros dispositivos Si estão programados para o 2° semestre de 2011, com as amostras de engenharia disponibilizadas somente no 1° semestre de 2012. Os projetistas podem usar de imediato as ferramentas e os *kits* de desenvolvimento que suportam ARM para familiarizarem – se com a arquitetura Cortex –A9 MPCore e começarem a portar o código. Os preços variam e dependem de fatores como volume de compra de compra e tipo de dispositivo. Com base em um orçamento para produção de um volume adiantado, a família Zynq – 7000 começará com um preço inicial abaixo de US$ 15 a unidade para grandes quantidades. Os usuários interessados deverão entrar em contato com os representantes Xilinx de sua localidade. Para mais informações acesse: **www.xilinx.com/zyng** E


**Trabalhe como os grandes, mas gastando como os pequenos!**

Aprenda sobre:

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

Veja mais detalhes em
www.novasaber.com.br

National Instruments

# Como melhorar o desempenho de Sistemas Baseados em CLP?

*Os novos sistemas de hardware chamados controladores programáveis para automação (PAC) podem ser integrados facilmente com CLPs para adicionar mais funcionalidades avançadas em máquinas industriais e melhorar a eficiência, tornando os PACs uma solução adicional ideal para sistemas baseados em CLPs*

Engenheiros e cientistas têm utilizado os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) por décadas nos mais diversos sistemas de automação, e irão continuar utilizando-os no futuro próximo. Os CLPs são construídos para aplicações de controle discreto; eles são ferramentas úteis e dominantes para aplicações industriais, mas como máquinas industriais e as fábricas aumentam a complexidade, é difícil, senão impossível, fazer tudo com CLPs atualmente.

Os sistemas de automação de hoje vão além das potencialidades dos CLPs, deixando engenheiros no segmento de máquinas industriais com a necessidade de integrar E/S mais avançadas, processamento e controle em seus sistemas de automação.

## Melhorando a Eficiência das Máquinas

A Sistemas Integrados Industriais ($I^2S$), uma marca pertencente a U. S. que, por décadas, tem se especializado em produzir os mais modernos laminadores metálicos e sistemas de controle, oferece um excelente exemplo de como melhorar um sistema baseado em CLP.

A $I^2S$ tem utilizado CLPs por anos a fio para automatizar e controlar os laminadores produzidos. Já fazem alguns anos que, a empresa vem tentando atualizar o sistema de controle dos laminadores para melhorar a eficiência e a qualidade. A fim de atualizar os sistema e melhorar suas máquinas, a I2S precisava de uma solução que proporcionasse maior resolução nas entradas analógicas para realizar a interface com seus sensores gamma para medição de espessura, e também necessitava de processamentos de sinais avançados para obter o sinal analógico do sensor e converter em uma medição de espessura altamente precisa que os CLPs pudessem empregar no *loop* de controle dos laminadores.

Para economizar tempo e dinheiro, a $I^2S$ primeiramente tentou implementar as medições e os processamentos dos sinais analógicos em um sistema baseado em CLP já existente. Quando os CLPs não proporcionaram a exatidão e os processamentos necessários para as E/S analógicas, ela escolheu o CompactRIO, da National Instruments, um sistema PAC reconfigurável e embarcado.

## Adicionando E/S e Processamento Avançado de Sinais em um Sistema com CLP já Existente

O CompactRIO da National Instruments possui um FPGA (matriz de portas lógicas reconfiguráveis) embarcado e um processador de tempo real que você pode programar com as funções do ambiente LabVIEW. Ele também possui mais de 30 módulos de E/S analógica e digital que contém condicionamento de sinais interno (incluindo filtro *anti-aliasing*, isolação, ADCs e DACs), temporização de alta velocidade (até 800 kHz para E/S analógicas e até 30 MHz para E/S digitais), e alta resolução (ADCs de até 24 bits) para conexão com qualquer sensor e atuador industrial.

Observe a **figura 1**.

A $I^2S$ conectou os módulos de entrada analógica do CompactRIO aos sensores de espessura para proporcionar a temporização de alta velocidade e resolução necessária para obter as medições com a exatidão requerida. Devido a cada módulo de E/S estar conectado diretamente ao FPGA, os engenheiros da $I^2S$ podem facilmente customizar as taxas das E/S analógicas do CompactRIO utilizando o LabVIEW FPGA.

Após adquirir os dados analógicos dos sensores gamma, o processador de tempo real do CompactRIO utiliza as funções nativas de ponto flutuante do LabVIEW Real-Time para converter os dados dos sensores

para uma medição de espessura de grande exatidão. O CompactRIO desempenha todas as tarefas de E/S e processamento dos sinais no FPGA e no processador de tempo real, e transmite estas medições de alta exatidão para um CLP sem reduzir as taxas de loop de controle já existentes nos CLPs.

## Integrando PACs em Sistemas CLPs já Existentes

Existem três métodos fundamentais para conectar os PACs às arquiteturas já existentes de CLPs:

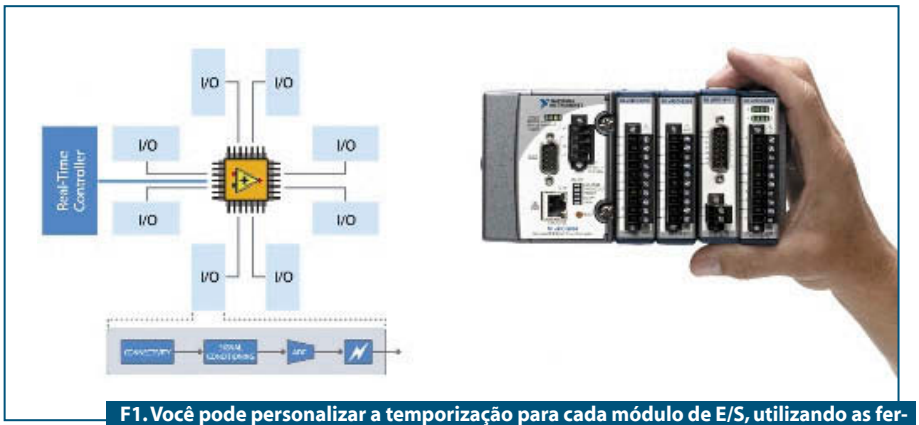
- **E/S analógicas e digitais básicas** – Dados analógicos e digitais podem ser enviados a partir do PAC para o CLP. É assim que a I2S transfere os dados processados do PAC CompactRIO para os CLPs que executam o loop de controle dos laminadores.
- **Redes industriais** – A maioria dos produtos PAC suportam protocolos industriais como DeviceNet, Profibus e CANopen além de protocolos baseados em Ethernet como TCP/IP, UDP e Modbus TCP/IP. A I2S utiliza protocolos baseados em Ethernet para transferir dados entre os PACs CompactRIO e para realizar a interface entre os PACs e os CLPs conectados em rede com a IHM.
- **Conectividade OPC** – PACs podem também atuar como clientes ou servidores OPC (OLE for process control), enviar e receber dados de redes com CLPs e outros PACs utilizando tags OPC. O padrão OPC proporciona um conjunto genérico de rotinas que proveem sistemas de automação de diferentes fabricantes para facilmente realizar a interface entre estes.

Na I²S, cada laminador contém 3 sistemas CompactRIO conectados em rede. Dois sistemas CompactRIO conectados aos sensores gamma desempenham as medições analógicas e o avançado processamento dos sinais para calcular a medição de espessura com alta exatidão. O terceiro sistema CompactRIO obtém as medições de espessura dos outros dois sistemas e desempenha uma saída analógica para os CLPs que controlam os laminadores.

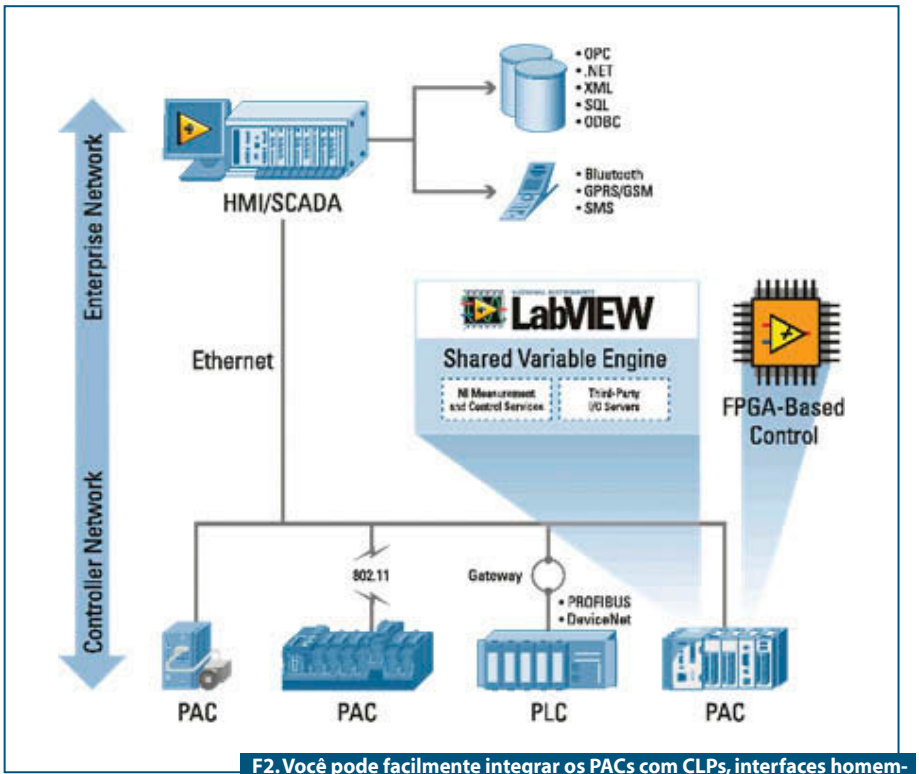
O dado processado é transmitido entre os sistemas CompactRIO conectados em rede via Ethernet com menos de 20 milissegundos de intervalo. A aquisição, processamento e transmissão das medições do CompactRIO acontecem com velocidade suficiente para inserir medições de espessura de alta exatidão no loop de controle do CLP sem reduzir a velocidade deste loop de controle. Utilizando sistemas CompactRIO baseados em LAN com porta Ethernet 10/100Mpbs, a I2S pode facilmente conectar os CLPs da Allen-Bradley e o sistema IHM através de um protocolo padrão TCP/IP.

## Conclusão

Engenheiros e cientistas continuarão a utilizar CLPs para aplicações de automação nos próximos anos, mas com o avanço das máquinas e a necessidade de aumentar a eficiência do sistema de automação, os CLPs frequentemente não poderão fazer tudo sozinhos. A tecnologia dos PACs proporciona um ótimo complemento para os CLPs e adicionam E/S de alto desempenho e processamentos que os CLPs tradicionais não podem proporcionar. Com a variedade de métodos disponíveis para conectar os PACs em arquiteturas com CLPs já existentes, os engenheiros agora podem facilmente dinamizar seus sistemas de automação baseados em CLPs.




F1. Você pode personalizar a temporização para cada módulo de E/S, utilizando as ferramentas do NI LabVIEW e o FPGA contido no CompactRIO




F2. Você pode facilmente integrar os PACs com CLPs, interfaces homem-máquina (IHMs) e sistemas da rede corporativa.

# Novo Dispositivo de Proteção contra Sobrecorrente para Baterias de Li-Íon

*Consiste numa solução de proteção das baterias, sendo compacta, resetável e robusta*

**Ty Bowman**
**tradução: Eutíquio Lopez**

A Tyco Electronics, líder global em soluções para proteção de circuitos, acaba de anunciar a introdução de uma tecnologia MHP (*Metal Hybrid PPTC*), útil em aplicações de baterias com descarga rápida especificadas para valores acima de 30 VCC/30 A, tais como ferramentas de potência (sem cordão), e-*bikes* e fontes de alimentação de apoio.

A tecnologia MHP utiliza uma nova proposta para a proteção de circuitos híbridos que combina um protetor bimetálico ligado em paralelo com um componente polimérico de coeficiente de temperatura positivo (PPTC). Essa solução integrada fornece proteção contra sobrecorrente *ressetável*, usando a baixa resistência do dispositivo PPTC para prevenir o faiscamento do bimetal em altas correntes e, ao mesmo tempo, aquecê-lo para mantê-lo aberto numa posição engatada.

Devido aos avanços alcançados com a tecnologia de Li-Íon, baterias mais potentes (de tamanhos menores e com pesos mais leves) podem agora substituir as chumbo-ácidas ou de Nicad, anteriormente empregadas nas aplicações de descarga rápida. Essa tendência resultou em um mercado que se expande velozmente, o qual, por sua vez gerou a necessidade de dispositivos de proteção de circuitos, robustos e econômicos, que ajudem a garantir a segurança da bateria dos produtos terminados.

No entanto, poucas soluções de proteção contemplam atualmente as aplicações com baterias de descarga rápida, e as tradicionais técnicas de proteção de circuitos tendem a resultar grandes, complexas e caras. Como resposta, a tecnologia MHP provê dispositivos mais baratos e que poupam espaço de placa, em lugar das soluções convencionais que são incapazes de fazer isso.

O MHP30-36, produto inicial de uma família planejada de dispositivos MHP, possui um "maximum rating" de 36 VCC/100 A e um "time-to-trip" inferior a 5,0 segundos (em 100 A, 25 °C). A corrente de manutenção do dispositivo é de 30 A, sendo que a sua resistência inicial é inferior a 2,0 mΩ.

Ele oferece excelentes características de supressão de arco comparado aos breakers-padrão, os quais devem limitar o nº de ciclos de chaveamento, uma vez que o centelhamento entre contatos pode danificá-los. E mais: também ajuda a reduzir a quantidade de FETs de descarga com seus respectivos dissipadores, que são necessários em aplicações contempladas com projetos de proteção de bateria tipo "CI mais FET".

"Disponível em um pequeno formato conveniente, o dispositivo consiste numa solução de proteção ressetável e robusta que oferece aos projetistas e fabricantes de baterias um método para otimizar o espaço, reduzir o custo, aumentar a segurança e ajudar a encontrar os requisitos de segurança das futuras baterias" afirmou Ty Bowman, gerente geral de Marketing de Baterias.

A tecnologia dos dispositivos MHP pode ser configurada para diversas aplicações, sendo que tipos para tensões mais elevadas (até 400 Vcc) e correntes de manutenção de 60 A são desenvolvidos normalmente. Futuras considerações de projeto abrangem proteção para conjuntos de baterias Li-Íon usados em *e-scooters* (patinetes elétricos) e *light electric vehicles* – LEVs, assim como em aplicações de potência standby ou até mesmo naquelas carentes de baterias ( a exemplo da proteção para motor elétrico).

Para obter maiores informações ou assistência técnica, favor acessar o endereço: **www.circuitprotection.com/MHP-Lauch**. E

*Tradução: Eutíquio Lopez*

# TSS: Software para sensoriamento de Toque Xtrinsic

O sensoriamento de toque ajuda no aumento da vida útil de um produto devido à eliminação do uso e desgaste mecânico associados com botões e teclas (interruptores). O *Xtrinsic Touch Sensor Software (SST) 2.0* transforma microcontroladores S08 de 8 bits da Freescale e, então, habilita MCUs V1 Cold Fire de 32 bits em sensores de toque, possibilitando aos projetistas flexibilidade na seleção (escolha) de mais de 650 micros Freescale de modo a acrescentarem funcionalidade de sensoriamento de toque econômica nos seus projetos de interface homem-máquina (IHM).

## Características

- Suporte API completo;
- Decodificadores configuráveis para interruptores rotativos, deslisantes etc;
- Mecanismos de autocalibração inteligentes;
- Algoritmos de rejeição de ruído, nova filtragem IIR;
- Novo teclado, funções de interrupção e captura de pinos e entradas pelo método avançado de toque TSS;
- Capacidade de habilitar/desabilitar chaves ou interruptores em " runtime";
- Coexistência com outros códigos de aplicação;
- Autorrepetição, tecla presa, "mão de gorila" e outras capacidades funcionais HMI típicas;
- Aplicação PC GUI para caracterização de eletrodos.

## Vantagens

- Solução via *chip* adicionada ao toque com a finalidade de reduzir o tamanho e custo total do sistema;
- Habilita mais de 650 microcontroladores Freescale de 32 bits como sensores de toque;
- Software livre com ferramentas de desenvolvimento baratas;
- Aumenta a confiabilidade pela eliminação do uso e desgaste mecânicos;
- Reduz tempo de *marketing* e custos de desenvolvimento;
- Aumenta o tempo de vida útil do produto.

## Produtos Relacionados

- MCF51JM: Microcontrolador USB V1 ColdFire de 32 bits;
- MPR121: Controlador Sensor de Toque Capacitivo;
- S08 JM: Microcontrolador USB de 8 bits;
- S08 LG: Microcontroladores LCD de 8 bits;
- S08LG16 e S08LG32. E



Parte 2

# E-Kart

*Uma associação que fazemos quando vemos ou ouvimos as palavras "veículos elétricos", diz respeito às várias dificuldades de engenharia que até há algum tempo eram imensas, tornando um veículo elétrico inviável. Não é o que ocorre atualmente, e este kit é a prova disto.*

**Luis Fernando F. Bernabe**

No seu início comercial foram lançados os veículos híbridos, que hoje são vendidos no mercado brasileiro quase como veículos comuns. E recentemente estão sendo vendidos os modelos 100% elétricos. Mas, o desafio maior é a comparação com os veículos atuais que utilizam combustíveis do mercado e a diferença de custos. A autonomia é um grande desafio tecnológico a ser vencido e, em breve teremos soluções melhores.

Mesmo assim, alguns modelos mais desenvolvidos de veículos elétricos são postos à venda como, por exemplo, o Nissan Leaf, causando um bom debate nos meios de comunicação específicos e em vídeos de acesso livre (procure no **www.youtube.com** as palavras Nissan Leaf, tem até *test drive*). Quanto a esse fato, como costumo dizer: "sem problemas", pois se os estudos e análises sobre novas tecnologias das baterias indicarem um novo conjunto de produtos químicos, o que seria modificado nestes veículos seriam as baterias e no máximo, os carregadores, a tecnologia de controle do motor e os motores já estão desenvolvidos em padrões muito elevados de tecnologia e qualidade de modo que haveriam poucas modificações nestes componentes.

No caso do sistema de controle de motores, o processador está integrado a um conjunto de memórias e os seus dados de configuração e até os programas instalados poderiam ser facilmente reprogramáveis (FLASH ou similar). Para proceder a substituição do módulo das baterias seria uma operação relativamente simples (mas não trivial) a ser feita nas concessionárias, seria tratada como um *recall*. Claro que temos que considerar os custos. Mas, o que quero dizer é que não temos mais que substituir um conjunto grande para atualizarmos o veículo. Num carro com motor mecânico, a sua substituição ou manutenção (vou "fazer o motor", retificá-lo, no caso) é muito onerosa e problemática. Já num veículo elétrico a substituição do motor é simplificada pelas suas próprias características (não possui exaustão de gases quentes nem escapamento, não possui um radiador a água, não possui um sistema de alimentação de combustível líquido, etc).

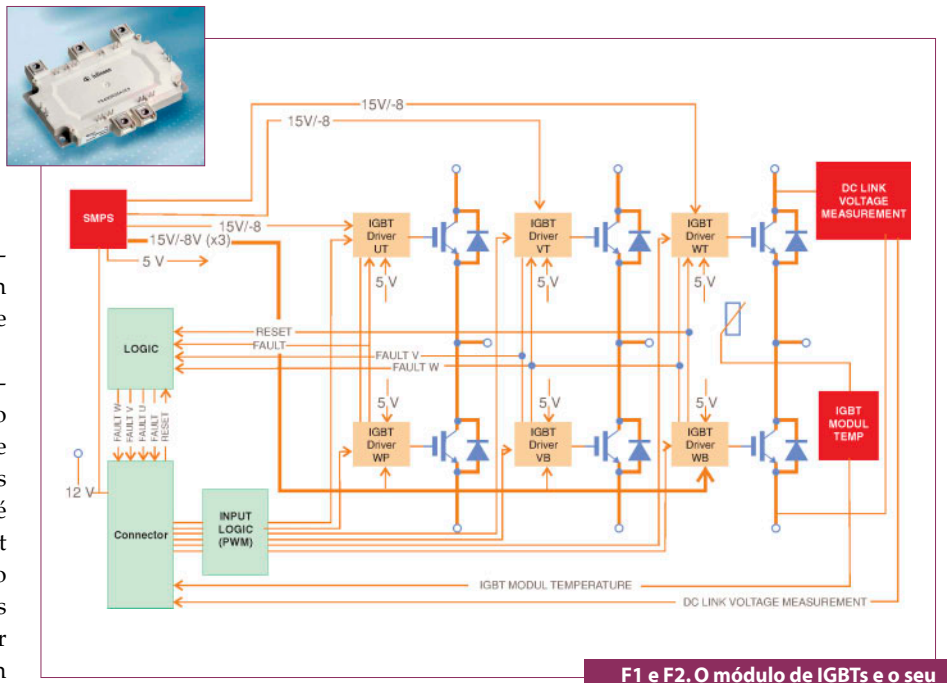
Sobre os microcontroladores do sistema de controle do motor de um veículo elétrico, não é surpresa esta reprogramação, lembramos que existem hoje várias modificações realizadas na memória das injeções eletrônicas que são reprogramadas no mecânico. E que a tendência é a "modularização" dos subconjuntos, o que facilita muito a montagem e a manutenção dos veículos. Cabe saber se o custo também se reduziria.

A filosofia do E-Kart é parte desta estratégia da indústria tanto no que diz respeito à engenharia quanto ao *marketing*, o *kit* existe pelo fato de haver mercado para os veículos elétricos, o custo cai e como a tecnologia é muito semelhante, ele foi criado para o kart mas, pode ser utilizado em qualquer tipo de acionamento de motores, como citamos antes, desde cadeiras de rodas com maior autonomia até próteses humanas com movimentos mais naturais.

Nesta grande estratégia de produção de veículos, no Brasil há até especulações sobre uma possível fábrica genuinamente brasileira que, através de uma *joint venture*, nacionalizaria modelos importados e, entre estes modelos, também se especula que alguns deles seriam elétricos. Quando comentamos sobre o amadurecimento do sistema de controle e dos motores elétricos, é porque sabemos que há uma significativa quantidade de fabricantes nacionais e estrangeiros, com produtos de alta qualidade, fabricados no Brasil e exportados para vários países atendendo a rigorosos testes, normas de segurança e inclusive com cadeia produtiva com tratamento de resíduos. Um desses é o nosso parceiro no kit do E-Kart, a **S.E.W. – Eurodrive** que forneceu os motores e seus acionamentos tanto para a montagem no chassi quanto para os ensaios iniciais em bancada.

Para os fabricantes, as dificuldades seriam as de projetar e construir motores específicos para suportar grandes vibrações durante longos períodos e ter um tempo maior de utilização em condições adversas de temperatura (-40°C a +125°C), além de possuir um baixíssimo índice de manutenção com custos reduzidos e menor volume e massa.

Sobre os motores, a **Revista Saber Eletrônica** e a **Mecatrônica Atual** já publicaram anteriormente artigos de controles de motores e suas aplicações (**Controle de Velocidade e Torque de Motores Trifásicos**, **www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/326**) mas há também, outros bons trabalhos disponibilizados gratuitamente por universidades reconhecidas, escritos por profissionais especializados, sobre ensaios e sua caracterização (**Identificação dos Parâmetros Elétricos de um Motor de Corrente Altenada,** www.bibl.ita.br/xiiencita/ELE-05.pdf). Inclusive com diagrama de blocos do Simulink para simulações do motor assíncrono do estudo realizado. Estes ensaios são importantes também para o levantamento de características e parâmetros dos motores desconhecidos, quer sejam CC ou CA, de qualquer tipo, sem placa ou de motores pequenos e grandes.



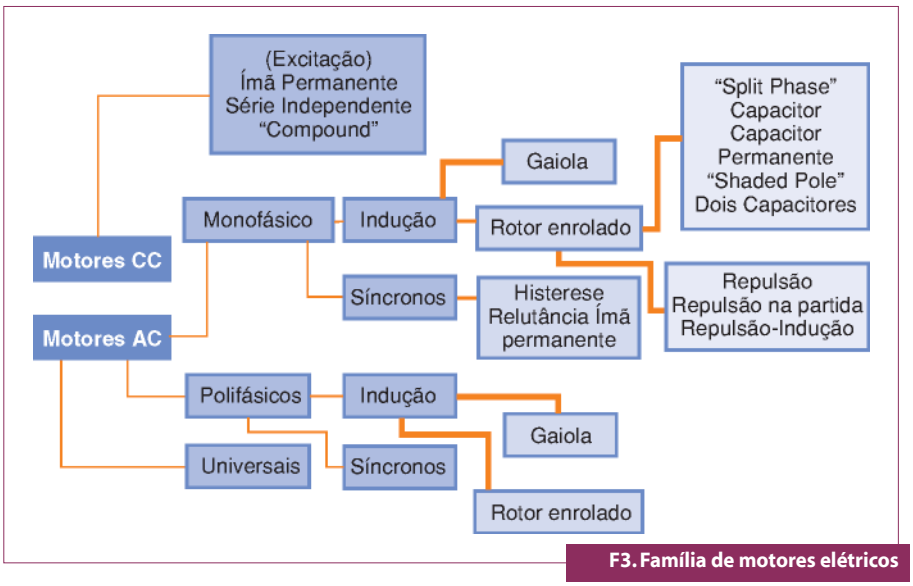

**F1 e F2. O módulo de IGBTs e o seu diagrama esquemático interno.**

O que teve que ser desenvolvido em um estágio de excelência foi a tecnologia de controle dos acionamentos e os componentes eletrônicos, principalmente os de potência. Neste ponto a **Infineon** é uma das maiores, senão a maior especialista em toda a linha de componentes eletrônicos para utilização em veículos híbridos e elétricos, desde o sistema de *airbags* (**www.infineon.com/cms/en/product/applications/automotive/safety/restraint_systems/airbag_basic.html**) até o de controle dos motores, com sistema híbrido ou 100% elétrico.

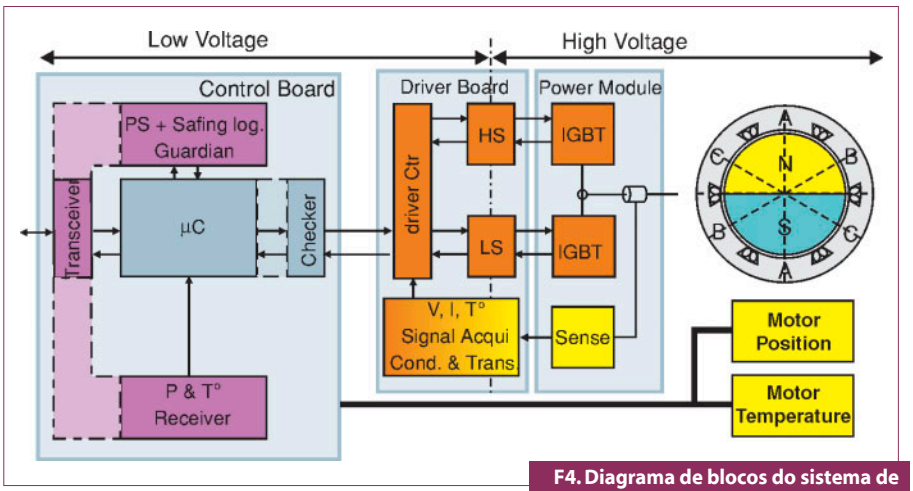
Interessante também é observarmos a evolução dos *drivers* de potência dos motores, em 1980 eram feitos exclusivamente pelos TRIACs, depois também pelos MOSFETs e mais recentemente incluíram os IGBTs (**IGBTs, www.gta.ufrj.br/grad/01_1/igtb/Pagina_IGBT.htm**), cada um destes componentes apresenta uma curva específica de trabalho e a melhor aplicação de utilização. A **Infineon** possui uma gama de módulos especiais para aplicações robustas, com certificação para aplicações automotivas, com diodos de proteção especiais com capacidade suficiente para suportar 50 mil surtos de tensão, pelo menos, conforme especificado no *datasheet*. Veja as **figuras 1 e 2**.

## Os motores elétricos

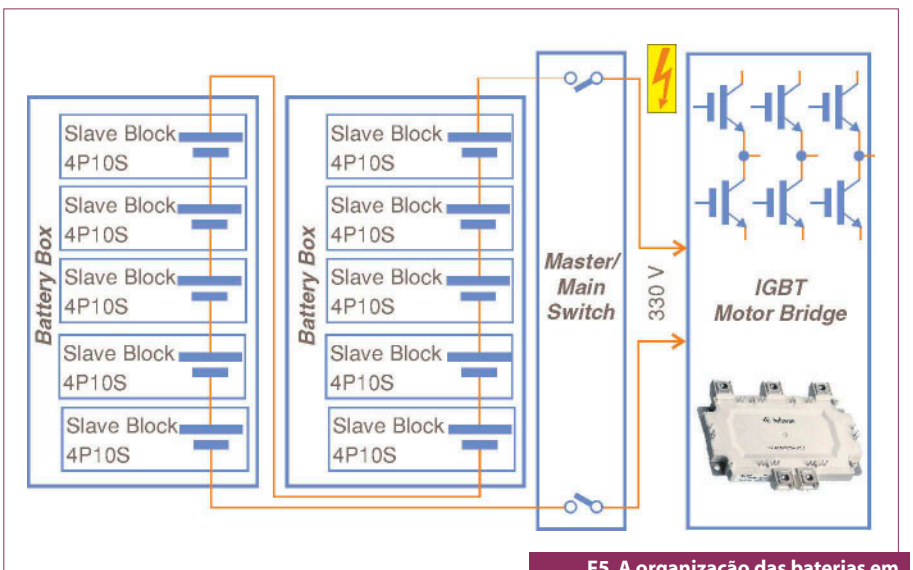
Em aplicações comuns, estáticas, temos muitas facilidades para escolher o melhor motor para uma dada necessidade. Num sistema móvel no qual o motor não é o responsável direto pelos movimentos já superamos vários desafios. Agora num Kart movido a eletricidade, as necessidades são bem mais diferenciadas, inclusive considerando o item emocional da variável "aceleração de 0 a 100 km/h" (!!!). No projeto do **E-Kart** temos laços de realimentação interessantes, queremos maior autonomia, maior velocidade final e taxas de aceleração grandes, mas todas estas variáveis dependem basicamente da massa das baterias, do "piloto" e dos motores, estes três itens concentram 70 a 80% de toda a massa do E-Kart e essa é a carga dos nossos motores.




**F3. Família de motores elétricos**




**F4. Diagrama de blocos do sistema de controle dos motores, o Hybrid Kit.**



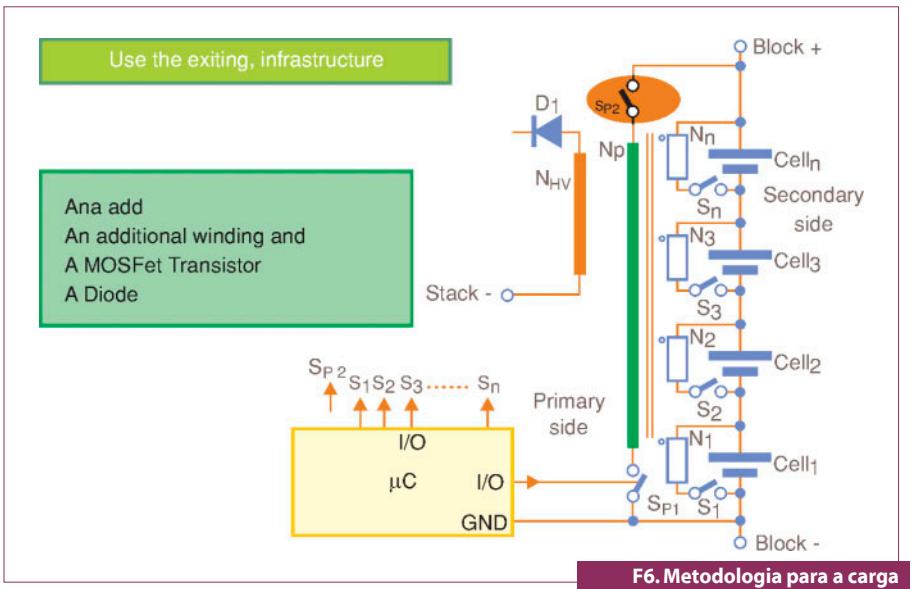

**F5. A organização das baterias em módulos, a conexão com o disjuntor e a ligação dos IGBTs**

Mas, como selecionamos um motor? Existem alguns modos de se cumprir esta tarefa, destaquei alguns textos de *sites* confiáveis da internet, um é o site da **FEEC** (Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da **UNICAMP)**, é um texto muito bom e bem didático de como se seleciona um motor para uma dada aplicação, mas como escreveu o autor, se trata de um roteiro simplificado, mesmo assim tenho certeza que será muito útil aos leitores (**Motores de Indução,** www.dsee.fee.unicamp.br/~sato/ET515/node67.html); um curioso e interessante é um manual da Prefeitura de São Paulo (!!!), (**Motores Elétricos de Alto Rendimento,** ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/gestaopublica/pmge/Motores_Eletricos.pdf) e um da Siemens (**Motores de Corrente Contínua, Guia Rápido para uma Especificação Precisa,** www.siemens.com.br/medias/FILES/2910_20060505141908.pdf), este último, mesmo sendo para motores em CC, é um bom material para estudo.

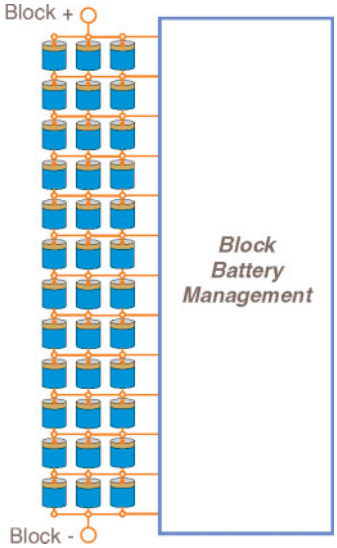
Sobre a família de motores elétricos e acionamentos de motores trifásicos, a própria Revista **Mecatrônica Atual** já publicou várias matérias interessantes sobre o assunto, como por exemplo: Motores Elétricos, (**www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/305**), Controle de Velocidade e Torque de Motores Trifásicos, (**www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/326**), Cálculo com Motores, (**www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/623**), Seleção de Controles de Motores (**www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/620**) e até Manutenção de Servomotores, (**www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/339**).

Nestes tempos de internet, para bom buscador, assunto não falta. Algum leitor já teve que comprar um datasheet? Não é da sua época? Quem bom !!!

Com certeza, escolhemos um motor em função de algumas de suas características iniciais necessárias à aplicação. No caso do nosso kit E-Kart lembramos DUAS funções primordiais dos seus motores, a primeira função é a motriz, a segunda é a de atuar como gerador, devido ao fato de que durante a desaceleração este kit possui uma infraestrutura eletrônica pronta para controle do K.E.R.S. (freio regenerativo), por esta características eliminamos uma boa parte do leque de opções possíveis. Segue, na **figura 3**, um mapa mais detalhado dos tipos de motores.




F6. Metodologia para a carga das baterias, análise da sua carga e o esquema de conexão.

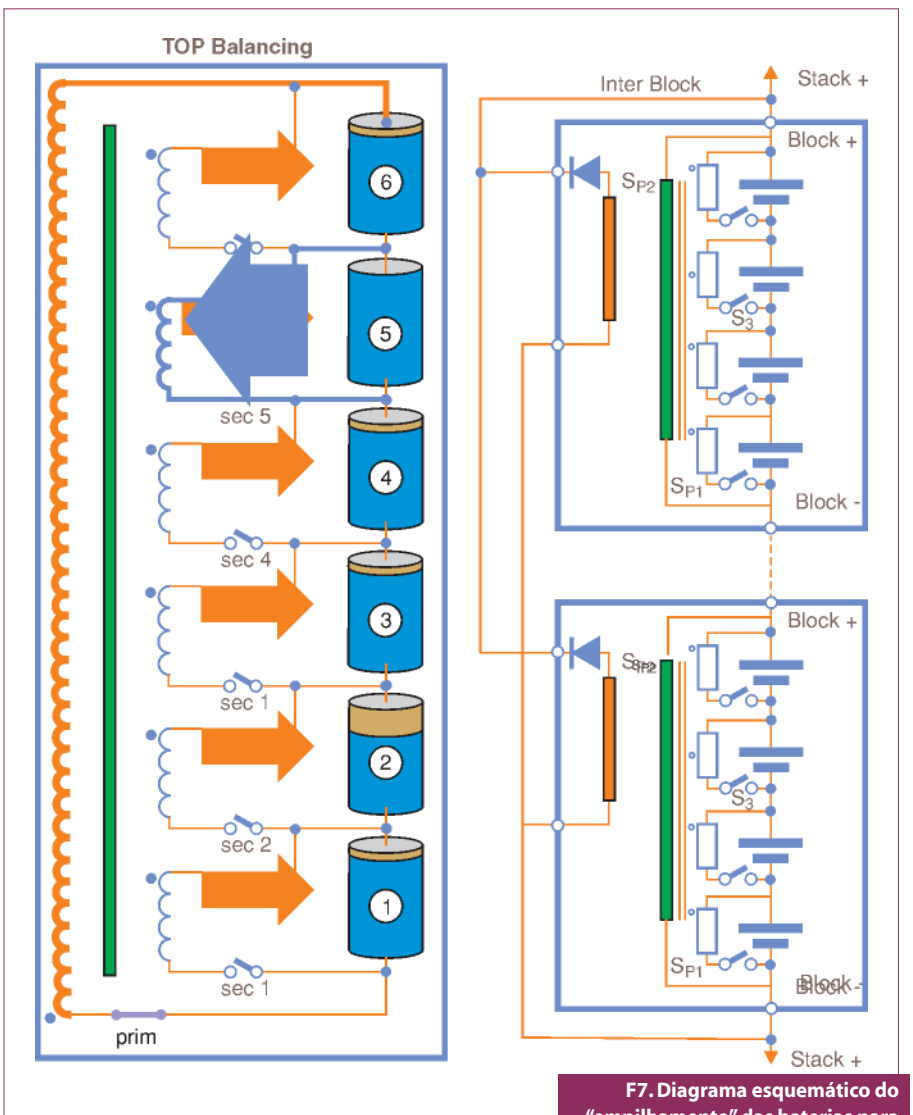



F8. Arranjo do gerenciador de carga das baterias.

Mas, continuando a lista das nossas necessidades dos motores para o kit, temos ainda características essenciais a serem observadas, como por exemplo: alto torque conjugado de partida com baixa corrente de consumo, velocidade constante com pouca dependência da carga e manutenção reduzida. Com estas necessidades todas, o nosso motor mais adequado é um motor síncrono trifásico sem escovas (*brushless*) . Este motor possui ainda a característica de massa reduzida, o que eleva o desempenho nas curvas e nas acelerações e para um rendimento otimizado utilizaremos um modelo com ímãs permanentes, seguindo os catálogos do fabricante. A S.E.W.- Eurodrive e a Infineon definiram que o modelo mais adequado seria o CFM90L/TF/RH1M/KK, que descreveremos na próxima edição.

Este tipo de motor ainda tem a vantagem de poder ter a sua partida programada pelo acionamento em partida **Assíncrona** até próximo de sua velocidade nominal e, depois, aplica-se uma tensão DC no enrolamento do rotor para sincronizar o rotor com o estator para um melhor rendimento, na faixa acima de 95% .

O **Hybrid Kit** da Infineon pode efetuar esta operação, pois possui vários canais de A/D que fazem a aquisição dos dados de tensão e corrente entre as fases e uma entrada para um sensor de velocidade (*resolver*, GMM e *encoder*). Podem ser gravados na sua memória algoritmos diferentes de acionamento, *setados* por portas I/O e no veículo, o fabricante pode ter vários modos de dirigir,




F7. Diagrama esquemático do "empilhamento" das baterias para a condição de carga e descarga.

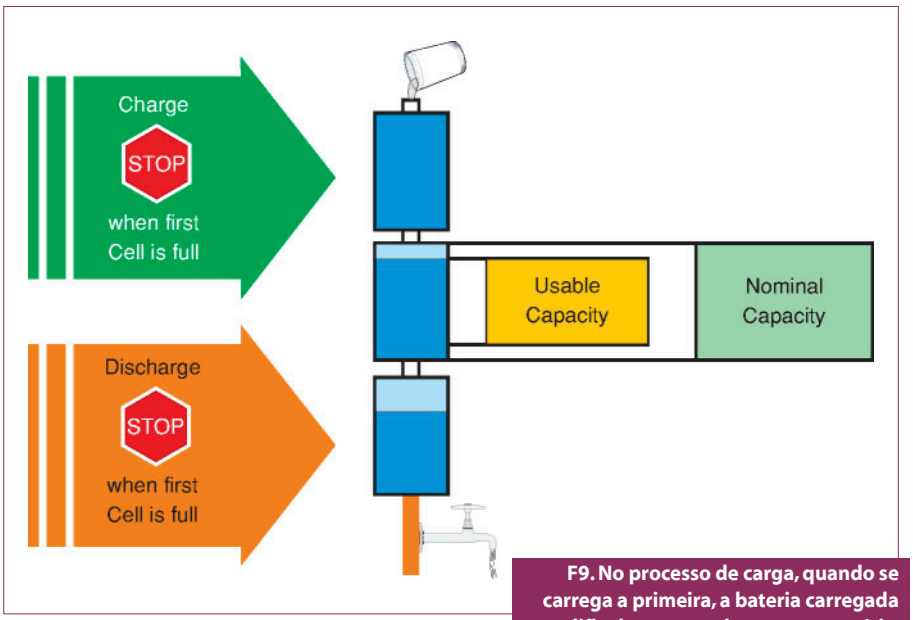
por exemplo: um modo normal, um com alta autonomia e um terceiro, o esportivo.

Apresentamos na **figura 4** o diagrama de blocos do E-Kart com mais alguns detalhes construtivos que vamos comentar.

Podemos observar no diagrama os blocos de controle dos IGBTs, os sensores de tensão, corrente e temperatura dos IGBTs que estão na interface de alta para baixa tensão.

Observamos também que no bloco do processador há um módulo para os sensores de temperatura e posição do motor. A interface CAN, as portas digitais e os controles externos são conectados no bloco Transceiver.

Sobre o **Hybrid Kit** da Infineon, teremos mais alguns capítulos dedicado ao assunto.




**F9. No processo de carga, quando se carrega a primeira, a bateria carregada dificulta a carga das outras em série.**

## O módulo de baterias, sua carga e descarga.

Só escrever sobre o módulo de baterias já seria um **livro** à parte. Para termos uma ideia, acredito que 95% dos profissionais de eletrônica nunca carregaram uma bateria deste modo.

Como vemos no diagrama da **figura 5**) as conexões dos módulos das baterias são comuns, e como observaremos na montagem no próximo número, os blocos físicos são muito mais reais.

A Infineon tem uma tecnologia muito especial para o carregamento e monitoração das baterias, com os principais componentes para o desenvolvimento de uma solução modular completa para estas funções.

A tecnologia utilizada é carregar as baterias em pequenos grupos em paralelo (!!!) por meio de um transformador especial com múltiplos secundários, um secundário para cada bateria. Isso impede que uma bateria tenha uma sobrecarga quando está carregando e também uma descarga profunda na célula mais enfraquecida, o que pode ocorrer pelo tempo de uso e/ou desgaste, devido ao fato de que não existem células totalmente iguais. Além disso, cada bateria possui um sistema de chaveamento que efetua as medições das cargas de cada bateria para ser analisada pelo A/D do microcontrolador do módulo de baterias. Estas informações são compartilhadas com o módulo do sistema de controle do motor para um melhor aproveitamento de energia. Observe a **figura 6**.

Nesta tecnologia de gerenciamento de energia das baterias, a Infineon projetou um sistema de carga e descarga das baterias excelente. Como você pode ver na **figura 7**, a função empilhamento (*stack*) feita através dos enrolamentos primários (retângulos em verde) distribui a carga nas duas situações, preservando as baterias e aumentando a sua durabilidade.

Para termos uma ideia de como o processo de gerenciamento da cargas das baterias é diferente e muito mais complexo, repare na **figura 8**. Os terminais **BLOCK +** e **–** são os terminais comuns de uma bateria qualquer, na figura não está mostrado, mas toda a energia de carga é administrada pelo gerenciador de carga, que faz esta função em grupos paralelos de baterias. O microcontrolador de 8 bits µC XC886, Infineon possui um programa específico e funções dedicadas para o gerenciamento, foi projetado com portas para carga de baterias com uma a três células em paralelo e até uma conexão série de 10 a 12 unidades, com tensões elevadas de até 50 V e cargas de até 40 Ah.

Mas, quais as razões para se ter um sistema tão complexo de carga e a sua medição num veículo elétrico? Resposta: o custo das baterias e o aumento de sua vida útil em condições pesadas de utilização. Observe a próxima **figura (9).** Numa carga comum as primeiras células carregadas dificultam muito a carga das últimas. Isso faz muito sentido se considerarmos a resistência interna das baterias, que aumenta quando estão no processo de carga.

Lembramos aqui algumas das dificuldades de se projetar, montar um protótipo e torná-lo um produto confiável. Dispositivo é uma coisa, produto é uma outra, e bem diferente.

O que está sendo feito com o veículo elétrico como um todo é a divulgação de grandes sucessos de engenharia e, se por acaso houver mudanças, elas serão contornáveis rapidamente.

Aqui, passo a passo, vamos conhecer tecnologias que são realistas e práticas, mas os fabricantes sabem muito bem disso, todo o cuidado é pouco, quando temos vidas humanas em risco e, que se forem aplicadas tecnologias novas em um equipamento de transporte submetido a normas rígidas de segurança, desenvolvendo velocidades altas em pista de rolamento, com uma massa em torno de 800 kg, com marcas de veículos e componentes a zelar, tudo fica mais complexo e um pouco mais caro no começo.

Como sempre, em nossos artigos, saliento que não esgotamos um assunto, vale muito a sua consulta aos *sites* indicados e a disposição de estudo e leitura atentas. Para você ter um ideia, a leitura complementar deste artigo tem mais de 80 páginas !!! E com certeza falta muita coisa.

Bem, até a parte 3 com o início das montagens dos motores, do kit e do chassi. Obrigado pela leitura, espero que continue apreciando. **E**

# Tranca Microcontroladora com Arne Basic 2K

*O controle de acesso em algumas área restritas já é algo bastante comum nos dias de hoje. Muitas são as informações que precisam ser devidamente protegidas. Que tal montar seu próprio sistema de controle de acesso baseado em uma senha eletrônica e de fácil instalação? É isto que veremos neste artigo*

**Márcio José Soares**

## A Proposta

Muitas trancas eletrônicas, comerciais ou mesmo outras já publicadas, são preparadas para "liberar" a abertura de uma porta qualquer através de uma senha secreta inserida por meio de um teclado. Caso a senha esteja correta, a liberação é feita, do contrário não. A tranca microcontrolada proposta neste artigo é em parte parecida com a maioria das outras que o leitor já deve ter visto por aí, mas com algumas diferenças. A principal está na parte "mecânica" utilizada nesta tranca que, ao invés de utilizar uma trava elétrica comercial, usa um pequeno servo para operar um "ferrolho" que pode ser feito pelo próprio leitor, ou ainda adquirido em lojas de material de construção. Desta forma, não será necessário realizar grandes alterações no batente da porta e/ou promover a troca da fechadura do local onde a tranca microcontrolada será instalada.

Veja, abaixo, as principais características técnicas da tranca proposta neste artigo:

- Uso do microcontrolador Arne Basic 2K;
- Teclado com 16 teclas (0 – 9, #, *, A – D);
- Senha com 4 dígitos;
- Sensor para indicar porta aberta ou fechada;
- Chave para abertura da porta pelo lado de dentro;
- LCD 16x2 para impressão de mensagens para o usuário
- *Backight* com controle independente, que acende temporariamente para entrada da senha e se apaga automaticamente quando nada é digitado em 30 segundos;
- *Buzzer* auxiliar para indicar tecla pressionada e outras operações;
- Uso de um servo para controle mecânico da trava (ferrolho);

## O Circuito

Na **figura 1** é possível ver o circuito da Tranca Microcontrolada. $CI_1$ é o microcontrolador *Embedded* Arne Basic 2K da *Arne Robotics*.

TEC1 é um teclado matricial com 16 teclas (4 colunas e 4 linhas) onde será inserida a senha de liberação. O circuito interno do teclado está demonstrado na **figura 2.**

$RS_1$ é uma chave tipo *reed-switch* (chave magnética) usada para indicar se a porta está ou não aberta. $R_5$ é um resistor de *pull-up* para o pino de I/O onde a chave foi ligada (necessário a este tipo de conexão).

A chave $S_1$ permite abrir a porta pelo lado de dentro, um vez que agora o sistema utiliza um ferrolho para travar a porta. Claro que com boa criatividade é possível implementar um ferrolho mecânico que viabilizaria a sua atuação dupla: manual ou através do circuito. Porém, o uso da chave facilitará e muito a operação. $R_{6,}$ no circuito,

também é um resistor de *pull-up* para o pino de I/O onde a chave está ligada.

Ligado ao *buzzer* $BZ_1$ está o transistor $Q_1$ (um NPN de uso geral) que serve como *drives* de potência para o microcontrolador. O LED2 é uma "alegoria" visual e opcional e sua função é piscar na mesma frequência usada para o toque do *buzzer*.

O LCD usado no circuito é do tipo serial da *Arne Robotics*. Este tipo de LCD permite uma grande "economia" de pinos de I/O porque para o seu controle é preciso apenas 1 pino de I/O, além de economizar também memória de programa (não é preciso incluir no programa partes para inicialização, controle e uso do LCD). O transistor $Q_2$ é do tipo MOSFET canal "N" e controla o *backlight* do LCD. O resistor $R_7$ é um resistor limitador de corrente para o *backlight* do LCD.

O sinal de controle para o servo está ligado de forma direta ao microcontrolador e sua alimentação é de 5 VDC, retirada da fonte de alimentação do circuito.

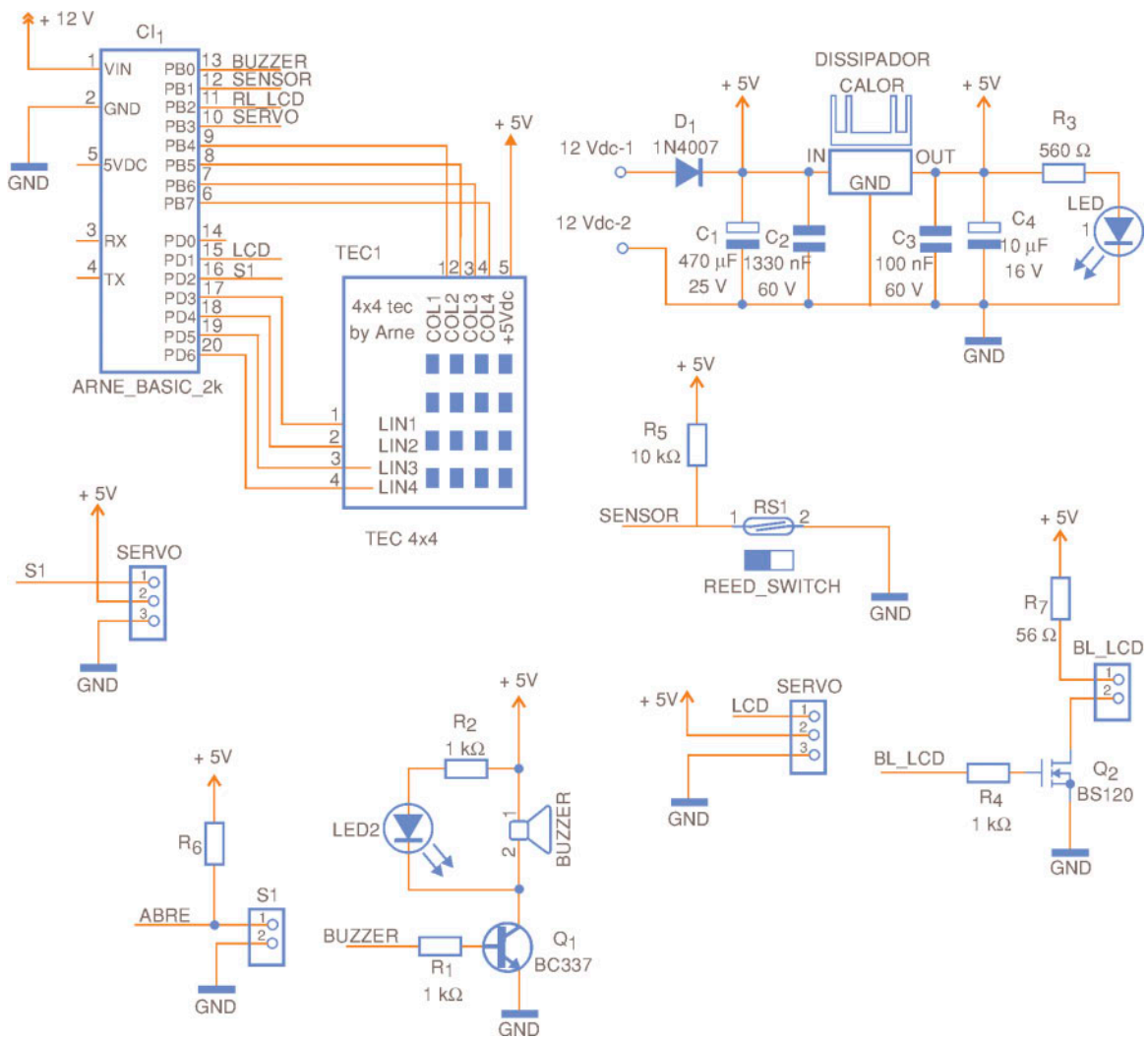
A fonte interna usada no circuito é do tipo regulada em 5 VDC / 1 A máximos e requer uma segunda fonte externa de 12 VDC / 1 A devidamente regulados.

Caso o leitor deseje, poderá acrescentar ao projeto o circuito ilustrado na **figura 3**, que permitirá o uso contínuo da tranca, mesmo com a falta de energia elétrica da rede pública. O resistor $R_X$ pode ter valores entre 10Ω e 100Ω, dependendo da corrente da bateria e o tempo de carga desejado. Sua dissipação deve ficar em torno de 15 W.

## Montagem

A **figura 4** mostra o *layout* do circuito impresso sugerido pelo autor para esta montagem. O leitor também poderá montar o protótipo usando uma matriz de contatos, ou ainda a placa AB2kK *Experience* da *Arne Robotics*. Uma simples matriz de contatos permitirá ao leitor experimentar este circuito antes da sua montagem definitiva. O uso de uma placa tipo padrão também é possível para a montagem definitiva. Mais uma vez, o critério por um ou outro tipo de montagem fica a escolha de cada um.

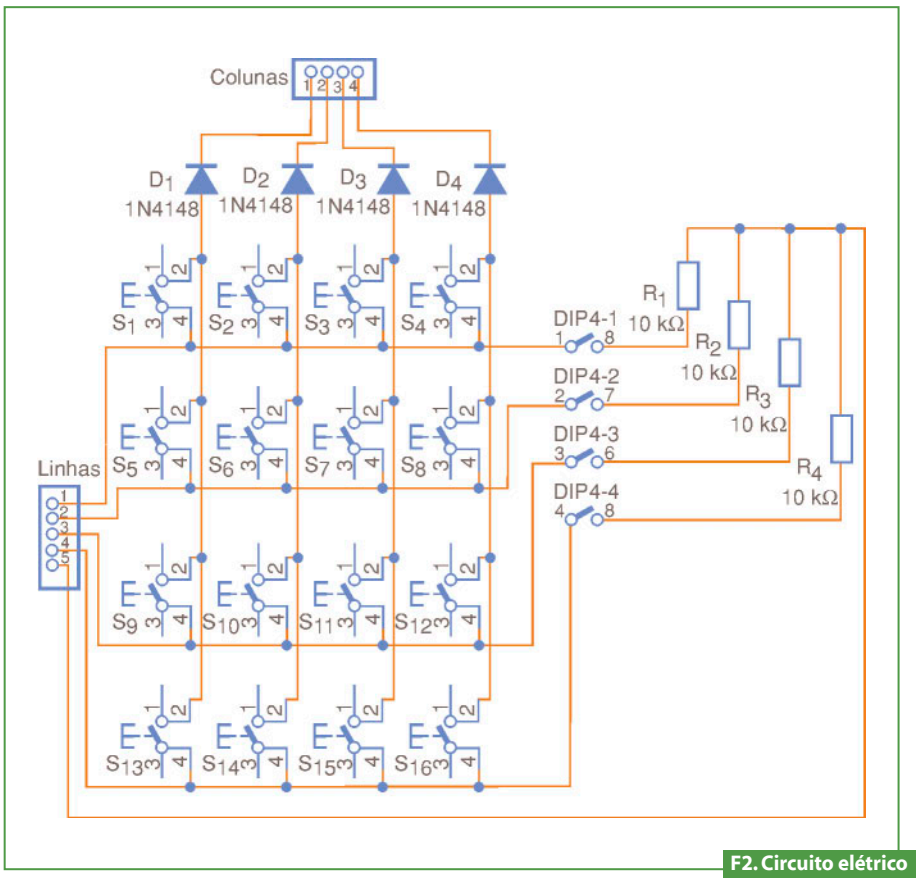
Use um suporte para o $CI_1$, evitando soldá-lo diretamente na placa. Tome cuidado para não soldar invertidos os componentes polarizados como diodos, LEDs, capacitores eletrolíticos e transis-



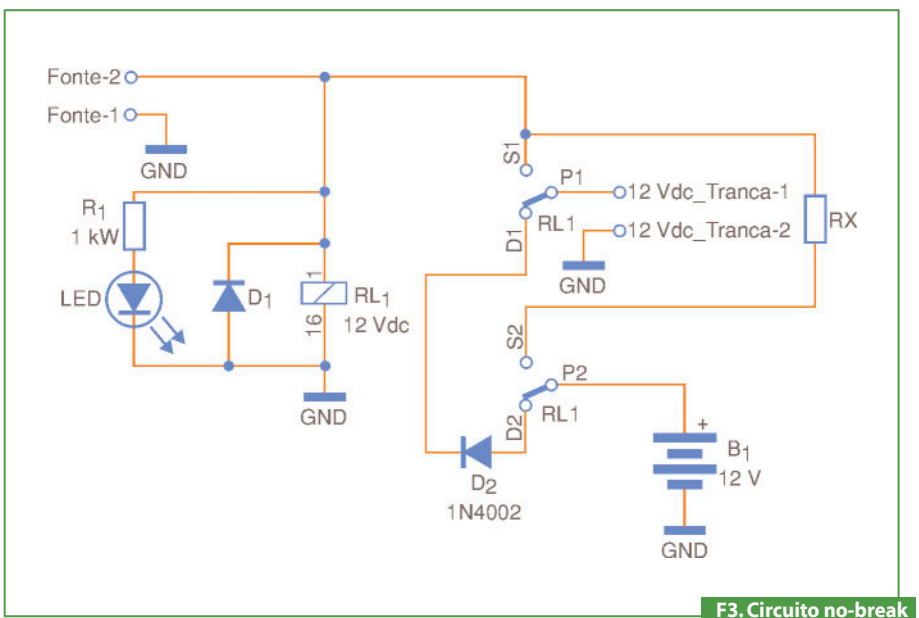

F1. Circuito elétrico

tores. Para o *buzzer* o leitor deverá utilizar um do tipo sem oscilador interno (emissor tipo piezoelétrico), muito comum no mercado especializado. Alguns *buzzers* possuem osciladores internos e estes não são recomendados para este projeto, pois não funcionarão corretamente.

Para o teclado o leitor poderá optar em construir um a partir de chaves tipo *push-buttons* normalmente abertas (NA) usando o circuito apresentado na figura 2, ou utilizar teclados de aparelhos fora de uso, desde que estes possuam 16 teclas. Um outro ponto importante é que a inversão das linhas ou colunas, seja linha por linha, coluna, por coluna ou ainda linha por coluna fará com que o circuito não funcione corretamente. Tenha muita atenção ao ligá-las ao circuito. Use um multímetro ou um testador de continuidade para fazer um "mapa" do teclado a ser utilizado, antes da montagem. A aquisição de um teclado, no comércio especializado, também é possível.




F2. Circuito elétrico do teclado




F3. Circuito no-break simplificado

Na **figura 2** o leitor pode ver como pode ser feito um pequeno ferrolho automatizado operado por um servo. Ele foi dividido em duas partes: uma será instalada no batente da porta e a outra na própria porta. As medidas foram propositalmente omitidas, pois estas irão variar de acordo com o tamanho do servo a ser utilizado e também com o tipo de porta/instalação. Cabe ao leitor interessado refazer o desenho aqui

CI2 requer um dissipador de calor para encapsulamento TO-220. $D_1$ é da família 1N400x e qualquer um da mesma servirá neste circuito.

O LED1 pode ser vermelho ou mesmo verde, e sua única função é indicar que o circuito está ligado. LEDs de outras cores, como azul ou mesmo branco, também são permitidos neste circuito, porém o leitor deverá recalcular um novo valor para $R_3$.

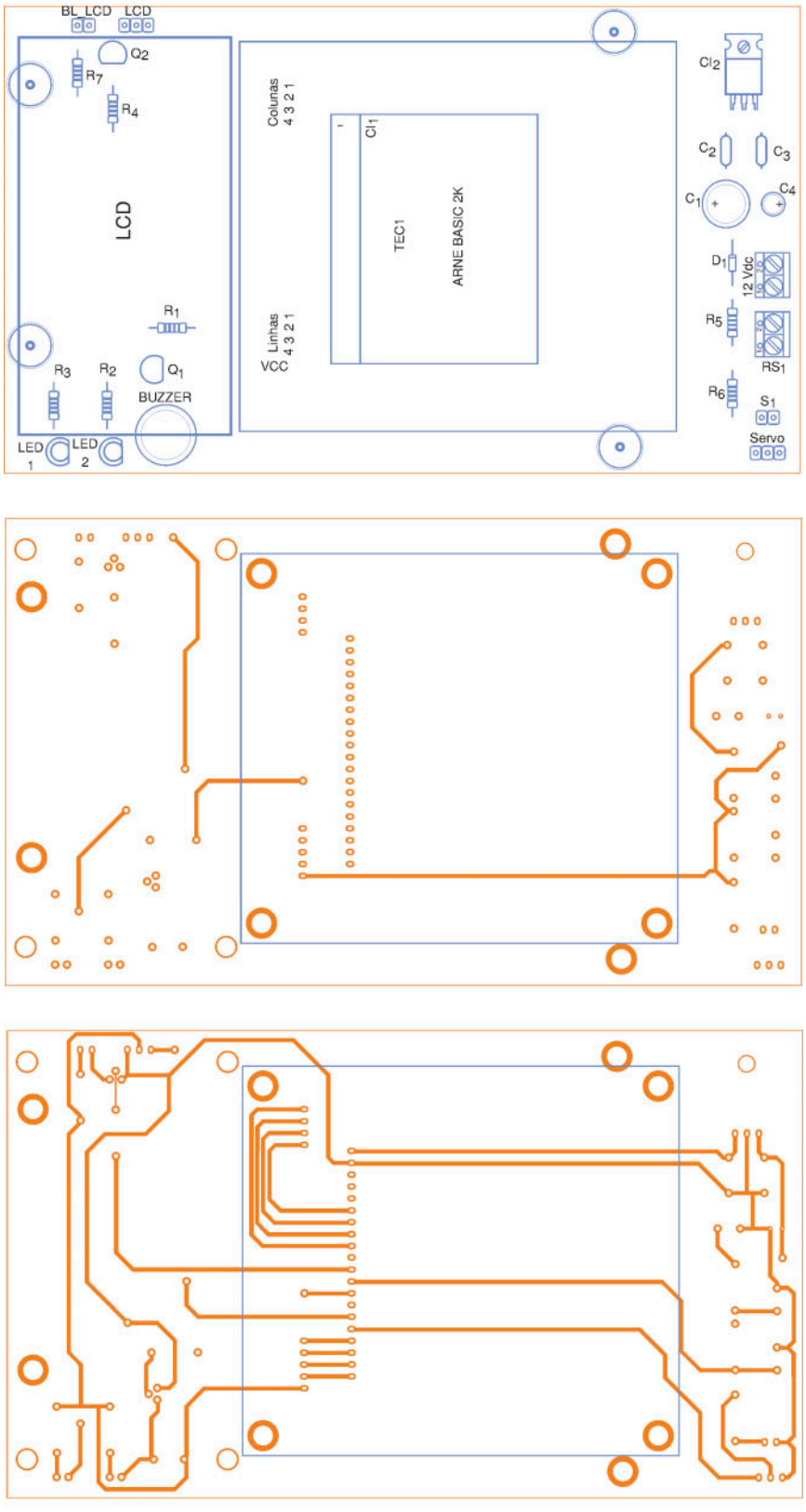
Para o LED2 recomenda-se o uso de um LED comum, vermelho ou ainda verde. Não utilizar outros tipos.

O transistor $Q_1$ é um BC337 (NPN). Porém o leitor poderá usar equivalentes como BC547 ou qualquer outro NPN de uso geral. O transistor $Q_2$ é do tipo MOSFET canal "N" e algum equivalente pode ser aplicado.

A chave $RS_1$ é do tipo *reed-switch* (chave magnética). Caso o leitor não possua a mesma em sua "caixa de componentes", ou ainda não consiga encontrá-la em sua região, poderá adaptar a mesma a partir de uma chave *push-button* normalmente aberta. Neste caso, quando a porta estiver fechada, a chave deverá ser mantida fechada (contatos ligados) e quando a porta estiver aberta, os contatos da chave deverão permanecer desligados.

A chave $S_1$ é do tipo *push-button* normalmente aberta. Recomenda-se que a mesma seja do tipo para instalação em painéis, preferencialmente pequena.

## Dica para Construção de um Ferrolho




F4. Layout do circuito impresso

demonstrado com as medidas necessárias, usando para isso as informações sobre servo e instalação.

## Programa

O programa está disponível na seção *downloads* no site da revista e também no *site* do autor. Ele foi desenvolvido com a Linguagem BASIC, utilizando o compilador BASCOM-AVR. O compilador, na versão demo pode ser obtido gratuitamente no *site* da empresa MCS *Electronics* (**www.mcselec.com**). A versão demo compilará tranquilamente o código disponibilizado e também poderá ser usada para fazer outros programas para o *Arne Basic 2k*, já que a mesma é *free* até 4 KB de programa. O funcionamento do programa está descrito no fluxograma da **figura 6.**

O programa inicia definindo as direções dos pinos de I/O, velocidade do canal serial, configura as interrupções que serão utilizadas (*servo* e *timer1*) e cria as variáveis. Logo a seguir, o LCD é configurado.

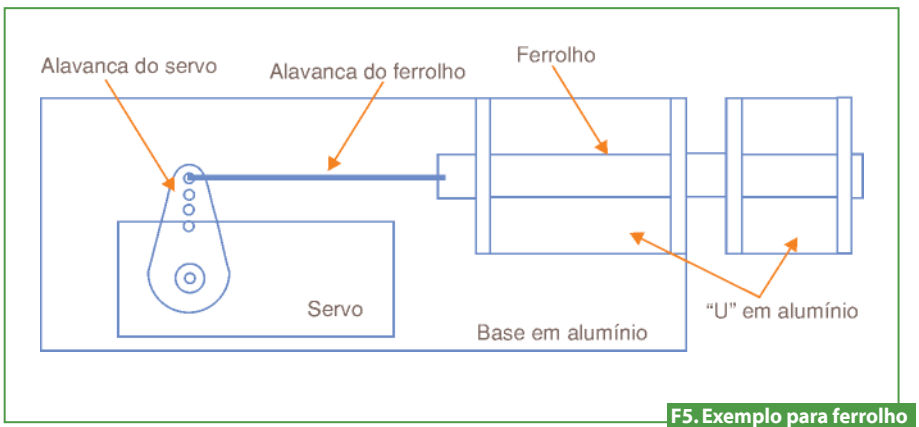
Um laço é então iniciado, sempre verificando se uma tecla foi pressionada e, em caso positivo, o *back-light* do LCD é ligado e o *buzzer* ativado para indicar que uma tecla foi pressionada. Neste momento o *timer1* inicia a contagem do tempo. Caso nenhuma tecla seja pressionada nos próximos 30 segundos o *back-light* do LCD será desligado para economizar energia. Quando 4 teclas forem pressionadas, o programa irá comparar as mesmas com a senha gravada internamente. Se esta for válida, o servo será posicionado de maneira a abrir a porta (liberação do ferrolho). O servo retornará ao seu ponto inicial quando a porta for aberta e novamente fechada (isso é detectado pelo sensor $RS_1$). A partir deste ponto uma nova sequência é esperada. Caso a senha esteja incorreta, o programa informará isso através do LCD e solicitará uma outra entrada. Se o usuário inserir três sequências erradas, o programa informará que três tentativas foram feitas sem sucesso e não permitirá uma nova entrada nos próximos 20 segundos (o que ajuda a "atrasar" uma tentativa de burlar o sistema).

## Teste e Uso

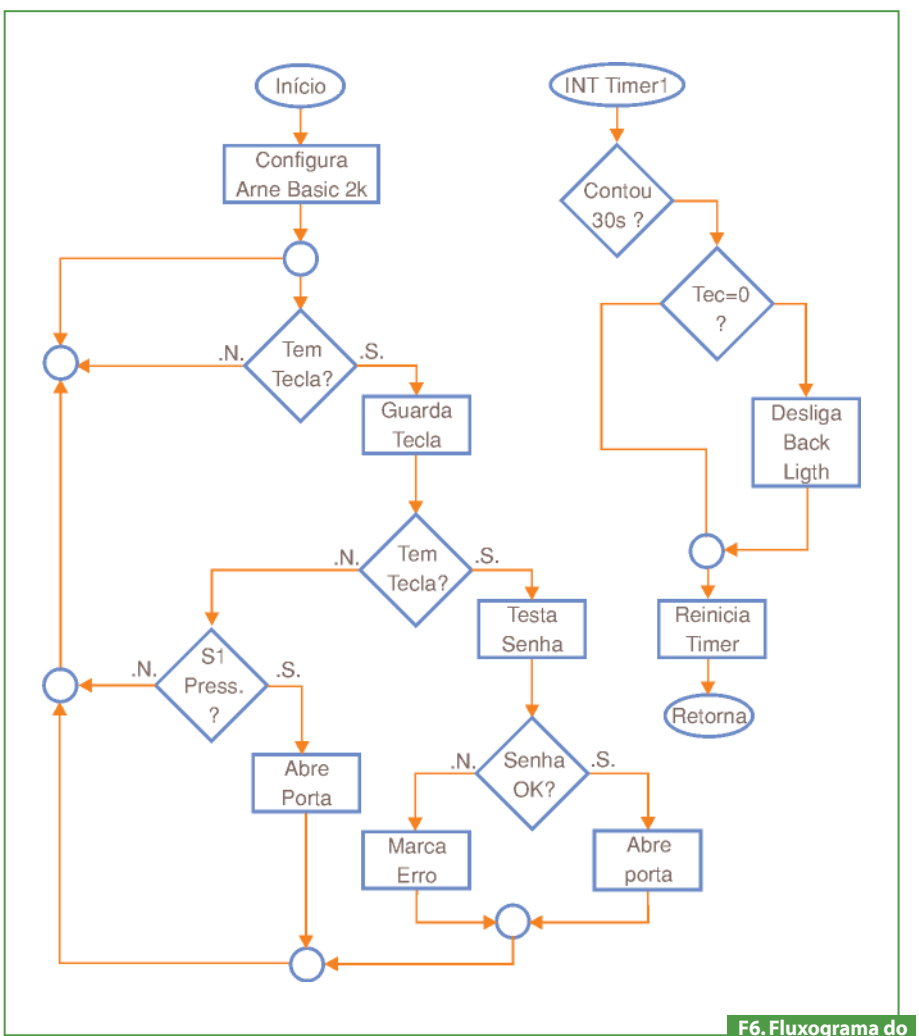
Para testar sua tranca, confira antes todas as ligações, evitando assim danificar qualquer componente acidentalmente. Abra o código-fonte fornecido no BAS-

COM (neste momento o leitor poderá alterar a senha interna personalizando assim a sua tranca) e grave o microcontrolador.

Insira o microcontrolador no circuito e ligue-o. O sensor $RS_1$ deverá estar fechado neste momento. Neste instante, o LED da fonte deverá acender e o servo deverá se posicionar de maneira a manter o "ferrolho" fechado. Do contrário, troque o lado da alavanca de controle do ferrolho para o outro lado da alavanca do servo. Comece teclando sua senha para verificar a habilitação do *buzzer* a cada tecla pressionada e também para confirmar se o *backlight* do seu LCD acende durante o tempo estipulado no programa. Após o teclar da senha, observe se o servo muda de posição, puxando o "ferrolho". Abra momentaneamente o sensor $RS_1$ e, em seguida, feche-o. O servo deverá voltar a posição inicial fechando o ferrolho. A chave $S_1$ permite abrir a porta por dentro. Pressione-a para confirmar seu funcionamento.




**F5. Exemplo para ferrolho "automatizado"**




**F6. Fluxograma do programa**

## Conclusão

Muitas poderão ser as aplicações para este circuito. A sua montagem pode ser feita visando desde uma instalação real em um ambiente conhecido pelo leitor, ou mesmo a sua apresentação em uma feira ou trabalho escolar. Certamente o leitor, ao chegar no final deste artigo, já deverá ter inúmeras ideias para a aplicação deste projeto. Pois então, mãos à obra e boa montagem!

### Lista de Materiais

**Semicondutores**
- **$CI_1$** – microcontrolador Arne Basic 2K (vide anúncio em nossas páginas)
- **$CI_2$** – 7805 - regulador de tensão 1A
- **$D_1$** – 1N4007 – diodo retificador
- **$Q_1$** – BC337 – transistor NPN de uso geral
- **$Q_2$** – BS170 – transistor MOSFET
- **LED1** – 5 mm de diâmetro, vermelho, difuso
- **LED2** – 5 mm de diâmetro, verde, difuso
- **LCD** – LCD serial 19200bps Arne Robotics

**Resistores (CR25 – 1/4 W - 1%)**
- **$R_1$, $R_2$** – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
- **$R_3$** – 560 Ω (verde, azul, marrom)
- **$R_4$** – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
- **$R_5$, $R_6$** – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
- **$R_7$** – 56 Ω (verde, azul, preto)

**Capacitores**
- **$C_1$** – 470 µF / 25 V – eletrolítico
- **$C_2$** – 330 nF / 60 V – poliéster
- **$C_3$** - 100 nF / 60 V – poliéster
- **$C_4$** – 10 µF / 16 V – eletrolítico

**Diversos**
- **$RS_1$** – Chave *reed-switch*
- **$S_1$** – chave *push-button* NA
- **TEC4x4** – teclado matricial 16 teclas (vide texto)
- **SERVO** – servo *standart* ou micro
- **BUZZER** – *buzzer* sem oscilador interno (cápsula piezoelétrica)

Placa de circuito impresso, fios para conexão, parafusos de fixação, ferrolho (veja texto), dissipador de calor, suporte para CI encapsulamento SIL20, material para *no-break* (consulte figura) etc.

# 10 Circuitos Práticos

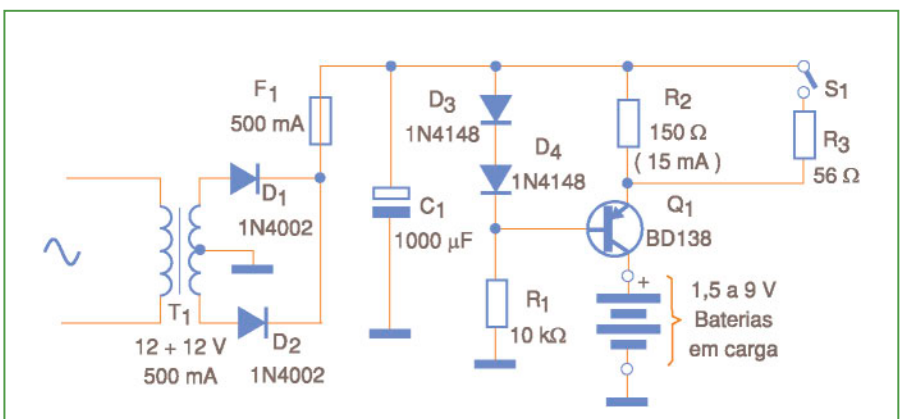
*Um dos grandes problemas enfrentados pelos desenvolvedores de novos projetos é encontrar os circuitos que eles precisam justamente para uma determinada aplicação. Esse é um problema nosso também: adivinhar exatamente o que o leitor necessita. Muitos podem alegar: Ora, mas esse circuito eu já conheço!", quando ele é exatamente o que um outro leitor (que não o conhece) está precisando. Ninguém nasce com todas as configurações possíveis na cabeça, e sempre é bom lembrar que ao lado daqueles que colecionam circuitos, existem outros que não têm onde consultar quando precisam de algo novo. Assim, em lugar de darmos circuitos de tipos específicos como fontes, amplificadores, osciladores, etc., pensamos que a possibilidade maior de acertarmos no que alguns leitores procuram, está justamente na variedade de aplicações. Dessa forma pretendemos satisfazer àqueles que já têm um grande acervo de circuitos e aos novos, pois os leitores da Revista Saber Eletrônica pertencem a todas as categorias de profissionais*

**Newton C. Braga**

## Carregador de baterias de NICAD

Um carregador de baterias nada mais é do que uma fonte de corrente constante ligada em série com a bateria que se deseja carregar. As pequenas baterias de Nicad possuem correntes de carga de 15 mA a 45 mA, dependendo do tamanho e tipo. Na maioria delas, as indicações da corrente de carga e tempo são gravadas no próprio invólucro. O circuito apresentado na **figura 1** é uma fonte de corrente constante que serve justamente para esta finalidade. A regulagem da corrente depende do resistor em série com o transistor que, no caso, tem dois valores comutados por uma chave, resultando em correntes de 15 e 45 mA, aproximadamente.

Será interessante medir a corrente depois que o projeto for montado, fazendo




**F1. Fonte de corrente constante.**

as devidas alterações desses componentes para se chegar mais perto da corrente ideal, compensando as tolerâncias.

O transistor deve ser dotado de um radiador de calor e o transformador tem enrolamento primário de acordo com a rede de energia e secundário de 12 V com correntes entre 500 e 800 mA. O circuito funcionará com a maioria das pilhas de Nicad de 1,5 V e baterias de 9 V existentes no comércio, as quais podem substituir com vantagens pilhas comuns. Até 6 pilhas iguais podem ser carregadas ao mesmo tempo, bastando que sejam ligadas em série.

Com a alteração dos valores de $R_2$ e $R_3$ e mesmo a troca de $Q_1$ por um transistor de maior corrente como o TIP32, o circuito poderá, ser adaptado para carregar baterias de uso industrial ou em instrumentação.

## Monitor de estado para bateria chumbo-ácida

As baterias Chumbo-Ácidas são usadas como fonte alternativa de energia ou mesmo fonte principal em muitos equipamentos de uso industrial e outras aplicações. A monitoria do estado de uma bateria desse tipo pode ser feita com a ajuda de um circuito simples que faz uso de LEDs, similar ao mostrado na **figura 2**.

Nele, os quatro comparadores de tensão de um circuito integrado LM339 são configurados de modo a ativar uma escala de 4 LEDs em quatro tensões diferentes, determinadas pelo ajuste do *trimpot*.

Os pontos de disparo de cada comparador são determinados por um diodo zener de referência. Com uma tensão de 12,7 V (ou mais) no circuito os quatro LEDs estão acesos, indicando bateria carregada. Os passos de acionamento do circuito são de aproximadamente 0,3 V, o que significa que, com menos de 11,7 V, os quatro LEDs estarão apagados. Os valores dos resistores da escala de referência podem ser alterados para modificar essa escala. Por exemplo, resistores de 470 ohms resultarão em passos de aproximadamente 600 mV.

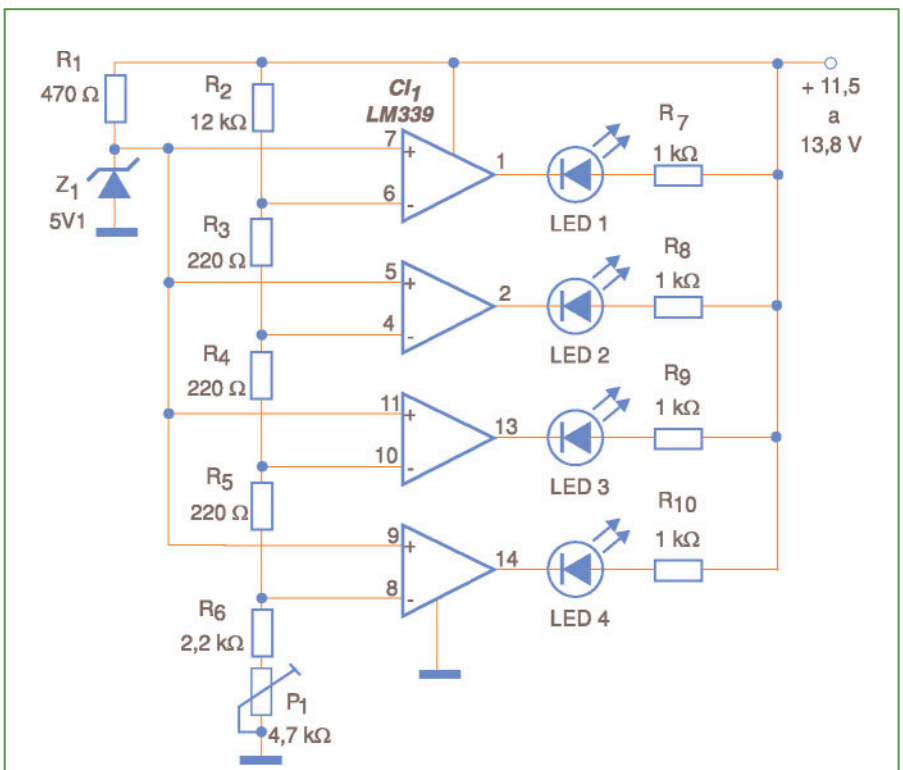
O único ajuste do circuito é em $P_1$ para que os 4 LEDs acendam quando a tensão aplicada ao circuito for de 12,7 V.

## Detector sísmico e de vibrações

O circuito ilustrado na **figura 3** pode ser usado para detectar terremotos ou vibrações de fundações e do próprio solo durante o funcionamento de máquinas e equipamentos industriais pesados. Uma aplicação importante seria na avaliação do grau de vibrações transmitidas por máquinas desajustadas ou mal fixadas que poderiam causar danos a longo prazo na estrutura dos prédios em que elas funcionam.

O sensor deste circuito é uma cerâmica piezoelétrica retirada de um acendedor de fogão a gás. Essa cerâmica deve ser posicionada de tal forma que vibrações no sentido vertical a acionem, e sobre ela deve ser colocado um peso que atuará como massa de pressão gerando o sinal para o circuito.

O amplificador operacional de altíssimo ganho bem como os componentes que o polarizam, devem ser montados em caixa blindada para se evitar a captação de




**F2. Circuito de monitoramento do estado da bateria.**

### Lista de Materiais (Carregador)

**Semicondutores:**
- **$Q_1$** – BD138 – transistor PNP de média potência
- **$D_1$ e $D_2$** – 1N4002 ou equivalentes – diodos retificadores
- **$D_3$ e $D_4$** – 1N4148 – diodos de uso geral

**Resistores:**
- **$R_1$** – 10 k ohms x 1/8 W
- **$R_2$** – 150 ohms x 1 W
- **$R_3$** – 56 ohms x 1 W

**Capacitor:**
- **$C_1$** – 1 000 µF x 25 V - eletrolítico

**Diversos:**
- **$T_1$** – Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 V + 12 V x 500 mA
- **$F_1$** – 500 mA – fusível
- **$S_1$** – Chave de 1 pólo x 2 posições

Placa de circuito impresso, fios, radiador de calor para o transistor, solda, cabo de força etc.

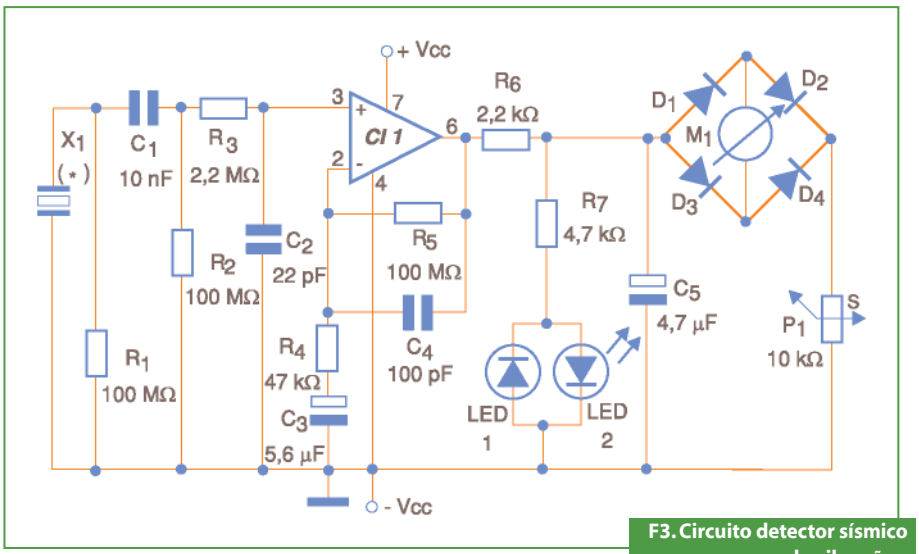
### Lista de Materiais (Monitor)

**Semicondutores:**
- **$CI_1$** – LM339 – circuito integrado
- **$Z_1$** – 5,1 V x 400 mW – diodo zener
- **LED1 a LED4** – LEDs comuns

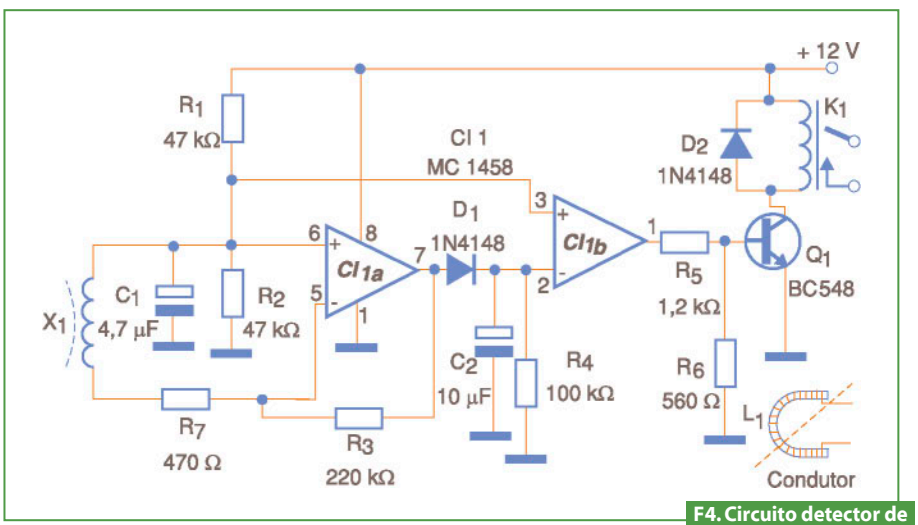
**Resistores: (1/8W, 5%)**
- **$R_1$** – 470 ohms
- **$R_2$** – 12 k ohms
- **$R_3$, $R_4$, $R_5$** – 220 ohms
- **$R_6$** – 2,2 k ohms
- **$R_7$, $R_8$, $R_9$, $R_{10}$** – 1 k ohms
- **$P_1$** – 4,7 k ohms - *trimpot*

**Diversos:**

Placa de circuito impresso, fios, solda etc




F3. Circuito detector sísmico e de vibrações.




F4. Circuito detector de corrente alternada.

ruídos, uma vez que o circuito é extremamente sensível. O ganho é dado por um resistor de 100 M ohms na realimentação, e o capacitor neste mesmo circuito em série com o resistor ligado ao pino (-) do operacional determina sua resposta de freqüência para a faixa muito baixa (infra-sons), na qual está concentrada a maior parte dos sinais que devem ser detectados.

O instrumento é um microamperímetro comum de 1 ou 2 mA de fundo de escala. Para um melhor desempenho, os diodos ligados na ponta que aciona este instrumento devem ter baixa tensão de condução, como os tipos de germânio. Se for possível, diodos *schottky* serão melhores ainda. O circuito possui ainda dois LEDs indicadores, e sua alimentação deve ser feita com uma fonte simétrica.

Temos também a possibilidade de aplicar os sinais detectados a um registrador externo, inclusive um conversor analógico-digital (ADC) para seu registro num computador. O consumo do circuito é baixo, podendo sua alimentação ser feita com pilhas ou bateria.

Amplificadores operacionais equivalentes como o CA3140 podem ser experimentados neste circuito.

## Detector de corrente alternada

O circuito exibido na **figura 4** pode detectar a circulação de correntes alternadas em instalações elétricas a partir de valores tão baixos quanto uns 300 mA, sem a necessidade de contato.

### Lista de Materiais (Detector)

**Semicondutores:**
- **CI$_1$** – OPA124P – amplificador operacional
- **D$_1$ a D$_4$** – 1N34 ou diodos Schottky
- **LED1, LED2** – LEDs vermelhos comuns (opcionais)

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- **R$_1$, R$_2$** – 100 M ohms
- **R$_3$** – 2,2 M ohms
- **R$_4$** – 47 k ohms
- **R$_5$** – 100 M ohms
- **R$_6$** – 2,2 k oms
- **R$_7$** -4,7 k ohms
- **P$_1$** - 10 k ohms – *trimpot*

**Capacitores:**
- **C$_1$** – 10 nF x 400 V – cerâmico
- **C$_2$** – 22 pF – cerâmico
- **C$_3$** – 5,6 µF – poliéster ou eletrolítico
- **C$_4$** – 100 pF – cerâmico
- **C$_5$** – 5,6 µF – poliéster ou eletrolítico

**Diversos:**
- **X$_1$** – Cerâmica piezoelétrica – ver texto
- **M$_1$** – 0-1 mA – indicador de bobina móvel

Placa de circuito impresso, fonte simétrica, fios, solda etc.

### Lista de Materiais (Detector CA)

**Semicondutores:**
- **CI$_1$** – MC1458 ou equivalente – duplo amplificador operacional
- **Q$_1$** – BC548 – transistor NPN de uso geral
- **D$_1$, D$_2$, D$_3$** – 1N4148 – diodos de uso geral

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- **R$_1$, R$_2$** – 47 k ohms
- **R$_3$** – 220 k ohms
- **R$_4$** – 100 k ohms
- **R$_5$** – 1,2 k ohms
- **R$_6$** – 560 ohms

**Capacitores:**
- **C$_1$** – 4,7 µF x 16 V – eletrolítico
- **C$_2$** – 10 µF x 16 V – eletrolítico

**Diversos:**
- **L$_1$** – Bobina captadora – ver texto
- **K$_1$** – Relé de acordo com a alimentação e bobina até 50 mA

Placa de circuito impresso, fios, solda, núcleo de ferrite etc.

A bobina captadora pode ter diversos formatos conforme o tipo de aplicação desejada. Uma possibilidade consiste em usar o enrolamento primário de um pequeno transformador de alimentação do qual tenha sido retirado o núcleo. Outra possibilidade, mostrada na mesma figura 4, é

confeccionar um "U" de material magnético não condutor (ferrite) e enrolar de 500 a 1000 espiras de fio esmaltado bem fino (28 ou mais fino). Neste caso, o fio condutor com o qual se deseja detectar a corrente.

O ganho do circuito é determinado por $R_3$, que pode ser aumentado em função da sensibilidade obtida com a bobina usada. O valor máximo recomendado para este componente está em torno de 2,2 M ohms.

Se for colocado um *trimpot* em lugar de $R_3$, pode-se ajustar com precisão o ponto de acionamento do circuito. O amplificador operacional MC1458 é um duplo operacional com características semelhantes ao 741. Dois CIs 741 poderão ser empregados em seu lugar.

A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 9 a 12 V e o relé utilizado depende dessa tensão. Tipos sensíveis com bobinas até 50 mA são os recomendados.

## Inversor para uso automotivo

O circuito inversor apresentado na **figura 5** fornece uma tensão da ordem de 110 V com forma de onda retangular com leve distorção que, de certo modo, a aproxima de uma forma senoidal e freqüência em torno de 60 Hz.

A potência é da ordem de 20 W, dependendo do rendimento do transformador usado, o que torna o circuito interessante na alimentação de dispositivos que não sejam sensíveis à forma de onda de entrada, tais como barbeadores, lâmpadas incandescentes, etc.

Os transistores de potência devem ser dotados de radiadores de calor. O transformador tem secundário de 12 V + 12 V com uma corrente de 3 A. Transformadores com correntes menores podem ser empregados, mas teremos uma potência menor de saída também.

O circuito integrado TTL oscilador deve ser alimentado com 5 V, tensão esta que é fornecida por um regulador 7805. Como apenas um CI é alimentado, não será necessário usar dissipador no regulador. As trilhas percorridas pelas correntes mais intensas devem ser mais largas.

Os transistores de potência 2N3055 devem ser montados em bons radiadores de calor, preferivelmente do lado externo da caixa que alojará o conjunto.

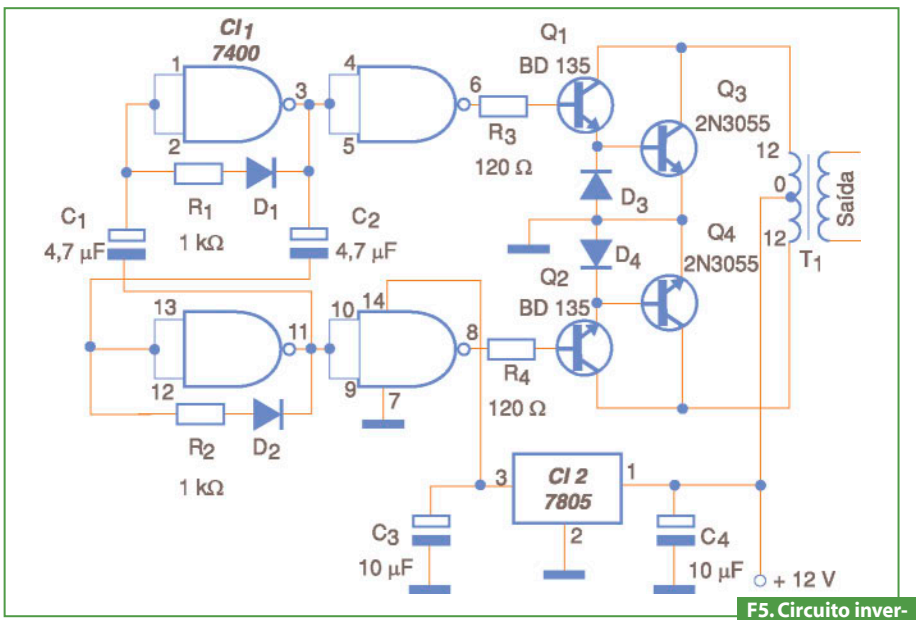
### Lista de Materiais (Inversor)

**Semicondutores:**
- **$CI_1$** – 7400 – circuito integrado TTL
- **$CI_2$** – 7805 – regulador de tensão de 5 V
- **$Q_1$, $Q_2$** – BD135 – transistores NPN de média potência
- **$Q_3$, $Q_4$** – 2N3055 – transistores NPN de potência
- **$D_1$, $D_2$** – 1N4148 – diodos de silício

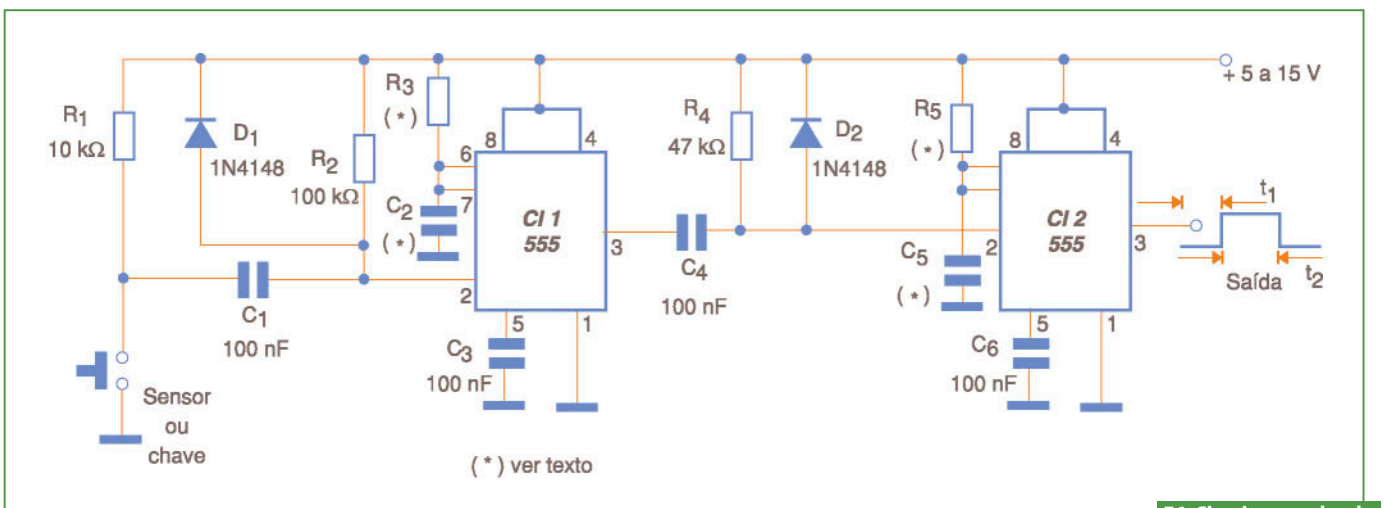
**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- **$R_1$, $R_2$** – 1 k ohms
- **$R_3$, $R_4$** – 120 ohms
- **$C_1$, $C_2$** – 4,7 µF x 12 V – eletrolíticos
- **$C_3$, $C_4$** – 10 µF x 16 V – eletrolíticos

**Diversos:**
- **$T_1$** – Transformador – ver texto

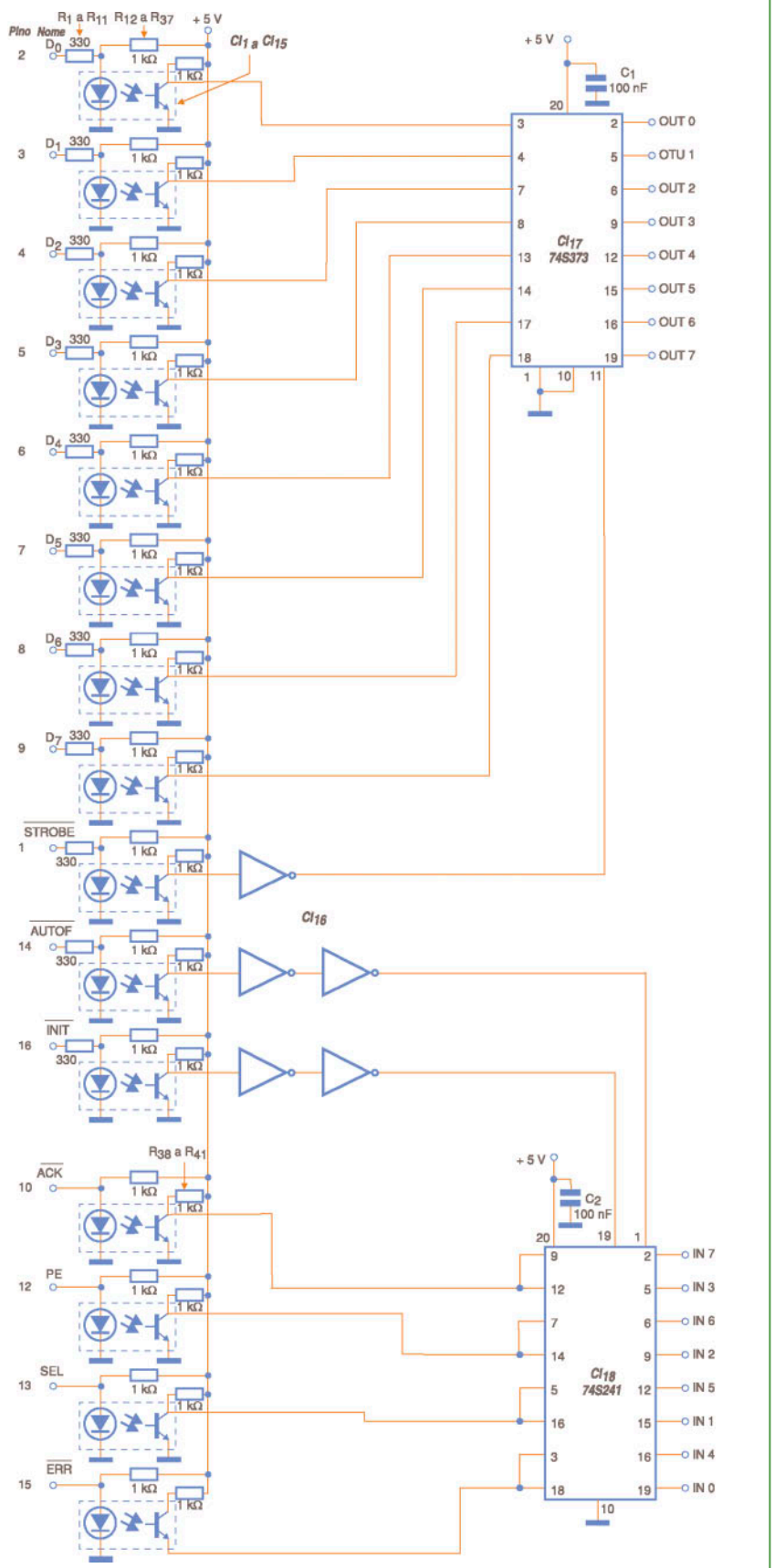
Placa de circuito impresso, fios, solda, radiadores de calor etc.




F5. Circuito inversor automotivo.




F6. Circuito gerador de pulsos retardados.




F7. Circuito de interface para porta paralela.

## Gerador de pulsos com retardo

Esta pode ser considerada uma aplicação "avançada" onde dois circuitos integrados 555 são usados para gerar um pulso de duração controlada, produzido depois de um certo intervalo de tempo. O circuito, que poderá acionar uma carga de potência ou um relé, dependendo da aplicação, é mostrado na **figura 6**.

Quando $S_1$ é pressionado, o primeiro 555 monoestável dispara e sua saída vai ao nível alto por um intervalo de tempo que depende de $R_3$ e $C_2$, conforme calculado pela seguinte fórmula:

**t = 1,1 x R3 x C2**

No final desse intervalo de tempo, a saída do 555 voltará ao nível baixo, o que fará com que o segundo monoestável 555 seja disparado, dando início assim à produção do pulso de saída. O tempo de duração do pulso produzido depende de $R_5$ e $C_5$, conforme a seguinte fórmula:

**t = 1,1 x R5 x C5**

A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 5 a 15 V, e os valores máximos de temporização estão em torno de 1 hora com capacitores de 1 500 µF e resistores de 2,2 M ohms.

### Lista de Materiais (Gerador)

**Semicondutores:**
- **$CI_1$, $CI_2$** – 555 – circuitos integrados
- **$D_1$, $D_2$** – 1N4148 – diodos de uso geral

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- **$R_1$** – 10 k ohms
- **$R_2$** - 100 k ohms
- **$R_3$** – 1 k a 2,2 M ohms – ver texto
- **$R_4$** – 47 k ohms
- **$R_5$** – 1 k a 2,2 M ohms – ver texto

**Capacitores:**
- **$C_1$, $C_3$, $C_4$, $C_6$** – 100 nF – cerâmicos ou poliéster
- **$C_2$, $C_5$** – 1 nF a 1 500 µF – ver texto

**Diversos:**
Placa de circuito impresso, sensor de disparo ou pulsador, fios, solda etc.

## Interface para porta paralela

O circuito ilustrado na **figura 7** permite acionar cargas externas (8) a partir de sinais da porta paralela e também fazer a aquisição de dados pela mesma porta, bastando para isso comutar as devidas habilitações das funções I/O.

O acoplamento (tanto dos sinais de entrada como de saída), é feito através de acopladores ópticos, o que significa um elevado grau de segurança para a integridade dos circuitos do PC.

A fonte para os circuitos TTL deve ser externa com um terra comum, e as portas inversoras podem ser de qualquer tipo TTL como as 7805.

## Termostato

O termostato de uso geral exibido na **figura 8** usa um termistor de alto valor resistivo como sensor. Termistores na faixa dos 47 k ohms a 220 k ohms podem ser utilizados e em sua função o valor de $R_3$ deve ser alterado para se obter a sensibilidade desejada e o ponto de disparo do relé.

Com o emprego de uma etapa amplificadora transistorizada, as pequenas variações de resistência do termistor são detectadas levando o circuito ao ponto de disparo. O ajuste desse ponto de disparo é dado pelo *trimpot* ligado à entrada de referência do comparador. Para maior precisão deverá ser usado um *trimpot* do tipo multivoltas.

### Lista de Materiais (Interface)

**Semicondutores:**
- **$CI_1$ a $CI_{15}$** – 4N25 – acopladores ópitocs
- **$CI_{16}$** – 7405 – Hex Inverter TTL
- **$CI_{17}$** – 74S373 – circuito integrado TTL
- **$CI_{18}$** – 74S241 – circuito integrado TTL

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- **$R_1$ a $R_{11}$ e $R_{38}$ a $R_{41}$**– 330 ohms
- **$R_{12}$ a $R_{37}$** – 1 k ohms

**Diversos:**
Placa de circuito impresso, fonte 5 V, conector e cabo DB-25 etc.

### Lista de Materiais (Termostato)

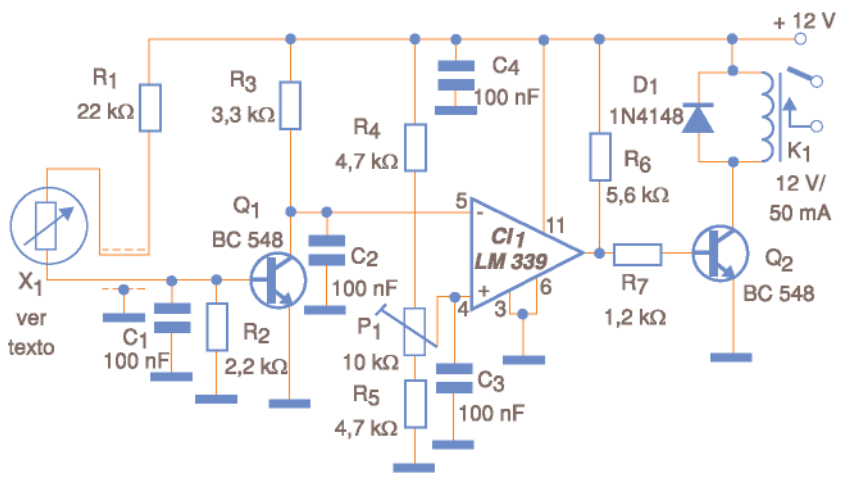
**Semicondutores:**
- **$CI_1$** – LM339 ou equivalente – ¼ usado – comparador
- **$Q_1$, $Q_2$** – BC548 – transistores NPN de uso geral
- **$D_1$** – 1N4148 – diodo de uso geral

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- **$R_1$** – 22 k ohms
- **$R_2$** – 2,2 k ohms
- **$R_3$** – 3,3 k ohms
- **$R_4$, $R_5$** – 4,7 k ohms
- **$R_6$** – 5,6 k ohms
- **$R_7$** – 1,2 k ohms
- **$P_1$** – 10 k ohms – *trimpot* multivoltas

**Capacitores:**
- **$C_1$, $C_2$, $C_3$, $C_4$** – 100 nF – cerâmico ou poliéster

**Diversos:**
- **$X_1$** – Termistor – ver texto
- **$K_1$** – Relé de 12 V x 50 mA

Placa de circuito impresso, fios blindados, fonte de alimentação, solda etc.




**F8. Circuito de termostato de uso geral.**

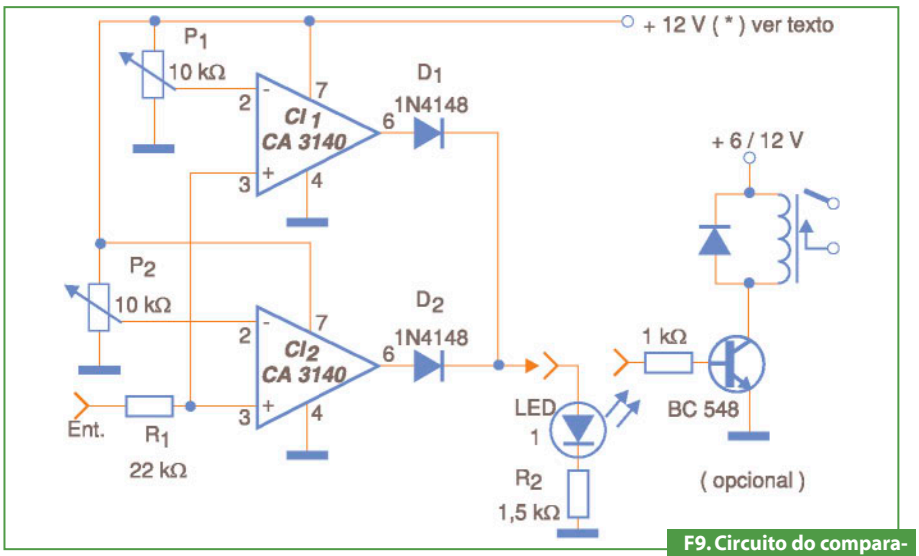




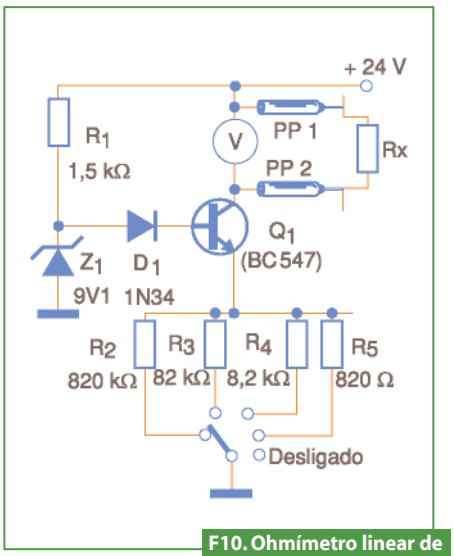
**Redes de Comunicação Automotiva**

Fornece uma visão abrangente dos sistemas automotivos e exercícios para fixar o estudo. Indicado a iniciantes, técnicos e engenheiros da área. Aborda as arquiteturas eletrônicas dos veículos e classifica as redes automotivas. Abrange barramento SPI, tecnologia I2C, LIN para controle de dispositivos, TTP/A para conexões de baixo custo, J1587/1708.

novasaber
www.novasaber.com.br




F9. Circuito do comparador de janela.




F10. Ohmímetro linear de baixas resistências.

O relé usado é do tipo sensível com uma bobina de 50 mA (no máximo) e tensão de acordo com aquela da alimentação.

Se o sensor ficar algo distante do circuito (mais de 2 metros), deverá ser usado cabo blindado com a malha devidamente aterrada. O capacitor de 100 nF na entrada do termistor evita que transientes ou pulsos de curta duração provoquem o disparo errático do circuito.

A fonte de alimentação deve ser estabilizada para não afetar o ponto de disparo do circuito. Uma possibilidade que pode ser analisada para algumas aplicações está na colocação de um diodo comum polarizado inversamente como sensor de temperatura.

## Comparador de janela

O circuito visto na **figura 9** é recomendado para aplicações em que se deseja ter uma indicação visual quando a tensão de entrada está fora de uma faixa determinada de valores. Por exemplo, em uma fonte de alimentação para circuitos TTL, ele pode ser ajustado para indicar quando a tensão está abaixo de 4,5 V ou acima de 5,5 V.

São usados dois amplificadores operacionais com transistores de efeito de campo do tipo CA3140, mas equivalentes podem ser experimentados, inclusive tipos bipolares como o 741 ou o duplo operacional MC1458. Apenas deve-se ficar atento para as tensões de operação dos amplificadores escolhidos. Os dois valores de acionamento são ajustados nos *trimpots* que, para maior precisão, podem ser do tipo multivoltas.

Os diodos são de uso geral e o LED indicador de qualquer cor. Pode ser utilizada uma etapa amplificadora para acionar um relé ou ainda um sistema de aviso. O circuito pode ser empregado com fontes de 5 a 12 V.

## Ohmímetro linear de baixas resistências

Um dos problemas em multímetros comuns, principalmente nos analógicos, é que suas escalas de baixas resistências são limitadas e não são lineares. Com o circuito mostrado na **figura 10**, temos a possibilidade de usar um voltímetro comum ou multímetro na escala de 0-15 V de tensões contínuas funcionando como ohmímetro linear de baixas resistências.

Uma aplicação importante para este simples circuito é a de permitir o uso de um voltímetro comum ou mesmo multímetro na escala de tensões, com sensores resistivos de baixos valores.

O circuito funciona como uma fonte de corrente constante ligada ao resistor que está sendo medido. A fonte é ajustada de tal forma (pela escala do resistor de emissor), que a corrente circulante no resistor em teste produz uma queda de tensão proporcional ao seu valor, a qual pode ser diretamente convertida a partir da indicação do instrumento.

Assim, é possível numa escala de 0 a 15 V medir resistências baixas como 0 a 1500 ohms de forma linear.

O circuito deve ser alimentado por uma fonte de 24 V, e o diodo deve ser preferivelmente do tipo de germânio como o 1N34 ou OA90.

A precisão do circuito dependerá da precisão dos resistores selecionados pela chave nas diversas escalas.

### Lista de Materiais (Comparador)

**Semicondutores:**
- $CI_1$, $CI_2$ – CA3140 ou equivalentes – amplificadores operacionais
- $D_1$, $D_2$ – 1N4148 – diodos de uso geral
- LED1 – LED vermelho comum ou de outra cor

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- $R_1$ – 22 k ohms
- $R_2$ – 1,5 k ohms
- $P_1$, $P_2$ – 47 k ohms – *trimpots*

**Diversos:**
- Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda etc.

### Lista de Materiais (Ohmimetro)

**Semicondutores:**
- **$Q_1$** – BC547 – transistor NPN de uso geral
- **$Z_1$** – 9,1 V x 1 W – diodo zener
- **$D_1$** – 1N34 – diodo de germânio

**Resistores:**
- **$R_1$** – 1,5 k ohms x 1/8 W
- **$R_2$** – 820 k ohms x 1/8 W
- **$R_3$** – 82 k ohms x 1/8 W
- **$R_4$** – 8,2 k ohms x ¼ W
- **$R_5$** – 820 ohms x ½ W

**Diversos:**
- **$M_1$** – Voltímetro 0-15 V ou multímetro
- **$S_1$** – Chave seletora de 1 pólo x 5 posições
- **PP1, PP2** – pontas de prova
- Placa de circuito impresso, fonte de alimentação de 24 V, fios, solda etc.



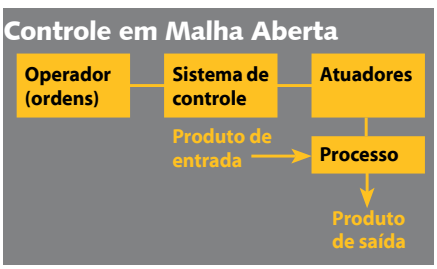

# CLPs e Sensores

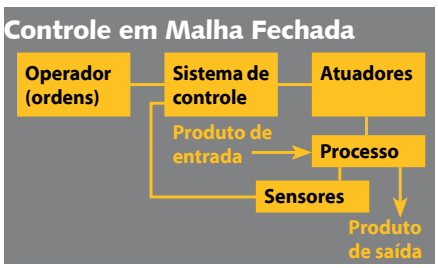
*Características básicas do CLP e dicas de montagem, calibragem e distribuição de aparelhagem em automatismos de pequena complexidade*

**Eng.º Filipe Pereira**

## Automação no âmbito industrial

Existem duas formas básicas de realizar o Controle de Processos Industriais: o Controle em Malha Aberta e em Malha Fechada.




Através dos sensores, o sistema de controle recebe a confirmação das ações desenvolvidas sobre o processo pelos atuadores.

## Processos industriais

Os tipos de processos indutriais são:

- **Contínuos:** as matérias primas entram permanentemente no processo (início do processo) e saem de forma contínua no outro extremo, com o aspecto de produto acabado;
- **Descontínuos:** recebe na entrada uma determinada quantidade de peças, sobre as quais se realizam as operações neccessárias para se produzir um produto final.
- **Discretos:** o processo pode ser decomposto numa série de operações realizadas sequencialmente de forma que para se realizar uma determinada operação seja necesário que se tenham realizado corretamente as anteriores. **Exemplo**: Fabricação de uma peça. A partir de uma barra, corte uma peça com as dimensões estipuladas; transporte a peça para a base da máquina de furar; realize o 1º furo; realize o 2º furo; evacue a peça.

## Controladores Sequenciais

Os controladores sequenciais podem ser:

- **Assíncronos:** A transição entre estados verifica-se no mesmo momento em que se produz uma variação nas variáveis de entrada;
- **Síncronos:** A transição para um determinado estado só se verifica em função das variáveis de entrada e da variável interna (associada ao estado anterior) sincronizadas por um sinal de relógio (clock) de frequência fixa.

## Controlador Lógico Programável

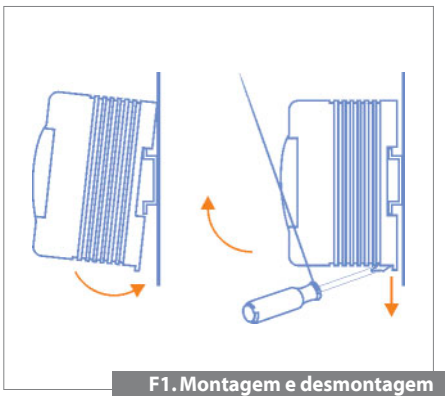
Autômato programável ou controlador lógico programável (CLP) é todo o equipamento eletrônico capaz de controlar em tempo real, processos sequenciais em meios industriais.

**Vantagens do CLP:**

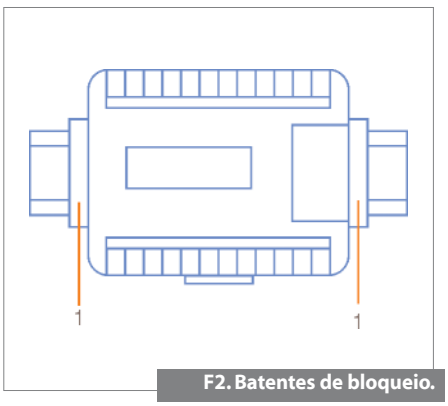
- Reduzidas dimensões;
- Grande fiabilidade;
- Facilidade de montagem;
- Possibilidade de se introduzirem modificações sem se mudar o cablado ou juntar outros aparelhos.

**Desvantagens do CLP:**

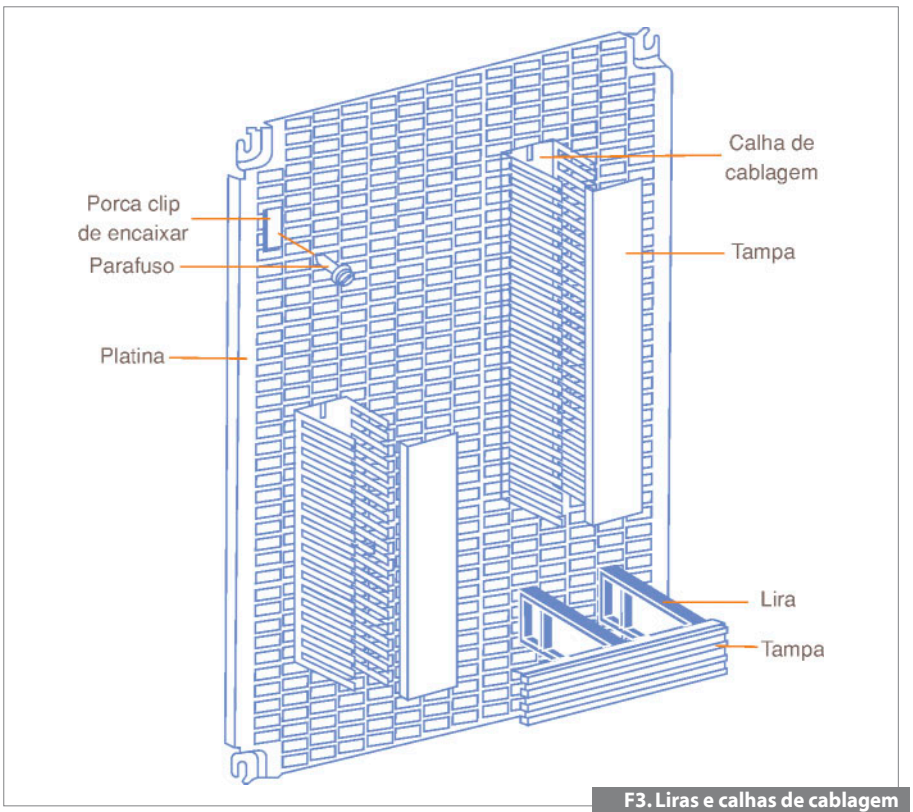
- O seu custo inicial;



F1. Montagem e desmontagem do CLP em calha.




F2. Batentes de bloqueio.




F3. Liras e calhas de cablagem instaladas em platina

- Necessidade de um técnico programador.

### Estrutura externa

A estrutura externa pode ser:

- **Compacta:** O CLP apresenta num só bloco todos os seus elementos (fonte de alimentação, CPU, memórias, entradas/saídas, etc);
- **Modular:** O CLP divide-se em módulos que realizam funções específicas (fonte de alimentação, CPU, memórias, entradas/saídas, etc).

### Estrutura interna

Com relação às entradas do CLP:

- Isentas de tensão (interruptores, fins de curso, contatos de relé);
- A corrente contínua ou a corrente alternada (detectores de proximidade, células fotoelétricas);
- Sinais digitais e analógico.

Com relação às saídas do CLP:

- Relé AC/DC para comutações não muito rápidas;
- Triac AC/DC para comutações muito rápidas;
- Transistor DC para cargas de baixo consumo, comutação rápida e elevado numero de operações);
- Sinais digitais e analógico.

### Dispositivos de E/S

Dispositivos de entradas do CLP (captadores/sensores):

- Interruptores;
- Fins de curso;
- Células fotoelétricas;
- Detectores de proximidade.

Dispositivos de saída do CLP (atuadores):

- Contatores;
- Eletroválvulas;
- Motores;
- Lâmpadas.

## Montagem e Cablagem de CLPs

Os CLPs, estão preparados para trabalharem em ambientes severos. Contudo, quando corretamente montados e instalados em locais favoráveis, otimiza-se a sua fiabilidade e vida útil.

A montagem do CLP é na vertical, **figura 1** no entanto, também são possíveis, em algumas marcas/modelos, outras posições de montagem. Para informação detalhada, consultar os respectivos manuais.

A fixação do CLP pode ser efetuada através de:

- Platina ou painel com fixação por parafusos;
- Calha DIN com perfil simétrico (**figura 1**) sendo, neste caso, necessários dois batentes de bloqueio (**figura 2**) nas faces laterais do CLP (**figura 3).**

## Distribuição da Aparelhagem

Em automatismos de pequena complexidade opta-se normalmente pela distribuição da aparelhagem, na base de fixação (platina), de acordo com a ordem dos aparelhos no circuito de potência (**figura 4**).

Exemplo:

**L1 - L2 - L3 - N - PE**
(Alimentação)

**U1 - V1 - W1 - U2 - V2 - W2**
(Ligação ao motor)

**1 - 2 - 3**
(Bornes do circuito de comando)




**F4. Exemplo de distribuição da aparelhagem.**

## Cores dos Condutores

**Alimentação 24 VDC**
Linha + : vermelho
Linha – : preto

**Alimentação 230 VAC***
Fase (L1): marron
Neutro (N): azul
Proteção (PE): verde/amarelo

**Entradas do CLP** (Inputs)
• Ligação de sensores passivos:
Linha + : vermelho
Linha – : preto
• Ligação de detectores com três fios:
Linha + : marron vermelho
Linha – : azul ou preto
Saída: preto branco

**Saídas do CLP** (Outputs)
**24 VDC**
Linha + : vermelho
Linha – : preto

**230 VAC**[1]
Fase (L1): marron
Neutro (N): azul

**Circuitos trifásicos** (400 VAC)*
Fases (L1, L2 e L3): marron, preto e cinzento
Neutro (N): azul
Proteção (PE): verde/amarelo

## Ensaio da Montagem

Para o caso de automatismos de pequena complexidade, que se destinem a serem colocados num armário com todos os elementos aí cablados, o ensaio, tendo em atenção as normas de segurança aplicáveis, deve ser efetuado do seguinte modo:

1. Desligar os aparelhos que alimentam os vários circuitos:
   - **Circuito de potência:** abrir seccionadores, desligar disjuntores-motor, fechar as alimentações pneumáticas e/ou hidráulicas, etc.
   - **Circuito das saídas:** desligar o circuito de alimentação dos pré-atuadores;
   - **CLP:** desligar o seu circuito de alimentação.
2. Verificar as regulações e as proteções dos aparelhos;
3. Ligar o cabo de alimentação do automatismo à rede elétrica e, após, estabelecer o fornecimento de energia;
4. Ligar o disjuntor da alimentação do CPL e verificar o seu funcionamento, atuando sobre os sensores. Proceder à afinação e regulação do programa;
5. Manter o circuito de potência desligado, ligar o circuito de alimentação das saídas do CLP e verificar o funcionamento dos pré-atuadores;
6. Ligar a alimentação do circuito de potência e proceder ao ensaio em carga do automatismo.

Para o caso de automatismos complexos, o ensaio deve ser feito recorrendo a simuladores que permitam verificar todas as situações de funcionamento. E

***De acordo com o novo código de cores de isolamentos de condutores (CENELEC HD 308 S2).**



# Minicurso LabVIEW: Aprenda Fazendo

Parte 3

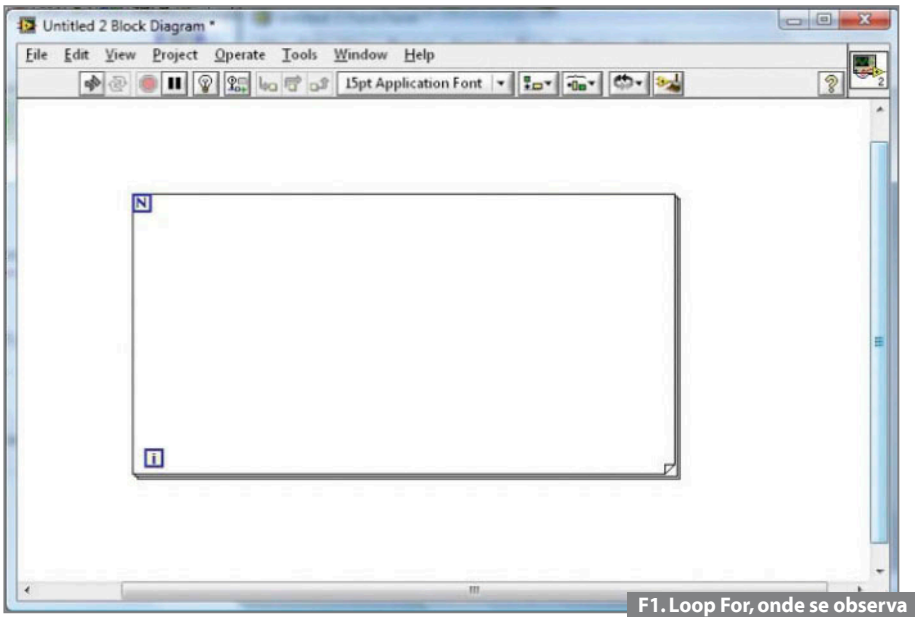
*Começo esta terceira parte pedindo desculpas a todos os leitores da Revista Saber Eletrônica pelo atraso no minicurso, tive alguns problemas de saúde. Mas agora que foram resolvidos, vamos continuar...*

**Luis F. Bernabe**

Para esta parte vamos continuar com o básico em LabVIEW e analisar o Data Acquisition/Switch Unit 34970A /72A, da Agilent, equipamento que propus utilizar como motivação para esta série de artigos. (**http://www.home.agilent.com/agilent/product.jspx?nid=-33640.0.00&cc=BR&lc=por#8388608**). Além de continuarmos com o LabVIEW.

Na parte anterior vimos o loop de repetição *While*, com o botão de stop. Observamos as cores diferentes das conexões (*wires*), onde cada uma delas tem um significado próprio que pode ser um número inteiro de 8, 16 32 ou 64 bits, número real inteiro maior que zero e negativos (numbers **www.rwc.uc.edu/koehler/comath/13.html**), números de precisão dupla e simples, número com ponto flutuante, valor em ASCII, números complexos com precisão simples, dupla e estendida. Para modificar e/ou saber que tipo de variável se está trabalhando, clique nela com o botão direito, opção REPRESENTATION.

Na paleta FUNCTIONS, você pode observar que há muitos tipos de laços de repetição, estas estruturas reduzem




**F1. Loop For, onde se observa os terminais N e i**

sensivelmente a necessidade de *VIs* (*Virtual Instrumentation*) reduzindo os códigos de controle e processamento de informações. Nesta paleta há mais quatro tipos de laço de repetição que considero importantes, inicialmente para o aprendizado e posteriormente para aplicações mais complexas, são eles: FOR LOOP e o TIMED LOOP e o TIMED SEQUENCE.

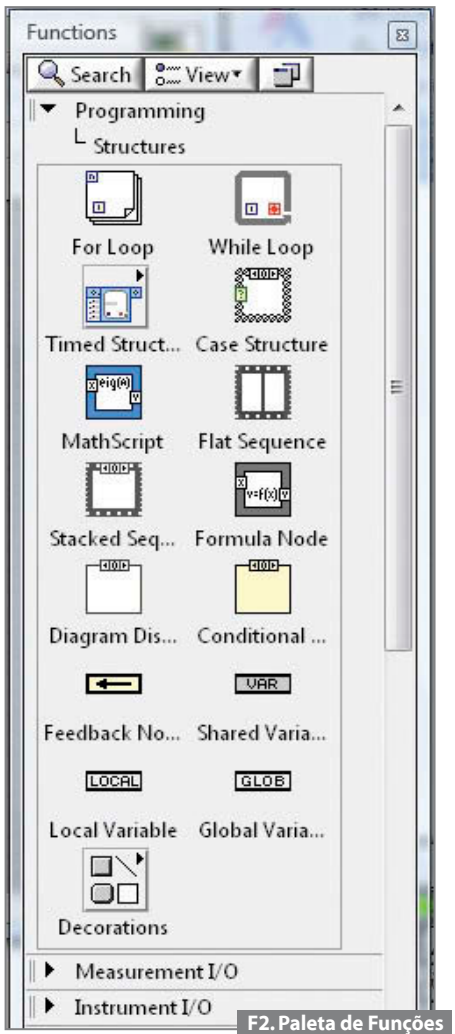
## FOR LOOP:

O FOR LOOP é um laço de repetição que segue uma contagem, interna ou externa (N) e que terminada esta contagem até este número, a sua execução se completa, independentemente de qualquer outra interrupção. Para controlarmos o estado das contagens, temos um terminal em caixa azul com uma variável i, em minúsculo, que significa iterações, (está certo, não falta um N, não!).

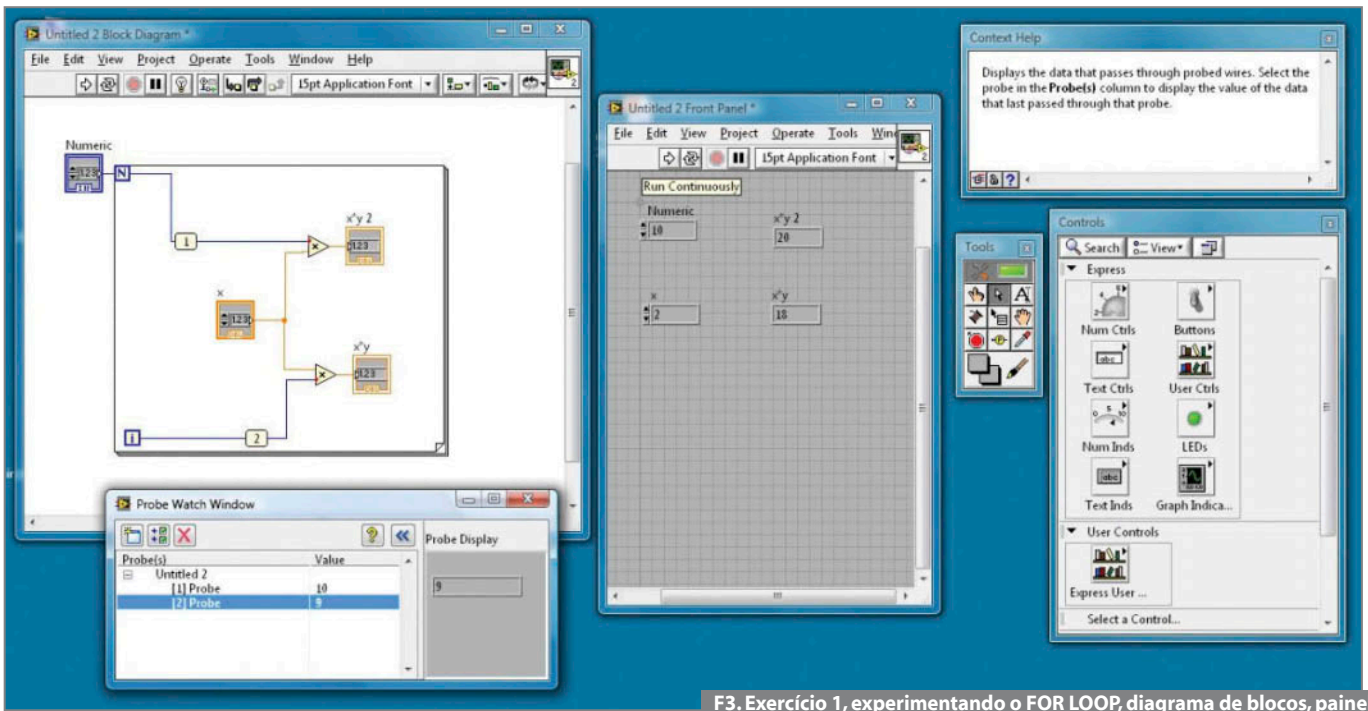
O terminal iterações *i* é o terminal que contém o número de vezes que o laço se repetiu. Ao contrário da programação em outras linguagens, não há o terminal UNTILL, WHILE, NEXT, TO, etc. Não precisa ! O laço é executado até o final da contagem da variável numérica desejada. Se quiser parar, monte uma lógica simples que para a execução do loop, é desnecessário, mas talvez valha como exercício na próxima edição.

Todos os FOR LOOPs são em números inteiros (não dá para imaginar meio loop, certo? Vai parar onde?), no caso de 32 bits, gerado automaticamente quando você seleciona com o botão direito o terminal N, aparece a janela com as opções CREAT CONSTANT, INDICATOR ou CONTROL. Caso queira outra formatação de números, basta selecioná-la, desde que dentro das condições do laço. Veja as **figuras 1 e 2**, a seguir,

Inicialize o LabVIEW com uma VI nova. Clique com o botão direito no diagrama de blocos (*Block Diagram*). Com a paleta de funções, clique na aba *Programming* depois em Structures. Clique no ícone FOR LOOP e posicione o cursor novo sobre o diagrama de blocos novamente. Clique com o cursor na área branca e arraste formando um retângulo. Com um clique na aba Programming, depois em *Numeric* , clique no ícone *Multiply*. Clique no interior da área do FOR LOOP. Aproxime o cursor no terminal superior deste ícone, se estiver no modo automático o cursor mudará para um carretel (para esticar os fios de ligação dos ícones!) . Junto com a mudança do cursor, também vai aparecer um quadrado amarelo pequeno com a letra X. Clique com o esquerdo e aparecerá uma janela sobre o ícone com uma lista de opções, clique na opção *Create*, nesta nova janela tem as




**F2. Paleta de Funções (FUNCTIONS)**




**F3. Exercício 1, experimentando o FOR LOOP, diagrama de blocos, painel frontal, janelas da Probe, ajuda, palete de controle e ferramentas.**

opções *Constant*, *Control* e *Indicator*, clique em *Control*. Novamente com o cursor no ícone Multiply, desta vez no terminal inferior, conecte-o ao terminal do ícone da iteração *i*, à esquerda. Se você seguiu todos os passos corretamente, o seu diagrama de blocos deve estar semelhante ao da **figura 3.**

Claro que fiz algumas mudanças na organização automática, mas nada que você não tenha aprendido em lições anteriores e possa fazer aqui, certo?

Observe o valor do indicador x^y, este número é a quantidade de iterações executadas do loop "x2", como no fluxograma. Foi uma contagem até 10 ( variável Numeric), mas o número de vezes que se executa o FOR LOOP é (n-1), este é um detalhe muito importante quando utilizamos este laço de repetição; como multiplicamos por dois, o resultado é 18.

Observe também que para debugar o fluxograma utilizei dois pontos de *Probe*, 1 e 2; na janela de apresentação da Probe se vê os números de cada um dos pontos após a primeira execução. Pergunta, se executasse outras vezes o FOR LOOP, os valores de $x^y$ e $x^{2y}$ seriam alterados?

## TIMED LOOP

O laço de repetição temporizado, TIMED LOOP, possui vantagens significativas na redução de código de programação. Quer um exemplo interessante? Você está projetando uma aplicação de aquisição de dados de um multímetro conectado em um barramento TCP/IP, localizado em qualquer local da fábrica. Este multímetro está coletando dados de um sensor de temperatura em um equipamento (ou processo) lento, a temperatura leva muito tempo para variar de um valor para outro. Dependendo do valor da temperatura do equipamento, o seu programa dispara um alarme de sobreaquecimento. Qual seria o espaçamento de tempo para o programa efetuar a leitura do multímetro?

Não se preocupe. Monte o programa utilizando o TIMED LOOP e, na sua configuração, como indicada na **figura 4**, selecione o terminal Period com o botão direito do mouse e crie um controle. Execute este loop dentro de um FOR LOOP quantas vezes for necessário. Este controle tem um valor mínimo? Clique no ícone do controle com o botão direito e na opção *Properties* você abrirá a aba *Data Entry* e selecionará os limites dos valores possíveis de intervalo de tempo para a sua aquisição de dados desenvolvida dentro do loop.

Agora vamos verificar como funciona o laço, numa aplicação construída por você.

Faça como no começo do loop anterior, só que desta vez clique no TIMED STRUCTURES, procure o loop TIMED LOOP, clique no ícone e clique novamente no diagrama de blocos, arraste até ficar de um tamanho parecido como da ilustração, solte e clique novamente para encerrar a criação do loop. Observe a **figura 5** e coloque os ícones já descritos dentro do loop temporizado. No painel frontal, selecione a paleta CONTROLS/EXPRESS/GRAPH INDICATOR, clique em WAVEFORM CHART, arraste para o painel de controle e acerte um tamanho que você queira. Organize os controles no painel frontal. Acerte os valores iniciais para período de 500 (ms) e x com 2 ou 3. Compare a sua aplicação.

Note algumas coisas interessantes. Automaticamente o *LabVIEW* setou o parâmetros *Period* como inteiro de 64 bits (ver CONTEX HELP), a execução apresentou uma linha reta inclinada, por que? A inclinação depende da variável x e do Period? Altere os valores e veja o que acontece. A reta está linear mas, apresenta uma região "quebrada" em que o ciclo se reinicia, o que houve?

A linha inclinada é que o tempo do WAVEFORM CHART¸ é diferente do tempo do Period, um está em segundos e o tempo do loop está em 500 ms. A segunda pergunta você experimenta e responde. A terceira pergunta, é que se você apertar o STOP, o ciclo de contagem se reinicia e o resultado é apresentado no "osciloscópio".

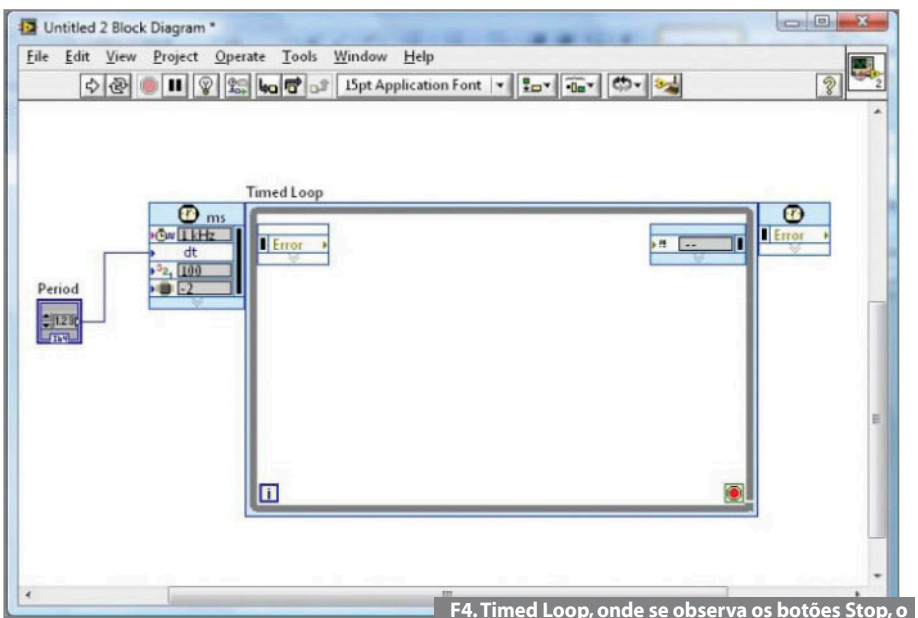
## TIMED SEQUENCE

Se o TIMED LOOP descrito acima já era interessante, imagine um conjunto de tarefas temporizadas disparadas com um atraso inicial na execução da primeira e todas independentes entre si? Este é o TIMED SEQUENCE, sequências temporizadas de tarefas, vamos dizer assim. Abaixo tem a figura deste loop (**figura 6**) apresentando dois *frames*, em sequência e alguns detalhes para facilitar o seu estudo. A temporização pode ser interna ou externa aos loops, que serão executados APENAS uma vez, não há iterações.

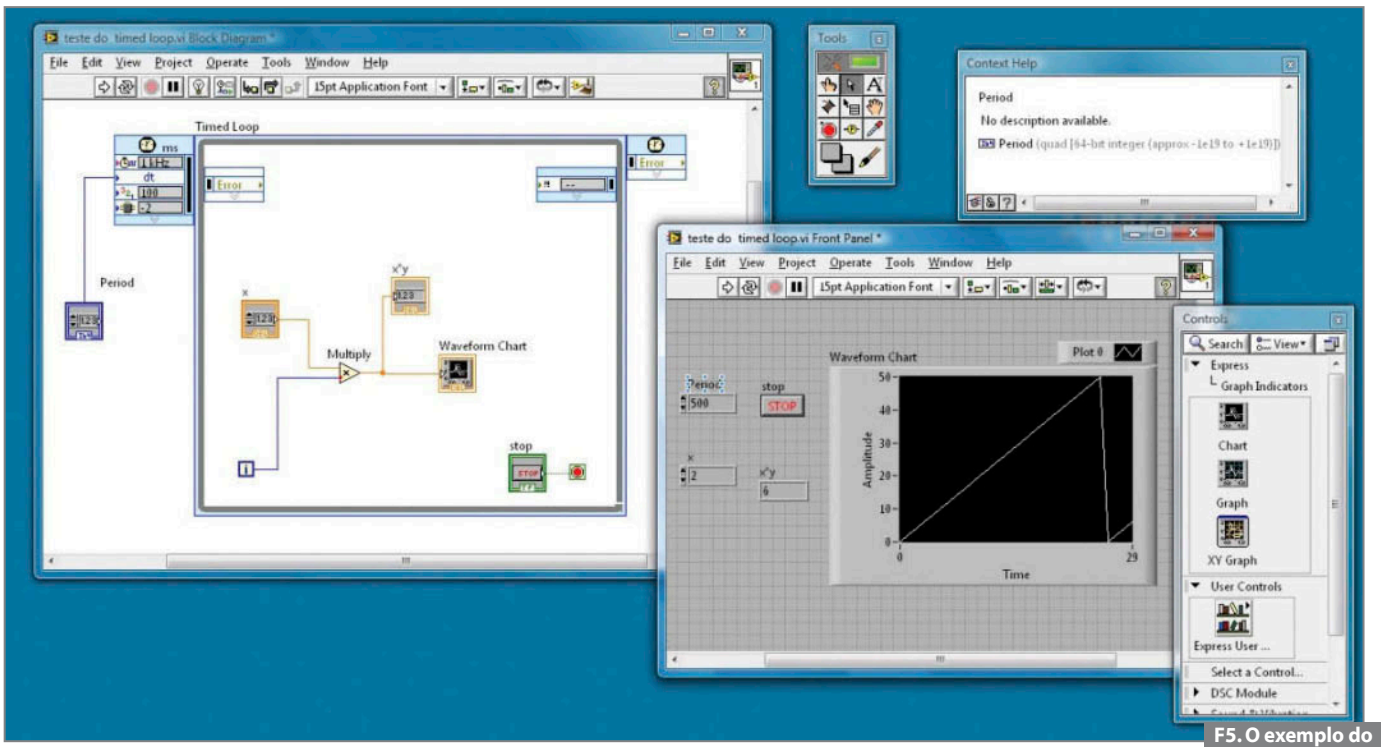
Esta VI é específica para tratar ações com tempos específicos de temporização de tarefas disparadas em sequência. Mas, lembre-se: disparou a sequência, executam-se todas elas sem um controle de tempo independente. A não ser que você crie uma lógica exclusiva para esta função.

Segue o nosso exercício sobre o TIMED SEQUENCE.

Siga os mesmos procedimentos dos exercícios anteriores, mas selecione desta vez o TIMED SEQUENCE loop, coloque-o no diagrama de blocos, inicialmente aparecerá uma sequência única. Clique com



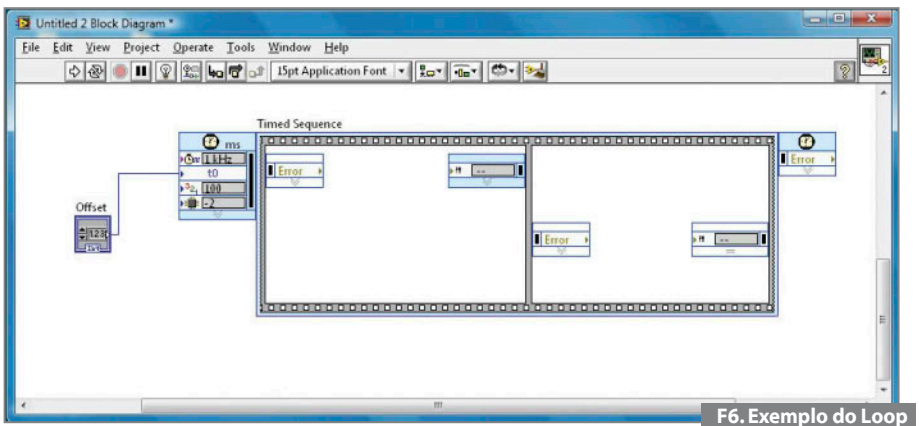

**F4. Timed Loop, onde se observa os botões Stop, o terminal i, Error, e o controle Period.**




**F5. O exemplo do TIMED LOOP.**

o botão direito do mouse na borda cinza do loop, com isso abre-se uma janela e na sua parte inferior observe os botões ADD FRAME AFTER, ADD FRAME BEFORE e DELETE FRAME, a tradução é "ao pé da letra", certo? No começo não tem antes nem depois, mesmo porque só tem um frame. Observe a **figura 7**, a seguir

Lembre-se, com certeza aqui não conseguiremos esgotar nenhum dos tópicos apresentados, o nosso objetivo é em breve, efetuar a leitura de dois sensores de temperatura, apresentá-los em uma tela do tipo osciloscópio e salvá-los em arquivo "txt" ou semelhante. Aqui, abrimos o caminho de alguns tópicos com o intuito de ajudá-lo a seguir uma trilha em mata fechada. Conta muito o seu esforço em seguir este caminho, que é o caminho de seu aperfeiçoamento como profissional.



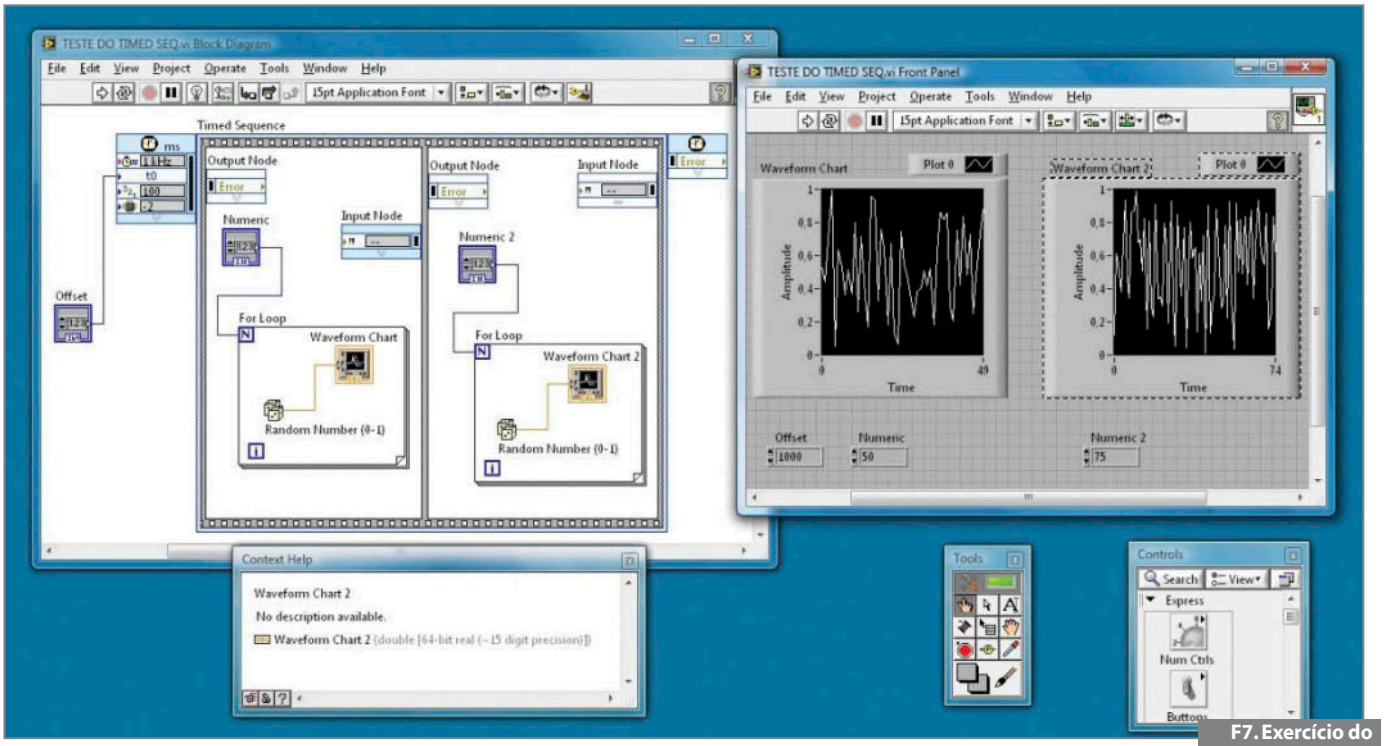

**F6. Exemplo do Loop Timed Sequence.**

## O Data Acquisition Switch Unit

Eu me encantei por este equipamento (**figura 8**) há alguns anos e o solicitei nos recursos de um projeto do qual fazia parte, para as minhas aplicações era uma ferramenta excelente. Imaginem um multímetro de 6 ½ dígitos que pode medir tensão (até 300 V), corrente AC/DC (até 50 mA), resistência (em 2 e 4 fios), temperatura com termopares (B, E, J, K, N, R, S e T), RTDs, termistores (para 10k, 5k e 2,2 k Ohms), frequência (até 300 kHz) e período, várias medições contam ainda com filtros selecionáveis pelo usuário. Além de três *slots* traseiros que permitem grande flexibilidade de medições podendo expandir as medições para até mais de 60 canais, com taxas de aquisição de 250 canais por segundo!

Sobre os slots, existem oito modelos de módulos, que são desde multifunção de 40 canais até os switches para chaveamento de RF, você tem um multímetro configurável de 120 canais, ou módulos diversos para múltiplas aplicações, inclusive para controle de relés, por exemplo. Veja a **figura 9.**

Outras características que poucos multímetros possuem são as conexões com o meio externo, há duas versões deste equipamento, a anterior (34970A, possui RS-232 e GPIB) e 34972A, que possui interface LAN e USB. Veja os manuais deste interessante equipamento no site da Agilent, se quiser saber do custo básico, corrija a localidade sua e confira os preços em reais! (**http://www.home.agilent.com/agilent/product.jspx?nid=-33640.0.00&cc=BR&lc=por#8388608**).




F7. Exercício do TIMED SEQUENCE.

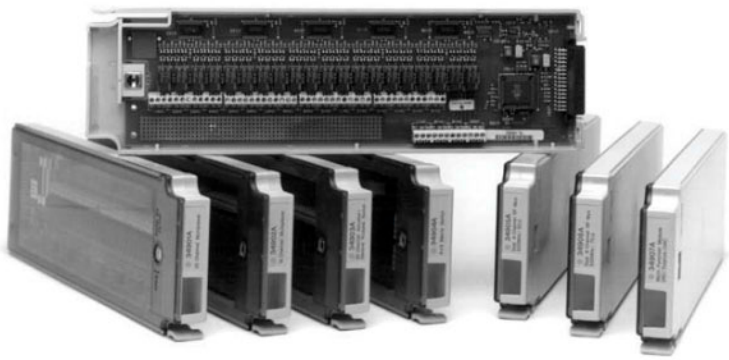
Há profissionais que já pensaram "Só 50 mA de capacidade de corrente?" Lembrem-se que existem os sensores de corrente isolados que fornecem um sinal de saída em tensão. Quer um sensor confiável até 50 /100 /200 A, +/-2% fundo de escala, com banda passante de 35 kHz, com três componentes externos? Pode adquirir o ACS754x CB-50 / -100 / -200, x do código é o formato dos terminais de entrada. A DIGIKEY disponibiliza este circuito integrado no Brasil em alguns dias.

Se estiver interessado no equipamento da Agilent utilizado neste artigo, pode procurar o Sr. João Batista, na Quart (**joao.batista@quart.com.br**) que ele lhe fornecerá todas as informações comerciais do produto, inclusive o desconto. A Quart é a maior distribuidora autorizada da Agilent no Brasil nos últimos cinco anos pelo menos e, com certeza você terá ótimas condições comerciais para a sua compra.

Agora, estude este artigo, procure outras fontes na internet, baixe os arquivos de usuário do 34970/72 A para que na próxima edição consigamos seguir, na direção dos *Instrument Drivers* para avançarmos em um direção mais prática. Vamos enviar e receber instruções do nosso multímetro, começando pelos comandos mais simples. Vale a pena você nos acompanhar.




F8. Agilent 34970A Data Acquisition / Unit



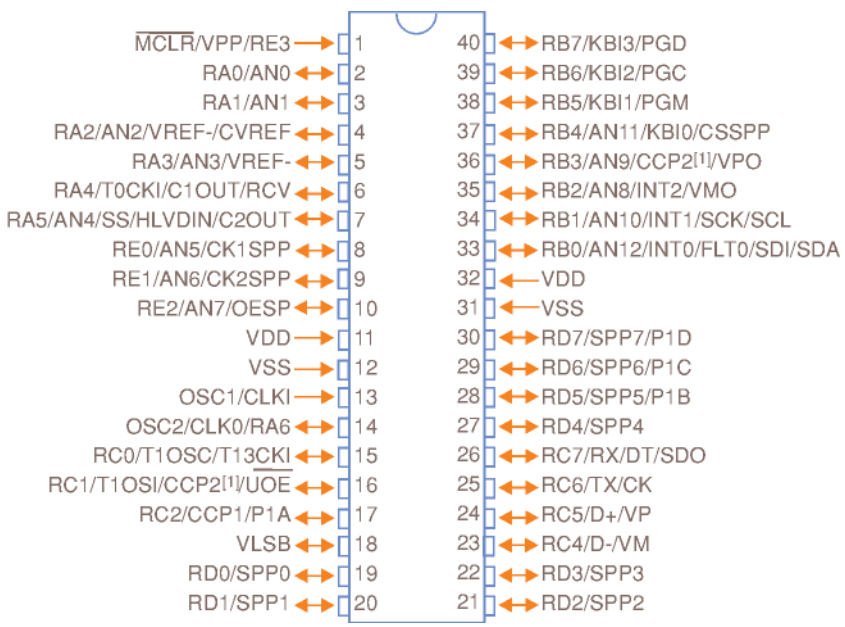
F9. Apresentação dos módulos para inserção nos slots do painel traseiro.

# Comunicação USB com o PIC

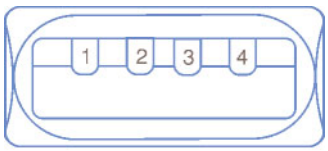
*Apresentação dos principais sensores empregados no controle do processo induatrial. Tipificação e princípiios de funcionamento. Aplicações e considerações de instalação desses componentes*

**Vitor Amadeu Souza**

Os modernos microcontroladores da Microchip, haja vista os da famíllia PIC18, estão cada vez mais com uma maior integração e mais recursos, que permitem que com este microcontrolador possamos desenvolver inúmeras aplicações. Neste artigo apresentarei ao leitor o microcontrolador PIC18F4550, que tem como principal característica o fato dele possuir a porta USB integrada no próprio *chip*, permitindo com que o mesmo possa se comunicar com o PC. Um exemplo bastante prático irá demonstrar como informar ao PC o estado de um botão através da USB e permitir com que um também possa ser controlado por esta porta, utilizando o compilador C com base no compilador mikroC da Mikroelektronika.

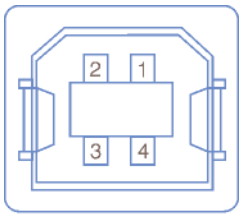



**F1. Pinagem do PIC18F4550.**




1 - + 5V
2 - USB -
3 - USB +
4 - GND

F2. Receptáculo tipo A.




1 - + 5V
2 - USB -
3 - USB +
4 - GND

F3. Receptáculo tipo B.

| Características |
|---|
| Compatiível com a versão 2.0 da USB |
| funciona como low Espeed (1,5 Mbps) e Full Speed (12 Mbps) |
| funciona até 48 MHz |
| 13 canais de AD de 10 bits |
| 35 linhas de I/O |
| 32 kW de memória de programa |
| 2kB de memória de dados |
| 256 Bytes de memória não volátil EEPROM |

T1. Características principais do PIC18F4550.

| Quantidade | Componente | Referência |
|---|---|---|
| 2 | Capacitor 33 pF | $C_1$, $C_2$ |
| 1 | Receptáculo USB tipo B | CN1 |
| 1 | Cristal de 4 MHz | X1 |
| 1 | LED 3 mm | D1 |
| 1 | Microcontrolador PIC18F4550 | MC1 |
| 1 | Chave tátil 6 mm | S1 |
| 1 | Resistor 220 Ω | R1 |
| 1 | Resistor 10 kΩ | R2 |

T2. Lista de material.

| Função | Descrição |
|---|---|
| Hid_Enable | Tem a função de inicializar a máquina de comunicação USB |
| Hid_Read | Tem a função de verificar se há algum byte a ser lido no buffer de comunicação |
| Hid_Write | Envia pela USB algum byte |

T3. Funções do mikroC.

## O PIC18F4550

O PIC18F4550 é um microcontrolador pertencente à família PIC18 da Microchip e este pode funcionar a uma velocidade de até 48 MHz. Ele será utilizado no nosso experimento e tem como principal vantagem o fato de poder se comunicar na USB. Vejamos a pinagem deste microcontrolador na **figura 1.**

Observe que a pinagem do mesmo, se comparada a outros membros da família, como o PIC18F452, muda muito pouco. Porém, atente aos pinos 23 e 24.

Estes são os pinos que iremos utilizar para comunicar pela USB. A comunicação USB somente precisa destas duas linhas, a fim de permitir a comunicação entre o PIC e o PC. As linhas D+ e D- funcionam em modo diferencial e no conector USB. Além destas duas vias de comunicação, existem mais duas, sendo estas as de alimentacão, neste caso o VCC e GND. Estas linhas estão dispostas da seguinte forma, de acordo com o tipo de conector (receptáculo) usado, conforme apresentado na **figura 2** para o receptáculo do tipo A e na **figura 3** para o receptáculo do tipo B. Algumas características importantes deste microcontrolador estão indicadas na **tabela 1.**

Neste exemplo, o microcontrolador será alimentado pela própria linha de comunicão do barramento, não sendo necessária nenhuma alimentação externa.

Recomendo a todos aqueles que queiram entender com mais detalhes o funcionamento da USB, que visitem o site **www.usb.org**, pois nele você encontrará toda a descrição referente ao barramento USB.

## O Hardware

O hardware do nosso exemplo está ilustrado na **figura 4,** o qual pode ser montado em placa padrão, ou desenhado em uma placa de fenolite. Vejamos agora a lista de material para a montagem deste circuito, conforme está mostrado na **tabela 2.**

Observe que, apesar de poucas linhas do microcontrolador estarem sendo utilizadas, podemos perfeitamente expandir este sistema, com um acréscimo de um **display LCD** por exemplo.

## Fluxograma

O fluxo de funcionamento deste exemplo segue o que está apresentado na **figura 5**. Note que após a inicialização da USB, é

constantemente verificado se um novo **byte** foi enviado do PC e, dependendo do caracter enviado, o LED acenderá se for o "A" e irá desligar se for o "B". Além disso, o estado do botão também é enviado para o PC. Caso o mesmo esteja pressionado (em nível 0), será enviado para o PC o caracter "1" e, caso esteja solto, será enviado para o PC o caracter "0"permitindo, desta forma, obtermos o estado do botão pela USB.

## Software

O mikroC foi desenvolvido pela Mikroelektronika e a sua versão de demonstração pode ser baixada gratuitamente no *site* www.mikroe.com. Observe que a versão DEMO deste software, somente gera um código de até 2 kB, sendo necessária a aquisição da versão FULL diretamente com o fornecedor. Veja neste exemplo, que o mesmo foi compilado na versão FULL, pelo fato do código gerado ser maior que 2 kB.

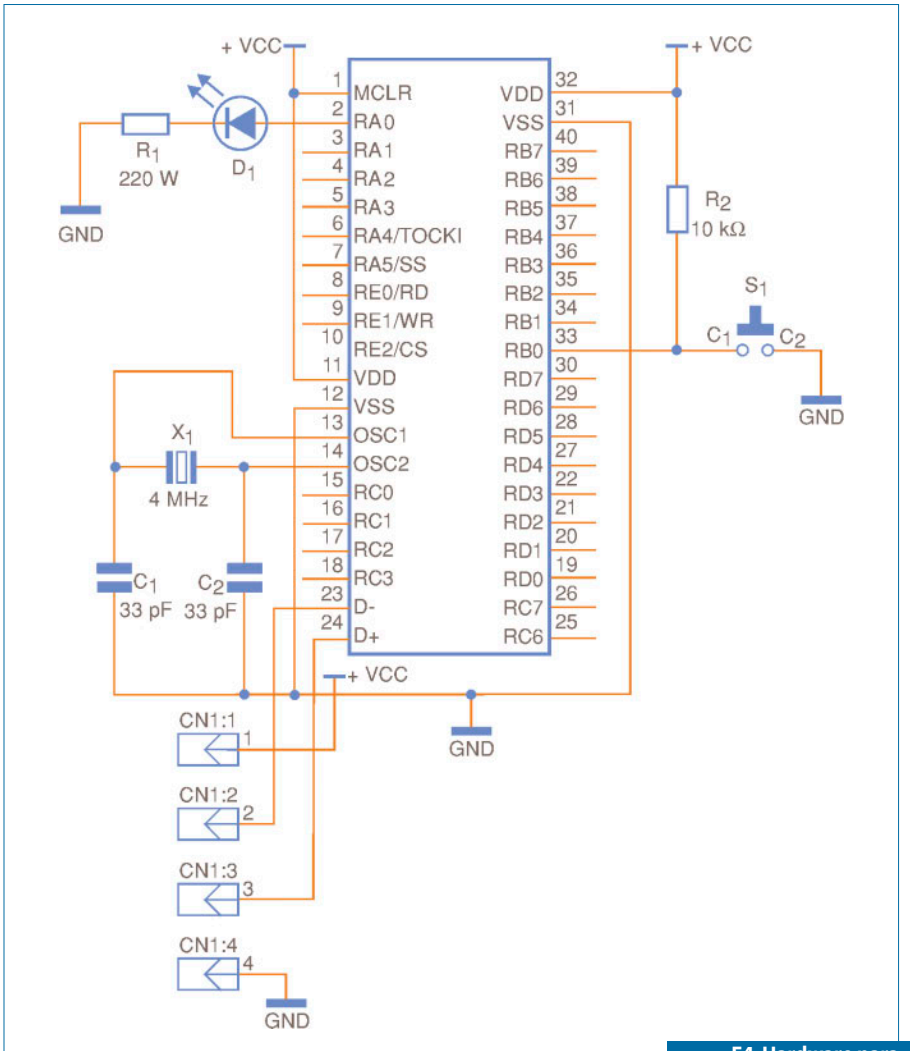
## Funções

Iremos utilizar para este exemplo três funções disponíveis no mikroC para comunicação com a USB. Estas funções estão listadas e explicadas na **tabela 3.**

Estas funções já são intrínsecas do mikroC, e basta com que manipulemos as mesmas corretamente para que a comunicação USB ocorra sem problemas.

Note que iremos comunicar utilizando a clase HID (*Human Interface Device),* pois a grande vantagem de comunicar usando este método é o fato de não ser exigida a criação de *drivers* adicionais para este tipo de comunicação, pois estes *drivers* já vêm embutidos no Windows, uma vez que são utilizados para comunicação com *mouses* e teclados por exemplo.

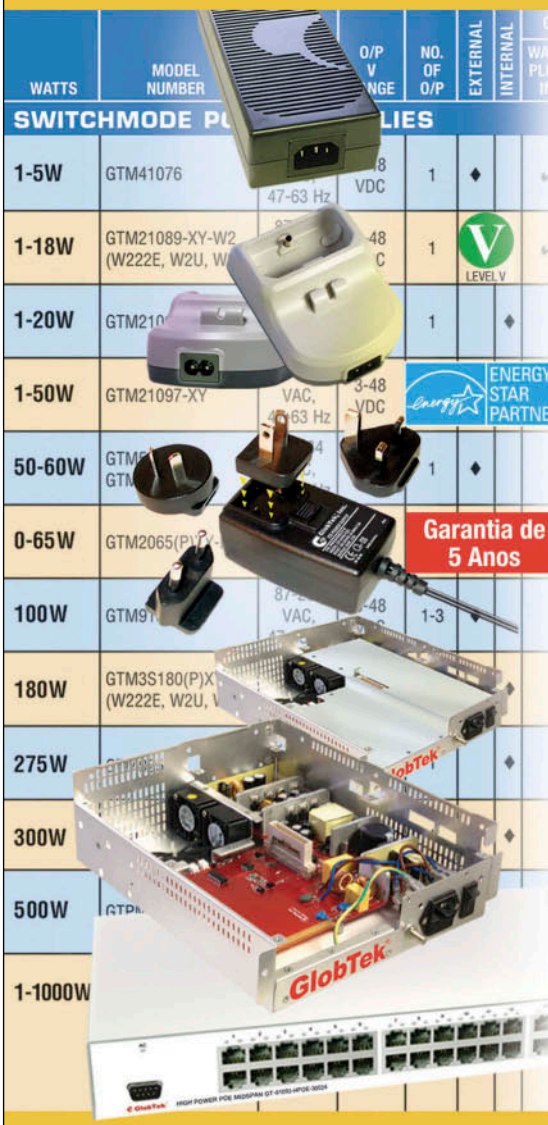
No próximo artigo veremos como configurar o ambiente mikroC e desenvolver a aplicação de controle com o microcontrolador. Até a próxima!




**F4. Hardware para o experimento.**


Soluções em Energia para a Indústria de Equipamentos Médicos e TI

Projetos Personalizados a partir de um modelo Padrão. Projeto & Desenvolvimento Personalizados. Time-to-Market reduzido.




GlobTek®

sales@globtek.com
+1.201.784.1000
+1.201.784.0111

RoHS

www.globtek.com

CERTIICADO ISO 9001:2008

CB EISA CEC

# Sensores Fotoelétricos

*Sensores fotoelétricos são utilizados numa infinidade de aplicações, indo desde sistemas de segurança, controle, máquinas industriais, equipamentos médicos até eletrônica embarcada. Como escolher um sensor fotoelétrico para uma determinada aplicação depende do conhecimento de suas características, uma vez que também nesse caso podemos contar com diversos dispositivos que podem ser empregados em aplicações práticas. Neste artigo focalizamos os principais tipos de sensores fotoelétricos, com suas principais características.*

**Newton C. Braga**

A finalidade de um sensor fotoelétrico é converter um sinal luminoso (luz ou sombra) em um sinal elétrico que possa ser processado por um circuito eletrônico.

Nas aplicações eletrônicas atuais encontramos uma boa quantidade de tipos de sensores, cujas características se prestam para determinadas finalidades. Assim, ao escolher um sensor para uma determinada aplicação, o profissional de Eletrônica deve conhecer essas características de modo a fazer a escolha certa.

Usar um sensor pouco sensível numa aplicação que opere com fontes fracas de luz, ou ainda um sensor lento que deva detectar o movimento rápido de luz ou sombra, pode comprometer um projeto.

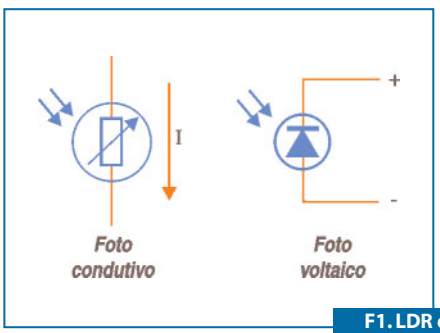
Neste artigo focalizamos as diversas tecnologias com que o leitor pode contar e que levam a diversos tipos de dispositivos que podem ser utilizados como sensores fotoelétricos.

## Sensores Fotoelétricos

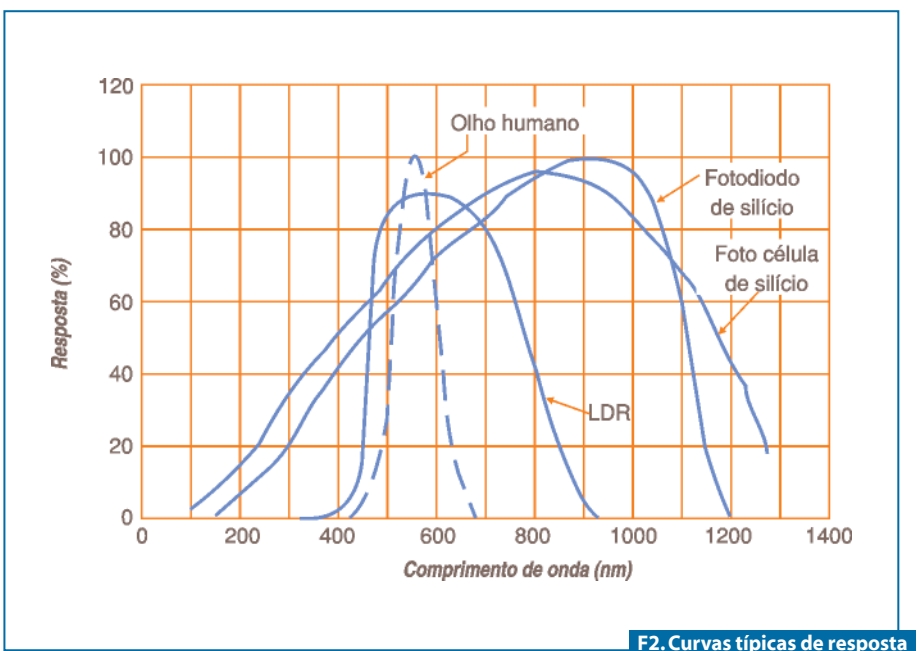
Um sensor fotoelétrico pode ser tanto um transdutor quanto um sensor propriamente dito.

Dizemos que um sensor fotoelétrico é um transdutor quando ele converte energia luminosa (radiante) em energia elétrica. É o caso das fotocélulas que convertem diretamente luz em energia elétrica.

Por outro lado, temos sensores propriamente ditos que convertem luz em




**F1. LDR e fotodiodo.**




**F2. Curvas típicas de resposta dos sensores.**

uma variação de uma grandeza elétrica qualquer como corrente ou resistência. Esse é o caso dos LDRs e dos fotodiodos. Na **figura 1** ilustramos os dois exemplos referidos.

## Características

Ao escolher um sensor fotoelétrico para uma determinada aplicação precisamos levar em conta suas características. As principais são:

## Sensibilidade

A sensibilidade de um sensor fotoelétrico nos diz de que modo a grandeza associada em sua saída varia com a intensidade de luz que incide nesse sensor.

De uma forma geral, a maioria dos sensores usados nas aplicações eletrônicas são extremamente sensíveis no sentido de que basta apenas um fóton para que já possamos ter uma variação sensível da grandeza associada.

O aproveitamento dessa sensibilidade, na maioria dos casos, vai depender muito mais da sensibilidade do circuito utilizados no processamento dos sinais desse sensor.

## Resposta Espectral

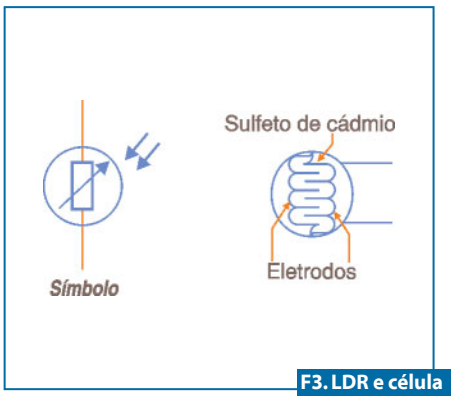
Diferentemente do olho humano, a maioria dos sensores fotoelétricos podem "ver" muito mais do que os nossos olhos. Em outras palavras, esses sensores em grande parte podem perceber tanto radiação infravermelha como ultravioleta. Na **figura 2** temos as curvas de resposta típica de alguns sensores comparadas a sensibilidade do olho humano.

A sensibilidade de diversos sensores à radiação infravermelha é importante porque eles podem operar como fontes de radiação infravermelha tais como LEDs infravermelhos, LASERs e mesmo outras.

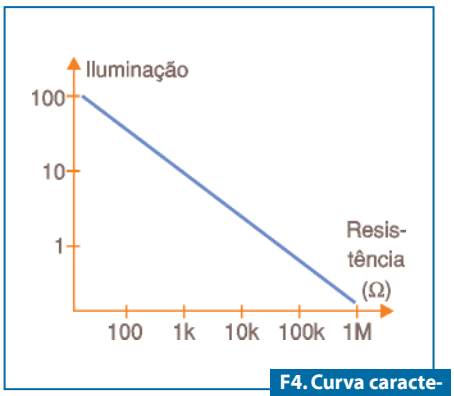
## Velocidade

Em muitas aplicações os sensores devem detectar variações muito rápidas de luz (ou sombra), como no caso da leitura de código de barras, controles de velocidade de máquinas, *encoders* ópticos, *links* por fibra óptica e outras aplicações.

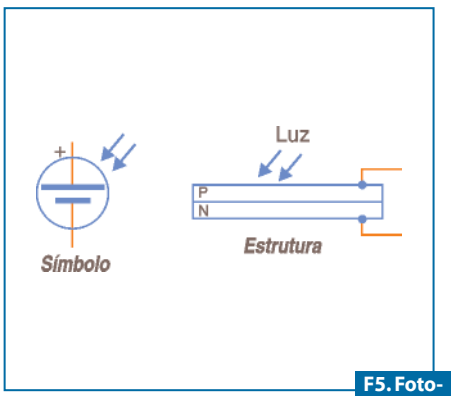
Nem todos os sensores existentes podem responder a essas variações rápidas ou modulação das fontes de luz. No



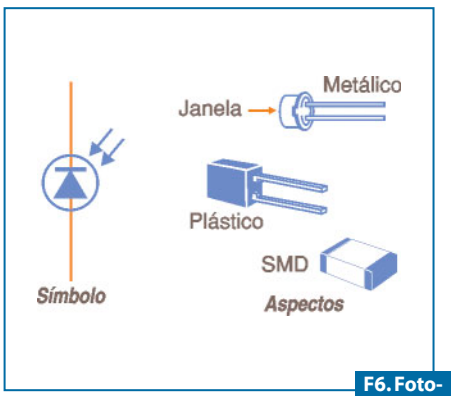
F3. LDR e célula de CdS.



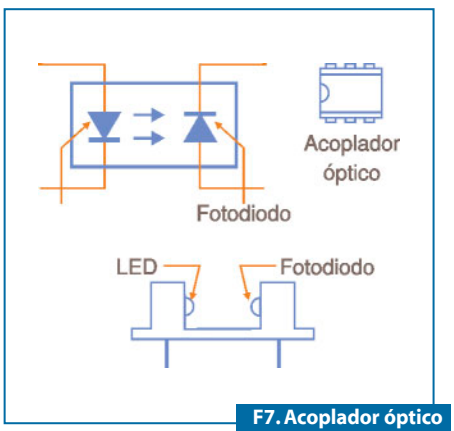
F4. Curva característica do LDR.



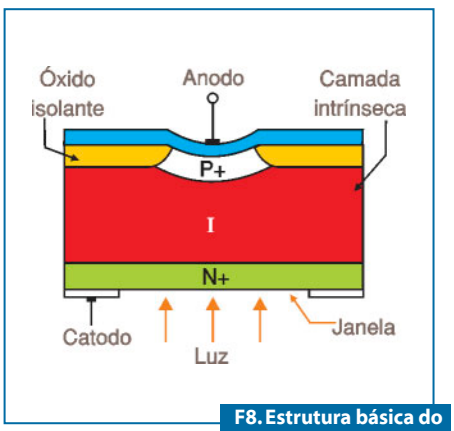
F5. Foto-célula.



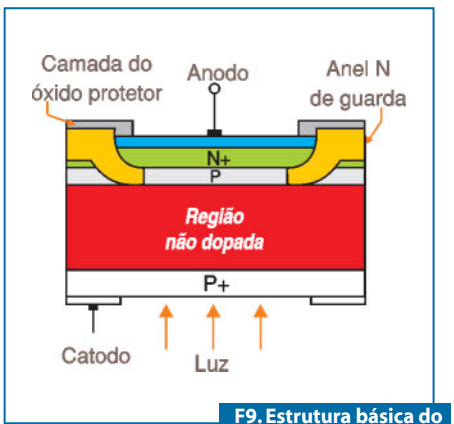
F6. Foto-diodos.



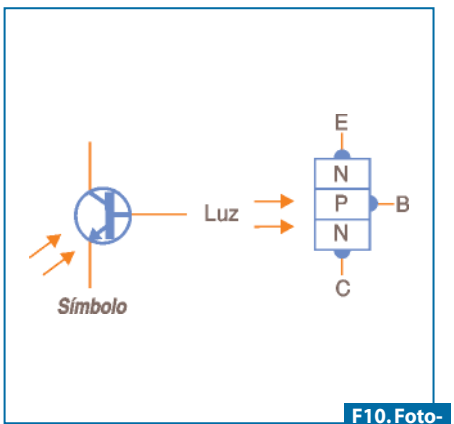
F7. Acoplador óptico chave óptica.



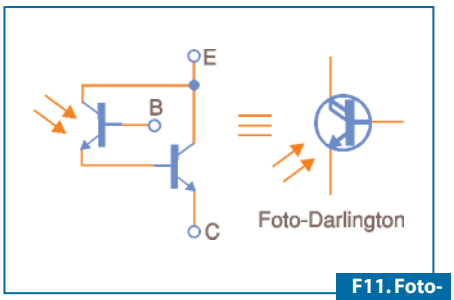
F8. Estrutura básica do fotodiodo PIN.



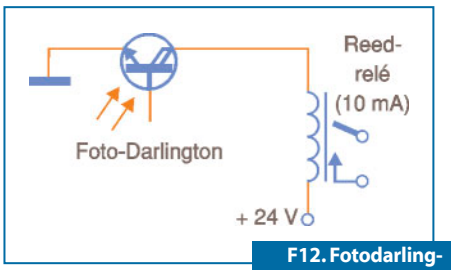
F9. Estrutura básica do diodo de avalanche.



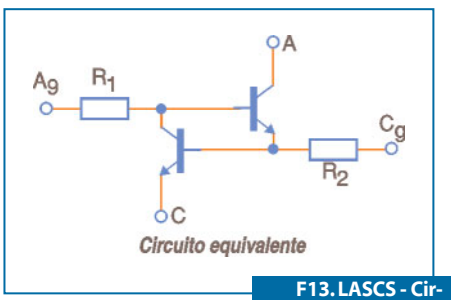
F10. Foto-transistor



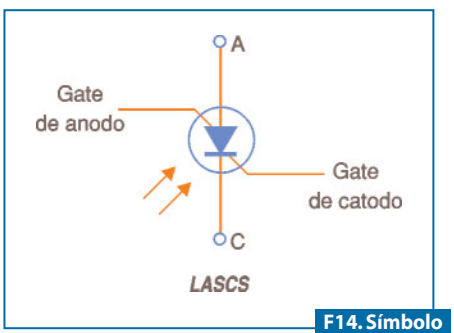

F11. Foto-darlington



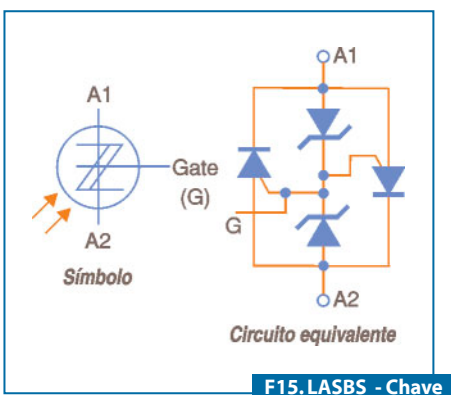

F12. Fotodarling-ton acionando relé.




F13. LASCS - Circuito equivalente.




F14. Símbolo do LASCS.




F15. LASBS - Chave bilateral de silício.

entanto, para os sensores lentos existem aplicações importantes como aquelas que exigem o manuseio de correntes intensas no controle de automatismos baseados em luz e sombra, etc.

Os sensores mais lentos podem ter uma resposta tão baixa que limitam a sua frequência de aplicação a pouco mais de 10 kHz, ao passo que os mais rápidos podem chegar a dezenas de megahertz.

## Tipos de Sensores

Nas aplicações práticas atuais há diversos tipos de sensores, os quais podem ser encontrados em versões particulares e configurações que dependem da aplicação. Os principais são:

## LDRs

Os LDRs ou *Light Dependent Resistors*, também conhecidos como fotor-resistores, e células de sulfeto de cádmio são sensores do tipo foto-condutivo. Neles, a resistência apresentada à passagem de uma corrente elétrica depende da quantidade de luz que incide numa superfície sensível à base de Sulfeto de Cádmio ou CdS, conforme mostra a **figura 3**.

Na montagem típica de um sensor desse tipo, de modo a maximizar a superfície sensível, os eletrodos formam uma estrutura em zigue-zague. Tanto maior o sensor, maior será a sua capacidade de controlar correntes mais intensas.

No escuro, a resistência típica de um sensor desses pode chegar a mais de 1 M ohms. No claro, sob iluminação solar direta, essa resistência pode cair a algumas dezenas de ohms. Na **figura 4** temos a curva característica de um sensor desse tipo.

Veja que o LDR é um sensor bidirecional, o que significa que ele pode operar diretamente inclusive em circuitos de corrente alternada.

Apesar de ter uma resposta espectral bastante ampla, superando a capacidade de percepção do olho humano, o LDR é um dispositivo lento, sendo usado muito mais em aplicações de automação em função da luz do que de controle ou sensoriamento de variações rápidas de luz.

Assim, dentre as aplicações típicas desse sensor estão os sistemas automáticos de iluminação ambiente, alarmes de passagem ou sensores de objetos.

O LDR não apresenta uma característica linear de sensibilidade, conforme podemos ver pela sua curva característica, não sendo portanto muito indicado para instrumentos de medida.

## Fotocélulas

As fotocélulas são dispositivos do tipo que geram uma tensão elétrica em função da quantidade de luz que incide na sua superfície, sendo basicamente formadas por junções de silício, conforme ilustra a **figura 5**.

A incidência de luz nas junções semicondutoras libera portadores de carga que, ao se deslocarem, fazem aparecer uma tensão elétrica em suas extremidades. Essa tensão, da ordem de 0,6 a 0,7 V pode provocar a circulação de uma corrente por uma carga externa.

A corrente será tanto mais intensa quanto maior for a quantidade de luz incidente na junção. Veja que nesse ponto é importante observar que é a quantidade de fótons que incide na junção que determina a corrente de saída e não a energia dos fótons.

Einstein, ao explicar o efeito fotoelétrico, mostrou que desde que o fóton seja capaz de liberar os elétrons, a quantidade de elétrons liberada depende da quantidade de fótons e não de sua energia.

Fotocélulas não são muito usadas como sensores, se bem que tenham uma resposta de frequência muito grande, podendo, por conseguinte operar com sinais luminosos modulados ou mesmo na detecção de variações muito rápidas de luz.

## Fotodiodos

Os fotodiodos podem ser usados tanto no modo foto-condutivo como fotovoltaico. O princípio de funcionamento é simples de se entender:

Quando a luz incide numa junção semicondutora, exatamente como no caso das fotocélulas, portadores de carga são liberados. Nessas condições, temos a manifestação de dois fenômenos que podem ser utilizados na prática.

Um deles é que a resistência no sentido inverso da junção iluminada diminui e o outro é que aparece uma tensão no dispositivo. Se o sensor aproveitar a variação da resistência inversa com a luz no modo de

operação, dizemos que ele opera no modo fotocondutivo. Se ele aproveitar a tensão gerada com a luz, dizemos que ele opera no modo fotovoltaico.

Na prática, os dois modos de utilização são aproveitados. Na **figura 6** temos o símbolo e o aspecto desses sensores que também podem ser usados em conjunto com elementos emissores de luz.

Desse modo, podemos encontrar os fotodiodos em chaves ópticas e acopladores ópticos como os usados em *encoders*. A **figura 7** dá exemplos de alguns desses dispositivos.

A curva de resposta dos fotodiodos em relação ao comprimento de onda da radiação incidente é a mesma de diversos outros dispositivos baseados em silício, o que significa a possibilidade de se usar radiação infravermelha.

Uma característica importante dos diodos, entretanto, é a sua velocidade de resposta muito alta que permite detectar pulsos de luz ou sombra muito rápidos, alcançando frequências de dezenas ou mesmo centenas de megahertz.

Por esse motivo, as aplicações desse sensor incluem aquelas em que a velocidade de resposta é importante tais como em *encoders*, sensores de rotação e posição, recepção de sinais de luz modulados como em *links* de fibras ópticas, leitoras de DVDs, CDs, etc.

Um componente muito importante da família de fotodiodos é o fotodiodo PIN, criado em torno dos anos 1950, mas até hoje amplamente usado em sensores industriais de alta velocidade.

Na **figura 8** temos a estrutura básica de um fotodiodo PIN. O nome vem do fato de que entre as regiões P e N existe uma camada intrinseca (I), conforme sugere a mesma figura.

A curva característica de um fotodiodo nos mostra que a corrente no sentido inverso modifica-se com a incidência de luz.

Nesse componente, quando um fóton atinge um átomo da região intrínseca, ele libera um elétron formando assim um par elétron-lacuna que migram em direções opostas produzindo uma corrente.

Uma característica importante desse diodo é que, como é preciso uma energia relativamente pequena para liberar os elétrons, ele pode ser usado inclusive como um sensor para radiação nuclear. Partículas atômicas, pela sua energia maior, podem liberar diversos elétrons, formando então diversos pares elétrons-lacunas.

Os fotodiodos não apresentam nenhuma amplificação, embora sejam dispositivos rápidos. Se mais importante que a velocidade for a sensibilidade, recomenda-se o uso dos fototransistores.

Os fotodiodos são sensores lineares numa ampla faixa de intensidades luminosas, o que torna-os ideais para a utilização em fotômetros.

Um tipo de fotodiodo não linear, mas que encontra aplicações importantes como foto-sensor é o fotodiodo de avalanche, cuja estrutura é exibida na **figura 9**.

Esse diodo opera polarizado no sentido inverso perto do ponto de avalanche, quando poucos portadores de carga liberados provocam fortes correntes inversas.

Quando um fóton incide na região sensível, ele libera um par-elétron lacuna que se desloca para a região não dopada. Nessa região, ele libera mais pares elétrons-lacuna em um processo de avalanche que culmina com correntes muito mais intensas do que as obtidas por diodos comuns.

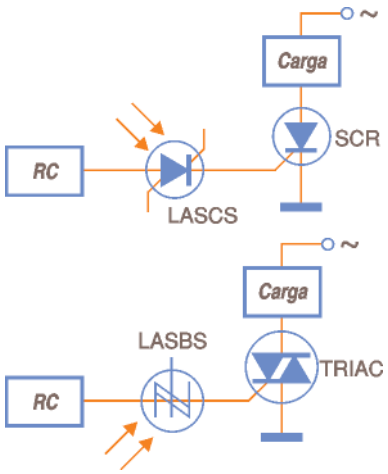
Esse dispositivo não é linear, mas apresenta uma sensibilidade muito maior que os fotodiodos comuns e os fotodiodos PIN.

## Fototransistores

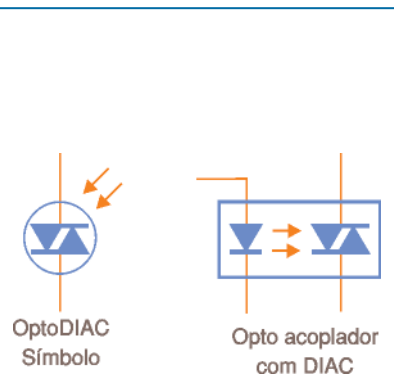
O princípio de funcionamento do fototransistor é o mesmo do fotodiodo: liberação de portadores de carga nas junções quando a luz incide. No entanto, no caso dos transistores, temos uma estrutura maior o que significa uma velocidade um pouco menor, conforme vemos na **figura 10**.

No entanto, os transistores podem ser usados de tal forma que a corrente gerada na liberação de cargas pela luz seja amplificada. Assim, os fototransistores como sensores podem apresentar ganho.

Uma possibilidade interessante, bastante explorada nas aplicações em que se exige ganho sem uma velocidade muito grande de resposta, é a que corresponde ao foto-Darlington, ilustrada na **figura 11**.




**F16. Para o disparo de SCR e TRIAC.**




**F17. Diacs.**

O ganho desse fototransistor será dado pelo produto dos ganhos dos transistores associados, o que representa em alguns casos a possibilidade de se ter até um acionamento direto de relés sensíveis, observe a **figura 12**.

Os fototransistores são usados em aplicações onde se exige uma maior sensibilidade, com mas uma taxa de velocidades intermediária, alcançando alguns megahertz.

Todavia, a velocidade de um fototransistor em um circuito pode ser aumentada

com sua configuração como disparador, o que é muito comum em aplicações rápidas. Nessas condições, ao iniciar a condução ocorre um rápido processo de realimentação que o leva à comutação muito rápida.

## Fototiristores

Diversos dispositivos da família dos tiristores podem ser encontrados em versões sensíveis à luz. Basta expor uma ou mais junções do dispositivo à luz para que possamos ter o seu disparo, fazendo-o funcionar como um sensor óptico.

Dentre os dispositivos dessa família que existem na forma de sensores ópticos, temos:

## LASCS

SCS significa *Silicon Controled Switch*, ou Chave Controlada de Silício, consistindo em um dispositivo semicondutor com características negativas de condução com o símbolo e circuito equivalente mostrado na **figura 13**.

Na versão normal, o disparo é feito por tensão. Quando a tensão aplicada ao dispositivo atinge algo entre 7 e 15 V, ele dispara conduzindo intensamente a corrente.

A versão optoeletrônica tem a junção de disparo exposta à luz de modo que o dispositivo pode ser polarizado de maneira a ficar prestes ao disparo, o que ocorrerá quando luz incidir em sua junção. Temos então, o componente cujo símbolo é visto na **figura 14**.

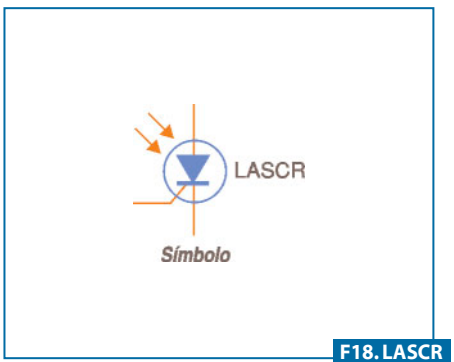
Na prática, os LASCS não são muito comuns, pois existem componentes equivalentes preferidos como os fotodiodos e mesmo os fototransistores. Aplicações incluem o disparo de SCRs pela luz.

SBS signfica *Silicon Bilateral Switch*, ou chave bilateral de silício, consistindo no equivalente do SCS que conduz a corrente nos dois sentidos. Na **figura 15** temos o símbolo desse componente.

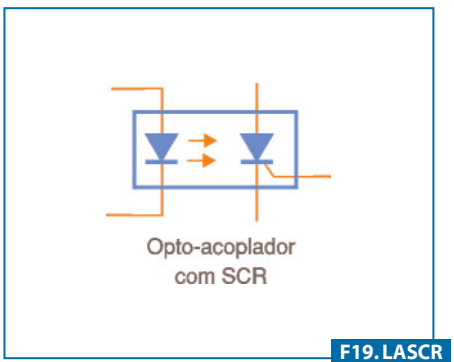
Da mesma forma que no caso dos SCSs, podemos ter a versão sensível à luz desse componente, expondo suas junções. Assim, LASBS significa Light – SBS.

Os LASCSs são usados no disparo de SCRs, enquanto que os LASBS são empregados no disparo de TRIACs, conforme mostra a **figura 16**.

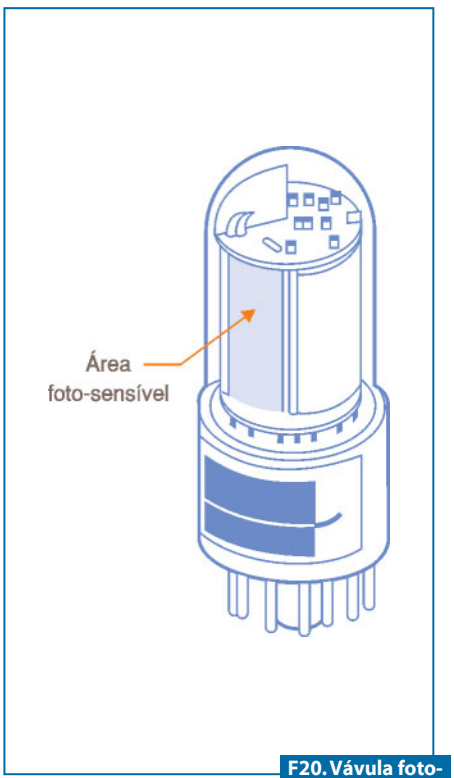
Não são dispositivos muito comuns atualmente pelo fato de existirem outras alternativas para a mesma função.



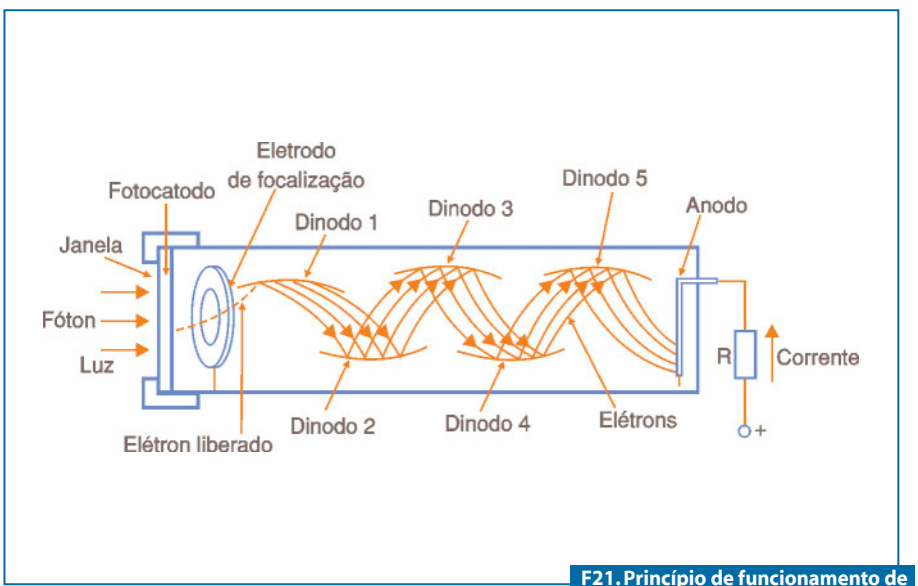

**F18. LASCR**




**F19. LASCR integrado .**




**F20. Vávula foto-multiplicadora.**




**F21. Princípio de funcionamento de uma fotomultiplicadora.**

## Opto-DIAC

Os DIACs também podem ser encontrados em versões sensíveis à luz. O exemplo mais comum é em acopladores ópticos como os da série MOC310 e 3020 que são empregados no disparo de TRIACs, conforme ilustra a **figura 17**.

## LASCR

LASCRs são SCRs (Diodos Controlados de Silício ou *Silicon Controlled Rectifiers*) que têm suas junções expostas à luz de modo a se obter seu disparo por essa forma de radiação. Desse modo, conforme vemos na **figura 18**, basta polarizar a junção de um desses componentes para que ele fique no limiar do disparo e então a luz faz o resto.

A vantagem desse dispositivo está na sua velocidade rápida ao disparo e na possibilidade de controlar cargas de potência. Contudo, não são dispositivos comuns, pois pode-se obter o mesmo desempenho com SCRs comuns ligados a sensores como os fototransistores que têm um custo muito baixo.

Encontramos inclusive alguns LASCRs integrados a acopladores ópticos, como o exibido na **figura 19**.

A vantagem desses dispositivos está na possibilidade de se ter o conjunto isolado eletricamente em um invólucro de pequenas dimensões, cuja entrada aceita sinais de microprocessadores, microcontroladores e circuitos lógicos das famílias comuns.

## Válvulas fotomultiplicadoras

Um dispositivo mais antigo, mas que ainda apresenta um comportamento elétrico que o torna ideal para aplicações em que intensidades de luz extremamente pequenas devam ser detectadas, é a válvula fotomultiplicadora ou tubo fotomultiplicador, como também é chamado. Na **figura 20** temos o aspecto de um desses sensores foto-elétricos.

Para entender o princípio de funcionamento desse sensor fotoelétrico, podemos partir da estrutura apresentada na **figura 21.**

Quando um fóton de luz é emitido e atinge o foto-catodo ele libera um elétron que é dirigido a um dinodo através da ação de um eletrodo de focalização.

Ao incidir no dinodo, o elétron libera outros elétrons que são emitidos em direção a um segundo dinodo. Da mesma forma, ao incidir em um segundo dinodo, novos elétrons são liberados e emitidos em um processo multiplicador.

Assim, no último dinodo, já teremos uma grande quantidade de elétrons que serão então captados por um anodo, produzindo uma corrente de saída no dispositivo.

As válvulas fotomultiplicadoras são usadas nos processos em que quantidades extremamente pequenas de luz devam ser detectadas, por exemplo, um único fóton numa câmara de cintilação. Essa câmara, utilizada em pesquisas nucleares contém uma substância que ao receber uma partícula atômica libera um fóton, produzindo assim uma cintilação.

Nas pesquisas mais simples, a radiação de uma substância pode ser avaliada observando-se essas cintilações em um microscópio e fazendo sua contagem. Em um processo mais elaborado pode-se fazer uso de uma válvula fotomultiplicadora para detectar essas cintilações, sendo produzidos pulsos que podem ser contados automaticamente por um circuito.

## Conclusão

Os sensores fotoelétricos podem ser encontrados em diversas configurações. Fornecedores como a Rockwell, Omron, Metaltex e muitos outros possuem amplas linhas de sensores especialmente projetados para aplicações específicas.

Conhecendo as características dos principais tipos, o projetista poderá consultar os manuais dessas empresas para encontrar exatamente o modelo de sensor que melhor se adapta a sua aplicação.




# Sensores

*Apresentação dos principais sensores empregados no controle de processo industrial, tipificação, princípios de funcionamento, aplicações e considerações de instalação desses componentes*

**Eng.º Filipe Pereira**

## Definições

A seguir temos algumas definições que são importantes para a apreciação deste artigo:

### Transdutor

Dispositivo que converte uma forma de energia ou quantidade física, noutra.

### Sensor

Fornece informação de entrada no nosso sistema a partir do mundo externo.

Por exemplo, um sensor fotoelétrico pode ser tanto um transdutor quanto um sensor propriamente dito. Dizemos que um sensor fotoelétrico é um transdutor quando ele converte energia luminosa em energia elétrica. É o caso das células fotovoltaicas que convertem diretamente luz em energia elétrica. Por outro lado, temos sensores propriamente ditos que convertem luz numa variação de uma grandeza elétrica qualquer como corrente ou resistência. Esse é o caso das LDRs e dos fotodiodos.

### Atuador

Executam ações de saída para o mundo externo. Exemplos de atuadores: válvulas, relés, cilindros, motores, solenoides.

## Tipos de sensores

Os sensores podem ser classificados de acordo a saída do sinal, podendo esta ser analógica ou digital (**figura 1**).

### Digitais ou discretos

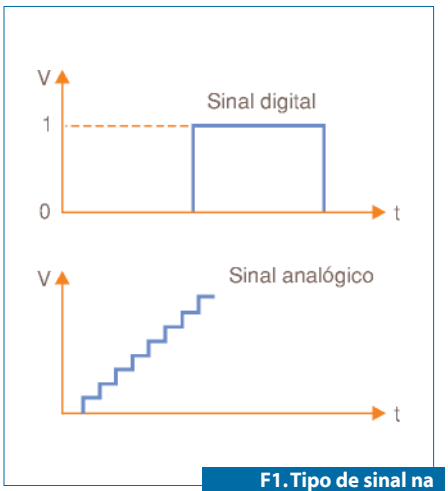
Assume apenas dois valores de saída ao longo do tempo, que podem ser interpretados como 0 ou 1.

### Analógicos ou proporcionais

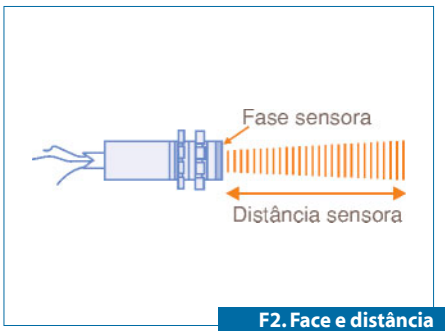
São informações em forma de um sinal elétrico proporcional à grandeza medida.

Existem vários tipos e modelos de sensores que variam conforme o objeto-alvo de sensoriamento:

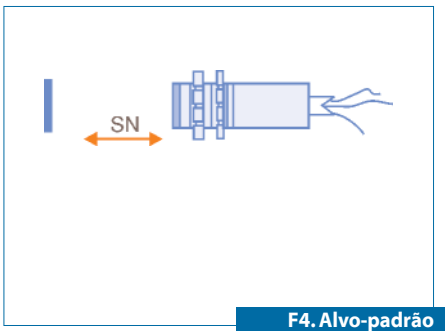
- **Indutivos**: São sensores que trabalham com um campo eletromagnético, portanto detectam apenas materiais ferromagnéticos.
- **Capacitivos**: São sensores que trabalham com o princípio da capacidade, detectam todos os tipos de materiais.
- **Fotoelétricos** – São sensores que trabalham com emissão e recepção de luz, detectam todos os tipos de materiais.



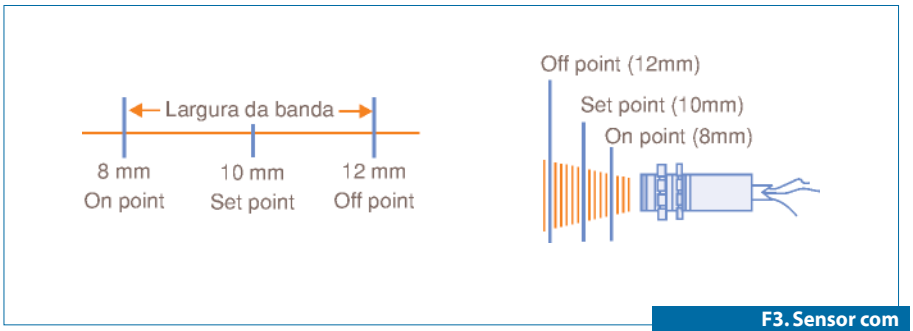

**F1. Tipo de sinal na saída de um sensor.**




**F2. Face e distância sensora.**




**F4. Alvo-padrão para o sensor.**




**F3. Sensor com SN=10mm e H= ± 20%.**

- **Ultrassônicos** – São sensores que operam com a emissão e reflexão de um feixe de ondas acústicas. A saída comuta quando este feixe é refletido ou interrompido pelo material a ser detectado.

## Terminologia

**Face sensora**: A face sensora é o lado do sensor que detecta o objeto.

**Distância sensora**: É a distância entre a face sensora e o objeto a ser detectado. Com este parâmetro podemos definir a maior distância a que podemos deixar o sensor do objeto a ser detectado (**Figura 2**).

**Histerese:** A histerese pode ser traduzida como um atraso que tem como objetivo evitar falsas comutações na saída, este efeito propicia ao sensor uma banda de segurança entre o ligar (*ON point*) e o desligar (*OFF point).* As ilustrações abaixo são para um sensor com as seguintes características: distância sensora (SN) de 10 mm e histerese (H) de ± 20%. Assim, se o objeto estiver movendo-se em direção ao sensor, deve mover-se para o ponto mais próximo para ligá-lo. Uma vez ligado (ON point), permanece ligado até que o objeto se mova para o ponto mais distante (OFF point), **figura 3**.

**Alvo padrão**: Os fabricantes especificam nos catálogos a distância sensora nominal, que é a máxima distância na qual o objeto será detectado. Como ela depende do material, usa-se um alvo padrão (**Figura 4**).

## Sensores indutivos

Têm como elemento sensor uma bobina que gera um campo eletromagnético de alta frequência.

A indutância varia com a proximidade de materiais ferromagnéticos.

**Vantagens da detecção indutiva:**

- Muito boa resistência aos ambientes industriais;
- Não possui contato físico com o objeto;
- Aparelhos estáticos: sem peças em movimento no seu interior;
- Maior vida útil, independente do número de manobras;
- Velocidade elevada.

### Princípios de funcionamento

O **oscilador** fornece energia à **bobina,** que produz um campo eletromagnético. Este campo perderá força (amplitude) quando um objeto metálico se aproximar da face sensora, reduzindo a amplitude da oscilação, esta queda de amplitude dá-se devido a indução de correntes parasitas no objeto metálico. O **circuito de disparo** detecta as mudanças na amplitude da oscilação. Quando uma mudança considerável é detectada, o **circuito de saída** fornece um sinal para, por exemplo, um CLP (Controlador Lógico Programável). **Figura 5.**

### Aplicações

A principal aplicação é a detecção de objetos metálicos, pois o campo emitido é eletromagnético.

## Sensores capacitivos

São sensores capazes de detectar a aproximação de objetos sem a necessidade de contato físico, tal qual os sensores indutivos, porém com princípio de funcionamento baseado na variação da capacidade.

Neste caso o elemento sensor é um capacitor cuja capacitância varia com a aproximação de qualquer material

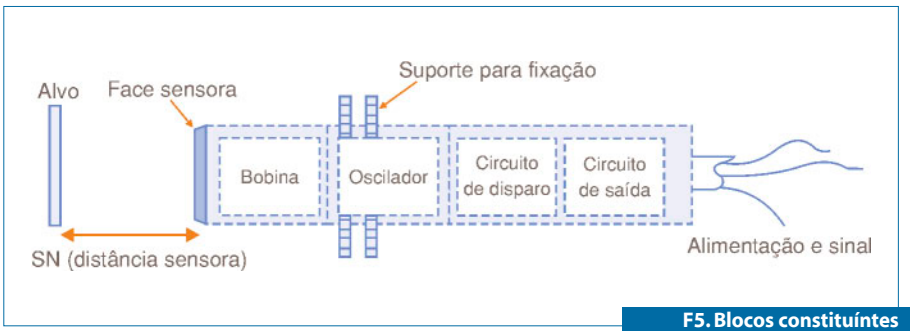
### Princípio de funcionamento

Os sensores capacitivos operam baseados no princípio da capacidade eletrostática de maneira similar às placas de um capacitor. O oscilador e o eletrodo produzem um campo eletrostático. O alvo (objeto a ser detectado) age como uma segunda placa do capacitor. Um campo elétrico é produzido entre o alvo e o sensor.

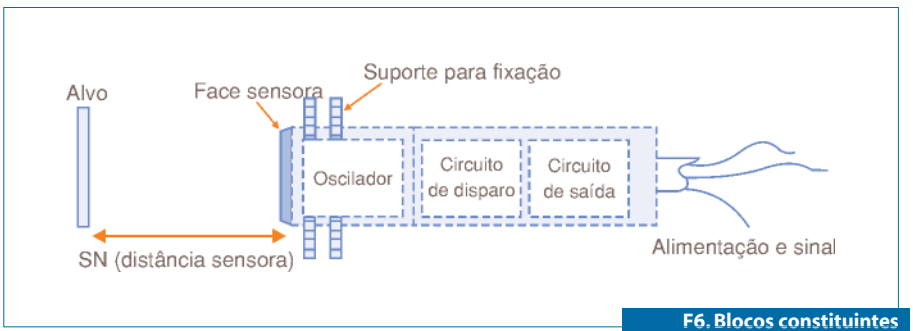
Como a amplitude da oscilação aumenta, há um aumento da tensão do circuito do oscilador, e o circuito de detecção responde mudando o estado do sensor (ligando-o).

Um sensor capacitivo pode detectar quase qualquer tipo de objeto. A entrada do alvo (objecto) no campo eletrostático perturba o equilíbrio da corrente do circuito do sensor, causando a oscilação do circuito do eletrodo e mantém esta oscilação enquanto o alvo estiver dentro do campo (**Figura 6**).

Na ausência de um alvo, o oscilador está inativo.




**F5. Blocos constituíntes de um sensor indutivo.**




**F6. Blocos constituintes de um sensor capacitivo.**

A capacitância do circuito com a ponta de compensação é determinada pelo tamanho do alvo, a sua constante dielétrica e a distância até a ponta (**Figura 7**).

Quanto maior o tamanho e a constante dielétrica de um alvo, mais este aumenta a capacitância. Quanto menor a distância entre a ponta e o alvo, maior a capacitância.

### Aplicações

Os sensores capacitivos podem detectar objetos metálicos e não metálicos, assim como produtos dentro de recipientes não metálicos. Estes sensores são usados geralmente na indústria de alimentos e para verificar os níveis de fluidos e sólidos dentro de tanques. Os sensores capacitivos são mais sensíveis à flutuação da temperatura e da umidade do que são os sensores indutivos.

## Sensores fotoelétricos

Os sensores fotoelétricos, assim, como os capacitivos, detectam qualquer material, porém com uma distância sensora bem maior. São constituídos por dois circuitos eletrônicos sendo: o transmissor, responsável pela emissão/ modulação da luz e o receptor, responsável pela recepção desta mesma luz (**Figura 8**).

### Princípio de funcionamento

Detectam a mudança da quantidade de luz que é refletida ou bloqueada pelo objeto a ser detectado.

A composição básica do sensor fotoelétrico:

- **Fonte de luz** (Em geral são LEDs infravermelhos ou visíveis).
- **Sensor de luz** (São componentes eletrônicos que alteram a intensidade da corrente que conduzem conforme a quantidade de luz recebida).
- **Lentes** (Os LEDs e os fotossensores emitem e captam luz numa grande área. As lentes são utilizadas para estreitar essa área, isso faz com que o alcance da detecção seja maior).
- **Saída** (Se o nível de luz detectado for suficiente, então o sensor liga ou desliga a saída).

### Modos de detecção

Os 3 principais modos são:

- Sensor de barreira
- Sensor retrorreflexivo
- Sensor difuso

Sendo (veja **figura 9**):

**E** – Emissor

**R** – Receptor

## Sensores ultrassônicos

Os sensores ultrassônicos trabalham emitindo e recebendo sinais sonoros de alta frequência e, portanto, inaudíveis ao homem.

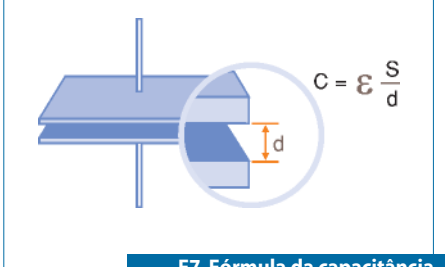
Os transdutores ultrassônicos têm cristais piezoelétricos com uma ressonância na frequência desejada e convertem a energia elétrica em energia acústica, e vice-versa.

### Funcionamento

O princípio de funcionamento dos **sensores ultrassônicos** está baseado na emissão de uma onda sonora de alta frequência, e na medição do tempo levado para a recepção do eco produzido quando esta onda choca-se com um objeto capaz de refletir o som (**Figura 10**).

Eles emitem pulsos ultrassônicos ciclicamente. Quando um objeto reflete estes pulsos, o eco resultante é recebido e convertido num sinal elétrico.

A detecção do eco incidente depende de sua intensidade, e esta da distância entre o




**F7. Fórmula da capacitância de um sensor capacitivo.**




**F8. Circuitos eletrônicos do sensor fotoelétrico.**

objeto e o sensor ultrassônico. Os sensores ultrassônicos funcionam medindo o tempo de propagação do eco, isto é, o intervalo de tempo medido entre o impulso sonoro emitido e o eco do mesmo.

Algumas vantagens e desvantagens dos sensores ultrassônicos:

- Existe uma zona morta próxima da face sensora;
- Alguns materiais como espumas, tecidos, borrachas são difíceis de detectar, pois absorvem o som;
- Possui um custo mais elevado que os sensores referidos anteriormente.

### Aplicações

Os sensores ultrassônicos podem ser utilizados para os mais diversos fins, incluindo: medidas de diâmetro de rolos, detecção de quebra de fios, presença de pessoas, medição de densidades, etc.

## Considerações para a instalação de sensores

A consideração principal na instalação elétrica de sensores é o limite da corrente elétrica aplicável. A corrente de saída (carga) deve ser limitada para a maioria dos sensores a uma corrente bastante pequena. O limite da saída fica geralmente entre 50 e 200 miliampères. É crucial que a corrente esteja limitada a um nível que o sensor possa suportar. Os módulos de entrada do CLP (Controlador Lógico Programável) limitam a corrente a níveis aceitáveis. Por sua vez, sensores com saídas de relé podem suportar correntes mais elevadas (tipicamente 3 ampères).

## Alimentação dos sensores

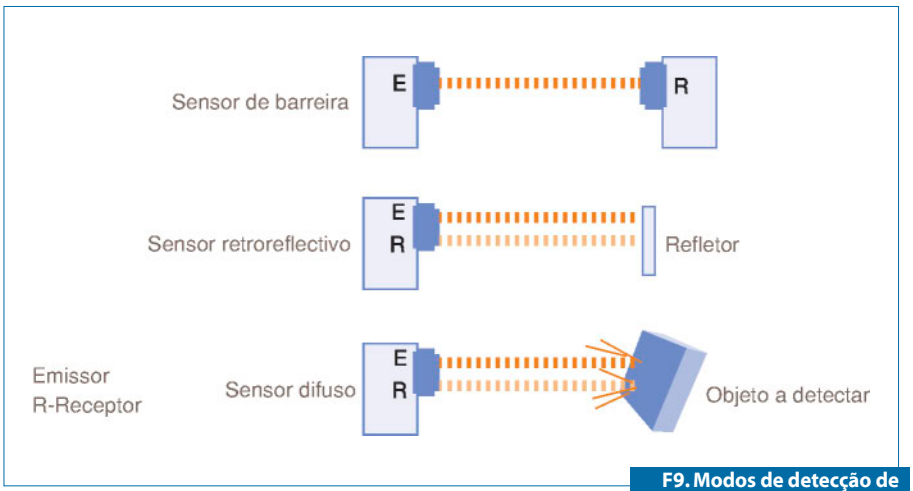
Um sensor, como qualquer outro dispositivo eletrônico, requer cuidado com a alimentação, pois se for feita de forma inadequada, poderá causar danos irreparáveis ao mesmo.

Os fabricantes disponibilizam sensores capazes de trabalhar com tensões de 12 a 250 V, alternada ou contínua.

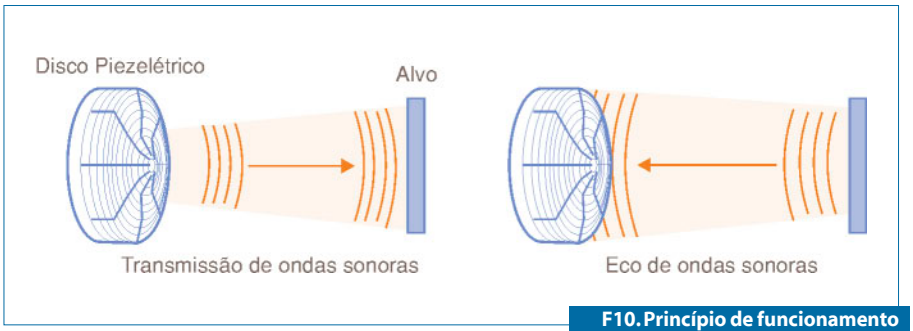
## Saídas dos sensores

Os sensores com saídas discretas possuem saídas com transistores, e estes podem ser NPN ou PNP.

Nos sensores com saída a relé, as saídas não são eletrônicas, mas sim mecânicas. O relé possui contatos, normalmente abertos (NA) e normalmente fechados (NF), o que nos disponibiliza uma independência quanto à tensão da carga. A principal vantagem sobre os eletrônicos está em poder trabalhar com correntes mais altas.




**F9. Modos de detecção de um sensor fotoelétrico**




**F10. Princípio de funcionamento do sensor ultrassônico.**

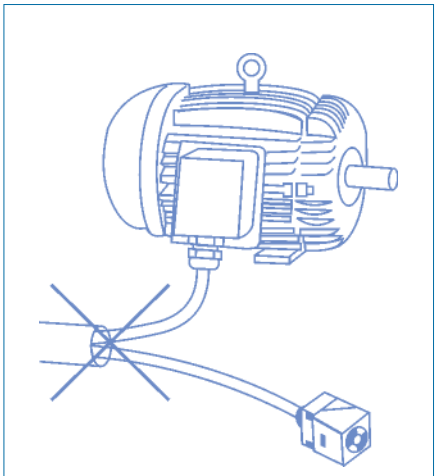
## Ligação elétrica dos sensores

Observar os esquemas de ligação elétrica, identificando as cores dos fios antes de instalar o sensor, evitando principalmente que a saída do sensor seja ligada à rede elétrica, o que causaria a destruição do mesmo.

Não se devem utilizar lâmpadas de incandescência com os sensores, pois a resistência do filamento frio provoca uma corrente de pico que pode danificar o sensor.

Com as cargas indutivas, tais como contatores, os relés devem ser bem especificados porque a corrente de ligação ou de corte podem danificar o sensor.

Conforme as recomendações das normas técnicas, deve-se evitar que os cabos dos sensores utilizem os mesmos tubos dos circuitos de potência. As tensões induzidas podem possuir energia suficiente para danificar os sensores (**Figura 11**).



**F11. Os cabos dos sensores devem ficar separados dos demais cabos de energia.**

### Bibliografia

Catálogos OMRON: (www.omron.pt)
Manual de Formação:
Eng.º Filipe Alexandre de Sousa Pereira
www.prof2000.pt/users/lpa/
sites.google.com/site/amsfrancisco

# Proteção de Portas I/O contra ESD

*Um elemento de vital importância no projeto de sistemas de comunicação de dados é a confiabilidade. Em muitos países há uma imposição em relação a isso, com a adoção de padrões que devem ser seguidos em qualquer projeto. Esses padrões envolvem a proteção contra descargas eletrostáticas (ESD), exigindo dos projetistas cuidados especiais com a escolha dos componentes. Neste artigo focalizamos as soluções propostas pela Vishay para a proteção das portas de entrada e saída dos equipamentos de comunicação de dados.*

**Newton C. Braga**

Um dos problemas das comunicações de dados é que PCs, impressoras, *hubs* de LANs, terminais de entrada de dados e muitos mais estão sujeitos à ocorrência de ESD. Surtos de descargas estáticas podem afetar qualquer um desses equipamentos causando sérios problemas.

Isso significa que uma das preocupações dos projetistas que devem trabalhar com a presença desses problemas deve se encontrar soluções eficientes e baratas para torná-los imunes a ESD.

Uma solução tradicional para evitar problemas de ESD consiste no uso de filtros RC e de diodos zener, cuja finalidade é ceifar os picos de tensão, limitando assim seu valor a valores seguros. Se bem que essa solução funcione, não é a melhor, pois além de cara ocupa um espaço na placa que poderia ser economizado com a adoção de soluções mais compactas. Isso é especialmente importante nas aplicações portáteis onde cada vez mais o problema de espaço deve ser considerado num projeto.

Uma solução melhor, adotada pela maioria dos projetistas para essa finalidade, consiste no uso de "arrays" de TVS.

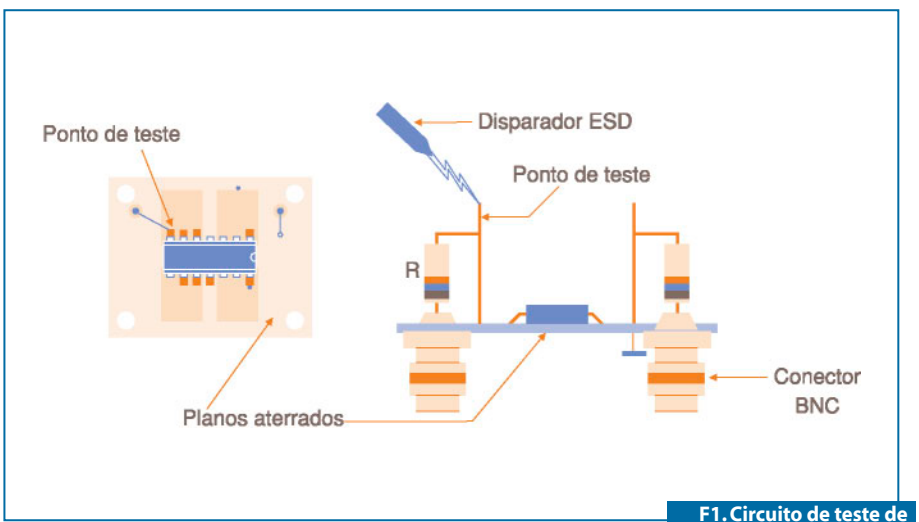
A Vishay, por exemplo, oferece *arrays* de TVS em invólucro SOIC, extremamente compactos, podendo ser instalados próximos do conector de entrada sem ocupar muito espaço.

## Medida da Performance

Medir a performance de um sistema de proteção contra ESD não é uma tarefa simples.

Os tempos de subida dos sinais são extremamente curtos (da ordem de 10 kV/ns), o que exige para seu registro equipamentos de teste caros e sofisticados.

Na **figura 1** mostramos um circuito para se fazer esse tipo de teste usando equipamento sofisticado como um gravador de transientes (Tektronics SCD1000) e outros dispositivos auxiliares para gerar os pulsos de prova.




**F1. Circuito de teste de proteção contra ESD.**

Os atenuadores são montados diretamente na placa de circuito impresso de dupla face que aloja o dispositivo a ser testado (DUT – *Device Under Test*).

Utilizam-se resistores de 1 kohms casados e com uma precisão de 0,25%. Com isso, é possível fazer uma medida diferencial de modo a se cancelar os ruídos no plano de terra.

O diagrama equivalente do circuito de teste é ilustrado na **figura 2**.

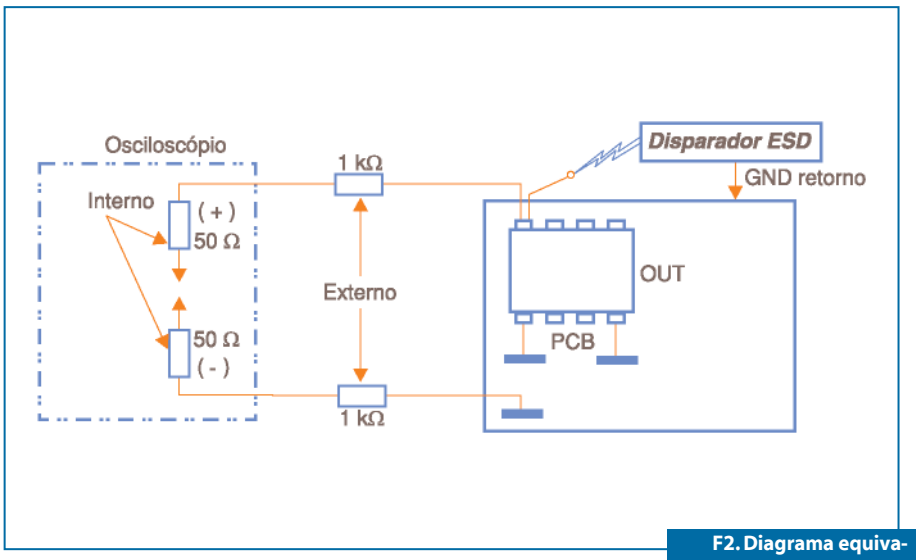
O pulso de ESD é aplicado via uma "arma" através de um *jumper* de 8 polegadas. O *jumper* é necessário para reduzir o ruído residual em torno do osciloscópio, o qual causa um disparo falso.

Na **figura 3** temos a curva de resposta obtida com um pico negativo de 8 kV. Observe as oscilações iniciais devidas à indutância da placa de circuito impresso e também as conexões internas no invólucro. Essas oscilações se estabilizam depois de 20 ns.

A tensão de estabilização é sempre menor que 100 V em qualquer polaridade. Na realidade, num circuito perfeito, os picos de tensão não deveriam superar as tensões de corte, no entanto, a placa de circuito impresso e as limitações dos invólucros fazem com que essas oscilações apareçam.

O nível de energia durante esse tempo inicial é muito baixo causando um mínimo de *strees* na porta protegida.

É possível projetar um protetor que não tenha essas oscilações iniciais. Todavia, isso exige uma conexão Kelvin ou de 4 pontos para cada linha de sinal. Isso significa que um invólucro de 8 linhas só pode proteger 2 linhas, o que representa uma solução cara. Para uma demonstração mais conclusiva, é necessário usar os dispositivos num circuito protegendo um componente sensível a ESD.

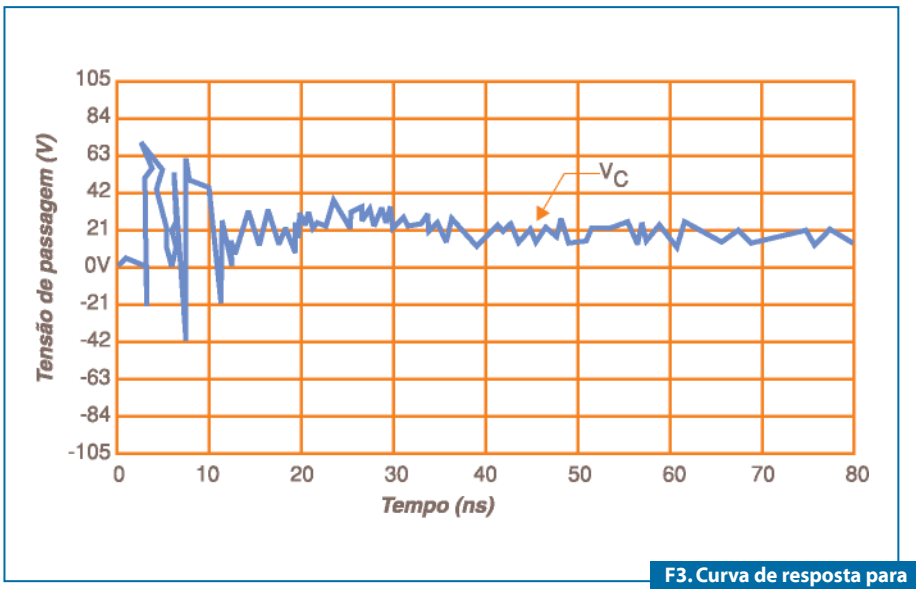



**F2. Diagrama equivalente do circuito de teste.**

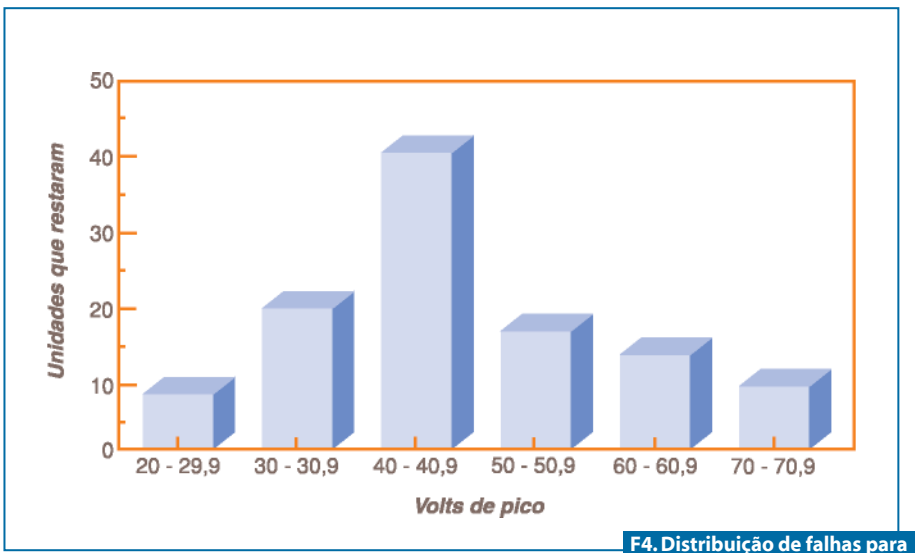




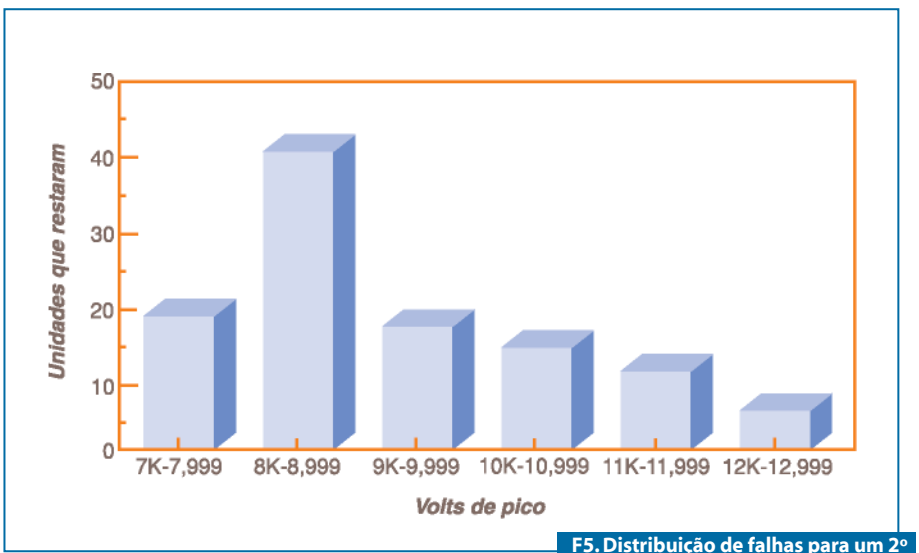




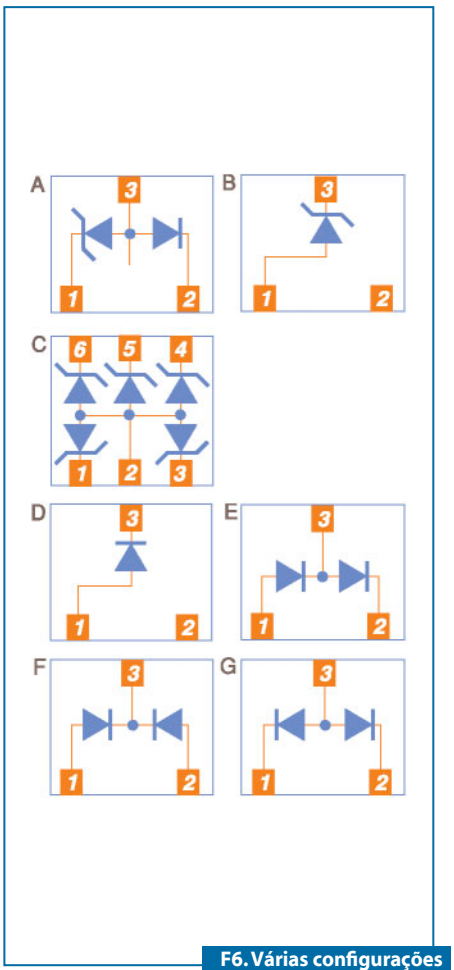

F3. Curva de resposta para um pico negativo de 8 kV.




F4. Distribuição de falhas para os MOFETs de potência.




F5. Distribuição de falhas para um 2º conjuntode MOSFETs de potência.




F6. Várias configurações de Arrays de TVS

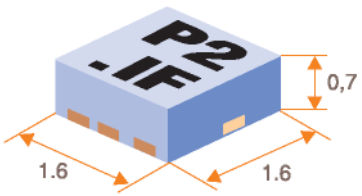
Um tipo de componente testado pela Vishay são os MOSFETs de potência em invólucros TO-92. Esses componentes se mostram especialmente sensíveis a falhas por *stress* diante de ESD. Os pulsos aplicados a esses componentes foram obtidos do mesmo equipamento de prova.

Na **figura 4** exibimos a distribuição de falhas num conjunto de 100 peças amostradas.

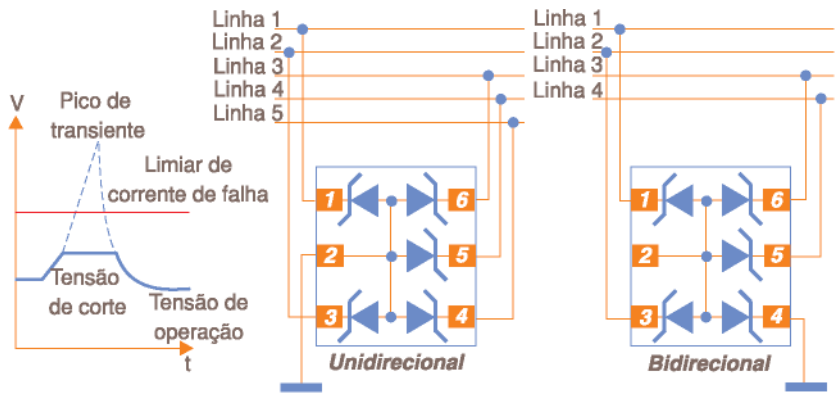
Nesse gráfico, temos os testes feitos com 100 componentes sem qualquer tipo de proteção. Eles foram soldados na placa de circuito impresso (no plano de terra) com a fonte e dreno ligados ao terra e a comporta mantida flutuante. Conforme pode ser observado pelo gráfico, todos os dispositivos falharam abaixo de 100 V.

Um segundo conjunto de 100 peças foi soldado em placas de teste com a fonte e o dreno ligados ao plano de terra, e a comporta ligada a um *array* de TVS.

O mesmo procedimento foi usado em passos de 20 V. No nível de 100 V observa-se




F7. Dimensões, em mm.




F8. Aplicações de proteção com arrays de TVS.

que todos os 100 dispositivos sobreviveram, conforme mostra o diagrama da **figura 5**.

Os problemas só começaram a aparecer na faixa de 7,5 kV a 12,0 kV, mostrando a imunidade à ESD.

## Solução Vishay

A Vishay possui uma plataforma de invólucro denominada Liliput (LLP) ou *Leadless Leadframe Package Platform*. que é otimizada para se obter maior economia de espaço em produtos para proteção contra ESD e diodos Schottky. Nessa plataforma estão disponíveis *Arrays* de TVS de 1 a 6 nas configurações mostradas na **figura 6**. As dimensões são fornecidas na **figura 7**, notando-se o diminuto espaço que elas podem ocupar numa placa de circuito impresso.

Na **figura 8** temos algumas aplicações desses *arrays* na proteção contra transientes para linhas de dados com aplicações em I/O de telefones móveis, *notebooks* e computadores, PDAs, câmeras digitais, *modems* etc.

Mais informações podem ser obtidas em **www.vishay.com.**





A Duodigit Ltda é uma empresa com capital 100% nacional e é referência no fornecimento da tecnologia e soluções nas áreas de GSM/GPR, Biometria Embedded e Desktop. Pioneira nos mercados de atuação, destaca-se por sua Equipe Técnica altamente especializada e pelo suporte técnico prestado aos seus clientes

*Av. Lins de Vasconcelos, 1609*
*Aclimação - São Paulo/SP*
*Tel. Fax 11 2062-1821*
*www.duodigit.com.br*
*vendas@duodigit.com.br*

DD
DUODIGIT
SOLUÇÕES EM TECNOLOGIA



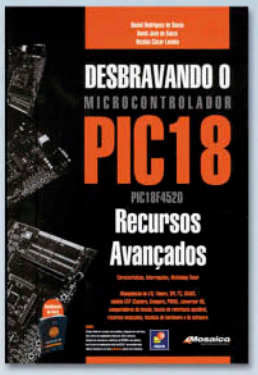

TATO
Equipamentos Eletrônicos

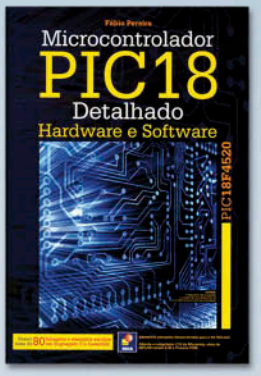
Programação Super Fácil
Código Aberto
Comunidade na internet
Centenas de projetos prontos
16k de memória
13 Inputs/Outputs
Comunicação USB

www.tato.ind.br

# Ótimos livros por um excelente preço

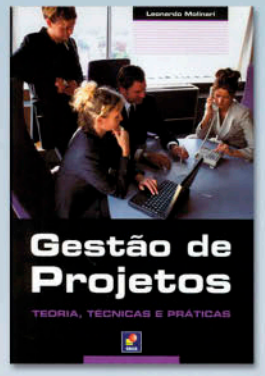


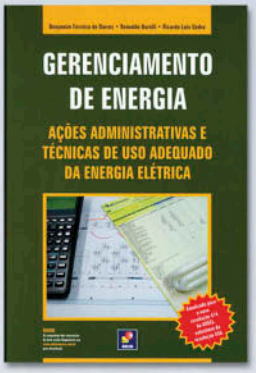


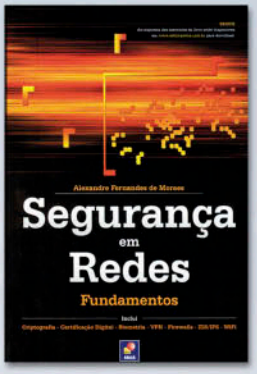






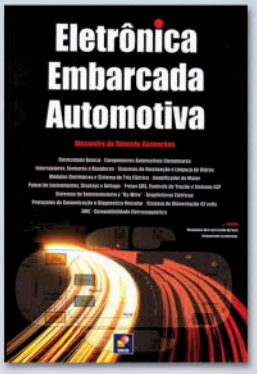


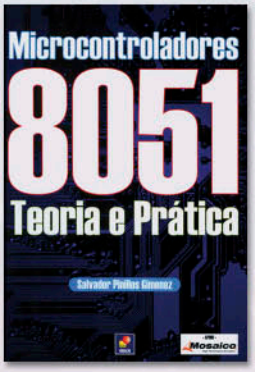


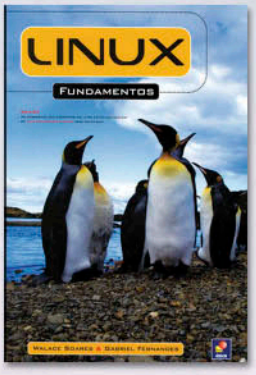



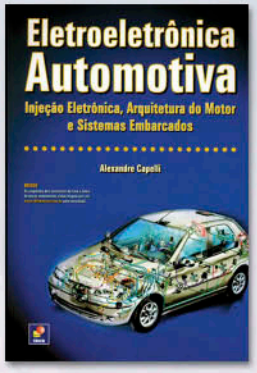












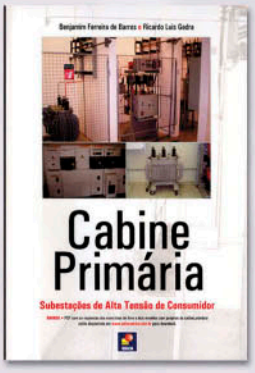
















novasaber
www.novasaber.com.br

microcontroladores
FLASH
de Baixo Custo

HOLTEK

# Holtek lança nova série

# HT66Fxx
# HT68Fxx

## Microcontroladores Enhanced I/O e A/D Flash 8-Bit




**Características:**

- Arquitetura RISC – Ótimo Desempenho;
- Memória de Programa Flash de 1 Kbyte a 12 Kbytes;
- Memória de Dados RAM de 64 bytes a 576 bytes;
- EEPROM de 32 bytes a 256 bytes;
- Disponibilidade de 18 a 50 portas I/Os;
- Encapsulamentos disponíveis: 16DIP/NSOP/SSOP, 20DIP/SOP/SSOP, 24SKDIP/SOP/SSOP, 28SKDIP/SOP/SSOP, 44QFP, 40/48QFN;
- Interface SPI/$I^2C$, UART, USB
- A/D de 12 bit para HT66Fxx
- Excelente para aplicações em áreas de eletroeletrônicos, segurança, automação industrial, automotiva, produtos de consumo, etc.

HOLTEK
ANYTEK conectores
FORDATA FOR DATA DISPLAY
módulos RF WENSHING
GlobalSat Wired by Wireless
APLUS CI reprodutor de sons
FAGOR
SIMCom A company of SIM Tech

**Visite o site da Holtek e conheça toda linha:**
**www.holtek.com**

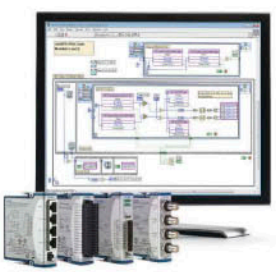
Cika Eletrônica
Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

Tel.: 55 11 2693-6428 / Fax: 55 11 2693-8805
vendas@cikaeletronica.com
www.cikaeletronica.com

# Agora você tem o controle sobre o desempenho de suas medições




Com os sistemas industriais cada dia mais complexos, otimizar sistemas com controle e medições avançadas torna-se crítico. O ambiente gráfico aberto de programação do NI LabVIEW e o hardware NI CompactRIO ajudam a reduzir custos oferecendo medições precisas, sistemas de visão de máquina, controle de movimento, e a habilidade de se conectar com equipamentos de automação existentes através de comunicação industrial.



**PLATAFORMA DE PRODUTOS**

*NI LabVIEW*

*NI CompactRIO*

*NI Vision*

*NI Motion Control*

*NI Wireless Sensor Network*

>> Veja sete maneiras de melhorar o desempenho de suas medições em **ni.com/precision** **11 3149 3149**

NATIONAL INSTRUMENTS

©2010 National Instruments. Todos os direitos reservados. CompactRIO, LabVIEW, National Instruments, NI, e ni.com são marcas registradas da National Instruments.
Os outros nomes de produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas. 2355