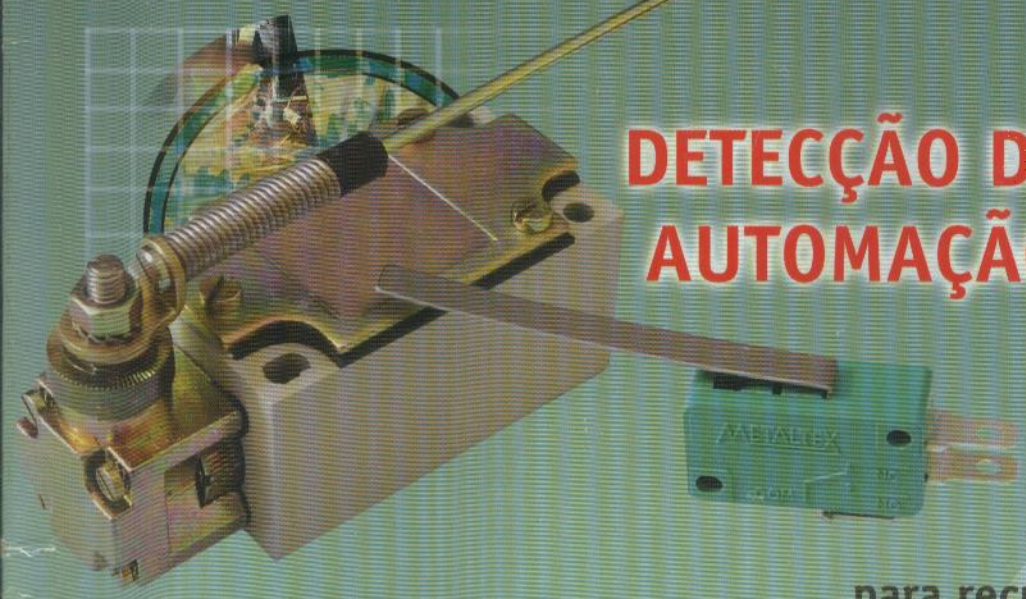
SSRs e RELÉS como INTERFACES ELETROELETRÔNICAS

Ano 38 Nº 362 - Março/03
Brasil R$ 8,90
Europa € 4,30

www.sabereletronica.com.br

SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO



DETECÇÃO DE POSIÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Microeletrônica:
O Movimento brasileiro para recuperar o tempo perdido

ELETRÔNICA EMBARCADA

LIN
REDE DE COMUNICAÇÃO AUTOMOTIVA



COMPARATIVO DE MICROCONTROLADORES
8051 - PIC - AVR
Análise do Hardware:
Timer, Counter e Watchdog

FIBRA ÓPTICA E SUAS APLICAÇÕES

ISSN 0101-6717

Editora Saber ltda.
Diretores
Hélio Fittipaldi
Thereza M. Ciampi Fittipaldi

Revista Saber Eletrônica
Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico
Newton C. Braga

Redação
Sérgio Vieira

Automação Industrial
Alexandre Capelli

Publicidade
Eduardo Anion - Gerente
Ricardo Nunes Souza
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto

Conselho Editorial
Alexandre Capelli
João Antonio Zuffo
Newton C. Braga

Impressão
Globo Cochrane

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: MIDESA

SABER ELETRÔNICA
(ISSN - 0101 - 6717), publicação mensal da Editora Saber Ltda.
Redação, administração, assinatura, números atrasados, publicidade e correspondência:
R. Jacinto José de Araújo, 315
03087-020 - São Paulo - SP - Brasil
Tel. (11) 6195-5333

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

Matriculada de acordo com a Lei de Imprensa sob nº 4764, livro A, no 5º Registro de Títulos e Documentos - SP.
Empresa proprietária dos direitos de reprodução:
EDITORA SABER LTDA.
Associada da:
ANER
Associação Nacional dos Editores de Revistas.

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

www.sabereletronica.com.br
Tiragem: 25.450 exemplares

EDITORIAL

GSM, secretário de informática e TV digital

O setor de componentes eletrônicos acompanha com expectativa o desenvolvimento da tecnologia GSM em 2003. Com a euforia provocada pela italiana Tim, que atingiu 1 milhão de assinantes até o final de 2002, as atenções agora voltam-se para a fabricação de estações radiobase que garantem o suporte da infra-estrutura de comunicação dessa tecnologia.

Para garantir o desempenho da indústria nacional, o governo aumentou a alíquota de importação desses equipamentos que, em conseqüência, deve alavancar a produção de empresas como Ericsson, Siemens, Motorola, Lucent Technologies e Nortel. Uma das perdedoras é a Alcatel que extinguiu sua linha de produção nacional e passou a importar suas estações radiobase.

Outra notícia que está sendo acompanhada de perto pela indústria é a indicação de Francelino Lamy de Miranda Grando para o cargo de secretário nacional de política de informática. Grando, secretário municipal de tecnologia da cidade de São Carlos (interior de São Paulo), é professor da Universidade Federal de São Carlos e já foi sabatinado pela Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (Abinee). Diretores da entidade que foram ouvidos pela Saber Eletrônica disseram que Grando tem uma boa noção da situação atual do setor e de suas responsabilidades à frente da secretaria.

Caso seja nomeado, Grando terá uma série de missões à sua espera. A primeira delas é definir as estratégias de ação da recém-criada Coordenadoria Nacional de Microeletrônica, departamento ligado ao Ministério de Ciências e Tecnologia e que estará recebendo o relatório encomendado pelo BNDES sobre a microeletrônica nacional (veja reportagem).

A adoção de um padrão tecnológico para a TV Digital é um dos assuntos de grande interesse que, com certeza, aguardam o futuro secretário. Na pauta de discussões, três tecnologias estão na disputa em Brasília: o americano ATSC, o europeu DVB e o japonês. Uma quarta tecnologia, criada no Brasil, corre por fora e esquenta ainda mais a disputa. Pelo que foi percebido pela equipe da Saber Eletrônica, o principal empecilho no momento não está na tecnologia e, sim, na política envolvida que definirá o padrão a ser adotado.



e-mail: a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br

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

ÍNDICE

REPORTAGEM

Microeletrônica: O Movimento Brasileiro para Recuperar o Tempo Perdido. 4

Veja como fazer emendas e identificar os conectores mais comuns.

TELECOMUNICAÇÃO



A Fibra òptica e suas Aplicações 6

Veja como fazer emendas e identificar os conectores mais comuns

ENERGIA



SSRs e Relés como Interfaces Eletroeletrônicas 16

Saiba como otimizar seu projeto utilizando corretamente esses componentes

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Detecção de Posição em Automação 27

O que você precisa saber para determinar o melhor sensor de acordo com a necessidade.

Fontes de Alimentação Industriais 35

Como especificá-las e de que modo elas podem operar em conjunto para satisfazes as exigências das aplicações.

Soluções em CLPs - parte II 42

Novas funções: comparação e movimentação binária.



NOTÍCIAS

Eletrônica 58
USA em notícias 60
Telecomunicações 62

TECNOLOGIA



LIN - Rede de Comunicação Automotiva 22

Conheça a rede LIN - Local Interconnect Network - e suas aplicações na Indústria Automotiva.

Supressão de RFI com Capacitores 72

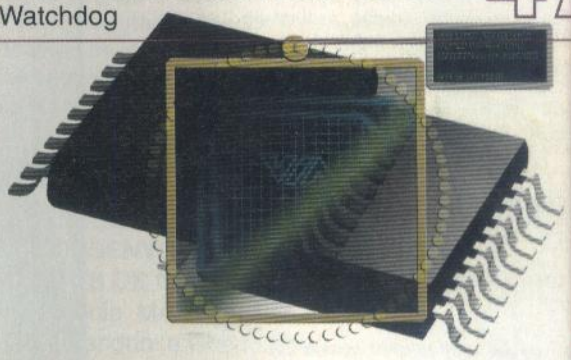
Escolhendo o capacitor correto para eliminar a interferência eletromagnética.



HARDWARE

Comparativos de Microcontroladores 47

Análise do hardware: Timer, Counter e Watchdog



PROGRAMAÇÃO

Linguagem C - parte final 66

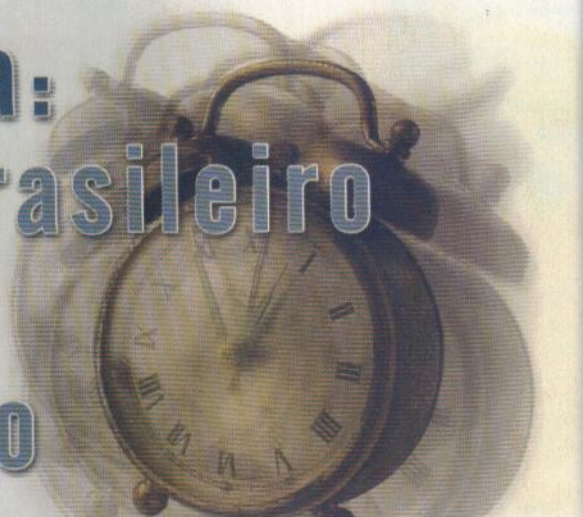
Utilizando a Linguagem C na Eletrônica.

COMPONENTES

MIC2184 Controle PWM de baixa tensão tipo Buck 76

Uma ótima solução para modems e cartões ADSL que trabalha com tensões entre 2,9 V a 14 V.

Microeletrônica: O Movimento brasileiro para recuperar o tempo perdido



Sérgio Vieira

Brasil - Cena 1: Em 1974 , o regime militar encampa o projeto "Reserva de Mercado de Informática" com o objetivo claro de proibir a importação de hardwares e promover a indústria nacional.

Brasil – Cena 2: Em 1992, para promover a atração de empresas, o governo promove a abertura de mercado. Desde então, as empresas estrangeiras intensificaram a montagem de escritórios de representação no país e importam mais bens eletro-eletrônicos para abastecer o mercado local. Esses dois episódios precisam ser lembrados para entender toda a problemática que está por trás do desenvolvimento de uma indústria nacional de microeletrônica e tentar recuperar o tempo perdido, que na época apenas encapsulava e testava circuitos integrados.

Tanto na primeira, como na segunda cena, há um ponto em comum: o país demorou para descobrir, ou aceitar, sua condição de montador de componentes. Toneladas de fosfato se perderam tentando entender, o motivo pelo qual, o país não despontava como *player* na área microeletrônica.

Em meados do ano 2000, um novo esforço, impulsionado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, inovou no foco de atrair, fixar e promover o crescimento da microeletrônica no país. Batizado de Programa Nacional de Microeletrônica (PNM) - descrito na Saber Eletrônica (out/2002) - a primeira coisa que se procurou conhecer foi a sistemática de produção de circuitos integrados, fato que não foi observado nas duas cenas descritas. Percebeu-se que, antes da montagem, o *chip* passa pelas fases de *design*, máscara e processo físico/químico. Só então, o componente chega na fase de montagem e encapsulamento para, depois, chegar à fase de teste.

Entendidas todas essas etapas, o PNM esbarra agora em alguns aspectos que dificilmente serão resolvidas no âmbito no Ministério de Ciência e Tecnologia. Um deles é a morosa e burocrática alfândega brasileira que demora, em média, quatro dias para liberar uma mercadoria. Na era do *just in time* qualquer empresa, por menor que seja, precisa ser competitiva e, para tanto, necessita ter agilidade na entrega e recebimento de insumos em poucas horas. Mercadoria parada no porto é dinheiro parado no bolso. Imagine então a agilidade necessária para um *player* que produz milhões de unidades de *chips* por dia?

Outro ponto de difícil solução é a ociosidade por que passam as fábricas multinacionais. O freio de mão na economia mundial reduziu a produção de vários equipamentos e, conseqüentemente, de várias fábricas de componentes. Esse fato inviabilizou a instalação de novas fábricas, não só a partir do Brasil como de qualquer outro lugar. "Qualquer produção de circuito integrado, hoje, é voltada para o mercado internacional", avalia Vanda Scartezini, ex-secretária nacional de Política de Informática, que auxiliou na implantação do PNM.



Vanda Scartezini: Brasil precisa aprovar projeto que protege circuitos integrados.

Vanda, que trabalha hoje na Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, chama a atenção para a necessidade de aprovação do Projeto de Lei nº 1787 que protege a criação de "topografias de circuitos integrados criados no país". Com a aprovação, o Brasil estaria dando mais um passo no sentido de, no futuro, atrair linhas de produção para o território nacional.

A produção de *chips*, até então, parece que segue a mesma lógica da produção de calçados como a Nike, ou de refrigerantes como a Coca-Cola. O desenvolvimento desses produtos é pensado em outros

países, enquanto que o Brasil entra com a força operacional, mas pagando *royalties* altíssimos pela sua vocação.

Contribuição da Motorola – Em 1998, a Motorola constatou que havia no Brasil 170 profissionais aptos para desenvolver projetos de *chips*. "Se convidássemos todos para trabalhar na Motorola estaríamos matando a microeletrônica no Brasil", disse Antonio Calmom, diretor de Setor de Produtos Semicondutores para o Cone Sul. A Motorola decidiu resolver o problema financiando bolsas de estudos para formar novos desenvolvedores de *chips*. Nascia então o esboço do que mais tarde seria chamado de Programa Nacional de Microeletrônica. A primeira preocupação do governo foi saber com a Motorola se os profissionais iam produzir algo a partir do Brasil, ou a partir da matriz da multinacional. Essa é uma dúvida que poderá ser respondida, em breve, com a inauguração da fábrica de Porto Alegre da empresa.

A fábrica do Rio Grande do Sul poderia, inclusive, devido ao seu porte, abastecer todo o mercado nacional de microcontroladores, mas este parece não ser o objetivo da Motorola, devido ao alto custo. Para Calmom, o que importa mesmo é que o Brasil desperte para a necessidade de criar uma comunidade ampla de profissionais. No projeto da fábrica, a empresa está investindo US$ 10 milhões.

Para estimular o uso e desenvolvimento de microcontroladores, a Motorola está doando 1.500 sistemas de desenvolvimento de microcontroladores de oito bits para instituições de ensino e *design houses* de diversos estados brasileiros.

Perguntado sobre a idéia, lançada por alguns pesquisadores, de criar uma indústria no Brasil com tecnologia atrasada de dez anos, Calmom se diz nem contra, nem muito menos a favor. "O país precisa achar seu próprio modelo. É preciso estudar sobre o assunto". Ele explica, por exemplo, a metodologia americana que detém a inteligência, recebe os



Calmon: Brasil precisa criar seu próprio modelo.

royalties e não se importa muito onde determinado produto será fabricado. Em outros países, a filosofia é simplesmente a de atrair empresas e ocupar a mão de obra ociosa. É entre um modelo e outro que Calmom acredita estar a verdadeira vocação do Brasil.

Em breve, o Ministério de Ciência e Tecnologia deverá analisar um relatório, feito por uma consultoria independente, sobre o desenvolvimento da microeletrônica no país. No trabalho, a empresa destaca qual a estratégia a ser adotada pelo Brasil para entrar no mapa da microeletrônica: investir em capital humano.

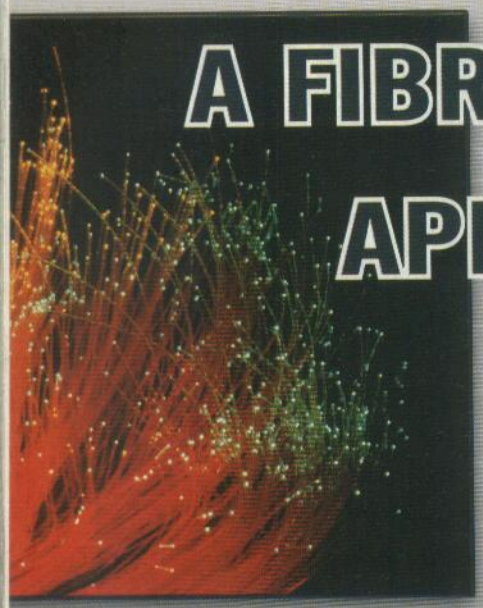
A distância entre o profissional que sai da Faculdade e o que desenvolve projeto de *chips* é enorme. Na Motorola, por exemplo, o profissional (que precisa ter mestrado), faz um estágio de 12 meses para começar a fazer seus primeiros projetos de circuitos integrados. Para ele ficar em sintonia com o mercado, Calmom calcula um tempo médio de oito a dez anos.

Apesar de serem vagarosas, as ações do Brasil para entrar no mapa mundial da microeletrônica surtiram efeito. Hoje, é possível encontrar brasileiros aptos para entrar em uma fábrica e oferecer um projeto de um *chip* que traga redução de custo e tempo de manufatura. Mas é bom lembrar que essas ações precisam ter uma continuidade. Até o fechamento desta matéria, Francelino Lamy de Miranda Grando, indicado para o cargo de secretário nacional de política de informática, ainda não havia sido nomeado.

Diferente do que acontecia em 1998, hoje, em quase todas as Universidades brasileiras há a figura do *designer*. Grande parte desses novos profissionais estão sendo absorvidos pela própria Motorola. "O designer se tornou numa figura que não trabalha mais na empresa, trabalha com projeto. Faltava um vínculo mais forte desse profissional com as empresas", diz Calmom.

Fábrica de chips

Apesar de um *chip* caber na palma da mão, tudo que se fala nesse tipo de indústria é algo monstruoso. Para se montar uma fábrica com retorno financeiro é preciso disponibilizar investimentos em torno de US$ 3 bilhões. Cerca de 80% de uma fábrica desse porte é custo fixo e 95% da produção é exportada. A área para a implantação de uma fábrica de *chips* segue o esquema das montadoras de veículos. Toda a cadeia de suprimentos fica no mesmo espaço de onde sai o produto final. Assim, ao lado de uma fábrica de *chips* há fornecedores de gases, produtos químicos, água, energia, epóxi, silício, difusão, equipamentos, *lead frames*, equipamentos de teste, etc



A FIBRA ÓPTICA E SUAS APLICAÇÕES



Daniel Berni

O objetivo do artigo é apresentar ao leitor os principais conceitos sobre fibra óptica, um assunto muito importante em Telecomunicações. Através de um exemplo bastante simples, entenda como funciona o princípio da transmissão óptica e como operam os sistemas ópticos. Saiba quais são os principais tipos de fibras existentes e suas principais características. Veja quais são suas aplicações práticas, como realizar emendas e identificar os conectores mais comuns, além de entender como as fibras são fabricadas. Conheça as principais tecnologias que utilizam fibras ópticas e entenda porque elas se tornaram um dos principais meios de transmissão utilizados em redes de Telecomunicações.

INTRODUÇÃO

A utilização da luz como forma de transmitir informações não é algo novo. No antigo Egito, a luz já era empregada como meio de comunicação. Os romanos chegaram a construir uma torre equipada com um dispositivo gerador de brilho para transmitir informações.

Narinder Singh Kanpany, físico indiano, é considerado o inventor da fibra óptica, que passou a ter aplicações práticas na década de 60 com o advento da criação de fontes de luz de estado sólido, como o raio laser e o LED.

Hoje em dia, a tecnologia está muito mais avançada e a capacidade de transmitir informações através da luz é muito maior. A velocidade da luz no vácuo pode ser considerada como sendo 300.000 km/s, o que permite a construção de redes rápidas e confiáveis.

O princípio básico das redes ópticas é a transmissão binária, do tipo 0 ou 1, trabalhando com a ausência ou presença de luz.

Para não se "perder" durante a transmissão, a onda de luz deve ser transmitida por um tipo especial de condutor, a fibra óptica.

FIBRAS ÓPTICAS

A fibra óptica consiste basicamente de um material dielétrico, transparente e de dimensões reduzidas, comparáveis ao fio de cabelo humano. A **figura 1** mostra a estrutura de uma fibra óptica.

Exemplo prático

Não vamos aqui discutir índices de refração ou reflexão a fundo, pois são fenômenos físicos complexos, o que não é o objetivo da matéria. Para o leitor entender os conceitos de refração e reflexão, vamos procurar mostrar um exemplo prático na **figura 2**. Imagine um túnel de vidro bastante longo, com cerca de 2 metros de altura, e uma pessoa na entrada deste túnel com uma lanterna. Não é um túnel oco, mas sim um grande bloco de vidro. Ele quer se comunicar com uma outra pessoa que está no fim do túnel, da seguinte forma: luz apagada significa "0", luz acesa significa "1". O ideal seria que a pessoa com a lanterna segurasse o foco de luz paralelo ao túnel, de modo que a outra no fim do túnel pudesse enxergar bem o foco de luz.

Na prática, esse alinhamento horizontal não acontece na fibra

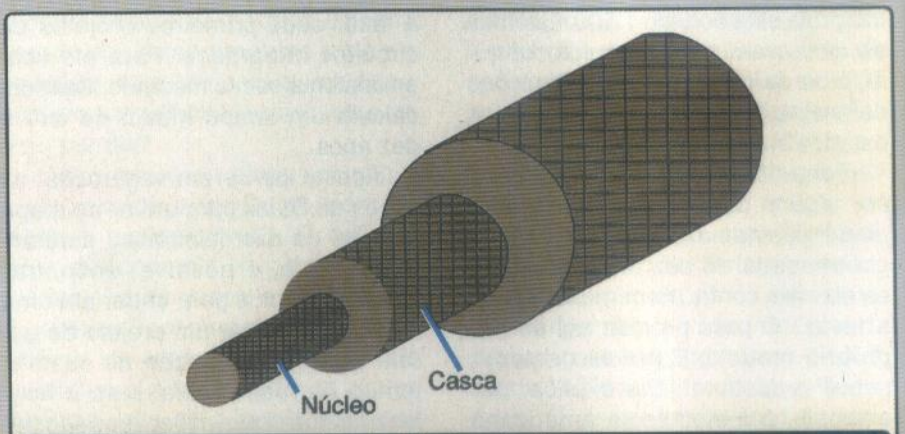


Fig. 1 - Estrutura da fibra.

óptica, e não apenas um feixe de luz é transmitido. Vários feixes de luz entram na fibra, como se fossem várias lanternas, cada uma formando um ângulo em relação ao túnel. Esse ângulo formado é chamado **ângulo de incidência**. Dependendo do valor deste ângulo, poderão acontecer duas coisas: se ele for muito pequeno, a luz "escapa" do túnel e a pessoa no final do túnel não recebe a informação. Se ele for mais aberto, a luz refrata na parede do túnel e segue seu caminho através dele, como se fosse uma bala de revólver ricocheteando nas paredes, até o outro lado. Ela demora um pouco mais, mas como a velocidade da luz é muito rápida, quase não há diferença.

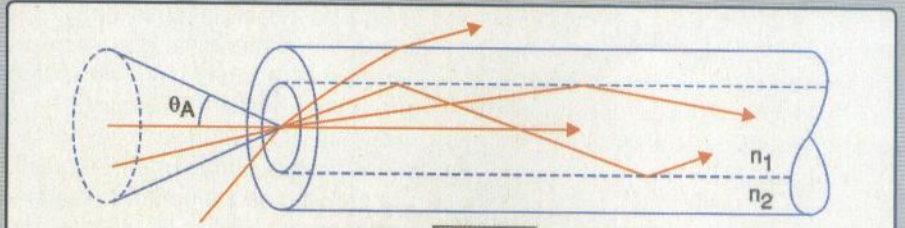
Imagine este túnel como tendo alguns quilômetros de comprimento e a espessura de um fio de cabelo. Essa é a fibra óptica e o princípio pela qual ela funciona.

Na transmissão óptica, não entra apenas um feixe de luz, e estes feixes não entram também todos alinhados. Cada um entra por um ângulo diferente. Se este ângulo de entrada estiver dentro de um certo intervalo, a luz será refratada e transmitida até o outro lado. Se entrar fora deste ângulo, esta informação será perdida. Este ângulo de entrada forma o chamado **cone de aceitação**: qualquer raio que atinja a fibra dentro deste ângulo será transmitido, os outros serão perdidos. A **figura 3** mostra como é formado o cone de aceitação.

Em uma definição mais técnica, uma fibra óptica é um capilar formado por materiais cristalinos e homogêneos, transparentes o bastante para guiar um feixe de luz, que pode ser visível ou infravermelho, através de um trajeto qualquer. A estrutura básica desses capilares são cilindros concêntricos com determinadas espessuras e com índices de refração tais que permitam o fenômeno da reflexão interna total. O centro (miolo) da fibra é chamado de núcleo e a região externa é chamada de casca. Para que ocorra o fenômeno da reflexão interna total é necessário que o índice de refração do núcleo seja maior que o índice de refração da casca.



Fig. 2 - Princípios básico de transmissão em fibra óptica.



$\text{sen}\ \theta_A = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

n1 = índice de refração do núcleo
n2 = índice de refração da casca
n1>n2

Fig. 3 - Cone de aceitação.

Métodos de fabricação das fibras ópticas

Os materiais básicos usados na fabricação de fibras ópticas são sílica pura ou dopada, vidro composto e plástico. As fibras ópticas fabricadas de sílica pura ou dopada são as que apresentam as melhores características de transmissão e são as usadas em sistemas de Telecomunicações. Todos os processos de fabricação são complexos e caros. As fibras ópticas fabricadas de vidro composto e plástico não têm boas características de transmissão (possuem alta atenuação e baixa largura de banda passante) e são empregadas em sistemas de Telecomunicações de baixa capacidade e pequenas distâncias e sistemas de iluminação. Os processos de fabricação dessas fibras são simples e baratos se comparados com as fibras de sílica pura ou dopada.

O processo de fabricação de fibras ópticas consiste basicamente de duas etapas: na primeira é feita a preforma, e na segunda etapa é feito um puxamento em alta temperatura. Existem diversas formas de se fabricar a preforma (a primeira etapa) sendo que a etapa de puxamento é comum a todos os processos.

As principais tecnologias de fabricação são:

- **OVD (*Outside Vapour Deposition*)**

Este processo baseia-se no crescimento da preforma a partir de uma semente, que é feita de cerâmica ou grafite, também chamada de mandril. Este mandril é colocado num torno e permanece girando durante o processo de deposição que ocorre sobre o mandril.

Os reagentes são lançados pelo próprio maçarico e os cristais de vidro são depositados no mandril através de camadas sucessivas. Nesse processo, ocorre a deposição do núcleo e também da casca, e obtêm-se preformas de diâmetro relativamente grande, o que proporciona fibras de grande comprimento (40 km ou mais). Após essas etapas, teremos uma preforma porosa (opaca) e com o mandril em seu centro. Para a retirada do mandril coloca-se a preforma num forno aquecido a 1500°C que provoca a dilatação dos materiais. Através da diferença de coeficiente de dilatação térmica consegue-se soltar o mandril da preforma e a sua retirada. O próprio forno faz também o colapsamento da preforma para torná-la cristalina e maciça. Esse processo serve para a fabricação de fibras dos tipos multimodo e monomodo de boa qualidade de transmissão.

• **VAD (*Vapour Axial Deposition*)**

Neste processo, desenvolvido pela NTT do Japão, a casca e o núcleo são depositados mas no sentido do eixo da fibra (sentido axial). Nele, utilizam-se dois queimadores que criam a distribuição de temperatura desejada e também injetam os gases (reagentes). Obtém-se assim uma preforma porosa que é cristalizada num forno elétrico à temperatura de 1500°C. Este processo obtém preformas com grande diâmetro e grande comprimento, tornando-o extremamente produtivo.

• **MCVD (*Modificated Chemical Vapour Deposition*)**

Este processo, desenvolvido pelo Bell Laboratories nos Estados Unidos, consiste na deposição de camadas de materiais (vidros especiais) no interior de um tubo de sílica pura (SiO_2). O tubo de sílica é o que fará o papel de casca da fibra óptica, enquanto que os materiais que são depositados farão o papel do núcleo da fibra. O tubo de sílica é colocado na posição horizontal numa máquina chamada torno óptico que o mantém girando em torno de seu eixo. Por esse processo, obtêm-se fibras de boa qualidade porque a reação que ocorre no interior do tubo não tem contato com o meio externo, e dessa maneira evita-se a deposição de impurezas. Com ele, pode-se fabricar fibras do tipo multimodo degrau e gradual, e monomodo.

• **PCVD (*Plasma Chemical Vapour Deposition*)**

A diferença básica deste método, desenvolvido pela holandesa Philips, em relação ao MCVD, é que ao invés de usar um maçarico de oxigênio e hidrogênio, usa-se um plasma não isotérmico formado por uma cavidade ressonante de microondas para a estimulação dos gases no interior do tubo de sílica.

Neste processo, não é necessária a rotação do tubo em torno de seu eixo, pois a deposição uniforme é obtida devido à simetria circular da cavidade ressonante. A temperatura para deposição é em torno de 1100°C. As propriedades das fibras fabricadas por este método são idênticas ao MCVD.

Puxamento

Uma vez obtida a preforma, por qualquer um dos métodos descritos, esta é levada a uma estrutura vertical chamada torre de puxamento e é fixada num alimentador que a introduz num forno (normalmente de grafite, que utiliza maçaricos especiais ou *lasers* de alta potência) com temperatura de aproximadamente 2000°C que efetua o escoamento do material formando um capilar de vidro, a fibra óptica.

O diâmetro da fibra depende da velocidade de alimentação da preforma no forno e da velocidade de bobinamento da fibra, ambas controladas por computador. O controle desse processo é feito através de um medidor óptico de diâmetro (que funciona a *laser*).

Fabricação de fibras de plástico

A fabricação de fibras de plástico é feita por extração. As fibras ópticas obtidas com este método têm características ópticas bem inferiores às de sílica, mas possuem resistência mecânica (esforços mecânicos) bem maiores que as fibras de sílica. Têm grandes aplicações em iluminação e transmissão de informações a curtas distâncias e em situações que oferecem grandes esforços mecânicos às fibras.

Sistemas Ópticos

A **figura 4** ilustra um diagrama de blocos simplificado de um sistema de comunicação óptico. O sinal de entrada pode ser analógico ou digital: se for analógico, o nível do sinal é dado pela intensidade luminosa; se for digital, a ausência ou presença de luz significa o "0" ou "1". Este sinal de entrada pode passar por algum processamento, como ser codificado, por exemplo, e segue para um transmissor óptico, que pode ser um LED ou LASER (que significa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, ou Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação). Esse sinal, agora óptico, é transmitido pela fibra até um fotoreceptor (diodos do tipo PIN, APD ou fotocondutores). Para a recuperação do sinal original, há um novo processamento (a decodificação, por exemplo) e o sinal está pronto para ser utilizado.

TIPOS DE FIBRA ÓPTICA

Existem vários tipos de fibra óptica para diferentes aplicações, fabricados através de processos diferentes e com materiais diferentes.

Os três tipos mais comuns de fibra óptica são apresentados na **figura 5**. São eles:

- Fibras multimodo, ou MM (*multimode fiber*)
- Fibras monomodo, ou SM (*single-mode fiber*)

As fibras multimodo são divididas em dois tipos: fibras com índice de refração do tipo degrau e fibras com índice de refração gradual.

Fibra de índice degrau (*step index*)

Este tipo de fibra foi o primeiro a surgir e é o tipo mais simples.



Fig. 4 - Sistema de transmissão óptica..

IDÉIA LUMINOSA



Nada é mais rápido que a velocidade da luz.

Pensando nisso, a Texas Instruments desenvolveu uma linha completa de componentes para controle e gerenciamento de lasers, amplificadores ópticos, chaveadores, enfim, todo o tipo de solução que faz sua rede óptica estar anos-luz à frente da concorrência. Portanto, para sua próxima idéia luminosa, pense na TI.

Aplicações, diagramas e maiores informações, acesse: www.ti.com/sc/signal

Visite-nos na TELEXPO Rua D26

Texas Instruments www.ti.com/brasil. - **e-mail:** texas-suporte@ti.com - **tel:** (11) 5506-5133.
Distribuidores: Avnet (11) 5079-2150; Insight (11) 3722-1177 e Panamericana/Arrow (11) 3613-9300.

REAL WORLD SIGNAL PROCESSING™

TEXAS INSTRUMENTS

Constitui-se basicamente de um único tipo de vidro para compor o núcleo, ou seja, com índice de refração constante. O núcleo pode ser feito de vários materiais como plástico, vidro, etc. e com dimensões que variam de 50 a 400 µm, conforme o tipo de aplicação.

A casca, cuja função básica é garantir a condição de guiamento da luz, pode ser feita de vidro, plástico e até mesmo o próprio ar pode atuar como casca (essas fibras são chamadas de *bundle*).

Essas fibras são limitadas quanto à capacidade de transmissão. Possuem atenuação elevada (maior que 5 dB/km) e pequena largura de banda (menor que 30 MHz.km) e são utilizadas em transmissão de dados em curtas distâncias e iluminação.

Fibra de índice gradual (*grade index*)

A fabricação é um pouco mais complexa, caracterizando-se principalmente pela redução gradual do índice de refração do núcleo com relação à casca. Este tipo de fibra tem seu núcleo composto por vidros especiais com diferentes valores de índice de refração, os quais têm o objetivo de diminuir as diferenças de tempos de propagação da luz no núcleo, devido aos vários caminhos possíveis que a luz pode tomar no interior da fibra, diminuindo a dispersão do impulso e aumentando a largura de banda passante da fibra óptica.

Os materiais tipicamente empregados na fabricação dessas fibras são sílica pura para a casca e sílica dopada para o núcleo, com dimensões típicas de 125 e 50 µm respectivamente. Essas fibras apresentam baixas atenuações (3 db/km em 850 nm) e capacidade de transmissão elevadas. São, por esse motivo, empregadas em Telecomunicações.

Fibra monomodo

Esta fibra, ao contrário das anteriores, é construída com um núcleo bem pequeno de maneira que apenas um modo de luz por vez se propague através de seu núcleo. Embora pareça que as fibras multimodo têm maior capacidade de transmissão, na verdade são as fibras monomodo que conseguem uma maior capacidade, por manter a integridade do sinal óptico em longas distâncias.

Para que isso ocorra, é necessário que o diâmetro do núcleo seja poucas vezes maior que o comprimento de onda da luz utilizado para a transmissão.

As dimensões típicas são 2 a 10 µm para o núcleo, o que dificulta o processo da emenda devido às dimensões muito reduzidas, e 80 a 125 µm para a casca. Os materiais utilizados para a sua fabricação são sílica e sílica dopada.

São empregadas basicamente em telecomunicações pois possuem baixa atenuação (0,7 dB/km em 1300 nm e 0,2 dB/km em 1550 nm) e grande largura de banda (10 a 100 GHz.km).

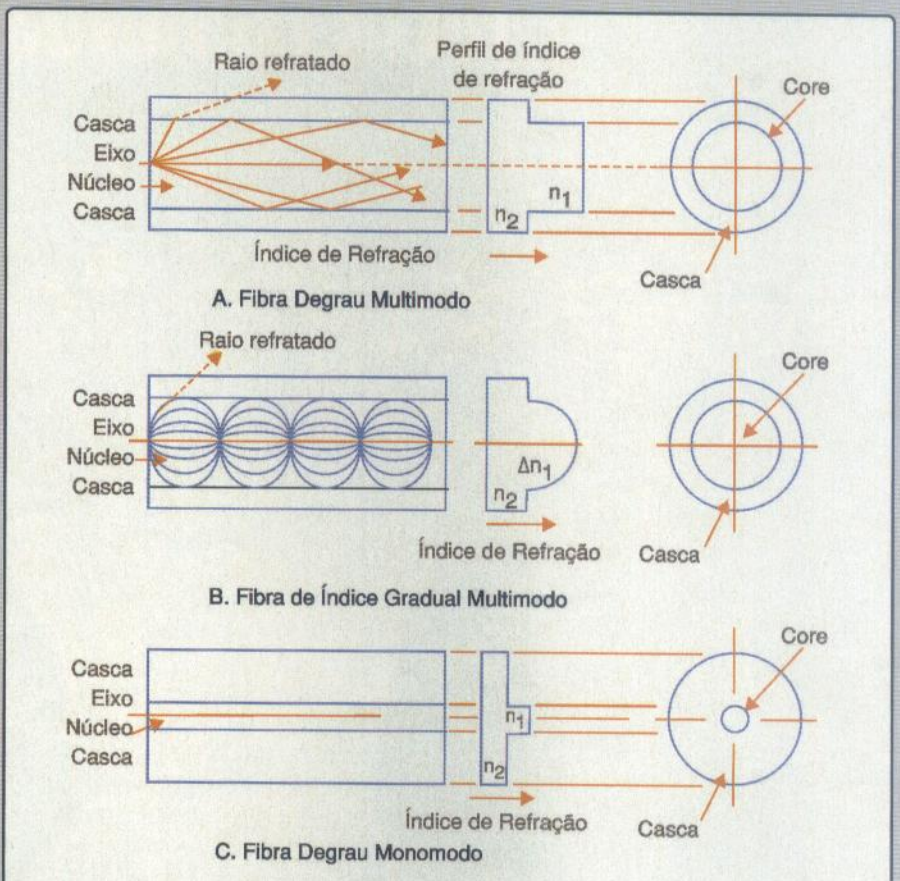


Fig. 5 - Tipos de fibra óptica com seus respectivos perfis de índices de refração.

CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS ÓPTICAS

A fibra óptica apresenta certas características particulares, que podemos tratar como vantagens, quando comparadas com os meios de transmissão formados por condutores metálicos, tais como:

- imunidade a ruídos externos em geral e interferências eletromagnéticas em particular, como as causadas por descargas atmosféricas e instalações elétricas de altas tensões;
- imunidade a interferências de freqüências de rádio de estações de rádio e radar, e impulsos eletromagnéticos causados por explosões nucleares;
- Maior velocidade na transmissão dos dados;
- grande confiabilidade no que diz respeito ao sigilo das informações transmitidas: não é possível fazer

"grampos", por exemplo, como nas redes de cobre de telefonia;
• baixa atenuação, grandes distâncias entre pontos de regeneração;
• cabos de pequenas dimensões (pequeno diâmetro e pequeno peso), o que implica em economia no transporte e instalação.

Entretanto, algumas desvantagens podem ser observadas, que devem ser levadas em consideração na hora de fazer a opção pelo meio de transmissão:
• Custo dos equipamentos e interfaces ópticas: os equipamentos utilizados na transmissão, assim como a própria fibra, são caros e normalmente em dólar, o que pode encarecer os projetos ópticos.
• Mão-de-obra e equipamentos apropriados: não são todos os profissionais que estão habilitados a manusear fibras ópticas, pois requerem equipamentos especiais para emendas e para instalação correta.
• A fibra exige maior cuidado na instalação, como evitar ambientes com umidade ou uma tração excessiva do cabo óptica na instalação. Alguns cabos são geleados, ou seja, têm geléia de petróleo para proteger contra a umidade. Um dos cuidados na hora da instalação é o raio de curvatura, que não pode ser muito fechado para não trincar a fibra. Deve ser observado um raio mínimo de curvatura, normalmente de 20 vezes o diâmetro da fibra para curvatura e 40 vezes o diâmetro da fibra no lançamento do cabo. Alguns instaladores utilizam uma regra prática, que é soltar o cabo e o próprio peso do cabo define o raio de curvatura. Desta forma, garante-se que não haja uma tração excessiva que poderia prejudicar o correto funcionamento da fibra.

APLICAÇÕES DAS FIBRAS ÓPTICAS

São diversas as aplicações que podem utilizar fibras ópticas, como por exemplo:

• Nas redes de Telecomunicações, seja em entroncamentos locais entre centrais, entroncamentos interurbanos de longa distância ou conexões de assinantes.
• Redes de comunicação em ferrovias.
• Redes de distribuição de energia elétrica (monitoração, controle e proteção).
• Redes de transmissão de dados e fac-símile.
• Redes de distribuição de radiodifusão e televisão, seja dentro de estúdios, cabos de câmeras de TV, circuitos de CATV (TV a cabo) ou circuitos de TV fechados.
• Redes internas industriais, para controle e monitoração de equipamentos.
• Equipamentos de sistemas militares.
• Aplicações de controle em geral.
• Veículos motorizados, aeronaves, navios, instrumentos, etc.

Acessórios para fibras ópticas

Os acessórios utilizados nas redes ópticas são diferentes dos empregados em outros tipos de redes. Existem diversos tipos de acessórios, dependendo da aplicação, do tipo de fibra, do ambiente usado, etc.

Um dos acessórios mais comuns é a caixa de emenda, que é ilustrado na **figura 6**. Dentro da caixa é feita a ancoragem do cabo, de modo que os esforços mecânicos não sejam transmitidos ao restante do conjunto. Dentro da bandeja estão os protetores das emendas, além de um pedaço de sobra de fibra caso haja alguma necessidade. A carcaça protege não apenas a emenda, mas também todo o conjunto contra agressões ambientais e acidentes, além de ser um ponto de manutenção e inspeção da fibra. Usualmente, as bandejas possuem 12, 24 ou 36 espaços para acomodação de fibras, conhecidos como bastidor de emenda ótica (BEO).

Outra utilização das caixas de emendas é a derivação, como ilustra a **figura 7**.

A derivação pode atender a um equipamento local, enquanto o cabo original continua sua rota, minimizando assim a quantidade de cabos ópticos a serem instalados.

Outros acessórios importantes na utilização de fibras ópticas são os

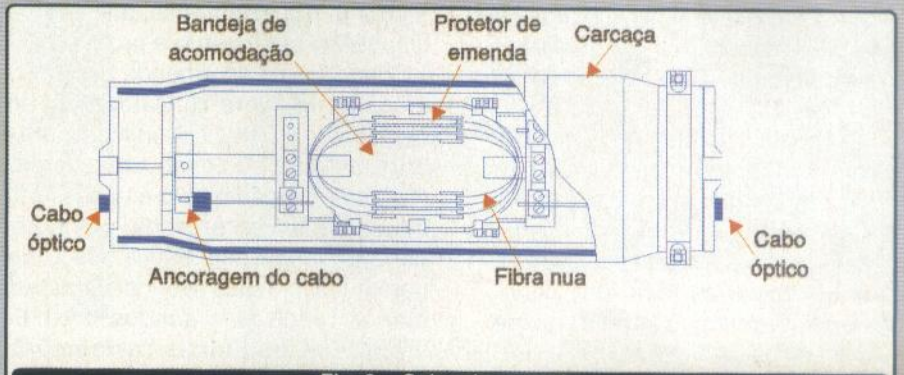


Fig. 6 - Caixa de emenda

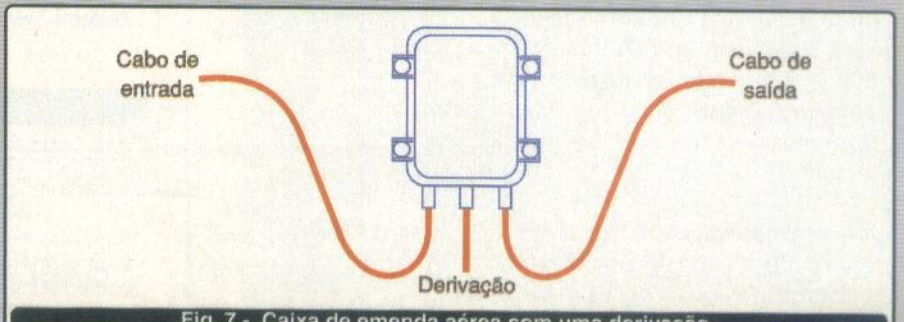


Fig. 7 - Caixa de emenda aérea com uma derivação.

conectores. São empregados para conectar fibras entre si, a uma fonte de luz ou a um detetor óptico. Uma das características principais dos conectores é a perda por inserção, ou seja, a quantidade de potência óptica (luz) que é perdida quando o sinal atravessa uma conexão. Essa perda de sinal, em dB, pode ser devida ao alinhamento incorreto dos conectores, desgaste ou defeito. Os principais tipos de conectores empregados em fibras ópticas são apresentados na **figura 8**.

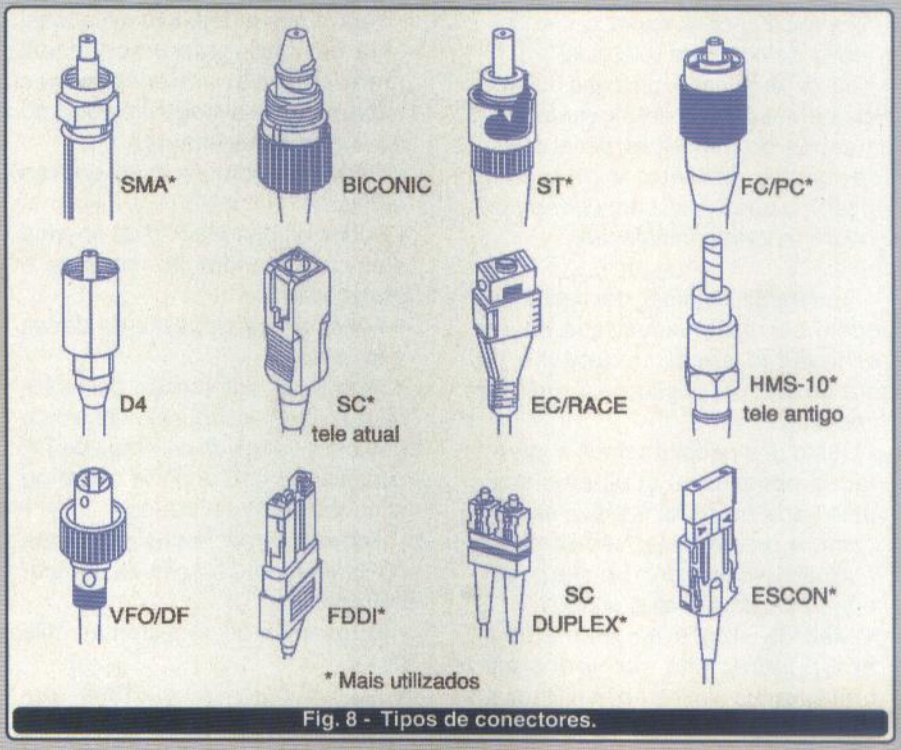


Fig. 8 - Tipos de conectores.

Emendas em fibras ópticas

O processo de emenda da fibra óptica é um fator importante na utilização deste meio de transmissão, seja para aumentar o tamanho da fibra, instalar novos componentes ou executar reparos.

Existem, basicamente, dois processos de emenda em fibra óptica:

- Emenda através do processo mecânico de alinhamento.
- Emenda através do procedimentos de fusão das fibras.

Antes da execução de qualquer emenda, três processos são necessários:

- Decapagem: consiste em retirar a camada de isolamento que protege a fibra, executado com ferramentas específicas que protejam o interior da fibra.
- Limpeza: feito logo após a decapagem, consiste em limpar a superfície com um pano com água e álcool, para retirar possíveis resíduos da decapagem ou sujeira no manuseio da fibra, que poderiam prejudicar a qualidade da emenda.
- Clivagem: neste processo, é feito um corte na fibra de modo a permitir a melhor aproximação da fibra durante a emenda. Normalmente é utilizada uma ferramenta específica, com diamante, para fazer um corte preciso e levemente chanfrado na fibra.

A emenda mecânica por alinhamento é normalmente realizada provisoriamente, quando não há um equipamento de fusão por perto, como mostra a **figura 9**. Consiste na aproximação das fibras dentro de um conector, sendo que a conexão é feita através de um gel casador do índice de reflexão, para diminuir as perdas. O correto é fazer este tipo de emenda com a medição da potência óptica, de modo a encontrar a posição de menor perda na emenda, até então o dispositivo ser travado e protegido.

O processo de emenda por fusão é exibido na **figura 10**. Caracteriza-se pela fusão entre as extremidades das fibras, como se fosse uma solda. Para este procedimento é necessário uma máquina de emenda, que pode ser manual ou automática. Os equipamentos manuais são mais baratos, menos precisos e usados normalmente em pequenas instalações ou em locais onde são necessárias poucas emendas.

Para realizar várias emendas, o ideal é ter uma máquina automática, que fará todas as medições e avaliações da emenda via software. Este equipamento automático tem um sistema de inspeção, que pode ser uma lupa ou um sistema de vídeo, que dá condições ao operador enxergar com clareza a posição das fibras, mesmo que a máquina tenha condições de fazer essa análise sozinha. Em seguida, um preciso sistema de alinhamento faz o posicionamento correto das fibras. Inicia-se o processo de fusão, onde eletrodos promovem uma descarga elétrica da ordem de 2 kV, suficiente para elevar a temperatura da fibra a 2000° C, temperatura

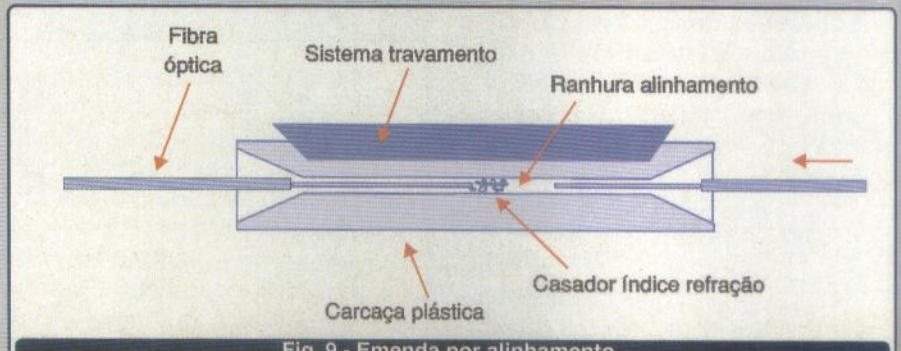


Fig. 9 - Emenda por alinhamento.

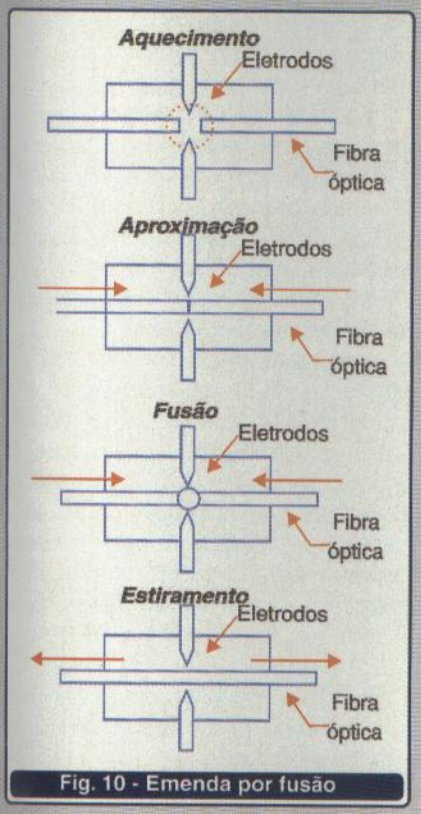


Fig. 10 - Emenda por fusão

de fusão do principal componente da fibra, o silício.

Para certificar-se da qualidade da emenda, além do teste de potência óptica, é realizado um teste de tração, fazendo um esforço mecânico na região da emenda de cerca de 1 kgf. Se ela não estiver correta, irá romper, pois não suportará a carga e uma nova emenda deverá ser feita.

Algumas máquinas de emenda fazem ainda um teste chamado "estimativa de emenda", que é uma avaliação da perda óptica nela. Embora não seja um teste muito preciso, ele dá uma orientação ao operador sobre a qualidade da emenda realizada.

ALGUMAS TECNOLOGIAS QUE USAM FIBRA ÓPTICA

WDM

A Multiplexação por Comprimento de Onda (*Wavelenght Multiplexing Division - WDM*) é a técnica de transmitir simultaneamente vários "feixes de laser virtuais" dentro de uma única fibra óptica, pois os sinais de luz são transmitidos em diferentes comprimentos de onda.

No WDM, os sinais que transportam a informação são combinados em um multiplexador óptico e transportados através de um único par de fibras, com o objetivo de aumentar a capacidade de transmissão e, conseqüentemente, usar a largura de banda da fibra óptica de uma maneira mais adequada.

Os sistemas que empregam esta tecnologia, usados em conjunto com amplificadores ópticos, podem aumentar bastante a capacidade de transmissão de uma rota sem a necessidade de aumento na quantidade de fibras.

No WDM mais básico, vários feixes de *laser*, com diferentes comprimentos de onda, são acoplados dentro da mesma fibra óptica. No receptor, um filtro óptico é usado para selecionar

Soldas Soft Cobar®



Produtos para a indústria eletrônica
- ✓ Solda em vergas (63/37)
- ✓ Solda isenta de chumbo "lead free"
- ✓ Solda em fio com fluxo no clean
- ✓ Solda em fio com fluxo resinoso
- ✓ Solda em tubetes para pequenos reparos
- ✓ Salva chips
- ✓ Fluxo para máquina de solda
- ✓ Solda em pasta para SMD

SOFT
Certificada ISO9002

Soft Metais Ltda.
DDG: 08001000.52- Bebedouro – SP
Home-page: www.softmetais.com.br
E-mail: vendas@softmetais.com.br

Tudo que você precisa para dominar o PIC
McFlash R$ 99,00*
Os melhores e mais baratos gravadores para a linha PIC, literaturas, treinamentos, placas didáticas e o incrível sistema Aprendendo em Casa
Aproveite Compre já (11) 4992-8775



Foto ilustrativa

Enviamos para todo o Brasil via Sedex

Mosaico
www.mosaico-eng.com.br
Consultor Oficial Microchip

* Válido até 31/03/03 ou fim do estoque. Não incluso Sedex.

apenas um dos comprimentos de onda que chegam, permitindo assim a passagem de um único sinal e o estabelecimento da conexão entre fonte e destino. Atualmente, a utilização da tecnologia WDM permite a transmissão de sinais com taxas de 400 Gbps até 1 Tbps.

A multiplexação WDM é considerada um das formas mais adequadas para aumentar a capacidade das ligações ponto-a-ponto e para satisfazer a elevada procura de capacidade de transmissão sem a necessidade de investimentos em ampliação dos meios físicos já instalados. Uma rede óptica WDM pode explorar convenientemente a elevada largura de banda da fibra óptica, usando muitos canais, cada um em seu comprimento de onda. Pode, também, encaminhar esses canais sem a necessidade da conversão opto-eletrônica.

A grande vantagem associada ao WDM é a possibilidade de modular o aumento da capacidade de transmissão de acordo com a necessidade de tráfego.

A principal razão para o uso destes sistemas é a economia. Eles permitem uma melhor relação entre custos operacionais e bits transmitidos. Análises mostram que, para distâncias abaixo de 50km, a solução de multifibra é menos dispendiosa, mas para distâncias acima de 50 km, o custo da solução WDM é melhor que da solução de alta velocidade eletrônica.

DWDM

O DWDM (*Dense Wavelenght Division Multiplexing*) é o processo de transmissão de diferentes comprimentos de onda sobre uma única fibra, sendo uma evolução do sistema WDM. O DWDM oferece o potencial de terabits por segundo, podendo ser implementado simultaneamente com uma nova rede ou ser usado para reequipar sistemas sobrecarregados já existentes.

O DWDM é usado para expandir a capacidade de enlaces de telecomunicações, permitindo que um maior número de sinais (transportados por diferentes comprimentos de onda) sejam transmitidos simultaneamente numa única fibra, multiplicando assim a capacidade das fibras, principalmente em redes de longa distância (terrestre e submarina), como também em aplicações em redes metropolitanas.

A tecnologia DWDM pode ser utilizada de maneira híbrida com relação à taxa e ao formato modulação, isto é, sinais com protocolos (SDH, IP, ATM, Frame Relay, etc.) ou taxas de transmissão (622 Mbps, 2.5 Gbps, 10 Gbps) diferentes podem ser multiplexados numa mesma fibra.

Não há, em princípio, a exigência de convertê-los para um domínio intermediário como, por exemplo, SDH. Isto torna possível segregar grupos de usuários ou de serviços dentro de uma banda passante maior sem a necessidade de multiplexadores temporais, o que facilita o gerenciamento e a provisão de serviços e reduz os custos da rede de alta capacidade.

A principal vantagem do DWDM é o aumento proporcionado na utilização da largura de faixa de uma fibra.

Com a tecnologia atual, mais de 100 canais ópticos podem ser multiplexados em uma única fibra. O DWDM é o primeiro passo para o projeto de redes totalmente ópticas.

CONCLUSÃO

É claro que um assunto tão extenso e complexo como fibras ópticas requer uma análise muito mais profunda do que apenas este artigo.

Essa foi uma breve introdução, onde procuramos mostrar ao leitor um pouco mais desta tecnologia e suas aplicação no mundo das Telecomunicações.

Deixo a bibliografia a seguir para aqueles que quiserem se aprofundar mais em algum detalhe ou conhecerem mais deste assunto tão fascinante.

Se você tiver alguma dúvida, sugestão de matéria ou qualquer comentário sobre as matérias de Telecomunicações, mande um *e-mail* para:

a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br

que teremos o maior prazer em responder.

BIBLIOGRAFIA

Para maiores informações sobre este extenso assunto das fibras ópticas e suas aplicações, segue algumas referências que foram utilizadas para elaboração da matéria.

- Entendendo Fibras Ópticas - Jeff Hechy
- Redes e Sistemas de Telecomunicações - Alberto Pallares
- Handbook of Optical Fibers and Cables - Hiroshi Murata
- Tudo sobre Fibras Ópticas - Teoria & Prática - Almir Wirth
- Apostila "Sistemas de Transmissão e Meios Ópticos" - José Maurício Pinheiro
- Fiber-Optic Communication Systems - G.P. Agrawal
- Handbook of Fiber Optics - Theory and Applications - C. Yeh
- Fibras Ópticas e suas aplicações - Apostila Furukawa

finder

Não temos somente os produtos. Temos também as soluções.

Linha Vermelha - Automação Industrial



Relés para P.C.I.
Relés Industriais
Relés de Potência
Interfaces para PLC
Bases e Acessórios



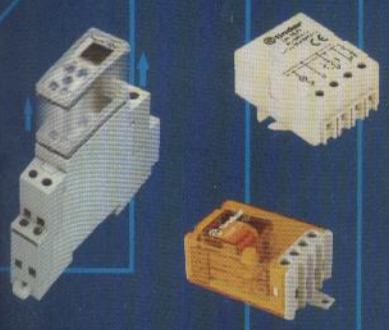
Linha Verde - Timers



Temporizadores
Módulos
Supervisão de tensão,
corrente e termistores



Linha Amarela - Automação Residencial



Relés de Impulso
Relés Fotoelétricos
Programadores Horários
Minuterias
Termostatos
Cronotermostatos

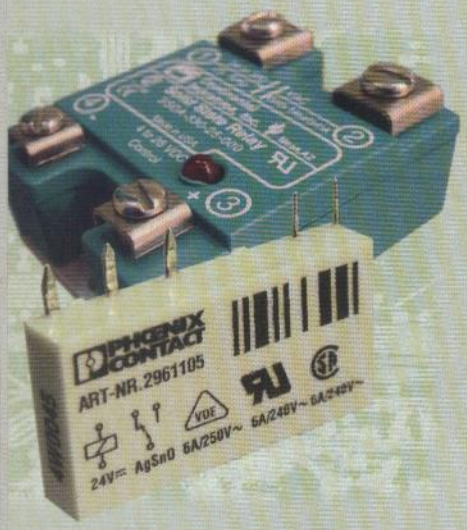


finder

Fabricante de relês e temporizadores desde 1954.

Tel. 11 4227-1550
Fax 11 4227-4313
Finder.BR@findernet.com
Catálogo on-line com
arquivos para Auto CAD
www.findernet.com

Tecnologia européia com quase 50 anos de tradição e uma linha de produtos que traz as soluções que sua empresa ou residência precisa. Inovar com qualidade é mais do que o nosso objetivo. **É o nosso compromisso.**



SSRs e RELÉS como INTERFACES ELETROELETRÔNICAS



Alexandre Capelli

SAIBA COMO OTIMIZAR SEU PROJETO UTILIZANDO CORRETAMENTE ESSES COMPONENTES

É fato que há inúmeras variáveis a serem consideradas quando um sistema ou equipamento automatizado não funciona de acordo com o esperado.

Desde um parâmetro inadequado de um PLC até um parafuso danificado, podem ser causas de problemas aparentemente iguais.

"Como diferenciá-los?".

Bem, isso é o "estado da arte" (para não dizer patrimônio intelectual) do engenheiro ou técnico de aplicação, ou desenvolvimento.

Uma das fontes mais comuns de problemas, entretanto, é a interface entre controle e potência. A intenção deste artigo é abordar alguns conceitos importantes sobre aplicação e proteção desses dispositivos.

Nosso principal foco são as "interfaces" estáticas, visto que as eletrodinâmicas já foram exploradas na edição anterior através do artigo "Dimensionando corretamente os relés". De qualquer modo faremos um comparativo técnico entre ambas as tecnologias.

SSR E RELÉS

Podemos dizer que, de um modo geral, o SSR (*Solid State Relay*), também conhecido como "relé de estado sólido" ou "chave estática", e o relé eletrodinâmico têm a mesma função. Ambos são destinados a acionar cargas através de um comando servindo, portanto, como interface entre estas etapas.

Conforme veremos a seguir, a principal diferença entre os dois é a filosofia de funcionamento, o que torna cada um mais indicado para cada situação em particular.

Relé de estado sólido (SSR):

A **figura 1** mostra a estrutura básica de um relé de estado sólido. Notem que há dois circuitos isolados opticamente.

No exemplo em questão, a saída é do tipo TRIAC, ou seja, pode acionar cargas AC; porém, é comum encontrarmos no mercado chaves estáticas com saída em IGBT ou MOSFET, neste caso a carga acionada pode ser apenas DC.

A **figura 2** exibe a aparência de um SSR monofásico. O LED é um bom recurso, pois indica se o comando está ou não presente na chave. Esta técnica é uma "mão na roda" para diagnose de falhas.

Os SSRs podem ser encontrados também na versão trifásica.

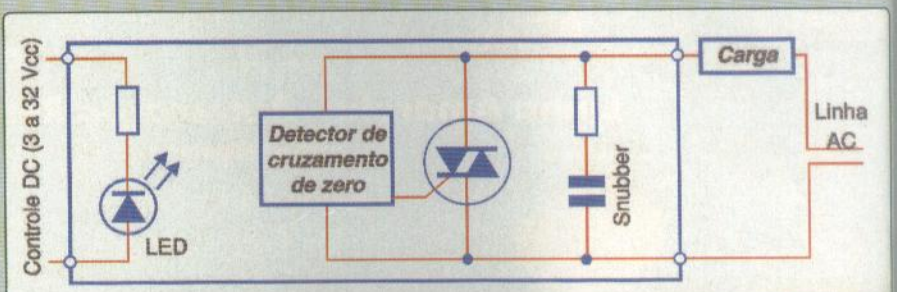


Fig. 1 - Estrutura básica do SSR a TRIAC.



Fig. 2 - Aparência de um SSR Monofásico.

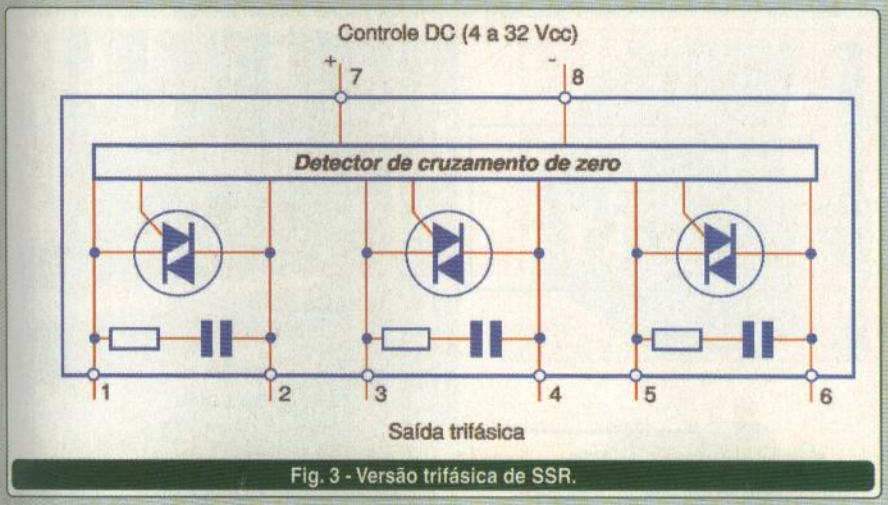


Fig. 3 - Versão trifásica de SSR.

A **figura 3** ilustra a estrutura básica de uma chave estática trifásica. Através de um mesmo comando, três "contatos" se fecham. Claro que, quando nos referimos a contatos, estamos dizendo contatos estáticos semicondutores.

Independentemente se a chave estática é mono ou trifásica, há dois modos de controle disponíveis no mercado: por tensão DC, e por tensão AC. Na **figura 4** podemos observar a etapa retificadora que equipa as chaves estáticas controladas por tensão AC.

Três características são importantes a serem observadas nas chaves estáticas:

- Isolação óptica:

A isolação óptica pode ser fundamental para a eliminação de ruídos elétricos e para permitir a utilização do SSR diretamente pelo microprocessador, visto que a maioria dos relés de estado sólido tem um grande "range" quanto à tensão de comando. É comum encontrarmos no mercado, por exemplo, SSRs que aceitam controles que podem variar de 4 Vcc a 32 Vcc.

- Detector de zero:

O circuito detector de zero é um item fundamental nesse dispositivo. Sua função é atrasar o acionamento da carga, uma vez presente o comando de "liga", até que o valor da senóide esteja bem próximo a zero. Através deste processo, reduzimos a EMI, evitamos "spikes" na rede elétrica, e aumentamos a vida útil (tanto do próprio componente, como da carga).

- Presença do circuito snubber já integrado:

Claro que acionar uma carga exatamente no instante da tensão zero é impossível, uma vez que não

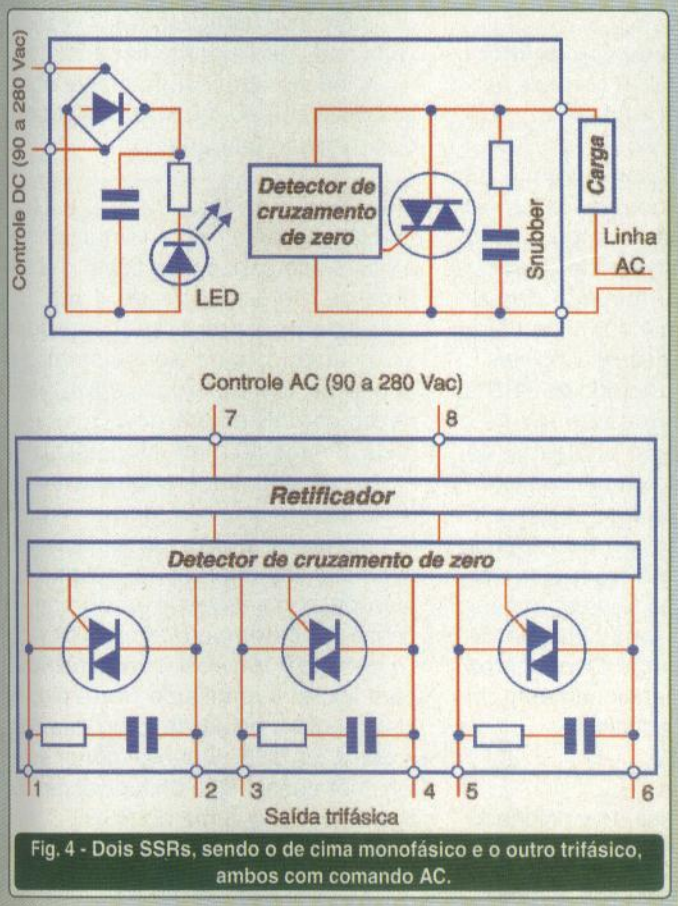


Fig. 4 - Dois SSRs, sendo o de cima monofásico e o outro trifásico, ambos com comando AC.



há corrente de manutenção para tal. Caso a carga acionada tenha uma grande parcela indutiva, mesmo esta pequena tensão "residual" já seria suficiente para gerar "spikes". Por esta razão, um *circuito snubber* (eliminador deste tipo de interferência) já vem integrado ao componente.

CUIDADOS NA APLICAÇÃO DO SSR

Como todo bom componente eletrônico, o SSR também exige alguns cuidados na sua aplicação, além de respeitar os valores limítrofes de tensão, corrente e temperatura de aplicação determinados no *data-sheet* do fabricante.

Os dois problemas mais comuns em campo são: acionamento de cargas indutivas e proteção contra curto-circuito na carga.

a) Acionamento de cargas indutivas:

Embora, como já foi comentado, os fabricantes contemplem algumas proteções internas ao SSR, nem sempre elas são suficientes. É o caso da f.c.e.m. (força contra-eletromotriz) gerada por cargas altamente indutivas (grandes solenóides, motores, etc.) que, uma vez interrompida a corrente de trabalho, gera uma altatensão de polaridade invertida à carga, e que pode danificar tanto o componente (SSR) quanto a própria carga (ou pior: ambos).

O circuito da **figura 5** revela uma técnica muito eficiente no combate a este fenômeno.

Notem que, em operação normal, o diodo retificador funciona como uma válvula de bloqueio, fazendo com que o circuito de proteção não afete o funcionamento normal do sistema. Uma vez que a corrente é interrompida, entretanto, e a f.c.e.m. é gerada, essa tem sua magnitude limitada à tensão do zener que, agora, está polarizado no sentido reverso e funciona como um "regulador de tensão". O diodo retificador, nesta situação, está polarizado diretamente, permitindo que a corrente de zener flua com facilidade.

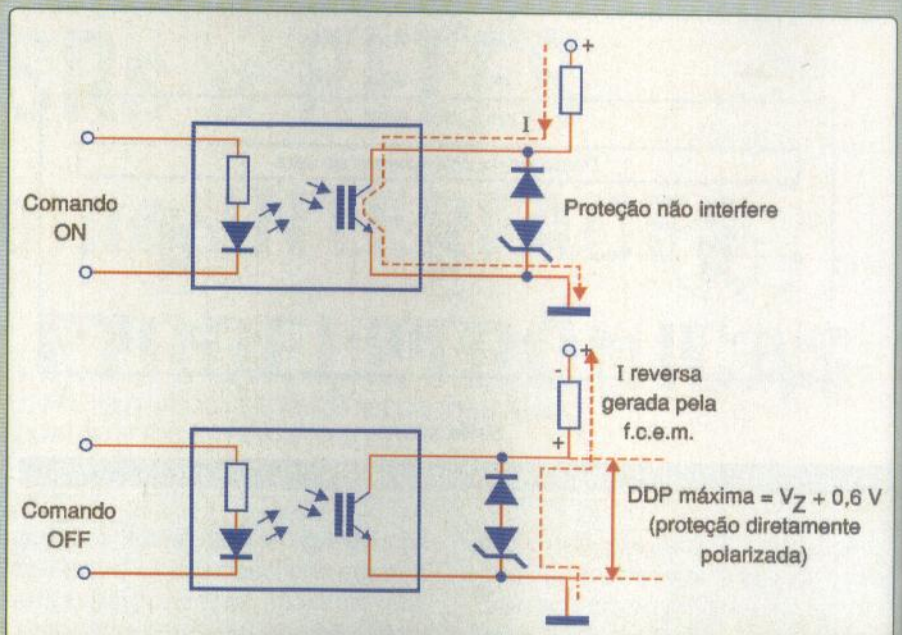


Fig. 5 - Proteção conjunta: diodo retificador + zener.

O pico de tensão fica, então, limitado ao valor da tensão do diodo zener somado a 0,6 Vcc do diodo retificador. O restante da tensão é dissipada na forma de energia calorífica.

b) Proteção contra curto-circuito:

Muitas vezes, o SSR controla cargas sujeitas a entrarem em curto-circuito ou terem seus terminais "curto-circuitados" por acidente. O critério na escolha correta do fusível é fundamental nesta hora, pois, caso contrário, o dispositivo pode queimar de imediato ou (no mínimo) degradar-se, o que diminui sua vida útil e altera suas características originais.

Como estamos tratando de SSRs, então devemos dimensionar seu fusível considerando o regime de funcionamento típico de um semicondutor. Isso significa que apenas o emprego de um fusível tipo rápido (ou até ultra-rápido), próprio para proteção de semicondutores, poderá não atuar bem em uma situação de curto-circuito na carga. Dois pontos são cruciais no dimensionamento da proteção da chave estática:

1ª Regra prática:

O fusível deve ser dimensionado segundo três parâmetros que seguem na ordem de importância: curva I^2t da chave estática, corrente nominal e tensão de trabalho.

A curva I^2t do fusível deve estar sempre abaixo em, pelo menos, 20% do valor I^2t do SSR.

O valor do fusível (corrente nominal) não deve ultrapassar 1,3 vezes o valor nominal da corrente da chave.

A tensão nominal da chave estática deve ser, no mínimo, 50% maior que a tensão de trabalho.

2ª Regra prática:

Não devemos superdimensionar a bitola dos cabos que ligam o SSR à carga. Se um cabo de 4 mm² já é suficiente para prover um bom acionamento (sem aquecimento, e queda de tensão significativa), não devemos utilizar um de 6 mm², ou mais (8 mm², 10 mm², etc.) para isto.

Neste caso, a regra "quanto maior a bitola, melhor", não funciona, pois a maioria dos SSRs, na condição de curto-circuito, queima no instante do pico da corrente, que pode atingir vários kA, porém, em tempos de ms.

Um dos fatores que contribui para limitar a amplitude deste pico é justamente a bitola do cabo que liga a carga ao SSR. Quanto menor esta for, mais chances há do fusível rápido agir antes da queima do SSR.

Portanto, utilizar a bitola mínima necessária ao bom funcionamento

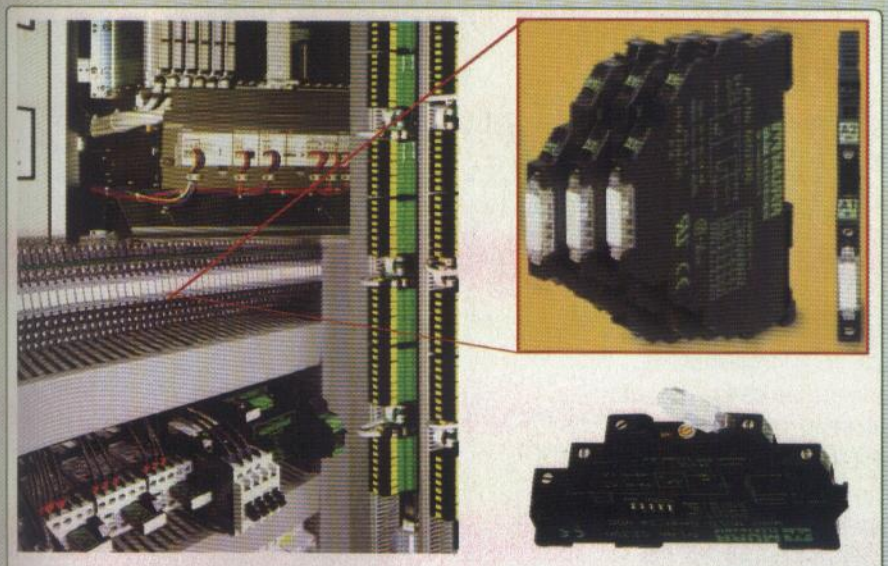


Fig. 6 - Régua de interface que pode conter relés eletrodinâmicos, estáticos, ou ambos.

(sem "superdimensionamento") também é uma boa técnica de proteção.

INTERFACES COM RELÉS E SSRS

Até o momento exploramos o SSR de potência, mais conhecido como chave estática, porém, a mesma filosofia pode ser aplicada em baixas potências. Neste caso, a corrente raramente ultrapassa 2 A , bem como as tensões são próximas a 24 Vcc.

Trata-se de dispositivos utilizados como interface entre o controle (CNC, PLC, etc.) e os componentes periféricos da máquina ou sistema (eletroválvulas, pequenos motores, etc.).

A **figura 6** mostra um exemplo típico de uma régua contendo vários componentes (relés e pequenos SSRs) da MUR. Em uma mesma régua podemos ter ambos os tipos, ou seja, relés eletrodinâmicos e SSRs.

No que se refere a SSR, neste caso, sua arquitetura é um pouco diferente da chave estática de potência. Conforme podemos observar na **figura 7**, por trabalharem com DC, seu estágio de potência é feito com MOSFET ou IGBT.

Também não há necessidade de um circuito detector de zero, visto que a corrente circulante é pequena e, é claro, não há instante zero em DC, salvo no intervalo em que a carga deva estar desligada. A mesma régua pode ter relés e SSRs, e, graças às novas tecnologias de soquetes, há compatibilidade de pinos entre ambos os dispositivos.

Isto significa que é possível trocar um relé eletrodinâmico por um de estado sólido sem alterações na fiação ou *layout* mecânico.

SSR X RELÉ

"Mas, se posso utilizar tanto um quanto outro, qual é o melhor?".

Como sempre, a resposta dependerá da aplicação. Adiante, temos um breve resumo das vantagens e desvantagens de cada tecnologia.

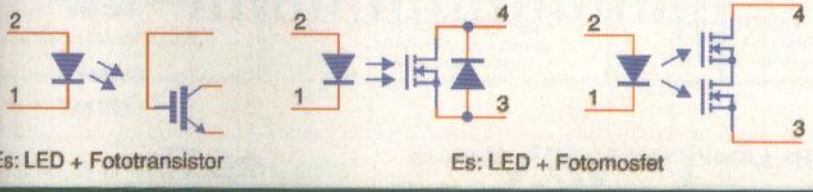


Fig. 7 - Chaves estáticas de baixa potência.

Relé de Estado Sólido

Vantagens

- Longa vida (superior a 10^9 manobras)
- Ausência de contato móvel (*"bounce"*)
- Velocidade de resposta rápida
- Sem barulho

Desvantagens

- Queda de tensão no estado "on"
- Maior dissipação de calor (necessidade de dissipadores no caso das chaves estáticas de alta potência)
- Saída somente AC ou DC
- Menor resistência a curto-circuitos

Relé Eletromecânico

Vantagens

- Menor custo
- Baixa resistência em estado *"on"*
- Não há necessidade de dissipadores de calor para altas potências
- Contatos múltiplos
- Pode comutar tensão AC ou DC com o mesmo componente

Desvantagens

- Resposta lenta
- Menor vida útil
- Repique de contatos (*"bounce"*)
- Barulho
- Maior dificuldade de interface com sistemas microprocessados
- Geração de f.c.e.m. na bobina

Com os cuidados acima, o desenvolvedor poderá optar por uma ou outra tecnologia. Este, aliás, é o motivo pelo qual encontramos (como na **figura 6**), uma mesma régua contendo tanto relés eletrodinâmicos como estáticos.

PARÂMETROS DO SSR

A seguir, apresentamos um resumo dos principais parâmetros a serem considerados na escolha de um SSR.

Principais parâmetros a serem considerados na escolha de um SSR.

Tempo de resposta ON	Valor máximo entre o comando ON e a saída ON (tempo de operação), tipicamente não deve ultrapassar 65 ns.
Tempo de resposta OFF	Valor máximo de tempo entre o comando OFF e a saída OFF (tempo de desligamento), tipicamente não deve ultrapassar 125 ns.
Rigidez dielétrica	Valor máximo de tensão aplicável, em tempo determinado, entre entrada (comando) e saída, sem que haja fuga.
Isolamento	Valor da resistência imposta entre entrada/saída e partes metálicas (dissipadores).
Mínima corrente de carga	Mínimo valor de corrente de carga na qual o dispositivo pode funcionar regularmente.
RDS_{on}	Resistência apresentada no estado ON.
Corrente residual	Valor residual de corrente que circula pela carga mesmo o dispositivo estando no estado OFF.
Freqüência de comutação	Máxima freqüência de chaveamento do componente.
Tensão mínima de entrada	Mínimo valor da tensão do sinal de entrada, na qual se garante a operação do SSR.
Tensão máxima de entrada	Máximo valor da tensão do sinal de entrada sem que haja danos ao componente.
Corrente de entrada	Absorção de corrente na entrada do dispositivo em tensão nominal.
Impedância de entrada	Valor da resistência apresentada na entrada do SSR, dada determinada freqüência.
Máxima tensão de saída	Máximo valor da tensão que o dispositivo pode comutar sem que haja degradação.
Corrente nominal de carga	Valor eficaz da corrente de trabalho a uma determinada temperatura.
Máximo valor de *pico da corrente	Máximo valor de pico de corrente (não repetitivo) na carga, que pode atravessar o SSR sem danificá-lo.
I^2t	Capacidade de dissipação de energia, medida em joules, a uma dada temperatura, (integral de Joule) por determinado tempo.

* "Resistência" a picos, não repetitiva e de curta duração.

É muito importante observarmos este parâmetro. Picos de corrente (e tensão) ocorrem com muita freqüência, e a capacidade de resistir a eles é fundamental para manter uma boa performance do sistema, principalmente quanto à redução do tempo de máquina parada em sistemas de grande produtividade.

A **figura 8** ilustra um esquema real montado pela empresa Finder, onde, através de um resistor "*shunt*" mediu-se o pico de corrente no instante da energização de uma lâmpada, estando ela com seu filamento frio (baixa resistência). Notem pela

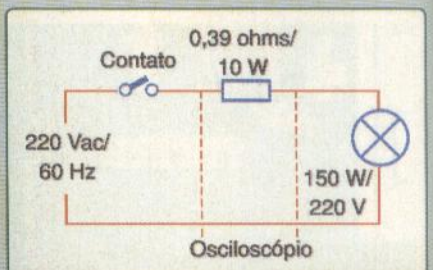


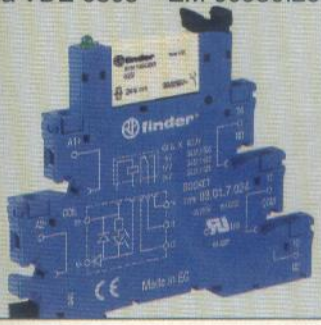
Fig. 8 - Teste de pulso de partida de uma lâmpada.

figura 9 que a tela do osciloscópio registra, no momento do pico, uma corrente 12,5 vezes maior que a nominal.

CONCLUSÃO

Ainda não há uma normalização muito clara quanto à utilização de relés de estado sólido, mesmo para equipamentos com a "marca" CE, e, sobretudo para os relés DC de baixa tensão e corrente de comutação.

Entretanto, uma boa referência é a norma VDE 0805 – EM 60950:2000.



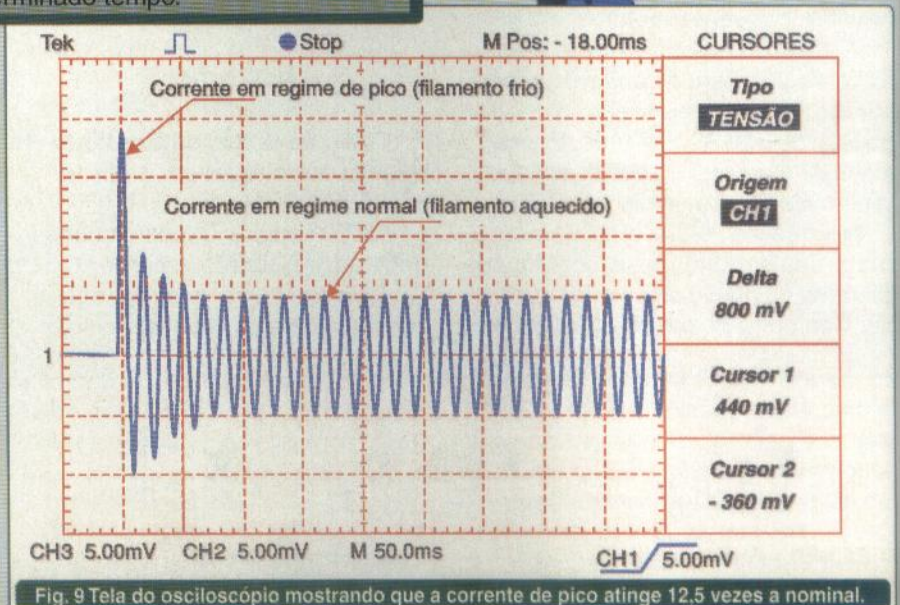


Fig. 9 Tela do osciloscópio mostrando que a corrente de pico atinge 12,5 vezes a nominal.

Multímetros Minipa

Testados e aprovados!



Brasília - DF

CONTATO ELETRÔNICA

Tel (61) 563 3593 Fax (61) 563 3568

Belo Horizonte - MG

MINAS FERRAMENTAS

Tel (31) 3279 6000 Fax (31) 3279 6010
minasfer@minasferramentas.com.br
www.minasferramentas.com.br

Natal - RN

CARPA
CARDOZO E PAULA LTDA.

Tel (84) 223 0528 Fax (84) 223 5702
cpaula@matrix.com.br
www.carpainstrumentacoes.com.br

Rio de Janeiro - RJ

DIMOPEL
COMERCIAL LTDA.

Tel (21) 2589 7185 Fax (21) 2589 8520
dimopel@dimopel.com.br
www.dimopel.com.br

Rio de Janeiro - RJ

A C DADOS
Eletrônica Ltda

Tel/Fax (21) 2232 1097

Rio de Janeiro - RJ

Tel/Fax (21) 2221 4825
triduar@netfly.com.br
www.triduar.com.br

São Paulo - SP

FRATO

Tel (11) 3874 2530 Fax (11) 3872 9099
vendas@frato.com
www.frato.com

São Paulo - SP

OPEL

Tel/Fax (11) 3331 1666
opel@opel.com.br www.opel.com.br

Conheça a linha completa:
www.minipa.com.br

Minipa

MINIPA ONLINE

Dúvidas? Consulte:
www.minipa.com.br
Acesse Fórum
Sua resposta em 24 horas



LIN
REDE DE COMUNICAÇÃO AUTOMOTIVA

CONHEÇA A REDE LIN - LOCAL INTERCONNECT NETWORK - E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

INTRODUÇÃO

Neste artigo conheceremos a rede LIN - *Local Interconnect Network*, um dos mais novos avanços na tecnologia de comunicação veicular multiplexada. Este nova rede automotiva, complementar às já conhecidas redes CAN, vem permitindo que projetistas de sistemas eletrônicos ampliem o alcance da rede veicular às mais diversas cargas, sensores e atuadores de um veículo.

O PROGRESSO DA ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

Mais e mais sistemas eletrônicos são adicionados aos veículos atualmente, e a comunicação entre os diversos módulos eletrônicos tem se tornado um verdadeiro desafio para engenheiros e projetistas.

Historicamente controladas diretamente por fios e interruptores, funções como travas elétricas, vidros, espelhos e bancos elétricos são hoje controlados por ECUs (*Electronic Control Units* ou Unidades de Controle Eletrônico) junto com sensores e atuadores numa rede CAN (*Controller Area Network*) multiplexada ou J1850. Conectar todas estas ECUs diretamente ao barramento CAN do veículo pode se tornar muito caro, principalmente devido ao custo adicionado ao módulo para que ele possa se comunicar através da rede, e porque um tráfego muito grande de dados exige processadores mais poderosos para gerenciar toda a comunicação. Para tentar reduzir custos, e permitir que mais e mais módulos eletrônicos sejam adicionados à rede multiplexada, a solução lógica é estruturar a rede hierarquicamente, cirando pequenas sub-redes a partir de redes principais.

A SOLUÇÃO LIN

Em 1998, a Motorola juntou-se a Audi, BMW, Daimler-Chrysler, Volkswagen, Volvo Car Corporation e à empresa de ferramentas de desenvolvimento Vulcano Communications Technologies (VCT) para formar um consórcio com o objetivo de encontrar uma solução de custo competitivo para sub-redes. O resultado foi a sub-rede LIN ou *Local Interconnect Network*, que trouxe aos sistemas eletrônicos automotivos vantagens competitivas de custo, flexibilidade e o aproveitamento de soluções já disponíveis no mercado. Acompanhe a **figura 1**.

OBJETIVOS DA LIN

Como comentamos anteriormente, o consórcio foi formado para que fosse encontrada uma solução competitiva em custo e flexibilidade. Como conseqüência disto, a sub-rede LIN deveria atender aos seguintes objetivos:

• **padrão aberto:** todas as fabricantes de módulos eletrônicos, sistemas e fabricantes de veículos podem utilizar este padrão, sem que seja



Fig. 1 - Consórcio LIN.

necessário o pagamento de *royalties* ou licenças de uso;

• **fácil de usar:** a idéia é simplificar sistemas que se tornam cada vez mais complexos, portanto a solução deve trazer simplicidade e facilidade de uso;

• **usar componentes disponíveis atualmente:** diferentemente dos barramentos CAN e J1850, onde são necessários componentes eletrônicos específicos para estes protocolos, a escolha foi por implementar o padrão utilizando-se componentes eletrônicos não dedicados.

• **mais econômico que CAN ou J1850**: este é o objetivo principal, permitir a integração de módulos eletrônicos em uma rede multiplexada, com custos comparativamente menores que os da CAN ou J1850.

BENEFÍCIOS DA LIN

Dentre os diversos benefícios da LIN, destacam-se:

• **veículos mais confiáveis:** ampliando-se o alcance da comunicação multiplexada a qualquer módulo eletrônico do veículo, até mesmo aos mais simples, pode-se também fazer o diagnóstico dos mesmos, através da leitura de seu *status*;

• **mais funcionalidade a preços baixos:** toda a funcionalidade alcançada com a comunicação em rede já obtida com a CAN pode ser agora obtida através da LIN com custos mais baixos;

• **padronização de interfaces e componentes:** com um só tipo de interface de baixo custo componentes (ou módulos) podem ser adicionados à sub-rede sem necessidade de reprojeto da interface ou do sistema; isto permite também a introdução rápida de novas tecnologias na arquitetura eletrônica do veículo;

• **extensão da funcionalidade:** módulos eletrônicos podem ser adicionados ou removidos de uma a sub-rede, sem necessidade de alteração do projeto do sistema; até mesmo módulos projetados após a conclusão do projeto da sub-rede podem ser adicionados sem mudanças no projeto da rede original.

APLICAÇÕES LIN

A aplicação da LIN tem se mostrado muito eficiente em pequenos sistemas eletrônicos de conforto dos veículos, mais conhecidos como *Body Electronic Systems*, como por exemplo:

• **sistema de porta:** a sub-rede LIN pode interconectar módulos eletrônicos que controlam individualmente o vidro elétrico, a trava elétrica, o espelho elétrico, o conjunto de interruptores da porta, etc.

• **sistema de teto:** pequena sub-rede LIN interconectando sensor de chuva, sensor de luz e temperatura, as luzes do teto, o motor do teto-solar, etc.

• **sistema de banco:** cada banco elétrico é composto por diversos motores elétricos, sendo que cada motor e os interruptores de controle do banco se conectam a uma sub-rede LIN;

• **sistema de coluna de direção:** todas as funções disponíveis numa coluna de direção podem ser interconectadas através de uma pequena sub-rede, como os interruptores do limpador de pára-brisa, as chaves de seta, interruptores do "cruise control", controle de climatização, controle remoto do rádio, etc.;

Em princípio podemos imagina rque qualquer carga, atuador, sensor ou um conjunto destes podem ser interconectados entre si através da LIN.

MECATRÔNICA

Uma das mais avançadas tecnologias automotivas desenvolvidas atualmente é a Mecatrônica, que consiste na criação de conectores inteligentes, capazes de controlar e diagnosticar a carga à qual estão conectados, e que são projetados para serem conectados junto a estas cargas individualmente, como exemplificado no sistema de porta multiplexado da **figura 2**. Esta tecnologia utiliza a LIN como padrão para comunicação em rede.

Os conectores inteligentes ou mecatrônicos, como os mostrados na **figura 2**, são compostos por:

1 - um pequeno microcontrolador, que provê a inteligência necessária para controle e diagnóstico da carga;

2 - transistores de potência para comutação da carga, e circuitos de proteção;

3 - uma interface de comunicação padrão LIN.

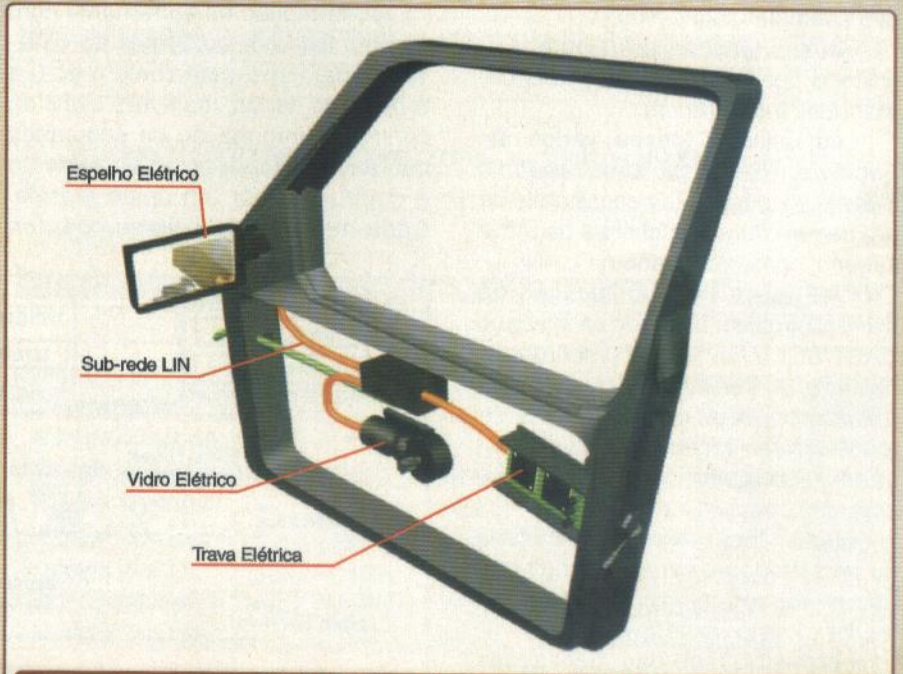


Fig. 2 - Sistema de porta multiplexada.

O uso da LIN neste sistema de porta é fundamental, pois permite o tráfego de mensagens de controle e de diagnóstico através de um único barramento de dados bidirecional.

Na **figura 3** temos outro exemplo de um conector mecatrônico totalmente incorporado a sua carga, neste caso um pequeno motor de passo.



Fig. 3 - Conector mecatrônico incorporado a um motor de passo.

CONCEITOS BÁSICOS

O conceito LIN

Falando-se agora em requisitos técnicos, eis as especificações básicas da LIN, conforme definido pelo *LIN Consortium*:

- implementação através de uma única linha bidirecional, de baixo custo, baseado no padrão ISO 9141 (amplamente utilizado na indústria automotiva nas linhas de comunicação serial de diagnóstico);
- velocidade de até 20 kbits/s, limitada por razões de EMI (*Electro-Magnetic Interference*);
- um único nó Mestre, vários nós Escravos (*Single Master / Multiple Slaves*), eliminando a necessidade de arbitragem durante colisões de mensagens, como verificado na CAN;
- hardware de comunicação do microcontrolador baseado na interface UART/SCI (*Universal Asynchronous Receiver & Transmitter / Serial Communication Interface*), praticamente todos os microcontroladores já possuem o hardware necessário *on-chip*;
- auto-sincronismo sem cristais ou ressonadores cerâmicos nos nós escravos, reduzindo significativamente o custo do hardware;
- previsibilidade das mensagens transmitidas, ou seja, a seqüência de mensagens e o momento em que elas são transmitidas pela sub-rede são conhecidos por todos os nós que pertencem a mesma rede.

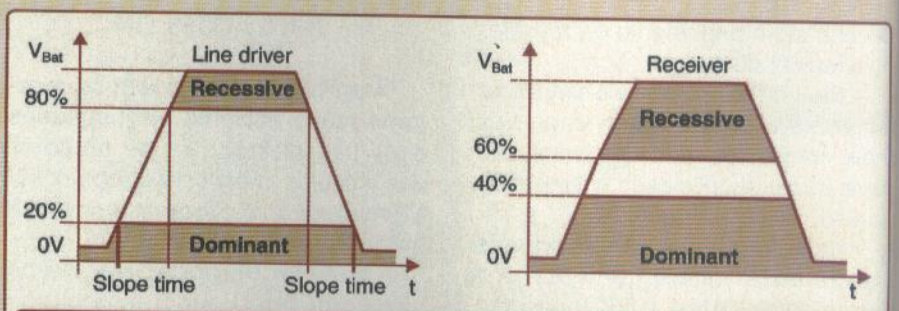


Fig. 4 - Limites de tensão no barramento LIN conforme ISO 9141.

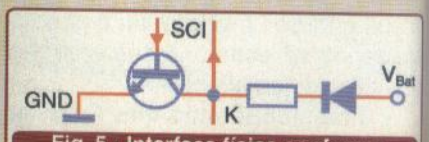


Fig. 5 - Interface física conforme ISO 9141.

Camada Física

A implementação da camada física segue o padrão ISO 9141, já amplamente utilizado em automóveis na linha de comunicação com equipamentos de diagnóstico (linha K, como é mais conhecida). Veja na **figura 4** os limites de tensão para os sinais dominantes e recessivos da rede, especificados para o *driver* de linha (*Line Driver*) e o nó receptor (*Receiver*). A **figura 5** exemplifica, apenas para fins didáticos, o diagrama elétrico de uma interface ISO 9141.

Mensagens

A informação no barramento num formato fixo e de comprimento variável. Cada mensagem contém de 0 a 8 *bytes* de dados, mais três *bytes* de controle e informação de segurança dos dados. O tráfego no barramento é controlado por um único Mestre. Cada mensagem inicia-se com um sinal de "break", seguido por um sinal de sincronismo e um identificador da mensagem, todos enviados pelo Mestre. O Escravo responde com um campo de dados e um *byte* de verificação (veja **figura 6**). A mensagem é formada pelos seguintes campos (observe **figura 6**):

- *Sync Break*: composto por 13 bits, este campo marca o início da mensagem;
- *Sync Byte*: um único *byte* de valor 55h, que tem o propósito de sincronizar os nós da rede. Note que o valor 55hex corresponde ao valor binário 01010101, uma seqüência de "zeros" e "uns", determinando a base de tempo de referência para sincronismo.
- *ID-Field*: ou campo e identificação, contém o identificador da mensagem, o seu propósito, e o comprimento do campo de dados ou Data Field. Na LIN não existe endereça-

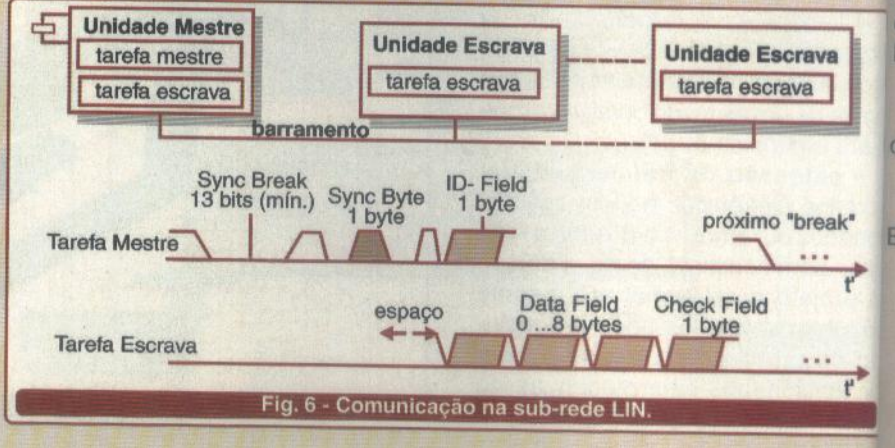


Fig. 6 - Comunicação na sub-rede LIN.

mento de mensagens, a mensagem é transmitida simultaneamente para todos os nós Escravos (*multi-cast*). O protocolo prevê um número máximo de 64 identificadores.

- *Data Field*: este campo contém 0, 2, 4 ou 8 *bytes* de dados
- *Check Field*: *check-sum* ou soma de verificação, é composto de 1 *byte* correspondendo ao módulo da soma de todos os *bytes* de dados

Tarefas Mestre e Escravas

Podemos separar o tráfego de mensagens entre Mestre e Escravos em tarefas ou *tasks*, ou seja, tarefa mestre é aquela executada pelo Mestre e tarefas escravas são as executadas pelos nós escravos e também pelo Mestre.

Tarefa Mestre: tem controle sobre todo o barramento e é responsável pela execução do protocolo, determinando qual mensagem e quando ela deve ser transmitida ao barramento. Para fazer isto o Mestre:

- envia o *Sync Break*
- envia o *Sync Byte*
- envia o *ID-Field*
- se estiver transmitindo dados para os escravos, o mestre:
  - transmite 2, 4 ou 8 *bytes*,
  - transmite o check *byte*
- se estiver solicitando dados dos escravos, o mestre:
  - monitora o dados e o *check byte* enviados pelo escravo
  - verifica sua consistência.

Tarefa Escrava: é executada por um dos membros da sub-rede, recebendo e transmitindo dados com um identificador apropriado (ID) enviado pelo Mestre. Para isto, o Escravo:

- aguarda por um *Sync Break*
- sincroniza-se com a rede através do *Sync Byte*
- aguarda pelo ID
- de acordo com o ID recebido, o Escravo determina o que fazer:
  - ou recebe todos os dados;
  - ou transmite dados;
  - ou não faz nada.
- Quando está transmitindo:
  - envia 2, 4 ou 8 bytes
  - envia o *check byte*.

Previsibilidade

Como o seqüência de mensagens que trafegam pelo barramento e o comprimento máximo de cada mensagem são conhecidos por todos os nós (atente para a **figura 7**), é possível que haja uma previsão de quando cada mensagem irá ocorrer no barramento durante a comunicação entre os nós. Este recurso garante ao protocolo um aumento de sua confiabilidade, pois se uma mensagem que está sendo aguardada não ocorrer no barramento no momento previsto, é uma indicação de falha na comunicação, que pode ser detectada e sinalizada pelo nó Mestre.

Diferentes seqüências de mensagens são possíveis, como é mostrado na **figura 8**. Um evento que ocorra na rede pode desencadear uma seqüência diferente de mensagens.

SOLUÇÕES MOTOROLA PARA LIN

Soluções completas

A Motorola, o único fabricante de semicondutores participante do Comitê Gestor do Consórcio LIN e uma das empresas fundadoras, possui o um avançado conjunto de componentes, software, ferramentas e suporte da indústria, disponível para que engenheiros e projetistas utilizem a LIN em seus projetos. O *portfolio* inclui todos os blocos que constituem uma solução LIN integrada:

- **Microcontroladores:** seja de 8 ou 16 bits, todos os microcontroladores Motorola podem ser os processadores de um módulo Mestre ou Escravo de uma sub-rede LIN. Nas **tabelas 1** e **2** encontram-se alguns exemplos de microcontroladores mais adequados para as funções de Mestre e Escravos.
- **Interface Física:** a Motorola conta hoje com a interface física MC33399, que provê ao projeto não só o condicionamento de sinais entre o microcontrolador e o barramento LIN, mas também a proteção necessária para que o módulo se conecte a sua sub-rede sem comprometimento de seu funcionamento numa eventualidade de curto-circuito, descarga eletrostática ou interferência eletromagnética. Esta interface opera de 7 a 27 V, possui modo de operação de baixo consumo (*sleep mode*), e é

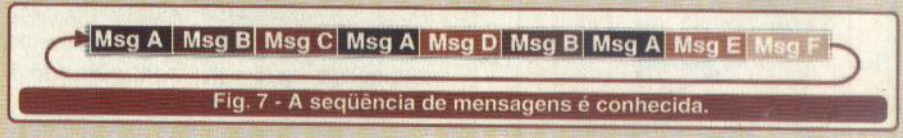


Fig. 7 - A seqüência de mensagens é conhecida.



Fig. 8 - Um evento alternando a seqüência de imagens.

Microcontrolador	ROM (bytes)	RAM (bytes)	Flash (bytes)	EEPROM (bytes)	Periféricos
MC68HC08AB16A	16k	512	-	512	Timer, PWM, A/D, SCI, SPI
MC68HC908AB32	-	1k	32k	512	Timer, PWM, A/D, SCI, SPI
MC68HC908EY16	-	512	16k	-	Timer, PWM, A/D, ESCI, SPI
MC68HC908GP32	-	512	32k	-	Timer, PWM, A/D, SCI, SPI
MC68HC908JL3	-	128	4k	-	Timer, PWM, A/D
MC68HC08JL3	4k	128	-	-	Timer, PWM, A/D
MC68HC908QY4	-	128	4k	-	Timer, PWM, A/D

Tab. 1 - Microcontroladores Escravos para LIN.

Microcontrolador	ROM (bytes)	RAM (bytes)	Flash (bytes)	EEPROM (bytes)	Periféricos
MC68HC908AZ60A	-	2k	60k	1k	Timer, PWM, A/D, SCI, SPI, CAN
MC68HC08AZ32A	32k	1k	-	512	Timer, PWM, A/D, SCI, SPI, CAN
MC68HC912DG128A	-	8k	128k	2k	Timer, PWM, 2xA/D, 2xSCI, SPI, 2xCAN
MC9S12DP256B	-	12k	256k	4k	Timer, PWM, 2xA/D, 2xSCI, SPI, 5xCAN, 1xJ1850
MC9S12D64	-	4k	64k	1k	Timer, PWM, A/D, SCI, SPI, 1xCAN

Tab. 2 - Microcontroladores Mestres para LIN.

capaz de "acordar" um microcontrolador que esteja em modo de redução de consumo ou repouso quando um mensagem é transmitida pelo barramento (*wake-up*), ou quando sua entrada de interrupção externa é acionada. Veja na **figura 9** seu diagrama de blocos e na **figura 10** um exemplo de aplicação típica.

• **Software:** a Motorola possui uma biblioteca para LIN, chamada Motorola LIN Software Driver, consistindo de um API (*Application Programmer's Interface*), para microcontroladores Mestres e Escravos.

Escritas em linguagem C, são integradas ao software principal do microcontrolador sem grandes dificuldades para o projetista. Estas bibliotecas são totalmente compatíveis com os compiladores Linguagem C *CodeWarrior* (Metrowerks) e *COSMIC*.

• **Ferramentas de Desenvolvimento da VCT:** a VCT - Vulcano Communications Technologies, um dos participantes fundadores do Consórcio LIN, provê aos projetistas as ferramentas para desenvolvimento e diagnóstico da rede LIN. Entre as ferramentas destacam-se:

➢ *LIN Database Manager* (LDM): permite a descrição do funcionamento lógico da rede LIN, configurando a rede num alto nível de abstração.

➢ *LIN Configuration Tool* (LCFG): junto com a LIN API, o software da aplicação é criado conforme configuração estabelecida previamente para a rede. O trabalho de configurar a aplicação para um determinado nó é feito pelo LCFG.

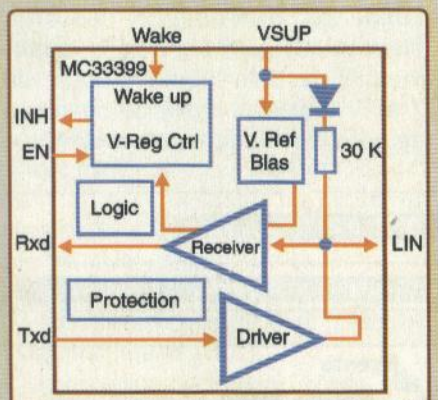


Fig. 9 - Diagrama em blocos do MC33399.

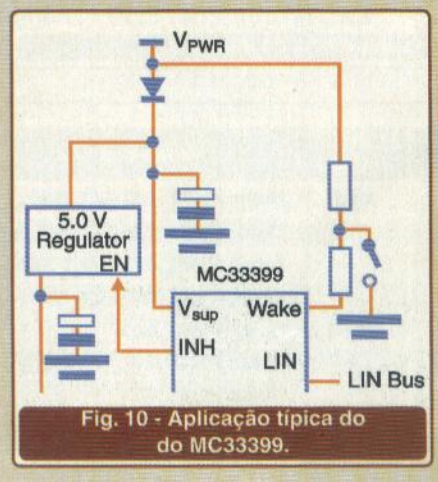


Fig. 10 - Aplicação típica do do MC33399.

➢ *LINspector:* ferramenta de hardware muito flexível, que testa e verifica se a comunicação na rede está de acordo com o padrão LIN.

Acompanhe na **figura 11**, a seguir.

CONCLUSÃO

A solução para as sub-redes encontrada pelo Consórcio LIN tem se mostrado muito eficiente, e atende hoje a necessidade de levar o controle eletrônico e diagnóstico as mais diversas cargas, atuadores e sensores de um veículo, com bons resultados em termos de redução de custos. O conceito de hierarquia de rede num veículo é radical e inovador, pois requer mudanças profundas no projeto da arquitetura elétrica de um veículo, já na fase inicial de sua concepção.

A sub-rede LIN já é encontrada hoje em veículos cujo conteúdo eletrônico é grande e complexo, mas esta solução estará cada vez mais presente nos próximos lançamentos da indústria automobilística, mesmo nos veículos mais simples.

Com este artigo, encerramos a série de artigos sobre os microcontroladores Motorola. Esperamos que você tenha aproveitado bastante.

REFERÊNCIAS/ BIBLIOGRAFIA

Site da Motorola sobre Microcontroladores: www.motorola.com/mcu
Site da Motorola sobre SmartMOS: www.motorola.com/analog
Site do LIN Consortium: www.lin-subbus.org
Site da VCT: www.volcanoautomotive.com/
Motorola Automotive Selector Guide: SG187/D

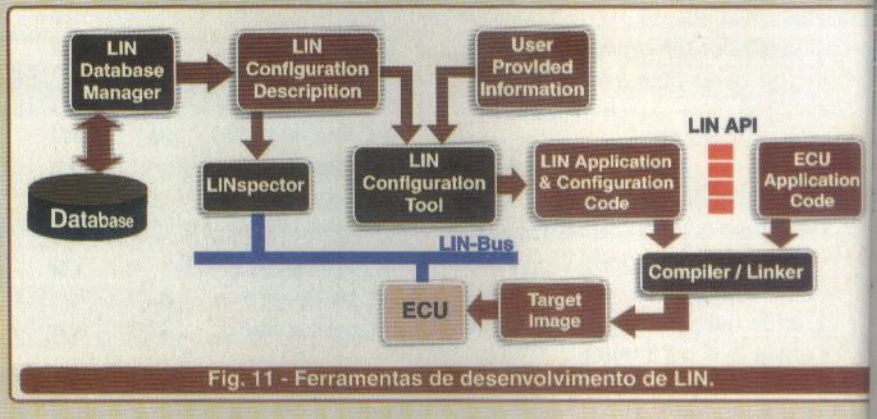


Fig. 11 - Ferramentas de desenvolvimento de LIN.

MOTOROLA intelligence everywhere | digital dna

The World's Communications & Networking Embedded Technology Leader

Standard Products | Wireless | Networking | Automotive

NOVO MICROCONTROLADOR DE BAIXO CUSTO, 8 PINOS FLASH



Eficiente. Programável. Acessível. Nossa nova família HC908Q FLASH de microcontroladores de 8 bits inclui 6 novos integrantes, disponíveis agora em alto volume e com preços competitivos em relação aos micros de 8 bits que não possuem memória Flash. Disponíveis em encapsulamentos de 8 e 16 pinos, com um conjunto completo de opções de periféricos, e ainda conta com uma série de novos produtos em desenvolvimento. Com a tecnologia Flash da Motorola, é mais fácil programar e também reprogramar os micros em campo. Assim, os produtos podem ser atualizados, aumentando a sua vida útil. O Kit de desenvolvimento da família HC908Q FLASH está disponível nos distribuidores autorizados Motorola, a um preço muito atraente. Compre o seu agora mesmo.



Kit de Desenvolvimento

Distribuidores autorizados: www.mot-sps.com/support/sales

MOTOROLA intelligence everywhere | digital dna

CARACTERÍSTICAS DO HC908Q FLASH

- *1.5K–4K de memória Flash 2ª geração (0,5µ)*
- *128 bytes de RAM*
- *Até 4 canais de conversores analógicos-digitais de 8 bits*
- *2 canais de timers de 16 bits com captura de entrada, comparação de saída ou PWM*
- *Oscilador interno ajustável (precisão +/-5%)*
- *Disponível em encapsulamento de 8 pinos (DIP/SOIC) ou 16 pinos (DIP/SOIC/TSSOP)*

***Kit de Desenvolvimento** (placa, cabo, CD e manual)*
- *Codewarrior - Software integrado de desenvolvimento*
- *LED para visualização do usuário*
- *Chaves para interação do usuário*
- *Acesso à todos os pinos de I/O do microcomputador*
- *Área de prototipagem na placa*
- *Capacidade de programação da memória Flash*
- *"Real Time debug"*

© 2002 Motorola, Inc. MOTOROLA, o logo estilizado M e qualquer outra marca indicada neste anúncio são marcas registradas da Motorola, Inc. ou das suas respectivas propriedades.

DETECÇÃO DE POSIÇÃO EM AUTOMAÇÃO

O uso de sensores e chaves para a detecção de posição é muito comum na automação de máquinas e processos. Suas aplicações costumam ser a contagem de peças, verificação de posicionamento de uma peça para liberação de uma próxima fase do processo, seleção entre peças diferentes e determinação de dimensional de um produto, entre outras. Apesar de parecer um procedimento simples, muitas vezes um projeto de automação pode sucumbir devido à escolha errônea de um sensor. Neste artigo, abordarei os diferentes tipos de dispositivos existentes para a detecção de posição, informando suas características básicas e aplicações.

Gilberto Abrão Jana Filho

FATORES INICIAIS NA ESCOLHA

Existem diversas tecnologias de detecção de posição para uso em automação, e a decisão de utilização entre uma ou outra depende de diversos fatores, tais como:

- O objeto a ser detectado - tipo de material, cor, dimensões, velocidade, número de operações por hora, etc.

- Local de instalação - distância do sensor ao objeto, restrições quanto a espaço para montagem do sensor, etc.

- Condições ambientais – este é um ponto crucial na escolha do sensor correto. Deve-se observar se haverá presença de água no ambiente, poeira, óleo ou produtos químicos. Isto influenciará na escolha do grau de proteção adequado do sensor. Todos os fabricantes informam em seus catálogos o grau de proteção IP de acordo com a norma IEC529 (veja **tabela 1**). Baseado nesta informação você escolherá o produto adequado para a sua condição ambiental. No caso de presença de produtos químicos deve-se observar as restrições indicadas no catálogo do produto.

Além disto deve-se ficar atento à temperatura ambiente, pois a maioria dos sensores com eletrônica embutida trabalham até 55°C. Caso a temperatura ambiente ultrapasse este limite deve-se procurar um sensor que atue em altas temperaturas. Se não houver sensor no mercado que atenda, avalie a utilização de algum método de resfriamento do local, pois caso contrário a aplicação fica inviabilizada.

- Tipo de detecção a ser feita - deve-se definir se o sensor deve indicar somente presença ou ausência do objeto, ou se deseja-se saber a posição do objeto de um modo analógico.

- Tensão de alimentação disponível e que tipo de saída se deseja do sensor

- Precisão, repetibilidade e tempo de resposta desejados.

- Custo do sensor e sua vida útil - o custo do produto sempre é um fator decisivo na escolha Deve-se, porém, avaliar se o custo baixo inicial não acarretará um futuro alto custo de manutenção.

Tabela de Proteção IP (de acordo com a IEC529) – **IP _ _**

Grau de proteção contra sólidos		Grau de proteção contra líquidos	
0	Sem proteção	0	Sem proteção
1	Proteção contra objetos sólidos maiores que 50 mm	1	Proteção contra água na vertical ou respingos leves
2	Proteção contra objetos sólidos maiores que 12 mm	2	Proteção contra água ou respingos leves com ângulos de até 15 graus com a vertical
3	Proteção contra objetos sólidos maiores que 2,5 mm	3	Proteção contra água ou respingos leves com ângulos de até 60 graus com a vertical
4	Proteção contra objetos sólidos maiores que 1 mm	4	Proteção contra água ou respingos fortes em qualquer direção
5	Proteção contra pó, limitada penetração de pó permitida	5	Proteção contra jatos d'água em qualquer direção
6	Total proteção contra a penetração de pó	6	Proteção contra fortes jatos de água vindos de qualquer direção
		7	Proteção contra penetração de água durante submersão temporária
		8	Proteção contra penetração de água , podendo operar submersa a profundidades definidas

Tabela 1



Figura 1

Proteção contra penetração de água , podendo operar submersa a profundidades definidas.

AS TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO

Como já foi dito, existem diversos métodos de detecção de objetos. Abordarei os mais usados em Automação.

Chaves Fim-de-Curso

Estes são os dispositivos mais antigos utilizados para a detecção de posição. Atualmente há uma infinidade de modelos com diversos tamanhos e tipos de atuadores diferentes (observe a **figura 1**). Basicamente, a chave fim-de-curso tem um atuador que é acionado pelo objeto a ser detectado e que, por sua vez, atua um contato elétrico que irá enviar a informação. Logo se vê que é necessário o contato físico entre o objeto a ser detectado e o atuador do sensor, por isso deve-se verificar se a força que o objeto poderá efetuar sobre o atuador é suficiente para acioná-lo; esse será um dos fatores importantes na escolha da chave correta.

Uma das grandes vantagens das chaves fim-de-curso é o seu custo baixo. Por isso o seu uso é corriqueiro, mas deve-se considerar o número de operações por hora a que será submetida; como a chave possui partes mecânicas e o contato elétrico que se desgastam, deve-se calcular a sua vida útil de modo a evitar trocas constantes.

Atualmente, as chaves fim-de-curso vêm sendo utilizadas em locais de baixo número de operações bem como em aplicações de segurança.



Figura 1 - Chaves Fim-de-Curso

Sensores Magnéticos Reed

Os sensores magnéticos *reed* são compostos de duas partes, uma *ampola reed* encapsulada em invólucro plástico e um ímã (veja **figura 2**). Quando o ímã se aproxima da ampola, o contato desta se fecha. Este tipo de dispositivo tem dimensões bem reduzidas e pode substituir chaves fim-de-curso com a vantagem de não haver desgaste mecânico, pois não há contato entre o ímã e a *ampola reed*. Devem ser respeitados os limites elétricos de capacidade de comutação dela.

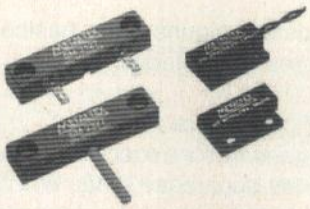


Figura 2 - Sensores Magnéticos

Sensores Indutivos

Os sensores indutivos são amplamente utilizados nos dias de hoje. Muitas das aplicações onde eram empregadas chaves fim-de-curso passaram a optar pelos sensores indutivos devido a sua detecção sem contato e alta vida útil.

O princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eletromagnético de alta freqüência, que é gerado por uma bobina ressonante instalada na face sensora. Quando um objeto metálico se aproxima da face sensora, a indutância do meio é alterada e o campo eletromagnético é absorvido; deste modo o circuito interno detecta a presença e aciona o circuito de saída. (**figura 3**)

A maioria dos sensores indutivos disponíveis no mercado é para a detecção de presença ou ausência, mas também pode-se encontrar modelos que possuem uma saída analógica proporcional à distância do objeto à face sensora.

A distância de atuação dos sensores indutivos não é muito grande; pode-se encontrar modelos com distância sensora de até 30 mm. É importante observar que os catálogos dos fabricantes sempre informam a distância sensora baseada em um objeto padrão de aço; caso o material de seu objeto seja de um outro metal, deve-se multiplicar a distância sensora informada por um fator de redução, segundo a **tabela 2**, abaixo.

Atualmente há uma ampla gama de modelos com dimensões e formatos diferentes (atente para a **figura 4**), o que permite a aplicação destes sensores em locais de dimensões muito reduzidas.

Material do objeto	Fator
Ferro ou aço	1,0
Cromo ou níquel	0,90
Aço inox	0,85
Latão	0,50
Alumínio	0,40
Cobre	0,30

Tabela 2

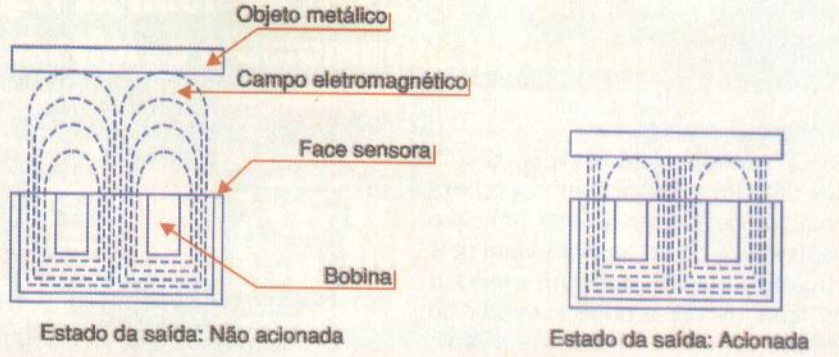
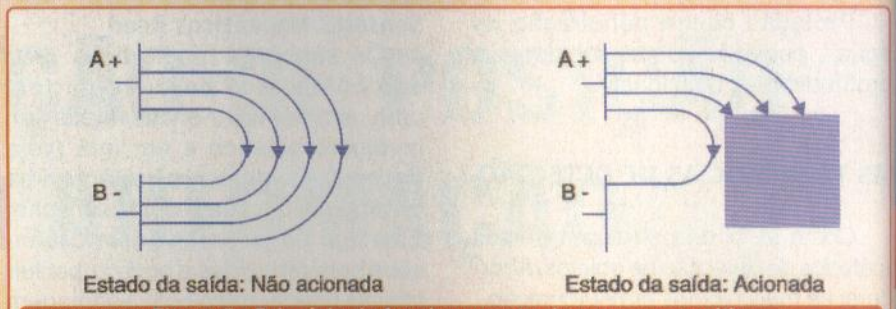


Figura 3 - Princípio de funcionamento de um sensor indutivo



Figura 4 - Sensores indutivos



Estado da saída: Não acionada

Estado da saída: Acionada

Figura 5 - Princípio de funcionamento do sensor capacitivo

Sensores Capacitivos

Os sensores capacitivos são dispositivos capazes de detectar a presença de objetos plásticos, líquidos, orgânicos, metálicos, etc. O princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo elétrico criado por um oscilador controlado por capacitor. O capacitor é formado por duas placas metálicas que ficam montadas na face sensora do dispositivo (veja **figura 5**), e quando o objeto a ser detectado se aproxima da face sensora, a capacitância do meio é alterada e o circuito interno aciona a saída do sensor. Os sensores capacitivos possuem um ajuste de sensibilidade (**figura 6**) que permite controlar a distância de atuação bem como a massa do material que irá permitir o acionamento da saída. Isso facilita sua aplicação para, por exemplo, detectar objetos dentro de embalagens. Ajusta-se o sensor para não detectar a embalagem vazia e para detectar a embalagem cheia.

Assim como os sensores indutivos, os sensores capacitivos têm pequena distância sensora, mas a possibilidade de detectar objetos não metálicos pode ser vantajosa comparada àqueles.

Sensores Fotoelétricos

Os sensores fotoelétricos ou ópticos utilizam a luz infravermelha para detectar um objeto. O seu princípio de funcionamento baseia-se em dois circuitos eletrônicos: um emissor do feixe de luz e outro receptor do mesmo. O emissor envia um feixe de luz de forma pulsada através de um fotodiodo de modo a evitar que o receptor confunda esta luz com a luz ambiente. O receptor possui um fototransistor sensível à luz, e um circuito que reconhece somente a luz vinda do emissor.

Existem alguns tipos básicos de sensores fotoelétricos:

- Tipo barreira :

O transmissor e o receptor estão em unidades separadas e são montados um de frente para o outro de modo que o receptor receba sempre a luz emitida pelo emissor; quando o objeto a ser detectado interrompe o feixe de luz, a saída é acionada (observe a **figura 7**). Este tipo de sensor pode operar com o emissor e o receptor separados a longas distâncias. Os modelos usados em automação industrial chegam até uma distância de 40 metros; já nos modelos utilizados em automação predial pode-se trabalhar até uma distância de 100 metros.

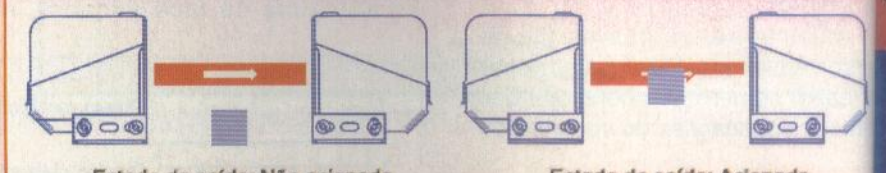
Os sensores tipo barreira têm funcionamento adequado com objetos opacos ou translúcidos. No caso de objetos transparentes, a aplicação pode ficar comprometida, pois a luz pode atravessar o objeto e chegar ao receptor.



Figura 6 - Detalhe de um sensor capacitivo

- Tipo retro-refletivo:

O emissor e o receptor estão em uma única unidade e um espelho prismático é instalado na frente do sensor (veja **figura 8**), a luz emitida é refletida pelo refletor e chega ao receptor. Quando um objeto interrompe este caminho, a saída do sensor é acionada. As distâncias d



Estado da saída: Não acionada

Estado da saída: Acionada

Figura 7 - Sensor Fotoelétrico Barreira Princípio de funcionamento



Estado da saída: Não acionada

Estado da saída: Acionada

Figura 8 - Sensor Fotoelétrico Refletivo - Princípio de funcionamento

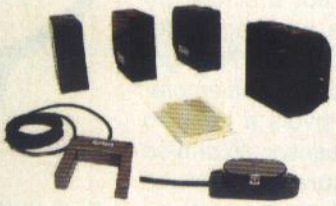
Metaltex, sua opção em Sensores.

Chaves Fim de Curso



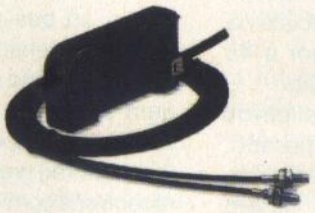
Possuímos uma completa linha de chaves fim de curso, nos mais variados tamanhos, capacidades e atuadores. Além dos modelos convencionais, temos também opções de chaves de segurança.

Sensores Fotoelétricos



Sensores fotoelétricos para diversas aplicações, com tipos de detecção por reflexão difusa, retroreflectivo ou emissor-receptor (barreira). Com diversos tipos de sinal de saída distâncias de atuação, tamanhos, etc.

Sensores fotoelétricos Fibra Óptica



Sensores fotoelétricos de fibra óptica podem utilizar fibras difusas ou fibras de barreira. Ajuste de sensibilidade automático (teaching) e memorização em EEPROM.

Sensores fotoelétricos Triple Beam



Os sensores triple beam tem o seu tipo de detecção com reflexão em área definida, com tecnologia de triangulação óptica. A detecção não é influenciada pela cor e material do objeto.

Sensores Analógicos Laser



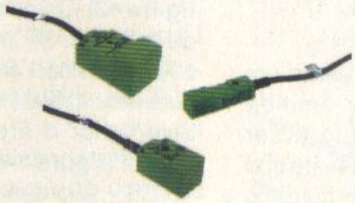
Os sensores analógicos laser são indicados para diversas aplicações, dentre elas destaca-se o controle dimensional sem contato. Possuem resolução de até 0,2µm

Sensores Indutivos Cilíndricos



Sensores indutivos cilíndricos para aplicações diversas, detectam objetos metálicos. Com diversos tipos de sinais de saída, distâncias de atuação, tamanhos, diâmetros, tipos de conexões, tensões, etc.

Sensores Indutivos Quadrados



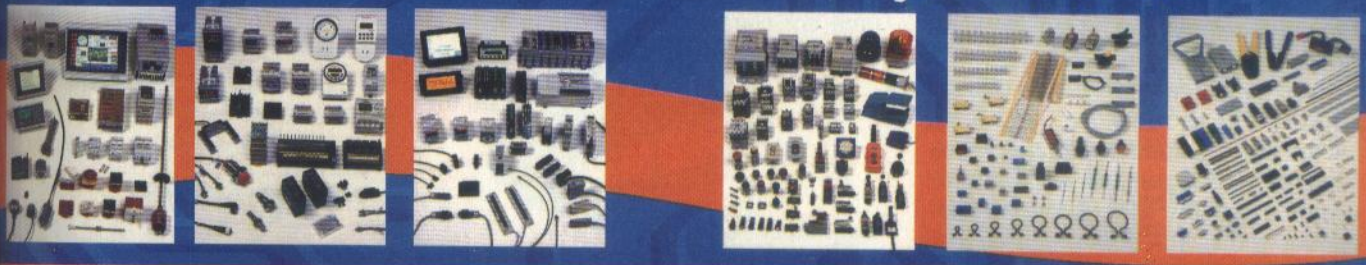
Sensores indutivos quadrados para aplicações diversas, detectam objetos metálicos. Com diversos tipos de sinais de saída, distâncias de atuação, tamanhos, tensões de alimentação, etc.

Sensores Capacitivos Cilindricos



Os sensores capacitivos detectam materiais metálicos e não metálicos. Possuem ajuste de sensibilidade e LED de indicação de estado da saída. Disponíveis em Ø 30mm, com distância de detecção de 15mm

Metaltex - empresa líder em relés, apresenta suas linhas de conectores e automação industrial.



www.metaltex.com.br • metaltex@metaltex.com.br
• São Paulo: 11 5683-5700 • Porto Alegre: 51 3361-3453 • Rio de Janeiro: 21 2208-1335
Salvador: 71 351 1196• Curitiba: 41 357-3370 • Campinas: 19 3227-9814
• Belo Horizonte: 31 3384-9476 • Joinville: 47 435-7440

METALTEX

Há 45 anos fornecendo soluções competitivas, com qualidade.

trabalho deste tipo de sensor também são grandes e estão na faixa de até 30 metros, aproximadamente.

Os sensores retro-refletivos são adequados para detectar objetos opacos, translúcidos e até transparentes. Um cuidado especial deve ser tomado com objetos muito refletivos, pois a luz pode refletir no próprio objeto e retornar ao receptor e assim o objeto não será detectado. Neste caso deve-se tomar cuidados especiais na instalação, montando o sensor a 45 graus da face refletiva do objeto.

Há também os sensores refletivos com filtro polarizador incorporado. Esses filtros instalados tanto no emissor como no receptor fazem com que somente a luz refletida pelo refletor prismático chegue ao receptor. Esse tipo de recurso facilita a instalação no caso de objetos refletivos, bem como no caso de objetos transparentes.

Uma vantagem dos sensores tipo refletivo sobre os do tipo barreira deve ser considerada: a facilidade de instalação, pois somente a conexão de um cabo é necessária.

- Tipo difuso:

O emissor e o receptor estão em uma única unidade; a luz emitida é refletida no próprio objeto a ser detectado (note a **figura 9**). Neste tipo de sensor deve ser tomado cuidado especial com a cor do objeto. Como o receptor detecta a luz refletida pelo objeto, a cor e rugosidade do mesmo influenciam no índice de reflexão da luz, logo o sensor irá detectar objetos de cores claras a uma distância maior do que os objetos de cores escuras.

A distância máxima entre este tipo sensor e o objeto a ser detectado está na faixa de 2 metros, bem menor que nos tipos barreira e refletivo, mas há grande vantagem na facilidade de instalação.

Os sensores fotoelétricos difusos (**figura 10**) são muito utilizados na automação industrial; muitas vezes sua desvantagem de se detectar cores diferentes com distâncias diferentes é utilizada como recurso, por exemplo, na detecção de marcas em filmes plásticos em máquinas de embalagem.



Figura 9 - Sensor Fotoelétrico Difuso - Princípio de funcionamento

- Tipo triangulação óptica:

Este tipo de sensor é similar ao difuso, só que utiliza tecnologia diferente dos sensores comuns. No lugar de ter fotodiodo como receptor, empregam-se diodos sensíveis a posição (DSP). Neste tipo de sensor utilizam-se 2 receptores (veja **figura 11**) e tanto os receptores com o emissor são munidos de lentes asféricas que permitem maior precisão na detecção. O funcionamento é simples: o emissor emite um feixe de luz que é refletido pelo objeto alvo, a luz refletida chega às lentes asféricas (**figura 12**) dos receptores que se encarregam de concentrar a luz em um ponto do DSP. Este componente tem a característica de fornecer duas correntes que são proporcionais ao ponto de incidência da luz (observe na **figura 13**). Como o ponto de incidência da luz no DSP irá mudar de acordo com a posição em que está o objeto, podemos através do circuito de controle selecionar a área de detecção do sensor (**figura 14**). Além disso, devido ao DSP não depender da quantidade de luz refletida pelo objeto e sim de sua posição, podemos detectar objetos de diferentes cores ou multicoloridos sem a necessidade de se reajustar a sensibilidade. Isto traz grande vantagem, pois se detecta praticamente qualquer tipo de objeto, seja ele preto ou transparente, sem a necessidade de constantes ajustes. Há vantagem também quando se deseja detectar um objeto escuro tendo como fundo uma cor clara; o sensor difuso teria


Figura 10 - Sensor Fotoelétrico Difuso



Figura 11 - Sensor Fotoelétrico com tecnologia de triangulação óptica

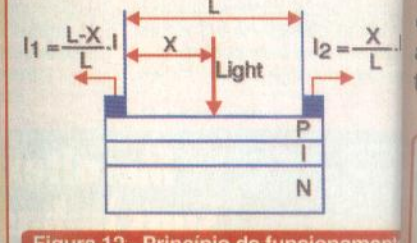


Figura 12 - Princípio de funcionamento do Diodo Sensível a Posição (DSP)



Figura 13 - Comparação entre a lente asférica com a esférica

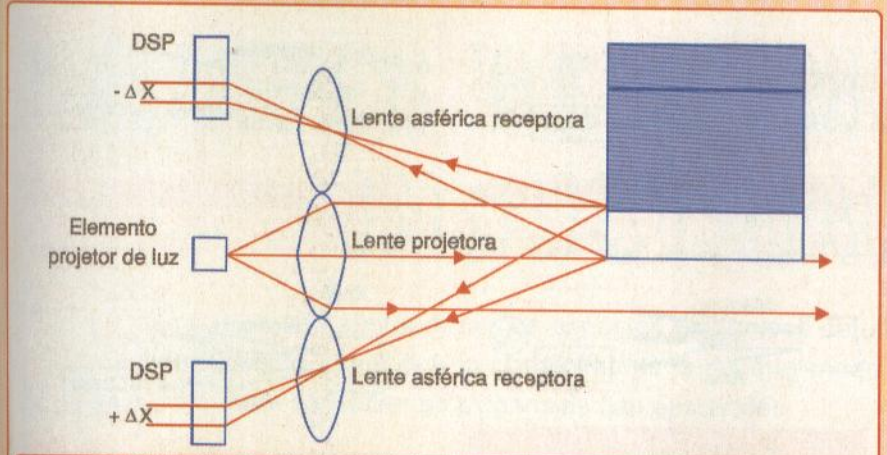


Figura 14 - Princípio de funcioamento da triangulação óptica

dificuldade, pois a luz refletida pelo fundo acionaria o sensor. Usando-se a tecnologia de triangulação óptica o sensor só pega o objeto que estiver dentro de sua área de detecção, eliminando desta maneira o efeito do fundo.

Outra característica deste sensor é a sua precisão no posicionamento, veja a **figura 15** que mostra a diferença da área de atuação de um sensor difuso de um com triangulação óptica; o de triangulação óptica possui um feixe mais estreito e, conseqüentemente, mais preciso.

Além da utilização na detecção de presença ou ausência de um objeto, a tecnologia da triangulação óptica permite a fabricação de sensores com saída analógica proporcional à distância do objeto ao sensor, porém estes sensores têm baixa resolução, em torno de 2 mm, não sendo mais adequados para aplicações de controle de dimensional de precisão.

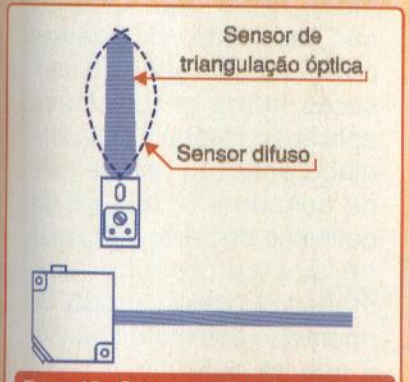


Figura 15 - Comparação entre as áreas de atuação de um sensor difuso com um sensor de triangulação óptica

Há no mercado uma infinidade de modelos de sensores fotoelétricos de diversos tamanhos, formatos e aplicações, mas vale ressaltar o sensor fotoelétrico com fibra óptica (**figura 16**). Esse modelo de sensor pode operar nos modos barreira e difuso. O amplificador é o mesmo, somente a troca da fibra óptica a ele acoplada é que define o modo de funcionamento. Os sensores com fibra óptica vêm sendo cada vez mais utilizados na automação industrial para detectar presença ou ausência de pequenos objetos, parte de peças, marcas em filmes plásticos, etc. Sua grande vantagem é a redução do espaço necessário para instalação, bem como a variedade de tipos de fibra óptica disponíveis para aplicações especiais.

Sensores Laser

Os sensores analógicos *laser* (observe a **figura 17**) utilizam a tecnologia dos sensores fotoelétricos com triangulação óptica, tendo como fonte de luz um *diodo laser* de baixa potência que emite luz de comprimento de onda de 680 nm.



Figura 16 - Sensor Fotoelétrico com fibra óptica

A aplicação dos sensores analógicos laser é o controle dimensional sem contato de alta resolução. O funcionamento básico consiste de um emissor *laser* que emite a luz, sendo que esta reflete na superfície do objeto a ser medido e retorna para o receptor (veja **figura 18**). Este, por sua vez, emprega um diodo sensível a posição (DSP) como receptor. O circuito de controle capta a informação do DSP e gera uma saída analógica ±5 V ou 4-20 mA proporcional à distância entre o sensor e a peça. A resolução obtida por este tipo de sensor pode chegar a 0,2 µm, e permite a utilização na medição sem contato de espessura de chapas de madeira, profundidade dos sulcos de pneus (na **figura 19**), entre outros tipos de controle dimensional.

A faixa de atuação destes sensores vai desde modelos que controlam uma faixa de 40 a 60 mm a partir do sensor, até os que controlam uma faixa de 100 a 400 mm do sensor, quanto maior a faixa de trabalho menor a resolução.

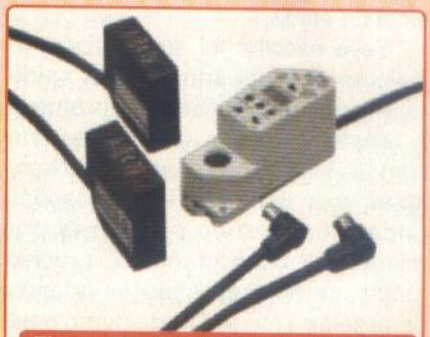


Figura 17 - Sensor Analógico Laser

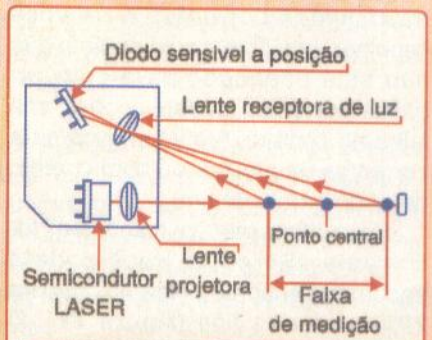


Figura 18 - Princípio de funcionamento do sensor laser



Figura 19 - Exemplo de aplicação do sensor laser

Como este tipo de sensor trabalha pela reflexão da luz no material, é necessário tomar alguns cuidados com o tipo de material do objeto para se obter o melhor resultado. Por isso sua aplicação para controlar dimensional de objetos transparentes ou extremamente refletivos não é recomendada; porém não há problemas com materiais de cores diferentes.

TIPOS DE LIGAÇÃO DOS SENSORES

Depois da correta seleção do sensor a ser utilizado, muitas vezes temos várias opções de alimentação e tipo de saída para o sensor. A partir da definição da alimentação a ser utilizada, temos várias opções de sinal de saída.

Se a escolha foi uma chave fim-de-curso ou um sensor com saída relé, deve-se verificar a corrente e a tensão máxima suportada pelo contato. Não se recomenda usar sensores com saída relé em aplicações onde o número de operações por minuto for muito grande. É preciso tomar um cuidado especial quando se escolhe chaves fim-de-curso para uso com CLP ou circuito eletrônico: seus circuitos de entrada consomem baixíssimas correntes e se você escolher uma chave com contato que não seja adequado para comutar baixas correntes, poderá ocorrer uma falha no contato. Prefira chaves para correntes de até 5 A ou com contato dourado para este fim.

Se a alimentação disponível for corrente alternada, você poderá encontrar sensores a dois fios (**figura 20**), ou a três fios (**figura 21**). O primeiro, tem a vantagem da facilidade de instalação, pois o sensor é ligado



Figura 20

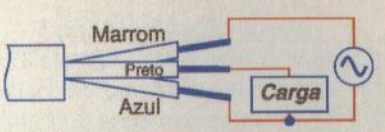


Figura 21

em série com a carga. Caso o sensor escolhido não tenha a opção de alimentação corrente alternada, poderá ser usada uma fonte para sensores (**figura 22**).

Se a sua alimentação disponível for corrente contínua, usualmente 10 a 30 VCC, você também terá as opções de ligação a 2 fios (**figura 23**) ou a 3 fios. No caso de ligação a 3 fios, é muito importante verificar o tipo de entrada do seu CLP ou circuito eletrônico: se ele possuir entrada positiva deverá ser usado um sensor PNP (**figura 24**), mas se a entrada for negativa, o sensor deve ser NPN (veja **figura 25**).

Já no caso de sensores com saída analógica, normalmente se encontram os seguintes tipos de sinal de saída: 0 a 10 V, ±10 V , 0 a 5 V, ±5 V, 0 a 20 mA, 4 a 20 mA. Como normalmente estes sinais são ligados a circuitos de conversão analógicos-

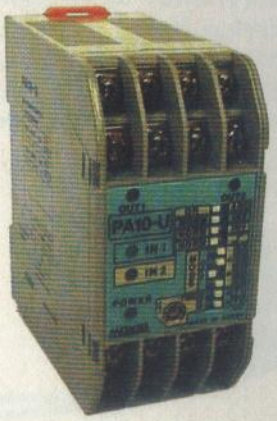


Figura 22 - Fonte para sensores

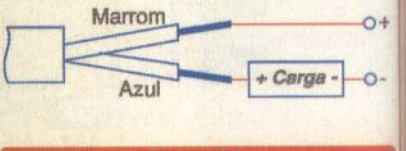


Figura 23

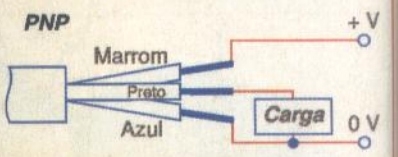


Figura 24

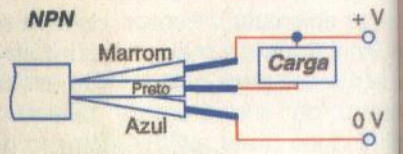


Figura 25

digitais de um CLP ou controlador deve-se também tomar cuidado com a resolução da entrada destes circuitos, pois de nada adianta usar um sensor de alta resolução com um controlador que tenha entrada de baixa resolução.

CONCLUSÃO

A utilização de chaves ou sensores para determinação da posição de um objeto em um processo automatizado deve ser muito criteriosa. Quando não se tem experiência prévia na utilização de sensores numa determinada aplicação, recomenda-se a elaboração de testes com os sensores antes até da definição da parte mecânica de sua automação, pois muitas vezes o modo de operação correto do sensor é que irá determinar o seu projeto mecânico.

"FONTES DE ALIMENTAÇÃO INDUSTRIAIS"

Desta vez não abordaremos os aspectos eletrônicos de uma fonte de alimentação, mas sim como especificá-la corretamente e de que modo elas podem operar em conjunto para satisfazer as exigências das aplicações.

Juliano Mathias

As fontes de alimentação têm uma grande e importante influência na segurança da operação dos equipamentos elétricos por ela alimentados. Por isso, elas devem ser cuidadosamente especificadas, bem como todos os equipamentos vitais à sua máquina ou processo.

Veja na **figura 1** todas as variáveis que devemos levar em conta na escolha de uma fonte de alimentação.

Esse artigo irá ajudá-lo a selecionar a melhor fonte de alimentação para suas necessidades.

FONTES EM PARALELO

As principais fontes de alimentação do mercado permitem a conexão em paralelo. O uso de fontes em paralelo deve-se a dois objetivos:

- Aumento de potência.
- Redundância.

- Aumento de potência: Quando uma única fonte de alimentação não é capaz de fornecer corrente necessária para o sistema, então colocamos outras fontes de alimentação em paralelo, e com isso podermos fornecer correntes de duas ou mais fontes somadas para a carga.

– Redundância: O fornecimento de energia pode ser mantido mesmo se uma das fontes sofrer algum tipo de problema.

Em ambos os objetivos, a potência total deve ser distribuída uniformemente. As tensões das fontes devem ser balanceadas para manter o mesmo nível de tensão em todas as fontes do sistema.

Fazendo o balanceamento

1. Fonte de alimentação 1 ligada e sem carga. A tensão de alimentação é então regulada no potenciômetro com o uso de um voltímetro (observe a **figura 2**).

2. Ligue as fontes de alimentação e o voltímetro conforme a **figura 3**. Ambas as fontes ligadas e sem carga em seus terminais de saída. O balanceamento das fontes de alimentação é feito pela diferença da tensão medida entre os terminais das duas fontes. Para isso, a tensão de saída da fonte de alimentação 2 deve ser ajustada

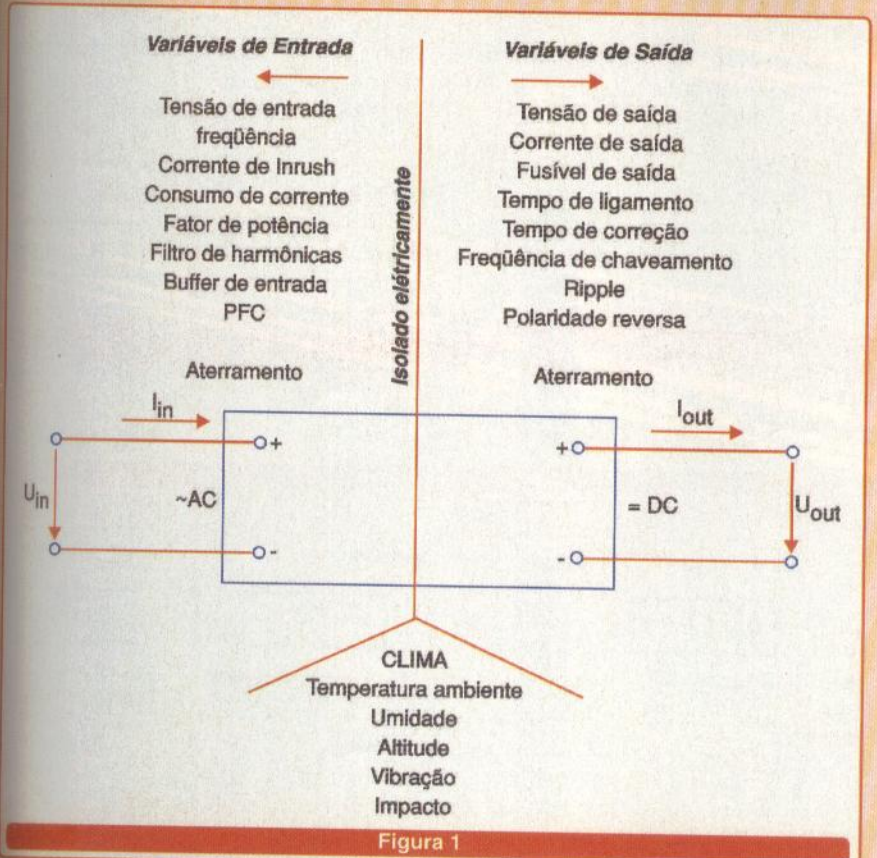


Figura 1

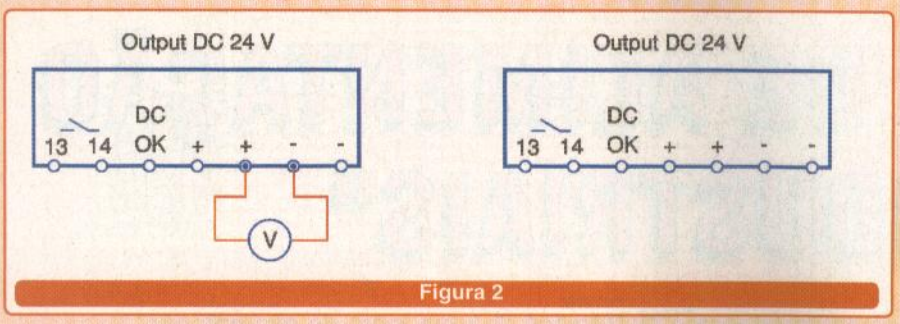


Figura 2

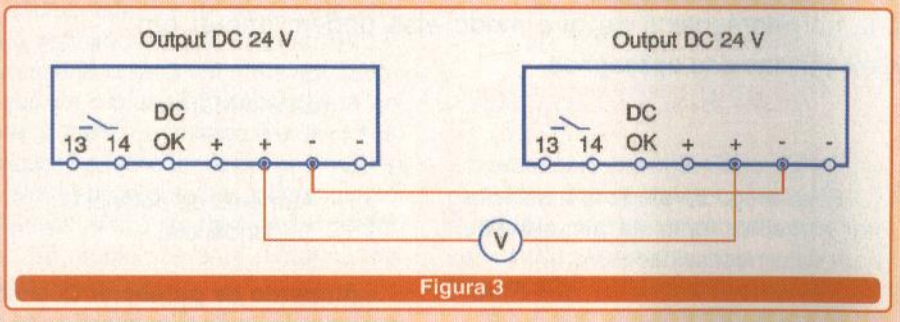


Figura 3

pelo potenciômetro até que a indicação no voltímetro vá a 0 V.

CONEXÃO EM PARALELO PARA O AUMENTO DE POTÊNCIA

Sistemas de conexão em paralelo são na maioria das vezes utilizados na expansão de sistemas já existentes.

Este método é utilizado em sistemas em que a carga consome uma corrente maior do que a fonte de alimentação pode fornecer.

Exemplos:

Problema 1: Em um sistema já existente, três cargas em um total de corrente de 18 A (5 A/5 A/8 A) é alimentado por uma simples fonte de alimentação de 20 A.

Ao expandir o sistema, uma carga adicional de 16A foi adicionada. Atente para a **figura 4**.

Solução: A melhor solução técnica, que também prevê um baixo custo de instalação, é o uso de uma outra fonte de alimentação de 20 A que deve ser instalada somente para alimentar essa carga. Nesse caso, não se faz necessário o uso das fontes em paralelo.

Problema 2: A carga de 5 A existente no exemplo anterior será substituída por uma de 25 A. veja a **figura 5**.

Solução: Uma simples fonte de alimentação de 20 A não possui capacidade de fornecer corrente para essa carga a mais. Para não termos que adquirir uma fonte de 40 A, que normalmente é muito cara, uma outra fonte de 20 A é conectada em paralelo com a fonte já existente de 20 A.

Com isso, temos um total de 40 A disponível para um total de 38 A (5 A/25 A/8 A).

Todos os cabos devem ter o mesmo comprimento e a mesma secção da fonte de alimentação até o *bus* de energia.

Normalmente, as fontes de alimentação industrial possuem duas saídas positivas e duas negativas. A ligação correta em paralelo é observada na **figura 6**, enquanto na **figura 7** mostramos a forma errada de se fazer a ligação.

CONEXÃO EM PARALELO PARA CIRCUITOS REDUNDANTES

Aumentando a disponibilidade do sistema

A intenção de se utilizar fontes redundantes é a de fornecer ao sistema por elas alimentado uma fonte ininterrupta de tensão. Se uma falha ocorrer no circuito primário da primeira fonte, a segunda deverá automaticamente continuar fornecendo a tensão e corrente necessárias para a carga sem interrupções, e vice-versa.

Visando esse propósito, as fontes de alimentação devem ser conectadas em paralelo e projetadas para que o total de cargas não ultrapassem a capacidade de fornecimento de uma só fonte de alimentação.

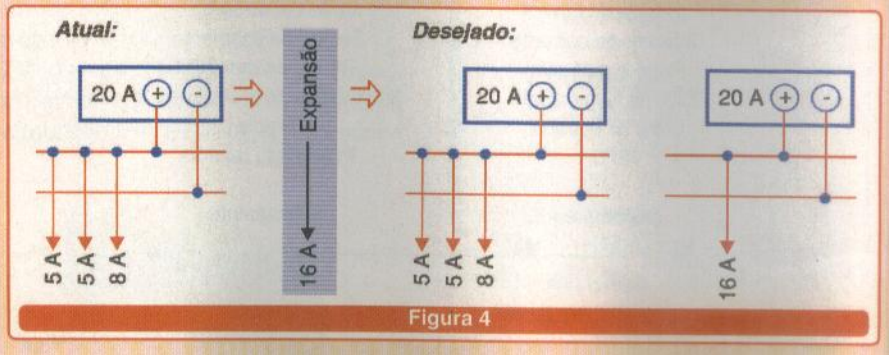


Figura 4

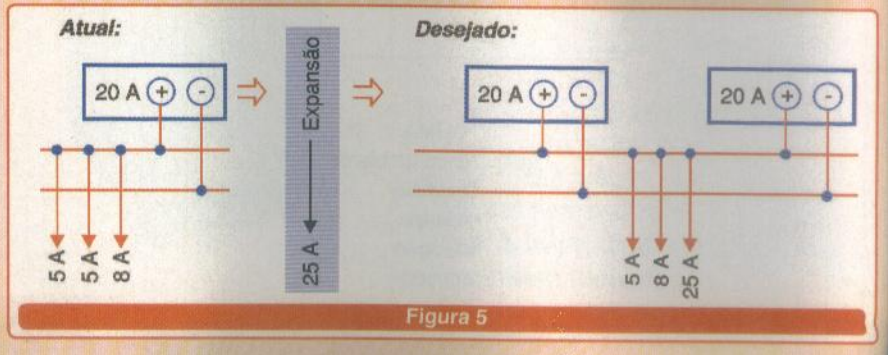


Figura 5

Fontes de Alimentação da Phoenix Contact
Entrada Universal e Reserva de Potência na Saída



INTERFACE
Power
Serial
Analog
Digital

Que requisitos devem ser encontrados em fontes de alimentação modernas? Deve ser universal, estreita e de tamanho reduzido. Isto explica o porque das três novas linhas de fontes de alimentação oferecidas pela Phoenix Contact: a estreitíssima MINI POWER, a incrivelmente reduzida STEP POWER, e a poderosa QUINT POWER de uso universal. O que todas elas tem em comum? São de uso mundial, operação altamente confiável, poderosa reserva de potência, wer Boost, e certificações internacionais.

PHOENIX CONTACT
INNOVATION IN INTERFACE

Phoenix Contact Ind. Com. Ltda.
Rua Gino Cesaro, 169
05038-140 - São Paulo/SP
Telefone (11) 3871-6444
Fax (11) 3871-6401
http://www.phoenixcontact.com.br

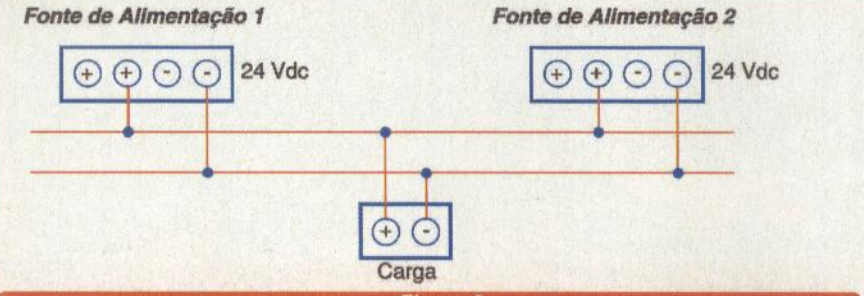


Figura 6

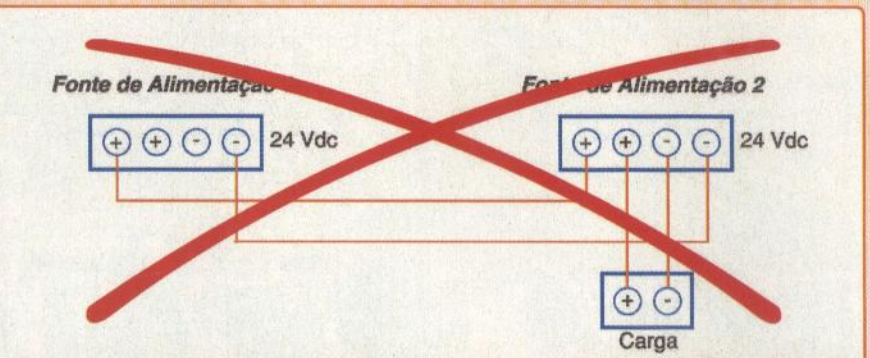


Figura 7

Modo de Operação

Duas fontes de alimentação idênticas devem ser ligadas em paralelo para se ter uma simples redundância. Para ser obter uma triplaredundância ou mais, bastará ir acrescentando mais fontes de tensão em paralelo e também aumentando o barramento de 24 V DC.

Para termos as duas fontes operando independentes de uma falta de fase, devemos ligar cada uma delas em fases diferentes. Assim, no caso uma fase cair sempre existirá uma fonte de alimentação para alimentar as cargas (**figura 8**).

Em fontes de alimentação trifásica com disjuntores externos, devem ser feitas proteções individuais para cada equipamento, observe a **figura 9**. Com o intuito de aumentar a disponibilidade do sistema algumas fontes trifásicas do mercado funcionam somente com duas fases; então, se alguma das três cair, as outras duas serão capazes de manter a fonte funcionando.

Diodos de desacoplamento são necessários para se obter 100% de redundância

Todas as fontes de alimentação que podem ser ligadas em paralelo são dimensionadas de tal maneira que um curto-circuito no secundário da fonte seja virtualmente impossível. Isso significa que, ao se utilizar fontes de alimentação em paralelo, não se faz necessário o uso de diodos de desacoplamento externamente às fontes. Diodos externos só serão imprescindíveis para sistemas 100% redundantes, ou quando as fontes de alimentação não possuírem esses diodos internamente.

CONEXÃO EM SÉRIE PARA AUMENTO DE TENSÃO

Obtendo uma tensão de 48 V DC

Duas fontes podem ser ligadas em série com o propósito de dobrar a tensão de saída (48 V DC).

A maioria das fontes do mercado tem a possibilidade de conexões em série. É recomendado que somente fontes com a mesma especificação sejam ligadas em série.

A **figura 10** nos mostra todas as tensões que podemos tirar de duas fontes de 24 V DC com a mesma característica.

MONITORAMENTO DO FUNCIONAMENTO DA FONTE (DC OK)

Algumas fontes de alimentação industriais possuem um circuito independente que tem a função de indicar externamente quando uma fonte deu algum tipo de problema em sua tensão de saída. Para a grande maioria dos fabricantes, esse circuito detecta uma queda de 90% da tensão que foi ajustada em sua saída. Então, se a saída é 24 V DC, a sua indicação

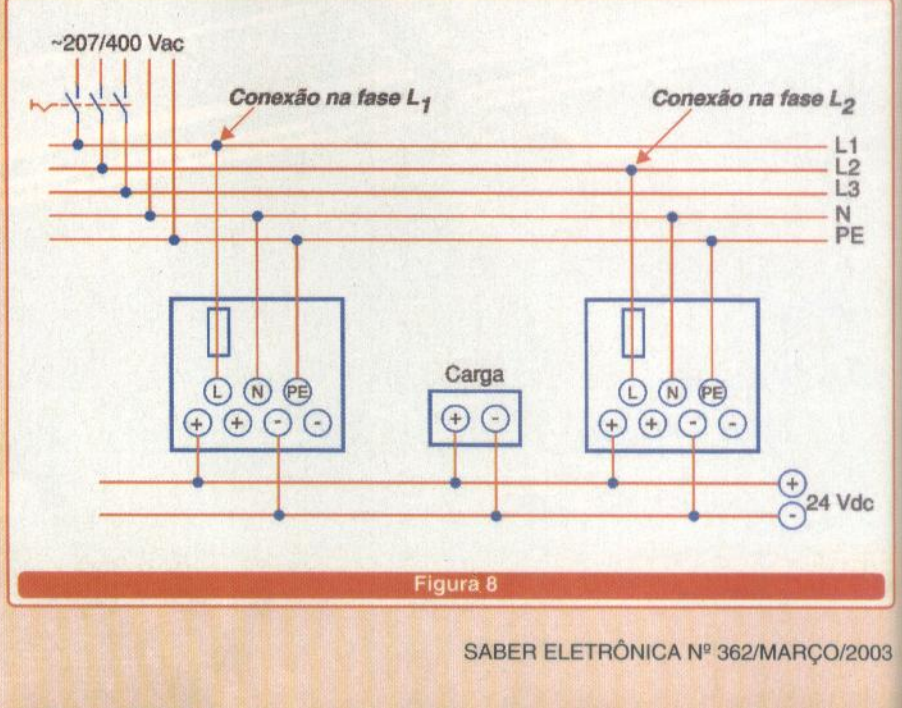


Figura 8

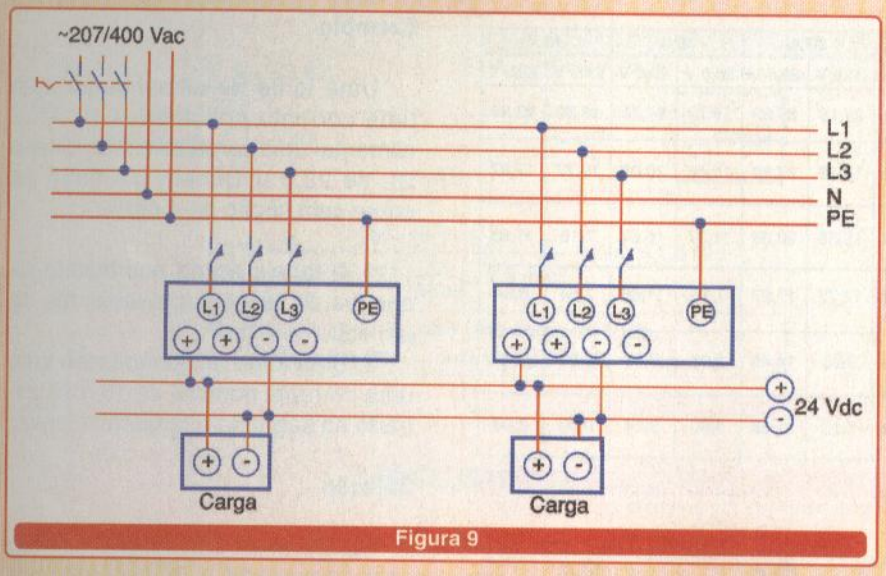


Figura 9

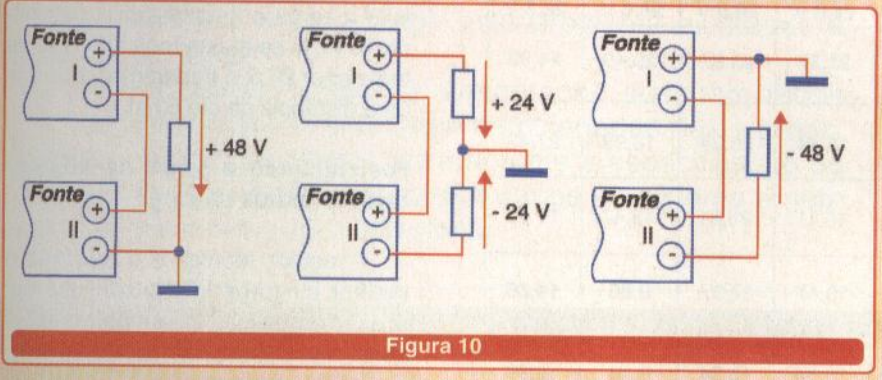


Figura 10

externa se dará quando a tensão de saída cair abaixo de 21,4 V DC.

E quando essa indicação for sinalizada, a fonte poderá proceder de várias formas:

- Um contato de relé é aberto em seus terminais;
- desligamento da tensão de 24 V;
- um LED apaga no frontal da fonte (DC OK).

AJUSTES PARA A TENSÃO DE SAÍDA

Faixas de ajustes:

Vários fabricantes de fontes de alimentação oferecem um potenciômetro ou um *trimpot* para o ajuste da tensão de saída.

Normalmente, a tensão nominal das fontes de alimentação é 24 V DC, e esta é facilmente ajustada dentro de uma faixa de tensão, por exemplo, de 22,5 V até 28,5 V.

Áreas de aplicação:

A tensão de saída ajustável permite a compensação das quedas de tensão provenientes do sistema de distribuição (cabos, fios, conexão de componentes e bornes de passagem).

Compensando perda na dissipação de potência

A queda de tensão nos cabos de distribuição aumenta conforme se eleva a corrente fornecida e o aumento da distância dos cabos, conforme ilustra a **figura 11**.

Nas tabelas a seguir observamos a perda de potência em diferentes seções dos cabos.

- Cabo de 1,5 mm^2(Cu): (**Tabela 1**)
- Cabo de 2,5 mm^2(Cu): (**Tablea 2**)
- Cabo de 4,0 mm^2(Cu): (**Tabela 3**).

Explicação das tabelas:

As tabelas apresentam a queda de tensão nos cabos quando aplicadas uma tensão de 24 V DC e uma tensão de 28,5V DC.

A segunda linha indica a tensão nominal da fonte de alimentação. A partir da terceira linha nos indica a distância em metros dos cabos da fonte até a carga, e a sua respectiva queda de tensão no cabo.

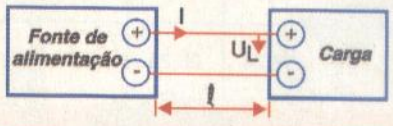


Figura 11

I / l	2,5 A		5 A		10 A		20 A		30 A		40 A	
0 m	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V
10 m (33 ft.)	23,42	27,92	22,83	27,33	21,66	26,16	19,32	23,82	16,98	21,48	14,64	19,14
20 m (66 ft.)	22,83	27,33	21,66	26,16	19,32	23,82	14,64	19,14	9,96	14,46	5,29	9,79
30 m 98 ft.)	22,25	27,75	20,49	24,99	16,98	21,48	9,96	14,46	2,95	7,45	0,00	0,43
40 m (131 ft.)	21,66	26,16	19,32	23,82	14,64	19,14	5,29	9,79	0,00	0,43	0,00	0,00
50 m (164 ft.)	21,08	25,58	18,15	22,65	12,30	16,80	0,61	5,11	0,00	0,00	0,00	0,00
60 m (197 ft.)	20,49	24,99	16,98	21,48	9,96	14,46	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 1

I / ℓ	2,5 A		5 A		10 A		20 A		30 A		40 A	
0 m	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V
10 m (33 ft.)	23,65	28,15	23,30	27,80	22,60	27,10	21,19	25,69	19,79	24,29	18,39	22,89
20 m (66 ft.)	23,30	27,80	22,60	27,10	21,19	25,69	18,39	22,89	15,58	20,08	12,77	17,27
30 m (98 ft.)	22,95	27,45	21,89	26,39	19,79	24,29	15,58	20,08	11,37	15,87	7,16	11,66
40 m (131 ft.)	22,60	27,10	21,19	25,69	18,39	22,89	12,77	17,27	7,16	11,66	1,54	6,04
50 m (164 ft.)	22,25	26,75	20,49	24,99	16,98	21,48	9,96	14,46	2,95	7,45	0,00	0,43
60 m (197 ft.)	21,89	26,39	19,79	24,29	15,58	20,08	7,16	11,66	0,00	3,24	0,00	0,00

Tabela 2

I / ℓ	10 A		20 A		30 A		40 A	
0 m	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V	24,0 V	28,5 V
10 m (33 ft.)	23,12	27,62	22,25	26,75	21,37	25,87	20,49	24,99
20 m (66 ft.)	22,25	26,75	20,49	24,99	18,74	23,24	16,98	21,48
30 m 98 ft.)	21,37	25,87	18,74	23,24	16,11	20,61	13,47	17,97
40 m (131 ft.)	20,49	24,99	16,98	21,48	13,47	17,97	9,96	14,56
50 m (164 ft.)	19,61	24,11	15,23	19,73	10,84	15,34	6,46	10,96
60 m (197 ft.)	18,74	23,24	13,74	17,97	8,21	12,71	2,95	7,45

Tabela3

Tabela de cabos e fios

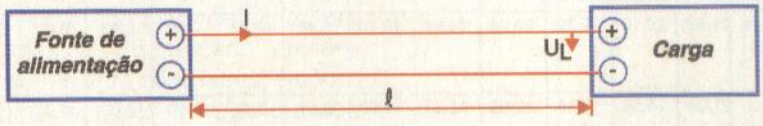
Sessão nominal dos condutores de cobre em mm²	1,5	2,5	4	6	10	16
Capacidade de corrente em A	18	26	34	44	61	82

A fórmula a seguir é utilizada em cabos com tensão de 24 Vdc:

$$A = \frac{200 \cdot P}{u \cdot U^2 \cdot K} \cdot \ell \quad [1] \qquad \Rightarrow u[\%] = \frac{200 \cdot P}{U^2 \cdot K \cdot A} \cdot \ell \quad [2]$$

Onde:

- A = Sessão do condutor em mm.
- ℓ = Distância do condutor em m.



- U = tensão em Volts
- P = potência da carga em Watts
- u = queda de tensão em %
- k = condutividade em m/Ω mm²

Cobre 57 m/Ω mm²
Alumínio 36 m/Ω mm²

Figura 12

Exemplo

Uma fonte de alimentação com uma corrente nominal I = 10 A irá alimentar uma carga com uma tensão UL de 23,0 V DC em um cabo de cobre com seção de 4 mm².

1. A tabela acima nos mostra as quedas de tensões provenientes de um cabo de 4 mm².
2. Uma fonte de alimentação com uma corrente nominal de 10 A é ilustrada na segunda e terceira colunas.

Solução

Se a fonte de alimentação é *setada* para fornecer 24 V DC, só podemos ligar a carga a uma distância máxima de 10 m; já se ajustarmos a tensão da fonte para 28,5 V, poderemos alcançar uma distância de até 60 m.

Posicionando a fonte de alimentação próxima da carga

A melhor técnica e a que traz o melhor custo-benefício consiste em utilizarmos várias fontes de pequeno porte alimentando cargas localmente, ao invés de termos uma só fonte de alta potência alimentando todas as cargas, com suas ramificações distribuídas por painéis elétricos e caixas de junções.

Layout dos cabos da fonte de 24 V DC

Os cabos são especificados de acordo com as normas VDE 0100 Part 523 (capacidade de corrente máxima pela seção dos cabos).

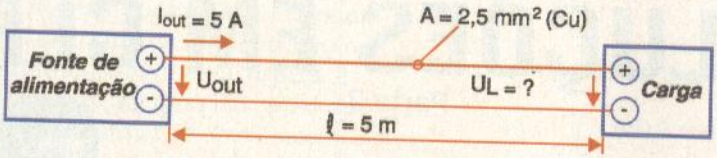
Observe a **figura 12.**

Exemplo

Uma Fonte de Alimentação que possua seus valores de saída Ia=5 A e tensão de saída Ua=24 V, que alimenta uma carga que está conectada em um cabo de cobre com 5 metros de extensão com uma seção de A=2,5 mm².

Qual a tensão U_L na carga?

Observe a **figura 13.**



$$u[\%] = \frac{200 \cdot 24\ V \cdot 5\ A}{(24\ V)^2 \cdot 57 \frac{m}{\Omega mm^2} \cdot 2{,}5\ mm^2} \cdot 5\ m = 1{,}5\ \%$$

A tensão de saída U_A terá uma perda de 1,5%, então a tensão U_L será de 23,64 Vdc.

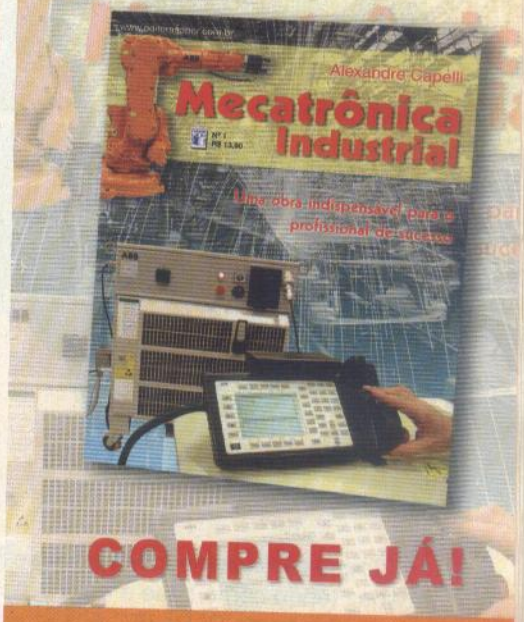
Figura 13

CONCLUSÃO

Vimos, neste artigo, um pouco do uso destas fontes industriais, como obter a queda de tensão no cabo da fonte e de que modo corrigir este problema ajustando a tensão de saída.

Nem todas as fontes de alimentação possuem todas estas características que foram mencionadas neste artigo. Assim, temos que seguir corretamente a especificação do fabricante para que não ocorram danos ao sistema e nem ao equipamento a ela conectado.

Mecatrônica Industrial



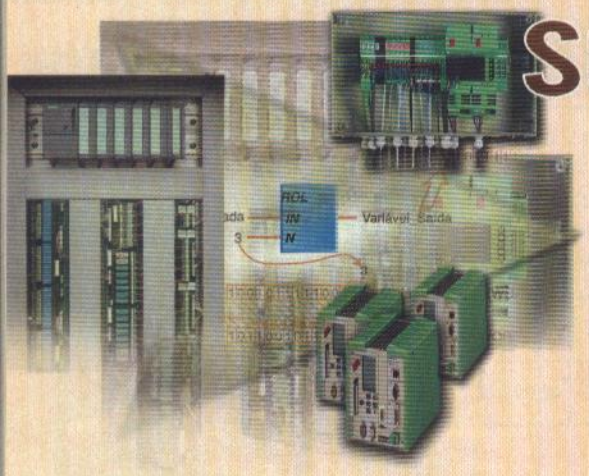
COMPRE JÁ!

Pedidos:
(11) 6195-5333
www.editorasaber.com.br



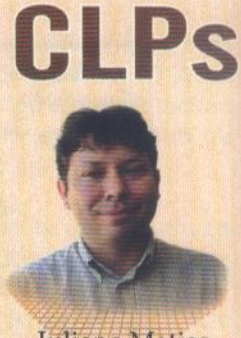
PATOLA
Tudo em caixa com qualidade e precisão

R. Salvador Mota, 700 - Jd. Guairacá - 03251-180 - São Paulo - SP
Fone: (11) 6103.2933 - Fax: (11) 6103.1499
www.patola.com.br - vendas@patola.com.br



SOLUÇÕES EM CLPs

Parte 2



Juliano Matias

Continuando a primeira parte de Dicas de programação para CLPs, abordaremos, neste artigo, outras funções que são muito importantes quando se faz um programa de um CLP. Começaremos vendo as funções de comparação, seguidas pelas funções de movimentação binária.

Todos os exemplos foram programados tendo como base a norma de programação de CLPs IEC-61151-3, na linguagem de programação FBD (*Function Blocks Diagram*), também conhecida como linguagem de blocos.

FUNÇÕES DE COMPARAÇÃO

As funções de comparação são certamente as mais utilizadas em um programa de CLP, pois sempre podemos precisar comparar dois valores de qualquer grandeza.

Por exemplo:

- ligar uma resistência se uma temperatura abaixar do valor estipulado (*set-point*);
- acionar um alarme se a corrente de um motor estiver acima dos níveis especificados;
- somente ligar uma bomba se o tanque estiver dentro do nível desejado;
- entre várias outras aplicações.

As funções de comparação seguem a lógica matemática, isto é, quando um valor é comparado com outro, a resposta é sempre um valor binário, ou como conhecemos na norma IEC-61151, um valor booleano.

Na **figura 1** mostramos as funções de comparação de um CLP. Seguem alguns exemplos de uso:

- Igual: compara se o número de peças produzidas chegou no valor desejado.
- Diferente: compara se o valor de alguma contagem é diferente de zero.
- Maior: compara se a pressão de ar está maior que a pressão nominal.
- Maior ou igual: compara se a temperatura de um forno está maior ou igual à temperatura estabelecida;
- Menor: compara se o nível de um tanque está menor que o mínimo permitido.
- Menor ou igual: compara se o pH de um ácido é menor ou igual ao patamar exigido.

As funções são bem simples, mas com elas sozinhas ou associadas podemos fazer qualquer lógica de comparação.

Nota: Comparações podem ser feitas entre variáveis, ou entre uma variável e um valor constante.

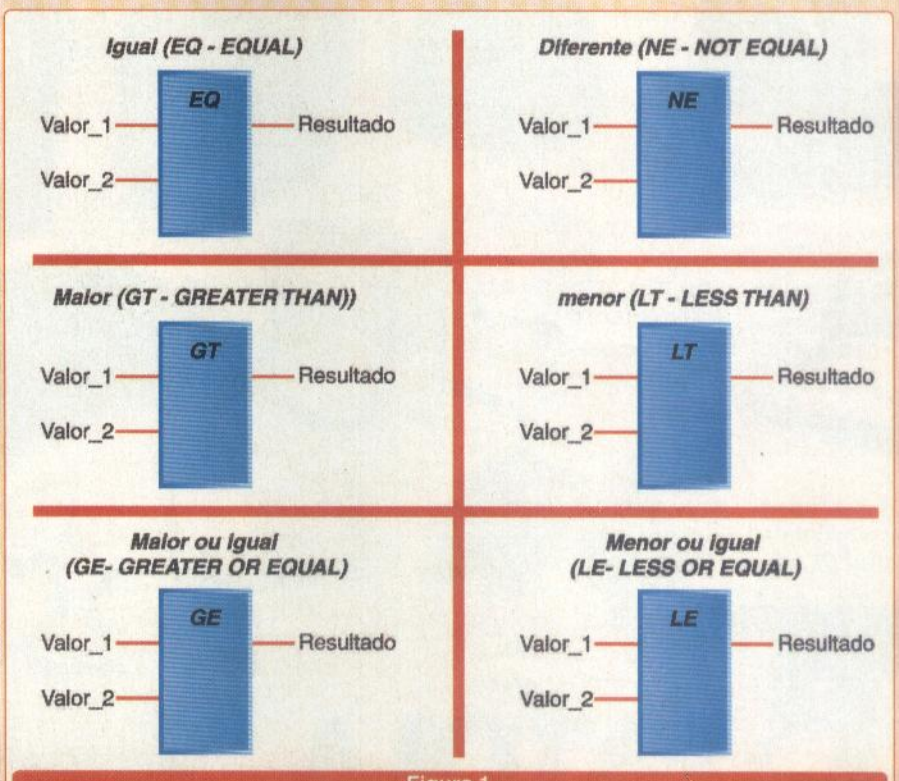


Figura 1

Quando realizamos uma associação de comparações podemos estipular uma faixa de valores a serem comparados, observe a **figura 2**. Neste exemplo, temos a indicação de temperatura normal de uma caldeira. A variável Temperatura_Caldeira_3 é testada por duas funções de comparação: uma que compara com um valor mínimo de 350,0 e outra que compara com um valor máximo de 450,0. Quando os resultados das duas comparações forem verdadeiros (isso é testado pela porta AND), a variável de saída Temperatura_Normal será então ligada, indicando que a caldeira 3 está operando em uma temperatura normal de funcionamento.

Utilizando essas combinações, podemos também fazer um Schmitt-Trigger. Para entendermos o que é um Schmitt-Trigger, veja a **figura 3**.

Um Schmitt-Trigger é um "atraso" no retorno do sinal, isto é, uma variável booleana é ligada quando alguma variável analógica chega no valor de ligamento (no nosso exemplo é 150), e é desligado somente quando o valor de retorno fica menor do que o valor de desligamento, que não é o mesmo de ligamento (no nosso exemplo o valor limite é 80). Com essa técnica é possível evitar oscilações no sistema, pois, se não tivéssemos este recurso, e o valor ficasse oscilando perto dos 150, a saída booleana ficaria ligando e desligando acompanhando a oscilação da variável do sistema.

Podemos ver o circuito lógico desse exemplo na **figura 4**.

Citando mais um caso de circuito utilizando lógicas de comparação, observem a **figura 5**. Nele, temos uma seqüência temporizada de ligamento de 4 válvulas. Dependendo do tempo de contagem do temporizador, é acionada uma válvula, conforme segue:

- Tempo entre 0 s e 7 s: liga a Válvula_1;
- Tempo entre 7 s e 10 s: desliga a Válvula_1 e liga a Válvula_2;
- Tempo entre 10 s e 15 s: desliga a Válvula_2 e liga a Válvula_3;
- Tempo entre 15 s e 20 s: desliga a Válvula_3 e liga a Válvula_4;

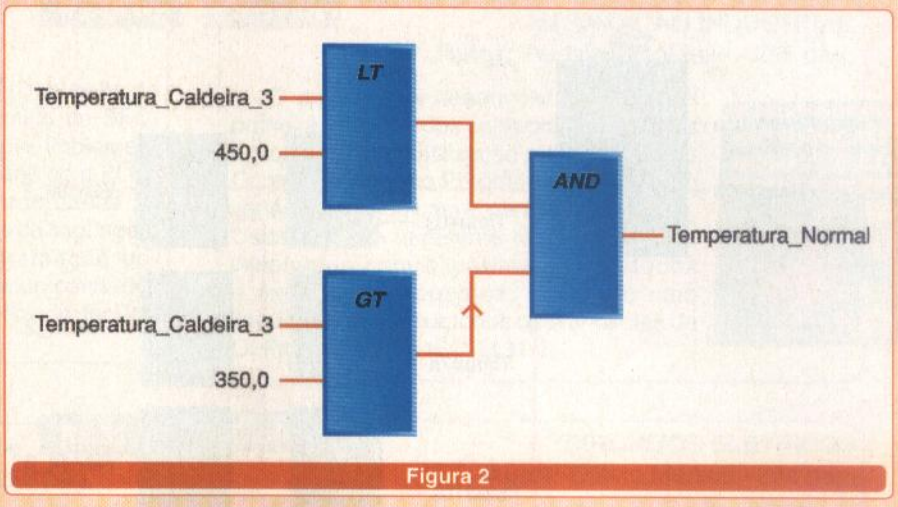


Figura 2

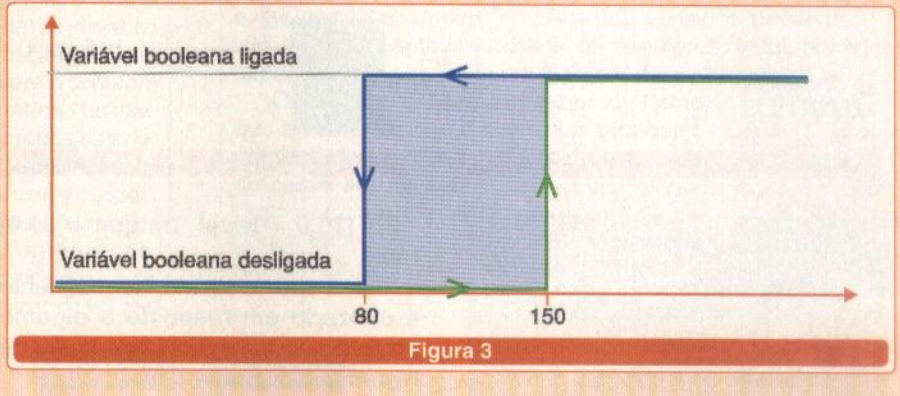


Figura 3

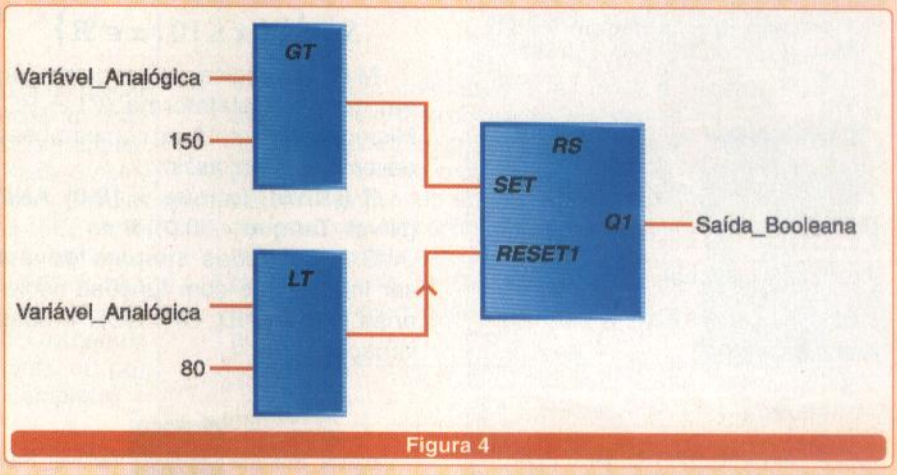


Figura 4

A lógica das portas AND é que faz o desligamento da válvula anterior, pois cada porta AND tem uma das suas entradas invertida (entrada com a bolinha), e essa entrada é ligada justamente na válvula seguinte a ser acionada.

Assim, enquanto esta está desligada permite que se ligue a válvula anterior, mas quando a válvula seguinte é ligada, a outra é forçada a ser desligada incondicionalmente.

Todos os exemplos vistos até agora foram feitos com a linguagem de programação FBD (*Function Block Diagram*). Abordaremos então um pouco de comparação utilizando a linguagem ST (*Structured Text*).

Normalmente, na linguagem ST as comparações são realizadas com "ifs", mesmo possuindo também as funções de comparação já prontas.

Vejamos, a seguir, como fazer comparações em ST:

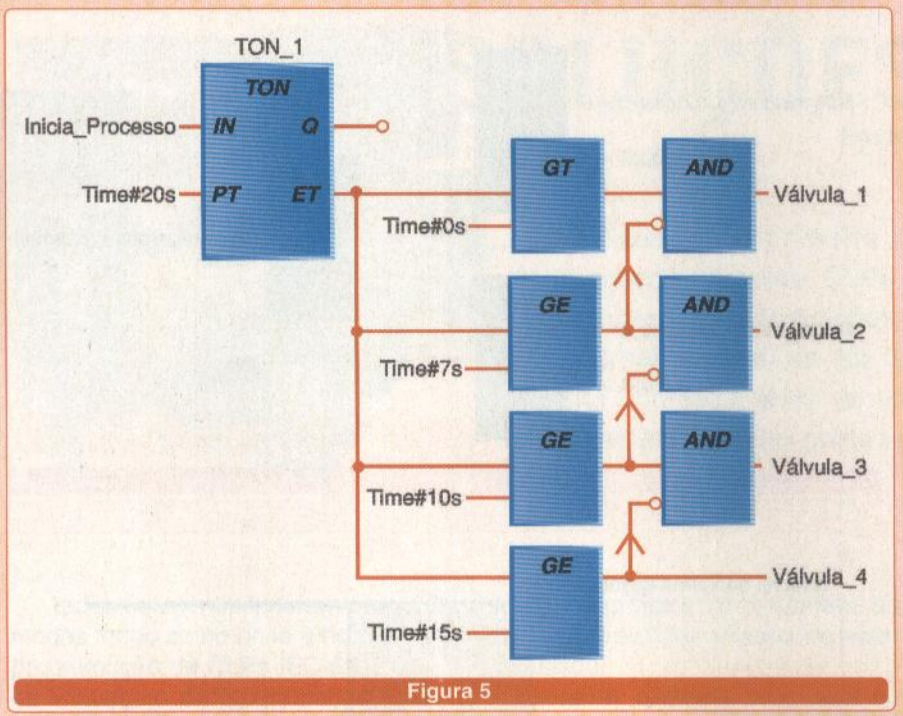


Figura 5

Igual a

```
If Temperatura = 300 then
.
.
```

Diferente de

```
If Valor_de_contagem <> 20 then
.
.
```

Maior que

```
If Tempo > TIME#5s then
.
.
```

Maior ou Igual

```
If Tempo >= TIME#3s then
.
.
```

Menor que

```
If Corrente_TR1 < 300.0 then
.
.
```

Menor ou igual

```
If Tempo_desligamento <= TIME#35s then
.
.
```

Quando fizermos combinações de comparação, precisamos ter uma idéia um pouco diferente daquela que já estamos acostumados. Assim, o exemplo a seguir está errado:

If (10.0 < Nivel_Tanque < 50.0) then

Esse tipo de sintaxe normalmente é utilizada em resposta a alguma equação ou inequação nas aulas de Matemática, lembram-se...

$$S = \{5 \leq x \leq 10 \mid x \in \Re\}$$

Mas, em lógica de programação em qualquer plataforma (CLP, PC, Microcontrolador,...), as comparações devem ser feitas assim:

If ((Nível_Tanque > 10.0) AND (Nível_Tanque < 50.0)) then

Comparações simples devem ser interligadas com funções booleanas como AND, OR, XOR e suas variações.

FUNÇÕES DE DESLOCAMENTO BINÁRIO

As funções de deslocamento de bits são utilizadas precisamos de alguma forma mover o conteúdo dos bits de uma variável para a direita ou para a esquerda.

Essas variáveis têm que ser da família ANY_BOOL: BYTE, WORD ou DWORD.

Para executar o deslocamento de bits, temos basicamente dois tipos de funções:

- **SHIFT:** Desloca os bits para a esquerda (SHL) ou para a direita (SHR) preenchendo as lacunas com zeros.
- **ROTATE:** Rotaciona os bits para a esquerda (ROL) ou para a direita (ROR) fazendo com que os bits que forem "caindo" fora da variável voltem para o começo (ROR) ou para o fim (ROL).

Essas funções podem ser vistas na **figura 6**.

Seu princípio de funcionamento é bem simples. Vamos tomar como exemplo a função Shift para a direita (SHR), conforme ilustra a **figura 7**.

A função desloca o conteúdo da Variável_Entrada (que é do tipo WORD) três bits para a direita, as lacunas que ficam à esquerda da variável são preenchidas com zeros e o valor é armazenado na Variável_Saída também do tipo WORD. Isto é muito importante, pois sempre que deslocamos um tipo de variável, devemos armazenar o seu resultado em uma variável do

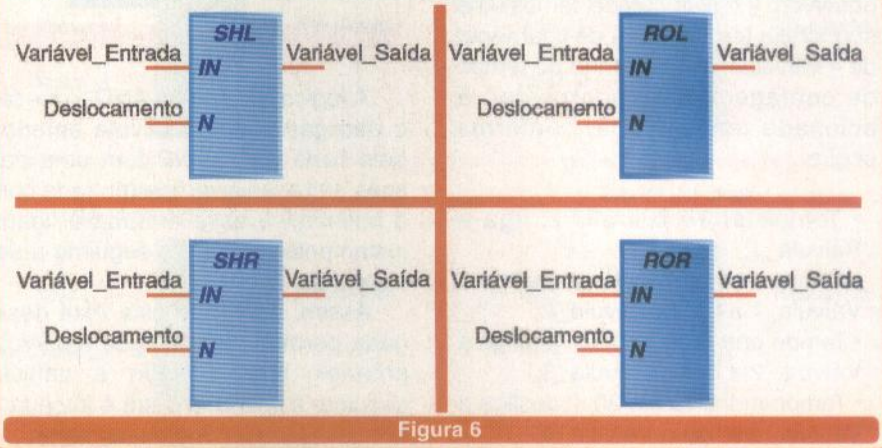


Figura 6

LITERATURA TÉCNICA

AUTOMAÇÃO APLICADA

R$ 48,00

Autor: Marcelo Georgini - 240 pág.



Este livro apresenta a Norma IEC 60848 (Descrição de Sistemas Automatizados por meio de SFC) e os conceitos necessários para implementação de sistemas automatizados com PLCs (hardware e software). São abordadas as instruções básicas e avançadas da linguagem Ladder, destacando a programação por estágios. Esses conceitos são acompanhados de exemplos de aplicação a fim de facilitar o entendimento.

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

R$ 51,00

Autor: Ferdinando Natale - 256 pág.



O assunto foi desenvolvido desde as primeiras noções dos computadores e suas aplicações, até a utilização mais elevada do Controlador Lógico Programável (CLP) com variáveis analógicas e demais aplicações. Cada capítulo apresenta teoria, exercícios resolvidos com experimentos testados e exercícios propostos, seguindo uma linguagem comum a todos os fabricantes de CLPs pela norma IEC 1131-3.

MICROCONTROLADOR 8051 - DETALHADO

R$ 51,00

Autor: Denys Emílio Campion Nicolosi - 256 pág.



A proposta deste livro é ensinar sobre os microcontroladores da família 8051, com extenso material didático - teórico para o estudante melhorar sua competência até projetar hardware e software com boa desenvoltura. Ele contém: revisão geral detalhada de lógica e aritmética binária; circuitos lógicos e memórias; teoria específica e detalhada do microcontrolador; listas completas das instruções; exercícios propostos; diagramas de programação; extensa bibliografia e índice remissivo.

CIRCUITOS ELÉTRICOS

R$ 64,00

Autor: Otávio Markus - 304 pág.

Este livro envolve os principais conceitos de eletricidade e métodos de análise de circuitos elétricos passivos, isto é, implementados a partir de resistores, indutores e capacitores, e operando em C.C. e C.A.



Os capítulos são estruturados de forma que os seus tópicos e exercícios propostos comentados facilitem o planejamento do processo ensino-aprendizagem. Foi elaborado para atender a diversos cursos de engenharia e técnicos da área elétrica que adotam um plano de ensino estruturado.

DESBRAVANDO O PIC

Baseado no microcontrolador PIC16F84

R$ 45,00

Autor: David José de Souza - 199 pág.



Um livro dedicado às pessoas que desejam conhecer e programar o PIC. Aborda desde os conceitos teóricos do componente, passando pela ferramenta de trabalho (MPASM). Dessa forma o MPLab é estudado, com um capítulo dedicado à Simulação e Debugação. Quanto ao PIC, todos os seus recursos são tratados, incluindo as interrupções, os timers , a EEPROM e o modo SLEEP. Outro ponto forte da obra é a estruturação do texto que foi elaborada para utilização em treinamento ou por autodidatas, com exemplos completos e projetos propostos.

AUTOMAÇÃO E CONTROLE DISCRETO

R$ 52,00

Autores: Winderson E. Santos e Paulo R. da Silveira - 256 pág.

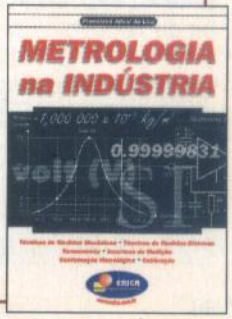


Uma obra destinada a técnicos e engenheiros já atuantes ou em fase de estudo de sistemas automatizados. São apresentadas técnicas para resolução de problemas de automatização envolvendo sistemas de eventos discretos como o controlador lógico programável, a modelagem de sistemas seqüenciais, por meio de Grafcet, técnicas de programação oriundas da experiência dos autores.

METROLOGIA NA INDÚSTRIA

R$ 47,00

Autores: Francisco Adval de Lira - 248 Pág.

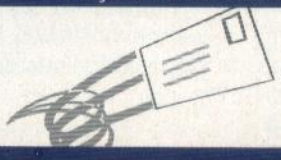


Neste livro são apresentados os tópicos principais sobre metrologia aplicáveis não só à indústria, mas também aos setores comerciais, acadêmicos, de laboratório e serviços. É desenvolvida uma rotina que apresenta uma calibração desde a elaboração de um procedimento de medição até a emissão de um certificado. São abordados também: Confirmação Metrológica, Incerteza de Medição, Unidades SI e sua Importância, Tabelas de Conversão, Padrões e Técnicas de Medidas com exemplos simples e que podem ser adaptados às medições rotineiras de qualquer área.

SABER MARKETING DIRETO

Disque e Compre **(11) 6195-5330**, no site www.sabermarketing.com.br ou verifique as instru es na solicita ão de compra da ltima página.

Preços válidos até 10/04/2003



REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

mesmo tipo, assim: BYTE para BYTE, WORD para WORD e DWORD para DWORD.

Na **figura 8** temos o mesmo exemplo, porém a função é Rotate para direita (ROR). Na função Rotate os bits não se perdem, mas sim são retornados para o começo do deslocamento.

Essas funções são muito utilizadas em vários programas. Citaremos alguns exemplos de uso destas funções:

- seqüênciar algum processo em batelada;
- serialização de sinais;
- multiplicação ou divisão de números binários;
- desenvolvimento de protocolos de comunicação;

Segue um caso prático na **figura 9** de utilização das funções de deslocamento. Ele gera uma seqüência determinada para o acionamento de motores que são atualizados a cada 1 segundo.

Vamos imaginar que a variável Acionamento_Motores tenha sido previamente inicializada com a seqüência desejada.

O temporizador TON_1 gera a base de tempo para o deslocamento da variável Acionamento_Motores. A cada 1 segundo, a variável Oscilador dá um pulso fazendo com que a cada pulso, a função ROR seja executada através de uma instrução de salto. No tempo em que não existe o pulso, a seqüência de execução do programa pula incondicionalmente para *label* FIM.

A função TESTA_BIT_EM_BYTE, que fora previamente explicada no artigo do mês passado, tem a finalidade de identificar o estado de cada bit do BYTE Acionamento_Motores, fazendo com que cada motor (Motor_1..._8) seja a imagem de cada bit da variável.

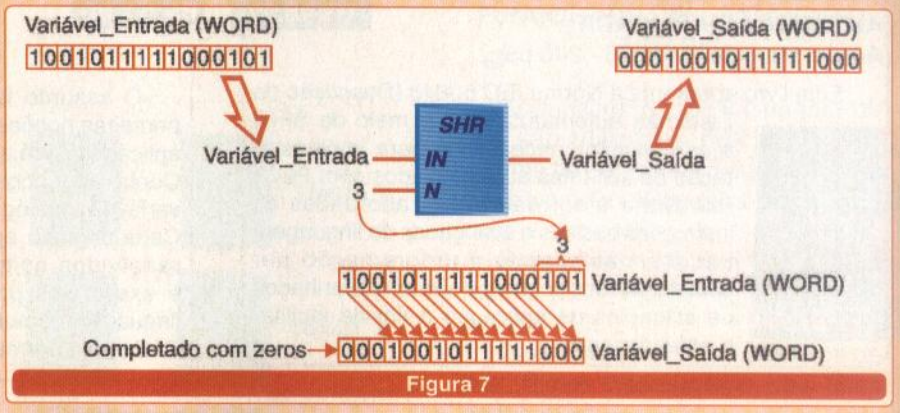


Figura 7

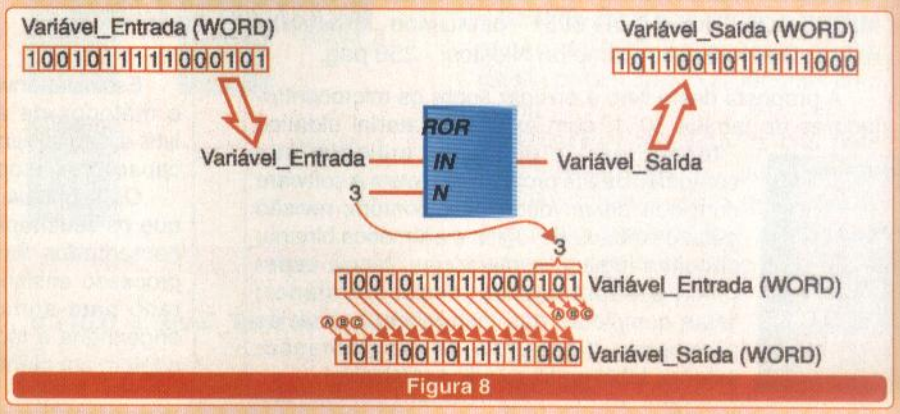


Figura 8

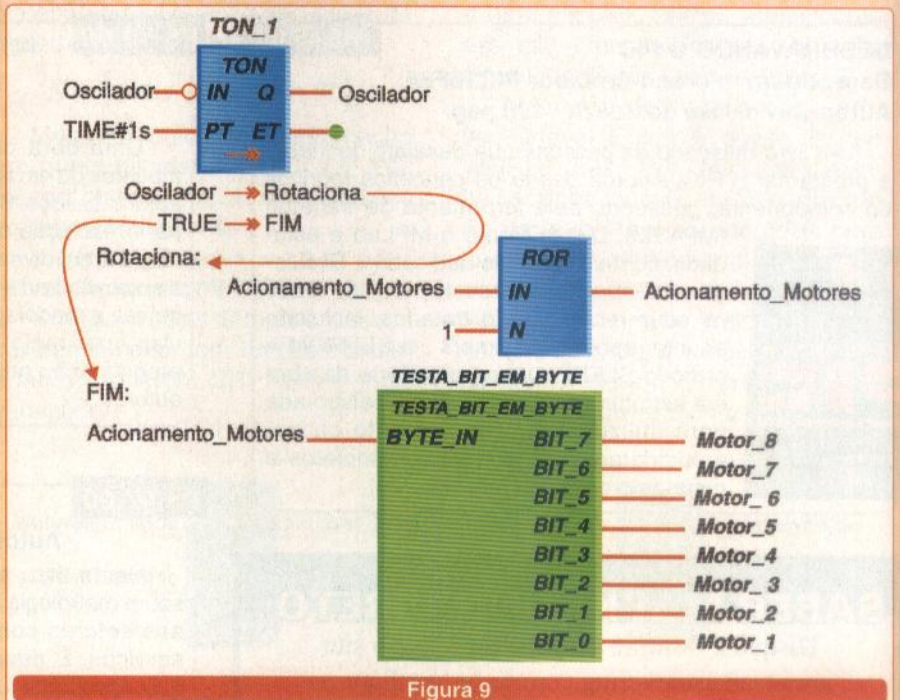


Figura 9

CONCLUSÃO

Neste artigo enfocamos o uso de algumas das funções mais utilizadas em um programa de CLP, as funções de comparação e as funções de deslocamento. No próximo artigo traremos mais algumas funções e técnicas de programação para CLPs.



Alessandro F. Cunha

COMPARATIVO DE MICROCONTROLADORES - PARTE 3

Análise do Hardware:Timer, Counter e Watchdog

INTRODUÇÃO

Nos projetos com microcontroladores (μCs), muitas vezes precisamos de um tempo pré-determinado para realizar uma tarefa. Podemos citar o exemplo da leitura de um teclado conectado ao μC: para efetuar a leitura, deve-se verificar o valor presente na porta de entrada. Mas, se isto for feito de maneira instantânea, corre-se o risco de não conseguir receber os dados no mesmo momento em que o usuário pressiona a tecla. Uma rotina que faça com que o μCs aguarde até que a tecla seja pressionada, para que então seja lido o valor presente na porta de entrada, faz-se extremamente necessária.

Além do tempo, a contagem de eventos externos também é um recurso muito utilizado na solução de problemas que aparecem em projetos. Estes recursos são praticamente indispensáveis e estão presentes em quase todos os μCs comerciais. Este artigo irá esclarecer o princípio de funcionamento destes periféricos internos e comparar os principais μCs disponíveis comercialmente, dando continuidade a nossa série de matérias a respeito dos comparativos. Então, vamos lá!

TIMER / COUNTER

O *Timer/Counter* é um periférico interno do μC. Mas este poderia ser um bloco externo ao *chip*. Ele nada mais é do que um contador digital, formado por um grupo de *flip-flops* do tipo D, como é visto na **Figura 01**, o que, com este arranjo, forma um contador binário. O número de *flip-flops* em cascata irá determinar a capacidade deste contador. Por exemplo, um conjunto de 8 *flip-flops* permitirá que este conte de 0 a 255 (00h a FFh), ou seja $2^8 = 256$ posições. Ao passar do valor 255, o contador volta automaticamente ao valor 0, e o último *flip-flop* indica o "estouro" da contagem. No μC este estouro irá acionar o bit de um registrador específico, que indicará que a contagem já terminou e permite que o μC tome alguma atitude. Este bit é conhecido como *flag de carry*.

A freqüência com que os pulsos de *clock* são aplicados ao contador é que determina o tempo que irá demorar a fazer a contagem. Imagine, então, um contador de 8 bits (o que dá 256 posições) com um *clock* de 1Mhz em sua entrada. Para 1MHz, o tempo entre cada pulso pode ser calculado pela expressão:

$$t = \frac{1}{f} \Rightarrow t = \frac{1}{1 \times 10^6 MHz} \Rightarrow t = 1x10^{-6} s \Rightarrow t = 1\mu s$$

Ou seja, um pulso de *clock* é dado a cada 1μs. Para contar 256 vezes, demoraremos 256 μs, ou 0,256 μs. Assim, passado este tempo, teríamos o estouro da contagem e o *flag* de estouro seria acionado, indicando ao μC que este tempo já haveria acabado.

Um recurso que geralmente é utilizado é a divisão da freqüência de *clock* antes que este entre no *timer*. Conhecido como *Prescaler*, este divisor é ajustado através da configuração de um SFR (*Special Function Register* - assunto abordado do Artigo "Memória RAM e Registradores", publicado Revisa Saber Eletrônica), que seleciona a divisão desejada, podendo chegar em alguns μCs em até 1/2048. Assim, o nosso exemplo anterior, que demorava 256 μs para sinalizar o estouro do contador, utilizando um *Prescaler* de 1/2048 irá demorar 0,52 s. Na **Figura 02** temos um esquema simplificado de como funciona um *Prescaler*. Caso este venha posicionado após a saída do contador, este passa a ser chamado de *Postscaler*.

Além disto, a necessidade de tempos diferentes pode ser sanada com o uso de programas que façam diversas contagens sucessivas, até atingir o tempo desejado. Este é um recurso largamente empregado em μCs.

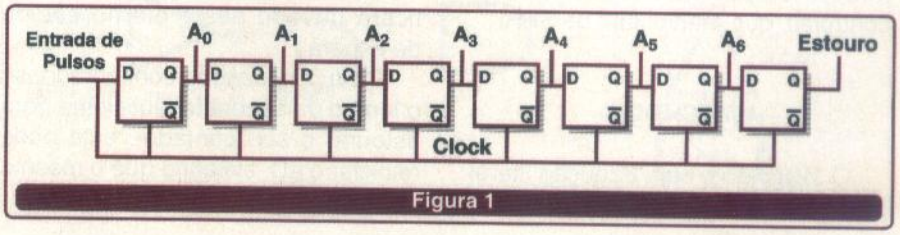


Figura 1

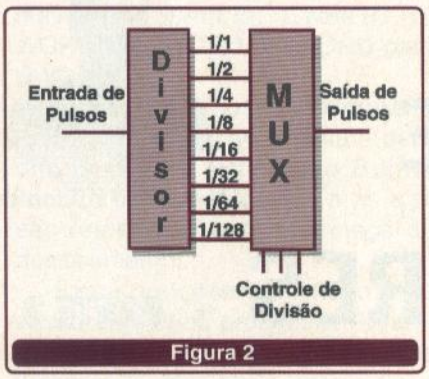


Figura 2

O valor inicial do *Timer* não precisa ser necessariamente 0 (zero). Podemos, através de SFR específicos, colocar um valor inicial diferente de 0 e fazer com que o *Timer* tenha um número menor. Por exemplo, se inserirmos o valor 155 (10011011 em binário, a sere colocado como valor inicial em cada um dos flip-flops) e tivermos um *clock* de 1MHz, teremos uma contagem de 155 até 255, ou seja, apenas as 100 últimas posições. Como cada uma demora 1 µs, teremos um tempo de 100 µs, o que nos dá uma base mais precisa, sem arredondamentos.

Além de funcionar com o *clock* interno do µC, os *flip-flops* do *timer* podem ser disparados por um pulso externo, o que é conectado a um terminal específico para tal. Nesta configuração, ao invés de funcionar como um temporizador, ele passa a funcionar como um contador de eventos, em que cada evento externo incrementa o conjunto de *flip-flops*. Ao exceder do valor máximo (no nosso exemplo, 256 eventos), a *flag* será sinalizada e o µC pode tomar a ação que for desejada, do mesmo modo que acontece com o *Timer*.

Assim, a decisão sobre o modo de funcionamento deste conjunto de *flip-flops* é inteiramente do usuário, que pode configurá-lo tanto para um temporizador como para um contador. Esta configuração é sempre feita através de palavras específicas de controles, que manipulam os SFR.

WATCHDOG

O *Watchdog*, cuja tradução literal seria "Cão de Guarda", foi criado para "proteger" o µC da imperícia do programador ou de armadilhas de hardwares externos, evitando ao máximo que o µC venha a travar por entrar em um *loop* infinito e não responder mais às ações previstas, o que necessitaria de um *reset* externo para voltar a operação normal. Para que funcione desta maneira, o *Watchdog* deve ser configurado para isto, pelo próprio programador.

Ele também tem as mesmas estruturas do *Timer/Counter*, sendo constituído de um contador formado por um conjunto de *flip-flops* tipo D, mas com uma diferença: o *clock* desta vez não é o mesmo que alimenta toda a CPU do µC ou proveniente de pulsos externos, e sim um *clock* independente, formado, geralmente, por uma rede RC interna e que, por isso, costuma depender do valor de alimentação aplicado.

A idéia do *Watchdog* é relativamente simples: este contador inicia a sua contagem em um ponto do programa determinado pelo usuário. Se este não for zerado, o que é feito pelo próprio programa em intervalos periódicos e através de um SFR específico, irá estourar a contagem e poderá simplesmente acionar uma *flag* ou até reiniciar o µC, o que deve ser configurado pelo usuário. Por que isso? Vamos imaginar que o programa contém algum erro e entra num *loop* infinito. O µC irá ficar travado até que o contador do *Watchdog*, que é independente dos outros processos do µC, estoure, o que, se for programado para isto, o retiraria desta condição, podendo fazer inclusive a sua reinicialização, não necessitando de nenhum agente externo para fazê-lo.

Pode existir, ainda, a condição de um periférico conectado ao µC não responder a uma solicitação de envio de dados. Caso o seu programa esteja configurado para isto, o µC ficará aguardando indefinidamente, e se nenhuma providência for tomada, ficará travado neste eterno estado de espera.

Com o *Watchdog* configurado, se o tempo de espera for suficiente para estourar o seu contador, este pode reiniciar o µC, evitando que o mesmo fique travado naquele ponto.

NA FAMÍLIA 8051

Tomaremos como referência o *chip* da Atmel AT89LS8252, já visto em artigos anteriores e que é totalmente compatível com a família 8051. Este µC contém 3 *Timers/Counters* de 16 bits (Timer 0, Timer 1 e Timer 2) e 1 *Watchdog Timer (WDT)*, cujo tempo de estouro é programável entre 16 e 2048 ms, para +Vcc = 5 V.

TIMERS/COUNTERS

• **TIMER/COUNTERs 0 e 1:** são dois *timers* idênticos, que podem ser configurados para 4 modos de operação diferentes. Esta configuração é feita através do SFR TMOD, cujas características são mostradas na **Figura 03**.



Figura 3 - Registrador TMOD.

Este registrador controla os dois *Timers* de acordo com o valor que lhe é colocado. Os bits de controle são:

• **GATE:** seleciona se o liga/desliga deste contador será feito por uma *flag* interna (TR) ou por um pino externo (INT);

• **C/T:** seleciona se este bloco irá funcionar como um contador (C/T=1) ou como um temporizador (C/T=0);

• **M1 e M2:** selecionam o modo de operação deste bloco, de acordo com a **Tabela 01**.

Modo	M1	M2	Descrição
0	0	0	Contador de 13 bits
1	0	1	Contador de 16 bits
2	1	0	Contador de 8 bits com auto-reload
3	1	1	Timer Misto

Tabela 1

Caso o bit GATE esteja selecionado, podemos ligar e desligar estes contadores através do SFR TCON. Nele temos também as *flags* de estouro, que indicam quando os contadores voltaram ao valor zero. No 8051, este registrador tem quatro

bits que controlam as interrupções e quatro bits que controlam os *timers*. Veremos, neste artigo, somente as funções referentes aos contadores, como é mostrado na **Figura 04**, já que as interrupções serão temas dos próximos artigos.



Figura 4 - Registrador TCON.

Os bits referentes aos contadores são:

• **TF1 e TF0:** as *flags* de indicação de estouro da contagem, sendo que TF = 1 indica o estouro;

• **TR1 e TR0:** são *flags* que ligam e desligam os contadores, onde TR = 0, o contador está desligado e TR = 1, o contador está ligado.

Os contadores assumem configurações diferentes para cada um dos modos possíveis, como veremos a seguir.

O ***modo 0*** (**Figura 05**) é uma "herança" da antiga família 8048 da Intel, que tinha contadores de 13 bits. Manter este modo na família 8051 permitiu a migração de programas feitos para a família antiga, sem grandes mudanças que os tornasse inviáveis.

Algumas características podem ser notadas na **Figura 05** e são comuns a todos os *Timer/Counters* deste µC. São elas:

• **a divisão do valor do clock:** pode ser de 1/6 ou de 1/12, dependendo de configuração. Assim, para um cristal de 12 MHz, temos pulsos de entrada no bloco contador com a freqüência de 1MHz ou 2 MHz;

• **os SFR acionam chaves lógicas:** os bits que são ajustados nos SFR acionam chaves lógicas que fazem o controle de ação do contador. É o que acontece, por exemplo, com o bit C/$\overline{T}$, que irá acionar a chave que faz a seleção entre os bits provenientes do oscilador interno ou de um pino externo;

• **a divisão dos contadores em dois registradores (TL e TH):** os contadores estão divididos em dois registradores de 8 bits cada: Timer Low (**TL**) e Timer High (**TH**). São nestes registradores que devem ser carregados os valores iniciais de contagem. Após o *reset*, eles assumem o valor zero. Para contagens menores do que o valor total (de 0 até 255), deve-se mover o valor desejado para estes registradores. No ***modo 0***, ambos estão cascateados, mas o registrador TL conta somente com 5 bits, produzindo uma contagem máxima de 13 bits;

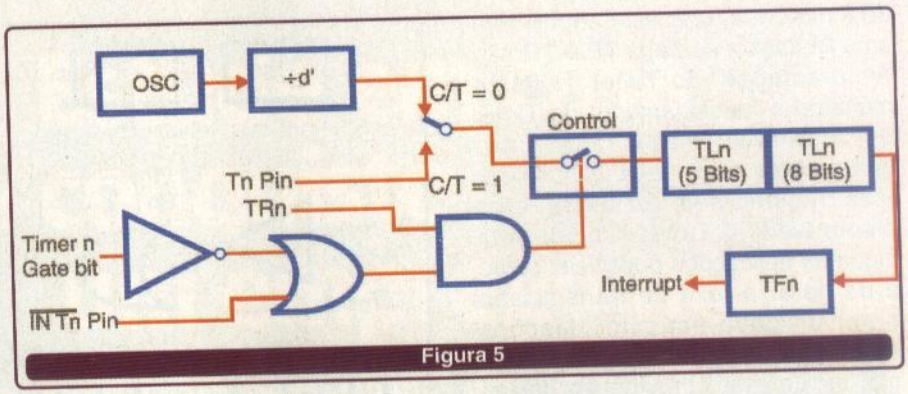


Figura 5

• **o bit Timer Flag indica o estouro:** o último *flip-flop* do contador é acessado através de um bit específico, conhecido como Timer Flag (**TF**), e, se estiver configurado para tal, poderá gerar a interrupção do µC.

O ***modo 1*** tem funcionamento e ligações idênticas ao utilizado no ***modo 0***. Sua única exceção é que o SFR **TL** tem todos os 8 bits liberados. Desta maneira, estando conectado em cascata com o SFR **TH**, podemos ter uma contagem de 16 bits, o que nos dá 65536 posições até a indicação de estouro. Com um cristal de 12 MHz e o divisor configurado para 1/12, teremos um tempo de 65,536 ms, o que é razoável para uma série de aplicações.

O ***modo 2*** (**Figura 06**) funciona com um arranjo diferente dos SFR **TL** e **TH**: eles estão configurados para fazer uma recarga automática do valor inicial de contagem. Desta maneira, carrega-se ambos os registradores **TL** e **TH** com o mesmo valor inicial, no nosso primeiro exemplo, com 155. Ao término da contagem, a *flag* que indica o estouro (**TF**) será *setada* (vai para 1). Mas diferentemente do que acontece nos outros modos, quando os registradores têm seu valor zerado após o estouro da contagem, neste modo temos uma recarga do valor inicial. O registrador **TH** recarrega o registrador **TL** com o valor contido em seus *flip-flops*, fazendo com que a contagem se reinicie do mesmo valor, ou seja, com 155 e não com zero. Para fazer uma base de tempo, este procedimento é de grande valia.

O ***modo 3*** (**Figura 07**) faz um arranjo que permite a divisão dos registradores **TL** e **TH** do Timer 0 em dois contadores e/ou temporizadores

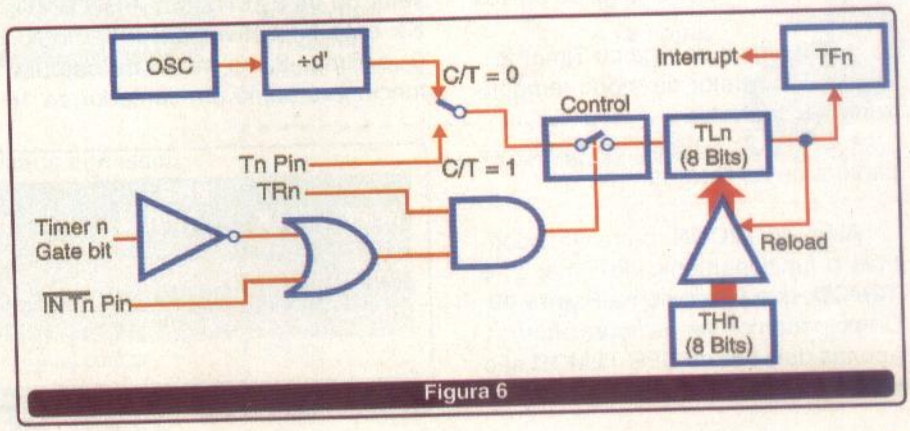


Figura 6

de 8 bits cada. Mas este arranjo tem uma limitação: as *flags* **TF** e **TR** são "emprestadas" do Timer 1. Desta maneira, o funcionamento do Timer 0 fica completo, mas o Timer 1 não terá mas as suas *flags* disponíveis. Mas, mesmo sem ter estas *flags* disponíveis, o Timer 1 ainda tem algumas aplicações possíveis, como a de gerar a taxa de transmissão a ser utilizada em comunicações serial, tema a ser abordado em artigos próximos. Com exceção destas peculiaridades, o funcionamento dos Timers 0 e 1 neste modo é idêntico aos mostrados anteriormente.

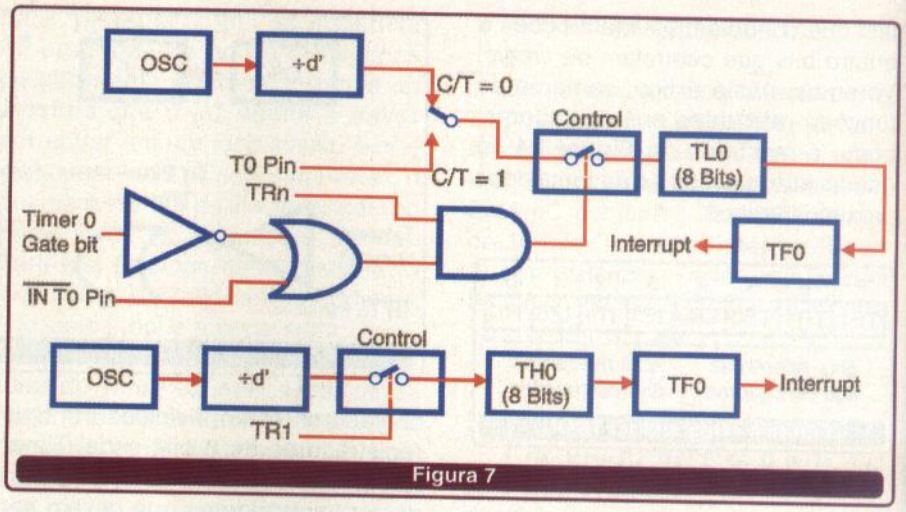


Figura 7

7	6	5	4	3	2	1	0
TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/$\overline{T2}$	CP/$\overline{RL2}$

Figura 8 - Registrador T2CON.

• **TIMER/COUNTER 2:** o terceiro *Timer* disponível neste µC é composto por dois registradores de 8 bits, num total de 16 bits de contagem. De maneira análoga aos *timers* anteriores, este também pode operar com o *clock* interno, quando assume a função de temporizador, ou com a contagem de eventos externos, passando a ser um contador. A seleção de qual tipo de evento acionará a contagem também é realizada por um SFR. Neste caso é o T2CON, que é mostrado na **Figura 08**.

Os bits que fazem o controle do Timer 2 são

• **TF2:** *flag* de estouro, que passa ao nível lógico 1 quando a contagem passa de FFFFh para 0000h;

• **EXF2:** *flag* de estouro para eventos externos, que indica o estouro quando no modo de contagem, mas não causa interrupção no µC;

• **RCLK:** habilita a recepção de *clock* externo;

• **TCLK:** habilita a transmissão de pulsos de *clock*;

• **EXEN2:** liga e desliga de pulsos externos;

• **TR2:** liga e desliga do Timer 2;

• **C/$\overline{T2}$:** seletor de modo temporizador ou contador;

• **CP/$\overline{RL2}$:** seletor de modo de captura ou de recarga.

Além do **T2CON**, outro SFR controla o funcionamento do Timer 2, o **T2MOD**, que é exibido na **Figura 09**. Como podemos ver na figura anterior, apenas dois bits do SFR **T2MOD** são utilizados. São eles:

• **T2OE:** habilita a saída de pulsos quando este *timer* está configurado como gerador de *Baud Rate*;

• **DCEN:** seleciona o modo de contador UP/DOWN.

Desta maneira, para selecionar o modo de operação desejado para o Timer 2, devemos ajustar os bits dos SFR T2CON de acordo com o mostrado na **Tabela 02**. Veremos, rapidamente, cada um destes modos.

O **modo com recarga automática** funciona de maneira semelhante ao ***modo 2*** dos Timers 0 e 1, mas com uma vantagem: através do bit DCEN (*Down Counter Enable*) do SFR **T2MOD** podemos configurar a contagem em ordem crescente ou decrescente (UP or DOWN), mostrados nas **Figuras 10** e **11**, respectivamente.

O **modo com captura** depende do valor do bit EXEN2 do SFR T2CON. Se este bit estiver em nível lógico 0, o Timer 2, no modo de captura, funcionará como um contador de 16

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	T2OE	DCEN

Figura 9 - Registrador T2MOD.

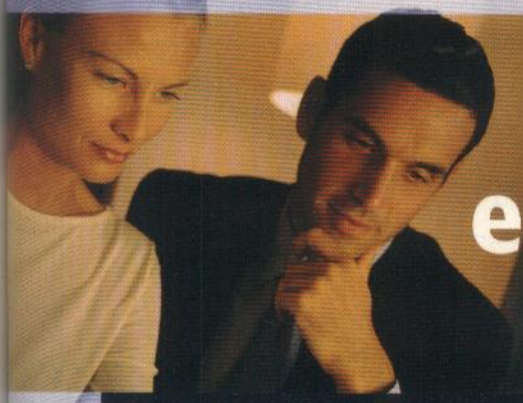
bits onde cada estouro de contagem irá setar a *flag* TF2 e gerar uma interrupção no µC. Em nível lógico 1, o Timer 2 irá operar da mesma maneira, mas com uma diferença: uma transição de 1 para 0 no pino T2EX faz com que os valores presente nos registradores TH2 e TL2 sejam capturados (armazenados) nos registradores RCAP2H e RCAP2L. Este procedimento é bem eficaz para saber quanto tempo, exatamente, demorou a ocorrer determinado evento, e é mostrado na **Figura 12**.

O **modo Gerador de Baud Rate** determina a taxa de transmissão de dados quando o µC está fazendo comunicação com periféricos externos, o que acontece, por exemplo, numa transmissão serial. Este modo é ilustrado na **Figura 13**.

BITS			Modo de Operação
RCLK e TCLK	CP/RL2	TR2	
0	0	1	16 bits com recarga automática
0	1	1	16 bits com captura
1	x	1	Gerador de Baud Rate
x	x	0	Desligado

Tabela 2

Instituto Monitor: de longe a melhor opção em Ensino a Distância



Estude em casa e conquiste um emprego melhor!

ISSO É POSSÍVEL EM POUCO TEMPO, E COM MENSALIDADES QUE ESTÃO AO SEU ALCANCE

arte 168

Participando de um dos cursos do **Instituto Monitor**, criados especialmente para atender às necessidades brasileiras, você se tornará um profissional especializado pronto para atender às exigências do mercado de trabalho.

Cursos de Habilitação Profissional Autorizados pelo CEE

Conselho Estadual de Educação, parecer CEE 650/99, publicado no DOE 10/12/99



Técnico em **Eletrônica** (com CREA)



Técnico em **Transações Imobiliárias**
Corretor de Imóveis (com CRECI)



Técnico em **Contabilidade** (com CRC)
** Habilitação fornecida pelo Conselho mediante realização de exame.



Técnico em **Informática**



Técnico em **Secretariado** (com DRT)



- Cursos Técnicos de Nível Médio com Diploma válido em todo Brasil possibilitando a continuação dos seus estudos em Nível Superior.
- Avaliação final na sede da Escola.

Supletivos

- **Ensino Fundamental (1º Grau)**
- **Ensino Médio (2º Grau)**

Ensino Independente
opções
- Curso completo
- Eliminação de matérias
- Eliminação de séries



- Certificado válido em todo Brasil para continuidade dos estudos.
- Avaliação na sede da Escola com posterior confirmação em exames mantidos por Instituição credenciada.

Outros Cursos

- Chaveiro
- Eletrônica
- Eletricista Enrolador de Motores
- Eletricista
- Montagem e Reparação de Aparelhos Eletrônicos
- Letrista e Cartazista
- Silk-Screen
- Fotografia
- Corte e Costura
- Desenho Artístico e Publicitário
- Direção e Administração de Empresas
- Bolos, Doces e Festas
- Bijouterias
- Chocolate
- Pão de Mel
- Licores



Você merece o melhor! Garanta-se estudando conosco.

Instituto Monitor
FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

caixa postal 2722 • São Paulo-SP
CEP 01060-970
Rua dos Timbiras, 257/263
Centro • São Paulo-SP
email: monitor@uol.com.br

Central de atendimento: (11) **33-35-1000**

www.institutomonitor.com.br

Sr Diretor, desejo receber, grátis e sem compromisso, mais informações sobre o curso de:

Nome _____

End _____ Nº _____

Bairro _____

Telefone _____ e-mail _____

Cidade _____

CEP _____ Estado _____

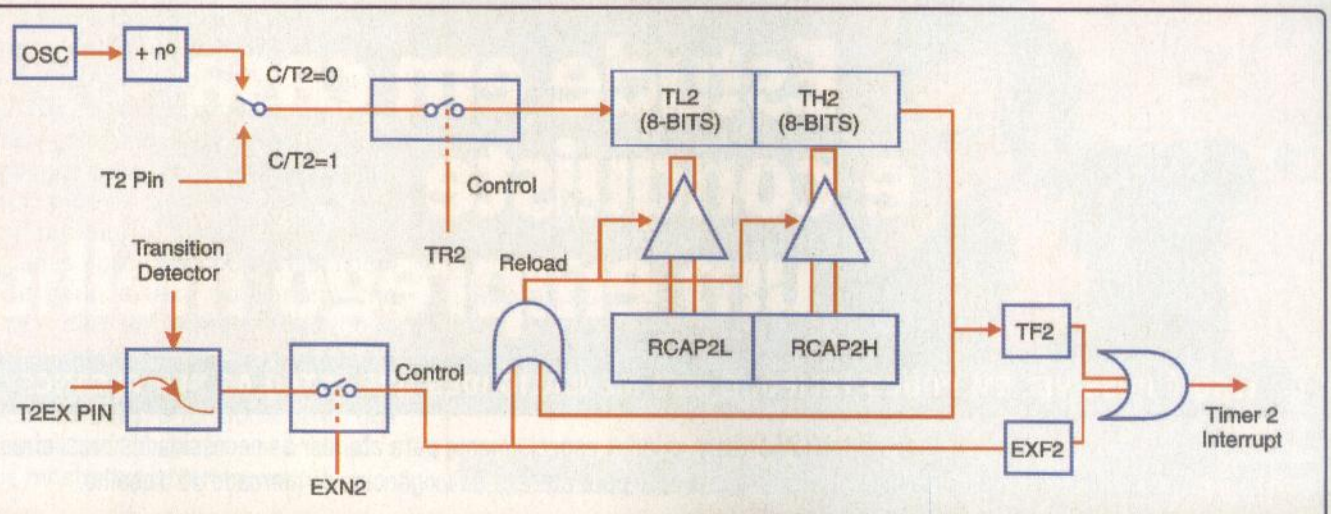


Figura 10

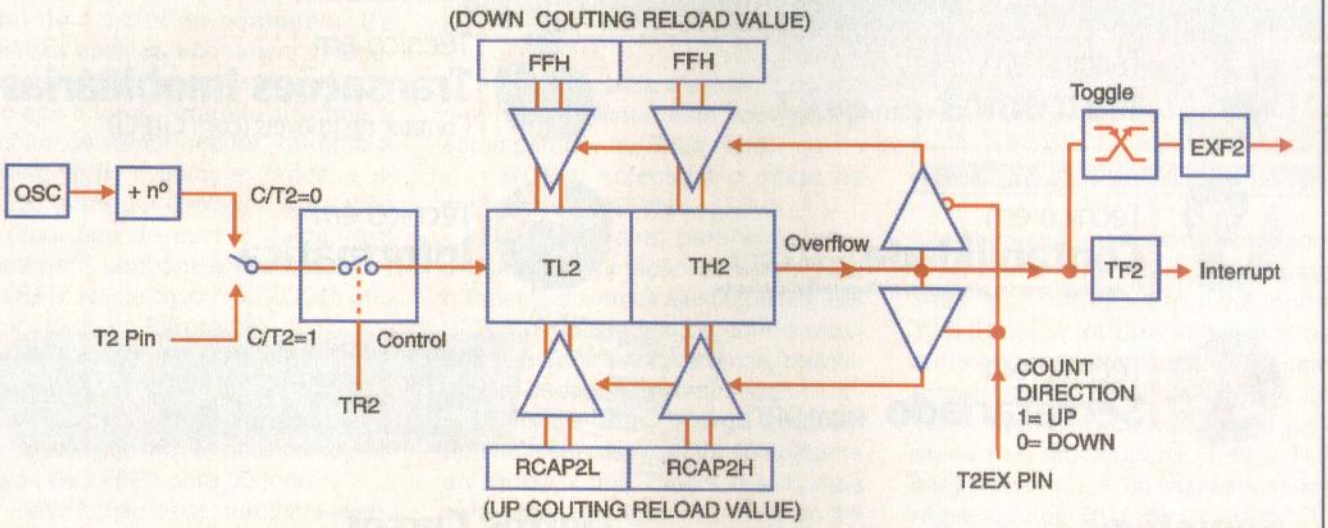


Figura 11

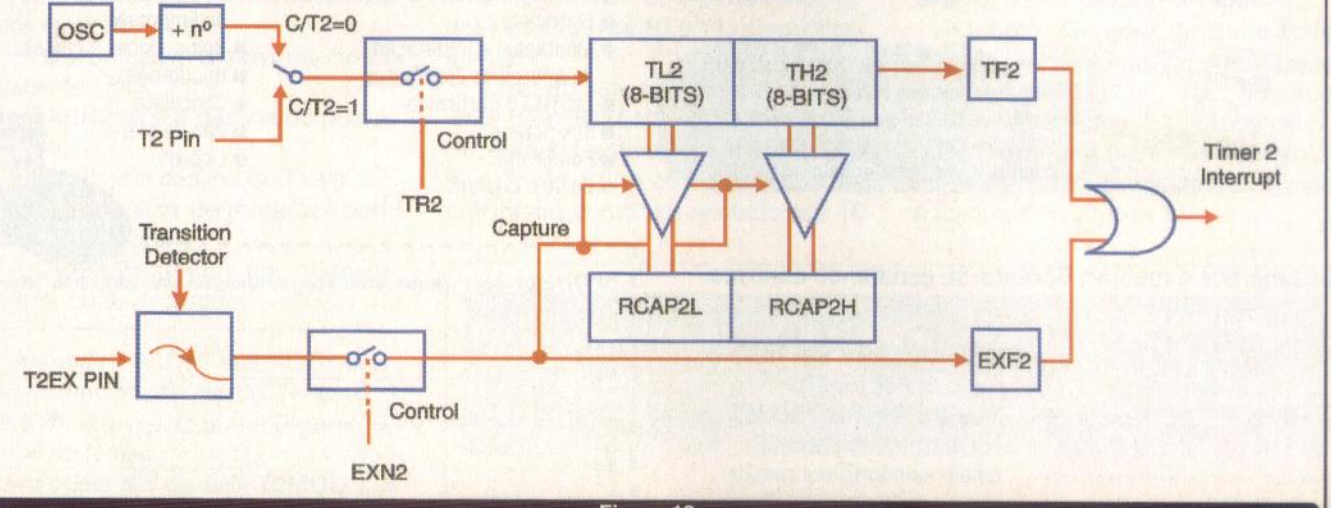


Figura 12

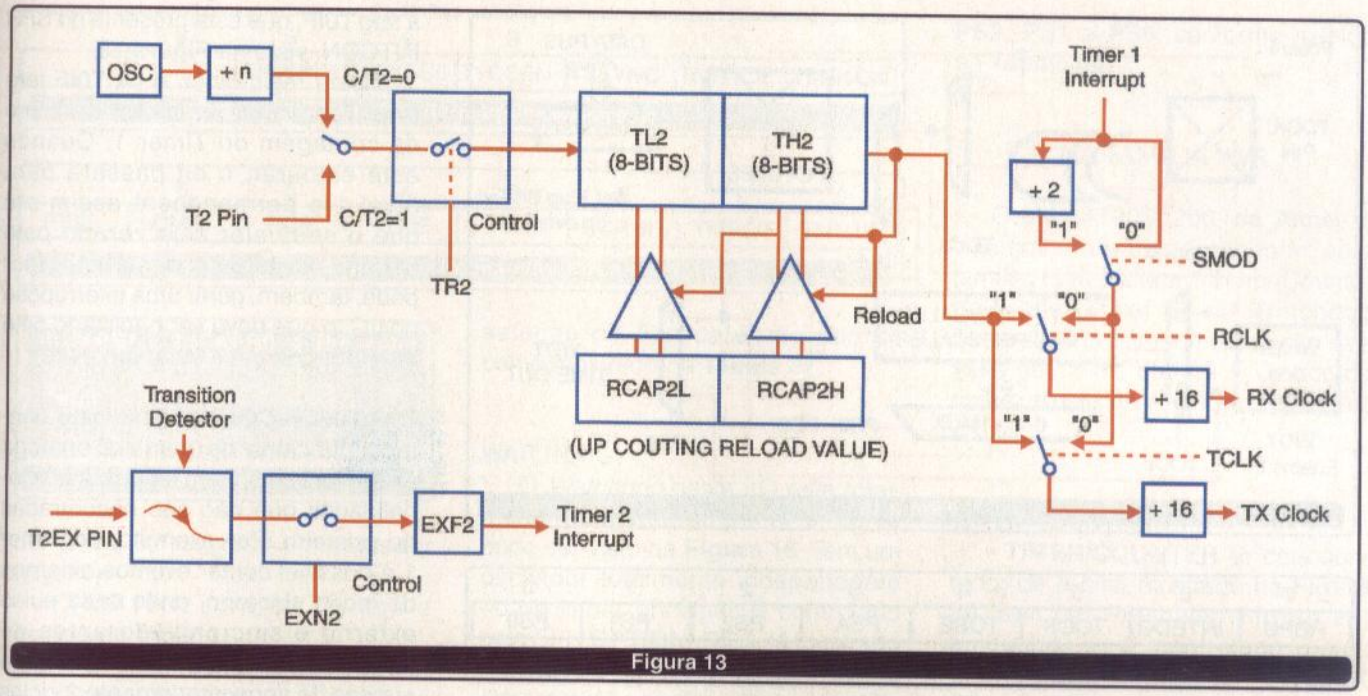


Figura 13

WATCHDOG

O *Watchdog* deste µC é controlado pelo SFR WMCON (*Watchdog And Memory Control Register*), que é mostrado na **Figura 14**.

Bit a bit, temos:

• **PS2,PS1 e PS0:** configura o tempo de *prescaler* para o *Watchdog*, de acordo com a **Tabela 03**;

• **EEMWE e EEMEN:** bits de configuração de acesso às memórias EEPROM, não tendo relação com o *Watchdog*;

7	6	5	4	3	2	1	0
PS2	PS1	PS0	EEMWE	EEMEN	DPS	WDTRST	WDTEN

Figura 14 - Registrador WNCON.

Bits de Prescaler			Período
PS2	PS2	PS0	
0	0	0	16 ms
0	0	1	32 ms
0	1	0	64 ms
0	1	1	128 ms
1	0	0	256 ms
1	0	1	512 ms
1	1	0	1024 ms
1	1	1	2048 ms

Tabela 3

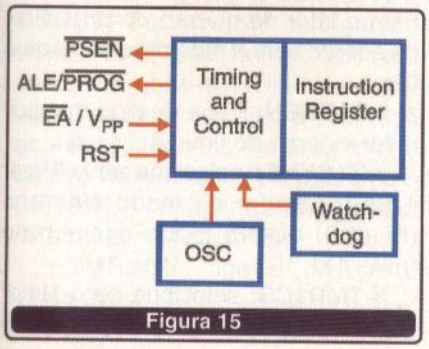


Figura 15

• **DPS:** também não tem relação com o *Watchdog*;

• **WDTRST:** *reset* do *Watchdog* e, quando posto em nível lógico 1, zera o valor do contador deste;

• **WDTEN:** liga e desliga. Habilita o funcionamento do *Watchdog* quando em nível lógico 1.

Para colocar o *Watchdog* em funcionamento, basta *setar* o bit WDTEN e aguardar o tempo previsto pelos bits de *Prescaler* para que ocorra o estouro de contagem e isto gere uma interrupção no µC. Para que a interrupção não aconteça, é necessário que ocorra um *reset* do *Watchdog* antes do estouro, o que é feito através do bit WDTRST, via software. Um diagrama de inserção do *Watchdog* neste µC é fornecido na **Figura 15**.

NA FAMÍLIA PIC

O *chip* aqui analisado será o **PIC16F627A** da *Microchip*. Este é totalmente compatível com o PIC16F84, que é uma grande referência nos µCs desta família, tendo, inclusive, a pinagem idêntica, o que permite a substituição sem restrições. A única diferença é que o *chip* analisado tem muito mais recursos que o seu anterior, permitindo assim, a sua utilização em uma gama maior de projetos. Este µC conta com 2 Timer/Counters de 8 bits (Timer 0 e Timer 2), 1 Timer/Counter de 16 bits (Timer 1) e 1 Watchdog Timer (WDT) com tempo nominal de 18 ms, sem o *prescaler*. Ele tem um *postscaler* de até 1:128, o que dá um tempo típico máximo de 2,3 s, para um Vcc = 5 V.

TIMERS/COUNTERS

• **TIMER/COUNTER 0:** este é um contador de 8 bits cujo esquema básico é mostrado na **Figura 16**. O seu controle e configuração é feito através de alguns bites específicos do SFR OPTION_REG, mostrado na **Figura 17**.

Nem todos os bits do registrador OPTION_REG são utilizados para o controle do Timer 0. Vejamos então o que fazem estes bits:

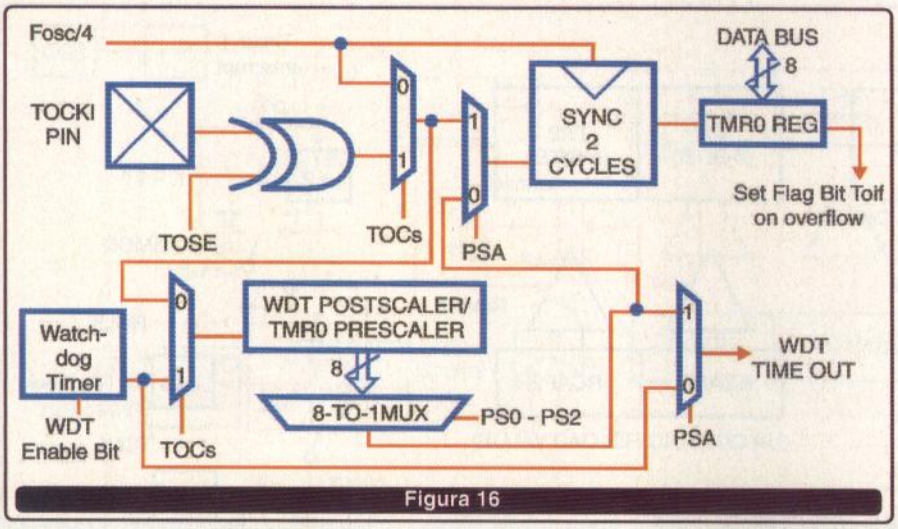


Figura 16

7	6	5	4	3	2	1	0
RBPU	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0

Figura 17 - Registrador OPTION_REG.

• **RBPU:** ativa os resistores de *Pull-Up* da saída do µC;

• **INTEDG:** controla a ativação por borda para interrupções;

• **T0CS:** seleciona se o Timer 0 será um contador ou um temporizador. Se estiver em nível lógico 0, o Timer 0 funcionará como um temporizador, recebendo pulsos de *clock* direto do oscilador interno. Se estiver em nível lógico 1, o Timer 0 funcionará como um contador, recebendo os pulsos de *clock* através do pino RA4;

• **T0SE:** seleciona se, quando ajustado para um contador de eventos, o Timer 0 será acionado por borda de subida (nível lógico 0) ou borda de descida (nível lógico 1);

• **PSA:** fará a seleção do *prescaler*, que pode estar conectado diretamente ao Timer 0 (nível lógico 0) ou ao *Watchdog* (nível lógico 1). É importante perceber que o *prescaler* só pode estar conectado a um destes dispositivos de cada vez, não podendo ser utilizado ao mesmo tempo pelos dois dispositivos;

• **PS2, PS1 e PS0:** fazem a seleção do valor que será utilizado no *prescaler*. Estes valores são mostrados na **Tabela 04** e são diferenciados para Timer 0 e Watchdog.

O valor inicial da contagem pode ser ajustado diretamente no SFR TMR0, e quando estourar a contagem, passar de 255 para 0, irá acionar a *flag* **T0IF**, que está presente no SFR INTCON, visto na **Figura 18**.

Neste registrador, o bit **T0IF** terá nível 0 enquanto não houver o estouro da contagem do Timer 1. Quando este estourar, o bit passará para nível 1 e permanecerá assim até que o seu valor seja zerado pelo usuário. O estouro deste contador pode, também, gerar uma interrupção no µC, o que deve ser habilitado pelo bit **T0IE**, que deve estar em nível 1.

PS2	PS1	PS0	Timer 0 (PSA=0)	WATCHDOG (PSA=1)
0	0	0	1:2	1:1
0	0	1	1:4	1:2
0	1	0	1:8	1:4
0	1	1	1:16	1:8
1	0	0	1:32	1:16
1	0	1	1:64	1:32
1	1	0	1:128	1:64
1	1	1	1:256	1:128

Tabela 4

7	6	5	4	3	2	1	0
GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF

Figura 18 - Registrador INTCON.

• **TIMER/COUNTER 1:** este contador funciona de maneira análoga ao Timer 0, mas tem algumas funcionalidades que não são encontradas no primeiro. Por exemplo, no Timer 1 é possível contar eventos externos de modo síncrono, onde cada pulso externo é sincronizado antes de incrementar o contador, o que gera atrasos de aproximadamente 2 ciclos de *clock* na contagem. Já em modo assíncrono, onde cada pulso externo é imediatamente incrementado pelo contador, não há a passagem por nenhum circuito interno de sincronização, o que não gera atrasos. No modo assíncrono é possível também fazer a contagem mesmo que o µC esteja no modo SLEEP, desde que o bit **T1OSCEN** do SFR **T1CON** esteja em nível lógico 1 e um cristal de 32,768 kHz esteja conectado aos pinos **T1OSI** e **T1OSO** do µC. Além disto, o Timer 1 tem dois registradores de 8 bits cascateados (**TMR1H** e **TMR1L**) , totalizando 16 bits de contagem, o que nos dá 65536 posições. Todo o controle e sinalização deste contador são feitos por SFRs independentes: o **T1CON** (**Figura 19**) e **PIR** (**Figura 20**).

Neste SFR temos os seguintes bits de controle:

• **T1CKPS1 e T1CKPS2:** selecionam o fator de divisão do *prescaler*, de acordo com o mostrado na **Tabela 05**;

• **T1OSEN:** liga e desliga do oscilador externo do timer 1;

• **T1SYNC:** seleciona se o Timer 1 irá funcionar de modo síncrono (nível 0) ou em modo assíncrono (nível 1);

• **TMR1CS:** seleciona se o Timer 1 irá funcionar como um temporiza-

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON

Figura 19 - Registrador T1CON.

7	6	5	4	3	2	1	0
EEIE	CMIF	RCIF	TXIF	-	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF

Figura 20 - Registrador PIR.

T1CKPS1	T1CKPS0	Prescaler
0	0	1:1
0	1	1:2
1	0	1:4
1	1	1:8

Tabela 5

dor (nível 0) ou como um contador (nível 1);

• **TMR10N:** controle de liga e desliga do Timer 1.

No SFR PIR somente o bit TMR1IF é utilizado no Timer 1, e indica se houve estouro na contagem, o que faz com que este bit passe ao valor lógico 1 e fique assim até que seja zerado via software. O diagrama em blocos do Timer 1 é mostrado na **Figura 21**.

• **TIMER/COUNTER 2:** este é um contador de 8 bits com *Prescaler* (totalmente independente do utilizado no Timer 0, Timer 1 e Watchdog) e *Postscaler* (não existente nos outros contadores), controlados pelos SFR T2CON (**Figura 22**) e ;PIR (**Figura 20**). Este contador não pode funcionar como um contador de eventos externos, uma vez que não tem pino externo de *clock*, podendo, então, funcionar somente como temporizador, o que é visto em seu diagrama de blocos, apresentado na **Figura 23**. Neste registrador temos os seguintes bits de controle:

• **TOUTPS3, TOUTPS2, TOUTPS1 e TOUTPS0:** fazem a configuração do fator de divisão do Postscaler, que, conforme pode ser visto na Figura 23, só irá atuar na saída de indicação de estouro, ou seja, no acionamento da *flag* TMR2IF que está presente no SFR PIR. A configuração do *Postscaler* é dada na **Tabela 06**;

• **TMR2ON:** liga e desliga do Timer 2;

• **T2CKPS1 e T2CKPS0:** bits de seleção do *Prescaler*, de acordo como mostrado na **Tabela 07**.

WATCHDOG

O *Watchdog* neste μC está totalmente integrado ao Timer 0, como pôde ser visto na **Figura 16**. Tem um oscilador totalmente independente do oscilador principal. É controlado pelo SFR **OPTION_REG**, já mostrado na **Figura 17**, e cujos valores de *Prescaler* são configurados pelos bits **PS2**, **PS1** e **PS0**, conforme exibido na **Tabela 04**.

NA FAMÍLIA AVR

O chip AT90S1200, da Atmel, é o escolhido para representar esta família. Este μC tem 1 Timer/Counter de 8 bits (Timer 0) e 1 Watchdog Timer (WDT) com temporização que varia de 15 ms até 1,9 s, de acordo com o ajuste do *Prescaler*, para Vcc = 5 V.

TIMER/COUNTER

• **TIMER/COUNTER 0:** este contador de 8 bits, mostrado na **Figura 24**, tem um *Prescaler* (**Figura 25**) embutido e é controlado pelos SFR **TCCR0** (**Figura 26**) e **TIMSK** (**Figura 27**).

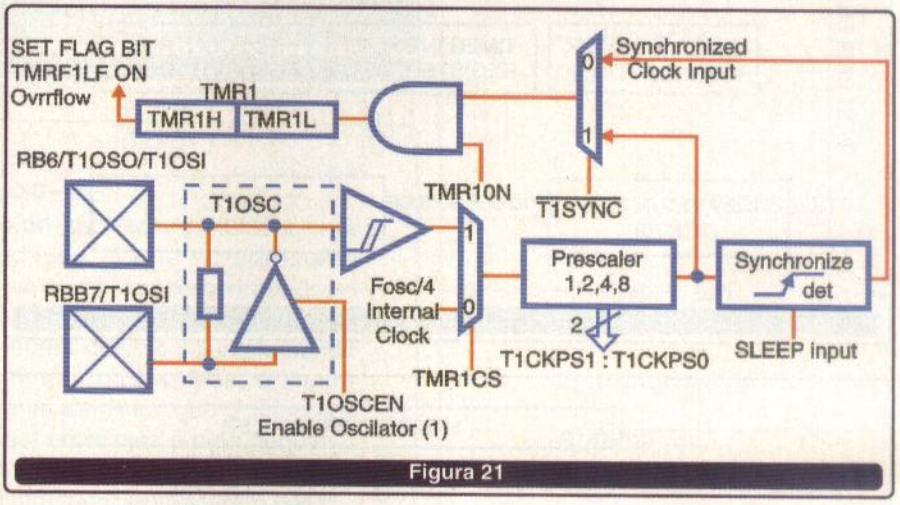


Figura 21

7	6	5	4	3	2	1	0
-	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0

Figura 22 - Registrador T2CON.

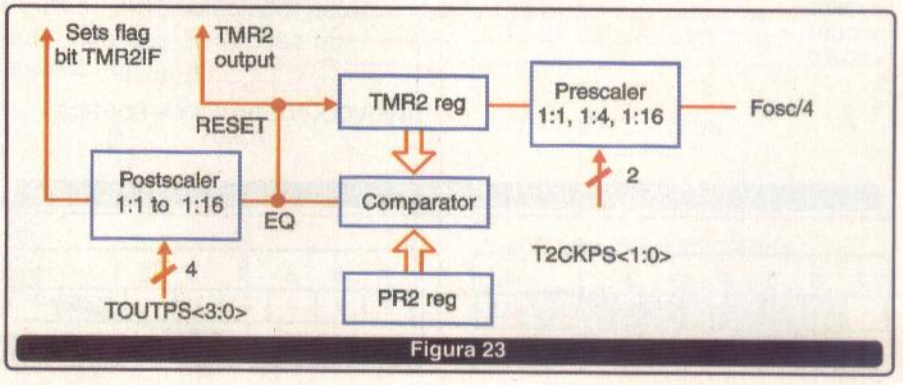


Figura 23

TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS1	Prescaler
0	0	0	0	1:1
0	0	0	1	1:2
0	0	1	0	1:3
0	0	1	1	1:4
0	1	0	0	1:5
0	1	0	1	1:6
0	1	1	0	1:7
0	1	1	1	1:8
1	0	0	0	1:9
1	0	0	1	1:10
1	0	1	0	1:11
1	0	1	1	1:12
1	1	0	0	1:13
1	1	0	1	1:14
1	1	1	0	1:15
1	1	1	1	1:16

Tabela 6

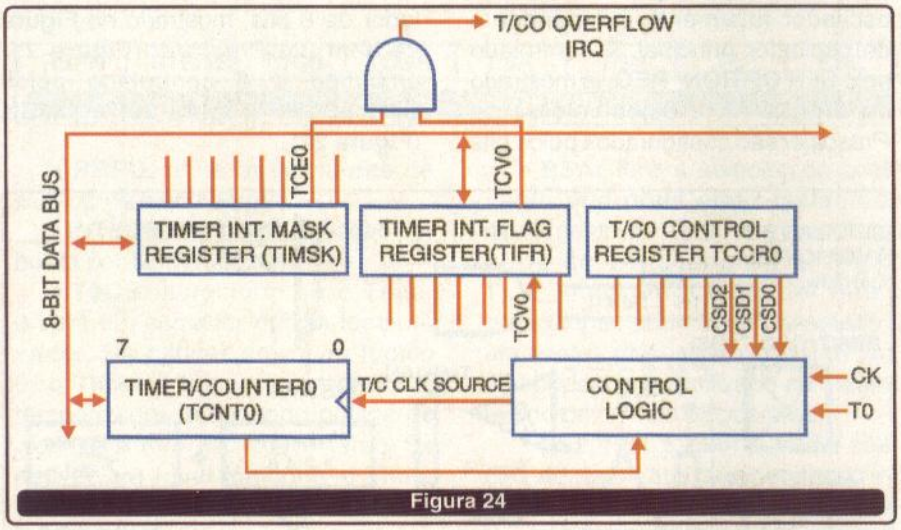


Figura 24

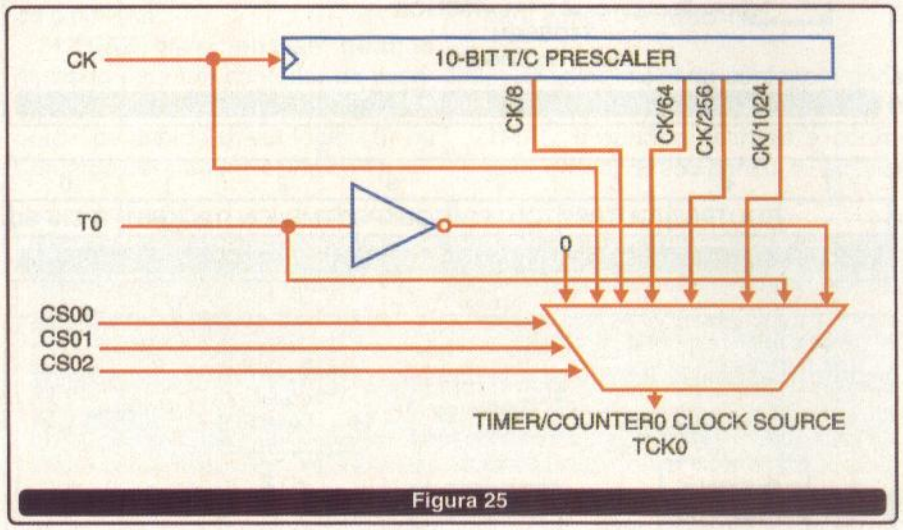


Figura 25

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	CSO2	CSO1	CSO0

Figura 26 - Registrador TCCR0.

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	TOIE	-

Figura 27 - Registrador TIMSK.

T2CKPS1	T2CKPS0	Prescaler
0	0	1:1
0	1	1:4
1	0	1:16
1	1	1:16

Tabela 7

Neste registrador temos os bits **CSO2**, **CSO1** e **CSO0**, que fazem a seleção do valor do *prescaler*, conforme ilustrado na **Tabela 08**.

O registrador TIMSK tem somente o bit TOIE0 disponível para uso, e este bit indica quando houve um estouro no Timer 0, indo para nível lógico 1 e permanecendo assim até que seja zerado via software.

CSO2	CSO1	CSO0	Ação
0	0	0	Desligado
0	0	1	1:1
0	1	0	1:8
0	1	1	1:64
1	0	0	1:256
1	0	1	1:1024
1	1	0	Contador com rampa de subida
1	1	1	Contador com rampa de descida

Tabela 8

WATCHDOG

O *Watchdog* deste µC possui um oscilador interno de 1MHz e *prescaler* independentes do **TMR0**. O controle é feito através do SFR **WDTCR**, mostrado na **Figura 28**. O seu diagrama em blocos é fornecido na **Figura 29**.

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	WDE	WDP2	WDP1	WDP0

Figura 28 - Registrador WDTCR.

O SFR **WDTCR** possui os seguintes bits de controle:

- **WDE:** liga e desliga do Watchdog;
- **WDP2, WDP1 e WDP0:** selecionam o tempo a ser utilizado no *prescaler*, de acordo com o mostrado na **Tabela 09**.

Como podemos notar na **Tabela 09**, o tempo gasto para que ocorra o estouro do *Watchdog* depende da tensão de alimentação do circuito, uma vez que o oscilador interno também é dependente deste valor.

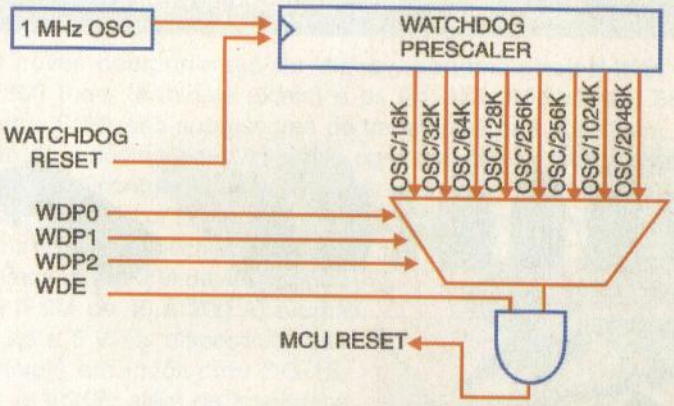


FIGURA 29

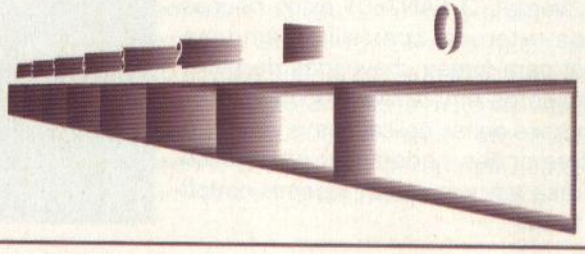
WDP2	WDP1	WDP0	Tempo com Vcc = 3 V	Tempo com Vcc = 3 V
0	0	0	47 ms	15 ms
0	0	1	94 ms	30ms
0	1	0	0,19 s	60 ms
0	1	1	0,38 s	0,12 s
1	0	0	0,75 s	0,24 s
1	0	1	1,5 s	0,29 s
1	1	0	3,0 s	0,97 s
1	1	1	6,0 s	1,9 s

Tabela 9

CONCLUSÃO

A quantidade de contadores e/ou temporizadores a serem utilizados em um projeto irá depender do tipo de solução que este projeto requer. Os µCs aqui analisados possuem uma quantidade de recursos suficiente para a grande maioria das aplicações. A exceção talvez seja feita pelo *chip* AVR, que conta com apenas 1 contador/temporizador. Isto, porém, não chega a ser um desvantagem, uma vez que o seu custo também é menor, o que justifica a sua aplicação em projetos relativamente simples. Já os contadores da família 8051 são repletos de funcionalidades, o que se apresenta como um grande coringa desta família, provendo soluções que seriam difíceis de implementar com as outras. Mas, é importante salientar que a diferença real entre eles é bem pequena, o que faz a escolha por uma ou outra família uma tarefa difícil.

Nos próximos artigos, iremos comparar outros aspectos destas famílias, o que nos dará embasamento suficiente para determinar exatamente qual é o melhor microcontrolador para cada uma das aplicações que faremos. Até lá!



SOLUÇÕES TÉCNICAS

-Treinamento

Cursos de Linguagem C:

- Na Plataforma PC.

- Para família 8051 e ADUC812 .

-Consultoria

Produção / Projetos nos setores da eletrônica:

- Instrumentação.

- automação.

-Assessoria

Projetos em firmware / hardware:

-Instrumentação.

-Automação.

Nosso objetivo é trabalhar nas soluções de seus problemas , de uma forma séria e profissional.

Para maiores informações :

fone : 9189 - 5498 .

E_mail : lcuniao@aol.com.

Site : eletrouniao.com.br

EletroUnião
Prestadora de Serviços

ELETRÔNICA

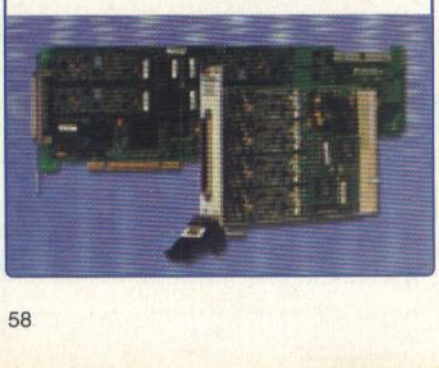
A National Instruments oferece a mais rápida solução em Dispositivos I/O multifunção

A National Instruments estendeu sua família de dispositivos de amostragem I/O multifunção de 16 bits para PXI e PCI com a nova série NI6120 de dispositivos I/O DAQ.

Com a nova série de dispositivos multifunção I/O DAQ, engenheiros e cientistas podem capturar formas de onda com melhor resolução vertical e resolução de freqüência do que as obtidas com osciloscópios tradicionais.

Os dispositivos fornecem uma entrada analógica de 16 bits de 800 KS/s para cada um dos quatro canais, tanto para medidas de transientes quanto no domínio de freqüências.

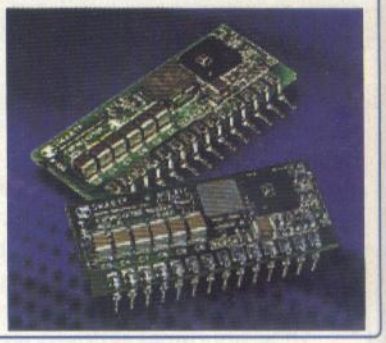
Os usuários podem sincronizar a I/O digital *onboard* com os dispositivos de aquisição para sinais mistos e aplicações que envolvam respostas a estímulos. Mais informações podem ser obtidas em www.ni.com.



Conversores DC/DC para altas temperaturas

Com uma eficiência de até 95% e possibilidade de operar em temperaturas de 85 °C os novos dispositivos da Smart Modular Technologies oferecem uma nova opção para os projetistas de equipamentos que trabalhem em condições extremas.

Os novos componentes da série DV/DH para montagem vertical ou horizontal, fornecem sua corrente máxima mesmo a uma temperatura de 85 °C o que não ocorre com os dispositivos, similares existentes hoje em dia no mercado.



Indicados para aplicações DCA, os conversores aceitam entradas de 3,0 a 5,5 V e fornecem saídas simples de 0,7 a 3,3 V com correntes de 3 a 7 A.

Mais informações podem ser obtidas no *site* da empresa em:
www.smartmodulartech.com

Controlador PWM verde reduz consumo

A Fairchild Semiconductor International apresentou um novo controlador PWM que reduz o consumo de energia em aplicações que exigem alta confiabilidade e eficiência.

O novo componente, denominado FAN7601, é um controlador PWM de corrente e freqüência programáveis que atende as exigências da "1-Watt initiative" da "International Energy Agency", que visa reduzir as perdas de circuitos na condição de *standby* para menos de 1 watt. Com uma freqüência de operação de até 300 kHz e uma corrente de operação de 4 mA (máx), o FAN7601 minimiza as perdas de comutação sendo por isso considerado um produto "verde". O FAN7601 exige poucos componentes externos, consistindo em uma solução ideal para fontes chaveadas de baixo custo, adaptadores em *notebooks*, monitores LCD, *set top box* e outras aplicações.

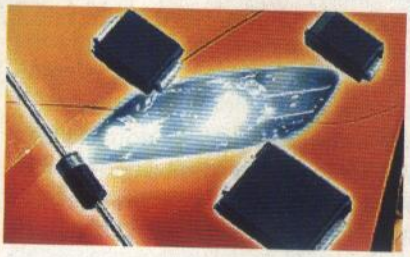


Mais informações podem ser obtidas no *site* da empresa em: www.fairchildsemi.com/pf/FA/FAN7601.html

Chip TVS oferecem proteção até 540 V

Os novos componentes da Vishay, denominados P4KE, P6KE e 1.5KE800 (com terminais axiais) e os P4SMA, P6SMB e 1.5SMC em invólucros SMD, são supressores de transientes que consistem na única solução da indústria em *chip* único para tensões de 540 V. Oferecendo uma proteção contra altas tensões, em vez de se ligar em série diversos dispositivos de baixa tensão, pode-se reduzir custos e ganhar espaço.

Dentre as especificações adicionais temos um PPPM de 400 a 1500 W, um IFSM de 40 a 200 A, e uma Vf de 3,5 a 5 V. Os dispositivos são disponíveis em invólucros DO-15, DO-41 e 1.5KE, além de invólucros SMT. Mais informações podem ser obtidas no *site* da empresa em: www.vishay.com



ON Semiconductor apresenta os primeiros LED brancos com pino para dados seriais e fototransistor de *feedback* com conversor *boost* integrado

LEDs de alta eficiência necessitam de brilho uniforme o que pode ser obtido com conversores boost.

Os Novos LED da On Semiconductor proporcionam brilho uniforme e ocupam apenas 15 mm2 de espaço na placa. Os novos componentes denominados NCB5008 e NCP5009 incluem conversores boost de alta eficiência que usam um modo de controle de corrente para excitar LEDs brancos com brilho uniforme. Com uma faixa de tensões de entrada de 2,7 V a 6 V, os novos dispositivos operam diretamente a partir de 1célula de lítio-íon ou 3 células NiMH tipo A, com uma tensão de saída de 15 V o que permite alimentar até 4 LEDs brancos. A corrente quiescente de alimentação é de apenas 3 uA, aumentando a autonomia da bateria. O dispositivo reduz o número de componentes necessárias a aplicação, eliminando o resistor sensor. A função dimmer permite ajustar o brilho.

Mais informações em www.onsemi.com

Novos processadores

A Intel lançou seis processadores móveis destinados ao mercado de PCs. Entre as novidades está o *chipset* gráfico integrado móvel Intel 852GM, que proporciona as vantagens de capacidade de memória *Double Data-Rate (DDR)* 266 / 200 e um barramento de sistema de 400 MHz. Também fazem parte do lançamento os processadores que operam nas freqüências: 2,40 GHz a 1,2 GHz no modo bateria; 933 MHz / 400 MHz no modo bateria, 900 MHz / 400 MHz no modo bateria; 2 GHz, 866 MHz, e 800 MHz. Recentemente, a multinacional americana também lançou o processador 80200T, baseado em tecnologia Intel XScale de alto desempenho e consumo de energia ultrabaixo, para tolerar temperaturas entre 40 e 85 graus Celsius negativos.

A AMI lança plataforma de 0,18 Mícron

Uma plataforma de "arrays" híbridos de portas para 1,5 V em tecnologia de 0,18 mícron abre uma nova fase para produtos que podem substituir o Xlinx Virtex II e Altera Stratix FPGAs com menor custo e ASICs de maior densidade.

A AMI Semiconductor anunciou recentemente sua próxima fase para soluções de *gate arrays* de 1,5 V para a tecnologia XPressArray ™.

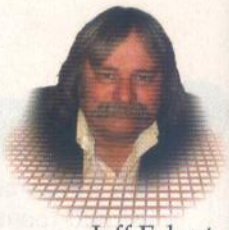
Indicados para ASICs de 1,5 V de média densidade e baixa potência e conversões de FPGA para ASICs como o Virtex II da Xlinx e Stratix da Altera, os novos componentes são equivalentes pino a pino. Os desenvolvedores podem também, ter ainda a opção de diminuir o tamanho convertendo diversos FPGAs em um único ASIC XPressArray.

A nova tecnologia dessa plataforma de 1,5 V oferece uma densidade de até 2,6 milhões de portas e *clock* de sistema de até 150 MHz, o que é compatível com os FPGAs que lideram o mercado. A dissipação é especificada em 0,035 W por MHz por microwatts, um aumento de 30% em relação à tecnologia XPressArray original de 1,8 V.

Os dispositivos XPressArray são fabricados usando um processo híbrido desenvolvido pela Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. e pela AMI.

Mais informações em: www.amis.com





Jeff Eckert

USA EM NOTÍCIAS

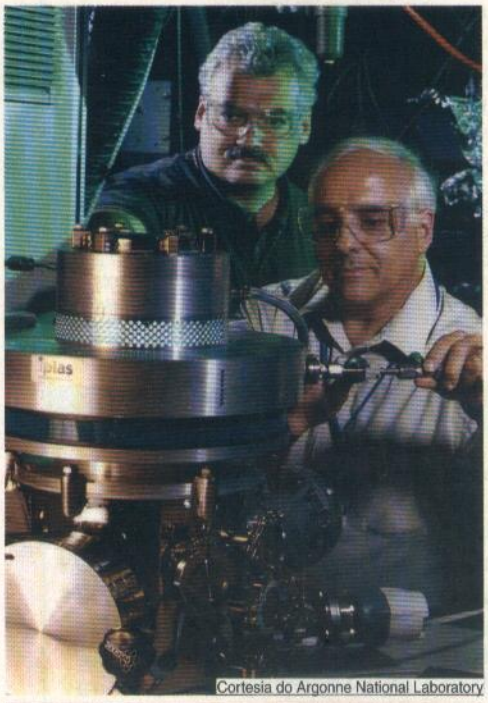
RETINA ARTIFICIAL PODE DEVOLVER A VISÃO

Atualmente, não há cura para doenças que degeneram a retina e que já fizeram com que centenas ou milhares de pessoas perdessem a visão. Entretanto, pesquisadores do departamento de energia do "Argonne National Laboratory" (www.anl.gov), em colaboração com outros quatro laboratórios, duas Universidades e uma empresa particular, estão se aproximando rapidamente do desenvolvimento de uma retina artificial que deve devolver a visão a pessoas que a tenham perdido devido a essas doenças.

A meta desse consórcio é trabalhar em conjunto para criar uma retina artificial que possa efetivamente substituir os cones e bastonetes no olho por um receptor de luz e um conversor de sinais ópticos. O conceito é baseado em uma pequena câmera e um transmissor de RF (montados no óculos do paciente) que captura as imagens e as transmite como pulsos elétricos para a retina via uma rede de eletrodos implantados. A partir daí, a informação é processada e transmitida para o cérebro.

A idéia do projeto do Argonne diz que o desenvolvimento de eletrodos implantados, que é baseada numa tecnologia de diamante ultrananocristalino. De acordo com o cientista de materiais Orlando Auciello, o diamante ultrananocristalino tem uma combinação única de propriedades incluindo a elevada dureza do filme de diamante e um coeficiente de atrito extremamente baixo e adesão de superfície, alta emissão eletrônica, inércia química, condutividade extremamente alta quando dopado com nitrogênio, biocompatibilidade e funcionalização de superfície. Todas essas características são o resultado de uma micro-estrutura única de diamante ultrananocristalino, formada por grãos que têm apenas de 2 a 5 nanômetros de tamanho.

O projeto tem fundos para 4 anos, e uma retina artificial ainda está longe da realidade. Mas, como foi dito por Auciello: "A retina artificial está sendo muito atraente para os cientistas porque contribui para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Ter a capacidade de ver é algo que muitas pessoas almejam."



Cortesia do Argonne National Laboratory

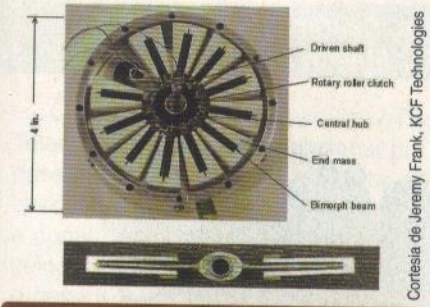
Os cientistas de Argonne trabalham com um novo sistema de plasma de microondas que se desenvolve em filmes de diamante e que está sendo usado numa pesquisa de retina artificial.

NOVO MOTOR TEM CONFIGURAÇÃO PLANA

Com o apoio da "Defense Advanced Research Projects Agency" (DARPA), engenheiros na Penn State University (www.psu.edu) desenvolveram um interessante motor chato para ser usado em espaços limitados. O protótipo roda a uma velocidade sem carga de 760 rpm e proporciona um torque de 0,4 newton-metros. Os inventores acreditam que o motor patenteado possa ser empregado no controle de lemes e estabilizadores de aviões, mudando essencialmente a curvatura da superfície da asa. Em formatos alternativos, o motor pode ser integrado em espaços limitados como proporcionando montagens mais compactas de *laptops*, ou ainda em equipamentos que possuam peças móveis.

O motor opera convertendo o movimento de dobra de um material "esperto" na rotação de um eixo. O material, nesse caso, é o PZT (titanato zirconado de chumbo), um material piezoelétrico barato, comumente disponível, que se alonga quando um campo elétrico lhe é aplicado. Pela dobra do PZT em ambos os lados de uma tira fina flexível metálica se obtém um "braço" que pode ser dobrado para a direita e esquerda em resposta a um campo elétrico.

No motor, 12 desses braços são montados em uma configuração em estrela em torno de um eixo central. Quando os braços são estimulados eletricamente, eles dobram na mesma direção. Um sistema de trava mecânica manuseia as extremidades dos braços de tal forma que, quando o campo elétrico é removido, o eixo



Cortesia de Jeremy Frank, KCF Technologies

O motor plano da Penn States usa uma tecnologia piezoelétrica para produzir torque elevado em baixas velocidades.

gira. Os estímulos repetidos geram o movimento do eixo. Os componentes do protótipo custam menos de US$ 150. Estima-se que a produção em massa de uma versão otimizada do motor pode custar apenas US$ 10.

COMPUTADORES DESCARTADOS GUARDAM MUITOS SEGREDOS

Um estudo recente conduzido por dois estudantes do Laboratório de Ciências da Computação do "Massachusetts Institute of Technology" (www.mit.edu) indica que precisamos ser mais cuidadosos quando descartarmos computadores e discos rígidos.

Esquadrinhando dados deixados em 158 *drives* usados, os estudantes encontraram mais de 5000 números de cartões de crédito, gravações sobre finanças e pessoal, e inúmeras informações médicas, além de muitos gigabytes de e-mail perigosos e pornografia. Eles compraram os *drives* por menos de US$ 1000 da eBay e outras fontes de hardware usado. Os dados foram apropriadamente removidos de apenas 12 de todas as unidades.

Considerando que mais de 150 milhões de *disk drives* foram retirados de serviço em 2002, torna-se aparente que uma grande quantidade de informações confidenciais está disponível e de maneira muito fácil. A lição é que, antes de descartar um disco rígido, é preciso rodar algum aplicativo que apague todos os dados. Deletar todos os dados não é suficiente, já que qualquer programa do tipo "undelete" pode recuperá-los, ou mesmo simplesmente lendo blocos de informações com ferramentas especiais.

NOVOS TECLADOS VISAM APLICAÇÕES MÓVEIS E SEM FIO

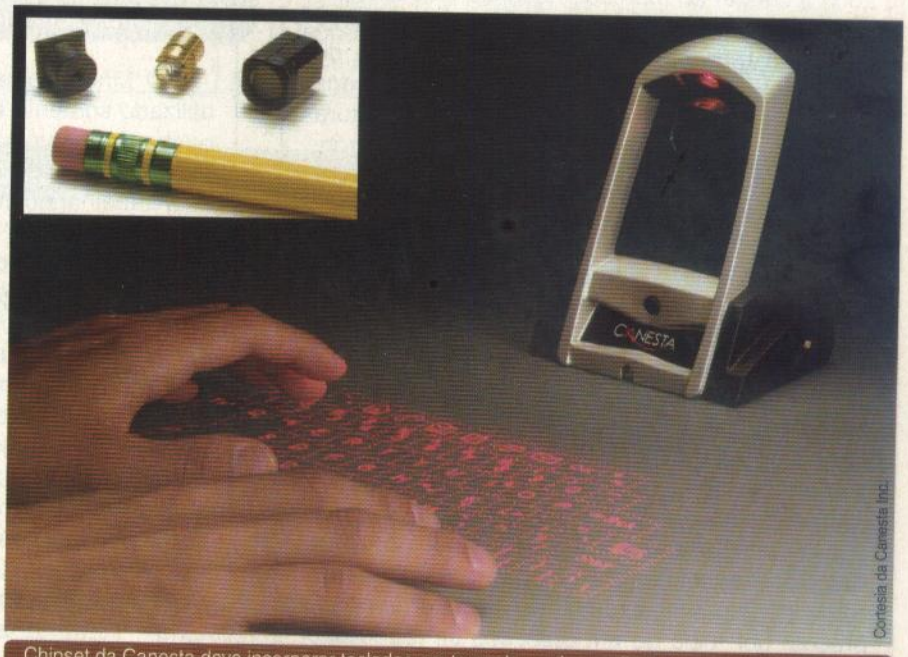
Com um conceito interessante, a Canesta Inc é um teclado de projeção para aplicações móveis e dispositivos sem fio como *smartphones*, PDAs, PCs pequenos e telefones celulares. Usando o *chipset* Canesta, os fabricantes do equipamento original (OEMs) podem incorporar um teclado de tamanho real e *mouse*, que passam a existir como feixes de luz em lugar de hardware. O teclado é projetado numa superfície plana na frente do dispositivo móvel.

O teclado é implementado por um sensor tridimensional que percebe objetos que se movem nas proximidades do *chip* sensor. O sensor embutido (um módulo do tamanho de uma ervilha) detecta o movimento dos dedos do operador sobre a imagem projetada do teclado, e transfere esses movimentos traduzindo-os em batidas na tecla específica, e processa os movimentos transformando-os em dados. O módulo sensor opera com dois outros componentes em miniatura: um projetor e uma pequena fonte de luz infravermelha. O projetor de padrão emprega um *laser* interno para criar a imagem do teclado. O teclado pode ser o tipo padrão QWERT ou outro tipo.

No momento em que escrevemos esta notícia, o teclado ainda não estava disponível, mas a NEC está avaliando a tecnologia para usar em sua linha de produtos. As empresas interessadas em aplicar a tecnologia podem comprar a ferramenta de desenvolvimento OEM. Um *datasheet* descrevendo em detalhes a ferramenta está disponível em: www.canesta.com/downloads/toolkit.pdf.

IBM E HITACHI FORMAM NOVA EMPRESA

A IBM (www.ibm.com) fechou um acordo para combinar suas operações em discos rígidos com a Hitachi, formando uma nova empresa chamada "Hitachi Global Storage Technologies". Sob este acordo, a Hitachi passa a ter uma participação acionária de 2,05 bilhões de dólares. A Hitachi pagou 70% do preço à vista e deverá pagar o restante em 3 anos. A nova empresa está localizada em S. José, Califórnia.



Cortesia da Canesta Inc.

Chipset da Canesta deve incorporar teclados em tamanho real para dispositivos móveis. O mesmo consiste em um projetor padrão, fonte de radiação infravermelha e três sensores tridimensionais.



AMD e IBM se unem para fabricar *chips*

A IBM e a AMD fizeram um acordo para trabalhar em novas tecnologias de fabricação de *chips*. A parceria pode ajudar a AMD a competir contra sua rival Intel na capacidade de produção.

As duas companhias vão desenvolver juntas tecnologias de processo de 65 nanômetros e 45 nanômetros para novos *chips*, segundo anúncio feito em janeiro. Os processadores mais avançados no mercado hoje usam a tecnologia de 0,13 mícron, ou 130 nanômetros. O tamanho do processo é referente à largura do menor fio no *chip*.

AMD, Intel e IBM já trabalham separadamente em processos de 90 nanômetros, que será o próximo passo na tecnologia de criação de *chips*. Espera-se que a Intel lance uma versão do processador Pentium 4 para *desktops* feito no processo de 90 nanômetros ainda na segunda metade deste ano. A versão da AMD deverá começar a ser fabricada no último trimestre de 2003 e chegar ao mercado no início de 2004.

A dupla já teve projetos em comum no passado, desenvolvendo em conjunto uma tecnologia de isolamento de silício que deve fazer parte dos futuros processadores baseados na arquitetura Hammer, da AMD, de acordo com Dean McCarron, analista do Mercury Research. "Desenvolver tecnologias de fabricação é uma tarefa complexa, e faz sentido eles se unirem, já que não competem um contra o outro", afirmou.

Embora o processo de encolher as tecnologias utilizadas para fabricar processadores ajude as companhias a criar produtos melhores, uma parte crucial do processo de produção envolve o tamanho dos *wafers* de silício de onde os *chips* individuais são retirados.

Tanto Intel quanto IBM têm suas linhas de produção ativadas com *wafers* de 300 milímetros, e a AMD usa *wafers* de 200 mm na sua fábrica de Dresden, na Alemanha. Empregar *wafers* maiores ajuda as empresas a reduzir custos (e quem sabe preços) por meio de um processo de fabricação mais eficiente.

Qualidade de voz ainda é prioridade para usuários de celulares

Um estudo realizado pelo "Gartner Dataquest" mostrou ser consenso entre os usuários de telefones celulares que a qualidade dos serviços básicos de voz é mais importante que aplicações avançadas. De acordo com o instituto, as operadoras que se concentrarem no desenvolvimento de aplicações de alta tecnologia correm o risco de perder a habilidade de oferecer o que os consumidores procuram.

Por outro lado, o Gartner aponta que a 3G não está fadada ao fracasso, mas que a aceitação e adoção ampla pelos consumidores ainda levará algum tempo. Assim, as provedoras devem focar no atendimento das necessidades atuais dos clientes, utilizando a tecnologia como um facilitador desse processo. "A relação dos consumidores com seus telefones móveis irá evoluir gradualmente. Então, quando a terceira geração estiver disponível, os usuários estarão prontos para ela", prevê Adam Daum, analista-chefe do Gartner.

Linux será embutido em telefones celulares

O Linux deixará de ser um sistema operacional utilizado somente em servidores. Em breve, ele também ganhará uma versão para *handhelds*, câmeras de vídeo digitais, relógios de pulso e telefones celulares. A NEC está trabalhando em conjunto com a MontaVista Software na criação de celulares baseados em Linux. Um executivo da desenvolvedora disse que a empresa vem negociando projetos similares com outras grandes fabricantes de telefonia móvel. O trabalho para utilizar o Linux em telefones celulares começou no último trimestre de 2002, explica Akiko Shikimori, porta-voz da NEC. Segundo ela, a companhia quer embutir o sistema operacional de código aberto em dispositivos para mercados globais, mas ainda não começou a desenvolver os protótipos. De acordo com especialistas, a chegada do Linux nos pequenos aparelhos ajudará a intensificar a competição nesse setor, que já é bastante concorrido. A nova versão do Linux, segundo as empresas, estará disponível para comercialização no final de março deste ano.

O CPqD coordena projeto experimental de rede óptica em alta velocidade

O CPqD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações) vai coordenar um projeto audacioso para revitalizar a infra-estrutura óptica em território brasileiro. A iniciativa, batizada de Projeto Giga, prevê a construção de uma rede óptica experimental de alta velocidade e que funcionará como um laboratório para o desenvolvimento de uma plataforma para aplicações que demandem alta capacidade de tráfego, flexibilidade, qualidade da transmissão em tempo real e custos mais acessíveis.

O projeto contará com R$ 55 milhões provenientes do Funttel (Fundo de Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações), além de contribuições, entre R$ 20 milhões e R$ 30 milhões, da Telemar, Pegasus, Telefônica, Intelig e CTBC. Também participarão da iniciativa laboratórios, institutos de pesquisa e diversas Universidades brasileiras.

"Prestadores de serviços, fabricantes de equipamentos e de aplicativos de softwares e operadoras de telecomunicações estarão envolvidos no processo e se beneficiarão porque terão acesso a uma tecnologia de vanguarda e de baixo custo", explica Antonio Carlos Bordeaux, diretor de tecnologia e inovação do CPqD. Ainda segundo ele, a idéia é que com isso o país passe a ser exportador desse tipo de tecnologia para proporcionar acesso em banda larga a serviços de entretenimento, telemedicina, educação a distância, monitoramento do clima, entre outros. "O que temos disponível hoje é muito caro e de baixa qualidade", lembra Bordeaux.

O CPqD prevê que a implementação do Projeto Giga dure aproximadamente três anos e que, no primeiro momento, a rede experimental interligue pontos no Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas (SP).

A Frost & Sullivan prevê sucesso das VPN IP

A tecnologia IP vai se tornando a principal base para a implementação de VPNs, de acordo com estudo da Frost & Sullivan. A justificativa para essa tendência está na maior confiança que os consumidores passam a ter na tecnologia, além do avanço dos testes e da produção de equipamentos em larga escala. O estudo apontou ainda que o setor deverá gerar receita de € 3,6 bilhões em 2005, enquanto foi responsável por cerca de € 1,74 bilhão no último ano.

Apesar das preocupações com um possível exagero nas expectativas em relação à tecnologia, os serviços de VPN IP continuam sendo considerados como a resposta para a busca das empresas por redução no investimento em TI. A previsão da Frost & Sullivan é que o baixo custo de propriedade supere qualquer outra característica da tecnologia, e seja responsável por uma dramática expansão do mercado.

Niamh Spillane, analista do instituto, comenta, entretanto, que o nível de economia com a adoção de uma rede privada virtual IP dependerá da tecnologia que ela estará substituindo. "Uma VPN IP no lugar de uma linha dedicada é mais econômica do que substituir conexões *Frame Relay*, por exemplo", diz o analista. De qualquer forma, ele afirma que a utilização de uma só infra-estrutura e de padrões comuns são chaves para a redução dos gastos corporativos.

A Frost & Sullivan concluiu, a partir do estudo, que o sucesso dos provedores de VPN IP dependerá de suas estratégias de *marketing* e de seus canais de venda, que deverão ser hábeis em apresentar a tecnologia - com os benefícios que ela traz - como uma alternativa na comunicação corporativa.

RAD e TranSwitch firmam parceria para desenvolver chips

Com a meta final de fortalecer a tecnologia TDM sobre IP (TDMoIP), a "RAD Data Communications" e a "TranSwitch" firmaram uma parceria para o desenvolvimento de *chips*. O acordo de OEM (*Original Equipment Manufacturer*), prevê a atuação conjunta das duas empresas para a criação de *chips* para a indústria de comunicação baseados na tecnologia VLSI (*Very Large-Scale Integration*).

De acordo com as parceiras, os *chips* serão usados como base de equipamentos com funcionalidade TDM sobre IP, tecnologia desenvolvida pela RAD para integrar serviços legados TDM - como telefonia ou transmissão serial de dados - à infra-estrutura IP/MPLS. "A tecnologia TDMoIP viabiliza a transmissão do tráfego legado sobre redes assíncronas, sem as contrapartidas de perdas de pacotes ou retardos, comuns nas soluções tradicionais", destaca John Hoe, diretor da RAD no Brasil.

Para Brian Stroehlein, gerente de marketing de produtos da TransSwitch, a parceria é interessante, pois ampliará o *portfólio* da empresa de dispositivos de acesso. "Estamos entusiasmados com a parceria com a RAD para enfrentar a tarefa de colocar essa inovadora tecnologia em forma de *chip*", diz o executivo. Para a RAD, o sucesso da tecnologia é apenas questão de tempo. "Avaliamos que, na medida em que mais fornecedores adotem as soluções TDMoIP, será estabelecido um padrão para migração de legado", finaliza Hoe.

LINGUAGEM C

PARTE FINAL

UTILIZANDO A LINGUAGEM C NA ELETRÔNICA

Luiz Carlos Zambom

Até o momento, estudamos a linguagem C usando somente o ambiente PC, dando ênfase à lógica de programação, aprendendo as principais funções e ativando os periféricos da máquina. Para isso, foi desenvolvido um software que foi aumentando seus recursos de acordo com o avanço dos estudos.

Agora, estamos preparados para ativar circuitos (interfaces) externos ao computador. No caso, utilizaremos a saída paralela para enviarmos dados a eles.

Antes de iniciarmos com o primeiro circuito, note o esquema da **figura 1** de um conector do tipo DB-25 macho do cabo de impressora paralela. Você deverá abrir a caixa de proteção do conector DB-25 e fazer as ligações de acordo com o esquema apresentado para que possamos habilitar os sinais da saída paralela do micro em relação as ligações físicas. Após efetuadas as modificações no cabo, corte o outro lado do conector (que iria para a impressora) e identifique os fios dos dados (D0 até D7) e o terra. Pronto, agora podemos estudar o primeiro circuito a ser acionado pelo micro via teclado.

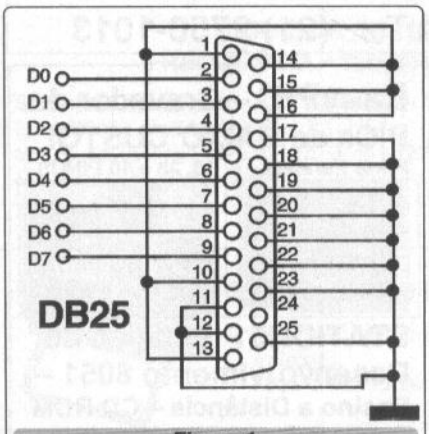


Figura 1

INTERFACE COM INDICAÇÃO DE POSIÇÃO COM LEDs

É constituído por quatro fotoacopladores responsáveis pela isolação galvânica entre o computador e um circuito externo qualquer. Mas você deverá estar se perguntando: o que vem a ser isolação galvânica? Vamos partir do princípio que corrente farádica é uma componente alternada e a corrente galvânica é uma componente contínua; portanto, uma isolação galvânica isola a passagem de uma corrente contínua entre a entrada e a saída. No caso do componente 4N25 (CI isolador) usado, ele tem uma isolação de até 3000 V, isto é, se ligarmos 3000 V entre um dos terminais de entrada com um dos terminais de saída, não haverá condução de corrente entre eles. Isto significa que se houver algum tipo de problema na carga ligada ao computador por meio deste isolamento, não afetará o computador. Portanto, todo tipo de circuito que for ligado na saída do micro, deverá usar esta interface com isolação.

Os LEDs vão indicar o estado de cada bit de saída do micro. Veja **figura 2**.

A seguir, leia o programa desenvolvido para o funcionamento do circuito de interface com LEDs:

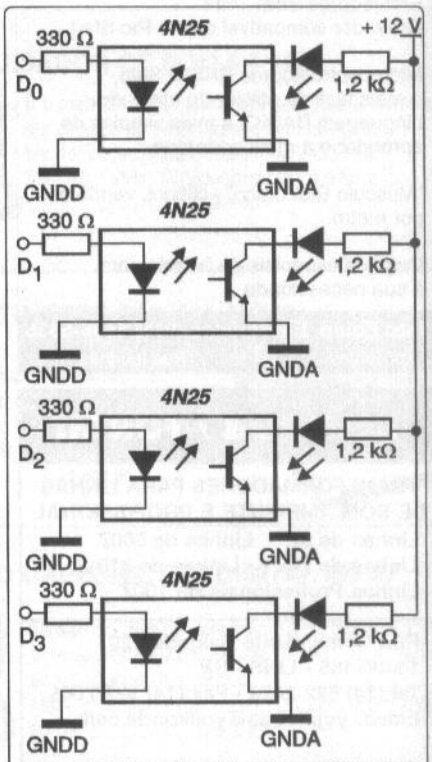


Figura 2

```
/* interface para acionamento led´s */

#include<stdio.h>
#include<dos.h>
#include<conio.h>

void teclas<void>;
void condicao<void>;

union REGS r;
int tecla,cont;
```

```
void main(void){
  teclas( );
 }

void teclas(void){
  clrscr( );
  gotoxy(10,10);
 puts("Use as setas Direita/
Esquerda p/ o acionamento dos
led´s");
  r.h.ah=0;
  int86(0x16,&r,&r);
  tecla=r.h.ah;
  if(tecla= =77){
   cont++;
   if(cont= =5){
    cont=0;
   }
  }
 if(tecla= =75){
  if)cont= =0){
   cont=5;
  }
  cont-;
  }

 if(tecla= =1){
  clrscr( );exit(0);
 }
 condicao( );
}

void condicao(void){
 if(cont= =0){
  fputs("0",stdprn);
 }
 if(cont= =1){
  fputs("1",stdprn);
 }
 if(cont= =2){
  fputs("2",stdprn);
 }
 if(cont= =3){
  fputs("4",stdprn);
 }
 fputs("4",stdprn);
 }
```

Use as setas Direita/Esquerda para o posicionamento dos LEDs.

Após isto ocorrido, a função **int86( )** aguarda o usuário digitar a tecla direita ou esquerda do teclado. Em seguida, temos as funções condicionais que de acordo com a tecla escolhida, farão um incremento ou decremento da variável inteira cont, e para sair do programa a tecla **ESC** com as funções declaradas internamente: **clrscr( )** e **exit(0)**. Depois do reconhecimento da tecla digitada, com exceção da tecla **ESC**, vai para o bloco **void condicao( ){ }** conforme o valor de cont executará um dos blocos condicionais.

Dentro de cada bloco condicional há a declaração da função **fputs( )** que envia um *byte* (oito bits) para a saída paralela por meio da instrução stdprn (*standart printer*, isto é, impressora padrão) de acordo com o número declarado entre as aspas. Por exemplo: **fputs("1",stdprn)** envia o número 1 em binário para a saída paralela, onde vai ativar o LED 1, e assim por diante. Utilizando a função **fputs( )** com a instrução stdprn podemos enviar números binários somente de zero a nove, devido aos códigos gerados, porém nos próximos programas apresentados vamos usar uma outra função mais versátil.

INTERFACE PARA ACIONAMENTO DE UM MOTOR CC CONVENCIONAL

Além do circuito de entrada que garante uma isolação galvânica com os opto-acopladores, tem um *buffer* com *latch* em um *driver* para o acionamento do motor.

O *buffer* é habilitado pelo bit 3 (D 3), onde são usados somente três bits: bit 0, bit 1 e bit 2 (D0,D1 e D2) para enviar os comandos para o motor. O *driver* ULN2003 é do tipo *darlington* (analógico) com uma capacidade de corrente de saída máxima de 500 mA.

De acordo com a combinação lógica nos primos 1,2 e 3 do CI ULN2003, o motor pára, gira no sentido horário ou no sentido anti-horário. Observe a **figura 3.**

Tabela de acionamento do motor

Pinos do ULN2003			
1	2	3	Condição do motor
0V	x	x	parado
Vcc	Vcc	Vcc	sentido horário
Vcc	0V	Vcc	sentido anti-horário

Agora, antes de continuar seus estudos leia o programa e, a seguir, monte o circuito e escreva o programa para ver seu funcionamento,.

```
/* interface p/ controle motor
CC convencional */

#include<stdio.h>
#include<dos.h>
#include<conio.h>

void teclas(void);

union REGS r;
int tecla,cont;

void main(void){
  teclas( );
 }

void teclas(void){
  clrscr( );
  gotoxy(10,10);
 puts("teclas: Direita - Horário/
Esquerda - Anti-horário");
  gotoxy(10,12);
   puts("Up-Liga / Down   -
Desliga");
    r.h.ah = 0;
  int86(0x16,&r,&r);
  tecla = r.h.ah;
    /* seta direita */
  if(tecla= =77){
/* interface p/ controle motor
CC convencional */

#include<stdio.h>
#include<dos.h>
#include<conio.h>

void teclas(void);

union REGS r;
int tecla,cont;

void main(void){
  teclas( );
 }

void teclas(void){
  clrscr( );
  gotoxy(10,10);
 puts("teclas: Direita - Horário/
Esquerda - Anti-horário");
  gotoxy(10,12);
   puts("Up-Liga / Down   -
Desliga");
    r.h.ah = 0;
  int86(0x16,&r,&r);
  tecla = r.h.ah;
```

```
        /* seta direita */
      if(tecla= =77){
   /* interface p/ controle motor
CC convencional */

    #include<stdio.h>
    #include<dos.h>
    #include<conio.h>

    void teclas(void);

    union REGS r;
    int tecla,cont;

    void main(void){
      teclas( );
      }

    void teclas(void){
      clrscr( );
      gotoxy(10,10);
      puts("teclas: Direita - Horário/
Esquerda - Anti-horário");
      gotoxy(10,12);
       puts("Up-Liga / Down    -
Desliga");
        r.h.ah = 0;
      int86(0x16,&r,&r);
      tecla = r.h.ah;
        /* seta direita */
      if(tecla= =77){
```

Da mesma forma que o programa de acionamento dos LEDs, o corpo deste também apresenta a declaração das bibliotecas de um bloco chamado de *void* teclas(void){ }, da palavra chave para capturar a tecla digitada juntamente com a função int86( ).

No bloco *void*teclas(void){ } temos as declarações de cinco funções condicionais onde tratam as teclas da direita, esquerda, *up*, *down* e ESC, enviando os códigos binários de acordo com a tabela descrita acima.

INTERFACE DE CONTROLE DE UM MOTOR DE PASSO

Antes de começarmos a estudar o circuito com seu software, vamos observar o princípio de funcionamento do motor de passo.

O motor de passo (*stepping motor*) é um transdutor que converte pulsos elétricos em movimentos mecânicos. A rotação do eixo do motor é caracterizada por um específico ângulo incremental de passo para cada pulso de excitação. Esse ângulo incremental é repetido precisamente em cada pulso, gerado por um circuito excitador apropriado .

O erro que passa a existir em um determinado ângulo é menor que 5%, sendo este erro não acumulativo. A tabela a seguir ilustra os valores de ângulos de passo dos motores comunente encontrados no mercado, com seus respectivos números de passos por volta:

Ângulo de passo	Passos por volta
0,72	500
1,8	200
2,0	180
2,5	144
5,0	72
7,5	48
15,0	24

Slow-Rate: impossibilidade de parar, começar ou reverter o movimento instantaneamente. Existem diversos modelos de motores de passo com diferentes modos de acionamento e números de fases. Os mais comuns são os motores com quatro fases que obedecem à seguinte seqüência de funcionamento:

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
1	0	1	0
1	0	0	1
0	1	0	1
0	1	1	0

1- Liga 0- Desliga

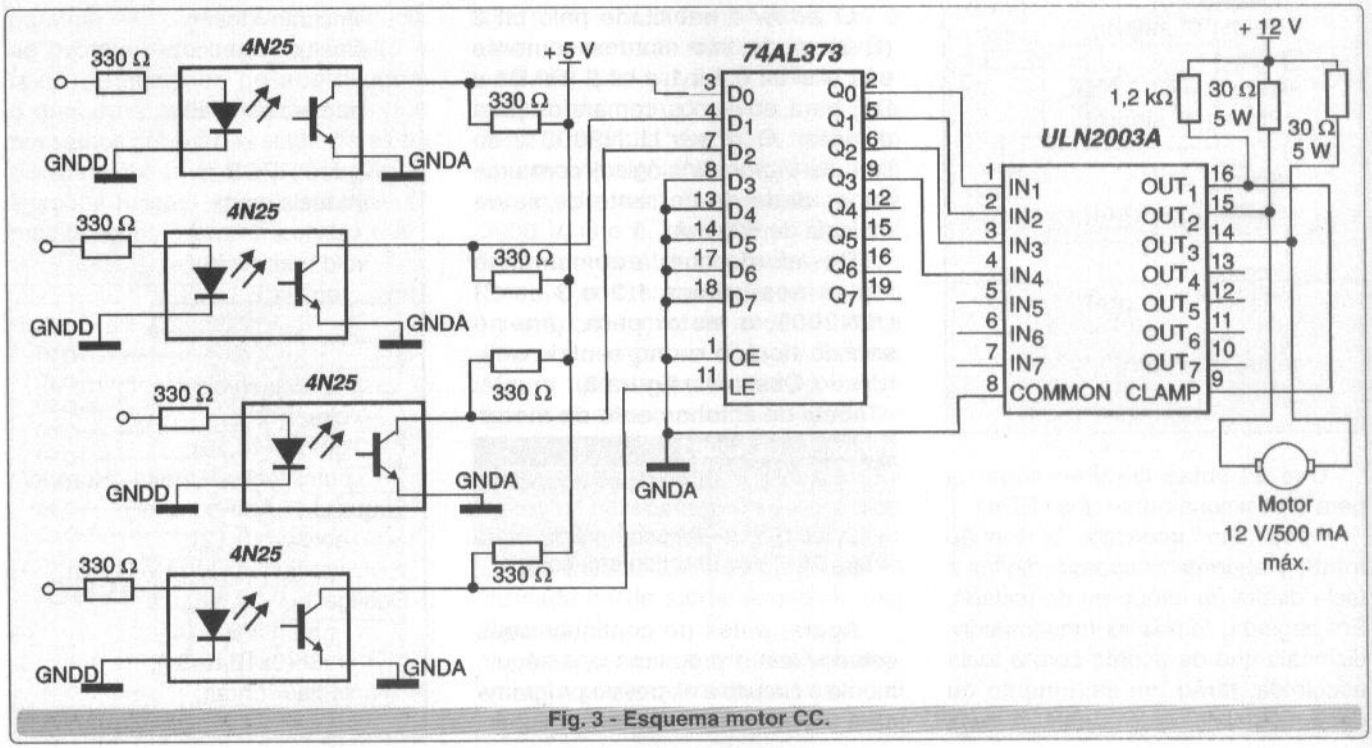


Fig. 3 - Esquema motor CC.

A seguir, é apresentado o circuito proposto para controle de um motor de passo: (**Figura 4**)

É um circuito bem simples, pois somente é usado um *driver* analógico ULN2003 (corrente máxima de saída de 500 mA). O ULN2003 já vem com diodos reversamente polarizados para o momento do desligamento de cada bobina de estator, pois neste instante o campo está sendo formado apenas pela força contra-eletromotriz e, não tendo esta proteção, pode degradar ou queimar tanto o motor quanto seu *driver*. Os comandos de acordo com a tabela apresentada são enviados pelos pinos 1, 2, 3 e 4 do ULN2003 e excitam os motor pelos pinos 16, 15, 14 e 13 respectivamente por uma fonte de 12V/ 500mA.

Neste momento convém montar o circuito e escrever o programa, colocando em funcionamento o circuito proposto. Abaixando, temos o programa desenvolvido para o acionamento do motor de passo:

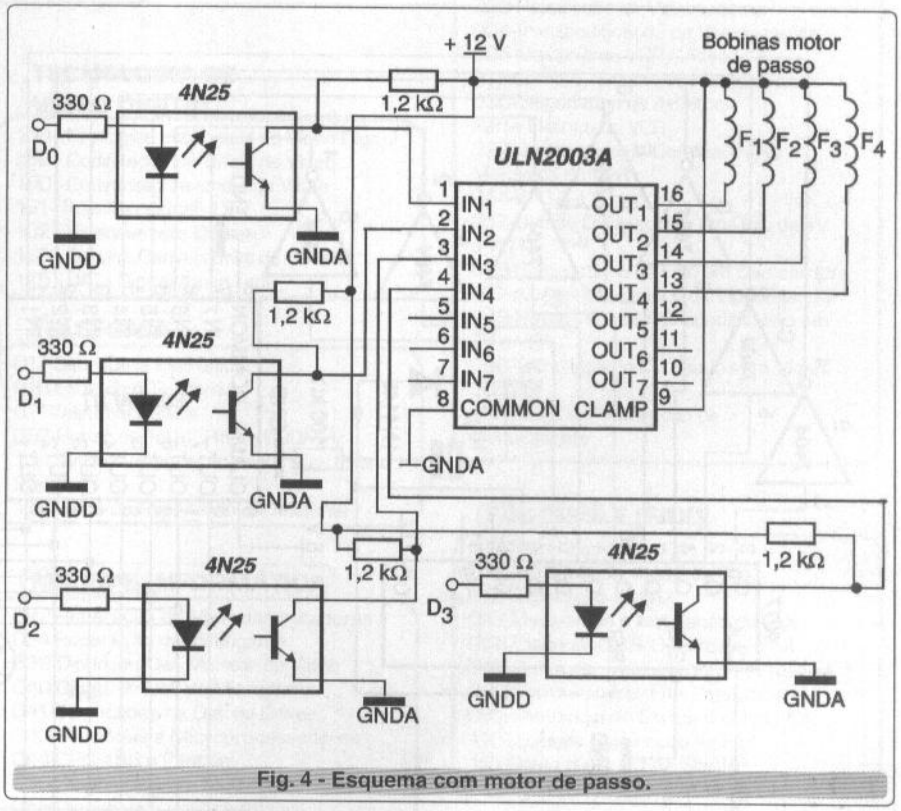


Fig. 4 - Esquema com motor de passo.

```
/* interface de controle de
motor de passo */

#include<studio.h>
#include<dos.h>
#include<conio.h>

void teclas(void);

union REGS r;
int teclas;

void main(vois){
  teclas( );
  }

void teclas(void){
  clrscr( );
  gotoxy(10,10);

puts("Setas; Direita - Horário
/ Esquerda - Anti-Horário");
  gotoxy(10,12)
  puts("Tecla: ESC - Sai do
programa");
  r.h.ah=0;
  int86(0X16,&rr,&r);
  tecla=r.h.ah;
```

```
  /* direita */
 if(tecla= =77){
  outport(0x378,10);
  delay(100);
  outport(0x378,6);
  delay(100);
  outport(0x378,5);
  delay(100);
  outport(0x378,10);
  delay(100);
  }
 /* esquerda */
 if(tecla= =75){
  outport(0x378,9);
  delay(100);
  outport(0x378,5);
  delay(100);
  outport(0x378,6);
  delay(100);
  outport(0x378,10);
  delay(100);
  }
  /* ESC */
 if(tecla= =1){
  clrscr( );exit(0);
 }
 teclas( );
}
```

A única mudança que temos neste programa é da função que envia os bits para a saída paralela, isto é, está sendo usada a função outport( ) que tem dois termos a serem declarados: o endereço da saída paralela que é 0x378 e o valor em binário a ser enviado.

Por exemplo: outport(0x378,110) envia o número 10 em binário para a saída paralela. O restante do programa é similiar aos demais já estudados.

Como última proposta de circuito neste curso, vamos apresentar um circuito para escrita de caracteres em uma matriz de LEDs, onde o leitor pode ter mais matrizes formando um *display* para comunicações visuais.

Para tanto,a seguir (**figura 5**), é apresentado o circuito elétrico e o software do *display*, ficando os mesmos como um exercício para o leitor interpretar o seu funcionamento.

Como dica: monte o circuito para vê-lo funcionando, isto facilita o entendimento. O software do *display* encontra-se disponível no *site*:

www.sabereletronica.com.br

seção downloads.

Sub Classe	Tensão de Pico em Operação	Categoria de Instalação IEC 664	Aplicação
X1	>2,5 kV <4,0 kV	III	Aplicação de Pulso de Alta Intensidade
X2	> 2,5 kV	II	Uso geral
X3	< 1,2 kV		Uso geral

Tabela 1 Capacitores classe x.

Sub Classe	Tipo de Isolamento	Faixa de Tensões de Operação	Tensão de pico aplicada antes do teste de tolerância
Y1	Dupla isolação ou isolação reforçada	< 250 V	8,0 kV
Y2	isolação básica ou isolação suplementar	> 150 V < 250 V	5,0 kV
Y3	Isolação básica ou isolação suplementar	> 150 V < 250 V	Nenhum
Y4	Isolação básica ou isolação suplementar	< 150 V	2,5 kV

Tabela 2 - Capacitores classe y.

OS TESTES

Dois testes se destacam na verificação da qualidade dos capacitores categorias X e Y.

O primeiro deles é o **teste de tensão de impulso** feito com picos que chegam aos 2,5 kV, conforme ilustra a **figura 7**.

Nesse teste, a tensão sobe até seu valor máximo em 1,2 µs e depois cai para 50% desse valor máximo em 50 µs.

O **teste de tolerância** é feito com a aplicação de uma tensão com a forma de onda exibida na **figura 8**.

Todos os capacitores são testados durante 1000 horas, com uma tensão 1,5 vezes maior que a especificada. A cada hora de teste, a tensão aumenta até 1 000 V, mantendo- se assim por um intervalo de 0,1 segundo.

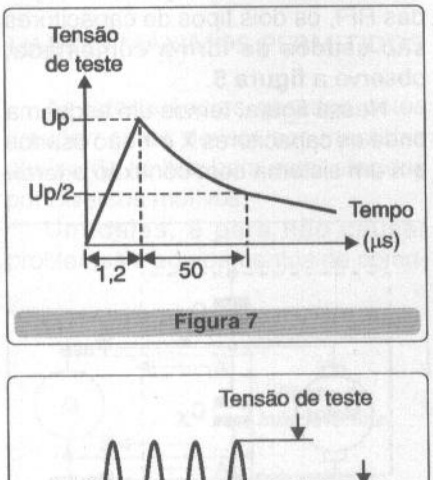


Figura 7

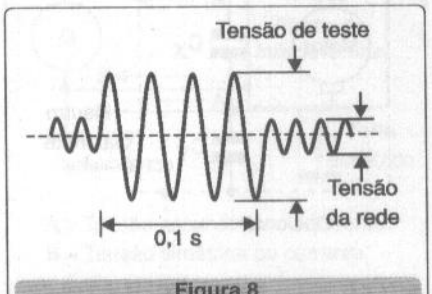


Figura 8

CIRCUITOS & SOLUÇÕES
VOLUMES 1 e 2




PROJETOS, CIRCUITOS INFORMAÇÕES, SOLUÇÕES
PEDIDOS : INTERNET
www.editorasaber.com.br
ou ligue
(11) 6195-5333

MIC2184 CONTROLE PWM DE BAIXA TENSÃO TIPO BUCK

Apresentamos, neste artigo, as características de um novo componente da MICREL, o MIC2184, que consiste em um CI de controle PWM tipo Buck (abaixador de tensão) para aplicações em baixa tensão, podendo ser usado com tensões de entrada na faixa de 2,9 V a 14 V controlando diretamente MOSFETs de potência em aplicações como conversores DC/DC, *Modems* sem fio, cartões ADSL, equipamentos alimentados por 1 ou 2 células de *Li-Ion*, etc.

Newton C. Braga

O MIC2184 da Micrel é um controle PWM de alta eficiência que pode ser usado de forma eficaz para reduzir tensões para a faixa de 1 ou 2 células de *Li-Ion* em aplicações que requeiram tensões baixas, assim como naquelas que exijam tensões fixas de 3,3 V, 5 V e 12 V.

A eficácia da conversão nos circuitos usando este CI chega a 90% numa ampla faixa de condições de carga.

A freqüência de operação pode ser dividida por 2, o que permite ao projetista otimizar o rendimento do CI. Ele também pode ser sincronizado externamente a partir de freqüências menores que 400 kHz, que é a sua freqüência nominal de operação.

Existe ainda uma saída para o oscilador, *FreqOut*, que pode ser usada para implementar uma "charge pump" em aplicações de baixa tensão. A saída desta "charge pump" pode ser ligada à comporta do circuito *drive* de potência, via pino VinP, de modo a se obter um melhor desempenho dessa etapa, apesar das baixas tensões.

O MIC2184 possui ainda um modo *shutdown* com consumo de apenas 1 µA e uma chave de subtensão programável, o que o torna interessante para aplicações portáteis.

Ele encontra-se disponível em invólucro SOP de 16 pinos, conforme ilustra a **figura 1**.

Na **figura 2** temos um circuito de aplicação típico do MIC2184.

O diagrama de blocos deste CI é mostrado na **figura 3**.

O controle do MIC2184 pode ser separado em 7 funções:

- *Loop* de controle
- Operação PWM
- Controle do modo de corrente
- Limitador de corrente

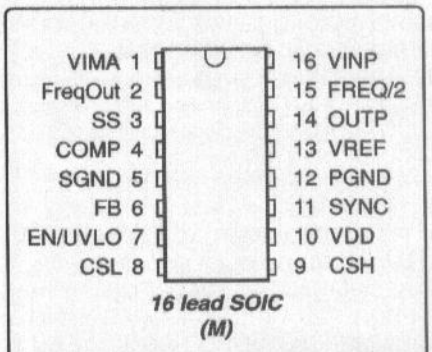


Figura 1

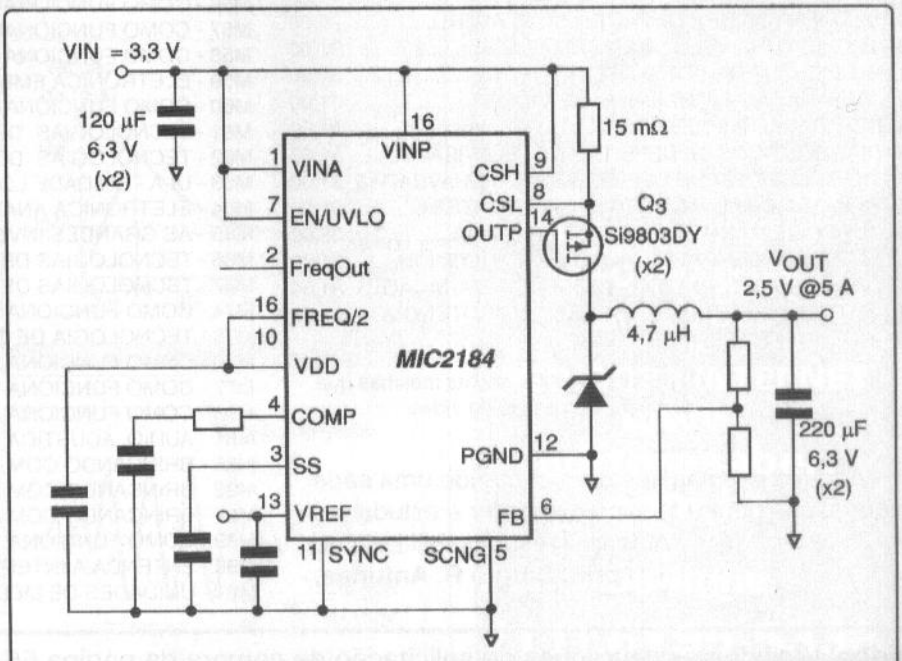


Figura 2

- Referência, UVLO e habilitação
- *FreqOut*
- *Drive* da comporta do MOSFET
- Oscilador e sincronismo
- Partida suave.

Mais informações sobre o modo de operação detalhado deste circuito, incluindo fórmulas, circuitos de aplicação e curvas de desempenho podem ser obtidos no *site* da Micrel em **www.micrel.com**.

DESTAQUES:

- Faixa de tensões de entrada: 2,9 a 14 V
- Eficiência >90%
- Pino com divisão de freqüência do oscilador por 2
- Sincronização externa de freqüência até 600 kHz
- Saída de referência de 1,245 V
- Impedância de saída do *driver* de 5 ohms
- Partida suave
- Controle de corrente PWM
- Corrente no modo *shutdown* de 1 µA
- Freqüência do oscilador de 400 kHz

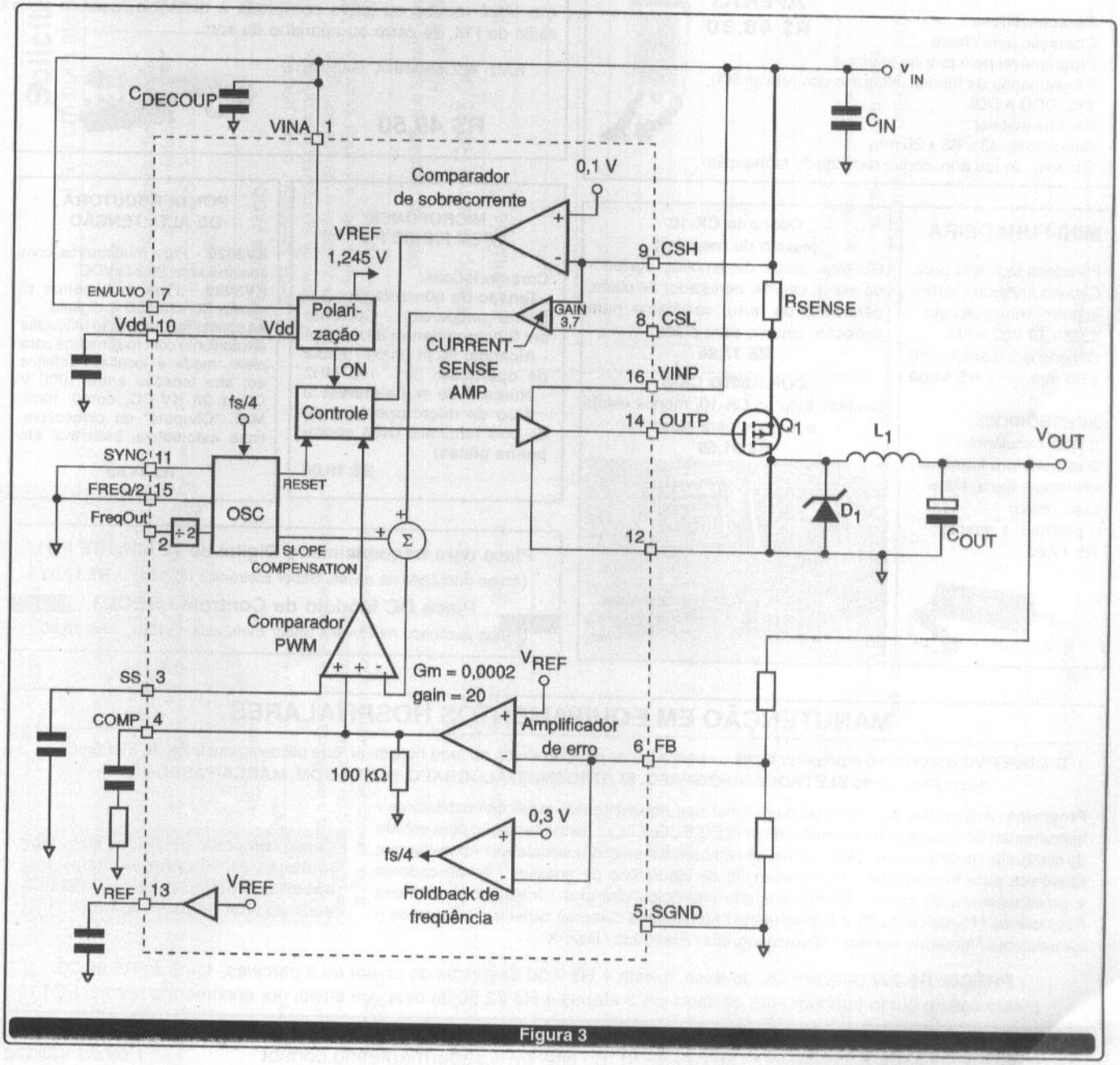


Figura 3