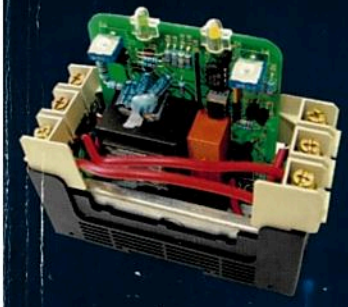
10 Projetos Práticos de Osciladores

Ano 40 Nº 377 - Junho/04
Brasil R$ 10,90
Europa € 4,30

www.sabereletronica.com.br

SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO



SOFT-STARTERS

Um comparativo técnico entre essa tecnologia e os demais sistemas de partidas de motores

Sensores na Automação Industrial

Sensores: de fibra óptica, de cor, de temperatura e rede AS-i

Cuidados com a ESD

Interface Serial RS-232 de Sinais Analógicos de 10 bits Microcontrolado

Quem foi Hedy Lamarr

ISSN 0101-6717

As Tecnologias que fazem a Diferença nas Montadoras de PCI



LITERATURA TÉCNICA

QUE NÃO PODE FALTAR EM SUA BIBLIOTECA



A INFOERA
João Antonio Zuffo
R$ 25,00



CURSO BÁSICO DE ELETRÔNICA
Newton C. Braga
R$ 13,90

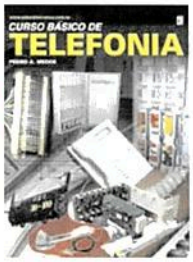


CURSO BÁSICO DE ELETRÔNICA DIGITAL
Newton C. Braga
R$ 16,50

CABEAMENTO DE REDES
Pedro Medoe
R$ 16,50

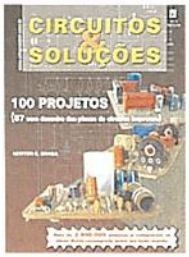


CURSO BÁSICO DE TELEFONIA
Pedro Medoe
R$ 13,90

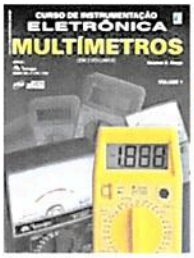


ELETRÔNICA PARA ELETRICISTAS
Newton C. Braga
R$ 14,90

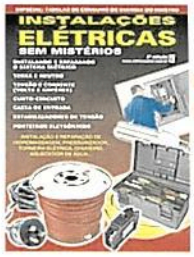




CIRCUITOS & SOLUÇÕES - VOL. 01
Newton C. Braga
R$ 15,90



CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO
MULTÍMETROS - I
Newton C. Braga
R$ 14,90

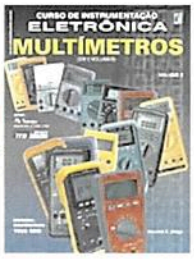


INSTALAÇÕES ELÉTRICAS SEM MISTÉRIOS
Newton C. Braga
R$ 15,90

CIRCUITOS & SOLUÇÕES - VOL. 02
Newton C. Braga
R$ 15,90



CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO
MULTÍMETROS - II
Newton C. Braga
R$ 14,90



MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES
Newton C. Braga
R$ 16,90





CIRCUITOS & SOLUÇÕES - VOL. 03
Newton C. Braga
R$ 16,90



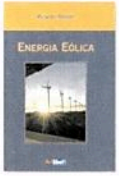
REPARO E MANUTENÇÃO DE MONITORES
Newton C. Braga
R$ 13,90



MECATRÔNICA INDUSTRIAL
Alexandre Capelli
R$ 15,90

TÍTULO / AUTOR	R$
A COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA - Ara Kouyoumdjian / Roland Calvas	33,00
ATERRAMENTOS ELÉTRICOS - Silvério Visacro Filho	34,00
CENÁRIOS DO GÁS CANALIZ. NO EST. DE SP. - Josué Pereira Melo	37,00
DESMISTIFICANDO O CONTR. ESTAT.DE PROCESSO - Marcelo Gabriel Diniz	20,00
DESPROPÓSITOS ELÉTRICOS - Paulo Ludmer	21,00
ENERGIA DESCONCERTOS EM IMPASSE - Paulo Ludmer	18,00









TÍTULO / AUTOR	R$
ENERGIA EÓLICA - Ricardo Aldabó	33,00
ENERGIA SOLAR - Ricardo Aldabó	33,00
ESQUEMATECA - TEC. DO CONTROLE E AUT. IND. - Schneider Eletric	60,00
GERENCIAMENTO DE PROJETOS - Ricardo Aldabó	28,00
QUALIDADE NA ENERGIA ELÉTRICA - Ricardo Aldabó	44,00
SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO - Paulo Ludmer	18,00
TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS - Anselmo D. / Francisco C. / Nivaldo L.	46,00

PEDIDOS

SABER MARKETING DIRETO
www.sabermarketing.com.br
ou pelo telefone (11) 6195-5330

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL
Preços válidos até 10/07/2004

Editora Saber ltda.

etores
io Fittipaldi
reza Mozzato Ciampi Fittipaldi

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

or e Diretor Responsável
o Fittipaldi

tor Técnico
ton C. Braga

ação
io Vieira

selho Editorial
ndre Capelli
Antonio Zuffo
on C. Braga

boradores
Villela, Alfonso Perez,
ckert, Márcio José Soares,
o Antônio Abifadel,
stião G. dos Santos Filho

ners
Moreno Gomes,
Shiraiwa, Jonas Ribeiro Alves,
o Paiotti

ação
uiz Cazarim

CIDADE
liza Mukai
le Castro Assis
a Rigo Peixoto
o Nunes Souza

A ANUNCIAR: (11)6195-5339
blicidade@editorasaber.com.br

são
ditora Gráfica Ltda.

uição
DINAP
I: Logistica Portugal
tel.: 121-9267800

ASSINATURAS
w.sabereletronica.com.br
ne/fax: (11) 6195-5335
dimento das 8:30 às 17:30h

letrônica é uma publicação mensal
ra Saber Ltda, ISSN 0101-6717.
, administração, publicidade e cor-
ência: Rua Jacinto José de Araújo,
apé, CEP 03087-020, São Paulo, SP,
(11) 6195-5333. Edições anteriores
e disponibilidade de estoque), solicite
www.sabereletronica.com.br, ou pelo
-5330, ao preço da última edição
.

la da:
ANER
o Nacional dos
e Revistas.
ANATEC
ÇÕES ESPECIALIZADAS
o Nacional das Editoras
ções Técnicas, Dirigidas
izadas.
anatec.org.br

EDITORIAL



Hélio Fittipaldi

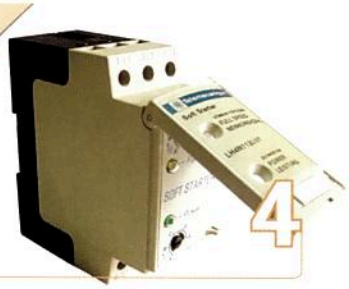
Muito se tem escrito sobre Soft-Starters, mas em nenhum momento este tema foi tratado com tanta propriedade como neste artigo no nosso articulista Alexandre Capelli que faz um comparativo técnico entre esta tecnologia e os demais sistemas de partida de motores. Atualmente muitos aparelhos são sem fio, mas isto não é nada perto do que se espera que aconteça nos próximos anos com a adesão quase que total do "Wireless". Hoje, já temos uma ampla gama de freqüências sendo atualizadas e com o tempo, isto há de aumentar, exigindo que o profissional de eletrônica utilize mais o analisador de espectro e também o osciloscópio. Portanto, o engenheiro e o técnico eletrônico devem estar aptos para interpretar os resultados em função das características do instrumento utilizado, sabendo se o seu uso foi ou não apropriado para análise.

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

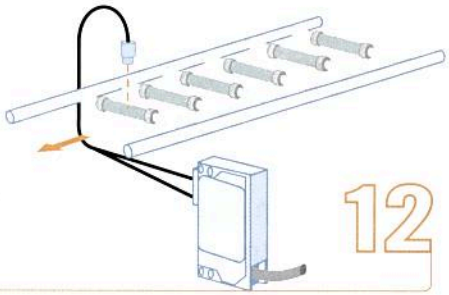
Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. As consultas técnicas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

INDICE

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL



Soft-Starters 4



Sensores na Automação Industrial 12

MICROCONTROLADORES

Interface Serial RS-232 de Sinais Analógicos com 10 bits (PIC16f873) 22

TECNOLOGIA

Cuidados com a ESD 25

Dispositivos Lógicos Programáveis - parte 3 28

Dissipadores de Calor 31

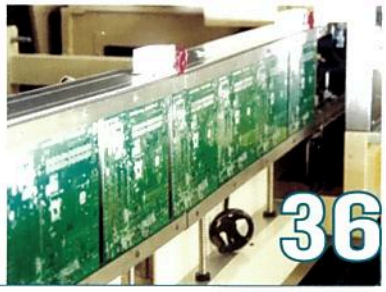


Quem foi Hedy Lamarr 34

SEÇÃO DO LEITOR 3

REPORTAGEM

As Tecnologias que fazem a Diferença nas Montadoras de PCI



..... 36

DESENVOLVIMENTO

10 Projetos Práticos 40

Criando um Novo Produto 48

ENERGIA

Relés de Estado Sólido 50

INGLES NA ELETRÔNICA

Numbering Systems 58

INSTRUMENTAÇÃO

Analisador de Espectro - parte 1 60

NOTÍCIAS

Eletrônica 56,59

Seção do Leitor

Comentários, críticas e sugestões para
a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br
ou através de cartas:
Revista Saber Eletrônica
Rua Jacinto José de Araújo, 315
03087 - 020 - São Paulo - SP

Sou leitor da Revista Saber Eletrônica de longa data e assinante há alguns anos.

Gostaria primeiro de elogiar a publicação que é uma vasta fonte de informações sobre o que está acontecendo no mercado e sobre as novas tendências.

Tenho observado que vários fabricantes têm apostado na tecnologia de RESOLVERS ao invés de encoders. Visto que tenho tido dificuldades sobre o assunto e que há algum tempo a revista já publicou uma matéria sobre encoders, estive pensando que talvez outros leitores tenham a mesma curiosidade sobre o assunto.

Acredito que este deva ser um tópico para uma futura matéria da Revista.

Elcio R. Valentin
Lasercomb Brasil
Valinhos – SP

Parabéns pelo excelente artigo sobre a RFI e EMI no chão de fábrica, "Desenvolvendo Sistemas de Automação". Entretanto, na figura 25 e seu respectivo texto é indicado a ligação ao terra das duas extremidades da malha. Se houver ddp entre os dois pontos, o que ocorre na grande maioria das vezes, um forte ruído será induzido no condutor central, eliminando o que deveria ser a blindagem contra rfi (loop de terra). No mais, abraços longa vida para a revista.

Vitorio Felipe Massoni
EAM – Eletro Acústica Mass
Catanduva -SP

A técnica de aterrar as duas extremidades da malha é a mais utilizada para evitar o loop de terra (ddp) entre os terminais. Esse procedimento chama-se equipotencialização, e também pode ser utilizado para malhas de aterramento elétrico. Uma vez que, estando aterrada em ambas extremidades, a probabilidade do ruído ser absorvido pela terra e exponencialmente maior. Você poderá encontrar um tutorial muito interessante sobre esse assunto no livro "The Designers Guide to Eletromagnetic Compatibility" (www.ednmag.com). O mesmo conceito também é tratado em uma literatura nacional "Interferência Eletromagnética" (Durval Sanches - Editora Interferência).

Estou enviando uma dúvida sobre o material que a revista trabalha. Sou professor, programador (Visual Basic) e gostaria de saber se a sua revista possui ou lançou algum artigo de programação VB controlando dispositivos elétricos/eletrônicos, como por ex. "Acender uma lâmpada", "Disparar um alarme".

Janilson Jesus de Souza
FAETEC
Rio de Janeiro - RJ

A Editora Saber ainda não publicou uma obra a esse respeito. Entretanto, nossa loja "Saber Marketing", tem boa referências. Para conhecer esses livros e muitos outros mais, visite nosso site: www.sabermarketing.com.br, ou envie um e-mail para vendas@editorasaber.com.br.

Há uma edição da revista Saber Eletrônica tem projetos utilizando o componente de transmissão e recepção da Telecontrolli. Entrei em contato com o fabricante e o mesmo disse que seria necessário a importação elevando o custo do projeto, então gostaria de saber se vocês da saber podem me informar quem é o representante destes componentes ou quem vende estes componentes, pois estou desenvolvendo um projeto acadêmico e tenho interesse em utilizá-lo.

Mauricio Mendez Ribeiro
Curitiba - PR

Você poderá encontrar esses módulos na loja Rei do Som: www.reidosom.com.br.

Gostaria de saber como foi o desenvolvimento do cálculo para se chegar aos valores da tabela reproduzida abaixo:

Diâmetro do Vazamento	Custo por ano	Custo por mês	Custo por hora
0,5 mm^2	R$ 47,81	R$ 3,98	R$ 0,01
1,0 mm^2	R$ 191,23	R$ 15,94	R$ 0,02
2,0 mm^2	R$ 764,91	R$ 63,74	R$ 0,09
3,0 mm^2	R$ 1.721,05	R$ 143,42	R$ 0,20

Obs.: Custo do kwh - R$ 0,06

Fabrício Pinto Coelho

A tarifação depende do contrato que você tem com a concessionária de energia. Fatores como grupo (A, B, C, horo sazonal, etc.) e demanda contratada influenciam diretamente a maneira da cobrança. Levante esses dados, e nos envie para uma análise mais profunda.



SOFT-STARTERS

Um comparativo técnico entre essa tecnologia e os demais sistemas de partida de motores

Com certeza, a maior parte da carga elétrica em uma indústria, seja ela de processos contínuos ou discretos, é a motorização. Projetar sistemas de partida de motores, portanto, há muito é um desafio para os integradores de tecnologia. Conheça através desta matéria as principais técnicas de partida de motores, bem como uma análise sobre o mais popular sistema estático: o *soft-starter*.

Alexandre Capelli

SISTEMAS DE PARTIDA ELETRODINÂMICOS

Existem várias configurações de partida de motores que utilizam apenas contatores, relés e botoeiras. As três mais comuns são: partida direta, com autotransformador, e partida estrela/triângulo.

a) Partida direta:

A partida direta é o circuito mais simples, conforme podemos observar pela **figura 1**. Um simples contato, em conjunto com um relé térmico são necessários.

"Mas até que ponto posso usar a partida direta sem comprometer o bom funcionamento do sistema?"

Para responder esta pergunta, vamos ignorar as implicações mecânicas sobre a carga (inércia, resistência dos materiais envolvidos, etc.), e considerar apenas as implicações elétricas.

O "impacto" sobre a instalação dependerá de dois fatores: a magnitude da corrente, ou melhor, do pico de corrente de partida; e a capacidade da rede de absorver a corrente de "in-rush" (partida).

De um modo geral, não se aconselha prover partida direta a motores com mais de 3 CV de potência, considerando um motor trifásico de 220 VCA, pois estamos tratando, então, de aproximadamente 10 A de corrente total, em regime normal de funcionamento.

Ora, um motor pode atingir até sete vezes sua corrente nominal no instante da partida. No exemplo, teríamos cerca de 70 A. Dependendo da inércia mecânica, os sistemas de proteção podem atuar antes do motor atingir sua velocidade nominal.

b) Partida com autotransformador.

O princípio de funcionamento da partida com autotransformador é bem simples. Através da **figura 2** podemos entender melhor seu funcionamento. No instante da partida os contatores K_2 e K_3 fecham-se, enquanto K_1

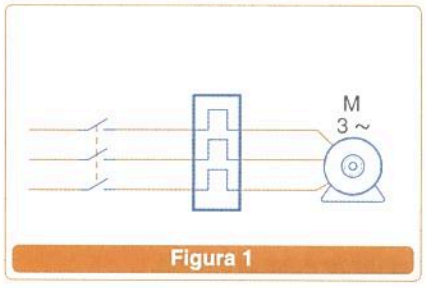


Figura 1

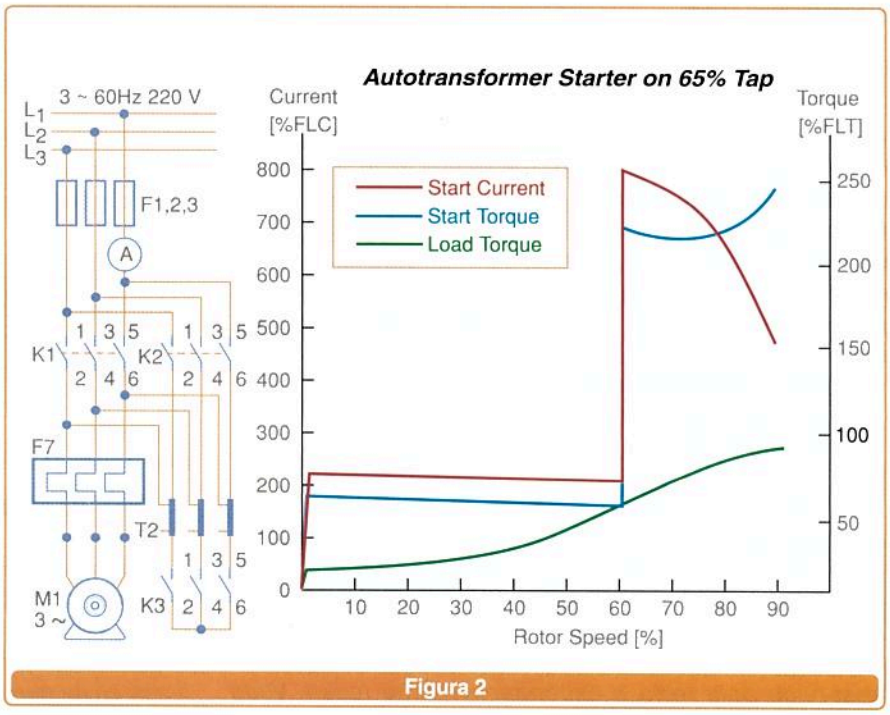


Figura 2

permanece aberto. Desta maneira o motor parte com tensão reduzida, oriunda de um "tap" do transformador. Geralmente, esse é construído de modo a gerar entre 50 % da tensão da rede, a 65 % dela.

Uma vez que a inércia é vencida, K_2 e K_3 abrem, e K_1 liga o motor diretamente à rede. Essa transição pode ser feita manualmente através de botoeiras, ou automaticamente com relés temporizadores.

A **figura 3** mostra como os valores de pico são drasticamente reduzidos com 50 % de tensão.

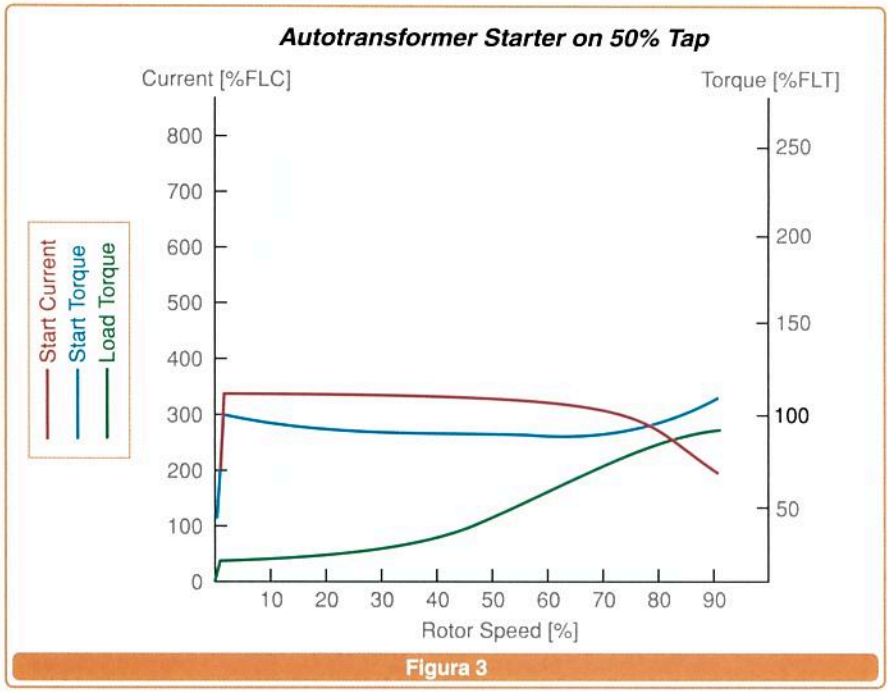


Figura 3

c) Partida estrela / delta

A **figura 4** ilustra outro famoso sistema de partida, talvez, até o mais famoso de todos. Trata-se da partida estrela/delta.

O princípio de funcionamento baseia-se na alteração do "fechamento" das bobinas . Quando estas estão ligadas em estrela, a tensão sobre cada uma é igual a da rede elétrica dividida por $\sqrt{3}$. Após a partida, o fechamento muda para delta. Agora, a tensão em cada bobina é igual a rede.

"Qual a lógica de funcionamento desse sistema?"

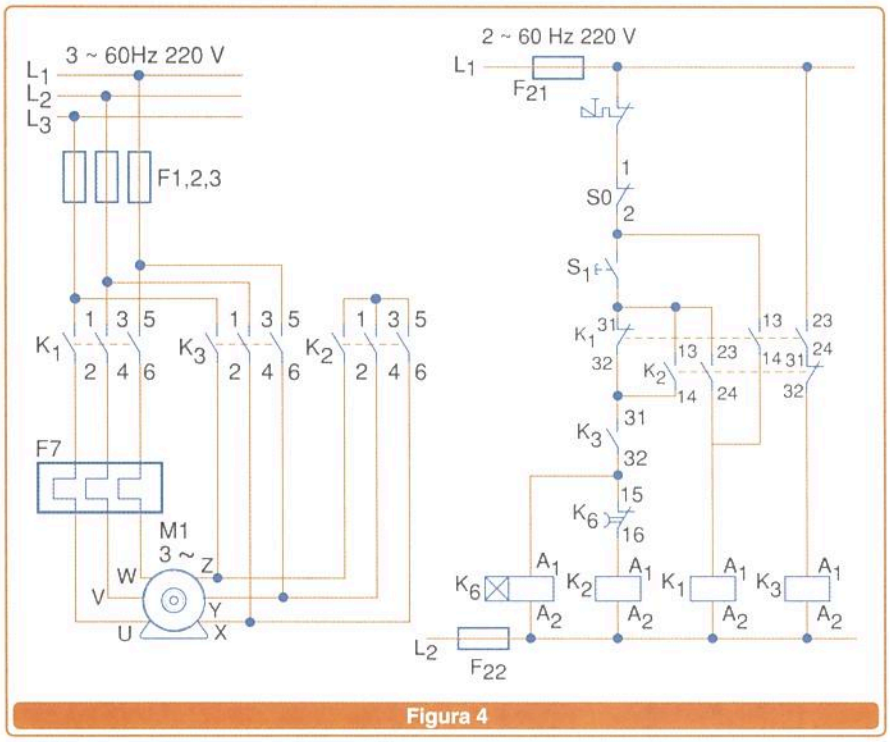


Figura 4

Na condição inicial de partida do motor (estrela), K_1, K_2, e K_3 estão desligados e a rede RST está sob tensão.

Pulsando-se o botão S_1, a bobina do contador K_2 e o relé temporizador K_6 serão alimentados, fechando os contatos de selo e o contator K_2, que mantém energizadas as bobinas dos contatores K_1 e K_2.

Uma vez energizadas as bobinas de K_2 e K_1, fecham-se os contatos principais e o motor é acionado na ligação estrela.

Após o tempo relativo ao ajuste do relé temporizador, este ativa fazendo com que o contato (15 – 16) desligue K_2 abrindo seus contatos principais.

Com a bobina K_2 desenergizada, energiza-se a bobina de K_3, que acionará o motor em triângulo.

A parada do motor dá-se pelo botão S_0, que interrompe a bobina de K_1 e seus contatos (13-14) e (23-24), desligando a bobina K_3.

O sistema conta com uma proteção, a qual estando o motor em movimento, o contato K_3 (31-32) fica aberto e impede a energização acidental da bobina K_2.

Reparem através da **figura 5** como o tempo de "sobrecarga" fica reduzido com este sistema.

SOFT STARTER

Soft Starter, também conhecido como "partida suave" é um equipamento eletrônico, de acionamento estático, e que reduz a tensão para o motor no instante da partida. Basicamente, ele apresenta dois ajustes: corrente de partida, e torque. Alguns modelos, ao invés do torque, dispo-

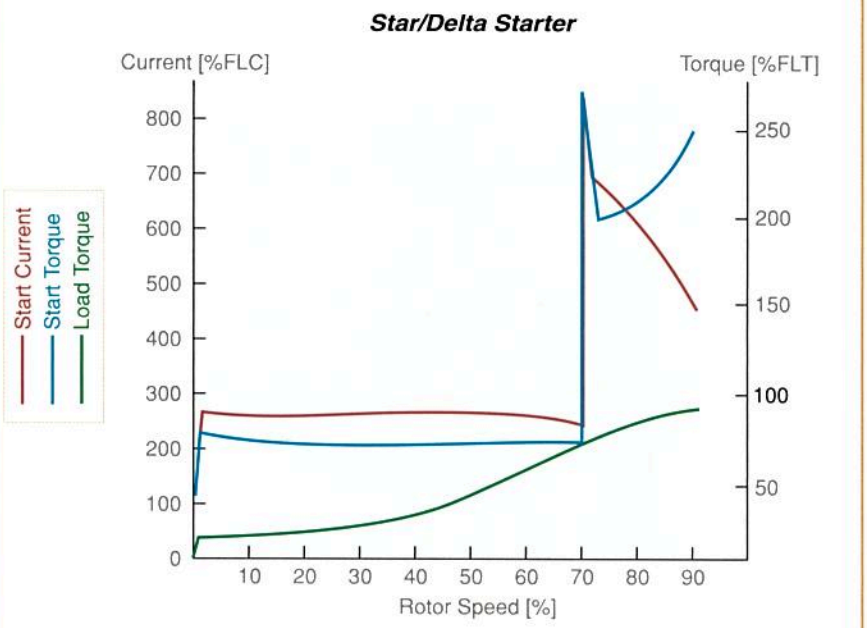


Figura 6

nibilizam o tempo em que se deseja até o motor atingir a velocidade de rotação nominal.

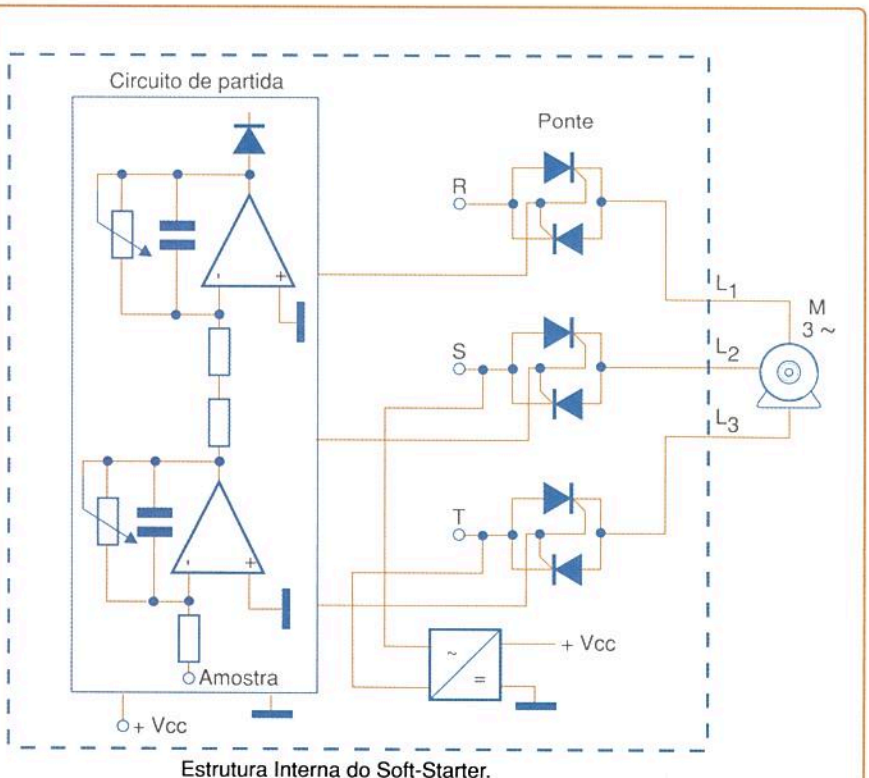
Sua estrutura interna pode ser vista na **figura 6**. O circuito de partida é constituído por uma malha de controle, geralmente, feita com amplificadores operacionais.

Uma amostra de rede é injetada em um circuito integrador, que pode atrasar o ângulo de disparo numa faixa típica que varia de 10 % a 70 % da potência nominal do motor.

Uma ponte feita de tiristores tem seu ângulo de disparo determinado pela malha de controle. Desta forma, a tensão e, conseqüentemente a corrente no motor sobe segundo uma rampa, cuja inclinação é determinada por ajustes disponíveis ao usuário. Uma vez que a rampa atinja seu ápice, o valor de tensão no motor é igual ao da rede (ângulo de disparo próximo a zero grau).

A **figura 7** mostra um *soft-starter* instalado. Ele é alocado em série com o motor e conectado à rede elétrica via contator e proteção térmica e eletromagnética.

Como exemplo, utilizamos um *soft-starter* da Telemecanique, modelo LH4N12.



Estrutura Interna do Soft-Starter.

Figura 6

CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES SOBRE EQUIPAMENTOS DE PARTIDA SUAVE.

Antes de comprar um *soft-starter* é bom entender muito bem seus aspectos construtivos, face às necessidades da carga.

a) Controle de tensão dos elementos chaveadores.

Há vários tipos de *soft-starters* no mercado. Temos, então, uma grande variedade de preços e de performance.

O modelo mais econômico é aquele que controla apenas uma das três fases, conforme ilustra a **figura 8**.

Sua vantagem é o baixíssimo preço, às custas, é claro, de uma assimetria de potência entre as fases. Conforme podemos ver, apenas uma delas tem sua tensão reduzida na partida, enquanto as demais são ligadas diretamente ao motor. O dispositivo funciona bem, porém, gera mais harmônicas.

Um outro tipo muito comum é o da **figura 9**, onde duas fases (estrategicamente "R" e "T") são controladas. Embora mais caro que o anterior, reduz a assimetria e harmônicas na rede.

Há ainda o tipo ilustrado na **figura**

Família de microcontroladores de baixíssimo consumo para soluções de medição



Simplifique o projeto de seus próximos produtos para medição usando a família de microcontroladores SoC MSP430 da Texas Instruments, desenvolvida especialmente para medidores de gás, água e eletricidade. Os novos componentes MSP430 FE42x/FW42x permitem leitura automatizada do medidor, combinando o microcontrolador Flash de mais baixo consumo da indústria com um front end analógico (AFE) integrado dedicado. A integração SoC reduz em 80% o número de componentes e aumenta a performance, enquanto reduz custo e tempo de desenvolvimento. Com memória Flash programável interna, rápidas alterações e upgrades agora são possíveis. E mais: o MSP430 tem uma completa linha de ferramentas de desenvolvimento a baixo custo.

Consulte nossos distribuidores: disponibilidade imediata de componentes e de ferramentas subsidiadas.

Para mais informações e amostras, visite www.ti.com/msp430

Texas Instruments www.ti.com/brasil - **e-mail:** texas-suporte@ti.com - **tel.:** (11) 5504-5133
Distribuidores: Avnet (11) 5079-2150; Insight (11) 3722-1177e Panamericana/Arrow (11) 3613-9300.
Consultores / 3rd Parties: www.ti.com/3p e www.ti.com/brasil3p

REAL WORLD SIGNAL PROCESSING™

TEXAS INSTRUMENTS

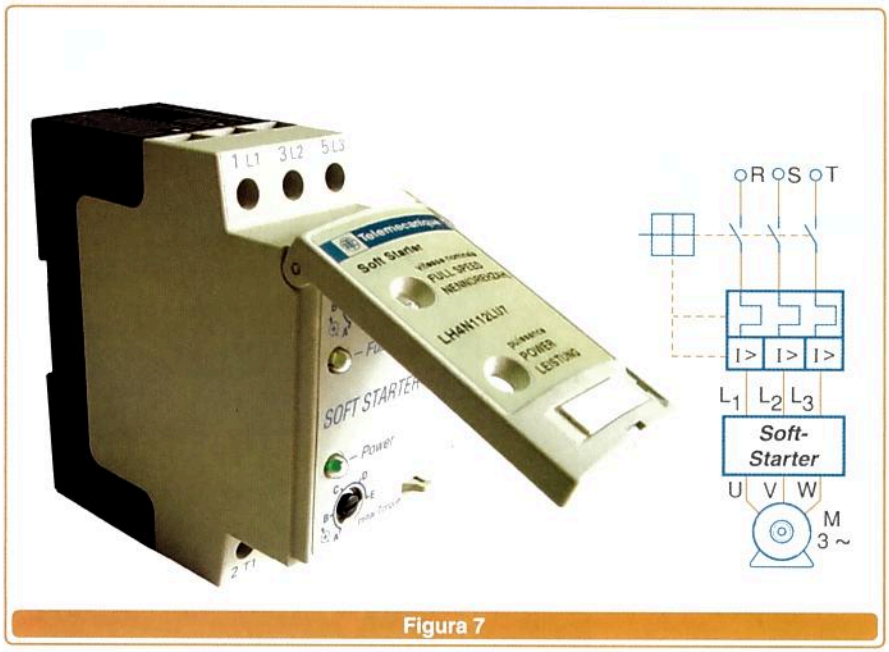


Figura 7

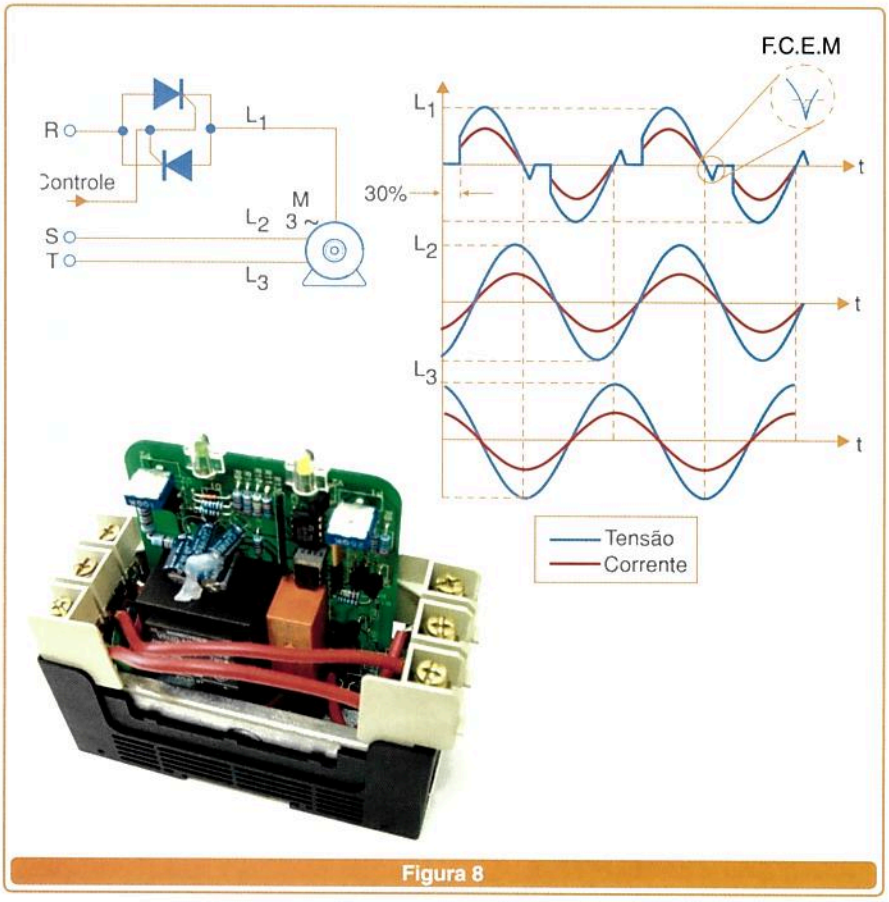


Figura 8

10, onde um SCR por fase controla o semiciclo positivo de cada uma. Os semiciclos negativos não têm controle, e são entregues ao motor integralmente, via os diodos em antiparalelo com SCR.

A **figura 11** nos traz o "top" de linha onde as três fases são totalmente controladas. Com uma eletrônica de controle mais elaborada, permite maior flexibilidade no uso, e reduz o ruído elétrico na rede.

COMO IDENTIFICAR SOFT-STARTERS.

Muitas vezes o fabricante não revela qual arquitetura da ponte de tiristores utiliza no seu produto. Entretanto, o leitor já deve ter percebido o quanto este aspecto é importante.

Separar um tipo do outro é um trabalho simples e rápido. Basta para isto um multímetro.

Colocando na escala Ω ou diodos, encostamos as pontas de prova entre entrada e saída de cada fase, e verificamos qual a leitura.

Caso esteja aberta em ambos os sentidos e nas três fases, significa que o equipamento tem uma ponte totalmente controlada.

Toda fase que apresentar valor ôhmico igual a zero ohm não é controlada. Caso haja uma leitura igual a 0,7 na escala de diodos, significa que tem diodos para o semiciclo negativo.

Resumindo, uma simples operação de "checagem" com o multímetro determina a arquitetura do dispositivo.

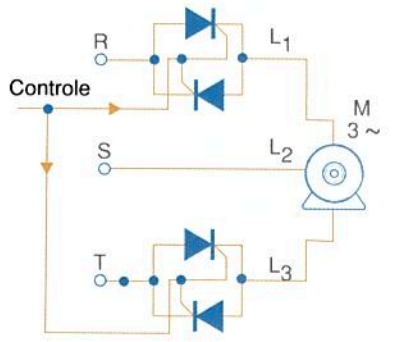


Figura 9

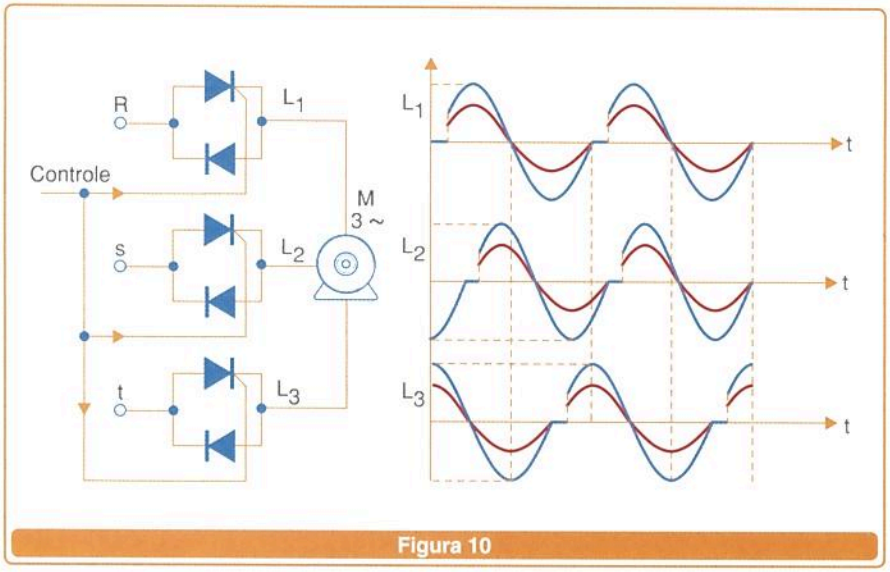


Figura 10

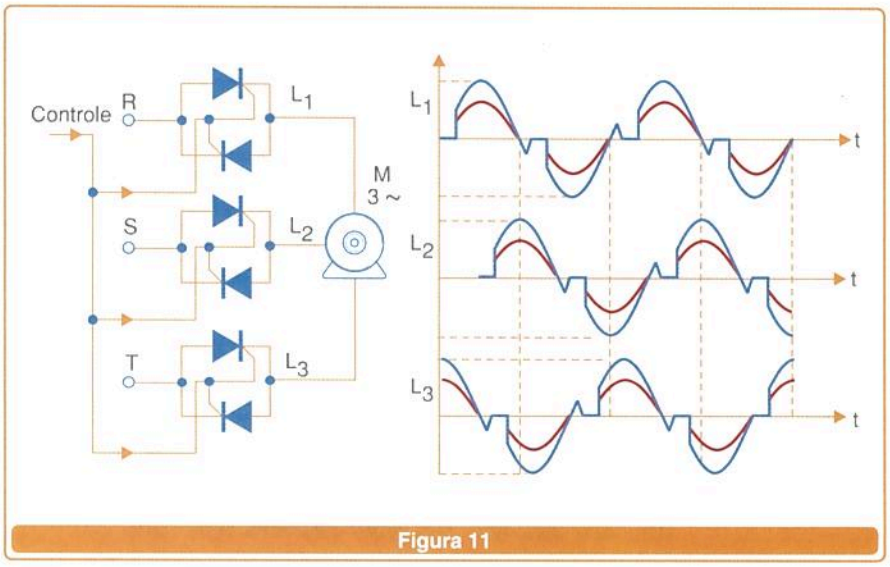


Figura 11

b) Malha de controle

Outro parâmetro muito importante é o controle da ponte de tiristores. Na verdade, ele pode ser de dois tipos: malha aberta ou malha fechada.

O controle malha aberta é bem mais simples, e, através de um ou dois potenciômetros externos, o usuário pode ajustar a rampa de aceleração do motor. Normalmente, a faixa utilizada vai de 10 % a 70 % da potência nominal na partida, chegando aos 100 % após vencida a inércia.

Neste caso não há sensores de corrente, conseqüentemente, o controle opera sem um *feed-back*.

O *soft-starter* em malha fechada, por outro lado, é muito parecido fisicamente com um inversor de freqüência. Ele tem uma IHM (Interface homem-máquina), e que pode ser programada com vários parâmetros. Sensores de corrente estabelecem um *feed-back* ao equipamento. Assim, é possível programar-se um "set point" de corrente. O controle regula os ângulos de disparo de modo que este valor seja respeitado e, mais que isso, equalizado pelas três fases.

Neste caso, nem é preciso obter informações do fabricante ou fazer testes para saber se o *soft-starter* é de malha aberta ou fechada. Se tiver uma IHM, e dispõe de vários parâmetros, é fechada. Por outro lado, se apresentar apenas dois ou três potenciômetros de ajuste , é aberta.

SOFT-STARTER X MOTORES DE PASSO

É consenso de especialistas em controle que utilizar sistemas de partida suave em motores de passo e/ou servomotores não é uma boa idéia.

Esses motores apresentam um grande número de bobinas, e seu rotor é um ímã permanente.

Ora, essas características construtivas foram desenvolvidas justamente para fornecer alto torque em baixas velocidades, ou até velocidade zero. Caso haja necessidade de algum controle de partida, que este seja feito por um inversor de freqüência, e não por um *soft-starter*.

LIMITES

O *soft-starter* pode ser instalado de modo a acionar o motor durante sua partida e seu funcionamento, ou somente na sua partida.

No primeiro caso, o dispositivo controla a partida e, após vencida a inércia, conecta o motor a rede através da sua ponte tiristorizada. Como, agora, o ângulo do disparo é aproximadamente zero grau, o efeito assemelha-se como se o *soft-starter* fosse um simples "jumper".

No segundo caso, o equipamento aciona o motor apenas na partida e, após, é "curto-circuitado" por um contator.

Por esta razão, e por fazer o papel de um contator em determinadas situações, a norma que rege esse equipamento e estabelece seus limites é a mesma dos contatores: IEC 947-4-2.

SOFT-STARTER X INVERSOR DE FREQÜÊNCIA

Cuidado!

Por mais parecidos que eles forem fisicamente, não confunda *soft-starter* com inversor de freqüência.

Tanto o princípio de funcionamento quanto a função são diferentes.

O *soft-starter* funciona segundo

a redução da tensão de partida, através de deslocamento do ângulo de disparo de uma ponte tiristorizada. Sua função é, apenas e tão somente, controlar o motor no instante da partida. Após isto, a rede elétrica é conectada diretamente ao motor. Todo o processo acontece em 60 Hz.

O inversor de freqüência, por outro lado, tem a estrutura de acordo com a **figura 12**.

A rede é retificada, filtrada, e aplicada a uma ponte de IGBTs. Esses são chaveados em freqüência de até 16 kHz. O equipamento controla não somente a partida de motor, mas é capaz de variar sua velocidade de modo a manter o torque constante, através do que chamamos curva V/f.

Resumindo, um inversor pode substituir sempre um *soft-starter*, mas, o contrário não é verdadeiro.

Para entender melhor a função de *soft-starter*, notem a **figura 13**. Enquanto uma partida direta apresenta picos de corrente de até sete vezes a nominal, por um longo período, o soft-starter provê picos da metade desse valor, por um tempo significativamente menor.

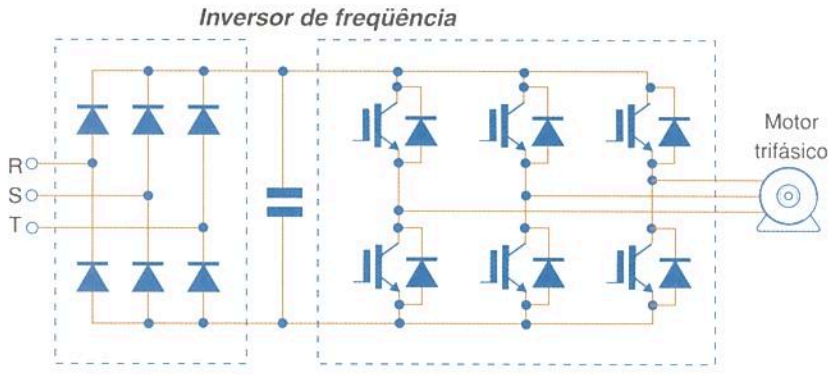
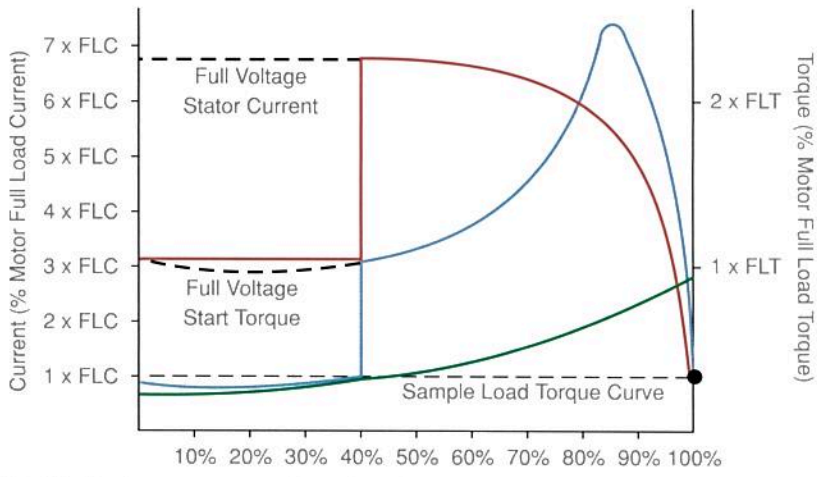


Figura 12



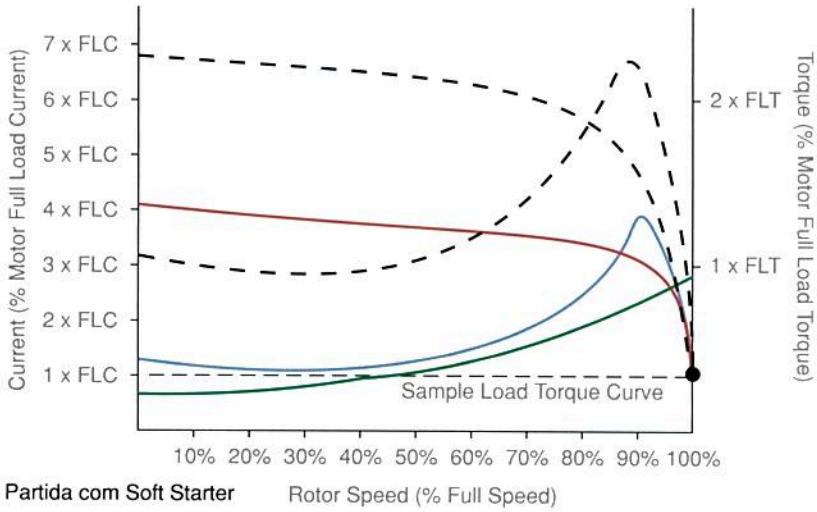


Figura 12

CONCLUSÃO

Os soft-starters podem variar muito em desempenho e preço. Podemos encontrar o mais elementar de todos, onde apenas uma fase é controlada, e não há *feed-back* no processo (malha aberta), até equipamentos de malha fechada e pontes totalmente controladas. Nesses casos, o dispositivo tem sua própria IHM. A escolha por um ou outro não depende da sofisticação que o processo exige, mas sim pela relação custo/benefício.

Envie suas sugestões sobre esta matéria para nossa Redação (**a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br**). Sua participação é fundamental.

O maior evento do setor Elétrico e Eletrônico em 2004

Fiiee

FEIRA INTERNACIONAL DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA

• MINAS GERAIS •

21 a 24 • Setembro • 2004

EXPOMINAS - Centro de Feiras e Exposições de Minas Gerais • Belo Horizonte

SETORES - Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica • Equipamentos Industriais: Acionamentos, Equipamentos para Áreas Classificadas, Retificadores, Motores e Afins • Componentes Elétricos e Eletrônicos • Materiais Elétricos de Instalação • Informática • Automação e Instrumentação • Telecomunicações • Concessionárias • Serviços

Organização e Promoção:

ALCANTARA MACHADO

Tel.: (11) 6221-9908 / Fax: (11) 6221-2378
www.fiiee.com.br • info@alcantara.com.br

Apoio Institucional: abinee · FIEMG CIEMG SESI SENAI IEL · sinaees

Apoio: VARIG

Afiliada à: UBRAFE

FEIRA INTERNACIONAL DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA MINAS GERAIS

21 a 24 • Setembro 2004

○ **EXPOR** - Envie este cupom totalmente preenchido por **fax (11) 6221-2378** para obter maiores informações sobre expor na **FIIEE 2004**.

○ **VISITAR** - Para sua comodidade, solicite sua credencial permanente para visitar o evento através do site **www.fiiee.com.br**, ou envie este cupom totalmente preenchido por **fax (11) 4197-9112** até a data limite de **20 de Agosto de 2004**, ou apresente-o na portaria da feira com seu cartão comercial. É proibida a entrada para menores de 16 anos, mesmo se acompanhados.

Empresa: _____

Nome: _____ Cargo: _____

Ramo de Atividade: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Tel.: _____ Fax: _____ e-mail: _____

www.fiiee.com.br

SENSORES NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Sensores: de fibra óptica, de cor, de temperatura e rede AS-I

Na edição passada, abordamos o tema sensores nas aplicações da automação de plantas industriais. Como o assunto é extenso, não tivemos oportunidade de tratar outros tipos de sensores, nem a rede mais famosa desenvolvida para sua conectividade: A AS – Interface.

Este, portanto, é o foco desta matéria.

Confira!



Alexandre Capelli

1 - SENSORES DE COR

Ainda dentro da família dos sensores ópticos, temos o sensor de cor. Com uma eletrônica bem mais complexa, este sensor opera com três transmissores (vermelho, verde, azul), conforme podemos observar pela **figura 1**.

Através da modulação do emissor (**figura 2**), o receptor avalia o sinal. Se há coincidência para determinado padrão, a saída é acionada.

Este componente pode ser "programado" para reagir a determinada cor. Os fabricantes denominam esta operação de "Teach-in".

Uma grande qualidade do sensor de cor é sua imunidade à luz externa.

Através do uso de grupos de sensores, podemos classificar, separar e organizar peças segundo a cor, em um processo contínuo ou discreto.

Cuidado!

Alguns integradores confundem o sensor de cor com sensor "marca cor". Este último reage apenas a diferenciação de contraste, e transmite apenas luz vermelha ou verde. Sua utilização é bem específica.

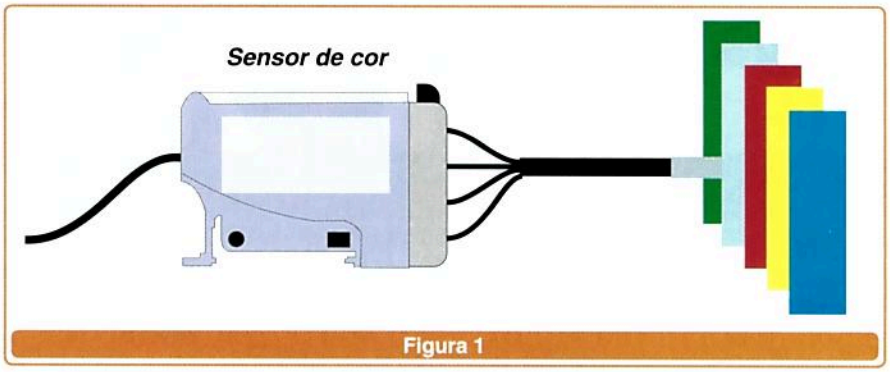


Figura 1

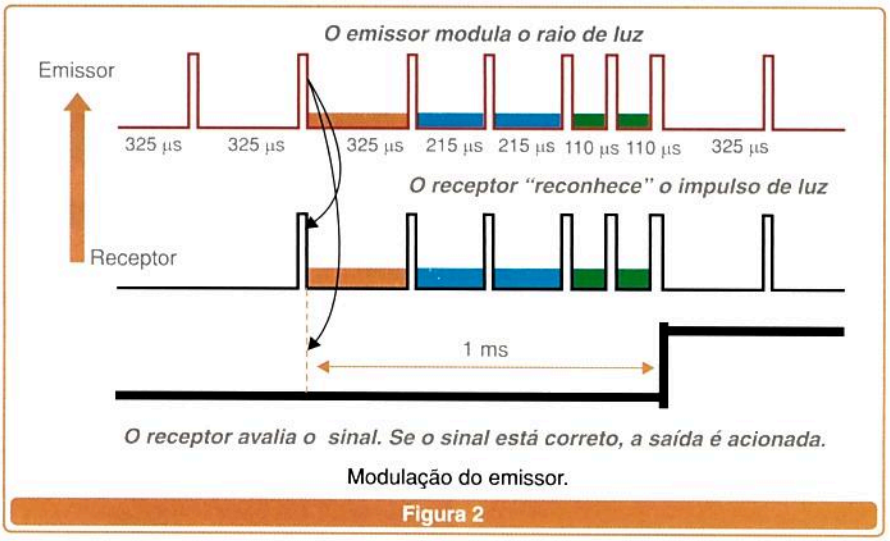


Figura 2

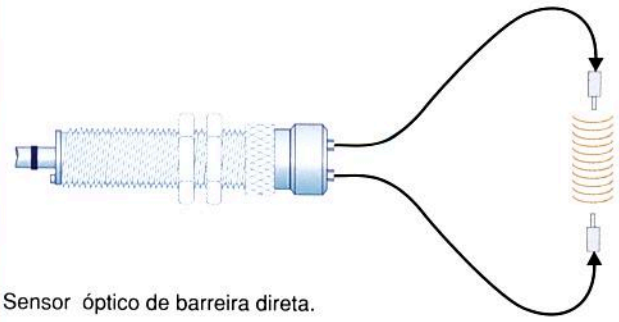
2 – SENSORES COM FIBRA ÓPTICA

A fibra óptica tem sido muito utilizada na construção de sensores ópticos industriais.

A **figura 3** mostra um exemplo deste sensor na arquitetura "barreira direta", já a **figura 4** ilustra outro do tipo retro-reflexivo.

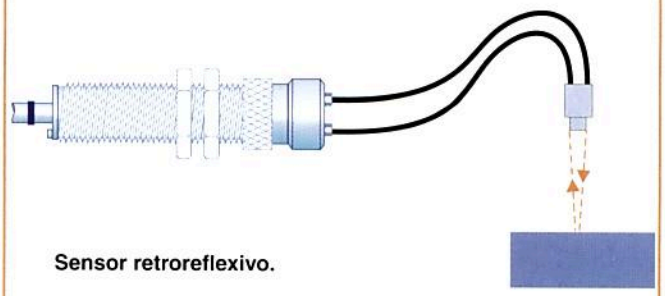
"Quais as vantagens de utilizar sensores ópticos com fibra óptica no lugar dos convencionais?"

Depende do processo, mas as mais significativas são:



Sensor óptico de barreira direta.

Figura 3



Sensor retroreflexivo.

Figura 4

- Capacidade de detecção em áreas restritas, por exemplo: pequenos furos.
- Operação em ambientes hostis (calor, umidade, radiação, etc.)
- Alta precisão na detecção de pequenos objetos.

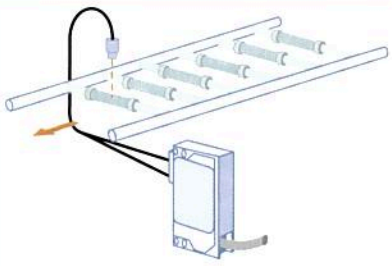
Tanto o de barreira direta como o retro-reflexivo podem ser feitos com fibras plásticas (polímeros) ou de vidro.

A opção por uma ou por outra pode ser avaliada segundo a **tabela 1**.

A **figura 5** traz um exemplo de detecção de pequenos objetos através de um sensor retro-reflexivo de fibra óptica, e a **figura 6** um detector de peças colocado em uma máquina de costura industrial.

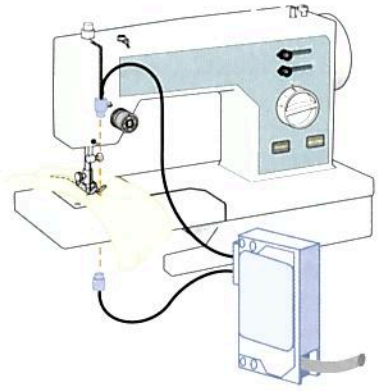
Polímero	Alta resistência mecânica
	Pode ser conectada facilmente no sensor, sem necessidade de ferramentas especiais.
	Baixo Custo
Vidro	Adequada para altas temperaturas
	Baixa atenuação
	Vida longa

Tabela 1



Detecção de pequenos objetos.

Figura 5



Sensor difuso na costura industrial

Figura 6

3 – SENSORES DE TEMPERATURA

Com certeza, a temperatura é uma das grandezas mais comuns a ser monitorada e controlada em um processo fabril.

Podemos encontrar uma vasta gama de dispositivos utilizados como sensores de temperatura, porém, os termistores e os termopares são os mais comuns.

a) Termistores

Dizer que os termistores (nome oriundo de *thermal* + *resistors*) são componentes semicondutores sensíveis à temperatura e, de acordo com o seu tipo, NTC ou PTC, apresentam um coeficiente negativo ou positivo da resistência em função da temperatura não é novidade para ninguém. Contudo, já vi algumas dúvidas "assaltarem" o integrador:

"Quando utilizar um ou outro?"
"Somente a temperatura pode ser sensoriada por esses componentes?"
"Quais são suas limitações?"

Entre outras.

A faixa de operação dos termistores encontra-se entre – 200 °C a + 1000°C. A temperatura é função do tipo de encapsulamento, que pode ser de bolha de vidro, microplaquetas (parecido com capacitores), e como ponta de prova.

Podemos observar a comparação entre as curvas do NTC e PTC na **figura 7**.

Teoricamente, e salvo pequenas alterações, os circuitos que tratam os sinais dos termistores são quase iguais. Isto significa que para monitorar a temperatura podemos utilizar tanto o NTC quanto o PTC.

A **figura 8** ilustra um alarme de sobretemperatura feito com um amplificador operacional e um PTC. O funcionamento é bem simples, uma vez que o amplificador está na configuração de malha aberta. O PTC faz parte de um divisor resistivo, então, quando a temperatura sobre ele se elevar, sua resistência também aumentará.

Ora, pela lei de Ohm, a tensão sobre ele terá sua amplitude incrementada de forma diretamente proporcional ao aumento da resistência. Quando este valor ultrapassar o valor

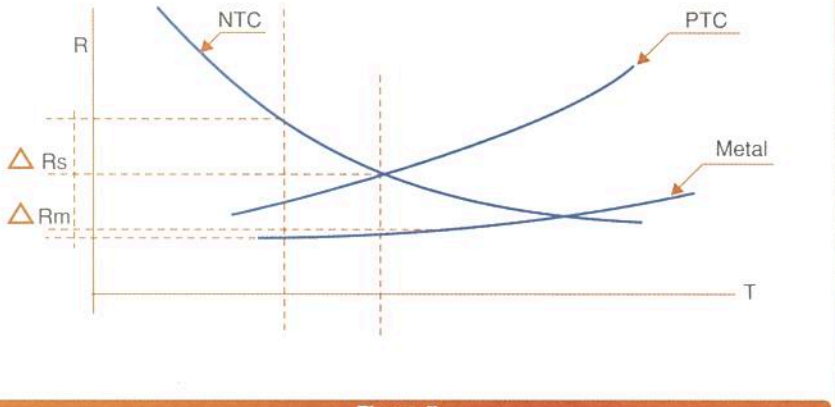


Figura 7

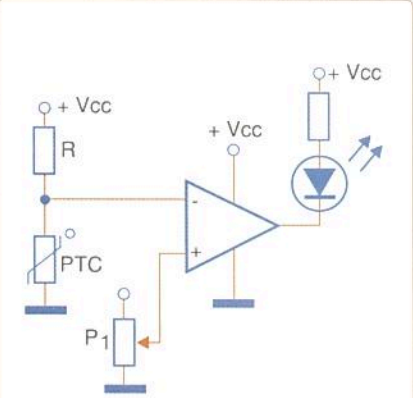


Figura 8

de referência aplicado na entrada não inversora, a saída do operacional passará de +Vcc para 0 Volt, acionando o LED.

Notem pela **figura 9** que podemos fazer a mesma coisa com um NTC, apenas alterando sua posição no divisor resistivo. Como sua resistência, agora, diminui com a temperatura, a tensão em "R" aumentará. Quando essa ultrapassar o valor de referência, o LED acenderá.

"Então, qual deles utilizar na prática?"

Depende da faixa de resposta que se deseja. Conforme podemos observar na **figura 10**, o PTC varia sua resistência em um "range" muito menor que o NTC para a mesma faixa de temperatura. Isto tem prós e contras. Se necessitamos cobrir uma larga faixa de temperatura, o NTC é a melhor solução, porém, se esta faixa for estreita e precisarmos de uma medida mais precisa, então, o PTC será mais indicado.

Resumindo, o NTC cobre uma faixa maior com menor precisão, e o PTC uma faixa menor com maior precisão.

"E quanto as aplicações?"

Os termistores não são empregados apenas para medir temperaturas, mas também para operar com tudo o que a variação desta grandeza influi. Duas outras típicas aplicações, por exemplo, são os circuitos de proteção e desmagnetização.

- PTC

Devido as suas características, o PTC é o termistor mais usado em circuitos cuja finalidade não seja necessariamente "sensoriar" temperaturas.

A **figura 11** ilustra um circuito utilizado em monitores e aparelhos de TV, para desmagnetização do tubo de raios catódicos (TRC). Quando o circuito é ligado, a corrente oscila entre um valor máximo (PTC frio), e um mínimo (PTC quente). Essa oscilação "sub-amortecida" gera um

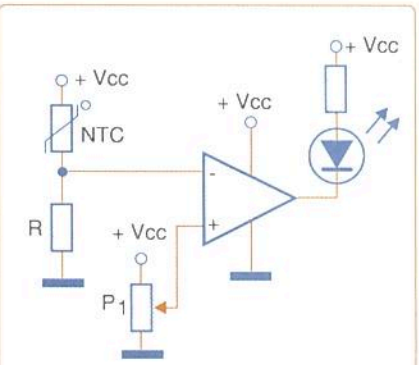


Figura 9

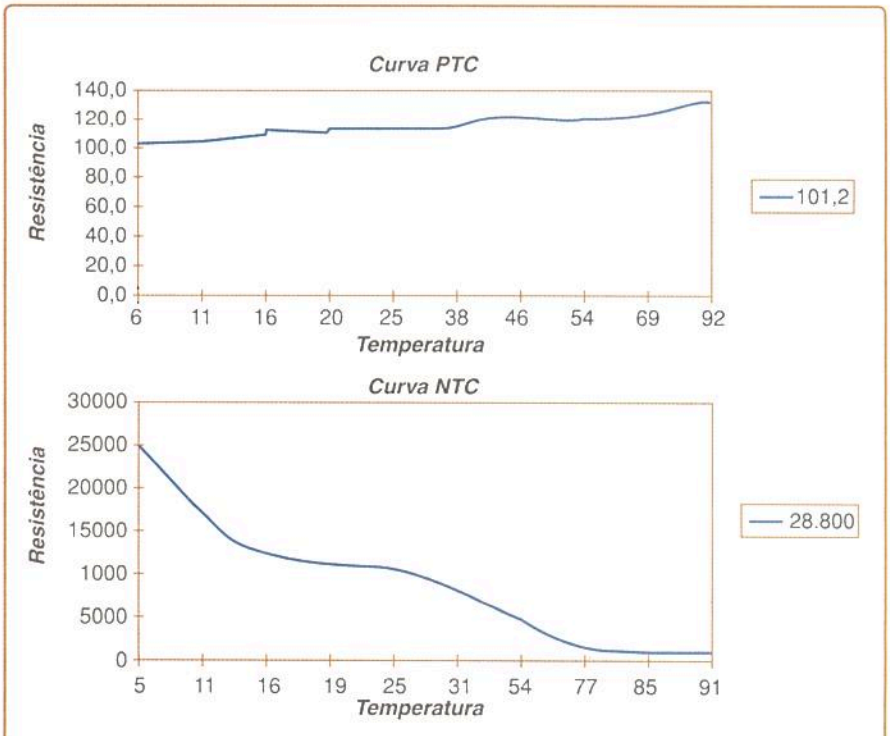


Figura 10

contra fluxo magnético que protege o TRC a cada operação.

Reparem que, desta vez, o termistor está sendo utilizado de modo inverso ao de um sensor de temperatura. Na realidade, não se pode considerá-lo como tal nesta aplicação, mas sim como um componente limitador de corrente.

Quando projetamos um circuito para monitorar a temperatura, uma das regras mais básicas é evitar o auto-aquecimento do sensor. Isto é feito de modo que o mínimo de corrente possível circule pelo elemento.

Assim, o calor devido ao efeito Joule é minimizado, e de influência desprezível em relação à temperatura ambiente. Amplificadores operacionais, graças a sua alta impedância, são coadjuvantes de suma importância nesses circuitos.

O princípio de funcionamento dos circuitos de desmagnetização, ao contrário, é justamente o auto-aquecimento.

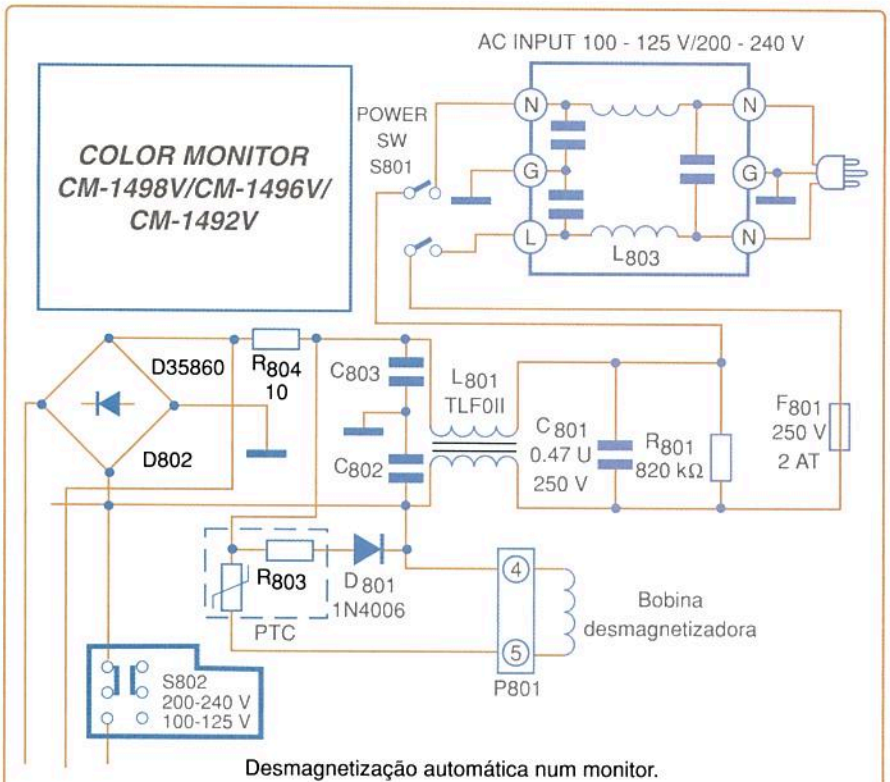
Outro exemplo de aplicação pode ser visto na **figura 12**. Trata-se de um circuito de proteção tipo "crow bar" para fonte de alimentação. Neste caso utilizamos uma fonte linear, porém, o mesmo pode ser empregado para fontes chaveadas.

O SCR tem seu catodo e *gate* ligados através de um PTC. Por esse componente, circula a corrente de carga. Uma vez que esta assuma valores acima da capacidade da fonte, a tensão V_{GK} atinge 0,7 Vcc, disparando o SCR, e, conseqüentemente, desligando a saída. Novamente o acréscimo de corrente provocou o aumento da temperatura, que aumentou a resistência do PTC, levando a uma maior ddp entre seus terminais.

Existe ainda uma função híbrida, ou seja, monitorar uma temperatura, mas não para medi-la, e sim para executar determinada tarefa após essa atingir um valor limítrofe. A **figura 13** nos traz o mais clássico exemplo, onde um ou mais PTCs são alocados nas cabeças das bobinas do motor. Caso ocorra um acréscimo de temperatura, o circuito de comando será desabilitado.

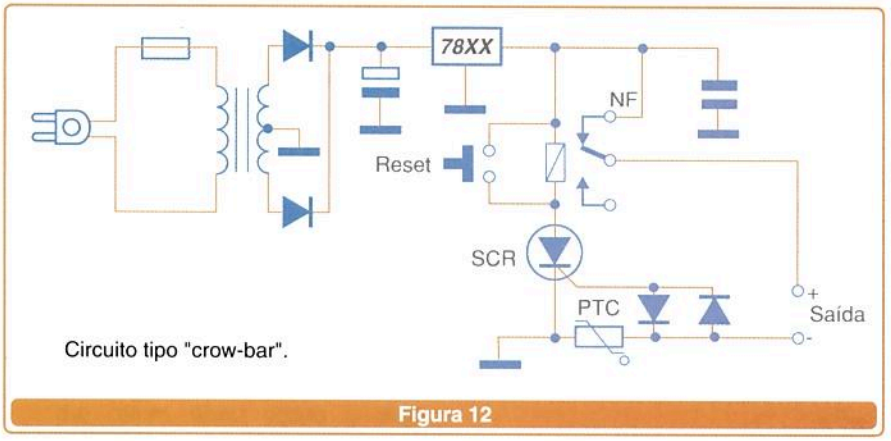
O NTC também pode trabalhar nestas mesmas funções, isto é: desmagnetização, proteção, compensação, entre outras. Entretanto, devido a sua maior sensibilidade em função da variação da temperatura, geralmente ele é empregado na medição propriamente dita.

A **tabela 2** mostra um comparativo entre o PT100 (PTC cuja resistência encontra-se próximo a 100 Ω); e um NTC de 30 k Ω. Reparem que, enquanto o PTC variou 36 Ω, em função de uma variação de temperatura de 92 °C, o NTC variou 28000 Ω, segundo uma variação de 89 °C (Δt = 91 °C – 2 °C).



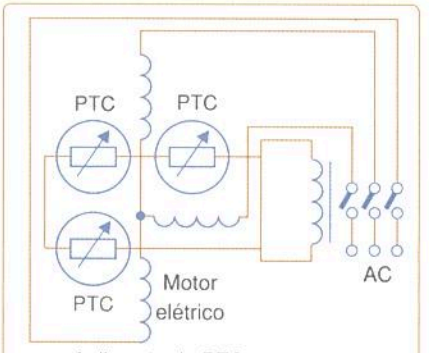
Desmagnetização automática num monitor.

Figura 11



Circuito tipo "crow-bar".

Figura 12



Aplicação de PTC como sensor de temperatura

Figura 13

NTC		PT 100	
T °C	R (Ω)	T °C	R (Ω)
2	28800	2	100,2
5	25100	7	102,3
11	18420	10	103,5
16	14260	16	105,2
19	12530	20	107,2
25	10000	25	109,7
31	5690	33	113,3
54	3070	48	118,3
77	1280	53	120,1
86	1000	78	130,1
91	806	94	136,2

Tabela 2

- Soluções para medir temperatura com o NTC.

Há, basicamente, duas configurações possíveis para ligarmos um NTC ao circuito de medição: de forma direta, ou através de uma ponte.

A **figura 14** mostra um exemplo de aplicação direta. Um divisor resistivo formado por um potenciômetro de ajuste (P_1) e o NTC, variam a tensão de entrada no amplificador operacional de modo inversamente proporcional à temperatura. O ganho do circuito é definido pela razão: $- R_2/R_1$.

Já a **figura 15** apresenta o NTC ligado em ponte. Seu aquecimento desequilibra essa ponte, gerando uma pequena ddp entre os terminais do primeiro A.O. Como a tensão é de baixa amplitude, o primeiro circuito é um amplificador de "diferença". P_1 provê o ajuste do ponto zero, e se $R_6=R_7$; e $P_2=R_5$, então o ganho do circuito pode ser calculado por: P_2/R_3.

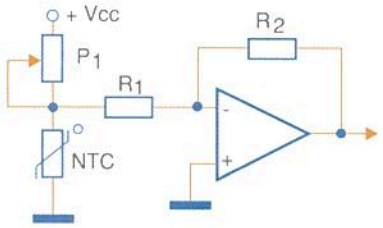


Figura 14

"Quando utilizar um ou outro?"

O primeiro tem ajustes menos críticos, e de maior simplicidade. Nesse caso, não é necessário uma fonte de alimentação simétrica, contudo, sua sensibilidade é menor.

O segundo, ao contrário, tem ajuste mais crítico; e uma fonte de alimentação simétrica deve fornecer um melhor resultado. Agora, entretanto, sua sensibilidade é maior.

b) Termopares

Ao contrário dos termistores, feitos de óxidos semicondutores (titanato de bário para os NTCs e magnésio para PTCs), os termopares são concebidos a partir de uma junção de dois metais. Uma vez submetida a altas temperaturas, essa junção gera uma pequena ddp entre seus terminais.

"Quais parâmetros devem ser considerados na utilização de termopares?"

Vários, mas três são fundamentais. São eles: tipo, arquitetura de instalação e identificação dos seus terminais.

- Tipos

A **tabela 3** mostra as faixas de temperaturas típicas para os termopares do tipo B até S.

De acordo com a faixa de temperatura do processo, temos o melhor tipo de termopar. Claro que o preço varia muito em função dos diferentes metais utilizados.

- Arquitetura de instalação

Quanto mais longe o termopar estiver do sistema de medidas, maior será a resistência dos seus cabos (RL_1 e RL_2) e, conseqüentemente, a influência sobre os resultados. Por outro lado, se permitirmos que o sistema de medidas aproxime-se demais da fonte de calor, também teremos erros de medição.

Para resolver isto, dependendo da natureza do processo, os fios de um termopar podem variar de 1 m a 3 m. Conforme podemos ver na **figura 16**, podemos instalá-los de três formas: a dois fios; a três fios; e a quatro fios.

As duas últimas técnicas compensam as perdas e influências dos fios de ligação.

- Identificação

A identificação dos fios depende do fabricante, mais especificamente,

Tipo	Materiais	Δt °C
B	Platina 30 % Rádio (+) Platina 6 % Rádio (-)	1370 -1700
C	Tugstênio 5 % Rênio (+) Tugstênio 26 % Rênio (-)	1650 - 2315
E	Cromel (+) Constantan (-)	95 - 900
J	Ferro (+) Constantan (-)	95 - 760
K	Cromel (+) Alumel (-)	95 - 1260
N	Nicrosil (+) Nisil (-)	650 - 1260
R	Platina 13 % Rádio (+) Platina (-)	870 - 1450
S	Platina 10 % Rádio (+) Platina (-)	980 - 1450

Tabela 3

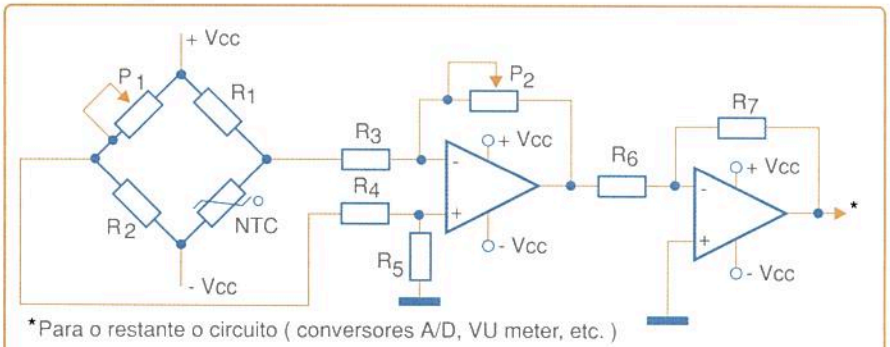
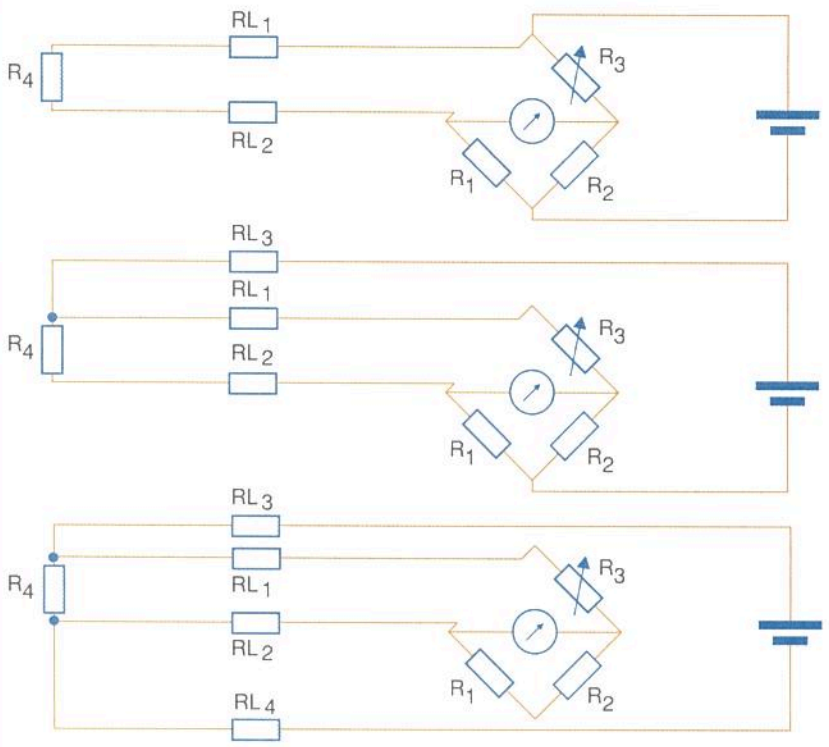
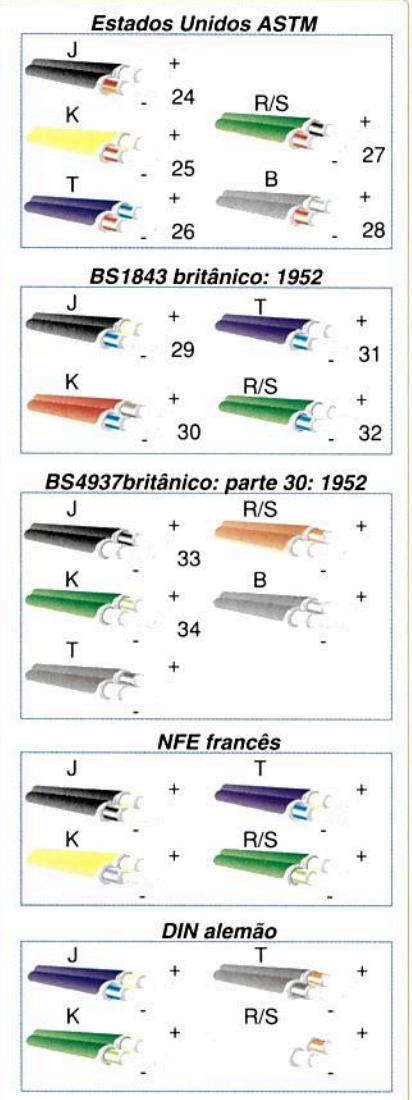


Figura 15



Montagem a dois fios, a três e a quatro fios.

Figura 16



Exemplos de termopares já encapsulados.

Figura 17

da nacionalidade do fabricante. Isto pode ser visto através da **figura 17.**

4 – REDE AS – INTERFACE

Agora que o leitor tem uma boa idéia sobre os principais sensores empregados nos sistemas de automação industrial, chegou o momento de tratarmos de sua interconectividade.

Para isso, vamos utilizar uma das mais populares redes, a **AS – Interface**. É claro que, quando falamos em rede de sensores, significa que a planta sob análise é grande.

"O que é ser grande?"

Bem, que eu saiba, não há uma definição padrão do número de sensores e demais componentes para especificar uma planta grande, média, ou pequena. Ao meu ver, entretanto, todo sistema organizado através de softwares supervisórios, com PLCs, IHMs, e atuadores trabalhando em vários níveis de informação é "grande".

a) Pirâmide da Automação.

A **figura 18** mostra como um processo fabril, seja ele discreto, contínuo, ou ambos pode ser organizado.

O nível 1 é muito conhecido como "chão de fábrica", onde através de controladores programáveis (geralmente PLCs); motores, inversores, sensores, e outros atuadores operam

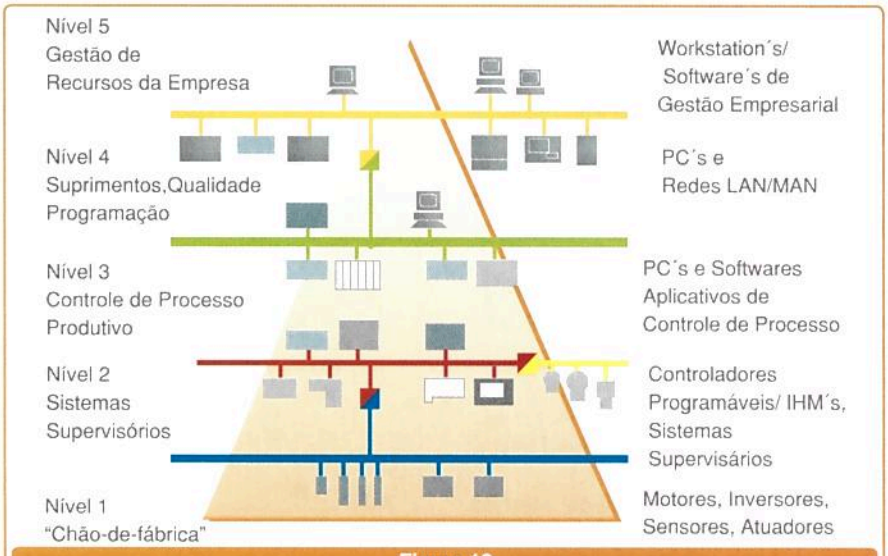


Figura 18

com baixo volume de informação, porém, em alta velocidade.

A camada imediatamente superior (nível 2) caracteriza-se por possuir algum tipo de supervisório. Neste ponto, já podemos encontrar IHMs interligados as demais camadas via rede.

No nível 3 está o controle produtivo da planta. Relatórios, estatísticas, banco de dados, entre outros caracterizam o tipo de informação nesta camada. Os demais níveis (4 e 5) são relativos ao planejamento e gestão financeira.

"E onde está a AS – Interface nesta pirâmide?"

A cada nível que subimos, a rapidez com que as informações devem trafegar diminui, porém, seu volume aumenta.

Ora, se desejo saber quando devo comprar insumos, ou qual o tempo médio de máquina parada na minha fábrica, velocidade não é tão importante quanto assertividade. Resumindo, uma vez solicitada uma dessas informações, não fará diferença se ela estará presente neste exato momento, ou daqui a alguns segundos.

Fará?!

Por outro lado, se um botão de emergência é acionado no chão de fábrica, por razões óbvias, é importante (para não dizer vital), que o respectivo dispositivo atue, ou deixe de fazê-lo. Caso um motor, por exemplo, deva parar imediatamente, o que poderá ocorrer a um operador de máquinas se ele não corresponder?

O mesmo ocorre com um freio hidráulico, e outros sistemas de segurança.

Contudo, não se trata apenas de segurança, mas também do sincronismo da produção. Como já comentado, é nesse nível de baixo volume de informação e alta velocidade que a rede AS – **Interface é uma boa solução.**

Para os demais níveis temos outras redes que se adequam com maior propriedade. Ethernet, Profibus, Devicenet (entre outras) são algumas delas.

Neste artigo, o foco é apenas a "Actuator Sensor Interface", ou Interface para Sensores e Atuadores.

b) Topologia da rede AS – Interface.

A rede AS – Interface foi criada em 1994. Na verdade, ela surgiu em função da necessidade de redução dos custos e aumento da confiabilidade das plantas industriais.

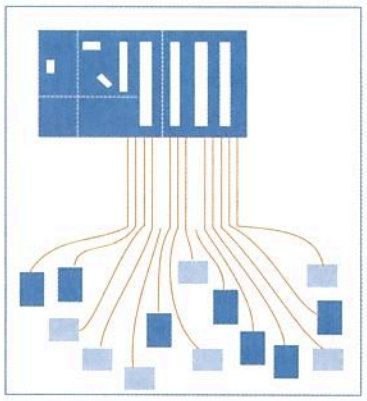
"De que modo ela proporcionou isto?"

A **figura 19** ilustra o processo.

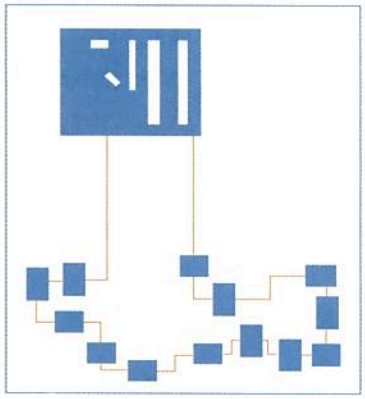
A rede convencional necessita de uma maior cablagem, com condutores distintos para a alimentação, sinais analógicos, e sinais digitais. Além dos altos custos gerados pela imensa quantidade de cabos e suas respectivas instalações, a confiabilidade não é boa. Cabos partidos, maus contatos, e coisas do gênero são comuns neste tipo de instalação.

Já, a rede AS – Interface reuniu alimentação, sinais analógicos e digitais no mesmo par de fios. Ora, desta forma, tanto os custos com infra-estrutura como matéria-prima caíram. Ao mesmo tempo, a confiabilidade aumentou, uma vez que há um número menor de conexões.

Conforme podemos ver através da **figura 20**, há quatro modos, ou melhor, topologias em que a rede AS – Interface pode se estruturar: ponto-a-ponto; barramento; anel e árvore.



Rede convencional



Rede AS - Interface

Figura 19

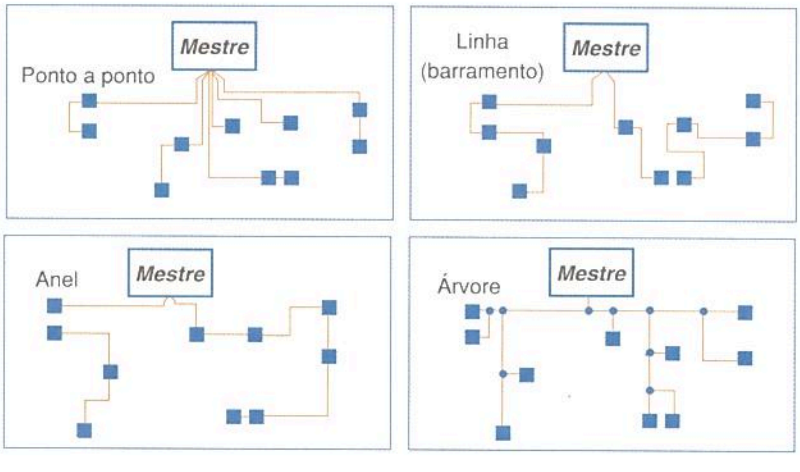


Figura 20

"Em qual parâmetro devo me basear para escolher uma ou outra?"

O mais significativo de todos: as características do *layout* da planta. Em outras palavras, em função de onde passarem os eletrodutos, é que saberemos qual topologia utilizar.

A **figura 21** nos traz um exemplo de um módulo (categoria IP67) com seu respectivo cabo.

O "yellow cable" (cabo amarelo), também chamado de cabo achatado, tem uma geometria que impede sua conexão de forma invertida. Ele é ligado com uma ferramenta específica para conexão rápida, que funciona através do princípio da perfuração da isolação por pressão (como nos "flat-cables"). A **figura 22** mostra um pequeno exemplo de sensores ligados na rede através de módulos distribuidores (chamados escravos) até um mestre e sua fonte de alimentação. Reparem que, após os módulos de designação "a", somente um par de fios (yellow cable) transmite alimentação e sinais analógicos e digitais.

Além da robustez, essa rede é altamente imune a ruídos, de modo que blindagens e outros cuidados são desnecessários.

"Qual a máxima distância entre um módulo escravo e seu mestre?"

Aproximadamente 100 m, porém, conforme podemos ver na **figura 23**, podemos ampliar esta distância através de extensores e/ou repetidores.

c) Interação Mestre/escravo e estrutura da mensagem.

A AS – Interface é uma solução que envolve um único "mestre" por rede com varredura cíclica, a qual varre todos os escravos utilizando os endereços de rede. Todos os pacotes de dados envolvidos na troca de informação são pequenos, de estrutura simplificada e têm um comprimento fixo. Os bits são trocados entre o mestre e cada escravo de maneira individual, durante um ciclo

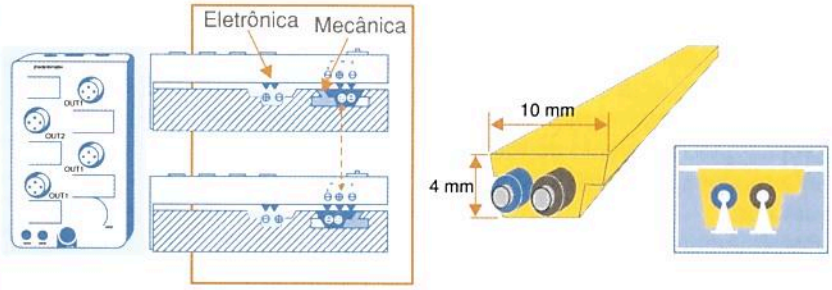


Figura 21

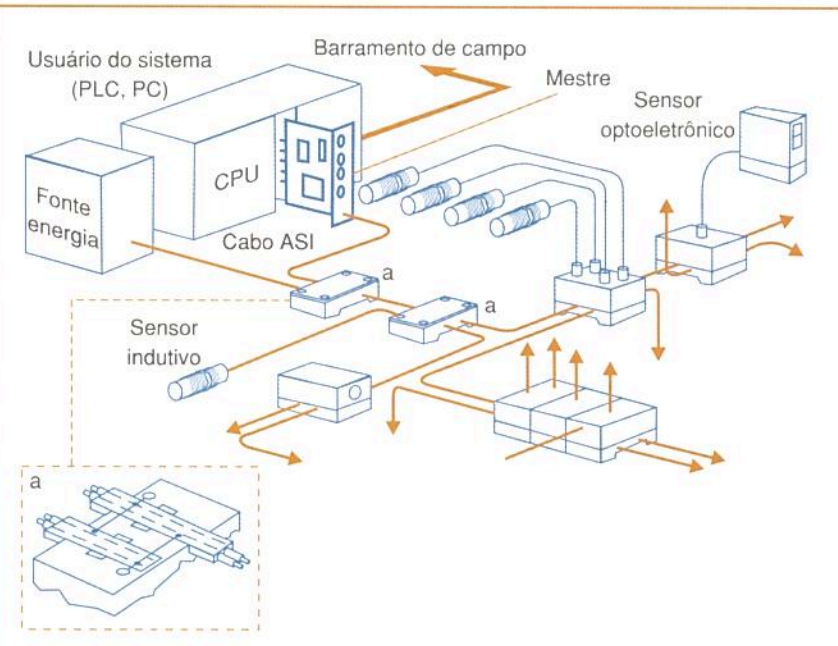


Figura 22

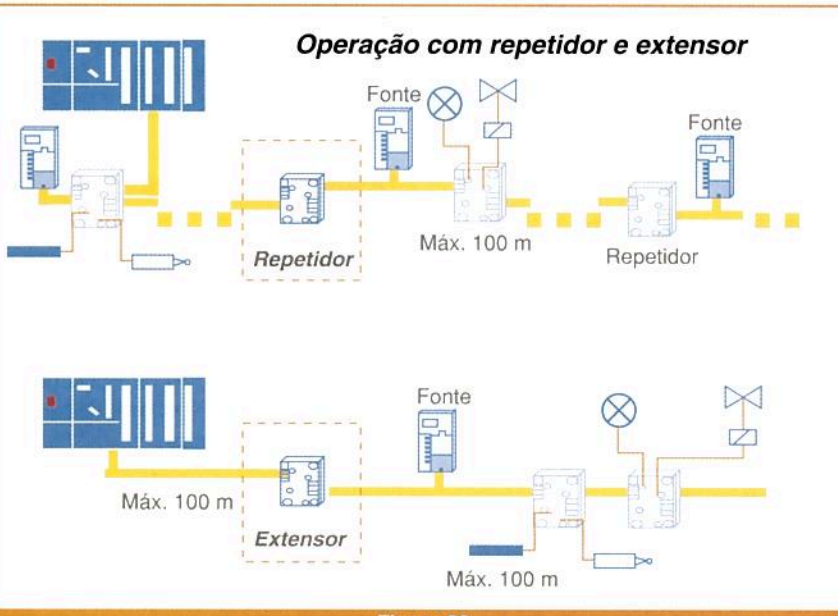


Figura 23

de varredura. Portanto, os escravos na essência, são módulos de entrada e saída descentralizados.

O mestre, por sua vez, é capaz de estabelecer uma conexão com redes de níveis superiores. Através do próprio gerenciamento do trânsito de informações, disponibilizando-as em um *bus*.

Paralelamente à consulta de sinais, o mestre também transita parâmetros a cada um dos participantes e realiza diagnósticos.

Uma grande vantagem desse sistema é a auto configuração, isto é, o usuário não precisa configurar nenhum parâmetro. O mestre executa automaticamente todas as funções que são necessárias para o seu correto funcionamento.

Através do auto diagnóstico, ele reconhece as falhas em qualquer ponto, indica o tipo dessa falha e em qual escravo ocorreu. A **figura 24** ilustra um diagrama simplificado desse processo.

Na **figura 25** podemos ver a estrutura da mensagem da AS – Interface, e na **figura 26** um exemplo da leitura cíclica. No caso, um botão de emergência liga ou desliga um sistema através de um "ciclo binário".

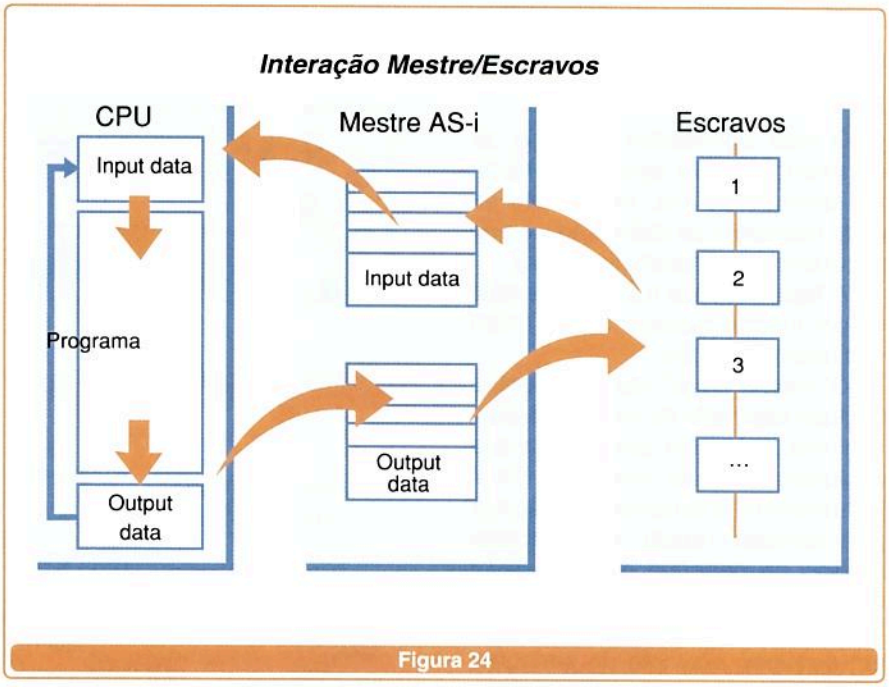


Figura 24

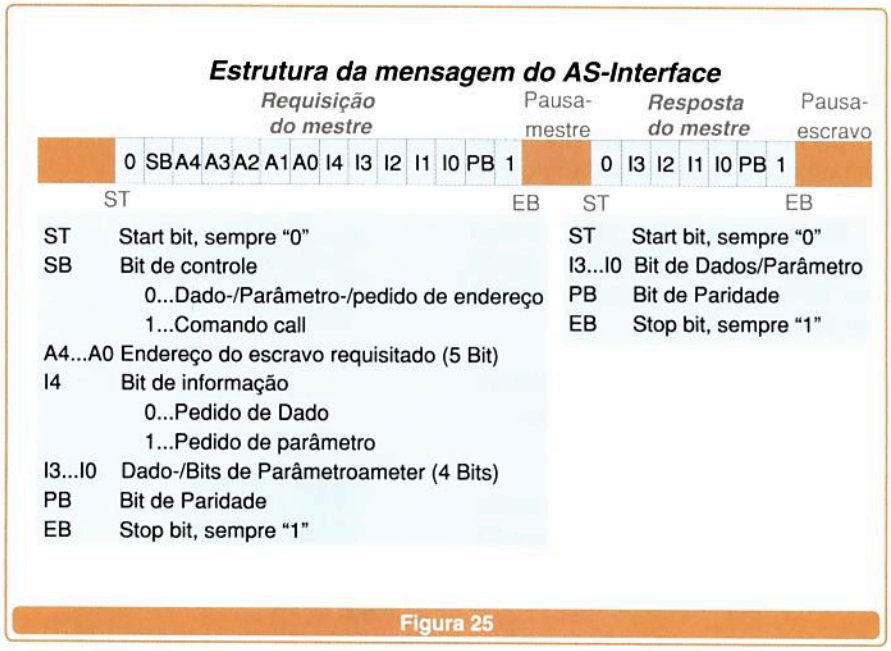


Figura 25

d) Dimensionando a fonte de alimentação para a rede AS – Interface.

Cada módulo escravo AS – I precisa, aproximadamente, de uma corrente de até 40 mA cada, e ópticos 90 mA. Qual seria a fonte necessária para um sistema, com 30 módulos; 100 sensores indutivos e 20 ópticos ?

Solução:

Tensão de saída: 24 Vcc

Corrente Total:

30 módulos = 30 x 40 mA = 1,2 A

20 ópticos = 20 x 90 mA = 1,8 A

I_T = 7 A

Potência Total (sem fator de segurança ou Fs = 1) = 168 W

e) Custo/benefício

A relação custo/benefício da rede AS-Interface em relação a uma convencional depende muito das características de cada planta. Entretanto, a **figura 27** mostra uma análise da Siemens, que leva em consideração: cablagem, montagem, sensores, entre outros fatores. Reparem que, no mínimo, ela é 26 % mais barata. Cabe lembrar que sua confiabilidade, ainda assim, é maior.

CONCLUSÃO

Nestas duas últimas edições da revista Saber Eletrônica realizamos uma abordagem prática dos principais sensores utilizados na Automação Industrial. Esses conceitos são válidos tanto para processos contínuos como discretos. Mas, será que você é capaz de prover a melhor solução em campo no que se refere a sensores?

Não perca a oportunidade de conferir isto nas próximas edições. Através de situações-problema reais extraídas de diversas plantas fabris lançaremos este desafio.

Aguardem.

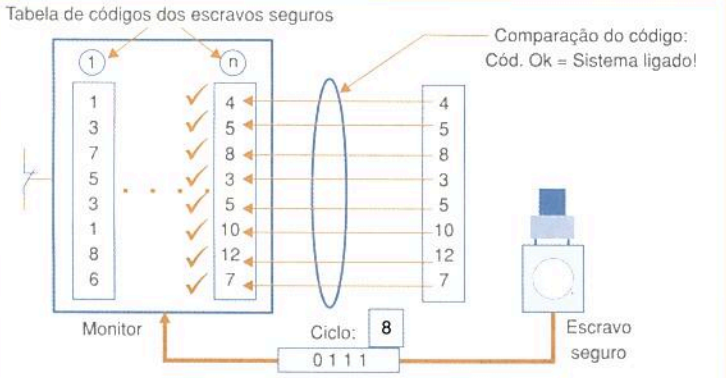


Figura 26

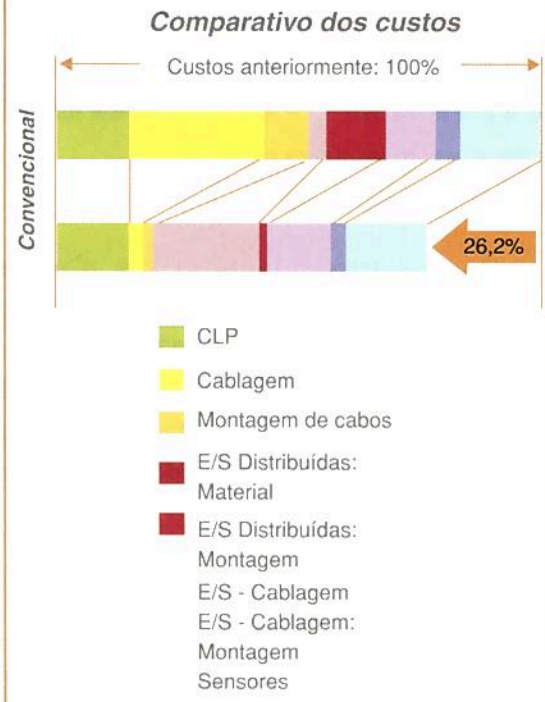
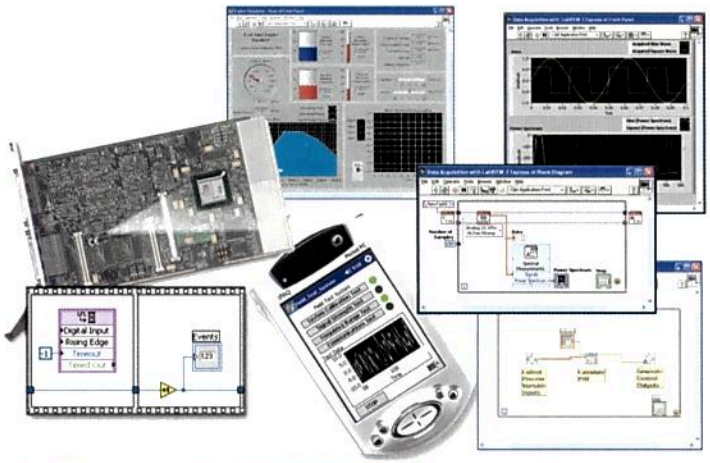


Figura 24

LabVIEW 7 Express

Desenvolva suas aplicações de Medição e Automação

LabVIEW é uma linguagem de programação gráfica que ajuda você adquirir, analisar e apresentar dados para uma grande variedade de aplicações de medição e automação.
A mais recente versão o LabVIEW 7 Express, oferece desenvolvimento interativo, controle de instrumentos e outras aplicações em pouco tempo. Nunca existiu melhor hora para começar utilizar LabVIEW. Comece hoje!
Temos também o melhor treinamento para esse Software consulte nosso site para conhecer a agenda de cursos.



Comece sua aplicação ainda hoje com LabVIEW 7 Express!

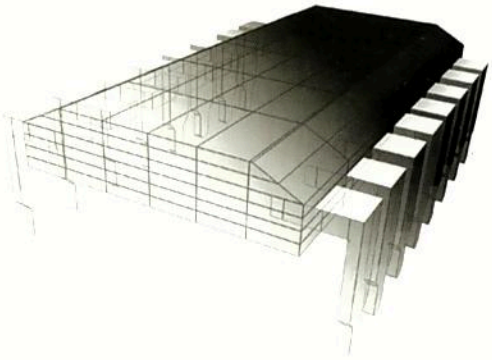
Assista o vídeo de introdução ao LabVIEW on-line. Acesse ni.com/info e entre com o código **brnkt8** | **ni.com/info**

Para solicitar GRATUITAMENTE uma cópia demonstração do software LabVIEW ligue 11 3262-3599

© Copyright 2003-2004 National Instruments Corporation. All rights reserved.
Product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.

NATIONAL INSTRUMENTS™
55 11 3262-3599
Fax: 55 11 3266-5088 • ni.brazil@ni.com

INTERFACE SERIAL RS-232 DE SINAIS ANALÓGICOS COM 10 BITS (PIC16F873)



Descrevemos, neste artigo, o modo de se implementar uma interface serial RS-232 de sinais analógicos usando um microcontrolador PIC16F873. Freqüentemente este tipo de circuito é empregado na aquisição de variáveis físicas tais como temperatura, tensão, umidade, etc. O aplicativo que roda no PC foi desenvolvido utilizando a plataforma SDH do Visual C++ Versão 6 da Microsoft.

Alfonso Pérez

CIRCUITO

A **figura 1** ilustra o diagrama da interface serial de sinais analógicos. O microcontrolador usa a porta PTA como entrada de sinais, transmite os dados via RS-232 e os mostra na forma decimal na tela do computador. Como a resolução do A/D é de 10 bits, os valores apresentados no PC têm uma faixa de 0 a 1023 em decimal (0x000 até 0x3FF em hexadecimal).

O microcontrolador PIC16F873 usa seu módulo A/D para fazer a conversão analógica-digital e seu módulo de comunicação serial (UART) para efetuar a transferência de dados (transmissão) a uma velocidade de 9600 bps.

O módulo A/D tem 5 canais analógicos multiplexados, permitindo que um único A/D selecione um dos 5 canais como entrada do conversor. Os resgistros associados a este módulo são:

- ADRESH: Registro alto do resultado da conversão do A/D.
- ADRESL: Registro baixo do resultado da conversão do A/D.
- ADCON0: Registro 0 de controle do A/D.
- ADCON1: Registro 1 de controle do A/D.

Os registros AFRESH:ADRESL contêm o resultado da conversão A/D de 10 bits e os registros ADCON0 e ADCON1 controlam a conversão.

Para fazer a conversão A/D, pode-se testar o bit GO/DONE ou usar interrupções. Este circuito emprega o método de testar o bit GO/DONE: depois de configurar e selecionar o canal no qual se deseja fazer a conversão, coloca-se no nível 1 lógico o bit GO/DONE. Este bit permanece no nível alto até que a conversão seja completada. Quando a conversão A/D está completa, o resultado é carregado nos registros de resultado do A/D (ADRESH;ADRESL) e o bit GO/DONE é automaticamente colocado no nível baixo pelo circuito A/D (hardware).

São dados os seguintes passos para se fazer uma conversão A/D:

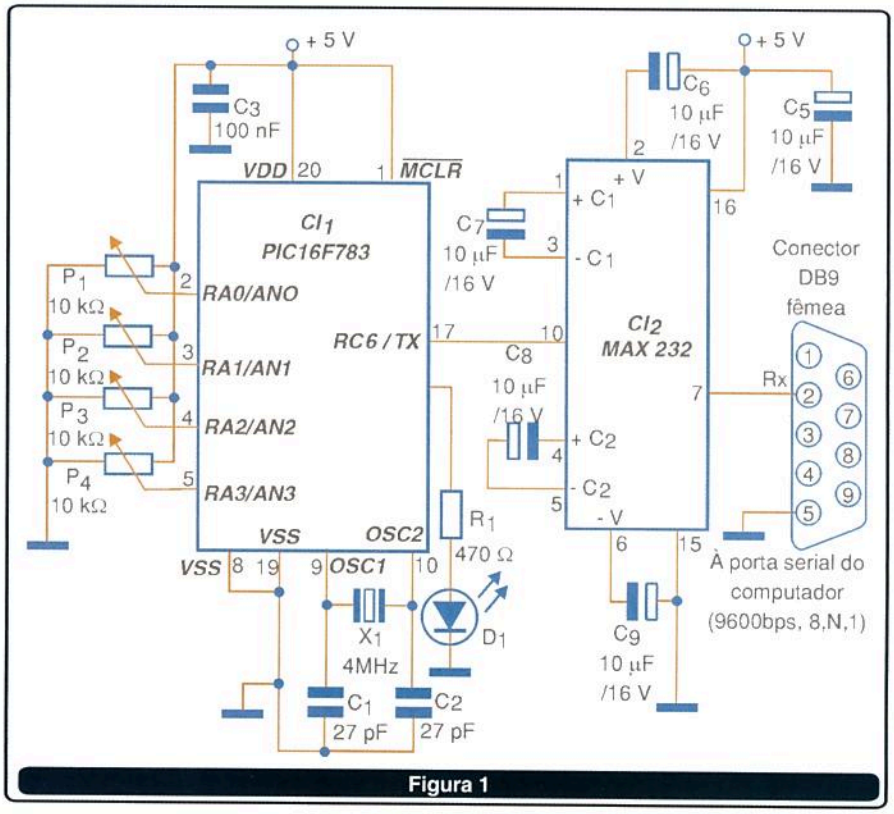


Figura 1

- Configure os pinos analógicos, selecione o canal de entrada A/D, selecione o *clock* de conversão do A/D e ligue o módulo A/D.
- Espere o tempo de aquisição requerido (condensador de carga do A/D).
- Inicie a conversão colocando no nível 1 lógico o bit GO/DONE.
- Espere a conversão do A/D ser completada, testando se o bit GO/DONE passa para o nivel lógico baixo.
- Leia os registros de resultado do A/D (ADRESH:ADRESL).

No programa do microcontrolador, a rotina **ConvertAD** é chamada para fazer a conversão A/D. Antes de chamar esta rotina, o registro ACON0 deve estar devidamente configurado. Depois, é chamada a rotina **TxConvertAD**, a qual se encarrega de transmitir o resultado através da UART.

Para a transmissão é usado o seguinte protocolo:

Primeiramente é enviado o caractere 0x02, equivalente a STX (*Star of TeXt*) na tabela ASCII.

Depois, é enviado um *byte* indicando o canal que está fazendo a conversão. Esta informação está contida nos bits 3, 4 e 5 deste *byte*. O bit 7 deste *byte* é colocado no nível 1 lógico para identificar o canal no programa do computador.

Isto feito, são enviados 3 *nibbles*, equivalentes ao resultado A/D encontrados nos registros (ADRESH: ADRESL). A cada *nibble* é adicionado o valor 0x30h antes de ser transmitido.

Por último, é enviado o caractere 0x03, equivalentes ETX (*End of TeXt*) na tabela ASCII. Os dados anteriores são tratados no programa do computador para mostrar os resultados na tela.

Para este circuito foram usadas 4 entradas analógicas (AN0, AN1, AN2, e AN3). O LED1 oscila permanentemente sendo utilizado para monitorar o funcionamento do programa no microcontrolador. Na prática, os potenciômetros P_1 a P_4 simulam os sensores (temperatura, tensão, etc.). Para o caso deste circuito, o A/D foi configurado para aceitar nas entradas analógicas tensões de 0 a 5 Vcc,

O código para o microcontrolador pode ser baixado do *site*: www.saber-eletronica.com.br. O arquivo Interface_analog.asm contém o código para o microcontrolador.

O PROGRAMA

O aplicativo (programa) que roda no PC foi desenvolvido usando o SDK (*Software Development Kit*) da versão 6 do Visual C++ da Microsoft. Para esta aplicação foi selecionada a porta COM1, o que significa que é necessário conectar a interface serial I/O a esta porta. Se desejar utilizar a COM2, modifique o programa na seguinte linha de código:

Os bits do registro ADCON são:

bit 7-6:	ADCS1:ADCS0 - Bit de seleção do clock de conversão. Para este circuito é usada a opção: 01 = fosc/8. Freqüência do oscilador dividida por 8.
bit 5-4-3:	CHS2:CHS1:CHS0 – Bit de seleção do canal analógico. 000 = Canal 0. 001 = Canal 1. 010 = Canal 2. 011 = Canal 3. 100 = Canal 4.
bit 2:	GO/DONE - Bit de estado de conversão do A/D. Se ADON = 1, 1 = Conversão do A/D em progresso. 0 = Conversão do A/D não está em progresso.
bit 1:	Sem implementação.
bit 0:	ADON - Bit de habilitação do A/D. 1 = Módulo A/D habilitado. 0 = Módulo A/D desabilitado.

Os bits do registro ADCON1 são:

bit 7:	ADFM - Este bit seleciona o formato do resultado A/D. 1 = Justificação à direita. Os 6 bits mais significativos de ADRESH são lidos como '0'. 0 = Justificação à esquerda. Os 6 bits menos significativos de ADRESL são lidos como '0'.
bit 6-5-4:	Sem implementação.
bit 3-2-1-0:	PCFG3:PCFG2:PCFG1:PCFG0 – Bit de configuração da porta. Estes bits pemitem configurar os pinos como entradas analógicas ou como entradas/saídas (I/O) digitais. Para este circuito é usada a opção: 0010 = Todas as entradas analógicas são utilizadas pelo conversor A/D.



```
#define COMM_PORT "COM1"
```

por:

```
#define COMM_PORT "COM2"
```

A função **ConnectCOMM()** - específica da aplicação – encarrega-se de conectar a porta serial com a aplicação. A função **CreateFile()** cria e retorna um manipulador para a porta serial:

```
hComm = CreateFile( COMM_PORT,
   GENERIC_READ|GENERIC_WRITE,
        0,
        NULL,
        OPEN_EXISTING,
        FILE_FLAG_OVERLAPPED,
        NULL
        );
```

Os manipuladores são referências usadas nas funções para identificar o recurso para o qual está apontando. No caso deste aplicativo, o manipulador (hComm) está referenciando uma porta serial.

Com este manipulador é chamada a função **SetCommState()** que configura a porta serial para transmitir a uma velocidade de 9600 *bauds* (bits por segundo), 8 bits de dados, sem paridade e um bit de *stop* (9600, 8, N, 1). Estas informações de configuração são armazenadas na estrutura de dados DCB (*Device-Control Block*). Depois de configurada a porta, é criado um *Thread* chamando a função **CreateThread**.

```
CreateThread((LPSECURITY_ATTRI
BUTES) NULL,
       0,
       (LPTHREAD_START_ROUTINE)
CommWatchProc,
       (LPVOID) NULL,
       0,&dwThreadID )
```

Um *thread* é um processo de programa que se executa em paralelo com a aplicação principal. Ele é usado, neste caso, para monitorar os eventos da porta serial. Quando um *thread* é criado, é necessário especificar a função que se encarregará de processá-lo. Nas linhas de código vistas anteriormente, pode-se observar que a função **CommWatchProc()** realiza este processo.

Ao entrar na função **Comm WatchProc()**, é criado um evento que é associado à recepção de dados na porta serial. Ou seja, cada vez que a porta recebe dados, o evento é ativado. A função **WaitCommEvent()** recebe os eventos e caso seja a recepção de dados, é chamada a função **ReadCOMMBlock()**, a qual se encarrega de ler o *buffer* de entrada da porta serial.

Na função ReadCOMMBlock é executada a seguinte linha de código, a qual se encarrega de ler os dados a partir do *buffer* de entrada da porta serial:

```
fReadStat = ReadFile( hComm,
                bufferIn,
                dwLength,
                &dwLength,
                NULL
                );
```

Os dados são armazenados no *buffer bufferin* e o número de dados lidos na variável **&dwLength**. Esta variável é testada e se igual a zero, a função retorna. Se a função anterior encontrou dados, então é executado um processo em que são identificados os *bytes* recebidos.

Os dados são identificados no bloco:

```
   for (UINT i = 0; i < dwLength;
i++),
```

cuja finalidade é detectar o canal e o valor da conversão A/D enviado pelo microcontrolador. Primeiro, identifica-se o caractere STX (0x02), e depois, o caractere que indica qual canal A/D está transmitindo a informação. Como esta informação está nos bits 3,4 5 5, é preciso rotear o *byte* 3 casas à direita. Esta informação é armazenada temporariamente na variável **cmd**.

Em seguida, os 3 *nibbles* são agrupados para formar o valor da conversão A/D. Esta informação é armazenada na variável **Measure**. Finalmente, é identificado o caractere ETX (0x03) e a variável **Channel** é carregada com o canal A/D que enviou a informação (cmd). Dependendo do canal, uma determinada parte da janela do programa é invalidada para poder mostrar a informação e atualizar os dados na tela. As seguintes funções se encarregam de realizar esta tarefa:

```
InvalidateRect( hWndFrame,
&rc, TRUE );
UpdateWindow( hWndFrame );
```

A função **UpdateWindow()** se encarrega de enviar uma mensagem WM_PAINT para a função **WndProc()**. Esta mensagem chama a função **UpdateText()**, a qual se encarrega de escrever o texto na tela do programa.

Como a resolução de conversão é de 10 bits, a informação apresentada na janela do programa tem uma faixa de 0 a 1023 em cada canal. Normalmente, este dado é manejado e ajustado para mostrar um valor de acordo com a variável física medida (tensão, temperatura, umidade, etc.).

Nota:

Os arquivos-fontes para este aplicativo podem ser baixados no endereço: www.sabereletronica.com.br
Use o arquivo Interface_Analog_PIC.dsw para construir o projeto em Visual C++.
O arquivo Interface_Analog.asm contém o código para o micro-controlador.

LISTA DE MATERIAIS

Semicondutores:
CI_1 - PIC 16F783
CI_2 - MAX-232
D_1 - LED

Resistores:
R_1 - 470 Ω - ¼ W
P_1 a P_4 - Potenciômetros de 10 kΩ

Capacitores:
C_1 e C_2 - 27 pF cerâmico
C_3 - 100 nF cerâmico
C_4 a C_9 - 10 µF/16V eletrolítico

Diversos:
X_1 - Cristal de 4 MHz

CUIDADOS COM A ESD



Com a aproximação do inverno e dos dias secos, principalmente no sul do Brasil , crescem os problemas com as descargas estáticas. Componentes eletrônicos são extremamente sensíveis, e um simples contato com objetos carregados pode causar danos diretos com prejuízos que dependem apenas do momento em que a descarga ocorre. Se a descarga danifica apenas o componente, o dano é pequeno, mas se ele já estiver montado numa placa, sua troca representa um retrabalho com muito maior perda de tempo e custo. Veja neste artigo como se proteger dos problemas causados pela ESD.

Newton C. Braga

Não é preciso ir muito longe numa pesquisa para se verificar que as descargas eletrostáticas (ESD) causam prejuízos anuais de milhões à indústria. Um estudo feito mostra que 60% das falhas em componentes é provocada pela ESD.

Quando falamos em ESD, não nos referimos simplesmente às descargas que podem danificar um componente isoladamente, mas que podem danificá-lo em diversas fases de seu emprego na fabricação de um produto.

Conforme ilustra a **figura 1**, dependendo da fase de utilização do componente, os prejuízos causados por um dano devido à ESD podem variar do custo do componente quando ele é afetado antes do uso a mais de 1 000 vezes esse valor, se ele ocorrer quando o componente já estiver sendo usado numa aplicação instalada.

Justifica-se, portanto, a série de medidas que qualquer usuário de componentes eletrônicos toma para evitar problemas de descargas estáticas.

COMO O PROBLEMA SE MANIFESTA ?

A maior parte das cargas estáticas que se tornam potencialmente perigosas à integridade dos componentes eletrônicos é produzida por atrito. O simples caminhar de uma pessoa sobre um piso isolante pode gerar tensões estáticas de 15 000 volts. Temos a percepção dessas cargas quando tocamos em um objeto com a possibilidade de escoamento para a terra e descarregamos, sentindo um forte choque. São as torneiras "que dão choque" e maçanetas de porta. A percepção das cargas acumuladas numa pessoa varia conforme a tensão acumulada.

Até 3 500 volts não percebemos a descarga. Acima de 3 500 volts, sentimos um choque. Com 5 000 V é possível ouvir a descarga, e com 8 000 V a descarga já se torna visível (atrite uma blusa de lã em um quarto escuro e você verá e ouvirá as faíscas produzidas pelas descargas estáticas!).

Para que o leitor tenha uma idéia do perigo potencial que isso representa para os componentes eletrônicos, a maioria deles pode ser danificada com tensões na faixa de 100 a 1 000 volts.

A carga acumulada nos objetos e pessoas depende muito da umidade relativa do ar (recomendamos manter um higrômetro nos locais de trabalho com componentes para se ter um controle preciso do perigo potencial que a ESD representa para eles). A **tabela 1** mostra como a tensão acumulada varia com a umidade relativa.

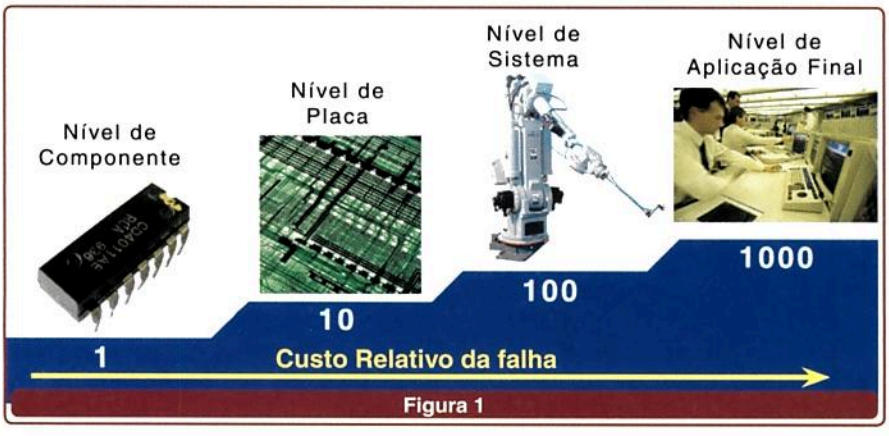


Figura 1

Evento	Umidade Relativa 10% (V)	40% (V)	55% (V)
Caminhar em carpete	35 000	15 000	7 500
Caminhar em piso de vinil	12 000	5 000	3 000
Movimentos individuais sem aterramento	6 000	800	400
Abrindo um saco plástico	25 000	20 000	7 000

Tabela 1

O dano ao componente ocorre pela transferência de cargas de um objeto carregado (que esteja sob determinado potencial) para outro que esteja descarregado ou com um potencial diferente.

Os componentes usados nos trabalhos de eletrônica também possuem diferentes graus de suscetibilidade às descargas. A tabela abaixo dá uma idéia dos valores:

Componente	Limiar da Suscetibilidade (V)
MOSFET	10 – 100
VMOS	30 – 1800
NMOS	60 – 100
GaAsFET	60 – 2000
EPROM	100 – 500
CMOS	200 – 3000
JFET	140 – 7000
Op Amp	200 – 2500
Diodos *Schottky*	300 – 2500
Resistores de Filme	300 – 3000
ECL	500 – 2000
SCR	500 – 1000
TTL *Schottky*	200 – 2500

Tabela 2

Um ponto importante a ser observado é que os componentes continuam sensíveis às descargas eletrostáticas mesmo depois de montados. As descargas podem ocorrer através das conexões e até pelos cabos.

PREVENÇÃO

Roupas comuns não devem ser usadas quando se trabalha com materiais sensíveis a ESD. Essas roupas podem acumular cargas estáticas intensas. É o caso de uma blusa de lã que já citamos como exemplo, capaz de causar faíscas até visíveis no escuro quando atritada. No trabalho com componentes sensíveis devem ser usadas roupas especiais, além de técnicas que incluem o emprego de equipamentos de proteção.

Há diversas técnicas que podem ser adotadas, a custo relativamente baixo, para se evitar os problemas da ESD.

Basicamente, elas focalizam três pontos fundamentais:

- Evitar a geração de cargas.
- Eliminar cargas estáticas da área de trabalho (dissipando ou neutralizando)
- Blindar componentes de forma apropriada evitando campos estáticos.

Existem diversos tipos de equipamentos que podem ser adotados para evitar os problemas de descargas estáticas conforme sua origem. Assim, temos:

a) Prevenção de Geração de Cargas

São usadas normalmente pulseiras protetoras. Essas pulseiras

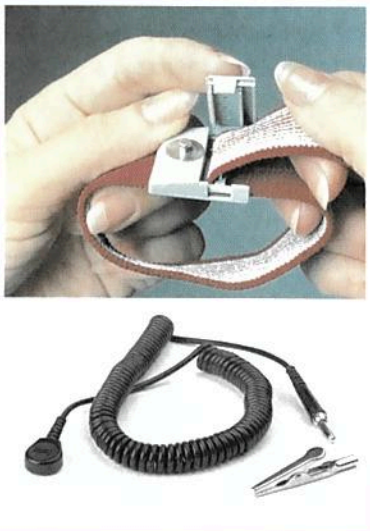


Figura 2

são aterradas eliminando as cargas que eventualmente se acumulem no corpo, observe a **figura 2**.

Este recurso remove dois tipos de cargas: as cargas de origem triboelétrica, que são originadas quando dois materiais diferentes se atritam, e as cargas por capacitância, que são induzidas pela aproximação do corpo de um objeto carregado.

Outros recursos de aterramento das pessoas que trabalham com os componentes sensíveis podem ser utilizados. Além das pulseiras, podem ser usadas caneleiras, devendo apenas ser observado que para que esses recursos sejam eficientes, eles devem estar em contato com a pele. Também há sapatos especiais que possuem solas capazes de manter o contato com locais aterrados de modo que nenhuma carga possa ser acumulada no corpo da pessoa.

Na **figura 3** mostramos o modo de se usar essas pulseiras. A placa passa, sem problemas, de uma pessoa para outra.

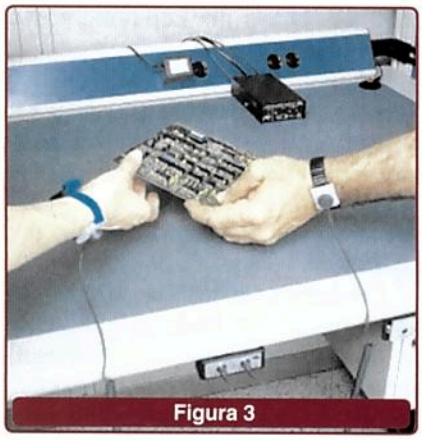


Figura 3

b) Dissipação de Cargas

Uma forma mais lenta, mas também eficiente, de se remover cargas elétricas em um ambiente, é através da dissipação. Para essa finalidade são usados materiais dissipativos especiais. Esses materiais são intermediários entre os condutores e os isolantes. Sua resistência é elevada o bastante para que possamos trabalhar com uma placa de circuito impresso sobre ele e alimentá-la sem que correntes apreciáveis circulem afetando seu funcionamento ou colocando-o em curto, mas baixa o

suficiente para permitir o escoamento de cargas estáticas acumuladas.

Um material desse tipo é o 8800 da 3M, que suporta bem o trabalho de soldagem e é disponível em diversos tamanhos. Esse material é obtido tanto para uso em bancadas quanto no próprio chão. As cadeiras que são usadas pelas pessoas que trabalham com os componentes também devem ser aterradas.

c) Neutralização de cargas

A terminologia utilizada refere-se aos efeitos da ionização sobre materiais não condutores. Podemos citar como exemplo os copinhos de café de plástico. Por não serem condutores, eles acumulam milhares de volts de cargas estáticas, as quais não podem ser neutralizadas por aterramento, justamente porque eles não são condutores. A melhor forma de se neutralizar a carga acumulada em um objeto com essas características é através de ar ionizado.



Figura 3

Na **figura 4** temos um exemplo de um ventilador ionizador da 3M que é utilizado neste tipo de neutralização de cargas. Esse equipamento é alimentado por um transformador de 24 V emitindo igual quantidade de cargas positivas e negativas. Trata-se de um ionizador "auto-balanceado".

d) Blindagens

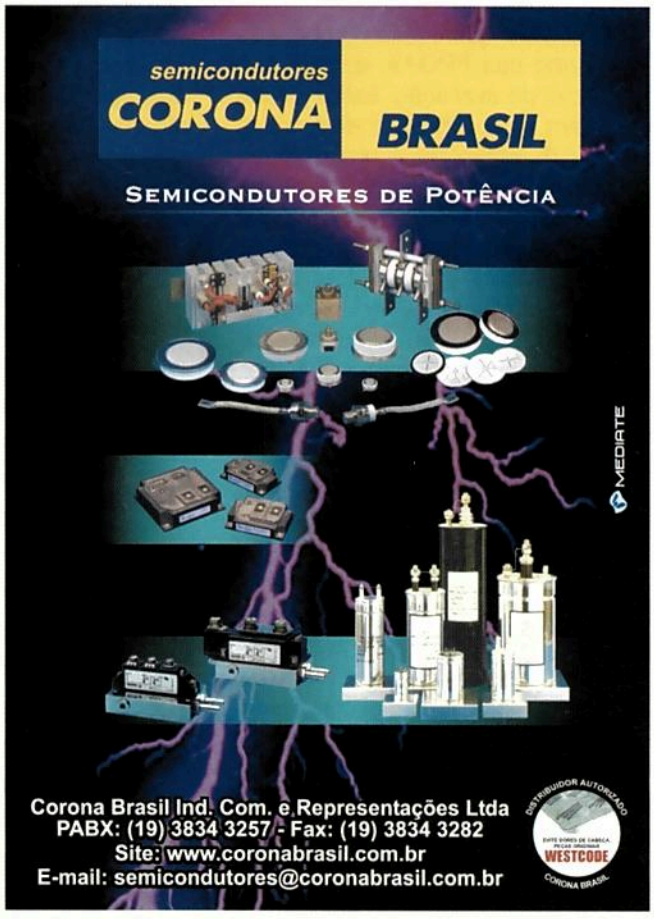
A blindagem é usada para proteger componentes e placas. Sacos de materiais especiais são empregados para o transporte e armazenamento. Essas embalagens possuem pelo menos uma camada intermediária de material condutor (condutividade quase metálica). Observe que os sacos plásticos ou embalagens rosa não oferecem proteção. As que oferecem proteção são as de cor cinza ou prateada.

CONCLUSÃO

O investimento em recursos que reduzam ou eliminem os problemas de ESD é plenamente compensado pelo menor número de dispositivos ou componentes afetados.

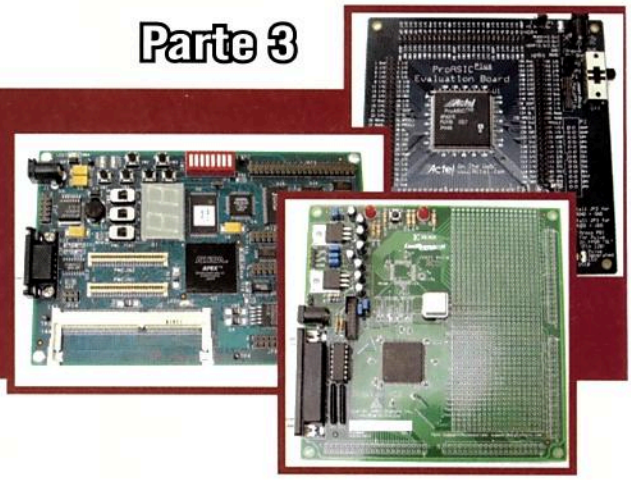
Conforme mostramos, um problema que se manifesta depois que o produto está em uso, poderá custar até mil vezes mais do que a sua eliminação no nível de manuseio do próprio componente. ■





Dispositivos Lógicos Programáveis

Parte 3



Até o presente momento, vimos um pouco da teoria das FPGAs. Porém, muitos leitores devem estar interessados em conhecer mais na "prática", estes maravilhosos dispositivos. Para tal, as empresas fabricantes disponibilizam uma série de placas de avaliação e testes. Neste artigo abordaremos algumas delas, suas características e principais recursos.

Márcio José Soares

PLACAS DE AVALIAÇÃO

Todos sabemos que para se trabalhar com dispositivos programáveis como as FPGAs e outros, necessitamos de um "gravador" ou "programador". Sem ele, não existe a menor possibilidade de finalizarmos o trabalho com sucesso.

Mas, para quem está começando no mundo das FPGAs, o ideal são as placas de avaliação. Estas placas possuem uma FPGA, o dispositivo auxiliar de gravação e mais alguns circuitos extras para testes. Há placas de avaliação focadas nos mais diversos tipos de trabalhos, indo desde a mais simples apenas com LEDs e saídas I/Os, até as mais complexas com dispositivos de controle de memória externa, Ethernet, RS-232, saídas de vídeo, etc. A escolha de cada uma deve levar em conta o trabalho a ser executado, aumentando assim a velocidade e diminuindo custos no projeto (tempo é dinheiro!!!).

Podemos observar, que graças a isso, todo e qualquer trabalho pode ser finalizado em até 50% do tempo. Se fossemos considerar a hipótese da construção de todo o circuito, mais os testes necessários para confirmar sua eficácia e somente então iniciar o desenvolvimento propriamente dito do projeto, teríamos um atraso considerável para a finalização do projeto.

Todos os fabricantes disponibilizam em arquivos "free" os esquemas de suas placas de avaliação, para que assim os engenheiros que as utilizaram possam "montar" seus circuitos finais a partir do que foi testado e aprovado.

Placa Actel Pro Asic^{plus} Starter Kit

Antes de tratar sobre a placa de avaliação Actel, é necessário lembrar algumas peculiaridades das FPGAs que a mesma fabrica. A primeira delas é a retenção do programa após o "Power-Down". Como dito anteriormente, as FPGAs possuem tecnologia SRAM e sendo assim, após ser retirada a alimentação das mesmas (POWER-DOWN) o programa é perdido, devendo ser reposto por um dispositivo externo. Porém, este não é o caso das FPGAs da Actel, pois as mesmas possuem tecnologia "Flash".

A placa de avaliação APA-EVAL-BRD075 (**figura 1**) da empresa Actel, inserida no *kit* Pro Asic^{Plus} Starter Kit, possui as seguintes características: Características da FPGA presente:

- FPGA APA075 com 75.000 *gates*
- Ram Embedded com de 27 kbits

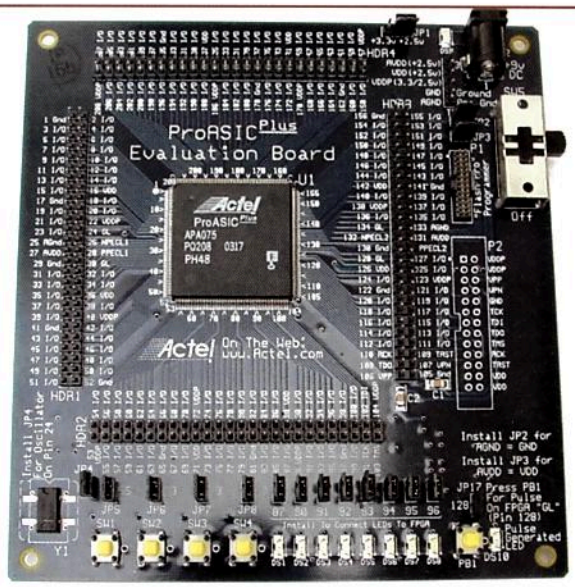


Figura 1 - Conjunto Pro AsicPlus Starter Kit.

- 158 I/Os bidirecionais disponíveis, com Shmitt-Trigger em todos os pinos
- Seleção de voltagem de 2,5 V/3,3 V individual
- Programação ISP através de interface JTAG
- Retenção do programa após Power-Down
- Performance em 150 MHz
- 2 PLL presentes
- Garantia de compatibilidade de pinos na família Pro Asic^{Plus}.

A placa ainda oferece os seguintes dispositivos para testes:
- Oscilador de 40 MHz (dois PLL externos elevam a freqüência aos 150 MHz para operação da FPGA)
- 8 Leds SMD
- 4 chaves "push-button"
- Barra de pinos para todas as I/Os presentes na FPGA
- Cabos de conexão
- Fonte de alimentação.

Apesar da simplicidade da placa, a mesma pode ser utilizada em muitos projetos que envolvam as FPGAs da Actel.

O software utilizado no desenvolvimento dos projetos é o Libero, agora em sua versão 5.0. Com este programa é possível desenvolver, programar e executar projetos a partir de esquemas lógicos e VHDL.

A placa utiliza um hardware de programação, o *Flas Pro Lite*, demonstrado na **figura 2**. Maiores informações sobre esta placa (ou outras disponíveis) e as FPGAs Actel: www.actel.com.



Figura 2 - Interface JTAG Flash Pro Lite.



Figura 3 - Placa Cool Runner-II

Placa Xilinx Cool Runner-II

A placa Cool Runner-II (**figura 3**) da Xilinx é uma placa simples, com uma CPLD XC2C256. As principais características desta placa são descritas abaixo:

Características da CLPD presente na placa:
- CPLD XC2C256 com 256 macroblocos
- Performance de 238 MHz (elevação de freqüência por PLL)
- 118 pinos de I/Os disponíveis
- I/Os com tensão de operação de 1,5 V a 3,3 V
- I/Os com nível lógico de trabalho compatíveis com tecnologia 1,5 V, 1,8 V, 2,5 V e 3,3 V.

Características da placa:
- Regulador de tensão presente na placa
- Proto-área com 828 pontos de inserção
- Todos os pinos de I/O disponíveis na placa
- Programação simplificada através da porta paralela (inserida na placa) ou interface JTAG
- Cabo de conexão entre a placa e o PC (porta paralela) presente no conjunto.

Apesar da aparente simplicidade desta placa, as aplicações de alta performance e baixo custo são o foco da mesma. Ela também se mostra muito atraente para estudantes e *hobistas* interessados, devido a seu baixo custo. O software necessário para trabalhar com esta placa é Xilinx WebPack. Este aplicativo foi distribuído sob autorização da Xilinx na edição Saber Eletrônica Especial com CD nº5. Ele também pode ser obtido no *site* do fabricante. Com ele é possível desenvolver, programar e também simular projetos para os CPLDs Xilinx.

Maiores informações sobre esta placa e outras disponíveis, além dos dispositivos lógicos programáveis Xilinx em www.xilinx.com.

Placa Altera Excalibur

A placa Excalibur da Altera contém recursos interessantes para o desenvolvimento dos mais diversos produtos com o uso de FPGAs. As principais características são dadas a seguir:

Características da FPGA presente na placa:

- FPGA EP20K com 526.000 *gates* (832 macrocélulas)
- 106.496 bits máximos de RAM
- 376 pinos de I/O
- Pinos de I/O com capacidade de operação com lógica digitai com níveis em 1,8 V, 2,5 V, 3,3 V e 5 V (tolerado com uso de resistor externo)
- Tensão de alimentação em 1,8 V e 2,5 V
- Performance superior a 250 MHz
- Programação através de interface JTAG.

Dispositivos "extras" da placa:

- Conector para SDRAM S0DIMM (memória de Note Book)
- 2 Mbits de memória SRAM (*chips* presentes na placa)
- 8 Mbits de Memória Flash (*chip* na placa)
- Conector DB09 para comunicação serial (RS-232)
- Reguladores de tensão tipo "drop-down" na placa
- Chaves *push-button* para uso geral
- Chave *dip* disponível
- Dois *displays* de "7" segmentos para uso geral
- Display LCD 16x2 tipo caracter fornecido para conexão na placa
- Dois conectores tipo PMC presentes
- 74 pinos de I/O (barra pinos) para trabalhar com lógica digital em tensões de 3,3 V
- 74 pinos de I/O (barra pinos) para trabalhar com lógica digital em tensões de 5,0 V
- Cabos de conexão
- Fonte de alimentação externa.

Trata-se de uma placa com dispositivos extras que podem ajudar no desenvolvimento de muitos produtos, sem a necessidade de circuitos adicionais.

A programação desta placa é feita através de uma interface JTAG, mostrada na **figura 5**. Esta interface é fornecida junto com a placa, mas o seu esquema elétrico está disponível também no *site* do fabricante para aqueles que desejam se aventurar no mundo das FPGAs por conta própria.

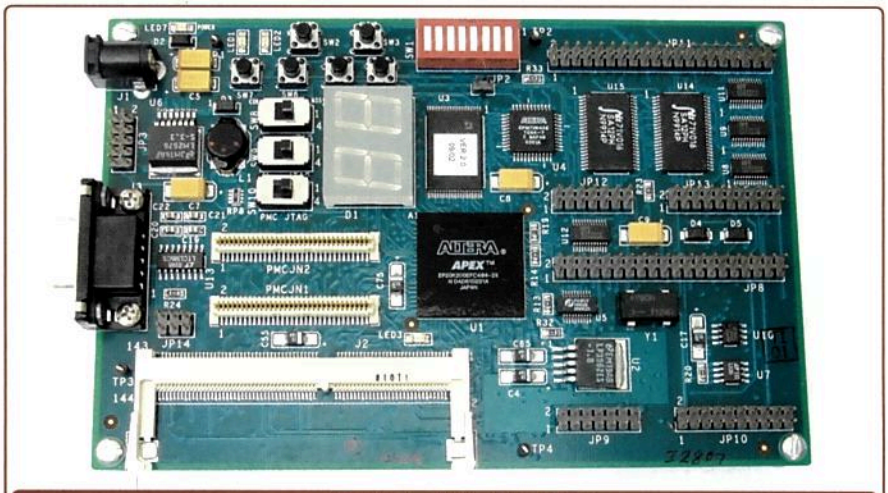


Figura 4 - Placa Excalibur

A Altera disponibiliza dois programas atualmente para desenvolvimento e programação de suas FPGAs: o MAX+Plus II Manager e o Quartus II. Atualmente, a empresa recomenda a todos os seus clientes a migração para o novo aplicativo Quartus II, devido a sua maior riqueza em comandos e possibilidades. A aparência de ambos foi mantida dentro de certos limites para facilitar a migração.

Ambos os aplicativos permitem o desenvolvimento através de esquema (circuito elétrico), VHDL e Verilog. Estão presentes também ferramentas de simulação e programação no aplicativo. O "download" e o registro destes aplicativos pode ser feito no *site* do fabricante.

Maiores informações sobre esta placa ou outras disponíveis e também sobre as FPGAs Altera em www.altera.com.



Figura 5 - Interface JTAG ByteBlaterMV.

CONCLUSÃO

Como o leitor pôde notar, o mundo das FPGAs e CPLDs no geral é bem grande. Existem vários fabricantes e cada um deles pode oferecer características em seus dispositivos que venham a se "encaixar" no novo produto a ser desenvolvido pelo engenheiro / técnico de desenvolvimento. É necessária uma pesquisa minuciosa antes de se decidir por um ou outro dispositivo do fabricante "A", "B", "C" ou "D". Esperamos que as informações básicas trazidas até o momento possam ajudar nossos leitores, servindo-lhes como referência em suas futuras pesquisas. Até uma próxima!!!

Nota: *Infelizmente, não foi possível contemplar todos os fabricantes neste artigo. As placas analisadas foram fornecidas pelos distribuidores e representantes das empresas referenciadas neste artigo. A quantidade de componentes extras em cada placa varia muito e depende exclusivamente do modelo de cada uma. Apesar de algumas parecerem simples em comparação às outras, cada fabricante apresenta soluções para os mais diversos níveis de projeto. Portanto, o leitor interessado em trabalhar com um determinado fabricante, deverá consultá-lo sobre outras placas, com mais ou menos recursos, dependendo apenas do seu propósito (projeto final).*

DISSIPADORES DE CALOR

Informações para Cálculo e Dimensionamento

Os dissipadores de calor não são olhados freqüentemente com o devido cuidado nos projetos que envolvem dispositivos de potência ou mesmo naqueles que, aparentemente, não geram uma quantidade preocupante de calor. No entanto, os problemas derivados da dissipação de calor são muito mais importantes do que muitos pensam, e por não estarem relacionados com o circuito em si, não são devidamente tratados pelos desenvolvedores. Neste artigo, trataremos desse assunto focalizando alguns pontos importantes que envolvem o modo de operação dos dissipadores de calor, que é a forma mais comum de se manter a temperatura de um componente sob controle.

Newton C. Braga

Todo dispositivo eletrônico que não apresente uma resistência nula, gera uma certa quantidade de calor ao ser percorrido por uma corrente elétrica. Como um dispositivo de resistência nula é ideal, não existindo na prática, podemos dizer que todos os dispositivos percorridos por corrente em um circuito real geram calor.

Para os casos em que o calor gerado é maior, precisando ser transferido para o meio ambiente de modo que o componente não tenha sua temperatura elevada acima dos limites que ele tolera, devem ser usados meios auxiliares.

Assim, além de recursos que permitem espalhar o calor pela própria placa de circuito impresso através dos materiais, como a ventilação forçada, o principal meio, sem dúvida, é o que emprega os radiadores ou dissipadores de calor.

Esses dispositivos são presos aos componentes que geram calor e, por condução, transferem esse calor para os elementos que devem passar o calor para o meio ambiente, conforme mostra a **figura 1**.

Essa transferência pode ser feita de duas formas basicamente: irradiação e convecção.

Parte do calor é irradiada na forma de ondas eletromagnéticas, concentrando-se principalmente na faixa do infravermelho. Parte-se das propriedades dos corpos negros, que são irradiadores ideais, para se escolher materiais que possam ser usados de modo eficiente nesta forma de se livrar do calor gerado pelos componentes.

A outra parte do calor gerado é transferido para o ar em contato com as aletas que os radiadores possuem, o qual aquecido torna-se mais leve tendendo a subir e se afastar do local, levando o calor absorvido. Neste caso, é muito importante que o dissipador tenha a maior área possível de contato para o ar e que exista um caminho livre para sua circulação.

Na **figura 2** mostramos os dois modos segundo os quais o calor é transferido para o ambiente através dos radiadores ou dissipadores de calor.

Veja que poderíamos acrescentar uma terceira forma de se transferir o calor gerado, acoplando o próprio dissipador a uma superfície sólida que pudesse absorver o calor, mas nesse caso, essa superfície é que deveria ser considerada o dissipador.

Devemos lembrar também dos casos onde a quantidade de ar em contato com as aletas que devem transferir o calor pode ser sensivelmente aumentada com o uso de ventilação forçada, como ocorre quando do uso dos "fans", muito comuns em dispositivos que exigem uma grande taxa de transferência de calor, caso dos microprocessadores.

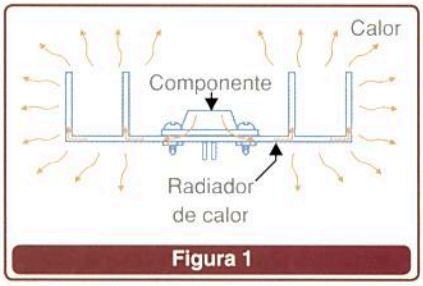


Figura 1

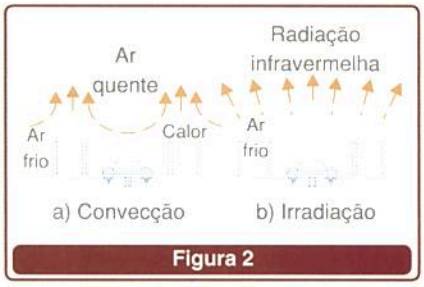


Figura 2

DIMENSIONANDO UM DISSIPADOR DE CALOR

Quando acoplamos um radiador de calor a um dispositivo que gera calor, a temperatura final do dispositivo dependerá da quantidade de calor que ele gera, da velocidade com que o dispositivo pode transferir o calor gerado, e da temperatura final do ambiente para o qual o calor é transferido.

Podemos comparar isso a um "circuito térmico" onde a diferença de temperatura é a "tensão" responsável pelo fluxo de calor da fonte (componente) para o meio ambiente. O fluxo de calor é a "corrente" e a capacidade que os diversos elementos do circuito têm de transportar esse calor é a "resistência térmica". Assim, conforme ilustra a **figura 3**, podemos elaborar um "circuito térmico" que segue uma lei muito semelhante à Lei de Ohm, a tal ponto que podemos chamá-la sem problemas de "Lei de Ohm Térmica".

Para que o desenvolvedor saiba, é preciso projetar esse circuito de modo que, numa transferência normal de calor (com os recursos usados), a temperatura do componente se mantenha sempre abaixo dos máximos permitidos. E isso deve levar em conta que a temperatura final, que é a temperatura ambiente, pode variar entre determinados limites.

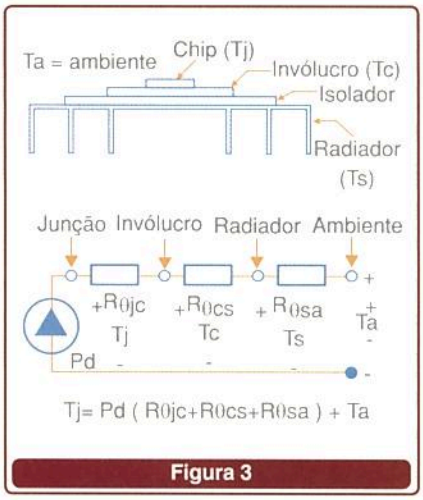


Figura 3

PERIGOS DA SOBRETEMPERATURA

Todos os componentes eletrônicos, capacitores, indutores, transformadores, dispositivos semicondutores, etc., possuem temperaturas máximas de operação que são especificadas pelos fabricantes.

A confiabilidade e eficiência de um componente decresce numa taxa muito alta quando a temperatura se eleva. Para cada 10 ou 15 °C de aumento de temperatura, acima dos 50 °C a taxa de falhas de um componente dobra.

Os componentes eletrônicos se comportam de maneira diferente quando a temperatura se eleva.

Os capacitores, por exemplo, passam a ter uma taxa de evaporação do eletrólito muito mais significativa, o que reduz a vida útil do componente.

Componentes magnéticos apresentam perdas muito maiores quando a temperatura passa dos 100 °C e em muitos deles a degradação do isolamento pode ocorrer de forma acentuada.

Para os semicondutores temos diversos problemas a serem considerados quando a temperatura se eleva. Um deles é a divisão desigual das correntes e, portanto, da potência em componentes que sejam ligados em série ou em paralelo. Esse problema pode levar a um efeito de "avalanche", veja a **figura 4**, em que um dos componentes pode ser levado a um aquecimento maior irreversível até a queima.

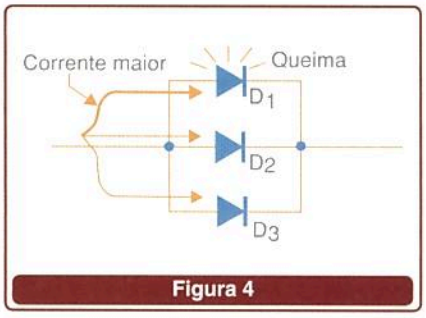


Figura 4

Em certos semicondutores, temos ainda a redução das tensões de ruptura. A corrente de fuga aumenta e os tempos de comutação também.

Se bem que o controle das tensões e correntes nos dispositivos e o uso de componentes que sejam bem projetados no sentido de garantir excelente fluxo de calor no seu interior ajudem a minimizar os problemas de dissipação de calor, o desenvolvedor é que terá a responsabilidade de montar o componente em dissipadores eficientes quando isso se tornar necessário.

Nesse caso, temos de considerar dois fatores:

• A montagem do dissipador em si que exige o uso de parafusos e porcas apropriadas, isoladores e eventualmente graxa térmica.

• O projeto do radiador que deve não apenas ter a capacidade de dissipar o calor gerado, como também estar devidamente posicionado num local em que possa fazer isso de modo eficiente.

TRABALHANDO COM A RESISTÊNCIA TÉRMICA

Conforme vimos, o processo que vai da geração do calor pelo componente, sua transmissão através de meios apropriados até a dissipação no meio ambiente envolve um circuito térmico.

Assim, de acordo com a **figura 5**, no caso de um dispositivo semicondutor temos diversos elementos nesse circuito, que podem ser considerados como situados em camadas.

O circuito térmico equivalente para a estrutura dada na **figura 5** é exibido na **figura 6**.

Veja que os elementos se comportam como resistores, o que quer dizer que se existirem caminhos paralelos para o fluxo de calor, eles podem ser considerados como "resistores térmicos" ligados em paralelo.

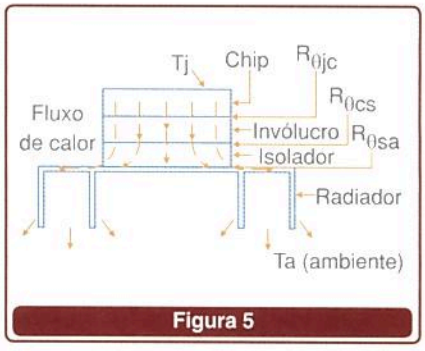


Figura 5

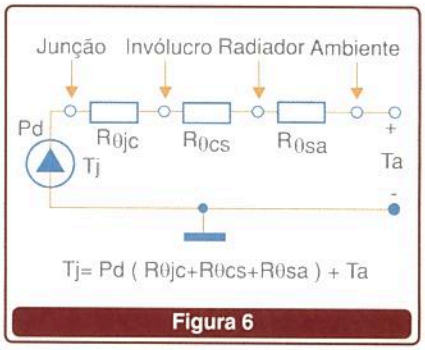


Figura 6

IMPEDÂNCIA TÉRMICA TRANSIENTE

Da mesma forma que num circuito elétrico, um transiente de temperatura, ou seja, a produção de um pico de calor pelo componente que o gere, poderá causar danos ao dispositivo se não for rapidamente absorvida, impedindo que a temperatura se eleve na mesma velocidade, conforme mostra a **figura 7**.

O componente térmico equivalente a um capacitor, que absorveria um pico elétrico, no caso do calor é representado pela capacidade térmica do sistema. Podemos, então, falar em capacidade térmica por unidade de volume:

Cv – dQ/dT (Joules/°C) que pode absorver o calor, num circuito equivalente ilustrado na **figura 8**.

Assim, o circuito térmico equi valente será: Cs = Cv x V onde é V é o volume do componente.

Chegamos, portanto, à Impedância Térmica Transiente do circuito que é dada pela fórmula junto à **figura 9**.

Veja que podemos falar numa constante de tempo térmica para este circuito, a qual será dada por:

$$T\theta = \pi . R\theta.Cs/4$$

Se tivermos uma estrutura multicamadas, poderemos associar às diversas capacidades térmicas de seus elementos "capacitâncias térmicas" no circuito apresentado na **figura 9**. É o caso de um sistema formado por diversos tipos de materiais como o silício, cobre, e o próprio dissipador. Veja a **figura 10**.

OS DISSIPADORES NA PRÁTICA – COMO ESCOLHER?

O tipo mais comum de dissipador disponível para uso em circuitos eletrônicos é o fabricado em alumínio. Muitos possuem uma camada anodizada de óxido escuro que tem por finalidade reduzir em até 25% a resistência térmica.

Os dissipadores comuns resfriados por convecção (sem ser forçada) possuem uma constante de tempo térmica típica que varia entre 5 e 15 minutos. As constantes de tempo dos dissipadores com ventilação forçada são bem menores.

São os seguintes os fatores que determinam a escolha de um radiador de calor para uma determinada aplicação:

• A potência máxima que deve ser dissipada pelo componente montado no dissipador de calor, (Pdis)

• A temperatura interna máxima do componente – temperatura de junção ($Tj_{máx}$)

• A resistência térmica da junção do componente para seu invólucro (Rθj)

• A temperatura ambiente máxima ($Ta_{máx}$)

A fórmula a ser aplicada será:

$$Rsa = (Tj_{máx} - Ta_{máx}) \times Pdis - R\theta j$$

Pdis e $Ta_{máx}$ são fixados para aplicação, enquanto que $Tj_{máx}$ e Rθj são determinados pelo fabricante do componente.

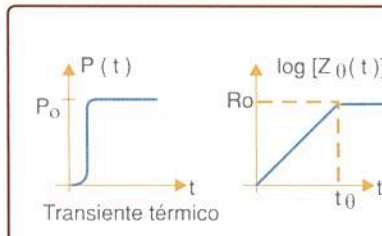


Figura 7

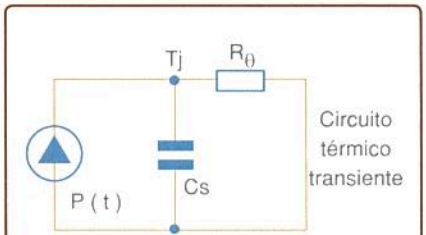


Figura 8

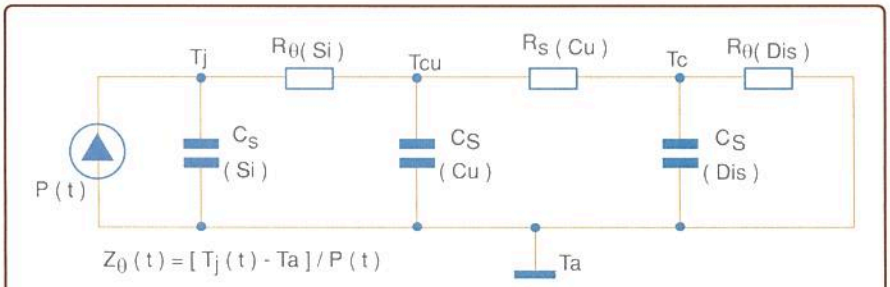


Figura 9

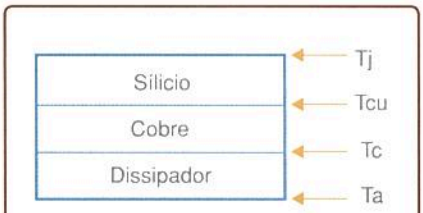


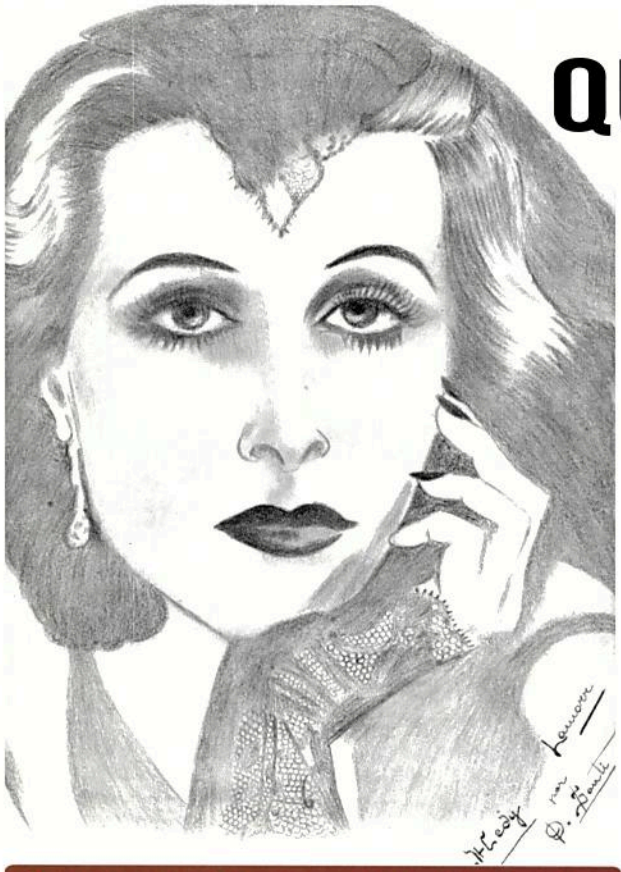
Figura 10

CONCLUSÃO

O dimensionamento correto de um dissipador de calor para uma aplicação é fundamental para se garantir que o componente se mantenha dentro dos limites de temperatura especificados pelo fabricante.

Uma operação em temperatura baixa não só garante a integridade do componente em termos de manutenção de suas características como reduz o número de falhas.

Na prática, o desenvolvedor pode contar com uma infinidade de tipos e formatos de dissipadores tendo as mais diversas resistências térmicas, além de recursos que permitem a ventilação forçada. No entanto, trataremos desses dissipadores numa próxima oportunidade.



QUEM FOI HEDY LAMARR?

O que tem a ver a tecnologia com uma linda atriz, poderá parecer uma questão intrigante (sem relacionamento algum) para muitos leitores que subestimam as qualidades das mulheres. No entanto, Hedy Lamarr foi diferente, e o que ela fez pela Eletrônica é o que vamos mostrar neste artigo.

Newton C. Braga

"Any girl can be glamorous. All you have to do is stand still and look stupid."

"Qualquer garota pode ser glamorosa. Tudo que tem de fazer é ficar parada e parecer estúpida".
Frase de Hedy Lamarr

O desenho de Hedy Lamarr acima foi feito por Dyrce Braga em 1938! Dyrce Braga é mãe do autor deste artigo, também Diretor Técnico da Revista Saber Eletrônica, possuindo uma incrível coleção de desenhos de artistas da época. Verdadeiras obras de arte feitas com recursos simples como um lápis comum e uma folha de papel.

Se o leitor respondeu que foi uma bonita atriz de Hollywood dos anos 30 e que fez filmes memoráveis como "Sansão e Dalila" ao lado de Victor Mature, acertou. No entanto, certamente agora a pergunta é do leitor: "e o que tem a ver Hedy Lamarr com tecnologia eletrônica?

A resposta poderá parecer incrível para muitos. Hedy Lamarr era uma engenheira eletrônica profundamente competente, tendo patenteado em 1933 a técnica que conhecemos como "frequency hop", ou salto de freqüência, que tornou possível as modernas comunicações sem fio como *bluetooth*, telefonia celular e muito mais...

Sua invenção só não pôde ser aplicada na época, porque a tecnologia de então não acompanhava as idéias de Hedy Lamarr que, em termos de tecnologia, estava muito à frente de seu tempo!

Mas vamos à história completa!

Hedy Lamarr nasceu em Viena em 1914 com o nome de Hedwig Eva Maria Kiesler. Suas habilidades artísticas começaram com sua ida à Escola de Max Reinhardt, em Berlim, até que em 1933 ele fez o filme Extase, que a tornou famosa.

Com o crescente envolvimento da Alemanha em um pesado armamento, Hedy separou-se do marido, deixando a Europa em 1937, indo para Hollywood para trabalhar na MGM. Todavia, o que muitos não sabem é que, como muitas artistas famosas como Ingrid Bergman e Katerine Hepburn, ela trabalhou de forma desconhecida em atividades envolvendo os esforços de guerra de seu país.

Assim, em 1933 ela se casou com Fritz Mandal, o primeiro de seus seis maridos, participando ativamente da sociedade vienense onde mantinha contatos com líderes importantes da época como, por exemplo, Hitler e Mussolini. Seu marido era um especialista em granadas em blindagens, além de aeronaves militares. Foi com ele que Hedy Lamarr aprendeu muito sobre sistemas de controle.

George Antheil foi o co-inventor do processo de Hedy Lamarr. Ele nasceu em Trenton, Nova Jersey, em 1900. Como Hedy, George aparentemente nada tinha a ver com tecnologia. Depois de estudar música no Curtis Institute da Filadelfia, ele foi para Europa para tentar a carreira de pianista, fixando-se em Paris em 1923.

Ele se tornou um compositor inovador para a época, usando recursos "mecatrônicos", e por isso é que podemos adotar o termo em vista do tempo em que isso ocorreu. Suas músicas com nomes sugestivos como Sonata do Aeroplano, Morte da Máquina e outras, ou ainda, sua Balada Mecânica que usava 16 pianos e xilofones, além de recursos estranhos, envolvendo tecnologia, como sinos elétricos, motores de avião e uma sirene, comprovam essa teoria.

Em 1933, Antheil voltou aos Estados Unidos para se tornar compositor de filmes. Ademais, ele escrevia artigos sobre Endocrinologia, chegando a publicar livros sobre o assunto. Seu encontro com Hedy Lamarr ocorreu

no verão de 1940, quando eles eram vizinhos em Hollywood. O assunto que os aproximou foi um problema de glândulas! Hedy queria saber como poderia aumentar seus seios (não havia silicone na época!).

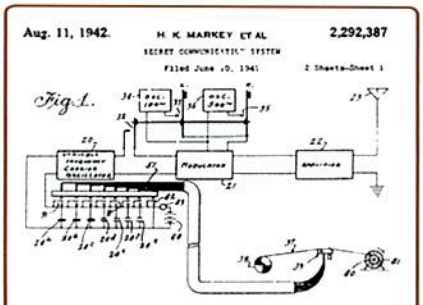
No entanto, a conversa passou para armas e Hedy manifestou o interesse em se mudar para Washington para oferecer seu trabalho ao "National Inventors Council". O começo da conversa que eles tiveram abordou o controle remoto de torpedos. A idéia de se controlar torpedos por sinais de rádio não era nova, entretanto, o conceito de "saltos de freqüência", que é a base das telecomunicações modernas como a telefonia celular, *bluetooth*, e outras técnicas *wireless*, certamente era.

Antheil propôs que as mudanças rápidas de freqüência do sinal, que impediriam que o imimigo pudesse interferir no controle, poderiam ser feitas da mesma forma que no processo que utilizou para sincronizar os dezesseis pianos quando ele apresentou a peça *Balada Mecânica*. Os dois resolveram, então, entrar com um pedido de patente para a nova idéia do "Sistema de Comunicação Secreto".

A idéia, apresentada em 10 de junho de 1941, usava rolos de papel do tipo encontrado em pianos antigos, para sincronizar as mudanças de freqüência entre o transmissor e o receptor, tendo sido propostas 88 freqüências no processo. O número escolhido deve-se ao fato de que um piano tem 88 teclas.

Naquela época, havia um alarde geral feito pelo "National Inventors Council" pedindo novas invenções, e o que ocorreu foi uma avalanche de milhares de propostas, a maioria das quais nunca resultou em nada que efetivamente pudesse ser patenteda.

Assim, Antheil sugeriu que ele e Lamarr poderiam trabalhar na idéia de modo que ela pudesse adquirir uma forma capaz de ser patenteada. Com a ajuda de um professor do Instituto de Tecnologia da Califórnia, eles tiraram todos os problemas do documento e o reapresentaram, obtendo a patente em 11 de agosto de 1942, conforme mostra a **figura 1**.


Aug. 11, 1942. H. K. MARKEY ET AL 2,292,387

SECRET COMMUNICATION SYSTEM

Filed June 10, 1941 2 Sheets-Sheet 1

Fig. 1.

Figura 1 - Patente de Hedy Lamarr de 11 de agosto de 1942, registrando um transmissor de "comunicações secretas" que operava pelo princípio do salto de freqüências.

No entanto, não era simples colocar o novo sistema em prática. O problema maior era a precisão que os mecanismos de sincronismo da freqüência deveriam ter para que o sistema funcionasse. Assim, apesar da pressão de Antheil sobre a Marinha americana, a idéia de se usar o sistema no controle remoto de torpedos, um recurso importante na época da Segunda Grande Guerra, eles encontraram problemas quanto à sua viabilidade.

Na verdade, posteriormente eles descobriram que o indivíduo que fazia a avaliação dos projetos em Washington ao ler a patente, vendo que o mecanismo de sincronismo das freqüências era semelhante ao de um piano, interpretou que deveria ser colocado um "piano e um pianista dentro do torpedo" e descartou a idéia...

Apesar das explicações sobre o princípio de funcionamento do sistema serem bastante simples, a invenção tinha outros problemas técnicos para serem solucionados.

A idéia ficou abandonada até que em 1957, engenheiros da Divisão de Sistemas Eletrônicos da Sylvania retomaram sua análise. No arranjo, que agora usava somente eletrônica, sem nenhum recurso mecânico, eles conseguiram desenvolver um sistema de comunicações militares seguro.

O sistema foi usado pela primeira vez em 1962, no bloqueio americano a Cuba, justamente três anos depois de vencer a patente de Lamarr e Antheil. Com a patente vencida, caindo em domínio público, os dois não receberam qualquer pagamento pela sua idéia, que hoje é a base das telecomunicações digitais.

Lamarr morreu no ano 2 000, tendo seu nome colocado no rol dos grandes cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da tecnologia eletrônica.



Figura 2 - Foto de Hedy Lamarr.



As tecnologias que fazem a diferença nas montadoras de PCI



Sérgio Vieira

Uma das primeiras constatações quando se trata de "grandes montadoras de PCI" é a dificuldade para entrar nesse tipo de empresa, principalmente, quando nos identificamos como imprensa. Parece que há um certo receio das empresas em revelar algum segredo de seus clientes, ou apresentar alguma tecnologia que possa ser "copiada" por concorrentes na área de montagem de PCI.

No que diz respeito à tecnologia tentamos trazer alguns aspectos nesta reportagem que, na verdade, não são tão novidades assim no mercado de eletrônica. Elas estão bem acessíveis às montadoras de pequeno e médio porte, principalmente, para quem tem dinheiro em caixa. Descobrimos detalhes que vão além da tecnologia empregada para "empacotamento eletrônico". O diferencial perante as pequenas e médias montadoras de PCI está presente também na forma de administração da empresa, na qualidade empregada em cada placa, no oferecimento de serviços e, é claro, na obediência redobrada aos contratos de confidencialidade.

"O mercado de montagem não consegue escapar da automação. Os componentes estão cada vez menores e é praticamente impossível atingir alta produtividade com qualidade", avalia Márcio Tarozzo Biasoli, presidente do Imaps – entidade internacional voltada para o avanço da tecnologia de empacotamento eletrônico.

Segundo Biasoli, a linha convencional (montagens PTH – *Pin Through Hole*), aos poucos, está desaparecendo do mercado dando lugar à tecnologia SMD - *Surface Mouting Device*. "Hoje existem demandas para os dois mercados, mas boa parte está no caminho intermediário. Uma pequena parte do mercado trabalha só com SMD", acredita Biasoli.

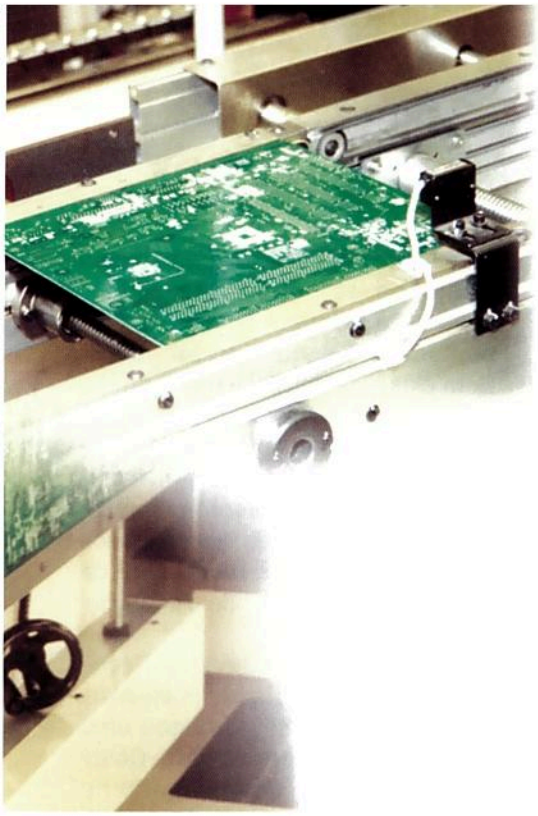
Nas grandes montadoras é comum o trabalho automático de componentes com tecnologia 0402 (perto de 1 mm), mas já há um direcionamento para que as montadoras se adaptem à versão 0201 de resistores e capacitores (praticamente, do tamanho do ponto final que o leitor vê logo depois deste parêntese).

A parte de testes é outro diferencial presente em grandes montadoras. O cuidado com a placa começa no momento que ela chega dentro da empresa. Uma máquina de testes analisa se a placa foi fabricada de acordo com o projeto inicial do *layoutista*. Quando a placa está montada há, ainda, o "teste in circuit" para saber se o projeto inicial foi mantido. Nessa fase, ao invés de máquinas sofisticadas, é possível utilizar um protótipo que o mercado conhece como "cama de pregos". Porém, mesmo esse protótipo pode sair caro para uma pequena montadora. Dependendo da placa a ser testada, uma "cama de pregos" pode custar até R$ 8 mil. Complexos testes digitais também podem ser empregados depois que a placa nua se transforma em módulo eletrônico.

Na parte de qualidade, uma característica marcante das grandes montadoras é o cuidado no trato com os componentes. Além daquelas pulseiras atreladas a funcionários (que evitam descarregamento de energia estática do corpo em um componente), toda a bancada de manipulação manual de componentes possui aterramento, isso inclui a mesa e os tapetes. Alguns engenheiros informaram (tal é a qualidade empregada) que algumas áreas dessas montadoras são verdadeiras "Gaiolas de Faraday" para poder trabalhar com compatibilidade eletromagnética (EMC).

Roupas especiais, semelhantes às utilizadas no encapsulamento de *chips*, reduzem a entrada de material particulado. Além disso, mesmo depois de cobrir-se dos pés à cabeça, é preciso receber um jato de ar em todo o corpo para garantir que nenhuma matéria indesejável vai entrar na área de montagem de PCI.

De acordo com Biasoli, os problemas com EMC são os grandes responsáveis pela ocorrência de falhas durante o processo de montagem de PCI. Algumas montadoras já possuem



grupo específico para estudar EMC. É o caso da CADService, localizada em Campinas (SP), que presta assessoria para que placas de clientes não sofram interferências eletromagnéticas (EMI).

Em grandes montadoras também é possível detectar se uma placa apresenta falhas devido a um lote defeituoso de componentes, erros de *layout* ou fabricação da placa e até erros de projeto esquemático. Algumas montadoras chamam essa bateria de testes de MDA - *Manufacture Device Assembly* – e estende a vistoria para itens como falta de componentes, curto-circuitos, trilhas abertas e erros de inserção. No final, gera-se um relatório com histogramas de testes e falhas encontradas.

Uma história clássica que circula em multinacionais de montagem de PCI ilustra bem o que foi comentado no parágrafo acima. Durante uma missão espacial, um astronauta da Nasa ficou encarregado de trocar uma placa eletrônica defeituosa em um satélite. Após um minucioso rastreamento (que passou pela montagem da placa) ficou constatado que um *chip* apresentava defeito devido à presença de resíduos originados pela saliva humana. Não se sabe se a história é verdadeira ou não, mas ela serve de guia para os cuidados com a qualidade empregada em grandes montadoras de PCI. Nesse sentido, a montagem de PCI está caminhando, cada vez mais, para tomar os mesmos cuidados empregados no encapsulamento de *chip*.

Periodicamente, em grandes montadoras, grupos de funcionários fazem a análise da produtividade em linhas de montagem; quantificam para clientes os custos para a conversão de componentes convencionais para SMT; e fazem auditoria nas linhas de montagem, entre outras atividades.

CADSERVICE ESCOLHEU A DIVERSIFICAÇÃO PARA CRESCER

O salto de pequena para grande montadora de PCI, como foi visto até aqui, vai além do investimentos em sofisticados equipamentos. A CADService, por exemplo, que encontra-se exatamente nesse processo de transformação, está investindo perto de US$ 500 mil para triplicar seus serviços de montagem (convencional e SMD).

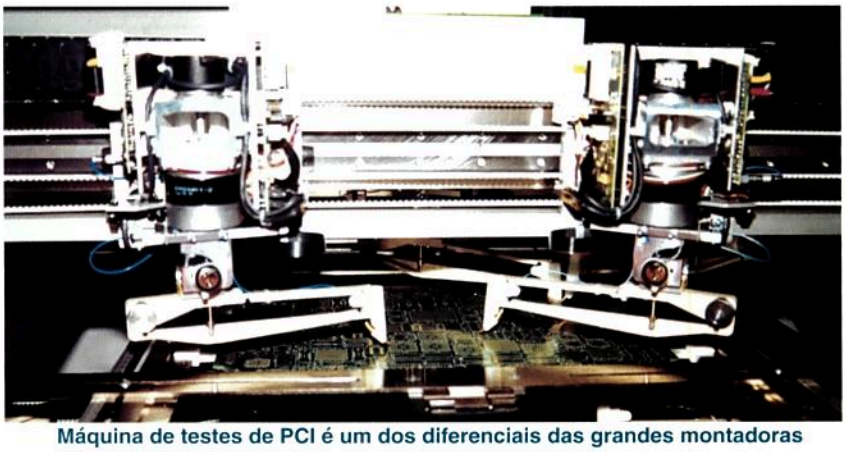
A empresa está tendo sucesso na diversificação de serviços (embora integrados num mesmo conceito) que vai além da montagem de PCI.

"Hoje, deixamos o cliente à vontade para ele escolher o que ele quer de nós", pontua José Eduardo Emirandetti, diretor comercial da CADService. Cerca de 70% do faturamento é proveniente dos serviços integrados que envolvem a fabricação própria da placa; desenvolvimento de protótipo e *layout*; montagem da PCI; e a fase de testes.

Um diferencial encontrado na CADService foram os serviços extras incorporados à montagem. "Colocamos a placa dentro do *design* mecânico, embalamos o produto já acabado nas caixas de papelão do cliente e despachamos daqui para o cliente dele", diz Emirandetti que descobriu nessa metodologia de trabalho uma forma de reduzir custos para todas as partes, além de facilitar a logística de distribuição. "Conseguimos chegar num nível onde revertemos para o cliente apenas os *royalties* que lhe são derivados". Um dos referenciais da empresa foi a homologação da Alstom como braço de produção eletrônica no Brasil.

Apesar da diversificação, o diretor da CADService informa que a única área que ele não vai entrar é a de criação de esquemático eletrônico de um produto. "Eu estaria concorrendo com os meus clientes", avalia. Para aumentar ainda mais o grau de confiança, a CADService está desenvolvendo uma ação para que não haja conflitos quando tiver em mãos, por exemplo, dois produtos de clientes distintos da área médica. Da planta de Campinas saem placas eletrônicas para os segmentos de telecomunicações (telefones públicos), médico (respiradores), transporte (sinalizadores), entre outros, todas com garantia.

O prédio que está sendo erguido em terreno ao lado fará com que a CADService passe de 140 para 200 funcionários, destes, pelo menos 10% são engenheiros especializados em CAD, *layout* e montagem de PCI.



Máquina de testes de PCI é um dos diferenciais das grandes montadoras



José Eduardo: serviços integrados respondem por 70% do faturamento

HISTÓRIA E MERCADO

As história das montadoras de PCI do país confunde-se com a época da reserva de Informática que terminou em 1992 (durante mais de dez anos ficaram proibidas as importações de bens de informática e componentes eletrônicos). A portaria de número 134 (publicada em 1993) do Ministério de Ciências e Tecnologia – MCT (na época, vinculado ao Ministério da Indústria e Comércio - MDIC) - dispensou a montagem de placas de circuito impresso destinadas a produtos ou modelos novos até o limite de 18% (permitiu-se a montagem de PCI fora do Brasil). O decreto estabeleceu também que fica facultada a compra de placas nuas de PCI destinadas à montagem em SMD. Ou seja, ficou liberada a importação de placas nuas para montagem em SMD. Uma consulta realizada junto ao MCT e ao MDIC revelou que, desde 1993, não existe nenhuma novidade sobre o assunto.

Geralmente, as grandes montadoras de PCI seguem um esquema um pouco diferente quando o assunto é compra de insumos (placas nuas e componentes). Elas realizam os chamados "contratos mundiais" que lhe dão o direito de comprar, por exemplo, placas nuas de um único fornecedor e enviá-las para as suas plantas de montagem em vários países. Parte do déficit da balança comercial brasileira, causado pela indústria de componentes, deve-se a esses contratos mundiais. Já as pequenas e médias montadoras nacionais procuram adquirir pelo menos as placas nuas de fornecedores presente no país, mas, importam quase 100% dos componentes que serão inseridos na placa.

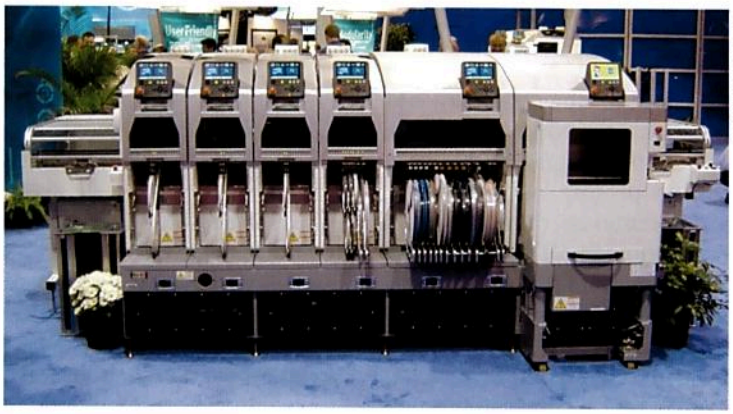
O investimento realizado no passado em telecomunicações foi um dos grandes responsáveis pelo aparecimento de novas montadoras de PCI. Do telefone público a estações de comunicação, toda a parte de eletrônica começou a ser montada no Brasil. A retração nesse mercado, entretanto, sobretudo no ano passado, fez com que várias montadoras procurassem novos mercados para atuar, com destaques para a área de eletrodomésticos e automobilística.

INSERSORAS SÃO PARTE DO DIFERENCIAL

Objeto de desejo para quem monta PCI, as insersoras de componentes são grandes responsáveis pelo aumento na escala de produção. Sem elas, fica difícil imaginar a montagem em larga escala de placas que contêm componentes SMD. Além de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade, as insersoras também resultam em queda de custos, principalmente, quando a montadora de PCI procura explorar todo o potencial desse equipamento.

Em 1999, o Laboratório de Técnicas Inteligentes da Escola Politécnica de São Paulo (USP) divulgou uma tese de mestrado, de autoria de Cesar Scarpini Rabak, onde sugeriu-se procedimentos para a otimização de trabalho de uma insersora. O trabalho baseou-se na técnica de *times* assíncronos (A-Teams).

Além da insersora, as grandes



Fuji/Divulgação

Insersora Fuji, uma das alternativas para as montadoras ganharem competitividade.

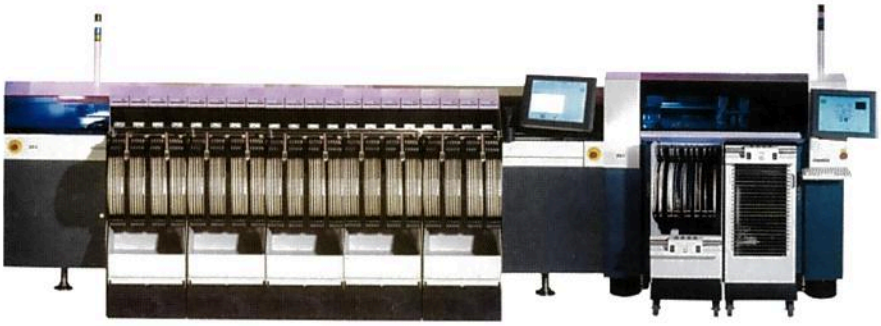
Perfil de insersoras vendidas no Brasil

Marca	Componentes/h (a mais potente da empresa em SMD)	Características destacadas pelos fabricantes	Preço estimado
Siemens Dematic*	HS60 - até 60 mil c/h	Traballha num conceito de plataforma integrada	Não divulgado
Assembléon** (SMA Tech)	Assembléon X5 - com 20 módulos iguais monta 100 mil c/h	Pode montar componentes como 0402, 0201 e 0101	US$ 900 mil
Fuji	NXT - até 80 mil c/h, mas segundo a Fuji pode configurá-la para velocidades maiores	Pode trocar cabeça de montagem dentro da linha SMD.	US$ 600 mil
Samsung (KTI)	CP60LH - até 50 mil componentes por hora	Possui versões para pequenas e médias montagens	US$280 mil

Fonte: levantamento Saber Eletrônica

* Está sendo incorporada à Divisão Automation & Controls da própria Siemens

*** Pertence à Philips e, até 2001, levava o mesmo nome*



montadoras também possuem máquinas sofisticadas de solda por onda, equipamentos para inspeção por Raio X, fornos de cura e refusão, sistema de inspeção ótica e câmaras para ensaio climático. Uma das máquinas mais notáveis e recém-chegadas no Brasil é a posicionadora de BGA. Nela, enquanto uma câmera filma e digitaliza a imagem da placa, uma segunda câmera faz o mesmo com o BGA. A sobreposição das duas imagens determina o ponto exato de instalação do componente.

Alguns engenheiros recomendam o uso do nome posicionadora quando se trata de inserção em SMD. O motivo é para diferenciar da palavra "insersora", utilizada para montagens PTH ou convencional. Geralmente, as "posicionadoras" são dividas em três grupos: **pequeno volume** – atendem processos com baixo volume de produção e/ou linhas para montagem de protótipos. A relação custo/benefício costuma ser muito ruim; **médio volume** – posicionadoras que se caracterizam pela sua flexibilidade, ou seja, empacotam boa parte das placas existentes no mercado; **alto volume** – posicionadoras que se caracterizam pela alta capacidade de montagem, entretanto, perdem a flexibilidade de montar grande variedade de tipos de encapsulamentos.

Pelas características descritas acima o leitor observa que, antes de uma montadora comprar uma insersora ou posicionadora, esta deverá definir qual será sua estratégia no mercado de eletrônica. Se irá montar grandes volumes com pouca variedade de placas, ou se irá montar pequenos volumes voltados para diferentes tipos de placas. Veja no **quadro** um pouco do perfil de algumas insersoras vendidas no Brasil.

FIC quer atrair mais montagens de terceiros

Com investimentos de US$ 12 milhões e prevendo gerar 800 novos empregos diretos, o Grupo FIC/Phihong do Brasil inaugurou em março deste ano sua nova unidade fabril na cidade de Santa Rita do Sapucaí (MG), o Vale da Eletrônica. A fábrica conta com o apoio de instituições de ensino como o Inatel – Instituto Nacional de Telecomunicações, FAI – Faculdade de Administração e Informática e ETE – Escola Técnica de Eletrônica.

Na nova unidade serão montadas placas-mãe de computadores, cartões VGA, fax-modem e sistemas como o Think Client – computadores com poucos componentes que apresentam baixo custo para o usuário final. A montagem desses equipamentos já é desempenhada hoje por outra unidade da FIC instalada na mesma cidade.

Um dos focos da nova unidade, entretanto, será o de aumentar sua participação como O&M no mercado nacional de eletrônica. Ou seja, a FIC pretende levar para Santa Rita do Sapucaí um maior número de montagens de placas de terceiros. "Nosso objetivo é poder montar qualquer tipo de placa para clientes", revela Cândido Guedes, gerente de canais da FIC. Nas últimas eleições, por exemplo, a FIC montou as placas das empresas Procomp e Unisys que são inseridas nas urnas eletrônicas.



10 PROJETOS PRÁTICOS DE OSCILADORES

Embora existam soluções integradas para osciladores que podem gerar qualquer freqüência como, por exemplo, as baseadas em microprocessadores, em situações de emergência, no reparo de máquinas e equipamentos, ou simplesmente para se testar um circuito, o desenvolvedor poderá precisar de um oscilador usando uma configuração tradicional empregando transistores ou circuitos integrados simples. Neste artigo apresentamos uma coletânea de circuitos osciladores que podem ser de utilidade para quem está necessitando de uma configuração desse tipo.

Newton C. Braga

Osciladores são circuitos necessários numa infinidade de aplicações práticas. Sempre que precisarmos de uma forma de onda determinada, numa certa freqüência, a solução está em um oscilador, e para isso o desenvolvedor também tem uma infinidade de opções.

Neste artigo, fornecemos alguns osciladores prontos que, com pequenas alterações envolvendo tanto a determinação da freqüência quanto a intensidade do sinal, poderão atender às necessidades específicas. Damos também as fórmulas que permitem calcular os componentes para as freqüências desejadas, mantendo os demais fixos.

O projetista que souber calcular e otimizar um projeto não terá dificuldades em adaptar qualquer dos osciladores que descrevemos para a aplicação que tiver em mente.

MULTIVIBRADOR ASTÁVEL

Uma outra configuração tradicional de oscilador usada quando se deseja um sinal retangular é a que emprega dois transistores ligados como multivibrador astável. A configuração vista na **figura 1** pode gerar sinais que vão de fração de hertz até algumas dezenas de megahertz, sem problemas, usando transistores comuns.

Junto ao diagrama temos a fórmula que permite calcular os componentes para a freqüência desejada.

Fazendo $R_2 = R_3$ e $C_1 = C_2$, o ciclo ativo será de 50%. Podemos usar capacitores diferentes para obter outros ciclos ativos.

Os capacitores podem ter valores entre 10 nF e 100 µF, tipicamente.

Os resistores R_1 e R_4 podem ser alterados assim como R_2 e R_3 em função da tensão de alimentação. O circuito opera satisfatoriamente entre 3 e 12 V.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

Para os valores indicados a freqüência estará em torno de 3,5 kHz, com alimentação de 6 V.

LISTA DE MATERIAIS

Q_1, Q_2 – BC548 ou equivalentes – transistores NPN de uso geral
R_1, R_4 – 4,7 k Ω x 1/8 W - resistores
R_2, R_3 – 47 k Ω x 1/8 W – resistores
C_1, C_2 – 10 nF – capacitores cerâmicos ou poliéster
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

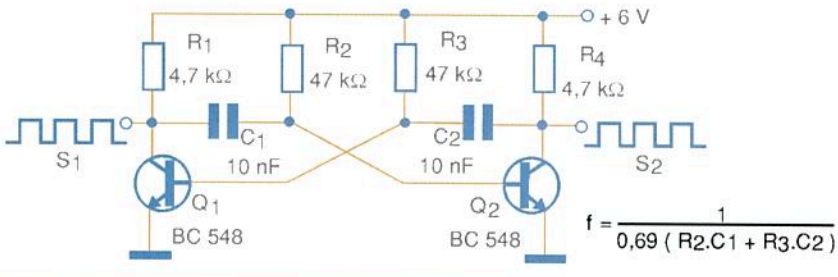


Figura 1

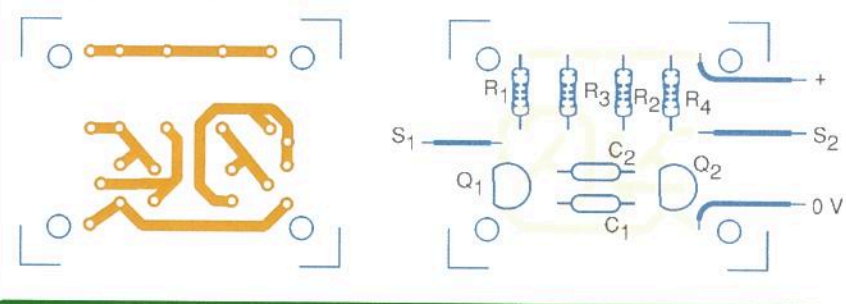


Figura 2

OSCILADOR DE DUPLO T

Osciladores de duplo T consistem numa solução simples para se gerar sinais senoidais de baixas freqüências, até uns 10 kHz tipicamente. Esses circuitos também podem ser usados para gerar oscilações amortecidas, bastando para isso que R/2 seja substituído por um *trimpot* de mesmo valor. No caso de oscilações amortecidas, o estímulo para sua produção pode ser aplicado à base do transistor através de um capacitor ou um diodo.

Na **figura 3** temos a configuração básica de um oscilador de duplo T.

Valores típicos de R estão entre 100 k e 150 kohms e para os capacitores (C) valores entre 4,7 nF e 470 nF podem ser empregados. Observe a necessidade dos componentes do duplo T manterem as relações de valores indicadas no diagrama.

A fórmula que permite calcular a freqüência em função dos componentes do duplo T também é dada junto ao diagrama, de modo a facilitar o trabalho do desenvolvedor.

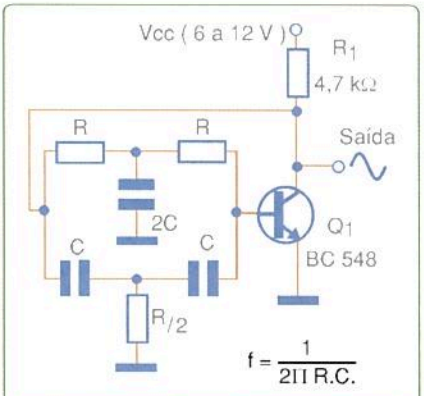


Figura 3

Uma placa de circuito impresso para a montagem do oscilador é mostrada na **figura 4**, caso ele seja usado isoladamente.

LISTA DE MATERIAIS

Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
R_1 – 4,7 k Ω ou 5,6 k Ω x 1/8 W – resistor
R – 100 k Ω – resistores – ver texto
C – 4,7 nF a 470 nF – capacitores – ver texto
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de alimentação, etc.

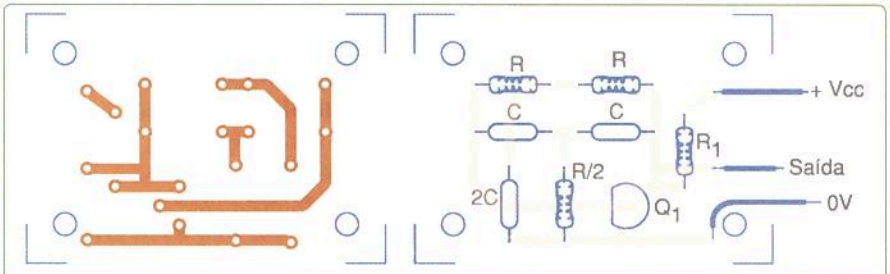


Figura 4

OSCILADOR 555

Pela sua versatilidade, baixo custo e capacidade de gerar sinais retangulares entre fração de hertz até 500 kHz, o 555 consiste numa solução das mais utilizadas em projetos práticos. Na verdade, poder contar com o 555 em versões CMOS e de baixas tensões abre uma gama enorme de possibilidades de aplicação deste CI para o desenvolvedor.

Como oscilador, o 555 é ligado na configuração mostrada na **figura 5**, onde as fórmulas junto ao diagrama dão os tempos de saída no nível alto e no nível baixo e, a partir delas, a freqüência de oscilação.

Ra e Rb não podem ser menores que 1 kohms e o valor máximo recomendado, dadas as instabilidades que podem ser geradas por fugas no capacitor, é 1 Mohms. Para o capacitor, os valores típicos estão entre 100 pF e 1 500 µF. Valores muito altos podem instabilizar o circuito se o componente usado tiver fugas.

A saída do 555 pode drenar ou fornecer até 200 mA, mas com cargas indutivas é interessante usar um circuito *driver*. O ciclo ativo deste circuito é maior que 50 %. Recursos externos como o uso de diodos para descarga podem ser empregados para se modificar o ciclo ativo.

Na **figura 6** observamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

A alimentação pode ficar entre 5 e 18 V tipicamente, se bem que existam versões que podem operar com 1,5 V ou menos. O circuito dado como exemplo gera um sinal de áudio de alguns quilohertz.

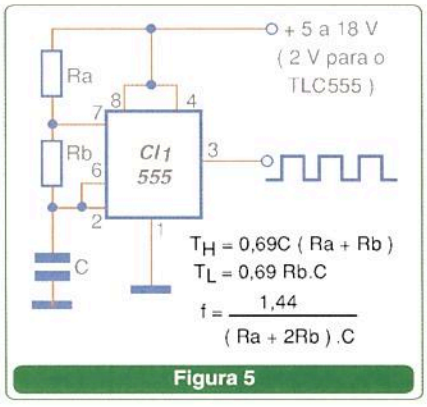


Figura 5

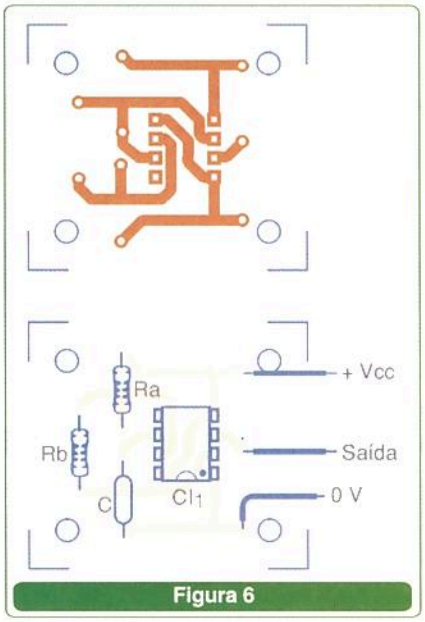


Figura 6

LISTA DE MATERIAIS

CI_1 – 555 – circuito integrado
R_1, R_2 – 10 k Ω x 1/8 W – resistores
C_1 – 47 nF – capacitor
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

RELAXAÇÃO COM TRANSISTORES BIPOLARES

Quando se fala em oscilador de relaxação, logo se pensa nos transistores unijunção que, apesar de serem extremamente versáteis, em razão de sua antigüidade, já não são muito fáceis de obter. Todavia, o que talvez muitos leitores não saibam é que é possível simular um transistor unijunção com dois transistores bipolares e elaborar um interessante oscilador para baixas freqüências.

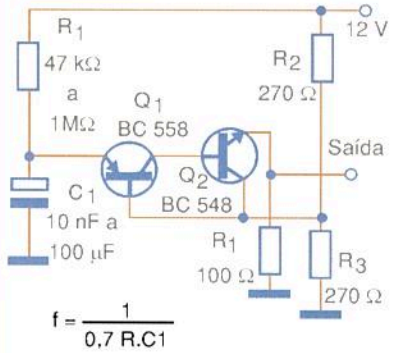


Figura 7

Esse oscilador, que pode gerar sinais de 0,001 Hz a 10 kHz tipicamente, tem seu circuito exibido na **figura 7**.

A alimentação deve ser feita com tensões de pelo menos 12 V e a freqüência é determinada por R e C_1, conforme a fórmula aproximada junto ao diagrama. Essa fórmula é aproximada tanto em função das tolerâncias dos componentes de tempo quanto dos próprios ganhos dos transistores utilizados.

O sinal gerado por esse oscilador pode disparar com facilidade entradas de contadores CMOS se for usado um transistor *driver* adicional, observe a **figura 8**.

Uma placa de circuito impresso para a montagem do oscilador é dada na **figura 9**, caso o leitor queira implementá-lo de modo independente.

Transistores equivalentes podem ser usados, e os valores de R e C_1 indicados são os limites recomendados. R pode ser substituído por um resistor de 47 kohms em série com um potenciômetro ou *trimpot* de 1 M para se obter um oscilador de freqüência variável.

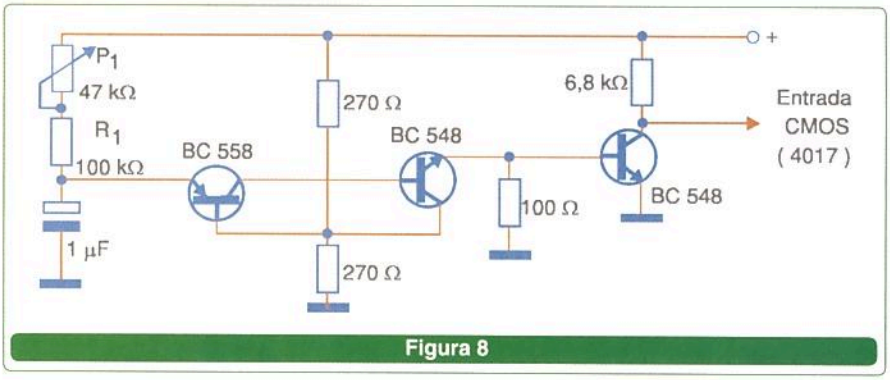


Figura 8

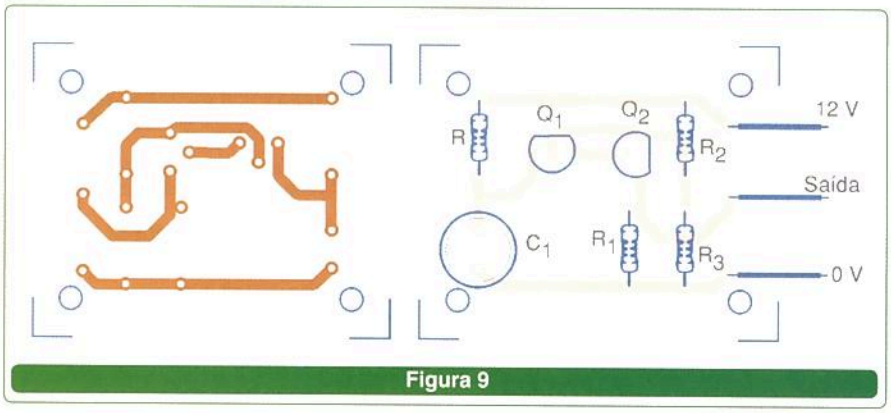


Figura 9

LISTA DE MATERIAIS

Q_1 – BC558 – transistor PNP de uso geral
Q_2 – BC548 – transistor NPN de uso geral
R – ver texto – resistor
C_1 – ver texto – capacitor
R_1 – 100 ohms x 1/8 W – resistor
R_2, R_3 – 270 Ω x ½ W – resistores
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

OSCILADOR DE RELAXAÇÃO NÉON

Ainda que consista de uma configuração já superada, pois podemos ter osciladores com componentes mais modernos, trata-se de uma opção interessante para quem precisa de um sinal de baixa freqüência dente-de-serra com grande amplitude.

Este tipo de circuito pode ser utilizado no disparo de SCRs, bases de tempo de baixas freqüências e temporização. A grande vantagem está na facilidade de se obter os componentes e na simplicidade do circuito.

Na **figura 10** temos a configuração básica deste oscilador, indicado para a alimentação direta pela rede de energia. A fonte de alimentação é dada em conjunto.

Com este oscilador é possível gerar sinais numa faixa que vai de frações de hertz (menos de 0,001 Hz) até uns 20 kHz ou pouco mais, uma vez que a lâmpada néon é um dispositivo lento.

A mesma configuração pode ser implementada com dispositivos mais modernos como DIACs e SIDACs ou até mesmo SCRs, conforme mostra a **figura 11**.

A fórmula que permite calcular a freqüência de operação é dada junto ao diagrama, onde V é a tensão de alimentação, Vt é a tensão de disparo (tipicamente de 80 a 90 V para as lâmpadas comuns) e Vh a tensão de manutenção entre 50 e 60 V para as mesmas lâmpadas.

O resistor R pode ter valores entre 100 k a 10 Mohms e o capacitor entre 10 nF e 10 µF. Para valores altos

recomenda-se o uso de capacitores despolarizados (poliéster). Observe no gráfico que a tensão oscilará entre Vh e Vt, quando o oscilador estiver em operação.

Na **figura 12** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.

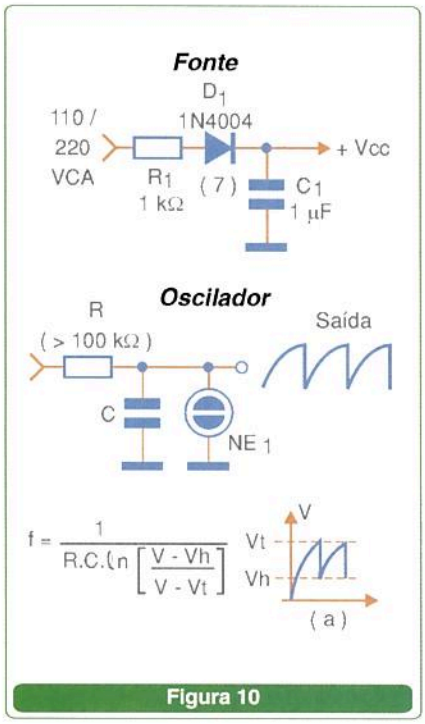


Figura 10

LISTA DE MATERIAIS

D_1 – 1N4004 – diodo retificador (110 V) ou 1N4007 (220 V)
NE_1 – lâmpada néon comum (NE-2H ou equivalente)
R_1 – 1 k Ω x 5 W – resistor de fio
C_1 – 1 µF x 250 V (110 V) ou 400 V (220 V) – capacitor
C e R – ver texto
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

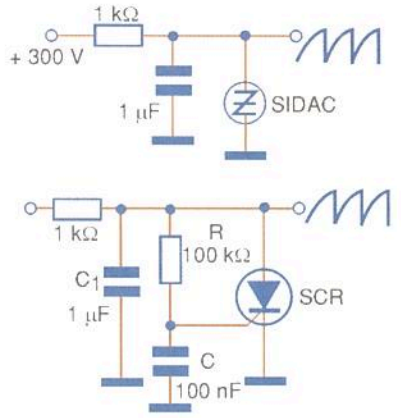


Figura 11

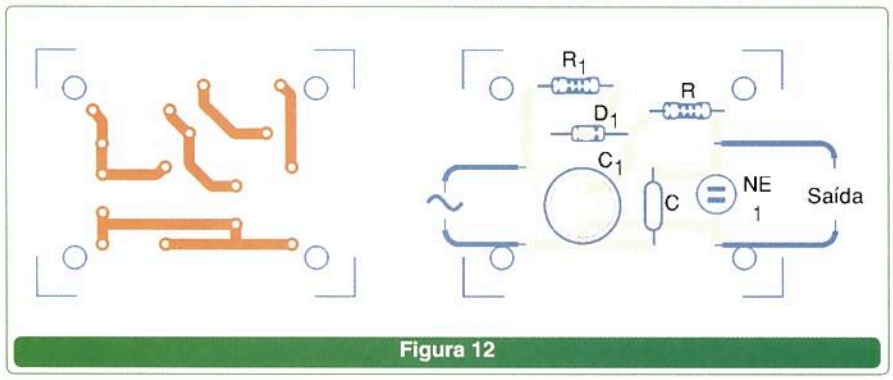


Figura 12

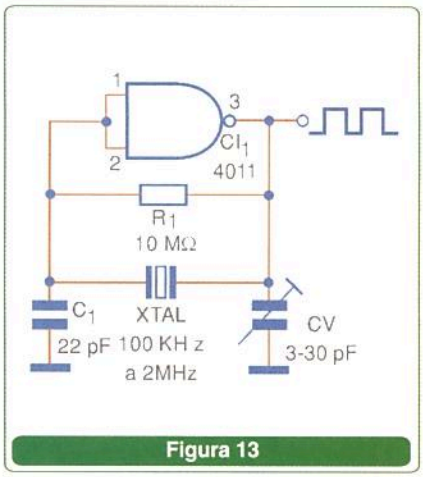


Figura 13

O sinal produzido é próximo do retangular, podendo ser amplificado digitalmente (*bufferizado*) pelas outras portas do mesmo CI. Na **figura 14** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso, embora, na maioria dos casos, o circuito seja parte de uma configuração mais complexa incluída na mesma placa.

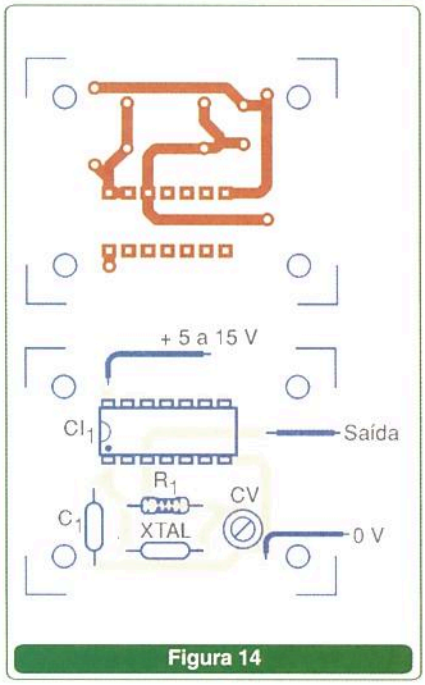


Figura 14

OSCILADOR CONTROLADO POR CRISTAL

Uma forma de se obter um sinal de freqüência exata é com o uso de um oscilador controlado por cristal de quartzo. Para esta finalidade podemos ter circuitos que utilizam transistores ou circuitos integrados.

O circuito ilustrado na **figura 13** pode gerar sinais retangulares (compatíveis com lógica) entre 100 kHz e 2 MHz, servindo como *clock* para microprocessadores, microcontroladores e outras aplicações semelhantes.

Utilizamos uma porta de um 4011, mas qualquer uma que possa ser configurada como inversor pode ser empregada. A alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 15 V e os capacitores devem ser cerâmicos.

O *trimmer* serve para ajustar o ponto de partida para que o oscilador entre em funcionamento facilmente logo ao ser ligado. Esse *trimmer* também ajusta levemente a freqüência pela sua ação nas ressonâncias internas do cristal. Uma sugestão para quem deseja freqüências mais baixas utilizando este oscilador, é fazer a

divisão do sinal por valores que sejam potências de 2 com base num 4020, veja exemplo na **figura 15**.

Conforme mostra a figura, aplicando-se o sinal na entrada deste CI, a freqüência ficará dividida por potências de 2, com a possibilidade de se obter a divisão por até 16 384.

Com isso, freqüências de uns poucos hertz podem ser conseguidas com um cristal de maior freqüência, sem problemas. Dois ou mais 4020 podem ser "cascateados" para se obter freqüências extremamente baixas a partir de cristais.

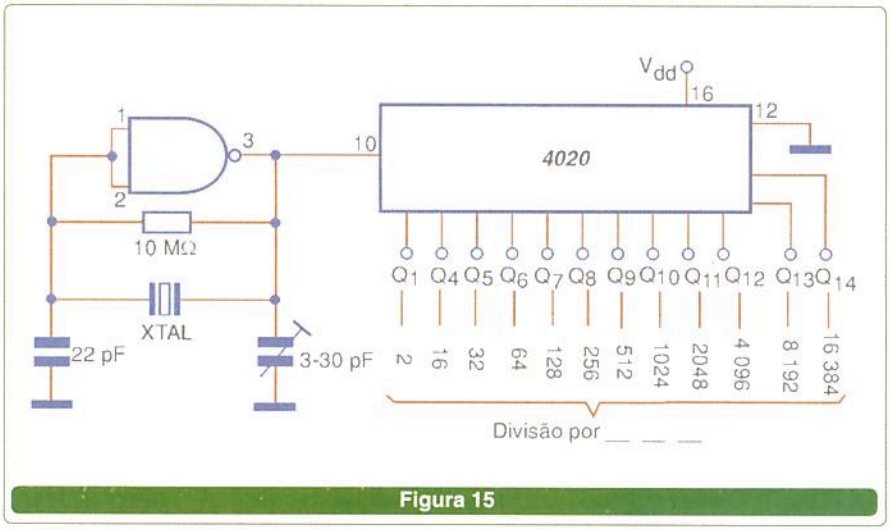


Figura 15

LISTA DE MATERIAIS

C I $_1$ – 4011 ou equivalente – circuito integrado CMOS
XTAL – cristal de 100 kHz a 2 MHz
R_1 – 10 M Ω x 1/8 W – resistor
C_1 – 22 pF – cerâmico
C_2 – 3-30 pF – *trimmer*

Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

OSCILADOR INTEGRADO 4093

Talvez esta seja uma das soluções de oscilador com circuito integrado com maior quantidade de projetos já publicados nesta Revista. De fato, pela sua versatilidade, capaz de gerar sinais de 0,001 Hz a quase 10 MHz com facilidade e apenas dois componentes externos, ela consiste na solução ideal quando se necessita de um sinal retangular.

No caso, aproveitamos somente uma das quatro portas NAND do 4093, podendo as outras três portas serem usadas com outras finalidades. O circuito básico com a fórmula que permite calcular sua freqüência, é dado na **figura 16**.

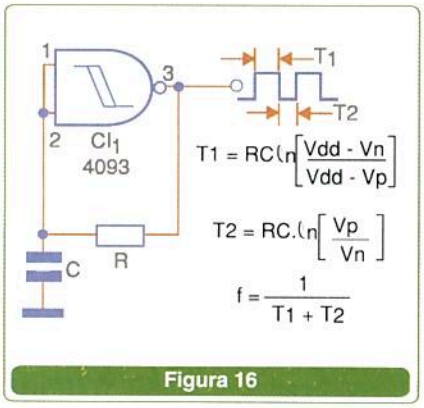


Figura 16

T_1 é o período em que a saída permanece no nível alto, enquanto que T_2 é o tempo que ela se mantém no nível baixo.

Vdd é a tensão de alimentação, Vt a tensão de excursão positiva e Vn a tensão de excursão negativa. Essas duas últimas tensões dependem da alimentação, conforme **tabela** dada abaixo:

Tensão (Vdd)	Vt	Vn
5 V	3,3	1,8
10 V	6,2	4,1
15 V	9,0	6,3

Esses são valores típicos à temperatura ambiente, podendo variar sensivelmente na prática. Assim, eles servem apenas para um cálculo aproximado da freqüência.

O 4093 pode oscilar até uns 7 ou 8 MHz com alimentação de 10 V.

Valores típicos de R estão na faixa de 1 kohms a 1 Mohms e para C entre 100 pF e 100 µF.

Na **figura 17** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para aproveitarmos somente a primeira porta como oscilador. As demais portas podem ser empregadas em outras funções ou ainda ligadas em paralelo como inversores para amplificação digital do sinal gerado.

A corrente drenada ou fornecida por cada saída com alimentação de 10 V é de 2,25 mA.

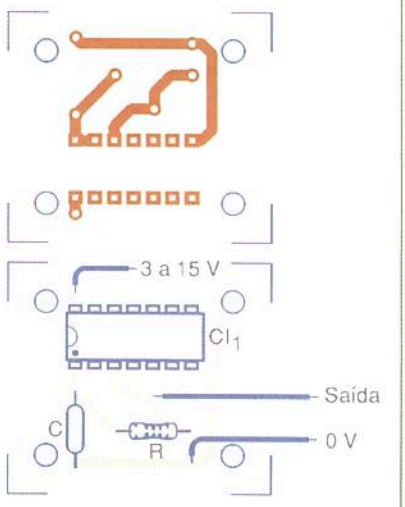


Figura 17

LISTA DE MATERIAIS

CI $_1$ – 4093 – circuito integrado CMOS
R – resistor – ver texto
C – capacitor – ver texto

Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc

Instituto Monitor



A escola que vai até você!

ENSINO SUPLETIVO E CURSOS TÉCNICOS A DISTÂNCIA COM VALIDADE NACIONAL

AF 221

No Instituto Monitor você escolhe onde, como e quando estudar, conquista uma formação reconhecida e, ainda, economiza tempo e dinheiro.

Cursos Técnicos com diploma reconhecido

Eletrônica (com CREA)



Ensino Técnico modulado com 3 qualificações profissionais:

- **Instalador e Reparador de Circuitos Eletrônicos e Microcomputadores**
- **Assistente em Eletrônica e Comunicação de Dados**
- **Projetista em Eletrônica**



Contabilidade



Técnico em **Secretariado** (com DRT)



Técnico em **Informática**



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

Confira as vantagens de estudar no Instituto Monitor.
Você:

- *Faz a matrícula pelo correio, Internet ou telefone, em qualquer época do ano;*
- *Estuda em lugar de sua escolha, no horário que quiser;*
- *Conta com o auxílio permanente de professores especializados, por carta, fax, e-mail, telefone ou pessoalmente;*
- *Escolhe a data para fazer os exames;*
- *Investe em seu futuro com economia e segurança;*
- *Conclui seu curso mais rapidamente;*
- *Conquista um Diploma ou Certificado com validade nacional.*

SEM TAXA DE MATRÍCULA

Cursos Supletivos

- **Ensino Fundamental**
- **Ensino Médio** com Qualificação Profissional

Grupos de estudos com encontros presenciais. Conheça!

Exames finais na sede do Instituto Monitor

Cursos Profissionalizantes Livres

- Eletrônica
- Eletricista Enrolador
- Montagem e Reparação de Aparelhos Eletrônicos
- Chaveiro
- Desenho Artístico e Publicitário
- Eletricista
- Caligrafia
- Direção e Administração de Empresas

Qualidade em educação a distância!

Instituto Monitor
FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

Central de atendimento
(11) 33-35-1000

www.institutomonitor.com.br • atendimento@institutomonitor.com.br

caixa postal 2722 • São Paulo - SP • CEP 01060-970 • Rua dos Timbiras, 257/263 • Centro • São Paulo-SP

Instituição Credenciada e Cursos Autorizados pelo CEE-SP através dos Pareceres 650/99 e 250/03.



GRÁTIS Catálogo informativo

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

Nome _____

End _____ Nº _____

Bairro _____

Tel. _____ e-mail _____

CEP _____ Cidade _____ Est. _____

OSCILADOR HARTLEY

Para gerar sinais numa faixa de freqüências entre algumas dezenas de quilohertz até 30 ou 40 MHz, o oscilador Hartley mostrado na **figura 18** serve perfeitamente.

Nesse circuito, é o par ressonante LC que determina a freqüência de operação. Para altas freqüências podemos usar tanto uma bobina com núcleo ajustável quanto um capacitor variável. Os valores de C_1 são escolhidos em função da faixa de freqüências a serem geradas, assim como a bobina, que deve ser enrolada em um bastão de ferrite para as freqüências abaixo de 20 MHz e sem núcleo acima de 20 MHz.

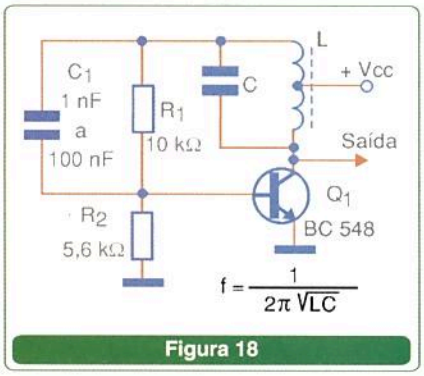


Figura 18

Para os valores de resistores indicados no diagrama, a alimentação pode ficar entre 3 e 12 V. A fórmula junto ao diagrama permite calcular de maneira mais exata a freqüência de operação.

Na **figura 19** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

LISTA DE MATERIAIS

Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
C_1 – 1 nF a 100 nF – capacitor – ver tabela
C – capacitor – ver tabela
L – bobina conforme a freqüência – ver tabela
R_1 – 10 k Ω x 1/8 W – resistor
R_2 – 5,6 k Ω x 1/8 W – resistor
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, núcleo de ferrite para bobina, solda, etc.

Observamos que, para freqüências acima de 1 MHz, os capacitores devem ser cerâmicos.

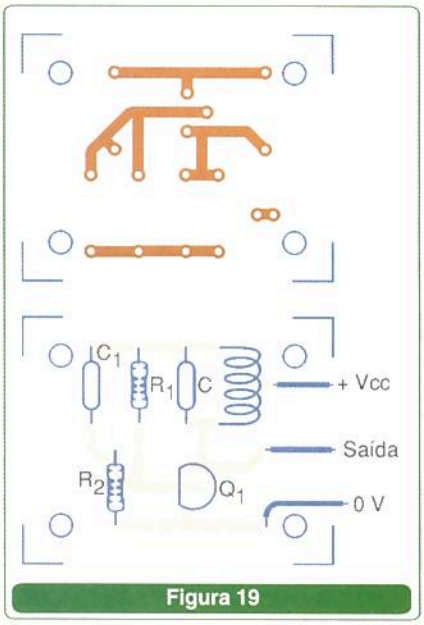


Figura 19

A tabela abaixo dá o número de espiras em um bastão de 1 cm de diâmetro x 10 cm de comprimento, assim como o valor de C_1. O valor de C também é fornecido

Freqüência	C_1	L	C
10 kHz a 100 kHz	22 a 100 nF	200 a 500 espiras	10 a 100 nF
100 kHz a 1 MHz	4,7 nF a 22 nF	100 a 200 espiras	100 pF a 10 nF
1 MHz a 10 MHz	2,2 nF a 4,7 nF	20 a 100 espiras	10 pF a 1 nF
10 MHz a 30 MHz	470 pF a 1 nF	8 a 20 espiras	4,7 pF a 10 pF

OSCILADOR COM TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO (FET)

Na **figura 20** temos um oscilador controlado a cristal que pode gerar sinais na faixa de 100 kHz a 30 MHz, com base em um FET de junção (JFET). O capacitor C_1 deve ser cerâmico e o transistor admite equivalentes como o MPF102 que, no entanto, tem uma disposição de terminais diferente da indicada.

O "choque de RF" pode ser do tipo comercial ou fabricado (enrolando-se aproximadamente 100 voltas de fio 32 ou mais fino em um núcleo de FI) aproveitado de rádio transistorizado.

Na **figura 21** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste simples oscilador.

LISTA DE MATERIAIS

Q_1 - BF245 - FET de junção (JFET)
XTAL - cristal conforme a freqüência desejada
R_1 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor
XRF - 1 mH - ver texto
C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

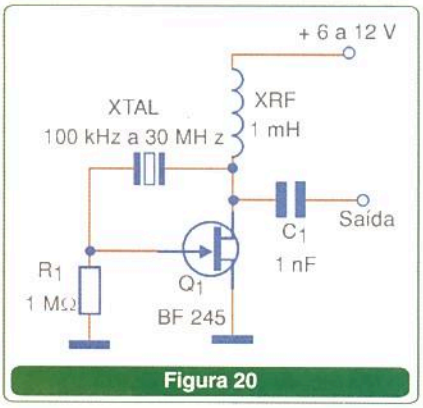


Figura 20

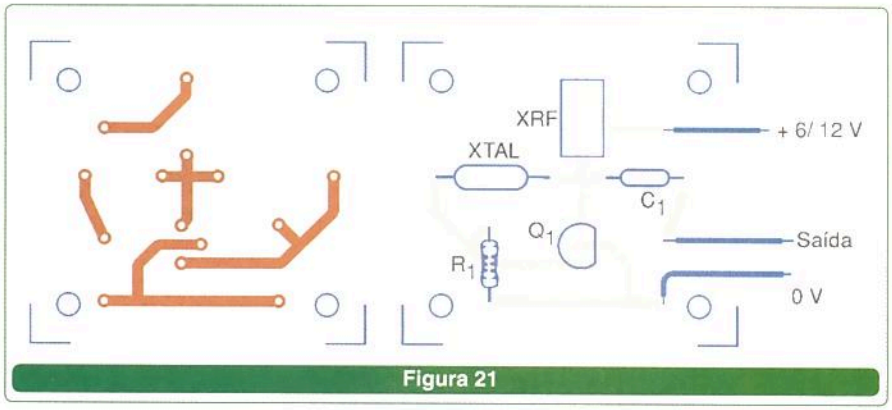


Figura 21

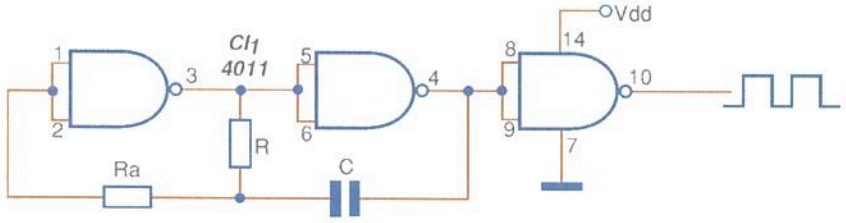
OSCILADOR RC COM DOIS INVERSORES

Uma outra solução para gerar sinais retangulares de alguns hertz até 5 MHz aproximadamente, é a que faz uso de dois inversores CMOS conforme ilustra a **figura 22**.

Este oscilador RC tem sua freqüência calculada de modo exato pela primeira fórmula, onde Vtr é a tensão de disparo de cada porta. Uma fórmula mais simples, que despreza esse fator, uma vez que ele é aproximadamente o mesmo para uma ampla faixa de alimentações, é dada abaixo, no próprio diagrama.

O resistor Ra deve ser pelo menos 10 vezes maior que R. Valores típicos de R estão na faixa de 10 kohms a 100 kohms e o capacitor entre 100 pF e 100 nF. O sinal gerado é retangular. Qualquer função CMOS que possa ser configurada como inversor pode ser utilizada neste oscilador, como portas NOR, NAND, Inversores, etc.

Na **figura 23** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.



$$T = R.C\left[\ln\frac{V_{TR}}{Vdd + V_{TR}} + \ln\frac{Vdd - V_{TR}}{2\,Vdd - V_{TR}}\right]$$

Ou

$$f = \frac{1}{2{,}2\,RC} \qquad Ra >> 10\,R$$

Figura 22

LISTA DE MATERIAIS

C I $_1$ – 4011, 4001 ou outro inversor CMOS – ver texto
Ra – 100 k Ω – ver texto
R – 10 k Ω – ver texto
C – 10 nF a 100 nF – capacitor

Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda. etc.

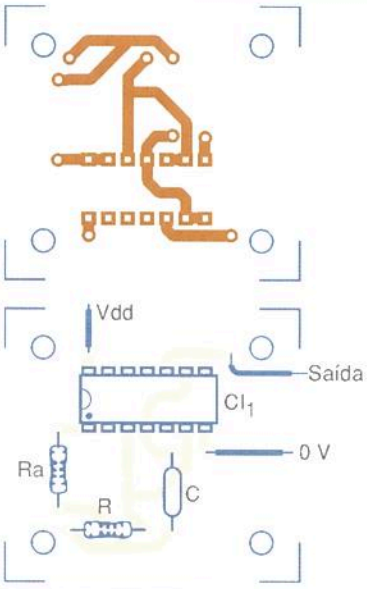


Figura 23

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

Assuntos como este você encontra na revista:

SABER ELETRÔNICA
TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

Mensalmente nas bancas

www.sabereletronica.com.br

Buscando informações para seu aperfeiçoamento profissional em Automação Industrial?

Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br

CRIANDO UM NOVO PRODUTO

Nestes dias difíceis, quando todos estão procurando novas idéias para poderem ganhar dinheiro, sobrevivendo à concorrência ou à rápida evolução das tecnologias (que torna de um dia para outro produtos tradicionais em obsoletos), saber como criar o "produto perfeito" é algo que todo desenvolvedor almeja. No entanto, as dificuldades que cercam a criação de um novo produto, que envolva tecnologia e que seja atraente ao consumidor, é uma questão que ultrapassa a capacidade de muitos engenheiros. Veja, neste artigo, o que os especialistas pensam e como devemos proceder para criar o "produto perfeito".

Newton C. Braga

Há diversas obras e mesmo especialistas que dão consultoria a grandes empresas, os quais não lançam qualquer produto novo antes de terem em mãos uma avaliação correta de todos os itens que podem significar o seu sucesso ou fracasso.

Um desses especialistas é Craig Vogel, professor da *Carnegie Mellon University*, e que trata muito bem desse assunto em suas obras que deveriam ser lidas por qualquer desenvolvedor (ligado ou não a uma grande empresa) que esteja procurando um produto que não tenda a desaparecer logo após o lançamento.

Segundo o Prof. Craig, o que acontece é que não podemos realmente falar em "desenvolvedor" como uma única pessoa, quando tratamos da criação de um novo produto que tenha a pretensão de ser perfeito. Segundo ele "os engenheiros são de Marte e os criadores do produto são de Venus".

Evidentemente, o professor Craig que tem sua especialização no Design, trabalha em conjunto com um engenheiro (Jonathan Cagan), de modo que as especialidades em campos opostos possam ser unidas para se conseguir fazer com que um produto seja perfeito ou pelo menos muito próximo disso. Para que os leitores tenham uma idéia da importância desses dois profissionais, eles são consultados por empresas como a Ford e Motorola, além de outras.

Fica claro que o aspecto tecnológico, ou seja, introduzir tecnologia num produto que deva ser criado para atender a uma certa finalidade é algo que um grupo de profissionais deve fazer. Por outro lado, o aspecto estético, a aceitação do produto pelo consumidor, a sua relação custo/benefício (que possa servir de alavanca para a venda) deve ser algo planejado por outro grupo de profissionais.

Raríssimas são as empresas que reúnem as duas características em um profissional único, e quando elas passam a depender de um só, que não tenha a devida sensibilidade nos dois extremos do problema, coisas ruins podem acontecer. Temos muitos exemplos disso em nosso mercado, onde "boas idéias" aparecem e desaparecem porque um item importante de seu desenvolvimento é esquecido ou então descuidado, levando o produto a uma virtual "queima".

Nestes dias mesmo tivemos um exemplo disso com um chuveiro elétrico de *design* avançado, recursos ótimos, mas que ao lado de uma "aparência" altamente atrativa apresentava sérios problemas técnicos. Da mesma forma, já vimos produtos tecnicamente perfeitos mas que, por um descuido na aparência, tornaram-se pouco atraentes para o consumidor.

FRONT END DIFUSO

No seu livro *Creating Breakthrough Products*, Craig e Vogel abordam o "Fuzzy Front End", muito usado na indústria. Trata-se do estágio inicial do desenvolvimento de um produto em que você tem uma idéia, mas ainda não sabe exatamente o que ela será. Assim como uma idéia "difusa" de algo novo, que poderá se tornar um produto.

Veja que essas idéias não são válidas apenas quando tratamos de um produto fabricado por uma indústria como um novo carro, um eletrodoméstico, ou um equipamento eletrônico. Elas são válidas para qualquer produto que possa ser comercializado: um curso, um livro, uma revista, um sistema de trabalho, etc.

Nesta etapa do desenvolvimento de um novo produto é onde os engenheiros se sentem mais desconfortáveis, pois eles gostam de trabalhar com coisas mais consistentes. Além disso, é nesta fase que preocupações sobre a viabilidade do projeto se tornam mais evidententes. **Como vou instalar um circuito que faça tudo isso numa caixinha desse tamanho? Como posso obter tamanha força de acionamento com um circuito alimentado por pilhas?**

O engenheiro tende a pensar nos problemas de fabricação antes mesmo do produto ser imaginado pelo *designer*, e aí é que os conflitos surgem.

E, junto com tudo isso, os dois ainda têm que enfrentar as exigências da empresa que estabelece datas para o lançamento do produto, pensando apenas em vendê-lo, não importando se existe algum tipo de problema que

possa eventualmente ser significante na qualidade, apresentação e que poderia ser solucionado com um pouco mais de tempo.

FORMA X FUNÇÃO

Quando se analisa o valor de um produto, a maioria das empresas pensa simplesmente que isso significa que ele deva ter o maior número de funções possíveis, deva ser fabricado na maior quantidade possível e vendido ao menor preço possível. Todavia, se analisarmos esses três requisitos veremos que eles são conflitantes.

Observando o mesmo problema pelo lado do consumidor, vemos que nem sempre o mais barato e simples é considerado melhor pelo cliente, principalmente se ele tiver poder aquisitivo para pagar um pouco mais, pelo mínimo que isso agregue ao produto e signifique importante.

Mas, isso não pode ser considerado um problema a ser abordado de forma padronizada. Cada produto deve ter um estudo específico da questão e cabe às empresas ter sensibilidade para saber onde estão os pontos que devem ser cuidados na sua linha de produtos. Uma empresa que fabrica carros de luxo aborda esse problema de uma forma completamente diferente de outra que produz eletroeletrônicos populares.

É por esse motivo que toda empresa, antes de desenvolver qualquer produto novo, deve analisar muito bem qual é o seu mercado. De qualquer forma, deve-se ter em mente novamente as diferenças de enfoque entre os engenheiros e os "designers". Para os engenheiros, a função vem antes da forma, enquanto que para os *designers*, a forma vem antes da função. É nesse ponto que entra um elemento que muitos esquecem de incluir quando criam novos produtos e que pode ser muito importante para garantir seu sucesso.

FANTASIA

Mexer um pouco com a fantasia das pessoas, é algo que pode ajudar a agregar muito valor a um produto. Muitas empresas sabem disso e exploram esse item, principalmente nos anúncios. Colocar um carro num local bonito, imaginar uma cena agradável em que o produto esteja sendo usado, entre outros, são alguns exemplos.

Até mesmo produtos relativamente sem maiores atrativos podem se tornar um sucesso, se agregarmos valores simples fantasiosos. Por exemplo, uma caneta é uma simples caneta, mas se agregarmos a ela a idéia de que pode ser divertido usá-la estaremos mexendo com o valor que denominamos fantasia.

O QUE AGREGAR A UM NOVO PRODUTO

O que faz de um produto um sucesso é um conjunto de itens que fazem com que ele seja útil, desejável e de operação fácil.

Vogel, em artigo de sua autoria, descreve um exemplo interessante que deve ser considerado no segmento da Eletrônica. O pequeno *walk-talkie Talkabout,* da Motorola. Esse produto mudou o conceito de *walk-talkie*, agregando valores e reduzindo o preço. O Talkabout não é oferecido como um *walk-talkie*, mas sim como um "Two-way Radio" (Radio de Duas Vias) com recursos tecnológicos que vão muito além de um simples brinquedo. Isso garantiu seu sucesso.

OS ATRIBUTOS DO PRODUTO PERFEITO

No seu livro *Creating Breakthrough Products*, Craig Vogel e Jonathan Cagan apontam sete pontos a serem considerados capazes de agregar valor a um produto, tornando-o útil, desejável e de operação fácil. Eles são:

Emoção – Deve-se explorar a experiência perceptiva do consumidor ao usar o produto. O senso de aventura, independência, segurança ou sensualidade são itens que normalmente são explorados, principalmente nos anúncios.

Estética – Neste caso, o foco é a percepção sensorial, onde a forma, interação no uso, recursos auditivos ou visuais podem ser usados.

Identidade Única – O produto deve ter sua personalidade, expressando um diferencial que o destaque entre os demais produtos que, eventualmente, tenham a mesma finalidade.

Impacto – O impacto no meio ambiente é algo que muitos consumidores valorizam nos nossos dias. É preciso tomar cuidado para que o produto não esteja contra valores pessoais do consumidor, justamente neste campo.

Ergonomia – O produto deve ser fácil de usar, seguro e confortável.

Tecnologia – Neste item inclui-se a capacidade que o produto tem de funcionar apropriadamente dentro das espectativas do consumidor. Deve ser capaz de trabalhar de uma forma consistente, conseguindo assim a confiança do consumidor.

Qualidade – Precisão, acabamento e durabilidade são três itens que estão diretamente ligados à qualidade de um produto. O material usado e a própria maneira como as diferentes partes de um produto são fixadas devem ser pontos importantes a se observar no desenvolvimento de um produto.

CONCLUSÃO

Conforme vimos, criar o "produto perfeito" é possível. Temos exemplos de muitos deles que estão há anos no mercado e parecem ser imbatíveis para a concorrência. Na realidade eles não são perfeitos, pois a perfeição não é possível de ser alcançada.

Se eles chegaram a esse ponto é porque estão mais perto da perfeição do que quaisquer outros. Antes de desenvolver seu produto, procure exemplos no próprio mercado, analisando os casos de sucessos e insucessos.

Essa análise e mais os cuidados com os sete pontos apontados neste artigo, poderão não resultar no produto perfeito, mas o seu sucesso dependerá de quão próximo ele esteja disso.

RELÉS DE ESTADO SÓLIDO

Os componentes semicondutores capazes de manusear correntes elevadas a partir de pequenos sinais e os componentes de alta potência sensíveis à luz podem resultar em excelentes opções de relés, que substituem as versões tradicionais mecânicas. Os relés de estado sólido, por suas vantagens, são cada vez mais utilizados aparecendo em configurações as mais diversas. Veja, neste artigo, o que são os relés de estado sólido e onde eles são empregados.

Newton C. Braga

Os Relés de Estado Sólido, ou se adotarmos o nome em inglês *Solid-State Relay* (com a sigla SSR) são dispositivos semicondutores que têm as mesmas funções dos relés mecânicos convencionais: comutar circuitos de potências elevadas a partir de sinais de pequenas intensidades, conforme ilustra a **figura 1**.

Os relés de estado sólido derivam dos conhecidos opto-acopladores ou "opto-couplers" que consistem em um emissor de luz (normalmente um LED infravermelho) e um foto-sensor que pode ser um fototransistor, foto-DIAC, fotodiodo, ou qualquer outro dispositivo sensível à luz.

Originalmente utilizados para transferir sinais, os opto-acopladores podem também ser usados para comutar cargas, e, então, temos o que se denomina de "relé de estado sólido".

No tipo comum de relé de estado sólido, a bobina é substituída por um foto-emissor, geralmente um LED infravermelho e os contatos são substituídos por um dispositivo semicondutor sensível à luz como um fototransistor, fotodiodo, foto-DIAC, etc. O elemento sensível pode, nesse caso, ser usado para comutar um dispositivo de maior potência como, por exemplo, um TRIAC, um SCR ou mesmo MOSFET de potência. Na **figura 2**, os vários tipos de acopladores. Os relés de estado sólido possuem características elétricas importantes em razão da velocidade de comutação e do isolamento, embora também tenham desvantagens. Assim, se compararmos os relés de estado sólido com os relés mecânicos tradicionais, veremos que os primeiros têm as seguintes vantagens:

- Não possuem partes móveis.
- Não existem contatos que possam provocar arcos.
- Não existem materiais que se desgastam com o uso.
- Não há o problema do repique dos contactos (*bouncing*).
- Não há ruído acústico.
- Não há produção de EMI na comutação.
- A velocidade de comutação é maior.
- A vida útil é maior.
- Possuem uma faixa de tensões e correntes de operação maior.

No entanto, há também as desvantagens a serem consideradas, tais como:

- O circuito de saída é sensível, podendo ser danificado por sobretensões.
- A saída precisa de uma tensão e de uma corrente mínima para operar.
- Em alguns casos, podem ser mais caros que os relés convencionais.
- Geralmente, está restrito à operação com um único pólo
- A resistência ON é maior do que a dos relés convencionais.
- A capacitância de saída é maior.
- É mais sensível a transientes.
- Há aquecimento quando correntes elevadas são controladas.
- A corrente de fuga no estado OFF é maior.

No uso dos relés de estado sólido, devido às suas características, é preciso tomar cuidado quando certos tipos de carga são comutados. Isso é válido para cargas indutivas, onde existe o perigo de correntes e tensões de surto serem produzidas no circuito comutado, ou ainda quando cargas dinâmicas tais como motores e sole-

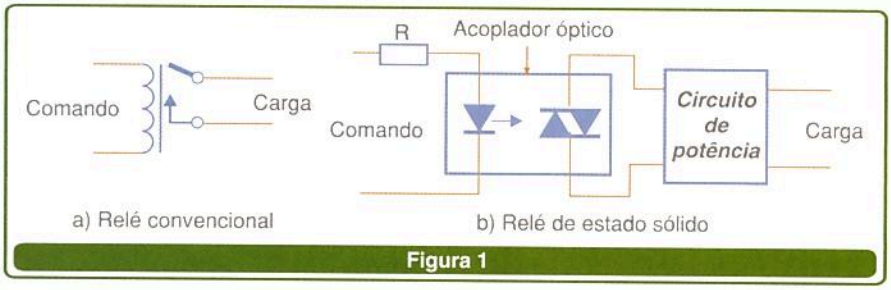


Figura 1

nóides são controladas. É preciso, inclusive, tomar cuidado quando lâmpadas incandescentes e elementos de aquecimento são controlados devido à menor corrente inicial, quando ainda estão frios.

O uso com lâmpadas de mercúrio, fluorescentes e outros circuitos chaveados com altas indutâncias deve ser evitado.

TIPOS DE RELÉS DE ESTADO SÓLIDO

Há basicamente dois tipos de relés de estado sólido, que são especificados de acordo com a aplicação. São eles:

a) Relés pequenos para DC

Os relés de pequena corrente para DC são fornecidos normalmente em invólucros DIP de 6 pinos, observe a **figura 3**.

Nesses relés temos como emissor um LED infravermelho e a saída é, tipicamente, acoplada a um transistor de potência ou outro dispositivo semicondutor, veja a **figura 4**.

Há casos em que o elemento de potência já está embutido no próprio relé, não necessitando de elementos externos de controle.

Nos circuitos em que a saída contém um MOSFET, a resistência no estado ON pode ser da ordem de 10 ohms ou menor. As tensões de saída podem chegar aos 200 ou 300 V e as correntes entre 100 e 200 mA DC.

Como o emissor e o receptor são acoplados opticamente, a resistência de isolamento é extremamente elevada, chegando a mais de 500 Mohms com tensões da ordem de 2 000 volts ou mais.

b) Relés AC para Controle de Energia a partir da Rede

Os relés de estado sólido para aplicações em AC usualmente possuem opto-DIACS para serem ligados a um TRIAC externo. Na **figura 5** temos um dispositivo desse tipo. Em alguns casos, o TRIAC já pode estar embutido no próprio dispositivo.

A etapa de saída, quando possui um TRIAC embutido, normalmente pode manusear tensões de 24 a 250 V com correntes da ordem de 1 a 4 ampères.

Nos tipos em que existe o TRIAC embutido, deve ser considerado que há uma queda de tensão de 1 a 1,5 V nesse componente quando em condução. Esse fato é importante para se determinar o calor gerado no dispositivo ao controlar uma carga. Para efeitos de cálculo, pode-se estimar uma potência de 1,2 W para cada ampère de corrente conduzida.

A tensão de controle para esses relés varia tipicamente entre 3 e 30 V, dependendo dessa tensão a escolha do resistor limitador de corrente, conforme ilustra a **figura 6**.

A corrente de acionamento está entre 8 e 16 mA, tipicamente.

Da mesma forma que nos relés DC, como o acoplamento entre o emissor e o receptor é feito por luz, temos uma tensão de isolamento extremamente alta que pode ser da ordem de 2 000 volts ou mais.

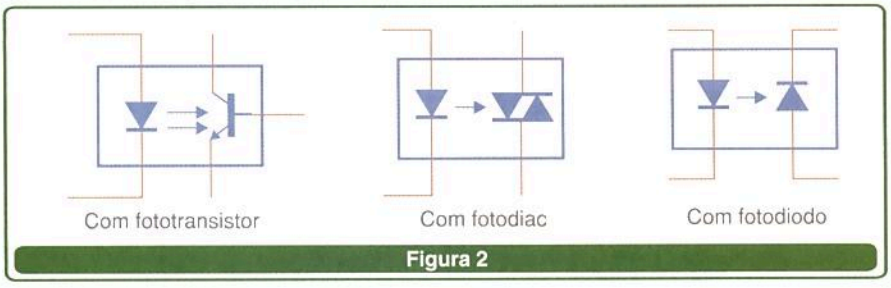


Figura 2

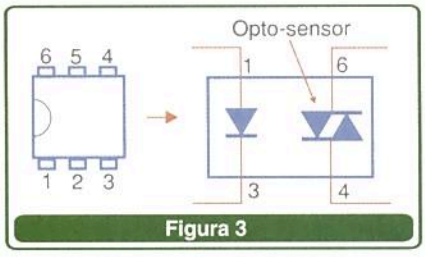


Figura 3

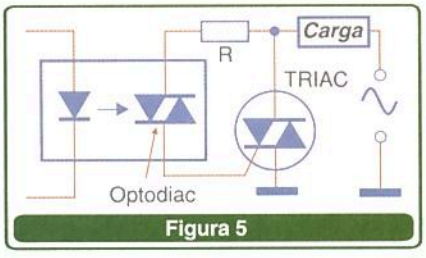


Figura 5

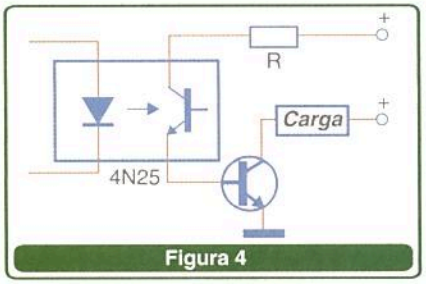


Figura 4

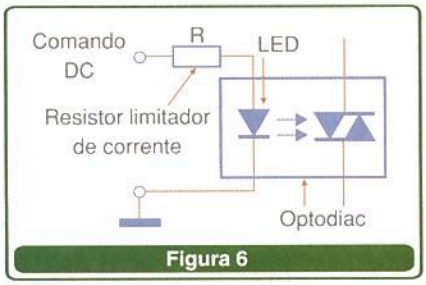


Figura 6

DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO

Quando se trabalha com controles de potência ligados à rede de energia (AC), um fator importante no projeto é o instante em que a tensão passa por zero. Trata-se do ponto de "zero crossing" ou cruzamento por zero, observado na **figura 7**.

A detecção desse instante é importante porque ele serve de referência para a medida do ângulo de retardo ou ângulo de fase para o disparo para o TRIAC, ou outro elemento de controle. Os relés mecânicos não conseguem fazer essa detecção, mas para um relé de estado sólido isso é perfeitamente possível, veja o circuito simples da **figura 8**.

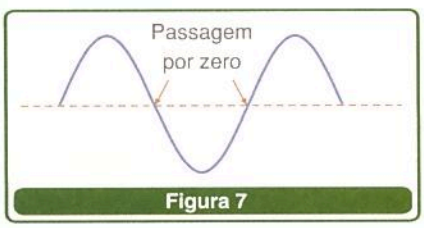


Figura 7

SCR E TRIAC COMO RELÉS

Os SCRs e TRIACs podem ser usados como relés controlando correntes alternadas mais intensas a partir de acopladores que possuam os elementos apropriados internamente, ou diretamente a partir de sinais aplicados às suas comportas (*gates*). Para o caso dos SCRs, como eles conduzem a corrente em um único sentido, precisamos empregar um artifício para o controle dos dois semiciclos. Assim, na **figura 9** temos um circuito de relé semicondutor usando um SCR na configuração de meia onda e outro de onda completa.

Para o caso do TRIAC, temos um circuito de aplicação típico visto na **figura 10**.

O tempo de comutação do circuito com TRIAC é extremamente rápido, menor de microssegundos para cargas AC comuns. O valor de R_1 deve ser calculado de tal modo a se obter a corrente de disparo do TRIAC no início do semiciclo. O TRIAC utilizado neste circuito deve ter uma tensão de pico de pelo menos 200 V, se a rede for de 110 V, e pelo menos 350 V, se a rede for de 220 V.

CIRCUITOS PRÁTICOS COM OPTO-ACOPLADORES

No circuito anterior não existe um isolamento do componente controlado do circuito de controle, como acontece com um relé comum.

Para obtermos esse isolamento, é importante o uso do opto-acoplador.

Assim, um primeiro cuidado para se projetar um relé de estado sólido é saber como o opto-acoplador deve ser excitado.

A configuração mais simples para essa excitação é a exibida na **figura 11**.

Levando em conta que a queda de tensão no LED emissor interno é da ordem de 1,5 V, o resistor R_1 é calculado pela seguinte fórmula:

$$R_1 = (V - 1,5)/I$$

Onde:

R_1 é o valor da resistência de entrada, em ohms

V é a tensão de entrada

I é a corrente necessária à excitação do foto-sensor do optoacoplador.

Observe que nesta aplicação é preciso que o sinal de controle (V) seja fixo, uma vez que uma variação muito grande pode implicar na não excitação do relé, ou ainda numa sobrecarga do LED emissor.

O ideal, para permitir que o emissor trabalhe com uma faixa mais ampla de tensões de entrada, consiste em se ter um circuito excitador que forneça uma corrente constante. Para isso, existem diversas possibilidades. A primeira delas é a mostrada na **figura 12** e faz uso de um transistor NPN de uso geral como o BC548.

Neste circuito, o resistor R_2 determina a intensidade da corrente, o que significa que seu valor deve ser determinado a partir das características do emissor do opto-acoplador. R_2 é calculado pela seguinte fórmula:

$$R_2 = 0,7/I$$

Onde:

R_2 é a resistência (em ohms) deste componente e

I é a intensidade da corrente no LED emissor.

Uma outra configuração de fonte de corrente constante usando um transistor bipolar é mostrada na **figura 13**.

O resistor R_2, que determina a intensidade da corrente no emissor, é calculado da mesma maneira que no caso anterior. Uma vantagem deste circuito é que ele pode ser usado com tensões de entrada que variam entre 3 e 30 V.

Uma outra forma de se obter uma corrente constante para o LED emissor é usando um regulador fixo

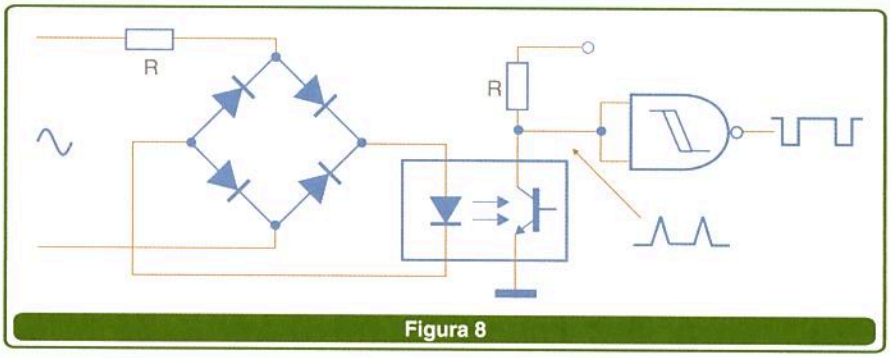


Figura 8

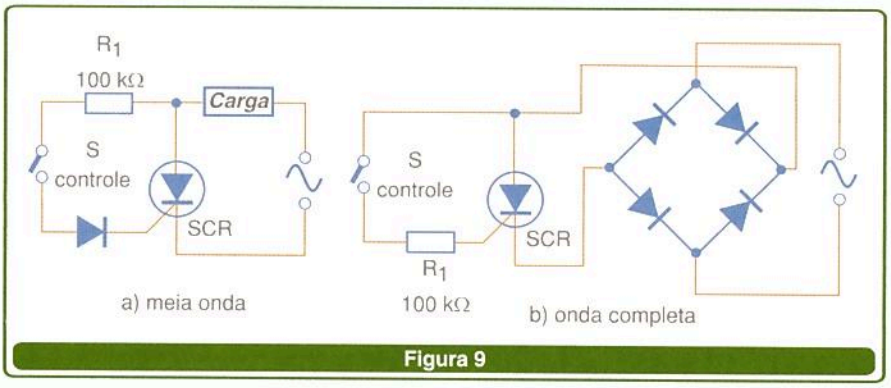


Figura 9

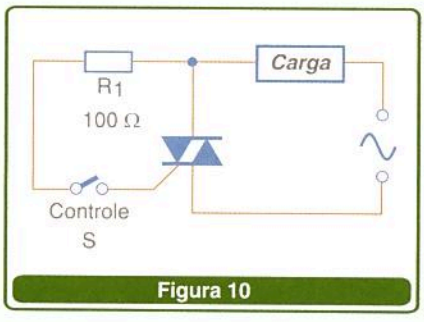


Figura 10

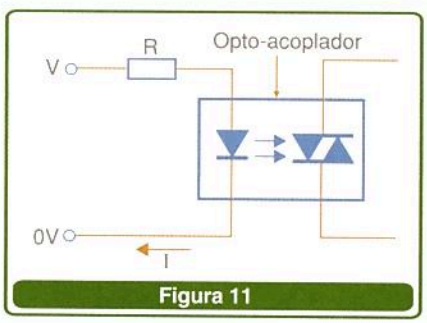


Figura 11

de tensão como o 7805 ou 7806, conforme ilustra a **figura 14**.

Neste circuito, o resistor R_1 é calculado para fornecer, com a tensão de saída do regulador, a corrente que o LED emissor precisa para excitar o receptor. A tensão de entrada estará entre 2 V a mais que a tensão de saída do regulador e tipicamente 30 V. Observamos que nesse cálculo deve ser considerada a queda de tensão de 1,3 a 1,5 V que ocorre no LED emissor. Assim, a fórmula para o cálculo de R será:

R = (Vs – 1,5)/I

Onde:

R é o valor do resistor limitador, em ohms

Vs é a tensão de saída do regulador de tensão, em volts

I é a corrente de excitação do LED, em ampères.

No entanto, com um regulador ajustável de tensão, é possível elaborar uma fonte de corrente constante para o LED excitador com mais facilidade e precisão, conforme mostra a **figura 15**.

Neste circuito, o valor de R é dado por:

R = 1,2/I

Onde:

R é o resistor limitador, em ohms

I é a corrente desejada no LED emissor, em ampères

Podem ser usadas versões do LM317 ou LM350 de menor dissipação (200 mA) em invólucros TO-54.

PROTEÇÃO DE ENTRADA

Um fator importante para se garantir a integridade dos opto-acopladores quando usados como relés de estado sólido, é evitar a inversão da polaridade do sinal de entrada. Assim, se o LED de um opto-acoplador for submetido a uma tensão inversa de mais de 3 V, ele poderá queimar-se. Para evitar que ocorra isso, é sempre interessante utilizar um circuito de proteção que pode ser um diodo invertido, em paralelo, veja a **figura 16**.

Diodos de uso geral como o 1N4148, 1N914 ou mesmo diodos retificadores como o 1N4002, 1N4004 servem para essa finalidade.

MOC3010/MOC3020

Dois opto-acopladores, especialmente indicados para aplicações como relés de estado sólido comutando diretamente TRIACs de alta potência, são os MOC3010 e MOC3020. O MOC3010 é indicado para aplicações na rede de 110 V, enquanto que o MOC3020 para a rede de 220 V. Esses componentes, cuja pinagem e circuito equivalentes são mostrados na **figura 17**, possuem algumas variações (3009, 3011, 3012, 3021, 3022, 3023) que se diferenciam apenas pela corrente no LED para a excitação.

Conforme podemos ver, esses componentes possuem opto-DIACS

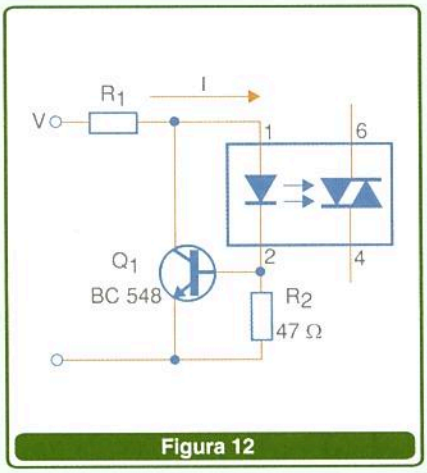


Figura 12

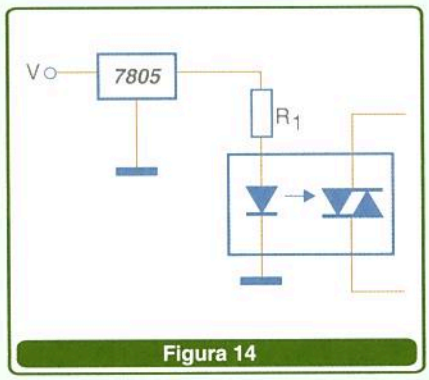


Figura 14

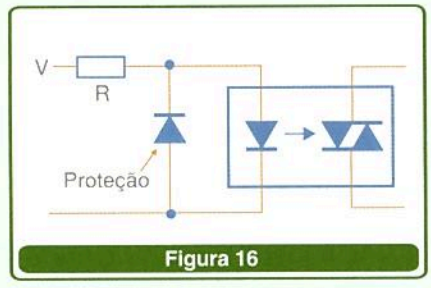


Figura 16

Eletrônica sem Choques!!!

OS MAIS MODERNOS CURSOS PRÁTICOS À DISTÂNCIA

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

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

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

Em todos os cursos você tem uma CONSULTORIA PERMANENTE!

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

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

que são disparados diretamente pela luz emitida pelo LED infravermelho. O MOC3010 precisa de uma corrente de 8 mA para produzir o disparo (os de números mais altos são mais sensíveis, chegando a 3 mA para o MOC3012). Para o MOC3020, a corrente é 15 mA (o 3021 tem uma corrente de 8 mA). Para o MOC3010 e para o MOC3020, temos o circuito típico para cargas não indutivas apresentado na **figura 18**.

Os valores entre parênteses são para o caso do MOC3020. Se a carga for indutiva, deverá ser usado o circuito da **figura 19**.

Os leitores interessados poderão obter mais informações sobre esses componentes no *site* da Motorola.

CONFIGURAÇÕES COM SEMICONDUTORES COMUNS

Opto-isoladores como o 4N27, que usa em seu interior como elemento receptor um transistor comum, também podem ser usados em relés de estado sólido.

Na **figura 20** temos um circuito típico em que um BC547 é utilizado para amplificar o sinal do fototransistor e disparar um TRIAC ligado na rede de 220 V.

Observe que este circuito precisa de uma alimentação auxiliar de 9 V para alimentar o circuito excitador.

Ele precisa de uma corrente da ordem de 60 mA para disparar o TRIAC.

CONCLUSÃO

Os relés de estado sólido têm uso cada vez mais freqüente nos equipamentos industriais e de todos os tipos. Conhecendo suas configurações básicas, o profissional não só pode saber como fazer o diagnóstico de seus circuito, mas também projetar um relé para uma aplicação mais específica. Mais do que isso, ele será capaz de substituir um relé convencional por um relé de estado sólido com vantagens, quando isso for possível.

O que vimos neste artigo é apenas um pouco das configurações possíveis com que esses úteis relés podem ser encontrados. O leitor deverá se manter atento aos novos artigos que abordarão configurações de relés de estado sólido.

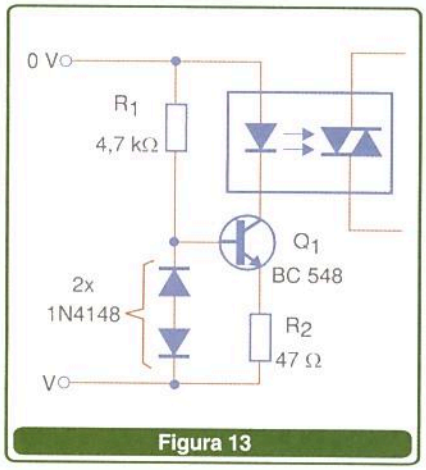


Figura 13

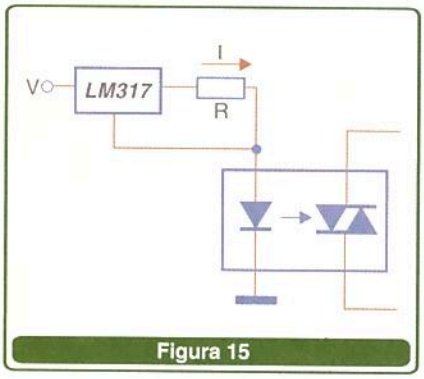


Figura 15

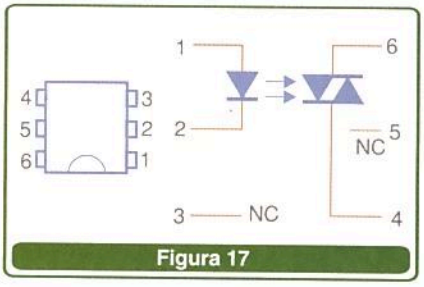


Figura 17

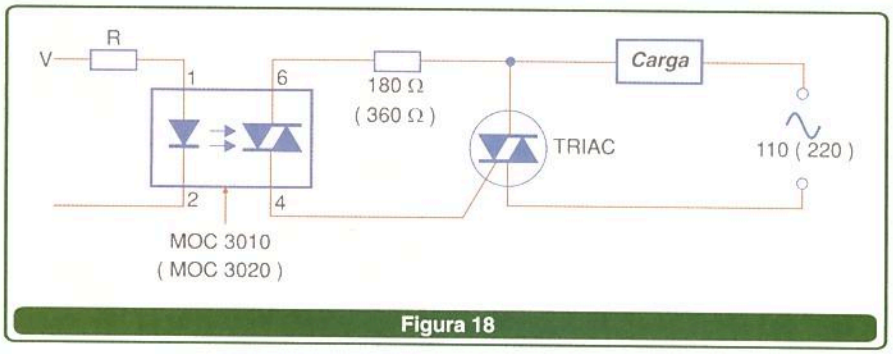


Figura 18

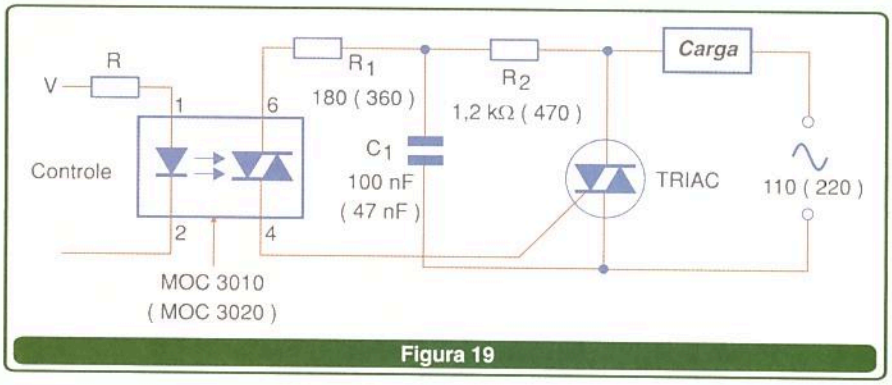


Figura 19

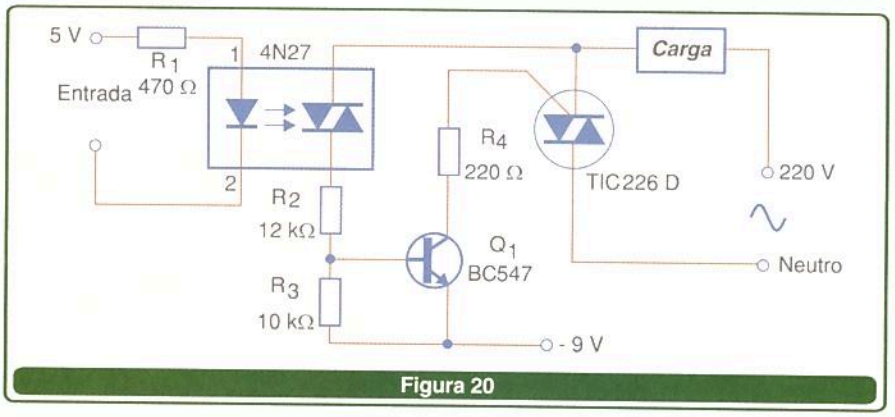


Figura 20

Catálogos de esquemas e de manuais de serviço

GRÁTIS

Srs. Técnicos, Hobbystas, Estudantes, Professores e Oficinas do ramo, recebam em sua residência sem nenhuma despesa.

ALV Apoio Técnico Eletrônico

Solicite inteiramente grátis

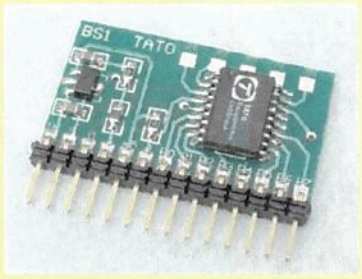
Caixa Postal 79306
CEP: 25501-970 ou
São João de Meriti - RJ
Tel: **(21) 2756-1013**
pedidos@alvapoio.com.br

TATO
Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade

Tudo para microcontroladores BASIC Step e acessórios em um só lugar.



CLP-BS
Finalmente um CLP que você pode pagar e programar sem ter que perder meses em cursos



Novo BASIC Step 1
Com conversor analógico/digital de10 bits e 5 canais

Rua Ipurinas,164 - São Paulo - SP
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

Sistema de
Video Monitoramento
WEB Vigilante

Monitore todo o seu prédio com até 8 câmeras através da sua rede (Intranet) ou pela Internet

Funções:
- DTM - Video Motions Detection Technology :
Só grava imagens quando um movimento for detectado
- Máquina Fotográfica:
Captura imagens e armazena num álbum
- Dispara alarme durante ou após o evento
- 3 modos de resolução de imagem

Kit:
- Manual de Instruções
1- CD - com sistema Web Vigilante
1- Console com o roteador
1- Placa de captura de video
2- Cabos com os conectores DB



R$ 2.750,00 + despesas postais
Pedidos: Saber Marketing Direto
Tel: 6195-5330



1 Caixa
- Em ABS anti-chama.
- Com ventilação lateral.
- Com saída para 12 terminais com passo de 5mm.

2 Painel Frontal
- Em policarbonato anti-chama transparente.
- Com Pré furação para 4 chaves táctil.
- Suporte para fixação da placa de circuito impresso.

3 Sistema de Fixação
- Com duas presilhas laterais em nylon.

• Caixa CB-01
Dimensões Externas:
75 x 34,5 x 60 mm
(LxAxP)
Dimensões p/ Furação:
71 x 29 mm (LxA)

controlbox

CONTROLBOX PEÇAS INJETADAS LTDA.
Fone/Fax: (54) 3025.3789 - Caxias do Sul - RS
www.controlbox.com.br
controlbox@controlbox.com.br

KITS DIDÁTICOS PARA PROFISSIONAIS, ESTUDANTES E HOBBYSTAS

KIT ATMEL AT89S8252

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

KIT 8051-(80C31)

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

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

CPU



TECLADO



DISPLAY



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

KITS DO AUTOR DOS LIVROS:

"MICROCONTROLADOR 8051 DETALHADO"

e

"LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051"

Editora Érica.





KITS:
- KIT ATMEL *R$ 164,00 **
- KIT 8051 (80C31) *R$198,00 **

PERIFÉRICOS:
- LCD *R$ 69,00 **
- D/A R2R *R$ 99,00 **
- A/D 8 Can. *R$ 129,00 **
- TECLADO 16 Tecl. *R$ 44,00 **
- 7 SEG :4 Dig. *R$ 127,00 **
- CARGAS (AC/DC) *R$ 108,00 **
- STEP MOTOR DRIVER *R$ 50,00 **
- KIT EXPER. LIVRO 8051 *R$ 95,00 **
*FONTE ALIM.(110/220V) *R$25,00*
-STEP MOTOR *R$75,00*

* Não inclui fonte de alimentação e Despesas de envio

WWW.MICROCONTROLADOR.COM.BR

Novo Treinamento
"Microcontroladores PIC - Direto e Prático em C"

- Aos Sábados, no máximo 6 alunos na sala
- 1 micro por aluno, equipado.

Novas placas didáticas

Piclab 4A: Grava e executa seus programas com LCD, sinais digitais, A/D, timer, interrupção, Rs-232, possibilidade de expansao



Piclab Ex2: Expande a capacidade da placa Piclab 4A para estudar D/A, teclado 3x4, i2c, pot. digital, Pwm, mux de displays.



Cada placa acompanha apostila completa com linguagem 'C' e exemplos bem detalhados com teoria, esquemas, como funciona, e tudo o mais necessario para que voce explore ao maximo cada periférico das placas.

VIDAL
Microcontroladores
www.vidal.com.br
(11) - 6451 - 8994

ELETRÔNICA

LabView 7.1 segue filosofia de plataforma "multi-uso"

Podendo ser empregado nas três camadas da automação industrial (instrumentação, automação e supervisão), o LabView 7.1 confirma a filosofia da National Instruments (NI) de oferecer uma plataforma de "multi-uso" quando se trata de coleta e análise de dados. "Não existe nenhum ramo que represente mais que 10% do faturamento da NI", disse Carlos Devesa, gerente geral da National Instruments Brasil.

Essa diversificação fez com que as versões do LabView, em especial a versão 7.1, pudesse ser empregada desde aplicações como reprogramação de FPGA a PDAs utilizados para análise de sinais. "O LabView é a primeira ferramenta que deixa usuários à vontade para quem quer programar ou apenas configurar uma aplicação. A capacidade real time serve para dois usuários distintos", complementa Stefano Concezzi, diretor internacional de marketing que esteve no Brasil para participar do *NI Days – Conferência Mundial de Instrumentação Virtual.*

Para a parte de instrumentação, onde haja necessidade de coleta de dados, o LabView trabalha em conjunto com uma solução de hardware chamada PXI. Trata-se de uma plataforma PC indicada para medidas de controle de processo e que comunica-se através de um protocolo aberto de nome PXO. Essa rede possui, inclusive, uma fundação que leva o mesmo nome e reúne mais de 50 empresas ao redor do mundo. "O PXI também comunica-se através das redes CanBus e Ethernet", informou Stefano.

Time brasileiro – A produção de hardwares e desenvolvimento de softwares da NI é dividida entre os Estados Unidos e a Hungria. Em



National/divulgação

Em instrumentação Labview trabalha em conjunto com PXI

2003, a empresa fechou com faturamento global de US$ 426 milhões, cerca de 17% do faturamento será investido em pesquisa e desenvolvimento, cuja área abriga um time de 12 engenheiros brasileiros.

Fatec-SP inaugura laboratório para fabricação de PCI

Um laboratório raro, e talvez até inédito no Brasil, dará uma grande contribuição para o mercado eletrônico nacional. Depois de três anos de luta, a professora Ana Neilde Silva, realizou um sonho: inaugurou o Laboratório de Circuitos Impressos da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (Fatec).

Lutar para achar um espaço dentro da faculdade e conseguir parceria com empresas foram os caminhos trilhados pela professora que, finalmente, vai poder ministrar aulas práticas de PCI para os alunos matriculados no curso de Tecnólogo de Materiais.

"Nesse curso, os alunos possuem uma disciplina chamada Técnicas de PCI e, até então, as aulas eram apenas teóricas", comenta a professora que recebeu uma furadeira do LSI, duas laminadoras doadas pela Micropress e TPS e uma linha galvânica da Henrifer. A Abraci – Associação Brasileira de Circuitos Impressos – convocou as empresas que fizeram as doações. Se fosse para a Fatec investir na infra-estrutura teria que desembolsar perto de R$ 200 mil.

No início, os alunos irão aprender a fazer apenas placas simples, no futuro poderão talvez trabalhar em



Neilde Silva anseia para atender pequenos serviços

projetos mais complexos como as PCIs de dupla face e multicamada. Depois de formados poderão trabalhar em projetos de SMT, tecnologia a vácuo, microeletrônica e SMD. A expectativa é a de treinar 20 alunos por semestre no novo laboratório. Alguns já são encaminhados para estágios em empresas como Multek, Itaucom e Micropress.

Agora, a professora se prepara para uma outra missão ambiciosa: Poder oferecer serviços, em baixa escala de produção, para empresas da área eletrônica.

Microcontrolador da Philips é usado pela Century do Brasil

A Royal Philips Electronics anunciou que seu microcontrolador LPC922 de 8-bit (MCU) foi selecionado pela Century do Brasil para uso em sua nova geração de set-top boxes. O MCU LPC922 é programado para controlar todas as funções remotas do painel frontal dos receptores de satélite. Com memória flash integrada, preço competitivo e disponibilidade de ampla variedade de ferramentas, o LPC922 é a escolha ideal para aplicações integradas que necessitem de flexibilidade de programação em um MCU de fácil manuseio.

Com o LPC922, a Century economizou custos nas fases de montagem das placas e no processo de programação do MCU após sua inserção na placa. Essa flexibilidade na programação foi possível devido à memória flash integrada no próprio chip através do modo de programação in-system (ISP). O LPC922 possui memória flash de 8 Kbytes e contempla também o modo de programação in-application (IAP), permitindo a programação do MCU mesmo com a aplicação em funcionamento. Os engenheiros da Century além de diminuírem o tempo de produção, eliminaram possíveis refugos uma vez que o MCU é programado depois de inserido na placa. A facilidade de migração de rotinas de softwares já existentes garantiu uma economia ainda maior no tempo de desenvolvimento.

Mercado VOIP tende a crescer no país

A transmissão de voz digital pela rede Internet (VOIP), cuja sigla deriva do inglês "Voice over IP", promete ser uma daquelas tecnologias avassaladoras no mundo inteiro. Assim como foi o telefone celular e, mais recentemente, os Palms Tops. Segundo a consultoria Frost&Sullivan, entre os fortes sinais de mudança, que começam a criar condições adequadas para expansão do uso de soluções VoIP no Brasil, destacam-se: a regulamentação do Serviço de Comunicações Digitais (SCD), que prevê, através de recursos provenientes do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST), levar o acesso à Internet em banda larga a regiões remotas e de poucos recursos do país; a possível entrada de outras operadoras de telecom, como a Telmex, dispostas a investir em infra-estrutura de alta tecnologia como a NGN (Next Generation Network); as operadoras de TV por assinatura que precisam oferecer novos serviços a seus clientes, a preços competitivos, abrindo um grande mercado de usuários residenciais.

"Empacotamento de voz está crescendo no mundo inteiro e poder transmitir através de chips e protocolos padronizados é o sonho de todo mundo", acredita Lauro Sigaud Ferreira, gerente de desenvolvimento de negócios da Fitec Inovações Tecnológicas.

Em seminário realizado em São Paulo, a Texas Instruments (TI) apresentou suas soluções para esse mercado que está em franco crescimento nos EUA e que começa a despertar o interesse de engenheiros no Brasil. "A parte mais relevante é o software que vai te dar a codificação para enviar e receber mensagens", comenta Nuncio Perrella, engenheiro de aplicações da TI.

As soluções da empresa (*chip* e software), inicialmente, atuam principalmente no desenvolvimento dos "IP Phones" e dos gateways responsáveis pelo envio e recebimento de informações. Na parte de software, a parte que mais chama a atenção são as ferramentas desenvolvidas pela TI para que haja interoperabilidade entre arquiteturas e clareza na voz que é enviada num pacote de dados.

Desafios – Como ainda se trata de tecnologia recente, a transmissão de voz sobre IP precisa vencer uma série de desafios. Nesse sentido, a Texas está desenvolvendo suas soluções em software para reduzir o eco proveniente da linha e do ambiente onde se originou a voz; melhor gerenciamento dos pacotes de dados; redução das oscilações na transmissão entre outros problemas.



Fred Zimmerman, diretor executivo de Customer Premise Solutions da TI, apresentou em São Paulo soluções para transmissão VOIP com qualidade.

Numbering Systems

Quando se aborda a eletrônica digital, uma terminologia toda própria aparece na descrição de circuitos, programas e mesmo funcionamento de componentes como circuitos integrados TTL e CMOS. Nesta nossa "lição de inglês para a Eletrônica", vamos tratar de alguns termos técnicos usados nos sistemas de numeração ou *numbering systems.* A especificação correta (em inglês) dos termos tratados, é fundamental para a exatidão da informação que os documentos devem conter.

Newton C. Braga

A Eletrônica Digital ocupa uma posição de fundamental importância em nossos dias. Das telecomunicações aos sistemas de controle industriais, todos os equipamentos se baseiam em eletrônica digital e, evidentemente, uma boa parte da literatura técnica com que o profissional deve contar encontra-se em inglês.

Um ponto importante no trato da documentação técnica de eletrônica digital está na forma com os sistemas de numeração são tratados. Sabemos que a base natural que empregamos no dia-a-dia é a base 10, ou seja, nosso sistema é decimal. Por outro lado, a eletrônica digital usa a base 2 e também outras bases como a 16 (hexadecimal) e uma variação que consiste na base dois codificada em decimal, ou seja, BCD (*Binary Coded Decimal*). Nessa última, contamos até 10 na base 2, conforme ilustra a tabela abaixo:

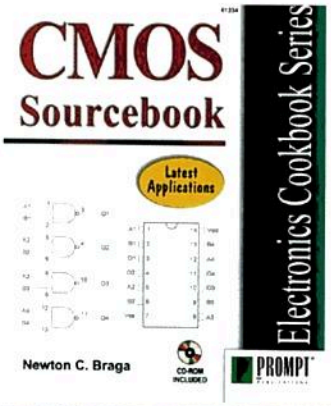
Decimal	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

As formas 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 e 1111 não existem em BCD.

Mas, como fica tudo isso nos documentos em inglês?

Tomemos o seguinte texto como exemplo:

"A digital circuit follows the rules of binary arithmetic. In a binary numbering system where a base of 2 is used rather than the familiar base of 10 of the decimal system, only two digits are need to represent any quantity. These digits are designated 1 and 0, but because a two-state circuit also follows the laws of logic, such circuits are often called digital circuits or logic circuits. In some cases the binary numbers, when worked by digital circuits are organized in groups forming Binary Coded Decimal (BCD) numbers or Hexadecimal (base of 16)." – CMOS Sourcebook – Newton C. Braga – Prompt Publications – 2001.



Livro de onde o texto tomado como exemplo foi retirado.

Vocabulário:

Rules – regras
Numbering System – Sistema de Numeração
Rather than – em lugar de
Designated – designados
Follows – segue
Binary Coded Decimal – Decimal Codificado em Binário (BCD)

Analisando este texto, podemos fazer algumas observações interessantes. Uma delas refere-se ao uso do verbo "designate" (*) (designar) e do verbo "design" (**) (projetar).

(*) *Designs, designing, designed*
(**) *Designates, designating, designated*

Quando nos referimos a projetar um circuito ou um dispositivo, ou seja, ao processo criativo de algo novo, o verbo a ser usado é "design" com substantivos derivados como "designer" (projetista, desenvolvedor, etc.).

No entanto, quando a palavra deve indicar a atribuição de um título, finalidade ou de um nome, ou seja, "designar", o termo usado é "designated".

Em dicionários de língua inglesa como o "Collins Cobuild English Language Dictionary", encontramos a seguinte definição para "designate":

"When you designate someone or something you give them a particular description, name or tittle often because you are formally giving them a particular task or role"

Podemos traduzir essa definição como: "Quando você designar alguém ou algo, você lhe dá uma descrição particular, nome ou título, tanto porque você está formalmente atribuindo-lhe uma tarefa ou papel."

Cuidado, portanto: *design* e *designate* são coisas diferentes em inglês!

Outro termo que chama a atenção no texto é "numbering".

"Numbering" vem do verbo "number" (numerar – *numbers*, *numbering*, *numbered*) e tem diversos significados como em português. Há algumas expressões idiomáticas que fazem uso de *number* e suas variações, mas para o uso técnico temos uma em especial.

Number, na forma 'numbered among" significa "incluído". Assim, para a frase: "this device is numbered among the transistor family", isso significa que "esse dispositivo está incluído na família dos transistores".

Traduzindo, então, nosso texto, ficamos com:

" Um circuito digital segue as regras da aritmética binária. Em um sistema de numeração binário onde a base 2 é usada em lugar da familiar base 10 do sistema decimal, somente dois dígitos são necessários para representar qualquer quantidade. Esses dígitos são designados por 0 e 1, mas devido a que um circuito de dois estados também segue as leis da lógica, tais circuitos são também chamados "circuitos digitais" ou de "circuitos lógicos". Em alguns casos, os números binários, quando trabalhados por circuitos digitais, são organizados em grupos formando números Decimais Codificados em Binário (BCD) ou Hexadecimais (base 16)".

Acrônimos e Abreviações:

BCD – *Binary Coded Decimal* – Decimal Codificado em Binário
MSB – *Most Significant Bit* – Bit mais significativo
LSB – *Least Significant Bit* – Bit menos significativo
RS – *Reset-Set*
CLR – *Clear*
CLK – *Clock*
MOS – *Metal-Oxide Semiconductor* – Semicondutor de óxido metálico
CMOS – *Complementary Metal-Oxide Semiconductor* – Semicondutor Complementar de Óxido Metálico
TTL – Transistor-*Transistor Logic*
LD – *Load* – carregar
EN – *Eable* – habilitar
GND – *Ground* - Terra

NOTÍCIAS

A International Rectifier apresenta CI de Controle com Freqüência AJustável e Referência de Tensão Fixa

A IRF apresentou o IRU3138, um controlador PWM que possui uma freqüência de comutação ajustável, e uma referência de 0,8 V fixa, com uma precisão de 1,8 V no traçado da tensão.

O novo CI é indicado no gerenciamento de energia de placas-mãe, *drives* de discos rígidos. placas gráficas e *arrays* de memórias DDR.



O IRU3138 tem um pico de corrente de saída de excitação de 1,0 A e suporta correntes na faixa de 3 a 10 A.

O novo CI pode ser usado como controlador tipo "buck" de uso geral para a conversão de tensões DC/DC a partir de valores tão baixos quanto 0,8 V.

Módulo Display Integrado da Philips

Medindo 36 mm x 41 mm x 5,4 mm, o sistema *Plug-and-Play Nexperia Mobile Display*, da Philips, é apresentado como o primeiro sistema completo integrado para telefones, câmeras e outros equipamentos que incorpora uma câmera 130 x 130 TFT LCD, três LEDs de iluminação, "driver de display" e processador de imagem.

O projeto integrado reduz o consumo de um telefone celular em espera em até 30 %, quando comparado aos sistemas equivalentes. O processador de imagem opera em tempo real com codificação JPEG, *zoom* digital, captura e manipulação de imagem. Mais informações em: www.semiconductors.philips.com.

Sensor de Temperatura de Baixo Custo – Maxim

A Maxim (Dallas Semiconductor) apresentou o DS600, o sensor mais econômico da indústria com uma precisão de +/- 0,5 °C e com saída analógica.

O dispositivo vem calibrado de fábrica e tem uma característica de saída linear, o que o torna fácil de usar. Seu baixo custo, precisão e facilidade de uso fazem com que ele seja ideal em aplicações na substituição a RTDs ou outros sensores precisos de temperaturas. Dentre os campos de aplicação, destacamos a eletrônica embarcada, aplicações médicas e instrumentação industrial. A tensão de saída tem uma sensibilidade típica de +6,4 mV/°C e um *offset DC* de +509 mV. O dispositivo pode ser alimentado por tensões de 2,7 a 5,5 V e opera numa faixa de temperaturas de -20 °C a +100 °C.

Ele possui ainda uma função "termostato", que pode ser usada para detectar determinadas temperaturas. O consumo do DS600 é de apenas 140 µA (máx) e ele possui um modo *shutdown* onde o consumo cai para 2,5 µA.

ANALISADOR DE ESPECTRO

Conheça como e porque utilizar este instrumento.

Parte 1

Nas aplicações modernas, principalmente as que envolvem os sistemas de comunicações sem fio, a análise dos sinais não se limita a uma única freqüência, mas sim a uma gama relativamente ampla de freqüências. Além de instrumentação apropriada como o analisador de espectro, e mesmo o osciloscópio, o profissional deve estar apto a interpretar os resultados em função das características do instrumento utilizado, sabendo se o seu uso foi ou não apropriado para a análise. Com as informações que damos neste artigo, baseadas em material da Agilent Technologies, acreditamos poder ajudar o leitor a usar melhor os instrumentos de que dispõe. Este artigo complementa o da edição anterior onde analisamos as diferenças entre um Analisador de Espectro por Varredura (*sweep*) e um FTT.

Newton C. Braga

Em artigo publicado anteriormente, vimos que os analisadores de espectro podem operar segundo duas tecnologias: varredura (*sweep*) e Transformada Rápida de Fourier (FFT).

As vantagens que um instrumento tem sobre o outro, foi o assunto do artigo, mas naquela oportunidade não entramos em detalhes de como funciona um analisador que opere segundo a tecnologia FFT.

Visando fornecer informações sólidas aos leitores que fazem uso deste tipo de instrumento, preparamos, então, 3 artigos que discutem as principais vantagens e a maneira como um analisador FFT opera. Acreditamos que o assunto irá trazer ao leitor informações de grande interesse para seu trabalho com os analisadores de espectro.

A TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER (FFT)

A FFT é um algoritmo para a transformação de dados no domínio das freqüências. Trata-se de algo que justamente desejamos que um analisador de espectro faça. No entanto, não é tão simples implementar esse recurso em um instrumento prático, conforme veremos no decorrer deste artigo. Existem diversos problemas a serem considerados.

Um deles é que, se forem necessários muitos cálculos para fazer a transformação, o poder de computação do circuito se torna grande demais, exgindo um computador poderoso para se obter resultados precisos.

O aumento da capacidade de processamento dos microprocessadores, entretanto, está tornando viável a implementação de analisadores cada vez mais poderosos. Deve-se levar em conta que o processo de digitalização dos sinais analisados não é feito de maneira contínua, mas sim por amostragens no domínio das freqüências, observe a **figura 1**.

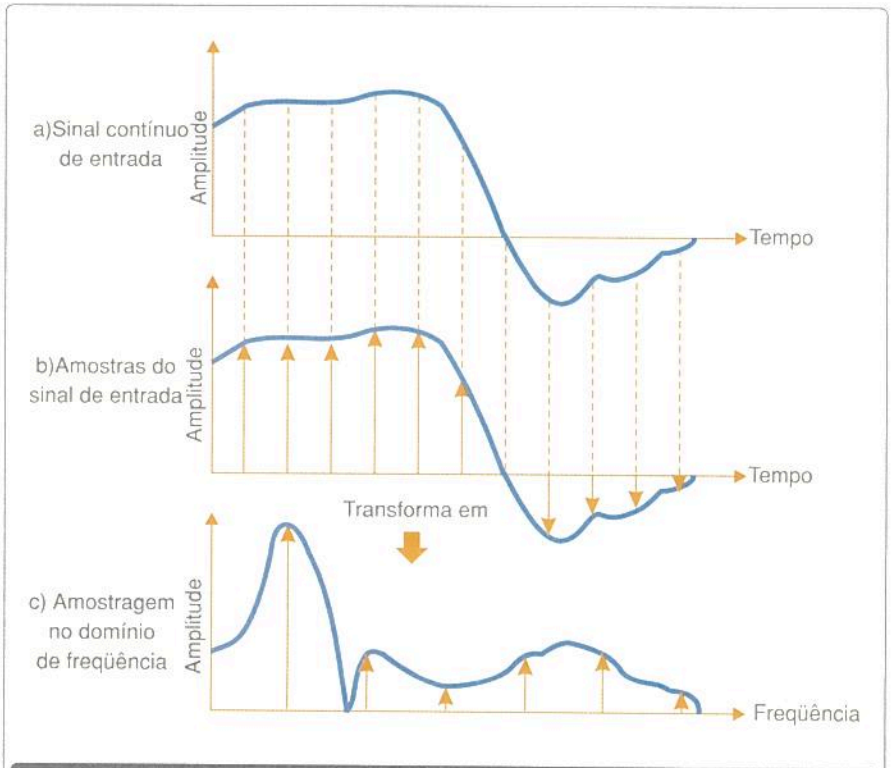


Figura 1

TEMPO DE GRAVAÇÃO

O tempo de gravação é definido como o número N de amostras igualmente separadas obtidas da entrada. Para que N torne simples e rápido o uso do algoritmo, é utilizado normalmente um número múltiplo de 2, por exemplo, 1024.

A **figura 2** ilustra como isso é feito, transformando um sinal em um bloco completo de linhas de freqüências.

Todas as amostras do tempo de gravação devem computar cada tempo no domínio das freqüências. O bloco de processamento FFT deve interpretar esses blocos perfeitamente, para que a análise do sinal possa ser feita.

É importante observar que a FFT precisa do total de blocos amostrados, para que haja informação suficiente para a análise dos resultados no domínio de freqüência. Todavia, uma vez completo, as amostras "mais velhas" podem ser descartadas, e novas amostragens acrescentadas em um processo de deslocamento, veja a **figura 3**.

Observe que um novo espectro é criado a cada amostragem, o que significa uma grande quantidade de informações que são processadas rapidamente. Esse processamento inclui milhares de transformações por segundo.

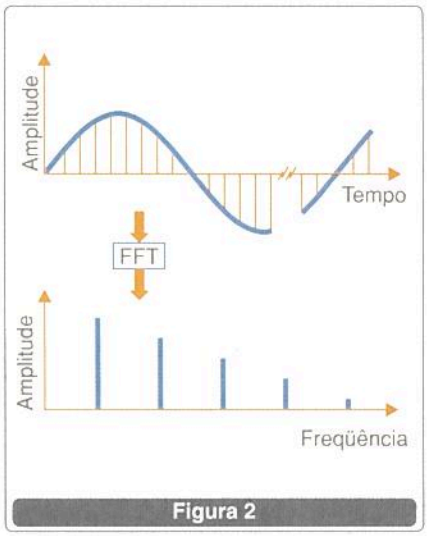


Figura 2

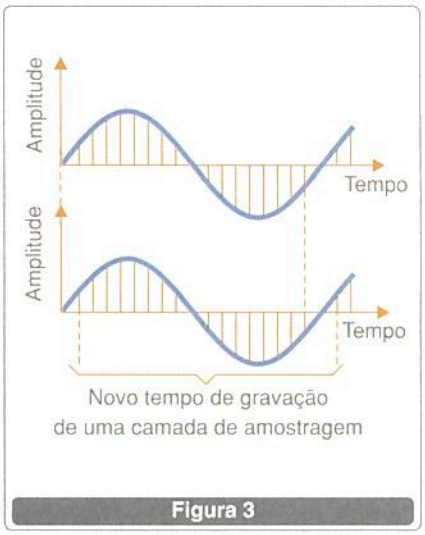


Figura 3

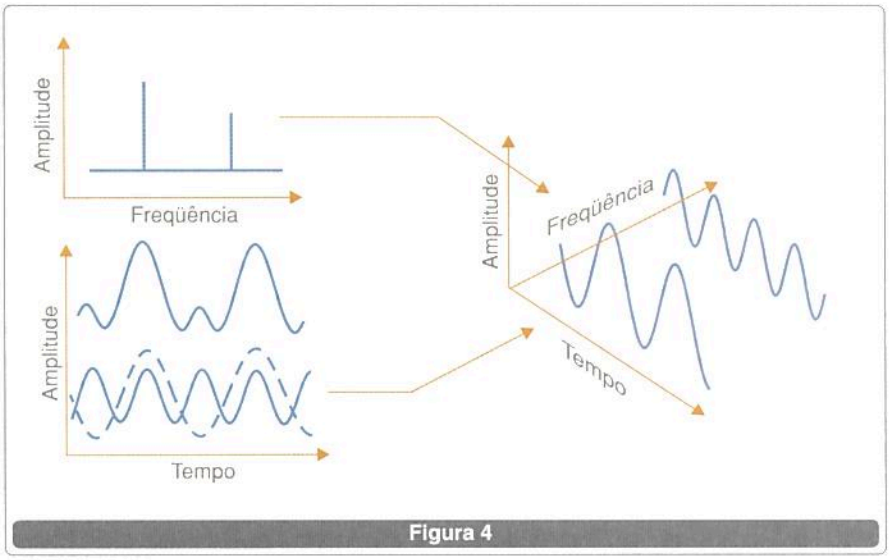


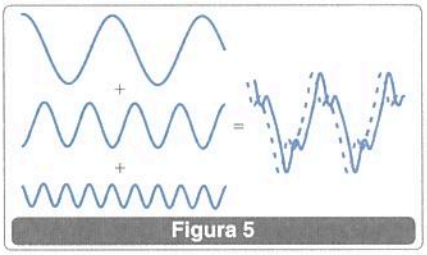
Figura 4

NÚMERO DE LINHAS

Uma propriedade da FFT é que ela pode trabalhar com apenas duas linhas sucessivas das N linhas obtidas no processo de amostragem. Essas linhas trazem informações sobre a amplitude e a fase dessas duas linhas.

A **figura 4** exibe uma imagem tridimensional da relação entre fase e amplitude de duas linhas amostradas.

Estamos usando como exemplo fase e amplitude de sinais componentes senoidais. Veja que essa informação é importante, pois a posição dessas componentes determina a forma final do sinal analisado. Na **figura 5** mostramos o que ocorre se deslocarmos levemente as fases dos


Figura 5

sinais senoidais que formam um sinal analisado.

O ESPAÇAMENTO ENTRE AS LINHAS

Temos então N/2 linhas igualmente espaçadas do domínio das freqüências. A freqüência mais baixa que podemos resolver com um analisador de espectro FFT deve ser calculada com base na duração do tempo de amostragem gravado.

A **figura 6** revela que, se o período do sinal da entrada for maior do que o tempo de gravação, não teremos meios de determinar seu período e, conseqüentemente, sua freqüência.

Assim, a menor freqüência não é zero hertz, apesar de existir essa linha de referência no equipamento. As características do instrumento irão indicar qual é a menor freqüência real que ele pode amostrar.

A FAIXA DE FREQÜÊNCIAS DO FFT

A freqüência máxima com que podemos trabalhar em um instrumento FFT é dada por:

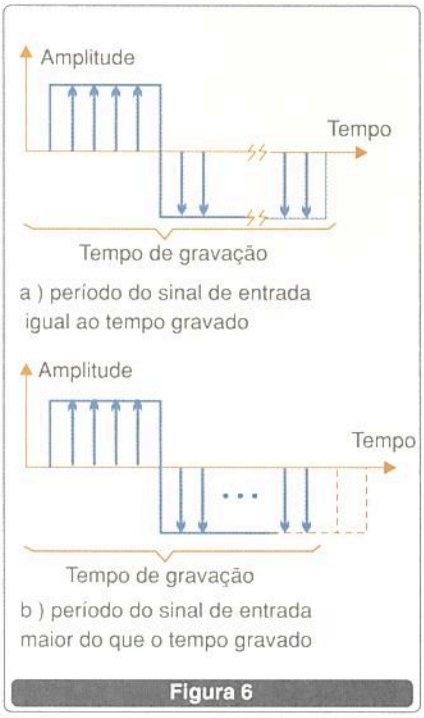


Figura 6

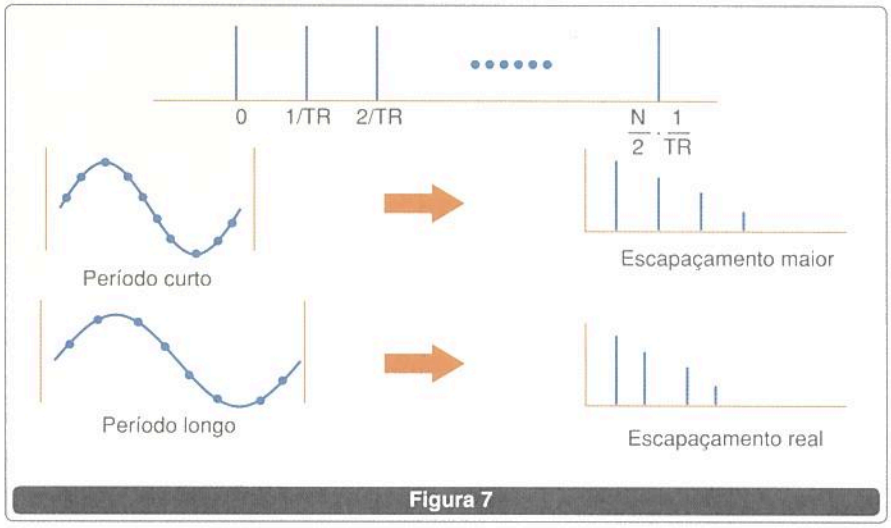


Figura 7

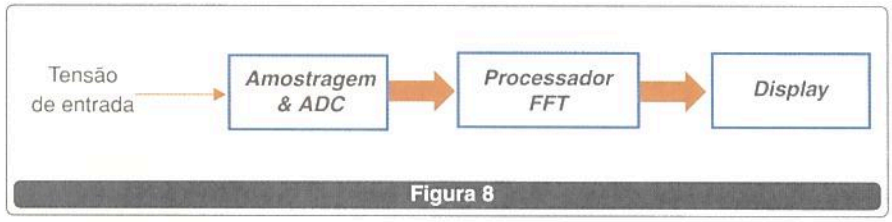


Figura 8

fmáx = N/2 (1/T)

Onde:

T é período do tempo de gravação ou amostragem.

Veja que temos N/2 linhas espaçadas pelo recíproco do tempo de gravação, a partir de zero hertz. Assim, ao realizar uma medida, como ela sempre parte de zero hertz, devemos ajustar fmáx. O número de amostragens será então determinado pelo algoritmo FFT implementado no instrumento.

É importante manter o número de amostragens por ciclo do sinal, constante. Por isso, quanto maior for a freqüência do sinal amostrado, maior deverá ser a taxa de amostragens. A **figura 7** exemplifica o que ocorre.

Veja que menor número de amostragens permite obter mais linhas de informações, e com isso uma precisão maior do instrumento.

Se analisarmos o sinal de entrada que está sendo amostrado, veremos que ele consiste numa tensão analógica. Como o FFT precisa de amostras digitalizadas, um circuito de amostragens deve ser inserido no circuito. Esse circuito consiste em um ADC, conforme ilustra a **figura 8**.

Para obtermos precisão nesta tarefa, deve ser usado um ADC muito bom. Para os multímetros comuns que operam segundo esse princípio, uma faixa dinâmica de 70 dB é suficiente para as aplicações comuns, o que significa uma resolução de 12 bits mas, para um analisador de espectro, isso é pouco.

Um analisador de espectro precisa de uma velocidade de amostragem muito maior, para evitar o problema denominado "engano", ou se adotarmos o termo em inglês "alias". O problema do "alias" é inerente a todos os sistemas que operam com a amostragem digital de sinais, devendo ser analisado com extrema cautela, pois pode levar a resultados realmente enganosos, como o próprio nome sugere.

EXEMPLO DE ALIASING

Para entender o que acontece num processo de amostragem em que o fenômeno do engano se manifesta, vamos tomar como exemplo o sinal no sistema da **figura 9**.

Esse sinal vem de um termopar ligado a um voltímetro digital que, por sua vez, tem sua saída ligada a uma impressora. O sistema é programado para imprimir a temperatura amostrada a cada 1 segundo.

Se a temperatura do sensor não variar muito como, por exemplo, a temperatura de uma sala, os valores impressos estarão muito próximos do real, observe a **figura 10**.

No entanto, se tivermos oscilações que sejam mais rápidas, ou muito próximas de 1 segundo para a temperatura, o sistema será "enganado", com uma falsa indicação dos valores impressos, veja a **figura 11**.

Neste processo estarão faltando indicações de temperaturas, resul-

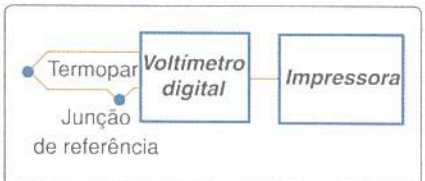


Figura 9

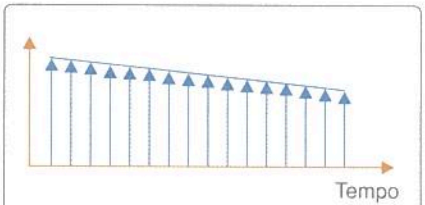


Figura 10

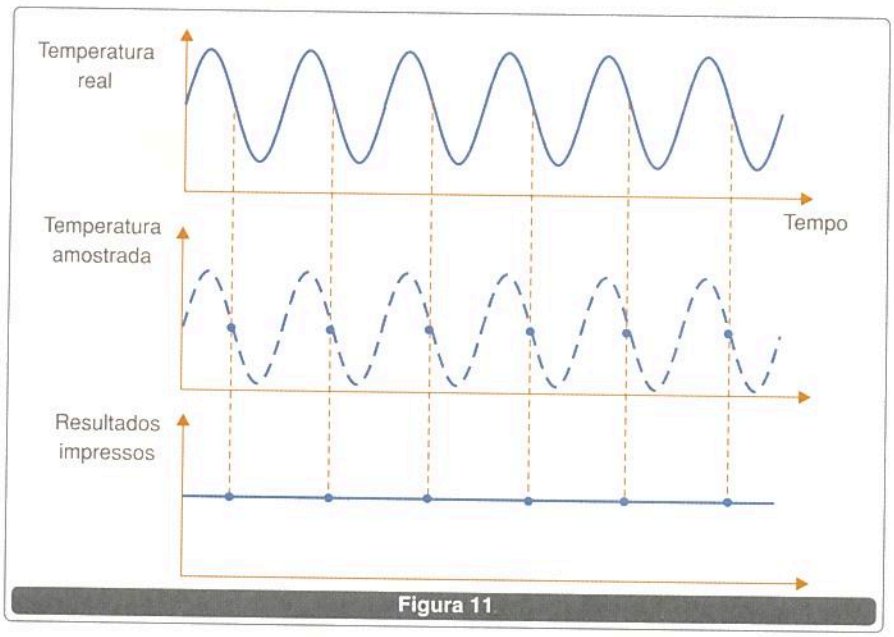


Figura 11

tando assim numa falsa curva de variação registrada pela impressora.

O FENÔMENO DO "ALIAS" NO DOMÍNIO DAS FREQÜÊNCIAS

Os resultados errôneos na conversão de temperatura que vimos, devido ao denominado fenômeno do "Alias", podem ser analisados no domínio das freqüências a partir da **figura 12**.

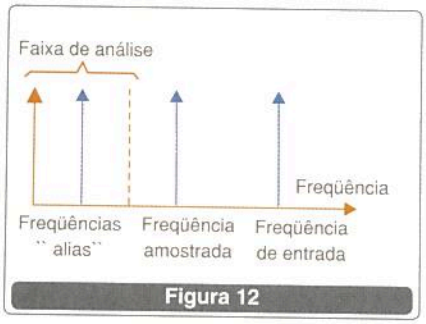


Figura 12

Dois sinais são ditos "enganosos" se a diferença de freqüências entre eles cai numa determinada faixa de valores. Essa diferença de freqüências é gerada sempre no processo de amostragem.

Na **figura 12**, conforme pudemos constatar, a freqüência de entrada é levemente maior do que a freqüência de amostragem, de modo que um termo de muito baixa freqüência é gerado.

O fenômeno do "alias" não é sempre prejudicial. Nos circuitos analógicos ele pode ser chamado de "mixagem" ou "heterodinagem", e ser usado com finalidades importantes como, por exemplo, no caso dos receptores de rádio. Todavia, quando tratamos de amostragens em circuitos digitais, sua presença é indesejável. Devemos evitá-lo.

A **figura 13** exibe o que acontece quando fazemos a amostragem numa freqüência maior do que duas vezes a freqüência do sinal de entrada.

Os produtos que podem causar enganos não caem na faixa de freqüências do sinal de entrada. Com isso, um filtro ou um processador FFT que

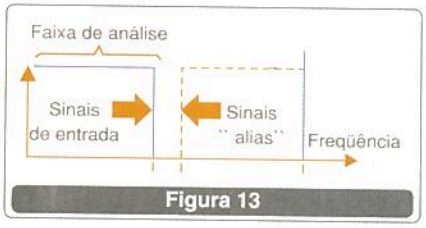


Figura 13

funcione como filtro, pode eliminar esses produtos, deixando passar apenas os sinais que interessam, se a freqüência de amostragem for pelo menos duas vezes maior que a freqüência de entrada.

Se a freqüência de amostragem for menor que duas vezes a freqüência do sinal, os produtos que podem causar erros cairão na faixa de freqüências do sinal de entrada e não poderão ser filtrados. A menor taxa amostragem que pode ser usada sem, que esse problema ocorra, é denominada "Critério de Nyquist".

É fácil perceber que, na prática, uma freqüência exatamente duas vezes maior que a freqüência do sinal de entrada pode não ser suficiente para dar bons resultados. Duas amostragens apenas por período podem não recolher informação suficiente para se obter um retrato preciso do que está ocorrendo com o sinal.

A **figura 14** mostra como o uso de uma freqüência de amostragem maior que duas vezes a freqüência do sinal é suficiente para manter a informação que define o sinal de entrada.

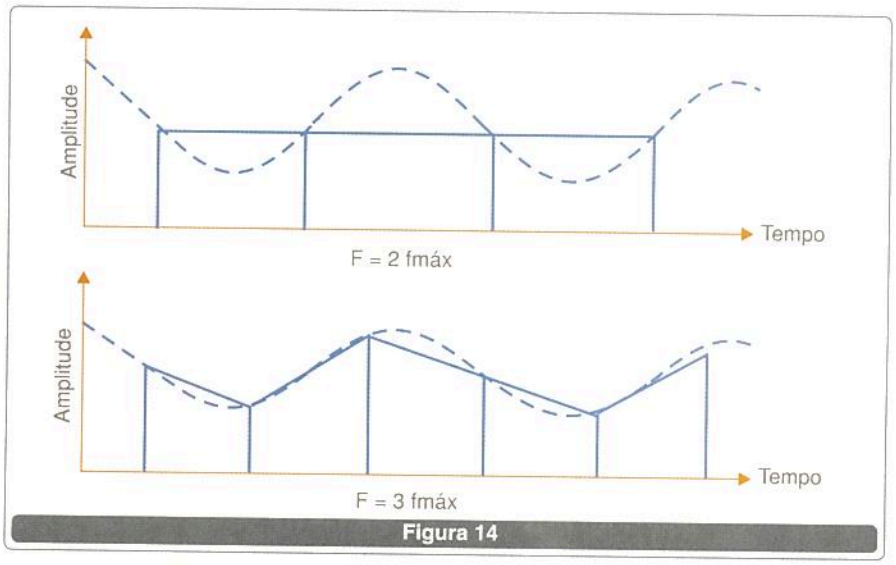
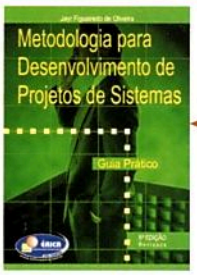


Figura 14

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA: 10% de desconto

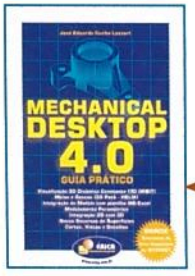












TÍTULO / AUTOR	R$ c/desc.	
ANALISE DE PONTOS DE FUNÇÕES - Guilherme / Carlos / Renato	45,90	ANALISE DE SISTEMAS
ANALISE RELACIONAMENTO DE SISTEMAS - Felipe Nery R. Machado	67,50	
DATAMING - Luis Alfredo V. Carvalho	54,90	
ERWIN 4.0 - MODELAGEM DE DADOS - Adilson Silva Lima	58,50	
ESTRUTURAS DE DADOS FUNDAMENTAIS - Silvio L. Pereira	52,20	
METODOLOGIA E PROJETO DE SOFTWARE - Carlos / Fabio / Alex	47,70	
METODOLOGIA P/ DESENV DE PROJ DE SIST - Jayr F. de Oliveira	33,30	
PROJETOS E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS - Nelson P. da Silva	33,30	
TECNOLOGIA E PROJETO DE DATA WAREHOUSE - Felipe Machado	65,70	
AUTOMAÇÃO APLICADA - PLC - João Marcelo Georgini	49,50	AUTOMAÇÃO
AUTOMAÇÃO E CONTROLE DISCRETO - Silveira / Santos	53,10	
AUTOMAÇÃO ELETROPNEUMÁTICA - Bonacorso / Noll	36,90	
AUTOMAÇÃO HIDRÁULICA - ED. REV. ATUAL. - Arivelto Bustamante Fialho	59,40	
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL - ED. REV. ATUAL. - Ferdinando Natale	52,20	
AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA - Arivelto Bustamante Fialho	64,80	
ESTUDO DIRIGIDO DE ACCESS 2000 - Fernando B. Miguel	42,30	BANCO DE DADOS
ESTUDO DIRIGIDO DE ACCESS 2000 AVANÇADO - Fernando B. Miguel / J. Manzano	42,30	
ESTUDO DIRIGIDO DE ACCESS XP - Fernando / Sandra Miguel	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE SQL - José A. Manzano	29,70	
FUNDAMENTOS DE BANCOS DE DADOS - William Pereira Alves	78,30	
MYSQL SERVER - VERSÕES OPEN SOURCE 4.X - Adilson Silva Lima	81,00	
ORACLE 8 - SQL, PL / SQL E ADMINISTRAÇÃO - Eduardo M. Terra Morelli	77,40	
ORACLE 91 FUNDAMENTAL-SQL,PL SQL E ADM - Eduardo M. Terra Morelli	87,30	
POSTGRESQL - CONCEITOS E APLICAÇÕES - Denise Lemes F. Neves	40,50	
POSTGRESQL - TÉCNICAS AVANÇADAS - Alvaro Pereira Neto	60,30	
PROJETO DE BANCO DE DADOS - Machado / Mauricio Abreu	64,80	
SQL SERVER 2000 - ESTRUTURA E IMPLEM. - João Carlos / Renata Leão	76,50	
SQL SERVER 2000 - FUNDAMENTAL - Eduardo M. Terra Morelli	92,70	
3DS MAX 4.2 - UTILIZANDO TOTALMENTE - João Carlos da Silva	117,00	COMPUTAÇÃO GRÁFICA
ACCURENDER 3-MAQUETES ELETR EM AUTOCAD - R.Marques / M. G. Alves	43,20	
AUTOCAD 2004 - FUNDAMENTOS 2D & 3D - Elia Yathie Matsumoto	88,20	
AUTOCAD 2004 - TEORIA E PRÁTICA 3D - Arivelto Bustamante Fialho	72,00	
AUTOCAD 2004 - UTILIZANDO TOTALMENTE - Roquemar / Lourenço Costa	100,80	
AUTODESK INVENTOR 8 - PROTÓTIPOS MEC. - José E. C. Lazzuri	52,20	
AUTODESK LAND DEVELOPMENT SUITE 3 - Eduardo Tumkus	60,30	
AUTOLISP 2002 - LIMP. PROG. DO AUTOCAD - Elia Yathie Matsumoto	37,80	
CORELDRAW 11 - DESCOB. E CONQUISTANDO - William Pereira Alves	73,80	
ESTUDO DIRIGIDO DE AUTOCAD 2004 - Claudia Campos	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE AUTOCAD 2004 AVANÇADO - Claudia Campos	49,50	
ESTUDO DIRIGIDO DE COREL DRAW 10 - Lanevalda Primo	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE COREL DRAW 11 - Lanevalda Primo	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE PHOTOSHOP 6.0 - Lanevalda Primo	40,50	
ESTUDO DIRIGIDO DE PHOTOSHOP 7 - Lanevalda Primo	40,50	
LAYOUT DE PÁGINA COM PAGEMAKER 7.0 - Fausto de Paschoal	64,80	
MAQUETE ELETRÔNICA - Roberto Renyi	48,60	
MECHANICAL DESKTOP 4.0 - GUIA PRÁTICO - José E. C. Lazzuri	48,60	
SOLIDWORKS 2004 - PROJETO E DESENVOL. - Edilar Predabom / Bocchese	88,20	

TÍTULO / AUTOR	R$ c/desc.	
ANALISE DE CIRCUITOS EM CC - Romulo O. Albuquerque	40,50	ELETRÔNICA
CIRCUITO EM CORRENTE ALTERNADA - Romulo O. Albuquerque	52,20	
CIRCUITO EM CORRENTE CONTINUA - Lourenço / Cruz / Salomão	61,20	
CIRCUITOS DIGITAIS - ESTUDE E USE - Lourenço / Cruz / Salomão	64,80	
CIRCUITOS ELÉTRICOS - COR CONT E COR ALT - Otávio Markus	63,00	
DISPOSITIVO SEM. DIODOS E TRANSISTORES - Marques / Cruz / Salomão	70,20	
DISPOSITIVO SEM. TIRISTORES E USE - José Luiz A. de Almeida	36,90	
ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL - Capuano / Idoeta	73,80	
ELETRICIDADE CIRCUITOS EM CORR ALTERNADA - Otávio Markus	51,30	
ELETRICIDADE CIRCUITOS EM CORR CONTÍNUA - Marco / Markus	45,90	
ELETROMAGNETISMO FUNDAMENTOS E APLIC - William Cesar Mariano	45,90	
ELETRÔNICA : ELETRICIDADE - COR CONTINUA - José Aiub / Enio Filoni	40,50	
LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE / ELETRÔNICA - Capuano / Maria Marino	64,80	
PRATICANDO ELETRICIDADE - Eduardo Cruz	45,90	
SISTEMAS ANALÓGICOS CIRCUITOS C/ DIODOS - Otávio Markus	64,80	
TEORIA E DESEN. PROJ. DE CIRCUTOS ELETR. - Cipelli / Markus / Sandrini	76,50	
A CONVERSAÇÃO DA ENERGIA - Luiz Donizete Clementino	36,90	
CADERNO DE ATIVIDADE INST. ELÉTR. PRÉDIAIS - Cavalin / Cervelin	45,90	
CENTRAIS E APROVEITAM. HIDRELÉTRICOS - Gilio A. Simone	52,20	
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS - Cavalin / Cervelin	73,80	
MÁQUINAS DE CORRENTE CONTÍNUA - Gilio A. Simone	37,80	
MÁQUINAS DE INDUÇÃO TRIFÁSICAS - Gilio A. Simone	37,80	
PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTR PREDIAIS - Lima	58,50	
TRANSFORMADORES - TEORIA E EXERCICIOS - Gilio A. Simone	70,20	
MANUAL PRÁTICO DO SEU PC - Valter Lima	36,90	HARDWARE
MONTAGEM E MANUT E CONFIG. COMPUT. - Edson D'Avila	52,20	
MONTANDO E CONF PCS COM INTELIGÊNCIA - Renato R. Paixão	64,80	
MONTE SEU PC COM INTELIGÊNCIA - Renato R. Paixão	83,70	
ACESS 2000 & VBA - SOLUÇÕES E APLICAÇOES - Renato Ibrahim Haddad	83,70	
ACESS XP & VBA - SOLUÇÕES RÁPIDAS E INT - Renato Ibrahim Haddad	44,10	
ALGORITMOS - LÓGICA P/ DESENV. PROGRAM. - Manzano / Jayr Oliveira	55,80	
APLICAÇÕES EM V. BASIC 6 - BCO DE DADOS - Adilson Silva Lima	54,90	
AUT. COML COM VB NET. C# E DELPHI 6 - Claudenir C. Andrade	58,50	
BTO - OTIMIZAÇÃO DE TECN. DE NEGÓCIOS - Leonardo Molinari	45,00	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO
C++ ANSI (ISO/IEC 14882:1998) PROG. DE COMP. - Jose A. Manzano	67,50	
C++ BUILDER 6-DESENVOLVA APL.P/ WINDOWS - William Pereira Alves	83,70	
CALCULE COM MATHCAD - Marcelo Nitz / Galha	50,40	
CONHECENDO E TRAB. COM VISUAL BASIC 6.0 - Côrtes / Scherr	64,80	
DELPHI 6 - DESENVOLVENDO APLICAÇÕES - Cristos C. Vozikis	53,10	
DELPHI 6 APLICAÇÕES AVANÇADAS DE BANCO - William Pereira Alves	87,30	
DELPHI 6 CLIENTE SERVIDOR C/ FIREBIRD - Bastiaan Pieter / Marcelo Fra	81,90	
DELPHI 6 CONTAS A PAGAR E A RECEBER - Francisco Marcelo	70,20	
DELPHI 6 TÓPICOS AVANÇADOS - Marcos S. Ferreira	64,80	
DELPHI 6+INTERBASE 6 - Bastiaan / Stella	58,50	
DELPHI 7 APLIC AVANÇADAS BANCO DE DADOS - William Pereira Alves	71,10	
DESENV. APLIC. DE BCO. DE DADOS P/ PALM OS - William Pereira Alves	55,80	
ESTUDO DIRIGIDO ALGORITMOS - José A. Manzano / Oliveira	45,90	



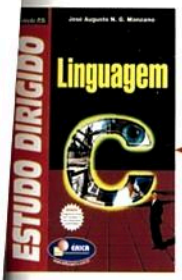








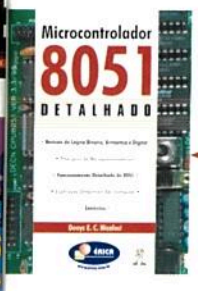














TÍTULO / AUTOR	R$ c/desc.	
ESTUDO DIRIGIDO DE C++ BUILDER 6 - José A. Manzano	42,30	
ESTUDO DIRIGIDO DE DELPHI 6 - José A. Manzano / S. Mendes	62,10	
ESTUDO DIRIGIDO DE DELPHI 7 - José A. Manzano / S. Mendes	60,30	
ESTUDO DIRIGIDO DE DELPHI 7 AVANÇADO - José A. Manzano / Sandro	53,10	
ESTUDO DIRIGIDO DE LINGUAGEM C - ED REV. - José A. Manzano	42,30	
ESTUDO DIRIGIDO DE TURBO PASCAL - José A. Manzano / Yamatumi	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE VISUAL BASIC 6. 0 - José A. Manzano	42,30	
INICIANDO NO VISUAL BASIC 6.0 - José R. Varela	83,70	
JAVA 2 - ENSINO DIDÁTICO - DESENV .E IMP - Sérgio Furgeri	73,80	
JAVA 2 & BANCO DE DADOS - Marco Aurélio S. Thompson	41,40	
LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO - ENSINO PRÁTICO - João Alexandre Magri	45,00	
LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO OS PRIM PASSOS - Kotani / Souza / Ucci	63,00	
LÓGICA ESTRUTURADA PARA PROGR. COMP. - José A. Manzano	36,90	
MATLAB 6.5 - FUNDAM DE PROGAMAÇÃO - Elia Yathie Matsumoto	71,10	
PALM OS E WINDOWS CE-DESEN. APLICAÇÕES - William Pereira Alves	52,20	
PROGRAMANDO EM C# COM. NET FRAMEWORK - Antonio Carlos Barbosa	47,70	
PROGRAMANDO EM TURBO PASCAL 7-ED.VER. - José A. Manzano / Yamatumi	72,90	
SIMULINK 5 - FUNDAMENTOS - Elia Yathie Matsumoto	43,20	
SISTEMA COML. INTEG. COM DELPHI 7 - RELAT. - Carlos A. J. Oliviero	84,60	
SISTEMAS COML. INTEGRADO COM DELPHI 7 - Carlos A. J. Oliviero	112,50	
TESTE DE SOFTWARE - Leonardo Molinari	48,60	
TRABALHANDO C/ BD NO V. BASIC 6.0 - Ijauí F. da Silva	33,30	
TURBO PASCAL 7 - COM E FUNÇÕES - ED VER - Roberto Rinaldi	83,70	
UML - GUIA PRÁTICO E DESCOMPLICADO - Alexandre Veloso Matos	40,50	
VB. NET - PLATAFORMA PROFISSIONAL - José Carlos C. Cavalcanti	92,70	
CNC PROGR. DE COMANDOS NUMÉRICOS - Sidnei Domingues da Silva	64,80	
ELEMENTOS DE MÁQUINAS - ED.VER. ATUALIZ - Sarkis Melconian	72,00	MECÂNICA
ELEMENTOS FINITOS - Avelino Alves Filho	73,80	
MECÂNICA TÉCNICA E RESIST DOS MATÉRIAS - Sarkis Melconian	72,90	
USINAGEM EM ALTÍSSIMAS VELOCIDADES - Sandvik / Diversos	44,10	
CONECTANDO O PIC - RECURSOS AVANÇADOS - David / Nicolas	78,30	
DESBRAVANDO O PIC - AMPL. E ATUALIZADO - David J. de Souza	55,80	MICROCONTROLADOR
LABORATÓRIO MICROCONTROLADORES 8051 - Denys Emílio C. Nicolosi	43,20	
MICROCONTROLADOR 8051 - DETALHADO - Denys Emílio C. Nicolosi	52,20	
MICROCONTROLADORES HC908Q - Fábio Pereira	61,20	
MICROCONTROLADORES PIC - PROG EM C - Fábio Pereira	71,10	
MICROCONTROLADORES PIC - TÉCNICAS AVAN. - Fábio Pereira	71,10	
CRIE PLANILHAS INTELIGENTES C/ EXCEL 2003 - Renato / Paulo Haddad	77,40	
ESTUDO DIRIGIDO DE EXCEL 2000 - José / André Manzano	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE EXCEL 2000 AVANÇADO - José / André Manzano	49,50	
ESTUDO DIRIGIDO DE EXCEL XP - André Luiz / Marcelo A.	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE EXCEL XP AVANÇADO - André / José Manzano	45,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE MS OFFICE EXCEL 2003 - André Manzano	42,30	OFFICE
ESTUDO DIRIGIDO DE POWERPOINT 2003 - André Manzano	45,00	
ESTUDO DIRIGIDO DE MS OFFICE WORD 2003 - André / Maria Izabel Manzano	36,90	
ESTUDO DIRIGIDO DE POWERPOINT 2000 - José / André Manzano	42,30	
ESTUDO DIRIGIDO DE POWERPOINT XP - André Manzano	40,50	
ESTUDO DIRIGIDO DE WORD 2000 - André / Maria Manzano	42,30	
ESTUDO DIRIGIDO DE WORD XP - André / Maria Izabel Manzano	42,30	

TÍTULO / AUTOR	R$ c/desc.	
ESTUDO DIRIGIO DE WORD XP AVANÇADO - André Manzano / Martinez	42,30	
INFORMÁTICA - POWERPOINT 2000 - ACESS 2000 - Mario Gomes da Silva	59,40	
INFORMÁTICA - POWERPOINT 97 - ACCESS 97 - Mario Gomes da Silva	51,30	
INFORMÁTICA - POWERPOINT XP - ACCESS XP - Mario Gomes da Silva	57,60	
INFORMÁTICA - TERM BÁS. WIN 98 - WORD 2000 - Mario Gomes da Silva	61,20	
INFORMÁTICA - TERM BÁS. WIN 98 - WORD 2000 - Mario Gomes da Silva	59,40	
INFORMÁTICA - TERM BÁSICA WIN ME-WORD XP - Mario Gomes da Silva	64,80	
INFORMÁTICA - TERM BÁSICA WIN XP-WORD XP - Mario Gomes da Silva	59,40	
INFORMÁTICA - TERM BÁSICA, WINDOWS 2000 - Mario Gomes da Silva	64,80	
INFORMÁTICA - TERM BÁSICA, WINDOWS ME - Mario Gomes da Silva	58,50	
INFORMÁTICA - TERMBÁSICA WINDOWS XP - Mario Gomes da Silva	64,80	
INFORMÁTICA - TERMIN BÁSICA WINDOWS 98 - Mario Gomes da Silva	49,50	
OPENOFFICE. ORG. - VERSÃO 11 EM PORTUGUÊS - Jose A. Manzano	39,60	
GERENCIAMENTO DE REDES COM WINDOWS XP - Francisco Carlos Baddini	51,30	
MONTAGEM DE REDES LOCAIS - Marcelo M. Hayama	27,90	
PROJETOS PARA REDES METROPOLITANAS - Gasparini / Barrella	64,80	
PROTOCOLOS E APLICAÇÕES P/ REDES COMP - Claude Falbriard	47,70	
REDES "CISCO CCNA" - FAÇA CERTIFICAÇÃO - Lindeberg B. de Sousa	71,10	
REDES BANDA LARGA - Milano / Falbriard	61,20	
REDES DE COMPUTADORES DA ETHERNET - Moraes / Cirone	64,80	
REDES DE COMPUTADORES DADOS E VOZ - Lindeberg B. de Sousa	85,50	
TCP/IP BÁSICO & CONECTIVIDADE EM REDES - Lindeberg B. de Sousa	30,60	
TELECOMUNICAÇÕES - CABEAMENTO ESTRUT - Soares / Silva / Boscato	62,10	
TRABALHANDO EM REDES - Fabiano Marques Vieira	54,90	
VPN - IMPLEM. SOLUÇÕES C/ WINDOWS 2000 - Eduardo Bellincanta Ortiz	62,10	
VPN - IMPLEM. SOLUÇÕES COM LINUX - Ortiz / Ed'Wilson	40,50	
ESTUDO DIRIGIDO DE RED HAT LINUX 7.1 - José A. Manzano	49,50	
ESTUDO DIRIGIDO DE WINDOWS XP - João / André Manzano	43,20	
SISTEMAS OPERACIONAIS - FUNDAMENTOS - Pedro L. Côrtes	45,90	
WINDOWS 2000 SERVER - Francisco Carlos Baddini	64,80	
WINDOWS 2003 SERVER - ADM. DE REDES - Marco Aurélio S. Thompson	73,80	
WINDOWS SERVER 2003 - IMPLE E ADM. - Francisco Carlos Baddini	73,80	
ADMINISTRAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - Antonio Vico Mañas	58,50	
EDMS - GERENC. ELETRÔNICO DE DOC. TÉCNICOS - Roquemar de Lima Baldam	35,10	
GED - GERENCIAMENTO ELETR DE DOCUMENTOS - Baldam / Valle / Cavalcanti	43,20	
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - Jayr F. de Oliveira	70,20	
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - UM ENFOQUE DIN - Boghi / Shitsuka	59,40	
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO VERSUS TECNOL. - Jayr F. de Oliveira	31,50	
TIC TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COM. - Jayr F. de Oliveira	83,70	
UMA REFLEXÃO DOS IMPACTOS DA TECNOLOGIA - Jayr F. de Oliveira	54,90	
COMUNICAÇÕES MÓVEIS - TECN . E APLICAÇÕES - Paulo Sérgio M. Bernal	43,20	
COMUNICAÇÕES ÒPTICAS - José Antonio J. Ribeiro	91,80	
PROJETOS DE SISTEMAS DE RÁDIO - Sanches / Miyoshi	104,40	
PROPAGAÇÃO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS - José Antonio J. Ribeiro	81,00	
SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES - Marcelo Sampaio de Alencar	63,00	
TELECOMUNICAÇÕES - CONVERGÊNCIA DE REDES - Vicente Soares Neto	52,20	
TELECOMUNICAÇÕES - EVOLUÇÃO & REVOLUÇÃO - Antonio Martins Ferrari	64,80	
TELECOMUNICAÇÕES - TRANSMISSÃO E RECEP - Alcides T. Gomes	70,20	
TELEFONIA E CAB DE DADOS - Valter Lima	45,00	

OFFICE

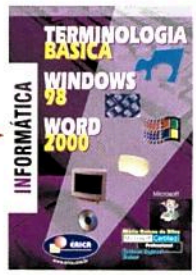
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

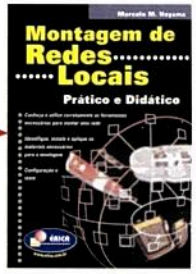
REDES

SISTEMAS OPERACIONAIS

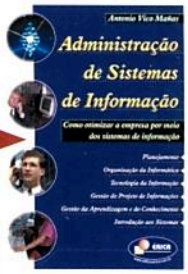
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

TELECOMUNICAÇÃO













SABER MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5330

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

Preços válidos até 10/07/2004

METALTEX

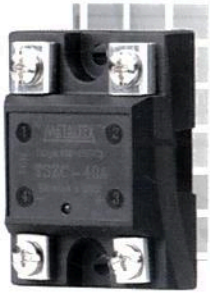
RELÉS DE ESTADO SÓLIDO

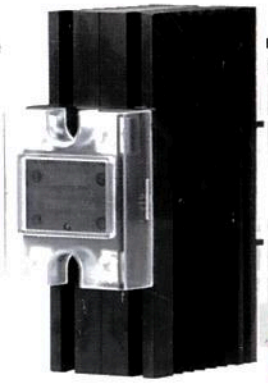


TS-210

Relé de estado sólido optoacoplado com saída MosFet, normalmente aberto. Pode comutar cargas CA ou CC de até 350V - 130mA. A isolação entre a entrada e a saída é de 3750V.
Encapsulamento tipo CI de 6 pinos. É ideal para comutações de baixas correntes com aplicações em telecomunicações e instrumentação, entre outras.

Relé de estado sólido monofásico com saída "triac", com circuito de proteção snubber e acionamento no "zero-cross".
Modelos de 25 e 40A totalmente encapsulados em epoxi. Alta isolação entre entrada e saída. Led de indicação de acionamento.
Disponíveis capa protetora e dissipador térmico.
Dimensões: 45X58X16mm





Acessório
Dissipador térmico para montagem em trilho DIN. Vendido separadamente (cod. TSZC-DT).

TSZC

LANÇAMENTO

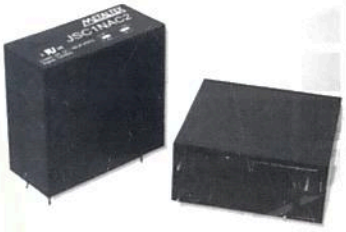




Relé de estado sólido com entrada CC e saída 75 a 264 VCA. Capacidade de 2A de carga a 25° C.
Tensão de isolação de 600V, isolação ótica e acionamento no "zero cross".
Montagem direta em circuito impresso.
Dimensões: 24X6,5X20mm

JSA

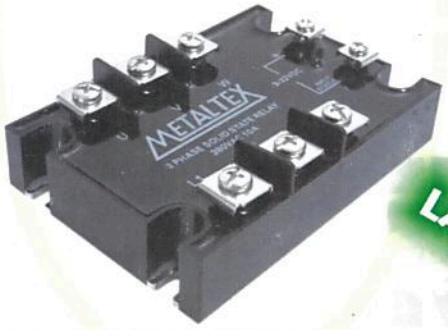
Relé de estado sólido com entrada CC e saída de 3 a 52VCC. Capacidade de 2A. Rigidez dielétrica de 2500Vrms. Montagem direta em circuito impresso ou soquete para trilho DIN.
Led Indicador de estado e isolação ótica.
Suporta picos de tensão de 80V.
Dimensões: 29,2X13,2X27mm



LANÇAMENTO

JSC

O novo relé de estádo sólido TST possui entrada de controle de 3 a 32VCC e 3 saídas normalmente abertas para acionamento de cargas trifásicas de até 10 ou 25A e tensão de 36 a 440VCA. A isolação entre entrada e saída é de 4000VCA e possui acoplamento ótico. O relé possui led indicador de acionamento, saída com acionamento no "zero-cross" e circuito de proteção "snubber". Dimensões 105x75x30mm.



LANÇAMENTO

TST

FILIAIS

BAHIA Tel.: (71) 286-7270 GOIÁS Tel.: (62) 3092-1565 PARANÁ Tel.: (41) 357-3370 RIO GRANDE DO SUL Tel.: (51) 3361-3453
CAMPINAS Tel.: (19) 3227-9814 MINAS GERAIS Tel.: (31) 3384-9476 RIO DE JANEIRO Tel.: (21) 2208-1335 SANTA CATARINA Tel.: (47) 433-0374

www.metaltex.com.br
(11) 5683-5704