



SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

Energia Elétrica

Análise e soluções de problemas, correção do fator de potência, e proteção



Leitores de Smart Cards



Microcontrolador Motorola MC68HC90GR

Otimizando seu projeto

Rede MODBUS®

ISSN 0101-6717



9 770101 671003 00359

Editora Saber Ltda.**Diretores**

Hélio Fittipaldi

Thereza M. Ciampi Fittipaldi

Revista Saber Eletrônica

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico

Newton C. Braga

Automação Industrial

Alexandre Capelli

Publicidade

Eduardo Anion - Gerente

Ricardo Nunes Souza

Carla de Castro Assis

Melissa Rigo Peixoto

Conselho Editorial

Alexandre Capelli

João Antonio Zuffo

Newton C. Braga

Impressão

Globo Cochrane

Distribuição

Brasil: DINAP

Portugal: MIDESA

SABER ELETRÔNICA

(ISSN - 0101 - 6717) é uma publicação mensal da Editora Saber Ltda. Redação, administração, assinatura, números atrasados, publicidade e correspondência:

R. Jacinto José de Araújo, 315 -

CEP.: 03087-020 - São Paulo - SP -

Brasil . Tel. (11) 6195-5333

ASSINATURAS

www.sabereletronica.com.br

fone/fax: (11) 6195-5335

atendimento das 8:30 às 17:30 h

Matriculada de acordo com a Lei de Imprensa sob nº 4764, livro A, no 5º Registro de Títulos e Documentos - SP.

Empresa proprietária dos direitos de reprodução:

EDITORA SABER LTDA.**Associada da:**

ANER - Associação Nacional dos Editores de Revistas.

ANER

ANATEC - Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.

ANATEC
PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS

www.anatec.org.br

www.sabereletronica.com.br

Tiragem: 25.450 exemplares

EDITORIAL

Recentemente, a Gazeta Mercantil publicou uma matéria muito interessante sobre energia elétrica. O foco abordado foi a respeito dos prejuízos causados pelas descargas elétricas à economia brasileira que, segundo ela, ultrapassam os US\$100 milhões por ano; período no qual, o território nacional é atingido por cerca de 70 milhões de raios.

Mas, como não são apenas os fenômenos atmosféricos que causam danos às instalações e equipamentos, resolvemos publicar nesta edição um verdadeiro "tratado" sobre energia elétrica.

Neste número, procuramos levar até o leitor outros problemas que também comprometem o bom funcionamento das máquinas, principalmente em sistemas de automação industrial, onde confiabilidade e produtividade são fundamentais. Tentando oferecer soluções através das experiências em campo dos nossos colaboradores.

Outro destaque é a continuação da série de microcontroladores HC08, sempre, de baixo custo e alta performance.

Confira também nossa nova seção de Service que, agora, passa a ser direcionada aos sistemas automáticos da manufatura. É bom lembrar ao leitor, (acostumado com a seção anterior voltada a bens de consumo - TV, rádios, VCRs, etc.), que ela pode ser encontrada na revista Eletrônica Total. Isso significa que não a abandonamos, apenas transferimos de lugar, portanto, continuem colaborando com seus "cases".

Finalmente, gostaríamos de desejar a todos os que fazem a revista Saber Eletrônica acontecer, bem como aos nossos leitores, um "Feliz Natal, e um próspero Ano Novo".

Continuaremos trabalhando para melhorar ainda mais a divulgação e implementação das tecnologias e agregar valor ao nosso leitor que, de "posse" delas, certamente obterá um perfil diferenciado no mercado de trabalho.

Esse é nosso espírito: prover a sinergia entre empresa e mercado, a fim de construirmos um Brasil melhor.

Até 2003!

ÍNDICE**CAPA**

ENERGIA ELÉTRICA2
Análise e soluções de problemas, correção do fator de potência e proteção.

TELECOMUNICAÇÕES

OVERVIEW EM DATACOM - COMUNICAÇÃO DE DADOS . 24

REPORTAGEM

CAVERNA DIGITAL AUXILIA EMPRESAS
A REDUZIR CUSTOS..... 30

TECNOLOGIA

LEITORES DE "SMART CARDS"51

COMPONENTES

MC68HC908GR - OTIMIZANDO SEU PROJETO14

CONTROLADOR SÍNCRONO STEP-DOWN
DE DUAS FASES LM264275

HARDWARE

PERIGEROS I°C COM CPLD Xilinx70

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

CONHEÇA A REDE MODBUS32
Agora ela já pode atuar também na base da pirâmide.

ESPECIAL

COMO FUNCIONAM OS
CONVERSORES A/D - Parte 2.....58

OS MILAGRES DO DSP38

TELESCÓPIO ASTROFÍSICO SOAR41
Controle de posicionamento de Telescópio Astrofísico.

PROGRAMAÇÃO

LINGUAGEM C - Parte 3.....67

SEÇÕES

ACHADOS NA INTERNET.....40

USA EM NOTÍCIAS.....46

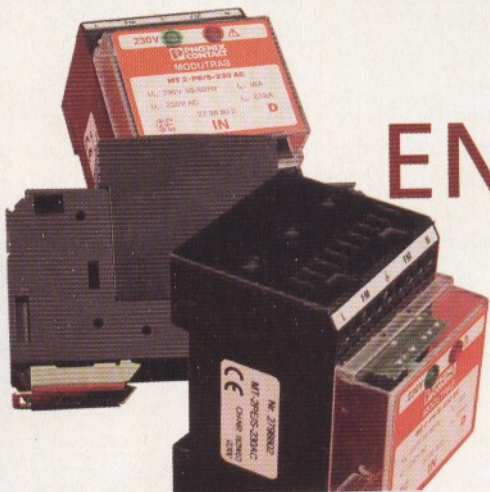
NOTÍCIAS TELECOMUNICAÇÕES.....48

ELETRÔNICA.....54

SERVICE INDUSTRIAL64

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

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



ENERGIA ELÉTRICA

Análise e soluções de problemas, correção do fator de potência, e proteção.

A capacidade de produção industrial nunca foi um fator de "vantagem competitiva" tão importante no mercado como nos dias de hoje. Não apenas para atender a demanda, mas principalmente para "diluir" os custos fixos do produto final, tornando-o mais barato e acessível. Já temos montadoras capazes de produzir (em média) um veículo a cada dois minutos.

Claro que tudo isso somente é possível graças as novas tecnologias de Automação Industrial, porém, a confiabilidade do processo fabril é vital. Um dos grandes problemas na área é que essa "confiabilidade" não está limitada somente aos equipamentos que compõem a fabricação, mas também à energia elétrica que os alimenta. Muitos defeitos, e conseqüentes "quebras" de produção, são causados por anomalias na rede de alimentação.

Este artigo pretende tratar o assunto em três partes: análise da qualidade e resolução de problemas clássicos da energia elétrica; correção do fator de potência; e proteção contra surtos de alta amplitude.

Confira!



Alexandre Capelli

ANÁLISE E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS CLÁSSICOS DA ENERGIA ELÉTRICA

Para um mesmo problema na energia elétrica, eu já ouvi "n" diferentes termos. Falo por experiência própria, e eis alguns exemplos: transiente, surto, oscilação, distorção, ruído, harmônica, flutuação, etc.

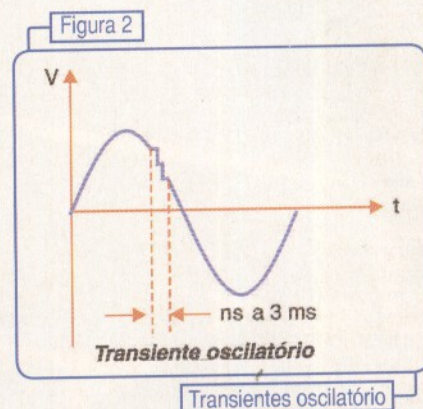
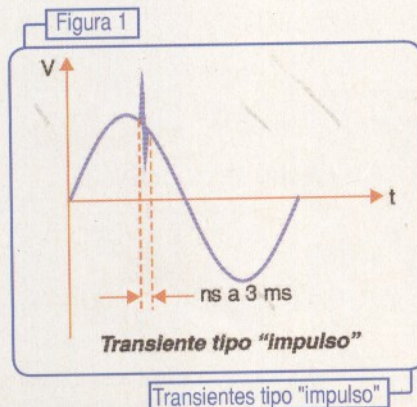
"Todos representam a mesma coisa?"

Não, e há uma norma internacional, a IEEE 1159, criada em 1995, que classifica esses fenômenos em 4 categorias.

a) Transientes

Como o próprio nome sugere, os transientes são fenômenos rápidos, da ordem de ns a 3 ms. A IEEE 1159 ainda divide os transientes em dois tipos:

- Impulsos: que são "picos" ou "vales" de tensão muito rápidos mas que, pela sua curta duração, não deformam a forma-de-onda. Um "spike" (figura 1), é um exemplo clássico.



- Oscilatório: ao contrário do "spike", afeta mais a frequência do que a amplitude da rede (figura 2).

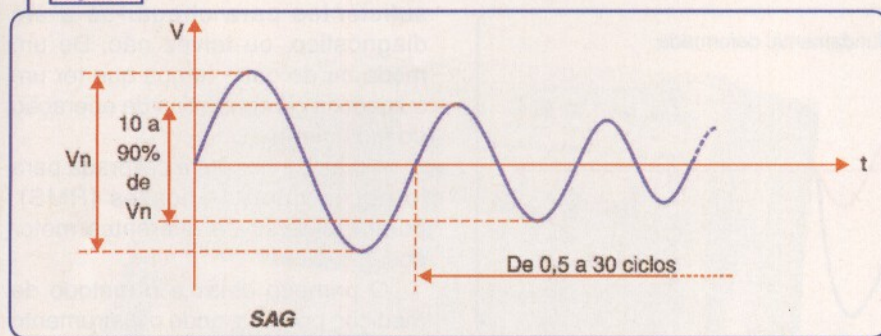
b) Variações de curta duração

As variações de curta duração compreendem um intervalo de tempo maior, mais precisamente de 0,5 a 30 ciclos de senóide.

Aproximando-se cada ciclo a 17 ms, então, essas variações estão entre 8,5 ms a 510 ms. Elas também são divididas em dois tipos.

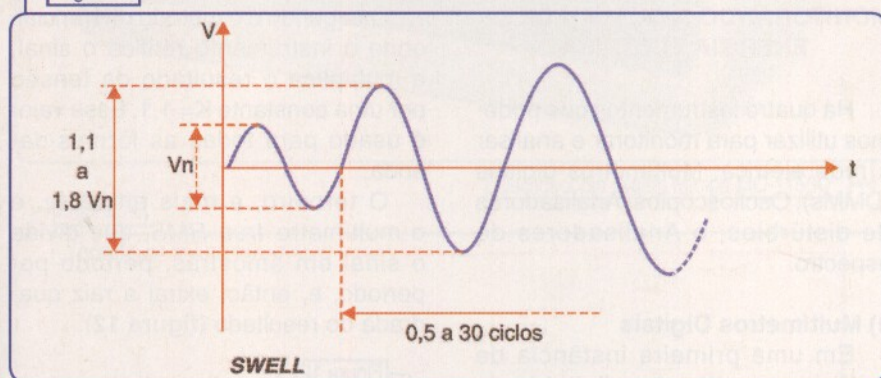
- **SAG:** Esse fenômeno é a redução rápida em magnitude (amplitude) da tensão (figura 3). Essa subtensão pode variar o valor nominal de 10% a 90%. Tomando uma rede 220 VCA, por exemplo, poderíamos ter uma queda de amplitude compreendida entre 22 VCA a 198 VCA.
- **Swell:** Neste caso o efeito é contrário ao sag, ou seja, temos uma sobretensão que pode variar o valor nominal (RMS) da rede entre 10% a 80%. Conforme podemos notar na figura 4, este é para um valor superior.

Figura 3



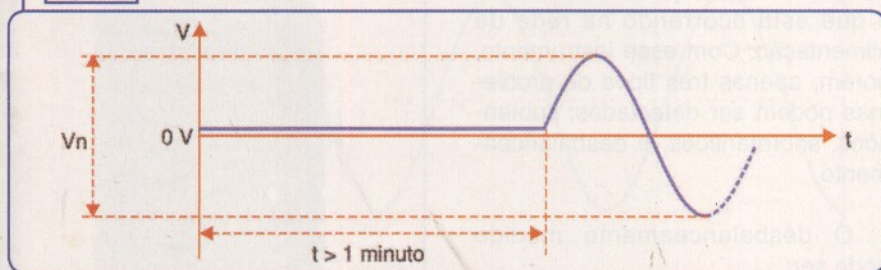
SAG

Figura 4



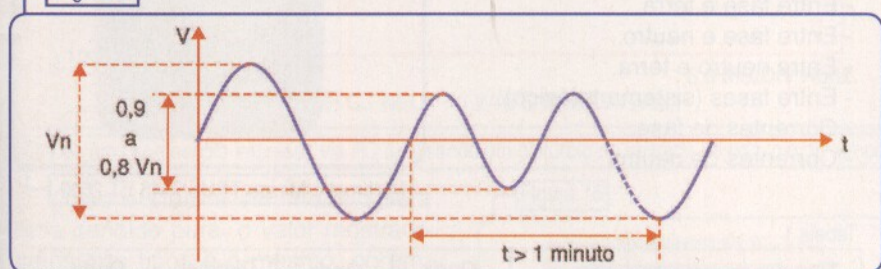
Swell

Figura 5



Interrupção severa

Figura 6



Subtensão

Figura 7



Sobretensão

Seguindo o mesmo exemplo de uma rede clássica de 220 VCA, esses valores podem estar compreendidos entre 242 V a 396 V.

c) Variações de longa duração

Para ser considerada uma variação de longa duração, esta deve ser, no mínimo, superior a 1 minuto. A norma as classifica em três tipos:

- Interrupção severa:

Tempo maior que um minuto, e completa ausência de tensão (figura 5).

- Subtensão:

Tempo maior que um minuto, e amplitude com queda entre 10 a 20% do valor nominal (figura 6).

- Sobretensão:

Tempo maior que 1 minuto, e amplitude superior entre 10 a 20 % (figura 7).

d) Distorção da forma-de-onda

- Harmônicas

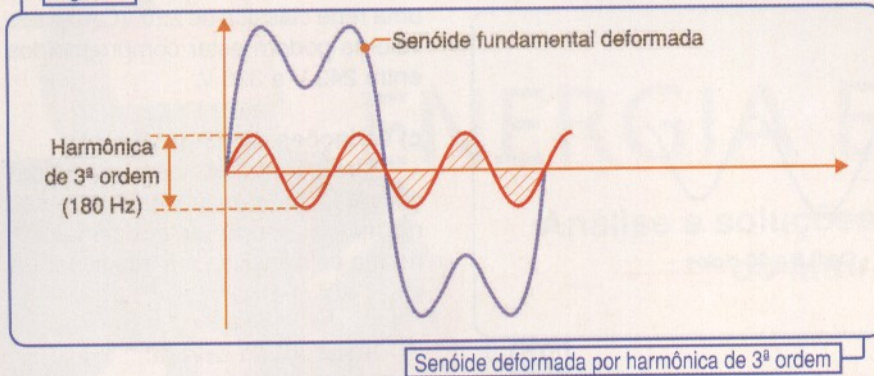
A distorção muda a forma-de-onda, afetando sua amplitude, frequência, ou, pior: ambas.

O tipo mais comum de distorção é a distorção harmônica, onde o sinal fundamental (senóide 60 Hz) se recombina com frequências maiores. No caso, frequências maiores múltiplas da fundamental. Isso é o que chamamos de "ordem da harmônica". Portanto, quando falamos em uma harmônica de 3ª ordem, significa que sua frequência é 180 Hz (3 x 60 Hz), e assim por diante.

A figura 8 mostra uma senóide 60 Hz deformada por uma harmônica de 3ª ordem. Particularmente, no ambiente industrial, as harmônicas de 3ª, 5ª e 7ª ordem são as mais frequentes. Diversas são as causas, porém, circuitos PWM (inversores de frequência) e chaveamento de cargas industriais são os principais "vilões".

É considerada harmônica uma distorção de até 20%, e inter-harmônicas até 2%, e raramente, elas são passageiras.

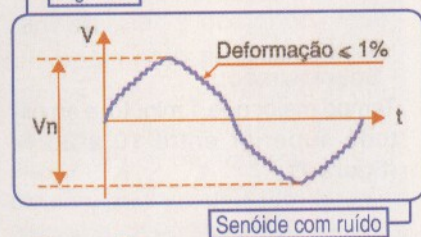
Figura 8



- Ruído:

O ruído é uma deformação que não segue um padrão constante, isto é, varia aleatoriamente a frequência, forma e amplitude do sinal, porém, seu nível de interferência é baixo (no máximo 1%). Veja a **figura 9**.

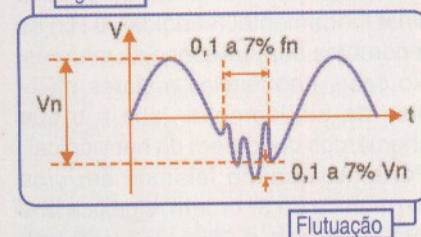
Figura 9



- Flutuações

As flutuações se constituem por uma sequência de sub e sobretenção, acompanhadas (ou não) de variações de frequência, em regime intermitente, compreendido entre 0,1 e 7% do valor nominal (**figura 10**).

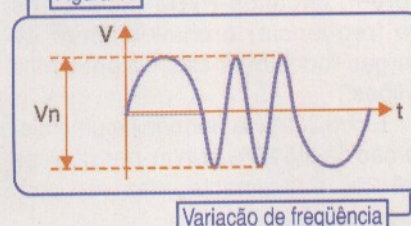
Figura 10



- Variações de frequência

De todas as anomalias, esta é a mais incomum, todavia, caracteriza-se por uma variação da frequência fundamental em um tempo inferior a 10 segundos (**figura 11**).

Figura 11



MONITORANDO A QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

Há quatro instrumentos que podemos utilizar para monitorar e analisar a rede elétrica: Multímetros digitais (DMMs); Osciloscópios; Analisadores de distúrbios, e Analisadores de espectro.

a) Multímetros Digitais

Em uma primeira instância de análise, o multímetro digital pode fornecer informações úteis sobre o que está ocorrendo na rede de alimentação. Com esse instrumento, porém, apenas três tipos de problemas podem ser detectados: subtenções, sobretenções, e desbalanceamento.

O desbalanceamento medido pode ser:

- Entre fase e terra.
- Entre fase e neutro.
- Entre neutro e terra.
- Entre fases (sistema trifásico).
- Correntes de fase.
- Correntes de neutro.

Talvez essas informações sejam suficientes para chegar-se a um diagnóstico, ou talvez não. De um modo ou de outro temos que ter um cuidado: a característica de operação do multímetro.

A maioria desses é calibrada para fornecer valores eficazes (RMS), porém, através de diferentes métodos.

O primeiro deles é o método de medição por pico, onde o instrumento lê o pico do sinal e divide por 1,414 ($\sqrt{2}$) para obter o valor RMS.

O segundo é o método referencial, onde o instrumento retifica o sinal, e multiplica o resultado da tensão por uma constante $K = 1,1$. Esse valor é usado para todas as formas-de-onda.

O terceiro, e mais eficiente, é o multímetro *true RMS*, que divide o sinal em amostras, período por período, e, então, extrai a raiz quadrada do resultado (**figura 12**).

Figura 12



Multímetro Minipa TRUE RMS ET 2600

Tabela 1

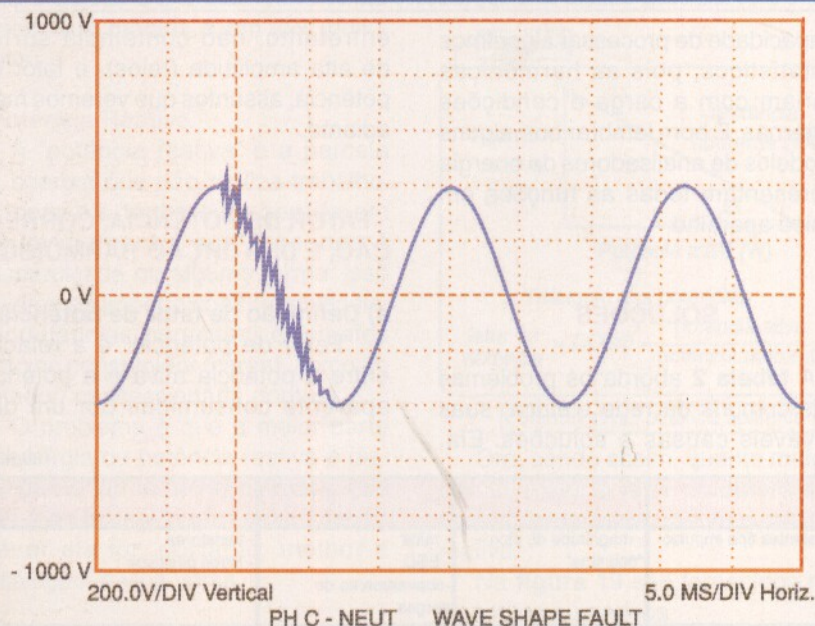
Tipo de multímetro	Circuito	Senóide	Onda quadrada	Onda distorcida	Dimmer de abajur	Onda triangular
Método de medição por pico	Pico/1,414	100 %	82 %	184 %	113 %	121 %
Método referencial	Senóide retificada x 1,1	100 %	110 %	60 %	84 %	96 %
True RMS	RMS converter	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Figura 13



Osciloscópio Digital Minipa MO-1150D

Figura 14



Tela de um osciloscópio impressa via PC analisando um distúrbio na senóide no domínio do tempo

Caso o sinal a ser medido seja uma senóide pura, o valor mostrado pelos três tipos é o mesmo, porém, caso haja distorções, ou outras formas-de-onda, apenas o "true RMS" será capaz de mostrar o valor 100% real. A **tabela 1** mostra alguns exemplos de discrepâncias das medidas executadas pelos três tipos.

b) Osciloscópios

O osciloscópio tem um "poder de fogo" maior que o multímetro na análise da rede elétrica, uma vez que o próprio sinal pode ser visualizado na tela, e proporcionar o que de fato está ocorrendo com a forma-de-onda.

Figura 15



Analizador gráfico

Alguns osciloscópios digitais (**figura 13**) podem armazenar e imprimir via PC a forma-de-onda para uma melhor análise.

A limitação do osciloscópio no monitoramento da rede, entretanto, é que ele é capaz de realizar medidas apenas no domínio do tempo (**figura 14**).

c) Analisadores de energia

Esse instrumento é capaz de medir variações de distúrbios desde muito pequenos (nanossegundos) a muito longos (vários dias), bem como registrar as ocorrências e imprimi-las em papel ou qualquer mídia para PC.

Basicamente podemos encontrar dois tipos no mercado de analisadores: convencional e análise gráfica.

O primeiro deles pode apresentar apenas um resumo das principais ocorrências, tais como: *sags*, *swell*, transientes, harmônicas, fator de potência, etc. Porém, devido ao pequeno número de amostras, muitos distúrbios podem ocorrer sem serem detectados, visto que este tipo de instrumento analisa a rede em intervalos de tempo. Caso o fenômeno ocorra entre os tempos das amostras, ele não será detectado.

O analisador gráfico funciona de modo diferente, e monitora a rede em tempo real (sem intervalo).

Claro que seu hardware (rapidez de processamento, e espaço de memória) é mais complexo que o primeiro tipo.

A **figura 15** mostra um típico instrumento desse tipo, e a **figura 16** um exemplo de garra para medição de corrente.

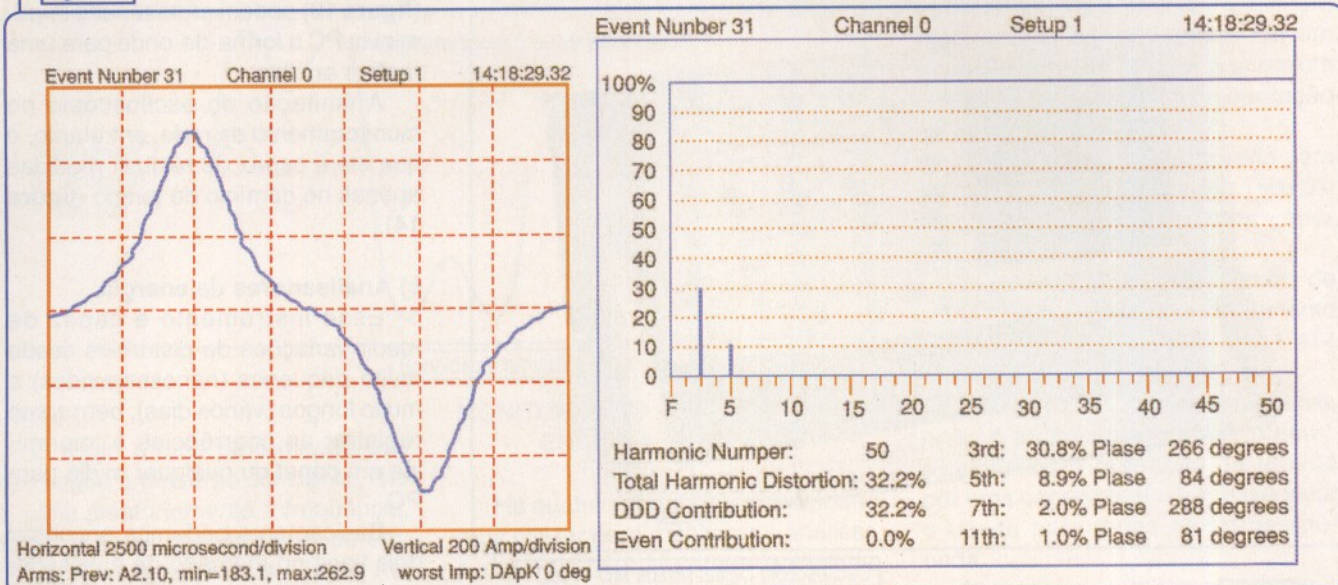
A escolha delas, aliás, dependerá de cada caso, mas é comum encontrarmos no mercado garras capazes de medir 3000 A em frequências de até 10 kHz.

Figura 16



Garras para medição de corrente

Figura 17



Comparativo entre análise no domínio do tempo (a esquerda), e no domínio da frequência a direita

d) Analisadores de espectro e analisadores de harmônicas

Ao contrário dos osciloscópios, esses instrumentos trabalham no domínio da frequência, e não do tempo. A visualização das harmônicas pode ser vista através de barras, que mostram qual a parcela de energia que há para cada ordem de harmônica. O ideal, é claro, seria 100% de energia na frequência fundamental (60 Hz, no caso do Brasil), e 0% nas demais. A **figura 17** mostra uma forma real com pequenas distorções nas harmônicas de 3ª e 5ª ordens

Ambos os equipamentos operam em modo on-line, e são equipados com circuitos de amostras e cálculos de FFT (Fast Fourier Transform; ou transformada rápida de Fourier).

"Mas, quais são as características mínimas que eu necessito de um instrumento como esse, para uma boa análise da rede elétrica?"

Quatro são os itens:

- Capacidade de medir tanto tensão quanto corrente simultaneamente, para que seja possível determinar o sentido das harmônicas (a carga gera para a rede, ou a rede gera para a carga?!)
- Capacidade de medir magnitude e fase de cada harmônica, também para determinação do seu sentido.
- Sincronização e uma taxa de amostragem grande o suficiente para medir com precisão harmônicas superiores a, no mínimo, 37ª ordem.

- Capacidade de processar algoritmos estatísticos, pois as harmônicas variam com a carga e condições externas. É bom lembrar que alguns modelos de analisadores de energia apresentam todas as funções em único aparelho.

entretanto, não contempla surtos de alta amplitude (raios), e fator de potência, assuntos que veremos mais adiante.

FATOR DE POTÊNCIA, CORREÇÃO, E DISTORÇÃO HARMÔNICA.

SOLUÇÕES

A **tabela 2** aborda os problemas mais comuns da rede elétrica, suas prováveis causas e soluções. Ela,

a) Definição de fator de potência

"Fator de potência" é a relação entre a potência ativa e a potência aparente consumidas por um dis-

Tabela 2

Categoria do distúrbio	Parâmetros para análise	Causas típicas	Possíveis soluções
Transientes tipo impulso	- magnitude do pico -- "rise time"	- raios - ESD - chaveamento de cargas	- varistores - filtros passivos
Transientes tipo oscilatórios	- forma-de-onda - magnitude do pico - frequência	- chaveamento de banco de capacitores - chaveamento de cargas	- varistores - filtros passivos - trafo isoladores
Sags / Swells	- valor RMS x tempo - estatística	- rede elétrica de má qualidade, ou mal dimensionada	- estabilizador de tensão - no-break - reprojeito da instalação elétrica
Interrupção	- duração	- concessionária não confiável - sistema de proteção sem seletividade	- no-break - reprojeito da instalação elétrica - gerador
Sub e Sobre tensões	- Valor RMS x tempo - estatística	- partida de motores - variações de cargas	- no-breaks
Distorções Harmônicas	- análise de espectro - distorção total - estatística	- cargas não lineares - sistemas ressonantes - muita carga indutiva	- banco de capacitores
Flutuação	- variação da magnitude - frequência das ocorrências	- cargas intermitentes - rede mal dimensionada - partida de motores - instalação mal dimensionada	- estabilizador de tensão - reprojeito da instalação elétrica

positivo eletroeletrônico qualquer, independentemente das formas-de-onda de tensão e corrente.

Para melhor visualizar esse conceito vamos relembrar o tradicional "triângulo das potências". Podemos notar através desse triângulo que, todo equipamento eletroeletrônico apresenta três potências distintas: Potência ativa (cuja unidade de medida é o watt); potência reativa (medida em VAR - volt / ampère reativa), e a potência aparente (medida em VA, ou volt/ ampère).

- Potência Ativa

A "potência ativa" é a parte da energia que, efetivamente, realiza trabalho. Portanto, essa potência é o que chamamos de potência útil (realmente aproveitada). Normalmente, para motores e grandes transformadores sua medida é em kW (quilowatts).

- Potência Reativa

A "potência reativa" é a parcela da energia que não realiza trabalho. Embora ela tenha sido gerada em algum momento, sua presença é desperdiçada de alguma forma. Isso deve-se as imperfeições (resistência, e indutâncias parasitas) existentes tanto no consumidor (carga), como no gerador/ concessionária (fontes).

O problema é que a maior parte da energia da potência reativa é dissipada na forma de harmônicas, que distorcem o sinal fundamental. Quanto menor ela for, portanto, melhor a instalação, e vice-versa.

- Potência Aparente

A "potência aparente", representada pela hipotenusa do triângulo retângulo das potências, é a soma da ativa com a reativa, ou seja, ela é a maior de todas visto que é a magnitude da energia útil somada as perdas.

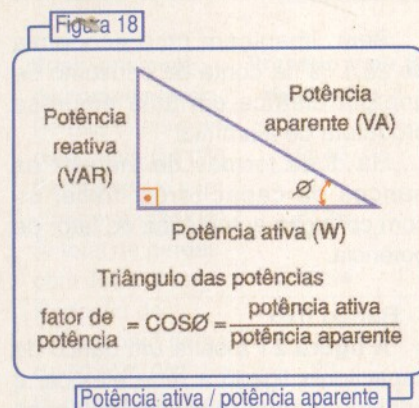
Não é difícil perceber agora que, quanto maior é a potência reativa, tanto o consumidor de energia como seu provedor são prejudicados.

Várias são as causas que podem contribuir para o aumento da potência reativa em uma instalação, mas a principal é o excesso de cargas indutivas (motores, por exemplo). Para analisar quanto um consumidor está proporcionando esse tipo de

potência, as concessionárias de energia monitoram o que chamamos de "fator de potência".

O fator de potência é um parâmetro que determina a defasagem angular (ângulo ϕ) entre a potência ativa e a aparente. Fica claro que com o aumento desse ângulo, o cateto que representa a potência reativa também aumenta. A fim de estabelecer uma relação matemática mensurável, ficou determinado que o fator de potência seria medido pelo cosseno desse ângulo. O $\cos \phi$, como ficou conhecido é, portanto, sinônimo de fator de potência.

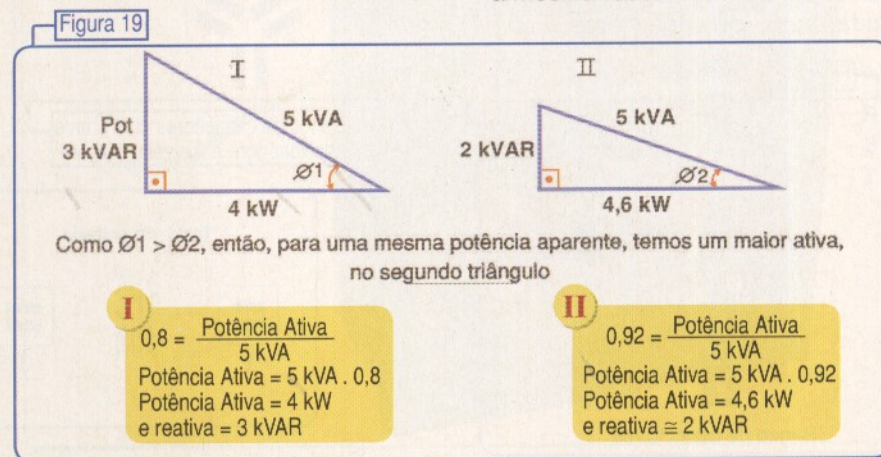
Pela trigonometria básica, cosseno de um ângulo é o resultado da divisão do cateto adjacente a ele (ao lado do ângulo) pela hipotenusa (maior lado do triângulo retângulo). Observe a **figura 18**.



Ora, sendo assim, quanto maior o $\cos \phi$, maior o fator de potência, e, conseqüentemente, menor a potência reativa.

Na **figura 19** são fornecidos dois exemplos numéricos.

A ANEEL (www.aneel.gov.br), através da resolução 456/ 2000 deter-



Cálculo das potências ativas e reativas.

minou que o valor mínimo de $\cos \phi$ seja igual a 0,92. Isso significa que, qualquer instalação (consumidor) cujo fator de potência esteja abaixo desse valor estará sujeito a multas e incremento de tarifas.

"Mas por que esse valor, e qual a razão da preocupação da concessionária visto que o prejuízo em perdas é "problema meu"?"

Até pouco tempo atrás, o $\cos \phi$ mínimo estava próximo a 0,85, contudo, com o aumento da sensibilidade às anomalias da rede elétrica, a Aneel determinou esse novo valor, o que significa uma melhora na qualidade da energia. Razão pela qual aliás, ela realiza esse controle.

"Quais são os problemas que um baixo fator de potência pode acrescentar a uma instalação ou equipamento?"

Vários, mas vamos aos principais:

- A máxima potência ativa absorvível da rede é fortemente limitada pelo $\cos \phi$.
- As harmônicas de corrente exigem um sobredimensionamento da instalação elétrica e dos transformadores, além de aumentar as perdas.
- A componente de 3ª harmônica da corrente, em sistema trifásico com neutro, pode ser muito maior do que o normal.
- O achatamento da onda de tensão devido ao pico de corrente, além da distorção da forma-de-onda, podem causar mau funcionamento de outros equipamentos conectados à mesma rede.

- As componentes harmônicas podem excitar ressonâncias no sistema de potência, levando a picos de tensão e de corrente, podendo danificar dispositivos conectados à linha.

c) Correção do fator de potência.

Como o principal fator que determina a redução do $\cos \phi$ é o excesso de cargas indutivas, a técnica mais comum para aumentá-lo (corrigi-lo) é ligar capacitores em paralelo com as fases.

O princípio de funcionamento dessa técnica é simples, pois o capacitor provoca o efeito contrário ao indutor, anulando (ou pelo menos reduzindo) seu efeito. Basta lembrar que o indutor provoca o adiantamento da fase da tensão em relação à corrente, e o capacitor a atrasa.

Neste artigo não abordaremos os cálculos necessários para dimensionar esses capacitores visto que, além de complexos, já podemos encontrar programas "free" na Internet capazes de fazê-los de acordo com as características de cada instalação e/ou equipamento. No final deste artigo segue uma lista interessante sobre esses endereços.

Mas, infelizmente, quando tratamos de instalar capacitores para aumentar o fator de potência, dimensioná-los não é o único cuidado a ser tomado. Seu modo de instalação pode fazer uma diferença significativa, tanto física (correção das distorções) quanto economicamente (controle de perdas).

Como a maioria das redes industriais são trifásicas, ligamos sempre conjuntos de três capacitores entre fases (figura 20), o que chamamos de "banco de capacitores". Portanto, cada banco de capacitores é com-

posto por três capacitores. Muitas vezes, apenas um único banco não é suficiente.

Antes de "prescrevermos o remédio para a doença", vamos a uma análise comparativa da redução de perdas devido ao aumento do fator de potência. A tabela 3 mostra uma situação real em uma instalação de consumo anual 200 MWh, na qual a elevação do $\cos \phi$ de 0,78 para 0,92 resultou em uma redução de perdas em 28,1 %.

Tabela 3

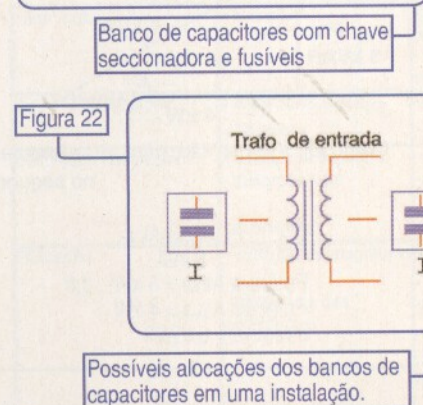
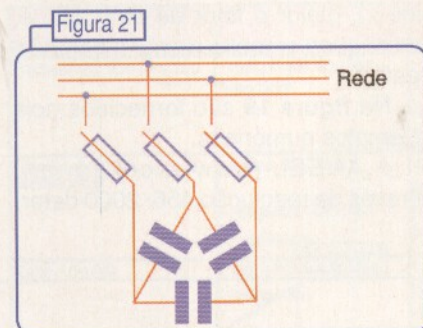
	ANTES	DEPOIS
$\cos \phi$	0,78	0,92
Perdas globais (%)	5	3,59
Perdas globais (MWh/ano)	10	7,18
Redução das perdas	28,1 %	

Bem, imaginem uma economia de 28,1 % na conta de consumo de energia elétrica em uma empresa produtora de alumínio!

Há duas formas de instalar os bancos de capacitores: fixos, ou com correção automática do fator de potência.

I - Banco fixo

A figura 21 mostra um banco de capacitores ligado a rede elétrica, e abaixo seguem quatro orientações básicas para sua instalação:



- Proteções:

As proteções dos capacitores podem ser compostas por fusíveis ou por disjuntores termomagnéticos de caixa moldada com fatores de correção adequado.

- Manobra de capacitores:

Caso haja dispositivos para manobra do(s) banco(s), estes deverão ser dimensionados considerando a corrente nominal e de energização dos capacitores, sendo que ela poderá atingir 100 vezes a corrente nominal, enquanto a de regime poderá atingir 130% de I_n .

- Capacitores instalados junto a motores

Motores com partida direta: instalar o capacitor entre o contador principal e o relé térmico. Motores com partida por chave estrela-triângulo: os capacitores devem ser obrigatoriamente instalados após o contador principal do motor, sem necessidade de contador adicional para a manobra do capacitor.

Motores com partida por chave compensadora: os capacitores deverão ser obrigatoriamente acionados por contatores tripolares, acionando juntamente com o contador principal da compensadora.

- Posição do(s) banco(s)

Esse é um dos fatores mais significativos no resultado do $\cos \phi$. Vamos imaginar uma instalação clássica conforme sugere a figura 22. Notem que podemos alocar o(s) banco(s) de capacitores em quatro pontos distintos: no primário do trafo de entrada, no secundário do trafo de entrada, no painel de distribuição de cargas, ou um banco para cada carga.

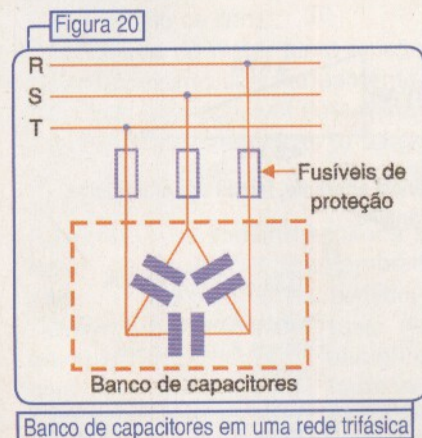
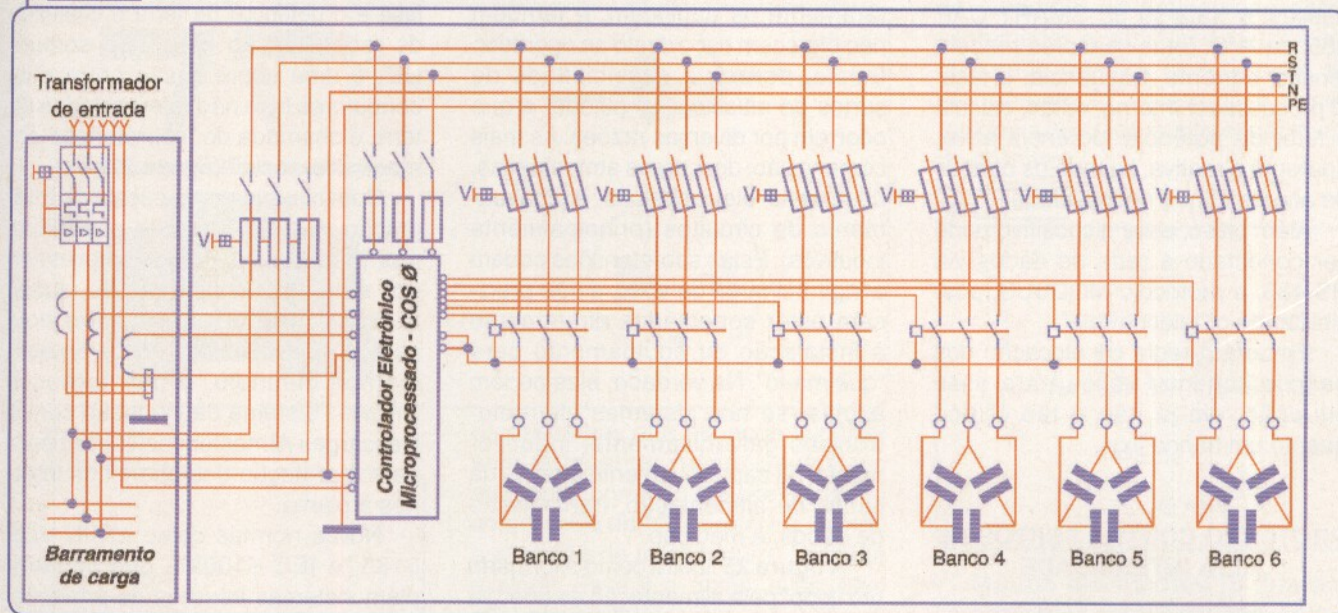


Figura 23

Diagrama estrutural básico de um corretor automático de cos ϕ

Supondo como exemplo uma instalação cuja carga total seja de 60 kVA, observe na **tabela 4** a economia de energia para diferentes alocações dos bancos.

Notem que, tendo um banco por equipamento, obtemos o melhor resultado. Aliás, significativo (US\$ 2.101,00).

Isso acontece porque a compensação em cada carga faz com que a corrente que circula em todo o sistema seja praticamente senoidal pura ($\cos \phi = 1$). Fazendo-se a compensação de um grupo de cargas, as harmônicas circularão por alguns trechos de cabos. Com a compensação no secundário do transformador, a corrente será distorcida em toda a instalação, mas não no transformador. Já com uma compensação na entrada, apenas o fornecedor de energia será beneficiado.

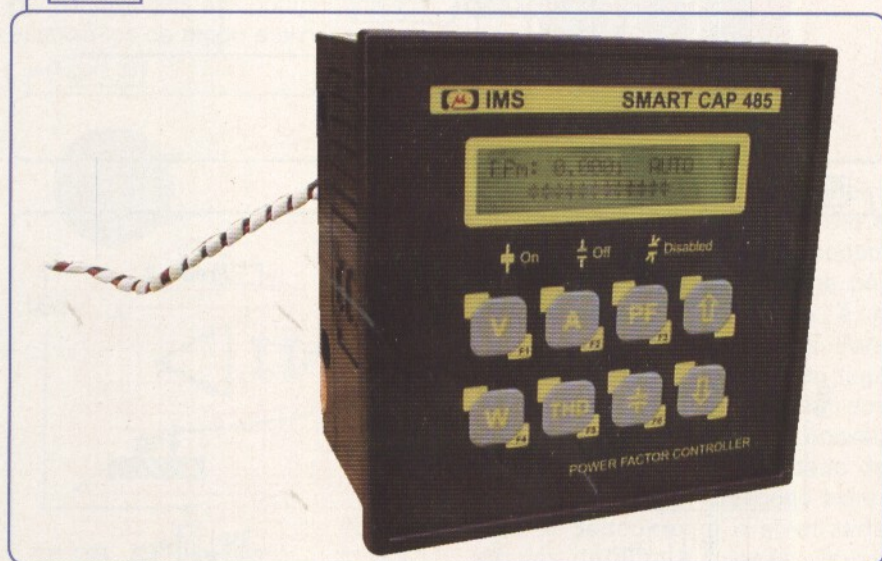
II - Correção automática do fator de potência

A correção automática do fator de potência é o sistema mais eficiente para elevação do $\cos \phi$. Geralmente, o processo é feito por um equipamento eletrônico microprocessado que, através de sensores conectados a rede elétrica, é capaz de comutar automaticamente bancos de capacitores segundo a necessidade (**figura 23**). É comum encontrarmos no mercado modelos com capacidade de comutar até 12 bancos. A **figura 24**

Tabela 4

Posicionamento da compensação	Primário trafo de entrada	Secundário trafo de entrada	Distribuição de cargas	Equipamento
Perdas totais sem compensação (W)	8148	8148	8148	8148
Perdas totais com compensação (W)	8125	5378	4666	3346
% total de perdas com compensação	13,54	8,96	7,78	5,58
Redução de perdas para carga de 60 kVA (W)	23	2770	3482	4802
% de redução de perdas / 60 kVA	0,04	4,62	5,8	8,0
Economia por ano (US\$)	10	1213	1523	2101

Figura 24

Corretor automático de cos ϕ da IMS

mostra um clássico equipamento desses, e trata-se do SMART CAP 485, da IMS. Seus sensores medem tensão, corrente, frequência, e fase. O processador interno, então, calcula o fator de potência, potência ativa, aparente e reativa, ligando os bancos de acordo com a necessidade.

Além disso, esse dispositivo pode ser conectado à rede de dados via RS-485, e protocolo MODBUS, possibilitando o "telecontrole".

Embora a regra de alocação dos bancos continue válida para essa situação, ela já não é tão crítica quanto um banco fixo.

PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE ALTA INTENSIDADE

Até agora tratamos de distúrbios que, embora prejudiquem o bom

funcionamento de equipamentos, raramente os danificam, e também não oferecem risco direto ao operador. Existe, porém, a possibilidade de surtos de altíssima amplitude, e que ocorrem por diversas razões. As mais comuns são: descargas atmosféricas, descargas eletrostáticas, e chaveamento de circuitos (principalmente indutivos). Estas sobretensões podem atingir milhares de volts, e não precisam estar conectadas diretamente à instalação ou equipamento para "queimá-lo". Na verdade, elas podem acoplar-se nos sistemas eletroeletrônicos galvanicamente, indutivamente, ou capacitivamente através de linhas de alimentação, transmissão de dados, e medição.

A figura 25 ilustra como é formado um "loop" pela alimentação de energia e linha de dados no interior de um ambiente.

Figura 25

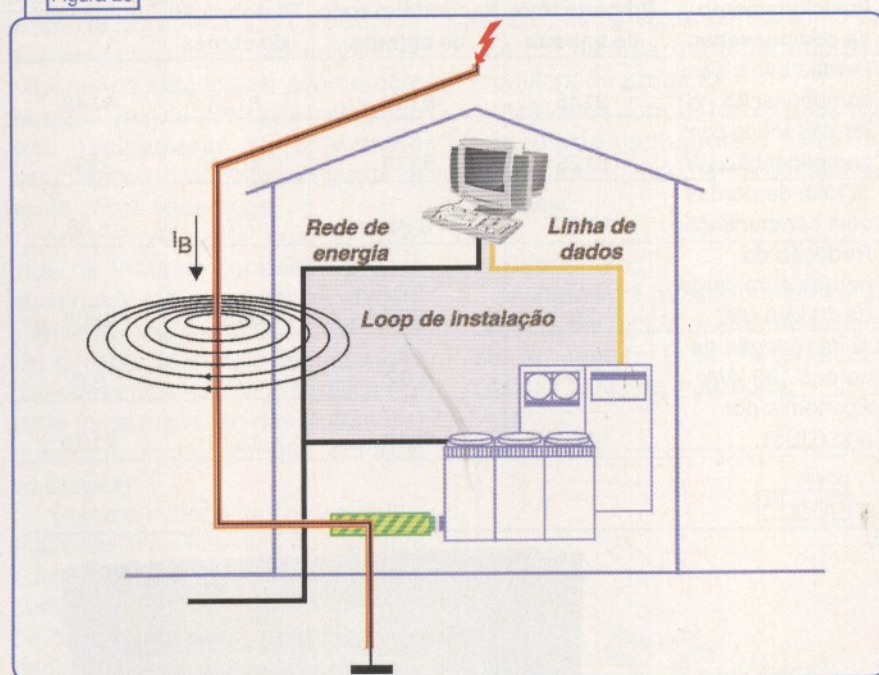
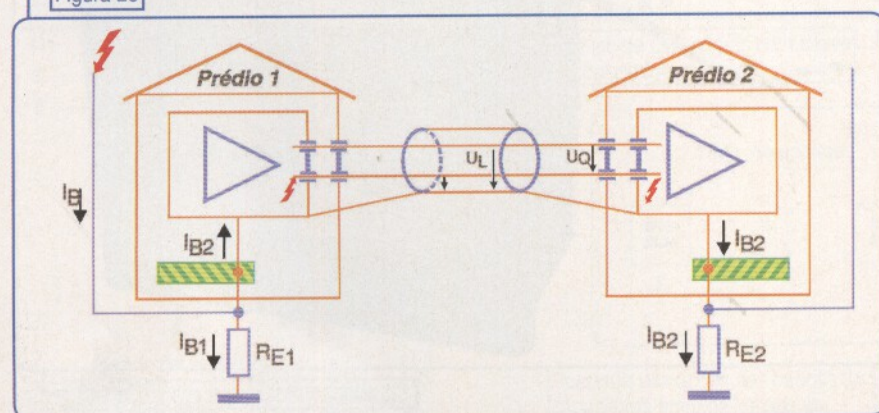


Figura 26



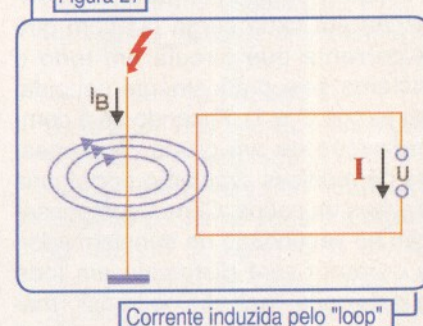
Uma sobretensão entre um condutor fase e o potencial de terra é chamada de "sobretensão em modo comum UL", e uma sobretensão entre dois condutores fase não referenciados ao terra é chamada de "sobretensão em modo diferencial" (figura 26).

Com o aumento da escala de integração, e a aproximação das trilhas nas placas de circuitos impressos dos sistemas de informações atuais, a capacidade dielétrica entre dois pontos quaisquer dos novos equipamentos diminuiu, o que tornou o SPDA - "Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas" insuficiente para a proteção dos aparelhos internos à planta.

Novas normas como a DIN VDE 0185, e IEC 610024, que contemplam sistemas internos de proteção, começam a ser adotadas por vários fabricantes e prestadores de serviço em todo o mundo.

Quando correntes de descargas atmosféricas são interceptadas e descarregadas pelo SPDA, interferências eletromagnéticas acontecem e causam sobretensões em linhas de dados ou em "loops de corrente" nas p.c.i.s. (figura 27).

Figura 27



a) Tipos de componentes para proteção.

- Protetores contra sobretensões com gás inerte.

Esses dispositivos, também conhecidos como "centelhadores a gás" são utilizados como um elemento de proteção primária.

Geralmente, podemos encontrar no mercado duas categorias: os que podem suportar até 20 kA, e de alta potência (acima de 40 kA). A figura 28 mostra a simbologia e aparência dos dois tipos.

A curva característica de um centelhador a gás pode ser vista na

Figura 28

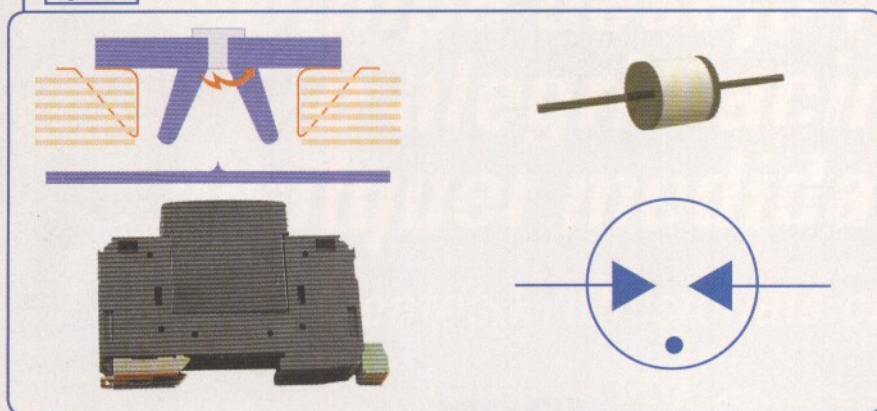


Figura 29

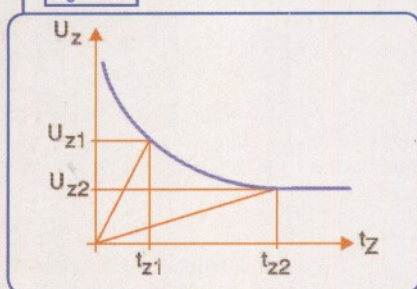


figura 29. e o seu tempo de atuação típico está entre 8 a 20 μ s.

A primeira desvantagem desse componente é que ele não é muito rápido, e a segunda, visto que sua ignição depende do tempo, se o distúrbio for muito longo, ele poderá cruzar com a curva de ignição, na área onde a curva corre em paralelo ao eixo do tempo. Por essa razão, para um centelhador a gás pode-se esperar um nível de proteção aproximadamente igual ao da tensão nominal dele. Portanto, devemos contemplar esses dados na hora da sua aplicação.

b) Varistores:

A utilização de varistores permite que o nível da corrente residual seja reduzido, principalmente após descargas elevadas de corrente. A **figura 30** mostra a aparência e a curva-característica de um varistor.

Apesar de não serem capazes de descarregar altas correntes, eles são mais rápidos, com tempo de atuação abaixo de nanossegundos. Normalmente, suportam de 2,5 kA a 5 kA.

As desvantagens mais significativas dos varistores são: o envelhecimento, e alta capacitância. O envelhecimento refere-se ao número

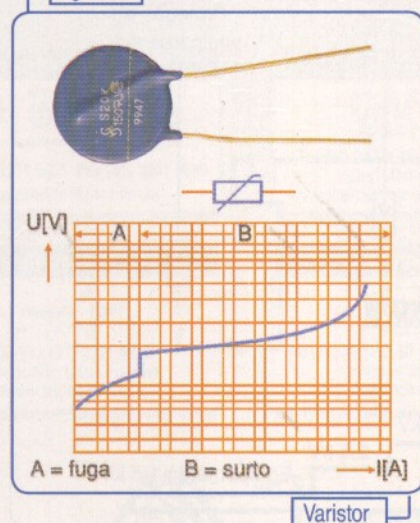
de descargas que ele pode suportar sem apresentar fugas. Haverá um momento, porém, que esse elemento começará a drenar corrente e, devido a elevação de temperatura, pode até explodir. Essa é a razão, aliás, pela qual alguns fabricantes que utilizam esse componente o colocam dentro de um "espaguete" termo-retrátil de proteção.

As altas capacitâncias dos varistores significam que, em muitos casos, não é conveniente a sua utilização em transmissão de dados que operam com altas frequências. Juntamente com a indutância de cabos, estas capacitâncias produzem um filtro passa-baixa que resulta numa atenuação considerável de sinais. Porém, com frequências abaixo de 30 kHz essa atenuação é quase insignificante.

"Mas, o que fazer para compensar tantas desvantagens de um ou outro componente?"

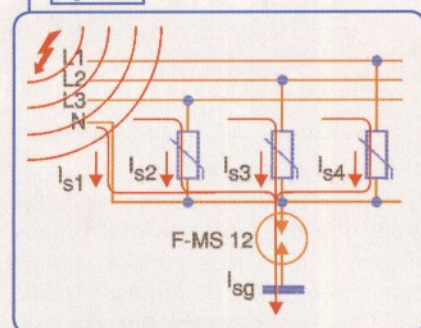
Podemos aproveitar as vantagens individuais dos componentes e associá-los de modo a eliminar suas

Figura 30



desvantagens. A **figura 31** ilustra um exemplo de associação entre centelhador e varistores ligados em uma rede trifásica com sistema de aterramento TT. Nesse caso temos rapidez associada a alta capacidade de descarga.

Figura 31



Muitos fabricantes já criaram componentes especiais, com vários elementos protetores dentro de um único encapsulamento.

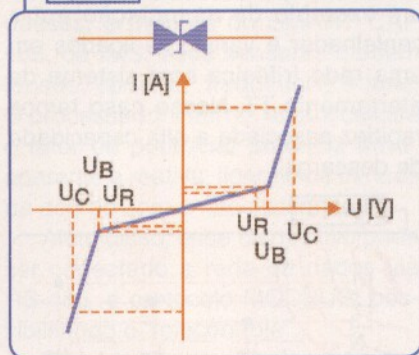
É o caso da PHOENIX CONTACT com a sua linha Modutrab. A **figura 32** mostra um desses módulos na versão monofásica, e que oferece proteção em modo comum entre todos os condutores ativos e o terra, e modo diferencial entre fase e neutro.

Figura 32



O componente é um verdadeiro circuito de proteção. Como ele é baseado em varistores (que podem ser atingidos constantemente por sobretensões), o resultado é o aumento da corrente de fuga. Para prevenir que essa corrente de fuga não leve a um superaquecimento dos varistores, elementos de desconexão térmica possuem a capacidade de desconectá-los em situações extremas. A desconexão é sinalizada através de uma indicação visual, alertando o técnico para sua troca.

Figura 33



c) Diodos supressores:

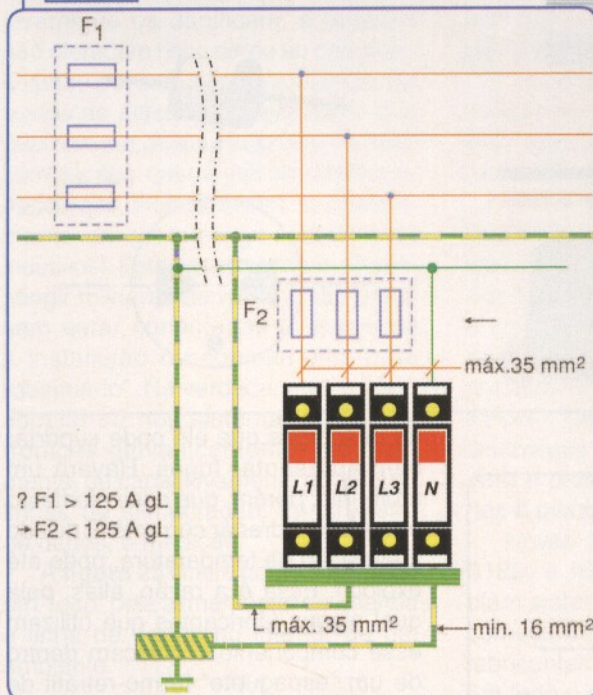
Devido à fragilidade da resistência dielétrica em circuitos eletrônicos sensíveis, o nível de proteção obtido com um elemento de proteção médio pode ainda ser insuficiente. Por esta razão, um estágio adicional - proteção fina - deve ser incluído no circuito.

Diodos supressores de reação extremamente rápida são utilizados como elementos de proteção fina. A **figura 33** mostra sua simbologia e curva característica deste elemento. Eles podem atuar em picossegundos. A limitação da tensão, entretanto, não é alta (aproximadamente 1,8 Vn). Geralmente, a capacidade de descarga destes componentes varia de 600 A a 900 A.

A **tabela 5** revela os níveis de isolamento de tensão segundo a norma DIN/VDE 0110.

Notem que tensões nominais de até 1000 V são divididas em quatro categorias de sobretensões. Cada categoria possui sua própria rigidez dielétrica de acordo com a tensão

Figura 35

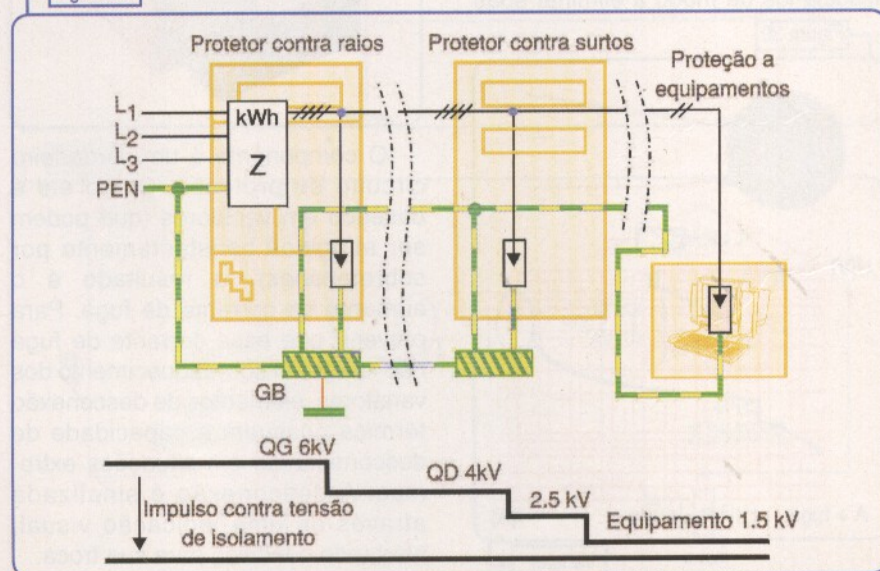


nominal. Essa tensão, aqui citada, é baseada na tensão entre o condutor de fase e PE. Para sistemas trifásicos de 230/400V, significa que a tensão do condutor PE de 300 V deve ser utilizada como a tensão nominal da sobretensão.

A **figura 34** mostra os valores da rigidez dielétrica exigida pela norma DIN/VDE 0110 da alimentação até o equipamento terminal. Assim como a localização do protetor contra sobretensões a ser instalado.

A **figura 35** mostra uma sugestão da instalação de centelhadores em uma rede trifásica com aterramento tipo TN-C-S.

Figura 34



Sites interessantes

- www.anaeel.gov.br
Resolução 456/2000 (legislação)
- www.weg.com.br
Dispositivos
- www.waldesa.com.br
www.engecomp.com.br
Capacitores
- www.esb.com.br
Controladores e medidores
- www.minipa.com.br
Instrumentos
- www.coel.com.br
Relés
- www.ims.ind.be
Correção do cos ϕ
- www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/
Teoria e aplicação

Tabela 5: Resistência a pulso de tensão segundo DIN VDE 0110

Tensão Condutor PE, em V	Tensão nominal em V (1,2/50 μ s)			
	Classe de tensão de surto de acordo com DIN VDE 0110/1			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	500	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

CONCLUSÃO

Qualquer trabalho na área de energia elétrica (análise, correção do cos ϕ , proteção, etc.) deve ser feito segundo as devidas normas técnicas, e por pessoal qualificado. Uma dica ao cliente é exigir do profissional a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei nº 6.496).

Já o profissional deverá contemplar ao seu cliente um bom projeto, com "memorial" técnico, descrição detalhada e, quando necessário, justificativa da solução adotada. A apresentação dos desenhos e detalhes a serem utilizados na implementação do projeto evita "mal entendidos". Mais uma vez, solicito a todos os leitores que enviem suas considerações em relação a este artigo (a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br), bem como sugestões para outros temas que julguem importantes. ■

MC68HC908GR

Otimizando seu projeto

Conforme dissemos no número anterior, neste artigo vamos abordar mais periféricos da família HC08.

Para isso apresentamos mais um dos poderosos microcontroladores da família HC08 da Motorola, o MC68HC908GR, cujo diagrama de blocos é mostrado na **figura 1**.

Abordaremos neste artigo os seguintes tópicos:

- Memórias "embedded" (integradas) como RAM, ROM, EEPROM e FLASH.

- SCI - porta de comunicação serial assíncrona
- SPI - porta de comunicação serial síncrona.

A aplicação deste número mostrará como implementar a comunicação serial entre um PC e um microcontrolador utilizando a SCI, como se comunicar com um outro dispositivo eletrônico através da SPI, neste caso uma EEPROM serial externa, e como guardar dados na memória FLASH, utilizando-a como

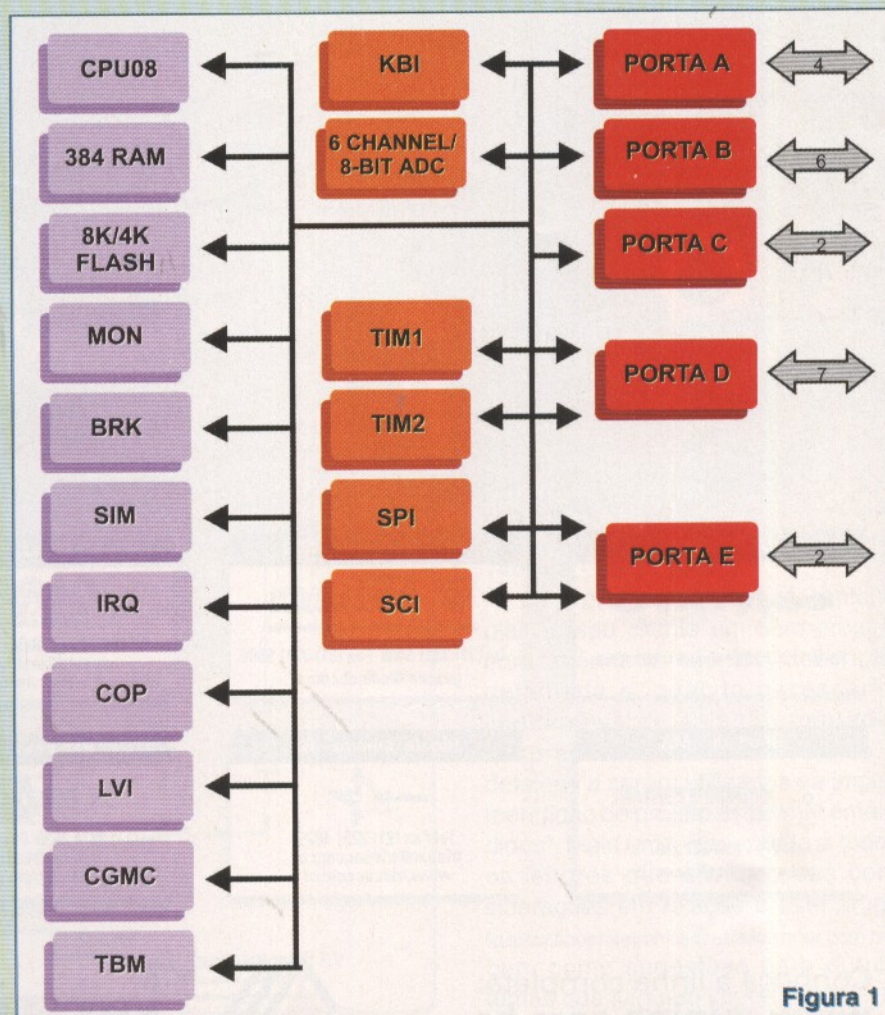


Figura 1

EEPROM e reduzindo o custo do sistema.

MEMÓRIAS

Vamos fazer uma breve descrição do modo de operação e das aplicações dos tipos de memória acima citados.

RAM - (Random Access Memory - Memória de Acesso Randômico) -

Nesta memória é possível ler e escrever de maneira fácil e rápida, usando instruções simples, porém, para manter os seus dados ela necessita estar alimentada o tempo todo. É essa característica que a define como volátil. Por esse motivo as memórias RAM são usadas somente para armazenar dados que serão utilizados durante a execução do programa e que possam ser descartados quando o microcontrolador é desligado, tais como as variáveis do programa, que são inicializadas pelo programa do usuário sempre que necessário, e principalmente, ao sair do "Reset".

ROM - (Read Only Memory - Memória Somente de Leitura)

Nesta memória, como o próprio nome diz, só é possível executar operações de leitura. A gravação dela é feita durante o processo de fabricação. Sendo assim, esta memória mantém os dados mesmo após ter sido desligada. Ela é bastante utilizada para armazenar programas e os dados que são fixos, porém ela vem sendo substituída por tecnologias mais modernas, como as memórias FLASH, devido à sua flexibilidade e às vantagens que veremos adiante.

EEPROM - (Electrically Erasable and Programmable ROM - ROM Programável e Apagável Eletricamente)

Nesta memória é possível ler e escrever eletricamente, e seu conteúdo é mantido mesmo após ela ter sido desligada. O processo de escrita é mais complexo que em uma memória RAM, já que é necessário apagar a posição de memória antes que se possa escrever. Porém, nos microcontroladores da Motorola, o processo de leitura é tão fácil e

rápido quanto o da RAM, ao contrário de outras arquiteturas que usam EEPROMs internas seriais e que requerem rotinas muito maiores, tanto para a escrita quanto para a leitura. Ao contrário da memória RAM, o número de ciclos de escrita é limitado (tipicamente 100.000 vezes). Esta memória é utilizada normalmente para armazenar dados que variam em função do programa, mas que não podem ser descartados quando o microcontrolador é desligado.

FLASH

Nesta memória também é possível escrever eletricamente, fazendo isso de maneira até 100 vezes mais rápida que numa EEPROM e, tal como numa EEPROM, o conteúdo é mantido mesmo após a memória ter sido desligada. A leitura se dá do mesmo modo e com a mesma velocidade que a da RAM. Seu número de ciclos de escrita, tal como nas EEPROMs, também é limitado (no mínimo 10.000 vezes em toda a faixa de temperatura, e tipicamente 100.000 vezes), porém, com alguns algoritmos de otimização esse limite pode ser multiplicado diversas vezes. As vantagens desta memória são:

- Pode ser programada e reprogramada na aplicação, utilizando apenas uma porta serial.
- Diferentemente de outros micros do mercado, não é necessário nenhuma tensão de alimentação especial para programá-la.
- Pode reduzir custos eliminando, por exemplo, EEPROMs externas, conforme mostraremos na aplicação deste número.
- Proteção contra leitura, protegendo assim a propriedade intelectual de quem projeta com essa tecnologia e blocos flexíveis para proteger contra escrita/apagamento acidental.

Esta memória é utilizada para armazenar dados e programas, que não podem ser descartados quando a memória é desligada.

Tipicamente, a RAM e a EEPROM são utilizadas para armazenar dados, enquanto que a ROM e a FLASH são empregadas para armazenar

programas. Para a família HC08, porém, não existe distinção entre memória de dados e programa. Isto quer dizer que você também pode rodar programas da RAM ou da EEPROM e pode armazenar dados na ROM ou na FLASH, sem ter que utilizar nenhum tipo de instrução especial. Na família HC08 você pode processar dados armazenados na FLASH da mesma maneira que processa um dado armazenado na RAM.

Os microcontroladores da família HC08 da Motorola usam o conceito "big endian machine" para armazenar os dados na memória, ou seja, os bytes mais significativos são armazenados nas posições de menor endereço, e vice-versa. Por exemplo, quando vamos escrever um dado de 16 bits (*word*) na memória, a parte mais significativa é armazenada na posição de memória de endereço N e a parte menos significativa na posição de memória de endereço N+1. Esta ordem é aplicada quando o dado de 16 bits é parte de uma instrução, quando um endereço armazenado na pilha (*Stack*) e nas tabelas dos vetores de interrupção, que apontam para as rotinas de tratamento das interrupções.

ORGANIZAÇÃO DA MEMÓRIA

Em todos os microcontroladores da família HC08, o armazenamento de dados e programas e os registradores de controle, *status* e dados dos periféricos são mapeados em memória linearmente e sempre implementados no espaço de 64 *kbytes*. Eles são distribuídos da seguinte maneira:

- Os registradores dos periféricos são mapeados em memória começando no endereço \$00. Não é necessário nenhuma instrução especial para acessá-los, tornando fácil e eficiente o acesso aos registradores dos periféricos. O fato de estarem localizados nos primeiros 256 bytes da memória permite que esses registradores sejam acessados usando o Modo de Endereçamento Direto. Esse modo de endereçamento, conforme mostramos nos artigos anteriores, otimiza o tamanho

do programa, já que usa apenas um *byte* para especificar o endereço. Além disso, todos os *bytes* situados nos primeiros 256 *bytes* da memória podem ter seu bits ligados, desligados e testados diretamente, aumentando ainda mais a eficiência do código gerado. Essa área de memória é chamada de Página Zero, porém é importante esclarecer que esse nome é apenas uma convenção, e que, diferentemente de outras arquiteturas do mercado, a arquitetura HC08 não requer nenhum mecanismo de paginação.

- A memória RAM também começa na Página Zero, imediatamente após os registradores dos periféricos. Nela também está contida a pilha (*Stack*), que na arquitetura HC08 é usada para armazenar o endereço de retorno de sub-rotinas, mas também pode ser utilizado para salvar temporariamente o conteúdo de registradores e para passar parâmetros para sub-rotinas. O ponteiro da pilha (*Stack Pointer*) aponta para a posição \$00FF ao sair do "Reset", para manter compatibilidade com a famosa família de microcontroladores HC05. Entretanto, o ponteiro da pilha pode ser reposicionado para o fim da memória RAM, garantindo assim o máximo de memória disponível na página zero.

- Os espaços de memória depois da RAM até \$FDFF são divididos entre EEPROM, ROM e FLASH. Portanto, dependendo do tamanho das memórias utilizadas em cada microcontrolador, existem espaços que não são usados e que devem ser evitados para não acionar o "Reset por endereçamento ilegal", que visa aumentar a confiabilidade do sistema.

- Os endereços de \$FE00 até \$FFFF são divididos entre outros registradores de controle, as rotinas do Monitor ROM e os vetores de interrupção, os quais estão sempre nas últimas posições da memória.

Na figura 2 mostramos um mapa de memória típico para tornar mais clara a distribuição dos tipos de memória nos 64 kbytes.

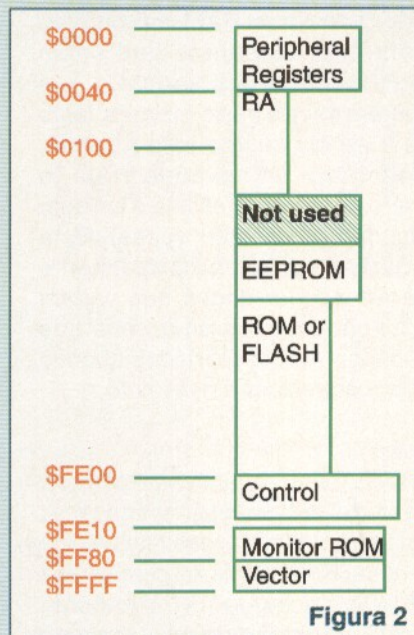


Figura 2

SCI

O que é a SCI?

A SCI (*Serial Communication Interface* - Interface Serial de Comunicação) é uma porta serial assíncrona "full-duplex" (capaz de transmitir e receber simultaneamente), também conhecida como UART (*Universal Asynchronous Receiver and Transmitter* - Transmissor e Receptor Universal Assíncrono), que usa o formato padrão de comunicação serial conhecido como NRZ (*Non-Return-to-Zero*), ou seja, a posição de repouso da linha de comunicação é o nível lógico 1. Esse formato é visto na figura 3.

Como é possível perceber na figura, todo caracter transmitido inicia com um bit de partida (*Start Bit*), sempre em nível lógico 0, seguido pelos bits do caracter, do menos significativo para o mais significativo, terminando com um bit de parada (*Stop Bit*), sempre em nível lógico 1. Numa transmissão, cada bit tem duração fixa, igual ao inverso da velocidade de comunicação (*Baud Rate*). Ou seja, numa comunicação a 9600 bps (bits por segundo), a duração de cada bit é de 1/9600, aproximadamente 104 µs.

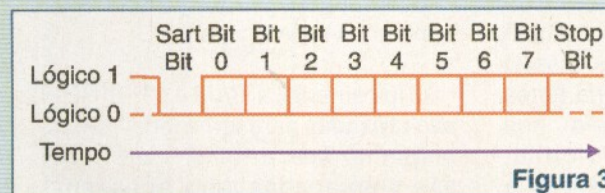


Figura 3

A SCI é dotada de um gerador interno de "Baud Rate" (velocidade de comunicação) capaz de gerar 32 opções de "Baud Rates" a partir do "clock" do HC08.

O tamanho do caracter é programável para 7 bits de dados mais 1 bit de paridade, 8 bits de dados sem paridade, 8 bits mais 1 bit de paridade e 9 bits de dados sem paridade. Na configuração mais comum usam-se 8 bits de dados sem paridade e 1 "Stop Bit". Portanto, na configuração de 9 bits de dados, o nono bit pode ser utilizado como um segundo "Stop Bit", ou como um bit de paridade, ou ainda para "acordar o receptor", conforme veremos adiante.

A SCI pode ser configurada para gerar interrupções, simplificando o processamento das comunicações. Ela possui três vetores de interrupção, para tratar diferentes tipos de eventos: um para eventos do transmissor, um para eventos do receptor e um para erros ocorridos durante a recepção.

Oito "flags" (bits de sinalização) diferentes podem ser testados para determinar os eventos ocorridos na SCI, e opcionalmente gerar interrupções.

A figura 4 ilustra o diagrama em blocos da SCI.

O TRANSMISSOR E O RECEPTOR

O transmissor e o receptor da SCI são funcionalmente independentes. Cada um deles pode ser habilitado ou desabilitado separadamente. Entretanto, eles usam a mesma *Baud Rate* e o mesmo formato de dados.

O transmissor possui duplos registradores (*double buffered*) de dados, um para o caracter que está sendo transmitido e outro para o próximo caracter a ser transmitido, de modo que caracteres podem ser transmitidos sem que haja qualquer tempo extra entre eles, otimizando assim o tempo de transmissão de um bloco de caracteres.

O mesmo se aplica ao receptor, que possui um registrador para o caracter já completamente recebido e outro para o caracter cuja recepção ainda está acontecendo. Isso dá para

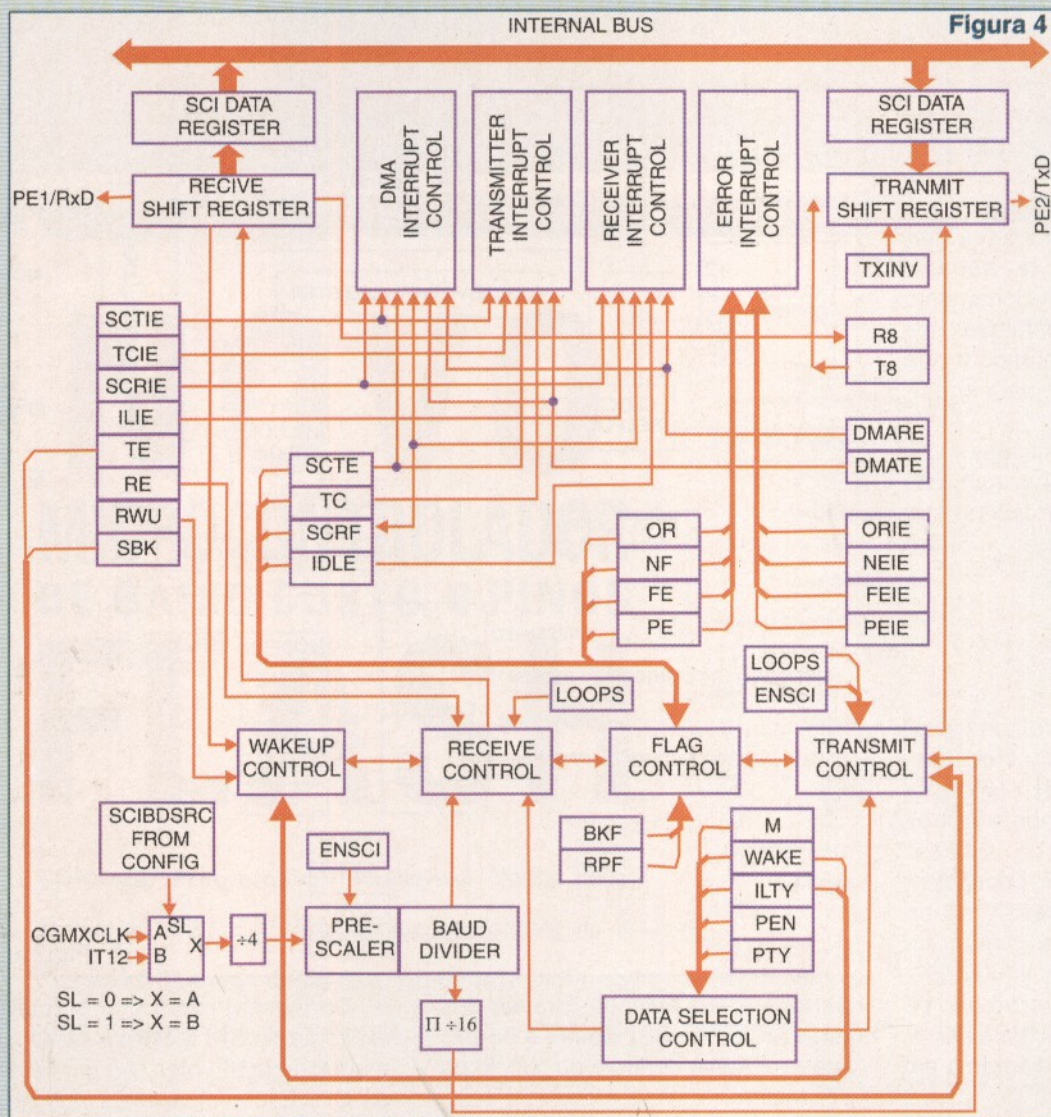


Figura 4

(dependendo se configuração usada é de 8 ou 9 bits de dados, respectivamente) em nível lógico 1. Isso significa que não há tráfego na linha e o programa do usuário, gravado na memória FLASH, pode, por exemplo, iniciar uma transmissão.

Esses métodos são muito úteis para reduzir a carga de processamento da CPU, já que o hardware se encarrega de detectar condições da linha de comunicação, evitando interromper a CPU desnecessariamente.

O receptor inclui diversas características avançadas para garantir alta confiabilidade na recepção dos dados e ajudar no desenvolvimento de redes de comunicação eficientes. Entre elas, podemos citar:

- A SCI ressyncroniza o "clock" do receptor em todas as transições de nível lógico 1 para nível lógico 0, ao invés de fazer isso apenas no

a CPU (Central Processing Unit - Unidade Central de Processamento) uma "folga" para processar o caracter já recebido.

O sistema de duplos registradores de dados é totalmente transparente para o programa do usuário, que sempre lê os dados recebidos e escreve os dados a serem transmitidos na mesma posição de memória.

O receptor também pode ser colocado em estado de espera e então ser acordado por um evento externo.

Existem dois métodos para "acordar" o receptor da SCI. Essa característica permite que o receptor permaneça em modo de espera e ignore transmissões endereçadas para outros receptores, em um sistema com múltiplos receptores conectados à mesma rede.

No primeiro método, "Address Mark Wakeup" (Acordar por Endereço), é necessário configurar o

receptor, e conseqüentemente o transmissor do dispositivo conectado a ele, com tamanho de caracter de 9 bits de dados. O receptor acorda quando o caracter recebido tem o nono bit em nível lógico 1, que indica que aquele caracter é um endereço. Quando isso acontece a SCI liga um "flag", que pode ou não gerar uma interrupção, dependendo da configuração usada, e o programa do usuário, gravado na memória FLASH, pode comparar o endereço recebido com o seu próprio endereço, e decidir se deve processar os próximos caracteres recebidos, ou se deve voltar a "dormir" (estado de espera) até receber outro caracter de endereço.

No segundo método, o receptor fica em estado de espera até detectar que a linha de comunicação está ociosa. Isso acontece quando ocorrem 10 ou 11 bits consecutivos

"Start Bit". Portanto, diferenças na velocidade de comunicação entre o dispositivo transmissor e o receptor da SCI têm menos chance de causar erros na recepção.

- Os bits recebidos são amostrados numa taxa 16 vezes maior que a "Baud Rate". Três amostras são tomadas próximas ao meio do bit, e o valor do bit é decidido pelo valor da maioria dessas amostras. Desse modo, mesmo que um ruído afete o valor de uma dessas amostras, o bit ainda será recebido corretamente.

O pino PE1/RxD é a entrada serial de dados do receptor da SCI. Quando o receptor da SCI está habilitado, este pino é uma entrada, não importando o valor do bit DDRE1. Portanto, a função do receptor da SCI se sobrepõe à função do pino de entrada e saída PE1.

Da mesma forma, o pino PE2/TxD é a saída serial de dados do trans-

COMPONENTES

Para obter mais informações sobre as características e o funcionamento da SCI, consulte as referências listadas no final desse artigo.

SPI

O que é a SPI?

O programa de usuário pode testar os "flags" de status da SPI, bem como pode programá-la para gerar interrupções.

A **figura 5** mostra o diagrama em blocos do módulo SPI.

Modo Mestre (Master Mode)

Recomenda-se configurar os módulos SPI como Mestre ou Escravo antes de habilitá-los.

Se o registrador de deslocamento da SPI estiver vazio, o caracter é imediatamente transferido para ele, ligando o "flag" SPTE, que indica que o registrador de transmissão da SPI está vazio e pronto para receber mais um caracter a ser transmitido. Para zerar este "flag", basta escrever outro caracter no registrador SPDR.

O caracter que foi transferido para o registrador de deslocamento

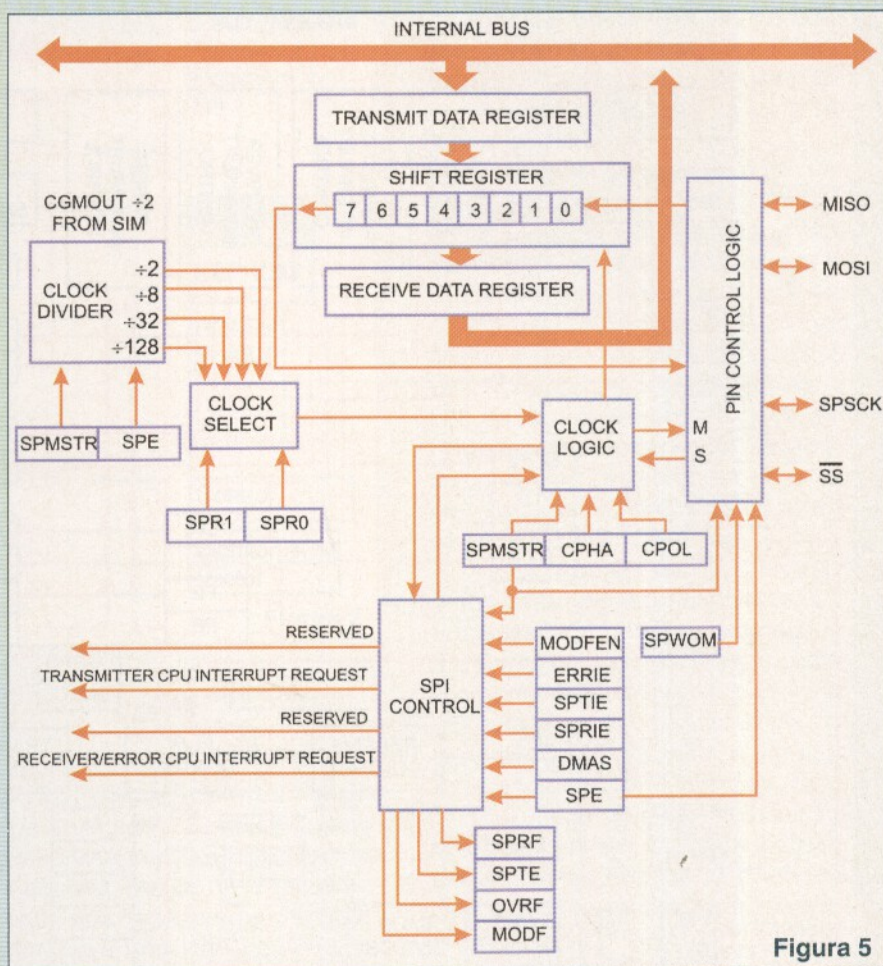


Figura 5

A **figura 6** ilustra os pinos e as conexões entre uma SPI Mestre e uma SPI Escravo.

Através do pino SPCK, o *clock* da SPI Mestre é enviado para a SPI Escravo e controla a velocidade de seu registrador de deslocamento também.

A transmissão termina quando todos os bits do carácter foram deslocados. Então, o "flag" que indica que um carácter foi recebido (SPRF do registrador SPSCR) é ligado para sinalizar a recepção do carácter ao mesmo tempo que o carácter recebido é transferido para o registrador de dados da SPI, SPDR.

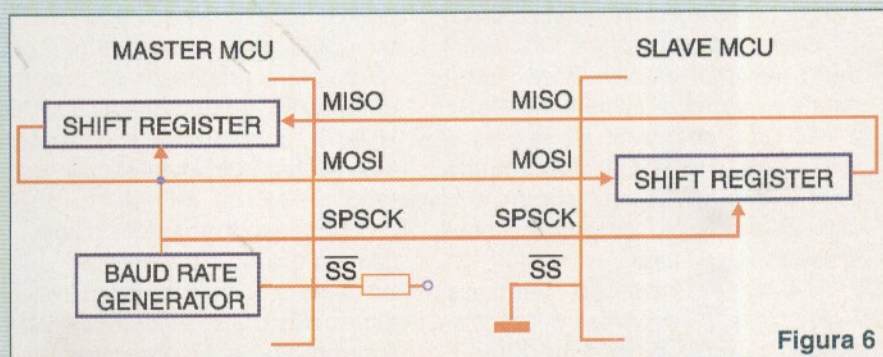


Figura 6

Para zerar o *flag* SPDRF deve-se ler o registrador SPSCR, e então ler o caracter do registrador de dados da SPI, SPDR.

Modo Escravo (Slave Mode)

A SPI funciona em Modo Escravo quando o bit SPMSTR do registrador SPDR estiver zerado. Em Modo Escravo, o pino SPSCCK é uma entrada para o "clock" serial fornecido pela SPI Mestre. Antes que uma transmissão de dados ocorra, o pino SS da SPI Escravo deve estar em nível lógico 0. SS deve ser mantido nesse estado até o término da transmissão.

Em uma SPI Escravo, os dados entram no registrador de deslocamento sob o controle do "clock" serial da SPI Mestre. Depois que um caracter entra no registrador de deslocamento da SPI Escravo, ele é transferido para o registrador de dados SPDR e o "flag" SPDRF é ligado. Para evitar erros de sobreposição (*Overflow*), a CPU deve ler o registrador SPDR antes que outro caracter entre completamente no registrador de deslocamento.

A frequência de "clock" máxima de SPSCCK da SPI Escravo é o "clock" interno do microcontrolador (o qual é duas vezes mais rápido que o "clock" mais rápido que o microcontrolador poderia gerar trabalhando em modo Mestre).

Quando a SPI Mestre inicia a transmissão, os dados no registrador de deslocamento do escravo começam a sair através do pino MISO. O escravo pode carregar seu registrador de deslocamento com qualquer novo caracter para a próxima transmissão escrevendo em seu registrador de dados SPDR. O escravo deve escrever em SPDR pelo menos um ciclo de "clock" interno antes do mestre iniciar a próxima transmissão. Caso contrário, o caracter que já estiver no registrador de deslocamento será enviado. Dados escritos em SPDR durante uma transmissão permanecem em espera até o fim da mesma, para então serem transferidos para o registrador de deslocamento.

Formatos de Transmissão

Durante uma transmissão entre SPIs, os dados são transmitidos e recebidos simultaneamente. Um

"clock" serial, como já foi dito anteriormente, sincroniza o deslocamento e a amostragem nas duas linhas seriais, MOSI e MISO. Uma linha de seleção, pino SS, permite que um escravo seja endereçado individualmente; dispositivos escravos que não são selecionados não interferem na comunicação.

Controles de Fase e Polaridade do "Clock"

O programa de usuário pode selecionar qualquer das quatro combinações de fase e polaridade para o "clock" serial, pino SPSCCK, por meio de dois bits no registrador de configuração da SPI (*SPI Configuration Register* - SPCR). A polaridade do "clock" é especificada pelo bit de controle CPOL, o qual seleciona se o "clock" é ativo em nível alto ou baixo.

O bit de controle da fase do "clock" (CPHA) seleciona entre dois formatos de transmissão fundamentalmente diferentes. A fase e a polaridade do "clock" devem ser idênticas para o mestre e o escravo. Em alguns casos, a fase e a polaridade do mestre podem ser mudadas para permitir a comunicação com diferentes dispositivos periféricos escravos.

APLICAÇÃO

Como dissemos no início deste artigo, vamos demonstrar como se utilizam as portas seriais implementadas no hardware do microcontrolador e como empregar a memória FLASH como EEPROM. Segue abaixo um diagrama de blocos da aplicação (*figura 7*).

O computador será utilizado tanto para fazer a gravação e o "debug" do

programa quanto para enviar dados para o microcontrolador, através da porta serial. Na aplicação há dois conectores DB9 para ligar o cabo serial, o microcontrolador (MC68HC908GR4), um conversor de nível RS-232/CMOS para a porta serial, uma EEPROM genérica com comunicação serial por SPI, um bloco oscilador de 9,8304 MHz e o circuito necessário para colocar o microcontrolador no modo monitor, de acordo com o manual. O esquema elétrico se encontra disponível no website: www.sabereletronica.com.br/downloads.

Demonstraremos, com esta aplicação, como receber dados enviados pelo computador através da porta de comunicação serial assíncrona (RS-232) e como guardá-los em uma memória não volátil externa, a EEPROM. Em seguida, mostraremos como eliminar a EEPROM externa usando a FLASH para armazenar os dados.

FLASH utilizada como EEPROM

Há vários tipos de aplicações que necessitam do armazenamento de dados de maneira não volátil. Memórias não voláteis podem ser utilizadas para guardar parâmetros de um equipamento enquanto ele estiver desligado. Por exemplo, dados de calibragem, chaves de criptografia, os canais da televisão, as frequências das estações preferidas e outros tantos tipos de dados. EEPROMs externas podem ser adicionadas a um microcontrolador para esse tipo de tarefa, mas os microcontroladores FLASH da Motorola são capazes de usar parte da memória FLASH para armazenar esses dados, reduzindo assim o custo e a complexidade do sistema por meio da eliminação da

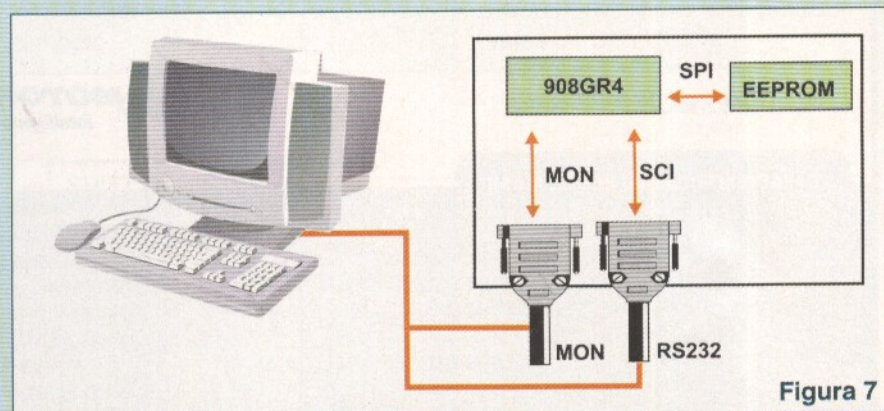


Figura 7

COMPONENTES

EEPROM externa, conforme mostraremos nesta aplicação.

O menor bloco da FLASH que pode ser apagado é chamado de Página. No MC68HC908GR4 a Página tem 64 bytes, portanto esse é o menor número de bytes que podemos apagar de cada vez.

O número de ciclos de escrita/apagamento (tipicamente 10.000 em toda a faixa de temperatura) se baseia principalmente na operação de apagamento. Deste modo, reduzindo o número de apagamentos é possível aumentar a vida útil da FLASH. Para entender como fazer isso, primeiro vamos descrever o método usual, não-otimizado, considerando um bloco de tamanho 6 bytes:

A cada vez que precisamos salvar esses dados na FLASH, nós:

- apagamos a página onde esses dados ficam armazenados e
- em seguida, gravamos os 6 bytes no início da página;
- a cada modificação dos dados, o processo se repete.

O processo otimizado para aumentar a vida útil da FLASH, considerando os mesmos 6 bytes é o seguinte:

- Apaga-se a página da FLASH a ser utilizada;
- Na primeira operação de escrita, logo após o apagamento, os 6 bytes de dados são escritos nos primeiros 6 bytes da FLASH (endereços 0 a 5, dentro da página);
- A próxima alteração será gravada nos próximos 6 bytes, até então ainda apagados, da mesma página da FLASH (endereços 6 a 11, dentro da página), sem apagá-la;
- A cada nova alteração dos dados, gravamos nos endereços seguintes, até que a página esteja cheia;
- Quando não houver mais espaço livre para gravar um bloco inteiro, então apagamos a página para prepará-la para um novo ciclo, e o processo se repete.

Desse modo, considerando uma página de 64 bytes e um bloco de dados de 6 bytes, a página somente é apagada a cada $64/6 = 10$ blocos inteiros escritos, multiplicando a vida útil da FLASH por 10 vezes. Assim poderíamos garantidamente salvar os dados na FLASH 100.000 vezes! E

se usarmos duas páginas poderemos aumentar para 200.000 vezes, e assim por diante!

Para utilizar o código de emulação para EEPROM, os dados a serem salvos devem estar em um bloco de dados na RAM com tamanho definido pelo o usuário. Este bloco de dados pode ter qualquer tamanho entre 1 e 64 bytes (no nosso caso em particular, 8 bytes) de acordo com as necessidades da aplicação.

O método que nós adotamos aqui é similar ao apresentado para o microcontrolador MC68HC908GP32 na nota de aplicação AN2183, que pode ser encontrada no *website* da Motorola (veja as referências ao final desse artigo). Isto permite que cada página da FLASH seja utilizada da maneira mais apropriada para cada tipo e tamanho de dados. A **figura 8** ilustra um exemplo típico do uso da rotina de gravação apresentada aqui. É assumido que o dado a ser salvo esta na RAM começando no endereço \$4C.

Na aplicação, o bloco de dados utilizado é de 8 bytes, desta maneira necessitamos de 8 gravações para preencher toda a página. Após o micro ser desligado e religado, não saberíamos exatamente onde guardamos o último bloco. Para descobrir isso, a rotina de leitura é chamada com o par de registradores H:X apontando para o início da página e com o acumulador carregado com o tamanho do bloco. Ela retorna com o par H:X apontando para o primeiro

endereço do último bloco gravado e com o acumulador carregado com o primeiro desse bloco. Na **figura 9** mostramos o código necessário para isto.

Pode parecer estranho tão poucos códigos para escrever ou ler da FLASH. É que, como outros membros da família HC08, o microcontrolador MC68HC908GR4 tem as rotinas de programação, apagamento e verificação na sua ROM interna. Em outros microcontroladores, com memória RAM maior, estes códigos são carregados e rodados na RAM.

Como se pode perceber, as rotinas de gravação ou apagamento da FLASH sempre devem ser executadas da ROM ou da RAM. Isso acontece porque a memória FLASH fica inacessível durante estes processos.

O código incluído em outros microcontroladores está descrito na nota de aplicação AN1831 (veja as referências ao final desse artigo). O código incluído no MC68HC908GR4 funciona da mesma maneira, a principal diferença são os endereços das rotinas "PrgRnge" e "EraRnge" que estão descritas na **figura 10**.

A rotina "PrgRnge" utiliza as seguintes variáveis na RAM, "CPUSpd" (endereço \$0049) que determina a velocidade interna do microcontrolador, "LstAddr" (\$004A e \$004B) que determina o último endereço da FLASH e o bloco de dados começa em "BfrStrt" (\$004C). Portanto, antes de utilizar a rotina de

```
ldhx  #$EE00      ;endereço da página da FLASH usada
                        ;para esse dados
lda    #8          ;tamanho do bloco de dados
jsr    WrtBlock    ;escreve o bloco de dados da RAM
                        ;para a FLASH
```

Figura 8

```
ldhx  #$EE00      ;endereço da página da FLASH usada
                        ;para esse dados
lda    #8          ;tamanho do bloco de dados
jsr    RdBlock     ;pega endereço do último bloco
                        ;gravado(1.o byte em A)
```

Figura 9

```
EraRnge    equ $1C06    ;rotina de apagamento da FLASH
                        ;na ROM interna
PgrRnge    equ $1C09    ;rotina de gravação de FLASH na
                        ;ROM interna
```

Figura 10

Tabela 1

Nome	Endereço na RAM	Bytes	Uso
CtrlByt	\$48	1	Bits de controle
CPUSpd	\$49	2	Velocidade interna em unidades de 0,25 MHz
LstAddr	\$4A - \$4B	2	Último endereço do bloco na FLASH
BfrStrt	\$4C em diante	Tamanho do buffer	Buffer de dados

programação, é necessário colocar os dados nas posições previstas na RAM e prever 4 bytes na RAM de \$48 a \$4B para serem utilizados pela rotina "PrgRnge". O endereço inicial da página da FLASH é passado para a rotina no par de registradores de indexação H:X. A rotina "EraRnge" usa "CtrlByt" (\$0048) para os bits de controle. Na **tabela 1** vemos os bytes utilizados pelo programa alocado na ROM.

Os programas colocados na FLASH devem estar protegidos sempre para evitar apagamentos acidentais. Para isso, nos microcontroladores da família MC68HC908, é usado o registrador de proteção por blocos "FLBPR", que protege a FLASH a partir de um certo endereço até o seu final. Portanto, devemos definir o endereço da área de FLASH que vai ser utilizada como EEPROM logo no início da memória FLASH. Isto garante que esta área esta habilitada para ser apagada ou escrita, enquanto que a área de programa, começando em um endereço mais alto, vai estar protegida contra a escrita.

Software

O software utilizado na aplicação tem duas etapas. A primeira mostra como devem ser configuradas as interfaces, SCI (interface serial assíncrona - RS-232) para receber dados do computador e guardar em *buffer* na RAM e, tão logo oito bytes tenham sido recebidos, estes sejam armazenados na EEPROM externa por meio da SPI (interface serial síncrona). Na segunda etapa mostraremos como substituir a EEPROM externa utilizando a memória FLASH do microcontrolador.

O que é importante salientar no método utilizado nesta aplicação é que se sabe que o último bloco de dados está situado dentro da página. Isto é necessário para que esse bloco de dados possa ser lido quando

necessário, e para que quando um novo bloco de dados tenha que ser escrito seja colocado na próxima área disponível, usando as rotinas descritas anteriormente. Se não houver mais espaço disponível, toda a página deve ser apagada e os dados devem ser escritos no início da página. Devido a isto, é sempre necessário guardar a posição do último bloco que gravado. Porém, isto pode ser complicado, já que não podemos guardar este dado na RAM, pois ela é uma memória volátil e perderia esse dado quando o micro fosse desligado.

Para evitar este problema, o software desta aplicação faz uma busca pelo primeiro byte que estiver apagado, considerando que uma posição apagada na FLASH contém \$FF. Isto traz uma desvantagem, pois não podemos armazenar o valor \$FF no bloco de dados, já que isso faria com que a rotina detectasse um falso fim-de-bloco. Para isto o software deve reconhecer \$FF como um valor inválido, que não pode estar contido dentro do bloco de dados.

Outra alternativa é usar um valor inválido como indicador de final de bloco. Por exemplo, se os valores válidos vão de \$00 a \$9F, qualquer valor de \$A0 até \$FE poderia ser utilizado como finalizador de bloco, sem comprometer a busca por blocos não usados.

A busca é feita pela sub-rotina "FindClear" que é empregada tanto no procedimento de ler como no procedimento de escrever para determinar qual é a condição dos dados dentro da página. Na **figura 11** temos o fluxograma da rotina "FindClear".

Observação: O código completo desta aplicação pode ser encontrado no site: www.sabereletronica.com.br/downloads.

A rotina de escrita "WrtBlock" inicializa todas as variáveis de RAM necessárias, como "CtrlByt" e "CPUSpd", chama a sub-rotina

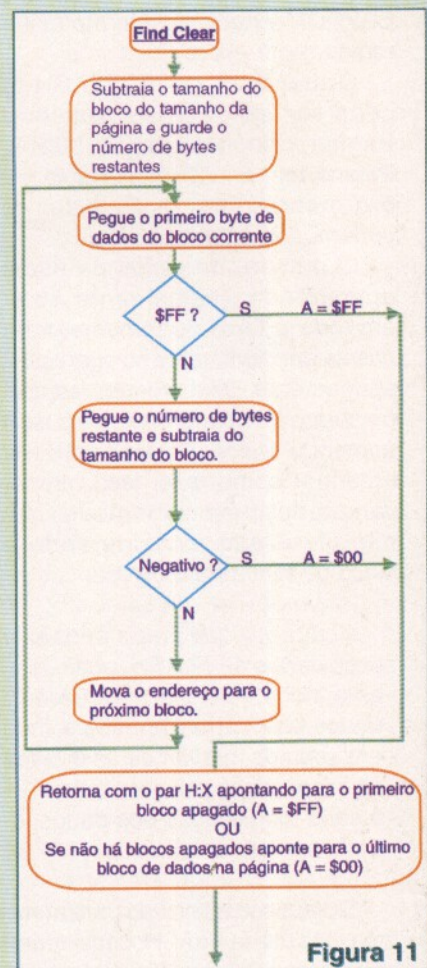


Figura 11

PARA SABER MAIS...

1 - MC68HC908GR8/D, manual do microcontrolador.

2 - Nota de aplicação AN1831, "Using MC68HC908 On-chip FLASH Programming Routines".

3 - Nota de aplicação AN2183, "Using FLASH as EEPROM on the MC68HC908GP32".

Os documentos acima podem ser obtidos do *site* do Setor de Produtos Semicondutores da Motorola:

www.motorola.com/sps



COMPONENTES

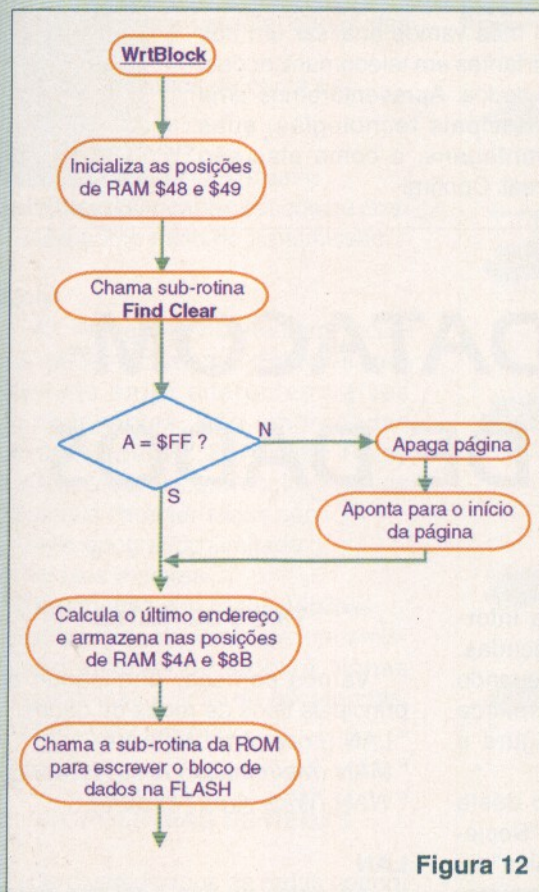


Figura 12

"FindClear" para verificar as condições da memória FLASH e chama a sub-rotina de programação que está na ROM. Na figura 12 temos o fluxograma da rotina "WrtBlock".

A rotina de leitura também usa a sub-rotina "FindClear" para determinar as condições da página. Porém, como o endereço retornado é do primeiro byte livre, é necessário voltar o ponteiro um bloco para trás para que se possa ter acesso ao último bloco da dados. Na figura 13 temos o fluxograma da rotina de

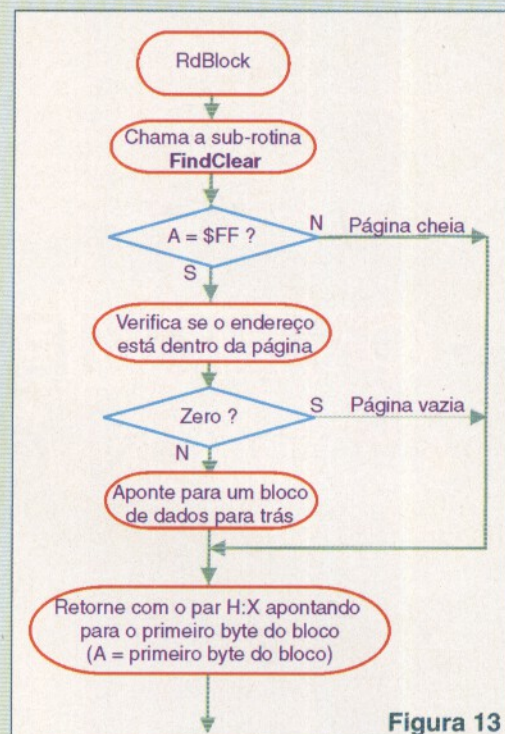


Figura 13

No próximo número desta série daremos continuidade na apresentação de novos periféricos dos microcontroladores da família HC08. Utilizaremos exemplos práticos para ilustrar o poder desses micros e também para mostrar como é fácil implementar novos projetos com eles. Até breve!

Soldas
Soft



Produtos para a indústria eletrônica

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



Certificada ISO9002

Soft Metais Ltda.

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

Ninguém mais precisa ser Gênio para dominar o PIC



Sistema de Ensino Mosaico:

- ✓ Os melhores cursos de PIC do mercado, do básico ao avançado
- ✓ Placas de desenvolvimento de última geração
- ✓ Gravadores para PIC: baixo custo e compatíveis com MPLab

Novo
Módulo 2

Saiba mais sobre o microcontrolador PIC acessando nosso site:
www.mosaico-eng.com.br

No entanto, se você ou sua empresa estão precisando do PIC e não podem perder mais tempo, usem os "Gênios" da Mosaico. Executamos qualquer tipo de projeto eletrônico.

Mosaico
Engenharia Eletrônica
Estudando Tecnologias,
Gerando Soluções

(11) 4992-8775

(11) 4992-8003

Na edição deste mês vamos analisar um dos assuntos mais importantes em telecomunicações: a comunicação de dados. Apresentaremos uma visão geral das principais tecnologias, suas vantagens e desvantagens, e como elas são usadas no mundo real. Confira!



Daniel Berni

OVERVIEW EM DATACOM- COMUNICAÇÃO DE DADOS

Nunca se produziu tanta informação como nas últimas décadas. Informação que só tem valor quando pode ser armazenada, transmitida e divulgada de maneira segura e rápida.

Cito apenas um exemplo desta revolução da informação: a "Sociedade Americana de Astrofísica" foi criada em 1886, e desde então armazena em papel todos os documentos e materiais produzidos nestes 116 anos. Como os documentos estão em ordem cronológica, um certo dia um pesquisador decidiu investigar em que data estaria a exata metade de todos os documentos produzidos pela associação.

Percorreu até a metade da sala (e metade do arquivo) e verificou sua data. Era de 1990. Ou seja, a Sociedade havia produzido a mesma quantidade de documentos entre 1886 e 1990 que produziu desde 1990 até hoje !

Se olharmos para a história da humanidade, veremos que apenas nos últimos 50 anos houve a criação e a evolução de toda a tecnologia da informação: computadores, internet, celular, etc.

Dois mil anos depois do início da era cristã, vivemos na era da informação.

Com essa gigantesca quantidade de informações com que convivemos diariamente, é fundamental saber armazenar, transmitir e utilizar estas informações da melhor maneira possível.

TIPOS DE REDES

Vamos começar analisando os principais tipos de redes de dados:

- " LAN (*Local Area Network*)
- " MAN (*Metropolitan Area Network*)
- " WAN (*Wide Area Network*).

LAN

As redes do tipo LAN são redes locais, utilizadas em empresas e escritórios. Neste tipo de rede podem ser conectados todos os tipos de dispositivos, como *workstations*, servidores, impressoras e outros recursos compartilhados. Para conectar diferentes LAN's, como redes Ethernet ou Token Ring, usamos roteadores ou *switches*.

As principais características das LAN's são:

- " Abrangência limitada a 2 km
- " Até 300 *hosts*, ou utilizadores da rede
- " Atraso de transmissão menor que 10 ms
- " Redes de propriedade privada
- " Topologias mais utilizadas: estrela, anel e barra
- " Altas taxas de transmissão (1 Gbps).

MAN

São redes intermediárias entre a LAN e a WAN, apresentando características semelhantes às redes locais, mas cobrindo distâncias maiores que as LAN's. Um exemplo de uma rede MAN é a rede de TV a cabo, que cobre regiões grandes de uma cidade.

As principais características das MAN's são:

- Área geográfica de cerca de 100 km
- Até 1000 *hosts*
- Altas taxas de transmissão
- Pode utilizar cabos ópticos ou coaxiais como meio de transmissão.

WAN

As redes WAN conectam recursos geograficamente distantes, por exemplo entre diferentes países ou continentes. São empregadas técnicas como X.25, Frame Relay e ATM, além do protocolo IP. Suas principais características são:

- Área geográfica ilimitada
- Atrasos maiores
- Geralmente são redes públicas
- Utilizam como meio de transmissão enlaces de satélite, linhas telefônicas e *links* de microondas, com custo elevado.

TOPOLOGIAS DE REDES

Os diversos tipos de redes podem ser interligados de diferentes formas, dependendo da tecnologia, utilização e dos equipamentos colocados. A **figura 1** mostra as principais topologias de redes de dados:

Ponto a ponto

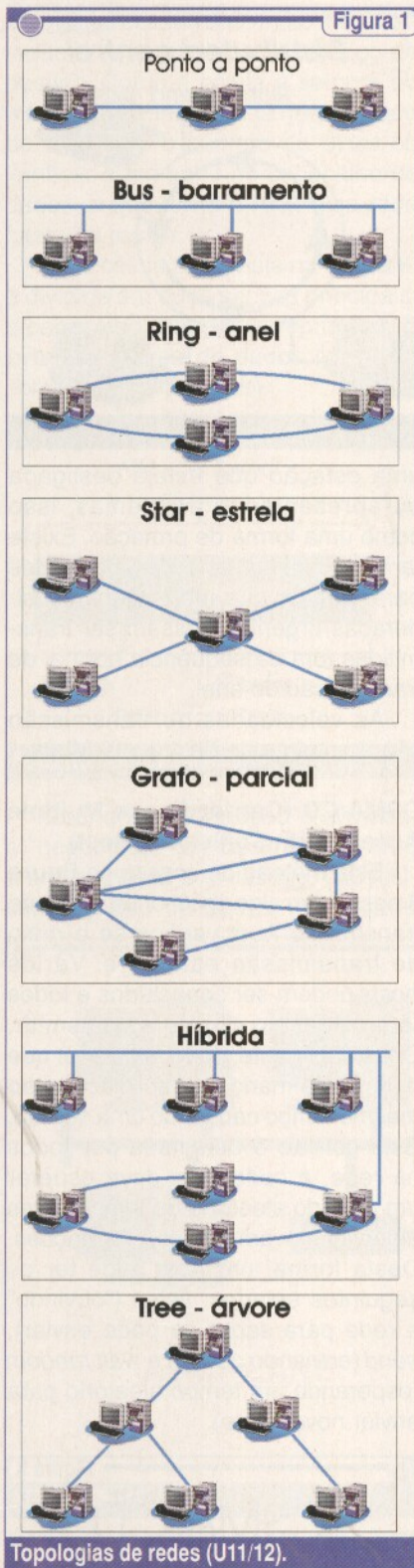
É a comunicação direta entre dois processadores, não necessariamente diretamente conectados, e que pode usar outros nós como roteadores.

Barramento (bus)

O canal é compartilhado entre todos os computadores, podendo o controle ser centralizado ou distribuído. É um tipo de rede bastante comum, podendo ser expandido utilizando-se repetidores.

Ring (anel)

Em geral usa ligações ponto-a-ponto com um sentido único de transmissão, circulando o anel até chegar ao destino. Todo *host* no anel recebe toda a informação que está sendo trafegada. Apesar de ser confiável, tem uma grande limitação do atraso de transmissão à medida que a rede vai se expandindo, isso devido ao atraso até que a informação chegue ao nó de destino.



Estrela

Utiliza um comutador ou *switch* como nó central para gerenciar a comunicação entre as máquinas.

Grafo

Engloba características de várias topologias. Cada ponto da rede possui

uma rota alternativa para os casos de congestionamento ou falha. As rotas são definidas por equipamentos que têm a função de encaminhar para endereços que não pertencem a sua rede.

Híbrida

É uma combinação de barramento e anel, empregada quando temos que interligar redes de diferentes topologias.

Árvore

É utilizada principalmente na ligação de *hubs* e repetidores, conhecida também por cascata.

MEIOS DE TRANSMISSÃO

Os principais meios de transmissão podem ser:

Cabo (par trançado)

Consiste em um par de fios de cobre trançados, similar ao cabo telefônico. Pode ser utilizado na topologia estrela, entre o *hub* e os *hosts* conectados.

Cabo coaxial

Consiste em um condutor de cobre central que é envolvido por um material isolante, e pode ser colocado em barramento de redes (*bus* de dados).

Fibra óptica

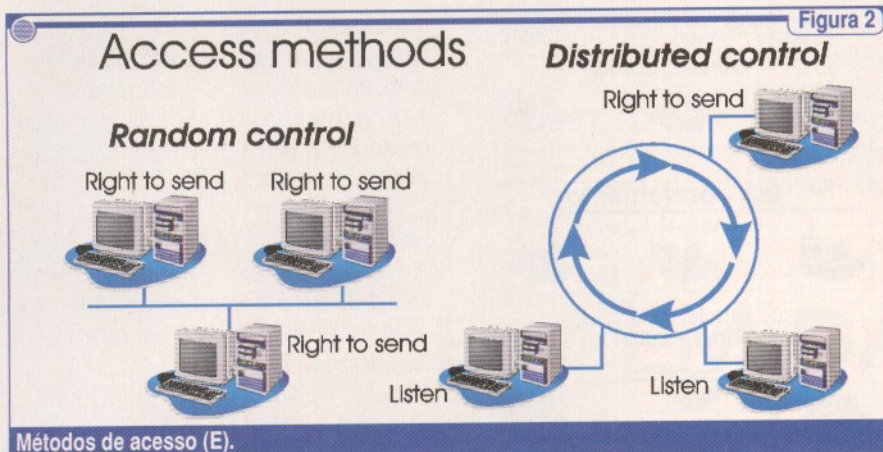
Consiste de um cilindro de vidro extremamente fino que transporta sinais através da modulação do sinal de luz. A representação binária (0 ou 1), que é efetuada através da ausência ou presença da tensão nos cabos metálicos, é realizada pela presença ou ausência de luminosidade na fibra óptica.

Wireless

As redes sem fio tendem a ser a principal forma de acesso à rede de dados através da comunicação dos *hosts* com antenas.

MÉTODOS DE ACESSO

Uma característica comum das redes é que os diversos *hosts* têm que compartilhar o acesso aos recursos



de transmissão. Diversas metodologias podem ser utilizadas para compartilhar o acesso ao meio de transmissão, e uma de suas principais características é o controle da forma de transmissão, conforme a **figura 2**.

Acesso randômico

Nesta forma, qualquer *host* pode enviar informações sem necessidade de autorização para transmitir.

Controle distribuído

Neste caso, apenas um *host* por vez tem o direito de transmitir e este direito é passado para cada *host*. Isto é usualmente feito passando-se um pedaço de dados chamado *token*. O *host* que tiver o *token* tem o direito de transmitir.

Uma rede *token ring* é formada por um conjunto de estações ligadas em série formando um anel lógico. Este anel tem uma direção onde circula o *token*, que é uma seqüência especial de 24 bits. Se uma estação deseja transmitir alguma informação, ela deve capturar o *token* substituindo-o por um frame de dados. Assim que terminou sua transmissão, ela regenera o *token* permitindo que outra estação tenha acesso a transmitir dados para a rede. Como todas as estações vêem a mensagem, é possível realizar transmissões *multicast* e *broadcast* (para todas as estações ou uma estação específica). Uma das estações é tida como "Active Monitor" que tem a responsabilidade de corrigir eventuais erros no anel. Se houver erros, ela deverá corrigir e regenerar o *token* para continuar as transmissões.

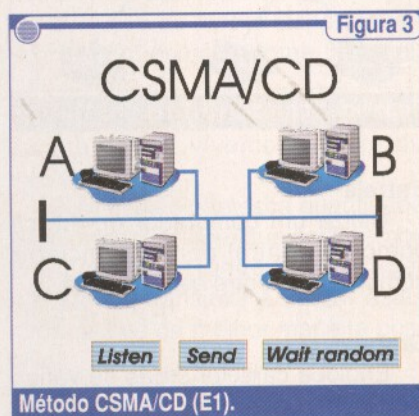
Além disso, as estações estão conectadas por uma unidade que tem a função de remover eletricamente

uma estação que esteja desligada ou apresentando problemas, isso como uma forma de proteção. Existe também um sistema de prioridades para garantir que mensagens consideradas urgentes possam ser transmitidas fora da seqüência normal de transmissão do anel.

As velocidades de transmissão são normalmente de 4 ou 16 Mbps.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect)

Este método de acesso na **figura 3** possui um algoritmo, onde antes de transmitir o *host* verifica se o meio de transmissão está livre. Vários *hosts* podem ser conectados e todos têm o mesmo direito a transmitir. Ocasionalmente, pode acontecer que dois *hosts* mandem informações ao mesmo tempo causando uma colisão. Esta colisão é detectada por todos na rede, e cada *host* deve esperar um período aleatório de tempo antes de enviar novamente as informações. Desta forma, um *host* pode ter os seguintes estados: *listen* ("ouvindo") a rede para saber se pode enviar), *send* (enviando dados) e *wait random* (esperando um tempo aleatório para enviar novamente).



TECNOLOGIAS DE REDE

Atualmente fala-se muito no protocolo IP, que é a tecnologia que deverá prevalecer no futuro. Mas, para se chegar ao protocolo IP diversas tecnologias foram desenvolvidas ao longo do tempo, algumas não mais usadas, e outras que ainda estão sendo empregadas mas tendem a ser substituídas pela tecnologia IP. Vamos conhecer algumas delas:

Redes Ethernet

- Protocolo de comunicação síncrono
- Taxas de transmissão de 10 e 100 Mbps
- Método de acesso: CSMA/CD
- Meios de transmissão: cabo coaxial, par trançado ou fibra óptica

Switch Ethernet

- Taxa de transmissão 10 Mbps dedicado ou comutado
- Topologia lógica: barramento
- Topologia física: estrela
- Método de acesso: CSMA/CD
- A tecnologia Switch permite fornecer 10 Mbps dedicados em cada porta, melhorando o *throughput* da rede. É ideal para se ligar servidores de dados. Há também uma tecnologia chamada "Full Duplex Switched Ethernet", que tem capacidade de 20 Mbps dedicado.

Fast Ethernet 100baseT

- Taxa de transmissão: 100 Mbps dedicado
- Topologia lógica: barramento
- Topologia física: estrela
- Método de acesso: CSMA/CD
- Tecnologia bem aceita no mercado, tendo em vista as características dos *switches* e o fato de ser *full duplex*.

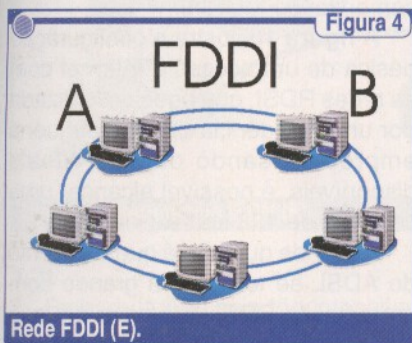
Gigabit Ethernet

- Taxa de transmissão: 1 Gbps dedicado ou comutado
- Topologia lógica: barramento
- Topologia física: estrela
- Método de acesso: CSMA/CD
- Tecnologia que está crescendo muito, substituindo boa parte dos circuitos ATM.

FDDI

Fiber Distributed Data Interface é um padrão desenvolvido pela ANSI

(American National Standards Institute). Como indica a **figura 4**, é baseado no uso de um cabo duplo de fibra óptica, funcionando como uma redundância em caso de falha. Funciona com diodos emissores de luz com ondas de 1300 nanômetros, limitando-se a 1000 estações por rede.



ATM

O "Asynchronous Transfer Mode" é um padrão desenvolvido pelo ATM Fórum, sendo um método de comutação utilizado em LANs e WANs.

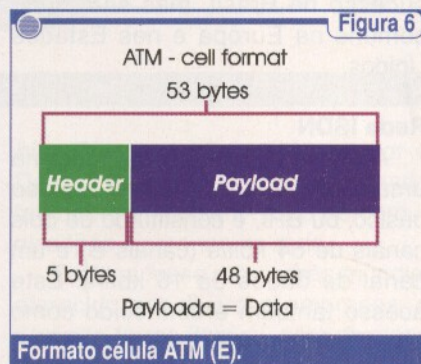
O ATM é uma tecnologia de comutação, fornecendo a conexão através de um circuito e não de *bus* comum. Por isso, fornece uma largura de banda dedicada por conexão, qualidade de serviço que pode ser definida pelo usuário e velocidades de acesso flexíveis. A **figura 5** mostra duas redes LAN's conectadas através de uma rede ATM. Esta rede ATM pode ser uma LAN ou WAN, mas é mais comum utilizar em redes WAN devido ao custo de instalação. A razão para usar ATM em redes LAN não é a alta velocidade, que poderia ser conseguida com o Gigabit Ethernet, mas para se utilizar diferentes tipos de serviços, tais como voz, vídeo, dados e serviços de telecomunicações.

Formato da célula ATM

A informação enviada em redes ATM é dividida em células de tamanho

fixo. Estas células são então transportadas e remontadas no endereço de destino. Como a célula é sempre do mesmo tamanho, não há necessidade de se contar o número de *bytes* ou verificar o tamanho no cabeçalho de dados, o que torna o ATM uma rede bastante rápida.

Uma célula ATM, vista na **figura 6**, é dividida em duas seções principais: o cabeçalho (*header*, comprimento 5 *bytes*) e a área de dados (*payload*, comprimento 48 *bytes*).

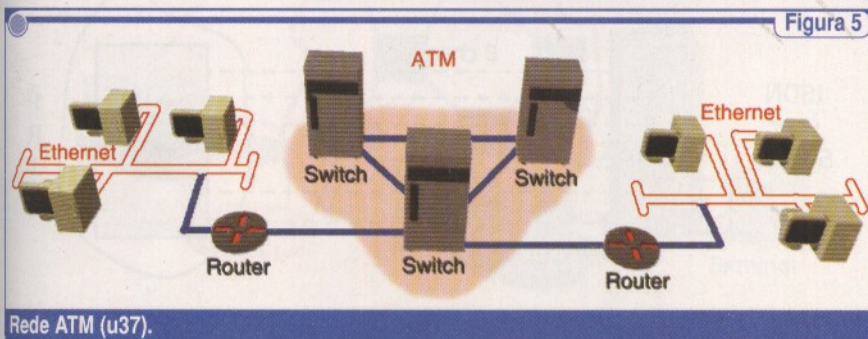
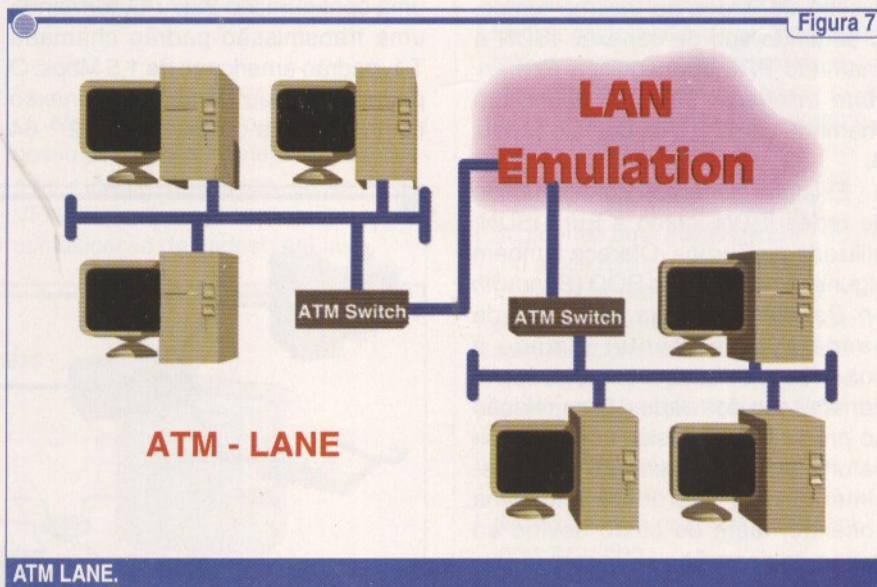


Quando a informação é enviada, é "negociado" um caminho na rede entre a origem e o destino, especificando o tipo de dados, velocidade

e outros atributos que compõem a qualidade de serviço.

É possível conectar duas redes LAN utilizando uma rede ATM, como ilustra a **figura 5**. Uma das formas é adaptar o software de comunicação para a conexão com a rede ATM, a outra é adaptar a rede ATM através da LANE, que significa *LAN Emulation*. O protocolo LANE cria uma LAN emulada fazendo uma rede ATM se portar como uma Ethernet ou Token Ring, veja a **figura 7**. Padronizada pelo ATM Forum, permite a integração dos equipamentos de diferentes redes de forma transparente.

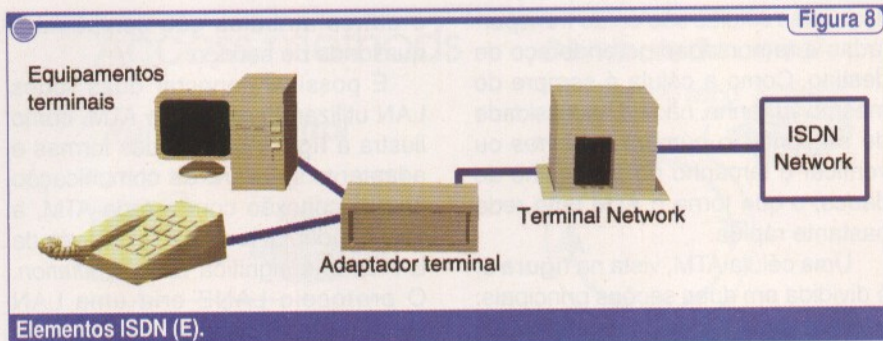
Há alguns pontos a favor das redes ATM, mas também existem alguns contra. As redes ATM oferecem uma boa qualidade de serviço e transportam todos os tipos de dados na mesma rede em banda larga. Têm uma comutação rápida e podem ser usadas em LANs e WANs. Entretanto, é uma tecnologia cara e pouco padronizada, que tende no futuro (que já começou) a ser substituída pelas redes IP. A RFC 1577 (*Request for Comments*, disponível na Internet) especifica o encapsulamento de



pacotes IP em redes ATM utilizando o protocolo AAL5 e mantendo a estrutura clássica do protocolo IP.

RDSI

A Rede Digital de Serviços Integrados (ou ISDN, *Integrated Services Digital Network*) é uma rede digital de telefonia, sendo uma evolução das redes analógicas de telefonia convencional.



É um padrão da ITU, que pode transmitir voz e dados na mesma linha telefônica.

O mesmo par trançado de cobre da linha telefônica pode transmitir até três conexões diferentes. A conexão básica do ISDN é chamada BRI, que significa *Basic Rate Interface*, e contém três canais. Dois destes canais são chamados canais B, e podem trafegar dados de um computador, fax ou telefone.

O terceiro canal é chamado canal D, sendo usado para informações de sinalização ou transmissão de dados. Assim como em uma linha ADSL, uma conexão RDSI poderá transmitir uma chamada de voz e uma transmissão de dados ao mesmo tempo. O segundo tipo de conexão ISDN é chamado PRI, que significa *Primary Rate Interface*. São 32 canais, um chamado canal D e os demais canais B.

Existem diferentes configurações de redes ISDN, como a Euro-ISDN, utilizada na Europa. Oferece também alguns serviços como BOD (*Bandwidth on Demand*), ou seja, a largura de banda pode aumentar quando a conexão está sobrecarregada na transmissão dos dados. Com relação ao preço, há um custo fixo pela assinatura, mais um custo de estabelecimento toda vez que é feita uma conexão, além do custo devido ao tempo de conexão.

A **figura 8** apresenta os elementos necessários para uma rede ISDN (aliás, este foi um dos motivos pelos quais as redes ISDN perderam espaço para as redes ADSL). As redes ISDN precisam de equipamentos especiais, como o NT (*Network Terminal*), um outro equipamento denominado *Terminal Adapter* (chamado também de modem ISDN ou roteador ISDN) e um telefone ISDN. Devido a todos estes equipamentos,

as redes ISDN não tiveram muito sucesso no Brasil, mas são muito comuns na Europa e nos Estados Unidos.

Rede ISDN

A **figura 9** mostra como funciona uma rede ISDN (RDSI). O acesso básico, ou BRI, é constituído de dois canais de 64 kbit/s (canais B) e um canal de dados de 16 kbit/s. Este acesso também é conhecido como 2B + D. O acesso primário, ou PRI, é formado por 31 canais B de 64 kbit/s e um canal D de 64 kbit/s. Dependendo do país, a configuração pode ser um pouco diferente. Nos Estados Unidos o acesso PRI consiste de uma configuração 23B + D, formando uma transmissão padrão chamada T-1, padrão americano de 1,5 Mbps. O padrão europeu forma uma conexão com 32 canais de 64 kbit/s (32×64

= 2048), formando uma conexão E1, de 2 Mbps.

Uma das aplicações mais comuns das redes RDSI é o acesso à Internet. Diversas operadoras fornecem este tipo de serviço, com preços competitivos dependendo da sua aplicação. A Telefônica, por exemplo, oferece o acesso às redes RDSI com o nome comercial de Multilink.

A **figura 10** ilustra a configuração básica de um acesso à Internet com as redes RDSI, que pode ser utilizada por uma residência ou uma pequena empresa. Usando os dois canais disponíveis, é possível alcançar uma conexão de 128 kbit/s.

A grande questão é que o advento do ADSL se tornou um grande concorrente da RDSI. É o caso em que uma tecnologia acabou minimizando outra. A tendência é que à medida em que mais e mais usuários forem aderindo a banda larga, os preços tendem a baixar.

Um acesso básico RDSI custa em torno de R\$ 100,00 por mês, não muito diferente do custo do acesso ADSL (como o *Speedy*, por exemplo), que possibilita velocidades ainda maiores. Nos países mais desenvolvidos a conexão padrão já é banda larga, tanto que alguns *sites* já começam a ficar "pesados" para as conexões discadas.

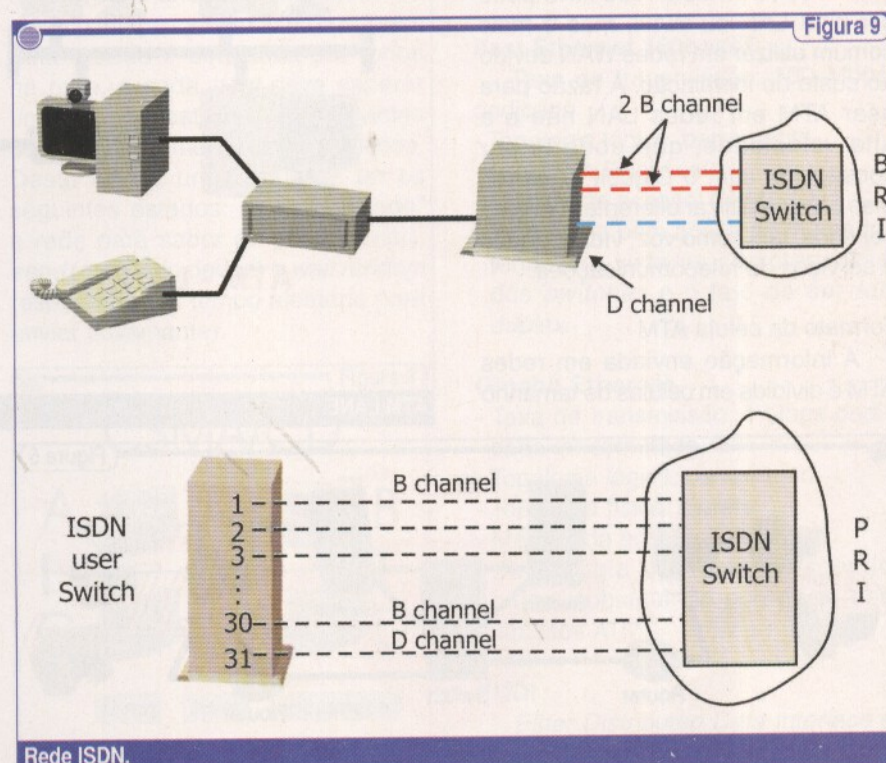
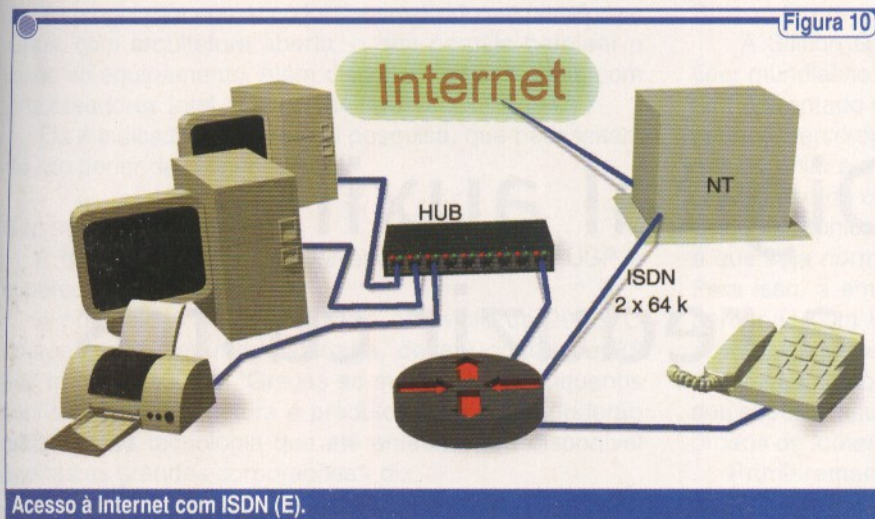


Figura 10



X.25

Embora já não seja tão intensivamente usado, uma das principais aplicações das WAN's foi o protocolo X.25. É uma rede comutada por pacotes, onde não há uma conexão física entre o endereço fonte e o de destino. A **figura 11** apresenta uma configuração básica das redes X.25.

No X.25, são formados canais lógicos virtuais entre a fonte e o destino, sendo que a maior largura de banda é de 64 kb/s.

Além deste protocolo, existem outros protocolos criados para realizar a interface com as redes X.25. Um padrão denominado X.32 é usado para criar uma conexão temporária *dial-up* com a rede X.25, além de uma interface com o canal D das redes RDSI. O PAD (*Packet Assem-*

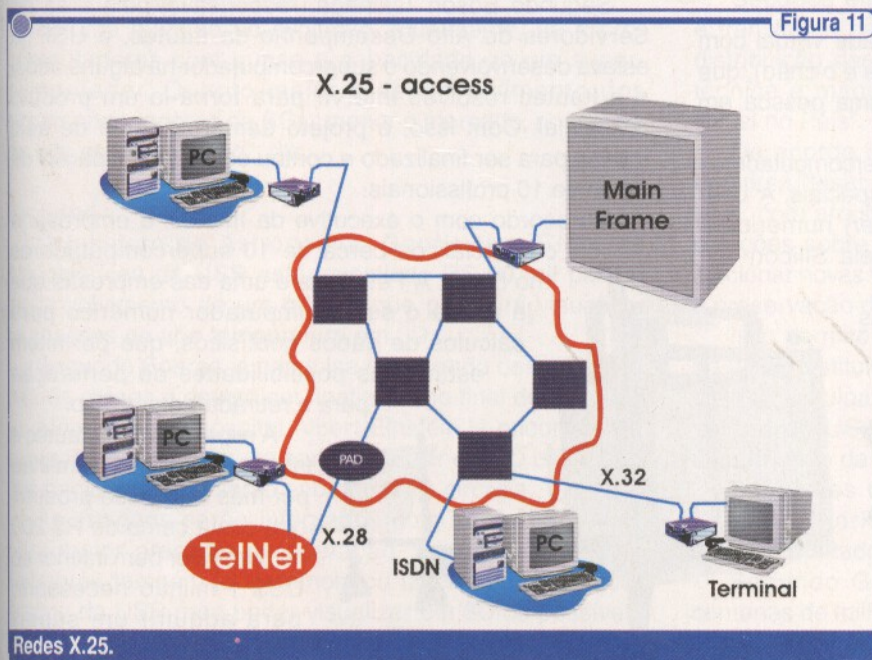
bler Disassembler, ou Montador e Desmontador de Pacotes) é utilizado também para a conversão de comunicações síncronas na rede.

Embora fosse um padrão mundial oferecido por diversas empresas, e de certa forma flexível, com diversas larguras de banda e métodos de acesso, depois da chegada do *Frame Relay*, as redes X.25 não tiveram tanto sucesso. Algumas empresas ainda oferecem este serviço devido ao investimento já realizado.

Não perca ...

Na próxima edição vamos concluir nosso *overview* em datacom. Mostraremos outras tecnologias, como xDSL, VPN, além das aplicações móveis de comunicação de dados! Até lá!

Figura 11



REPAROS E MANUTENÇÃO DE MONITORES



A instalação e manutenção de computadores consistem hoje numa fonte rendosa para muitos profissionais com formação na área de Eletrônica.

De fato, muitos deles deixaram o tradicional trabalho de reparação de televisores, rádios e outros aparelhos eletrônicos de uso comum para se dedicarem a um novo segmento que se mostra cada dia mais promissor. No entanto, a maior dificuldade que tais profissionais que migram de uma atividade para outra (ou ainda não possuem uma formação sólida em Eletrônica) encontram, é justamente entender como funciona esse equipamento "por dentro". Acreditamos que com as informações oferecidas neste livro, o leitor em pouco tempo poderá tornar-se um profissional deste segmento ganhando muito dinheiro com a reparação de monitores de vídeo.

FAÇA O SEU PEDIDO

**PELO TELEFONE
(11) 6192-5333**

Caverna Digital auxilia empresas a reduzir custos

Fabiana Pio

As empresas no Brasil já podem contar com uma tecnologia que lhes permite projetar, de forma precisa, novos protótipos de automóveis e aviões, realizar simulações em túneis de vento e verificar defeitos dos cabos de telecomunicações em três dimensões (3D). Com investimentos de cerca de R\$ 1 milhão, foi construída a primeira "Caverna Digital" da América Latina na Universidade de São Paulo (USP).

Segundo Roseli Lopes, professora do LSI, com a tecnologia da Caverna Digital, é possível reduzir em 30% os custos da construção de um edifício.

A Caverna Digital foi idealizada pelo professor Marcelo Zuffo do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI), da Escola Politécnica da USP. O projeto contou com recursos de entidades como Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e doações de equipamentos de empresas como Intel, Silicon Graphics (SGI) e Furukawa.

Segundo Luciano Soares, coordenador de programas da Caverna Digital, a USP investiu cerca de R\$ 200 mil e forneceu o galpão, localizado junto à Escola Politécnica, para implantação do projeto.

A "Caverna" é um ambiente de realidade virtual com cinco lados de projeção (as quatro paredes e o chão), que permitem a imersão total ou parcial de uma pessoa em um mundo de três dimensões (3D).

As imagens são projetadas por dois supercomputadores e são visualizadas por meio de óculos especiais. A USP desenvolveu o supercomputador (*cluster*) numérico e o supercomputador gráfico foi doado pela Silicon Graphics.

Cluster é a união de diversas máquinas com um ou mais processadores, que funcionam sobre a mesma aplicação. Esta exige grande capacidade de processamento.

Para que as imagens sejam geradas em tempo real, foi desenvolvida uma aplicação em C, C++ e Java, que roda em dois *clusters*. Um deles em uma multiplataforma com Linux e Windows e seis servidores. Cada servidor tem uma

placa gráfica WildCat 4210, uma placa aceleradora de vídeo Volume-Pro, dois processadores Pentium III Xeon de 1GHz, 1GB de RAM e dois discos rígidos de 36 GB SCSI.

O outro *cluster* também tem seis servidores e roda em Linux. Ele tem uma placa aceleradora de vídeo Volume-Pro, um Pentium 4 Xeon 1,7 GHz, 1 GB de memória Rambus e dois discos rígidos de 36 GB Ultra 160 SCSI.

Cada lado da "Caverna" tem resolução de 2000 x 2500 pontos por polegada. Ela comporta até seis pessoas e tem uma dimensão de 3 metros cúbicos. Suas aplicações incluem áreas como Engenharia (Aeronáutica, Petrolífera, Naval, Oceânica, Mecânica, Automobilística e Eletrônica), Medicina (simulações cirúrgicas, estudos em Anatomia) e Ciências Básicas (Astronomia, Astrofísica, Biologia e Química).

Itautec e o Supercomputador

Para o desenvolvimento do supercomputador numérico, a USP fechou uma parceria com a Itautec, que investiu cerca de R\$ 3 milhões no projeto.

Segundo Edson Takinaga, responsável pela área de Servidores de Alto Desempenho da Itautec, a USP já estava desenvolvendo o supercomputador há alguns anos, e a Itautec resolveu intervir para torná-lo um produto comercial. Com isso, o projeto demorou cerca de seis meses para ser finalizado e contou com a participação de cerca de 10 profissionais.

De acordo com o executivo da Itautec, a empresa já comercializou cerca de 10 supercomputadores no Brasil. A Petrobras é uma das empresas que já utiliza o supercomputador numérico para cálculos de dados geofísicos, que permitem estudar as possibilidades de perfuração para a retirada de petróleo.

A expectativa da Itautec é faturar cerca de R\$ 1 milhão por mês com esse produto, que custa cerca de R\$ 200 mil. Um valor bem inferior ao US\$ 1 milhão necessário para adquirir um supercomputador importado. O



supercomputador numérico foi desenvolvido em plataforma Linux, com arquitetura aberta, o que permite baratear o custo do equipamento. Além disso, a máquina conta com processadores Intel Xeon e Itanium.

Ela é indicado em áreas de pesquisa, que necessitam de alto poder de processamento.

Supercomputador gráfico

A Itaútec já está desenvolvendo junto com a USP o supercomputador gráfico.

A previsão é comercializá-lo no início de 2003. O equipamento, segundo Takinaga, deverá custar de R\$ 300 mil a R\$ 400 mil. "Graças ao menor preço, pequenos escritórios de arquitetura e produtoras de vídeo poderão adquirir uma tecnologia que até então estava disponível apenas às grandes corporações", diz.

Segundo Soares, o *cluster* gráfico está sendo desenvolvido em conjunto com a Universidade de Illinois, nos Estados Unidos, e também estão sendo criados novos softwares. "Há softwares que só funcionam em equipamentos da Silicon Graphics. Estamos desenvolvendo novos produtos para rodarem no nosso sistema", diz o pesquisador.

Para o professor João Antonio Zuffo, da Poli, a grande diferença entre o supercomputador da Silicon Graphics e o *cluster* desenvolvido pela Poli é a diversidade de softwares que a empresa norte-americana tem. "Ambos servem para as mesmas aplicações. Só precisamos desenvolver mais softwares para o *cluster*", diz.

De acordo com o professor, as imagens do *cluster* gráfico são compartilhadas em blocos e divididas em diferentes microcomputadores. As memórias também são compartilhadas e cada servidor tem sua memória local.

Segundo o professor, as soluções da Silicon Graphics são utilizadas em larga escala no mundo inteiro. Cerca de 99% dos laboratórios de realidade virtual utilizam os supercomputadores da empresa norte-americana. No entanto, já existem soluções mais baratas, como o *cluster*, que realizam as mesmas funções.

"É uma questão de evolução. Atualmente, há microcomputadores com quase a capacidade de um supercomputador. Quanto maior o desenvolvimento dos supercomputadores da SGI, menor o mercado, por causa da alta especialização", diz.

Projetos

O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP está investindo R\$ 50 mil para o desenvolvimento de um projeto que permitirá visualizar as massas de ar e temperatura em 3D.

Segundo Soares, a pesquisa está sendo desenvolvida há três meses e deverá ser finalizada no final deste ano.

Além disso, o hospital Albert Einstein já encomendou a criação de um software para visualizar em 3D os órgãos dos pacientes, que serão submetidos à cirurgia.

As imagens serão integradas com as de ultrassom para maior precisão na operação. Segundo Soares, a Petrobrás também já encomendou um supercomputador gráfico da USP para poder visualizar em 3D os possíveis lugares de perfuração para a retirada de petróleo.

Silicon Graphics

A Silicon Graphics (SGI), empresa norte-americana líder mundial no desenvolvimento de supercomputadores, tem enfrentado um mercado difícil no Brasil para vender seus supercomputadores, principalmente por causa da alta do dólar e o período eleitoral.

De acordo com José Carlos Gouveia, diretor geral da Silicon Graphics no Brasil e América Latina, a expectativa é que seja normalizada a situação nos próximos meses. Para isso, a empresa prevê lançamentos de produtos e parcerias com Universidades para desenvolvimento de novos equipamentos e softwares. Além disso, segundo Gouveia, a Silicon Graphics pretende incentivar a aquisição dos supercomputadores pelas Universidades por meio de órgãos de fomento à pesquisa.

Primeiramente queremos mostrar nossas soluções às Universidades. Depois, realizar um projeto para a aplicação de recursos, visando a isenção de impostos, diz o diretor geral da Silicon Graphics.

A Silicon Graphics implantou no recém-inaugurado Laboratório de Bioinformática da Embrapa, em Campinas, a solução *Onix 3800 Challenger*. Com esse sistema, foi desenvolvido o software Sting, que está disponível na Internet e já teve mais de 10 milhões de acessos. "Precisamos realizar mais parcerias com os laboratórios de pesquisa para podermos exportar essas soluções", diz Gouveia.

Os supercomputadores importados da SGI são utilizados principalmente em pesquisas científicas e em áreas que exigem alto poder de processamento para a visualização gráfica. A Petrobrás, Embrapa, Renault, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Universidade Federal da Bahia, Organizações Globo e SBT são alguns clientes da SGI no Brasil.

De acordo com Gouveia, o País representa um mercado atrativo para a Silicon Graphics, graças às freqüentes pesquisas realizadas por instituições como Embrapa, USP, Unicamp, Instituto de Meteorologia (INMET), Embrapa e indústrias automobilística e de telecomunicações.

Segundo ele, toda a tecnologia da Silicon Graphics é transferida para o Brasil. "Não trabalhamos só com a distribuição das máquinas, mas oferecemos assistência técnica e manutenção para que essa tecnologia seja viável no País", diz.

De acordo com o executivo da Silicon Graphics, a empresa desenvolve soluções sobre plataforma proprietária, com arquitetura Risk. Além disso, tem no mercado soluções sobre a arquitetura Numa Flex, que permitem adicionar novas tecnologias no equipamento, possibilitando a preservação dos investimentos.

Isso permite grande redução de custos, fator determinante às instituições que trabalham com verbas restritas, diz. Os equipamentos fornecidos pela Silicon Graphics variam de US\$ 20 mil a alguns milhares de dólares, dependendo da complexidade da solução.

Produções de filmes como "O Senhor dos Anéis", "Jurassic Park" e "Gladiador" foram realizadas em supercomputadores da Silicon Graphics.

Segundo Gouveia, "a empresa investe cerca de centenas de milhares de dólares todo o ano em tecnologia e novos produtos". ■

“Conheça a rede Modbus”



O Modbus, além de ter a maior gama de produtos que conversam neste protocolo, é o mais utilizado em aplicações que envolvem uma eficiente troca de dados entre dispositivos, e também onde se faz necessário uma simples implementação do seu protocolo, pois não abrange um desenvolvimento de hardware, como as outras redes Fieldbuses que vimos até aqui.

Veja, neste artigo, algumas características desta rede bastante utilizada não somente em Automação Industrial, mas também em vários outros segmentos do mercado.



Juliano Matias

Boa leitura!



O protocolo MODBUS® foi desenvolvido pela empresa Modicon em 1978 como um simples meio de troca de dados entre controladores e sensores, utilizando uma porta de comunicação serial em RS-232. Uma vez que o padrão foi estabelecido pela indústria, o Modbus foi desenvolvido em outros produtos para automação industrial, e hoje em dia, é o protocolo mais implementado em produtos para Automação Industrial.

Modbus é marca registrada da empresa Schneider Electric. Entretanto, ela abriu a especificação do protocolo e suas formas de implementação para qualquer um que queira utilizar este eficiente protocolo de comunicação, portanto é um protocolo extremamente aberto.

O Modbus é empregado para a comunicação mestre-escravo entre equipamentos inteligentes e sensores e instrumentos, e também para monitorar equipamentos de campo utilizando PCs e IHMs (figura 1).



Figura 1

Ele é ideal em aplicações onde se faz necessária a comunicação via rádio-modem onde facilmente pode ser implementado o protocolo MODBUS®, sendo esta aplicação muito usada em empresas de saneamento e subestações de óleo e gás. Mas o protocolo MODBUS® não é apenas um protocolo para ser utilizado na indústria, ele pode ser usando também em: automação predial, transporte, energia, entre outros.

O Modbus é um protocolo que se encontra na camada de aplicação, posicionada na camada 7 do modelo OSI, que provê a troca de dados no modelo Cliente/ Servidor entre equipamentos conectados em diferentes tipos de redes e Fieldbuses.

DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO

O protocolo Modbus é definido como um simples protocolo de unidade de dados (*Simple Protocol Data Unit - PDU*) independentemente do meio físico ou de outras camadas de comunicação. O desenvolvimento do protocolo Modbus em redes específicas ou em Fieldbuses, pode ser implementado adicionando-se alguns campos na Unidade de Dados da Aplicação (*Application Data Unit - ADU*). Veja a figura 2.

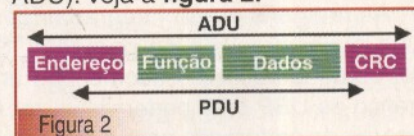


Figura 2

FRAME DO PROTOCOLO MODBUS

O protocolo Modbus toma sempre por base que o *Client* (Mestre) é que inicializa uma transmissão de dados. A função indica para o *Server* (Escravo) que tipo de ação ele deve tomar. A função é codificada para um *byte*. Os códigos válidos para a função são 1 ... 255 em decimal (128 - 255 reservado para aplicações especiais). Quando a mensagem é enviada do *Client* para o *Server*, o código da função diz para o *Server* qual a ação que ele deve tomar. Códigos de subfunções são adicionados a somente alguns códigos de função para definir múltiplas ações.

O campo de dados da mensagem enviada do *Client* para o *Server* contém informações adicionais que este último utiliza para realizar as ações determinadas pelo código da função. Esse campo pode conter itens como endereços discretos ou registros, quantidade de dados a serem manipulados, a contagem dos *bytes* no campo. O campo de dados pode também não conter alguma informação em determinados tipos de requisição, isto é, o *Server* não precisa destes dados para processar algum tipo de solicitação do *Client*, e o próprio número da função já especifica a ação a ser tomada pelo *Server*.

Se não surgir nenhum tipo de erro na transmissão da requisição do *Client* para o *Server*, este deverá ter em seu campo de dados os dados solicitados pelo *Client*. Caso ocorra algum erro na requisição da função, o campo de dados conterá o código de erro correspondente que retornará ao *Client* para este determinar a próxima ação a ser tomada.

Por exemplo: O *Client* quer ler o *status* de alguns módulos de entradas ou saídas digitais.

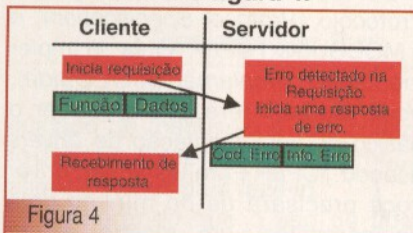
Quando o *Server* responde para o *Client*, é utilizado no campo do código de dados um código de erro que indica o tipo de erro ocorrido;



este procedimento é chamado de "exception response" (figura 3)

Também em caso de erro, o *Server* retorna para o *Client* no campo do código da função o código que foi solicitado com o seu bit mais significativo *setado* para o nível lógico 1.

No caso de uma resposta normal, o *Server* simplesmente copia o código da função que foi solicitada pelo *Client*. Observe a figura 4.



Organização dos código de função Modbus	
127	Código de funções públicas.
111	
110	Códigos de função definidos pelo usuário.
100	
99	Código de funções públicas.
73	
72	Códigos de função definidos pelo usuário.
65	
64	Código de funções públicas.
1	

Tabela 1

Código de funções públicas

- São funções bem definidas ,
- Garantidas para serem únicas,
- Validadas pela comunidade

modbus.org ,

- Documentação pública
- Possuem testes de certificação,
- São documentadas em MB IETF

RFC,

- Incluem funções já definidas e áreas reservadas para expansões futuras.

Códigos de função definidos pelo usuário

- Existem duas faixas de códigos de funções definidas pelo usuário: 65 até 72 e de 100 até 110, em decimal.

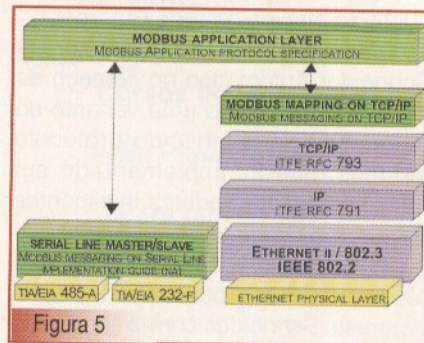
- O usuário pode escolher qualquer posição destas áreas e implementar nela a função desejada sem nenhum tipo de autorização do **modbus.org**

- Não existem garantias de que as funções são únicas.

- Se o usuário quiser que a sua função se torne pública, ele deve iniciar junto ao **modbus.org** uma RFC para assim ter a possibilidade da incorporação da sua função na área pública.

Códigos de função reservados

· Alguns códigos de função são utilizados por algumas empresas fazendo parte da sua linha de produtos e, com isso, não estão disponíveis para uso público. **Figura 5**



O protocolo Modbus utiliza dois tipos de verificação de erros, o mais básico deles é o de cada *frame* serial onde o bit de paridade indica a inversão dos estados dos bits e o CRC (*Cyclic Redundancy Check*), que é um Check que é implementado na mensagem inteira ocupando dois *bytes* no final de cada telegrama.. O CRC nada mais é do que um algoritmo lógico em que seu resultado tem por base todos os *bytes* do telegrama. Na **tabela 2**, abaixo, segue um exemplo do cálculo deste algoritmo feito em um PLC na linguagem ST (*Structured Text*) baseado na norma IEC-61131.

```

CRC_OK:= FALSE;

IF GERAR_CRC THEN
  CRC:=WORD#16#FFFF;
  FOR i:=1 TO NUM_BYTES BY 1 DO
    CRC:= CRC XOR BYTE_TO_WORD
      (TABELA_DADOS[i]);
  FOR j:=1 TO 8 BY 1 DO
    RESULT:= CRC AND WORD#16#1;
    IF WORD_TO_BOOL(RESULT) THEN
      CRC:= SHR_WORD(CRC,1);
      CRC:= CRC XOR WORD#16#A001;
    ELSE
      CRC:= SHR_WORD(CRC,1);
    END IF;
  END FOR;
END FOR;
CRC_LOW:= WORD_TO_BYTE(CRC AND
  WORD#16#00FF);
FLAG_CRC:= CRC AND WORD#16#FF00;
CRC_HIGH:=WORD_TO_BYTE
  (SHR_WORD(FLAG_CRC,8));
CRC_OK:= TRUE;
END_IF;

```

Tabela 2

O MODBUS TCP/IP

O Modbus/TCP é um protocolo de comunicação que permite que equipamentos industriais, tais como CLPs, Computadores, IHMs, Inversores de frequência e Sensores comuniquem-se através da rede Ethernet.

Ele foi desenvolvido pela empresa Schneider Automation no começo da década de 90 como uma variante do mundialmente conhecido protocolo Modbus, que foi implementado em quase todos os produtos inteligentes de automação industrial.

A especificação do protocolo Modbus/TCP está publicada no *site* da empresa Schneider com o intuito de que os fornecedores de equipamentos de automação industrial utilizem estes protocolos em seus produtos, e com isso diminuam os problemas de interoperabilidade entre equipamentos de automação na rede Ethernet.

Existem vários *sites* onde podemos encontrar informações sobre a rede Modbus/TCP. Eis alguns exemplos:

www.modbus.org/

www.modicon.com/openmbus

Podemos resumir as principais vantagens do protocolo Modbus/TCP:

- É escalonável em complexibilidade, isto é, um dispositivo de simples propósito só se faz necessário à implementação de dois tipos de mensagens.
- É simples de configurar eliminando a necessidade de ferramentas complexas de configuração para adicionar uma nova estação na rede.
- O protocolo não é fechado em hardware, isto é, qualquer computador ou sistema microprocessado em Ethernet TCP/IP podem utilizar a rede Modbus.
- É um protocolo de alta performance, limitado apenas pela capacidade do computador em manipular as informações da rede Ethernet. Taxas de transmissão da ordem de 1000 por segundo são facilmente tratados por uma estação, com isso redes podem ser facilmente projetadas para garantir tempos de atualização na faixa de milissegundos.
- Pode ser utilizado por um amplo número de equipamentos com base já instalada com o protocolo serial Modbus, bastando para isso um conversor Ethernet para padrão Serial,

sendo que este equipamento não precisa de nenhuma configuração.

Como implementar em um equipamento o protocolo MODBUS® TCP/IP ?

Para a implementação do protocolo Modbus TCP/IP, você deverá fazer o *download* de toda a documentação disponível na Internet. Elas são MODBUS® TCP/IP "Especificação do Protocolo (*Protocol Specification*)" e o MODBUS® TCP/IP "Guia de Implementação" (*Implementation Guide*). Você também terá que entender o básico de implementação de *drivers* usando TCP/IP. Para testar seu *driver* você precisará de no mínimo dois equipamentos, um mestre e um escravo para a troca de dados. Isto pode consistir de 2 PCs conversando um com o outro, utilizando placas de rede Ethernet; ou um PC conversando com um equipamento Modbus já implementado em um computador embutido no equipamento "embedded". Uma vez que o dispositivo foi desenvolvido, para você poder garantir sua interoperabilidade de funcionamento com outros equipamentos Modbus, será necessário a sua certificação em um laboratório credenciado pela associação MODBUS®.

RS-485 - O MEIO FÍSICO MAIS COMUM NA INDÚSTRIA EM MODBUS

Normalmente é chamado de RS-485, entretanto, seu nome oficial é EIA-485.

O padrão de transmissão de dados no que chamamos de "forma diferencial" é ideal para a transmissão de dados em altas taxas de transmissão, em longas distâncias, até mesmo em condições de interferência eletromagnética (dentro dos limites estipulados pela norma).

A transmissão diferencial anula os efeitos de variação de terra e ruídos em uma linha de transmissão, pois, estes aparecem em modo comum na linha de transmissão. Explicando melhor, um amplificador operacional em modo diferencial verifica a diferença das tensões nos seus terminais de entrada. Como o cabo é trançado, ao haver algum tipo de indução eletromagnética no cabo, esta induz igualmente nos dois condutores elevando a tensão por igual na entrada do amplificador diferencial, porém, como ele verifica a diferença das tensões nas suas entradas, não haverá alteração na tensão resultante. Exemplo: condição normal entrada A = +5 V e entrada B = -5 V tensão resultante é $A - B = +5 - (-5 V) = 10 V$; vamos supor que um ruído induziu +2 V nos condutores, então entrada A = +7 V e entrada B = -3 V tensão resultante é $A - B = +7 - (-3 V) = 10 V$, com isso podemos provar que uma transmissão serial é a ideal para uma rede Fieldbus. Atente para a **figura 6**.

As principais características do protocolo RS-485 são:

- Transmissão diferencial;
- Funcionamento com uma simples fonte de +5 Vdc;
- Permite até 32 estações na rede;
- Estações endereçadas localmente via *Dip-Switch* (**figura 7**);

- As portas de comunicação não são danificadas caso a linha entre em curto-circuito;

- Não necessita de um sinal de referência entre os pontos de rede.



Figura 7

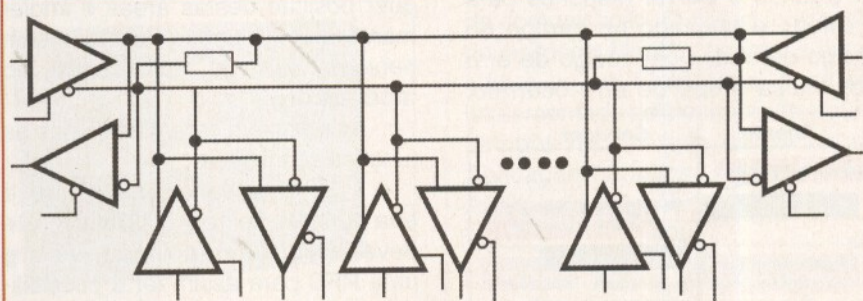
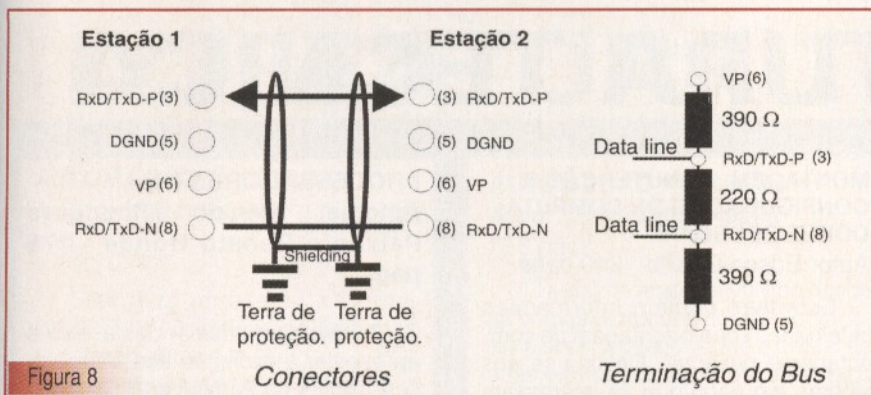


Figura 6



Nas extremidades do barramento são colocados circuitos resistivos de terminação conforme a **figura 8**, nesta mesma figura temos a configuração do cabo de ligação entre duas estações participantes da rede.

Distância máxima de transmissão de 400 m.

O *Shield* (malha elétrica do cabo) deve ser conectado às duas pontas com uma boa condutividade utilizando uma boa área de contato.

É recomendado que o cabo de dados da rede Modbus esteja separado de cabos de baixa tensão.

Além do meio físico RS-485, as Fibras Ópticas também são muito utilizadas em Modbus e os modelos delas são:

- **Fibra óptica polimérica:** entre as fibras óticas é a mais utilizada por ser a mais fácil de se trabalhar, a mais flexível em ambiente industrial e a mais barata, sendo que sua distância máxima depende do módulo em questão, existem módulos para 50 metros e módulos para 70 metros;

- **Fibra óptica HCS:** é uma fibra polimérica com o núcleo de vidro, sendo a segunda mais utilizada com Interbus, pois permite uma distância maior (até 370 metros), e sua conectorização é fácil de fazer, dispensando empresas para a sua confecção. Seu custo é um pouco maior que o da fibra polimérica e menor que da fibra de vidro. Com esta fibra é necessário um maior cuidado para se trabalhar, pois seu núcleo é de vidro facilmente quebrável;

- **Fibra de vidro multimodo:** quando temos grandes distâncias envolvidas elas são empregadas. Seu custo é o mais alto das três, porém é a que alcança a maior distância, aproximadamente de 3300 metros entre módulos. Requer o máximo de

cuidado no manuseio e sua conectorização depende de empresas especializadas para fazê-lo.

Lembrando que o uso de fibra ótica em meio industrial é utilizado na maioria das aplicações onde temos um alto índice de interferências eletromagnéticas ou quando precisamos isolar dois módulos eletricamente e não somente pela distância envolvida ou por uma suposta melhora de performance (a taxa de transmissão é fixa independentemente do meio utilizado). Vemos na **figura 9** um conversor da empresa Phoenix Contact que adapta uma rede em RS-485 para Fibra-Óptica.



CONCLUSÃO

Vimos neste artigo a rede mais conhecida do nosso mercado de automação industrial, e particularmente o que mais me atrai nela é por ser um protocolo apenas da camada de aplicação, pois com isso podemos implementar a rede Modbus onde quisermos e em qualquer aplicação. Seja de PC para PC ou de PC para I/Os, podendo assim abranger o lado *Client* e o lado *Server* de uma comunicação.

Até a próxima!

SOLUÇÕES TÉCNICAS

-Treinamento

Cursos de Linguagem C:

- Na Plataforma PC.
- Para família 8051 e ADUC812 .

-Consultoria

Produção / Projetos nos setores da eletrônica:

- Instrumentação.
- automação.

-Assessoria

Projetos em firmware / hardware:

- Instrumentação.
- Automação.

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

Para maiores informações :

fone : 9189 - 5498 .

E_mail : lcuniao@aol.com.

Site : eletrouniao.com.br



OS MILAGRES DO DSP



Há alguns meses noticiamos o desenvolvimento de uma cadeira de rodas com uma tecnologia revolucionária empregando DSPs, que era capaz de realizar praticamente qualquer movimento, sendo virtualmente impossível fazê-la tombar.

Tal possibilidade é algo que devemos aos DSPs, que tem muito a ver com isso: a revolucionária cadeira que "não tomba", fazendo todos os movimentos possíveis e imagináveis tais como subir escadas, degraus, elevar o usuário às alturas sem o perigo de cair e até mesmo malabarismos como equilibrar-se numa única roda, baseia-se totalmente no uso de um DSP dessa empresa. Veja, neste artigo, como essa tecnologia pode levar a uma série de produtos nunca antes imaginados.

Newton C. Braga

Atualmente, temos a tecnologia que nos permite voar e até nos levar à luz. No entanto, existem equipamentos de uso comum cuja tecnologia tem mais de 200 anos e que não mudaram muito desde então. Com base nessa afirmação, um inventor decidiu trazer as cadeiras de rodas tradicionais a um novo desempenho, muito mais de acordo com a tecnologia disponível neste século 21.

Dean Kamen é o nome do inventor que resolveu enfrentar o desafio de desenvolver uma cadeira de rodas que não estivesse sujeita às limitações das cadeiras tradicionais e pudesse levar seu usuário a qualquer parte e fazer coisas que até então eram consideradas impossíveis. Ver **figura 1**

Segundo o noticiário, Dean Kamen é um dos mais prestigiosos inventores dos Estados Unidos, uma espécie de Thomas Edison do mundo médico.

Dentre suas invenções destaca-se uma máquina portátil para diálise. Suas idéias tem trazido lucros de milhões, mas não é o dinheiro que o impulsiona. É a possibilidade de melhorar a vida das pessoas que tenham problemas o que lhe fornece a energia para criar coisas novas.

Há 9 anos, Kamen, observando um jovem diante das enormes dificuldades para se movimentar numa cadeira de rodas, resolveu dar um fim a este tipo de problema.

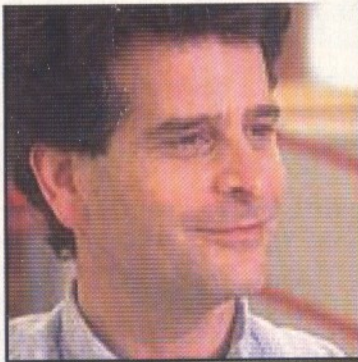


Figura 1 - Dean Kamen, criador da cadeira de rodas "multi-funções".

"Eu fiquei imaginando como era miserável aquela condição, já que parecia que o problema fundamental residia no fato de que o mundo não foi feito para quem estivesse sentado em um nível abaixo de 1 metro de altura" - afirmou Kamen.

O primeiro protótipo de duas rodas se tornou uma invenção secreta, tendo sido patenteado. Contendo giroscópios, motores elétricos e circuitos eletrônicos, esse protótipo revelou habilidades sem igual e que poderiam mudar completamente a idéia de "confinado numa cadeira de rodas".

A cadeira de rodas de Kamen pode subir escadas, andar na areia e mesmo se elevar para permitir que o usuário alcance lugares mais altos.

Para levar essa cadeira de rodas ao mercado, Kamen precisava da

ajuda de uma empresa. A empresa escolhida foi a "Johnson and Johnson" que, através de sua diretoria, acreditava que em um prazo de 18 a 24 meses elas estaria disponível para compra.

Evidentemente, como se trata de um equipamento médico, ela passou por rigorosos testes da "Food and Drug Administration", tendo em mente que qualquer falha de funcionamento poderia ter consequências catastróficas para o usuário.



A revolucionária cadeira de rodas que "faz tudo" comandada por um DSP da Texas Instruments.

A ELETRÔNICA DA CADEIRA DE RODAS QUE NÃO TOMBA

O controle em tempo real de motores e outros dispositivos mecânicos envolvidos no projeto de uma cadeira de rodas como esta, exige o emprego de circuitos eletrônicos especiais.

Com a capacidade de trabalhar diretamente com sinais analógicos de sensores, transformá-los em sinais

digitais para processamento muito rápido e depois devolvê-los de uma forma que possam comandar os diversos efetores envolvidos, só existe um componente capaz disso: o DSP (Processador Digital de Sinais).

Assim, a base do projeto da cadeia de Kamen foi justamente um DSP com a mais alta tecnologia então disponível, o que levou à utilização do TMS320LF2407A.

Esse DSP de 16 bits tem uma capacidade de processamento de 40 MIPS numa frequência de clock de 40 MHz, com uma RAM de 2,5 kbytes e uma memória *flash* de 32 kbytes. Com 16 canais PWM, ele ainda incorpora um conversor A/D de 10 bits de 16 canais além de 4 *timers* e 2 portas seriais.

Este componente faz parte das famílias TMS320LF240xA e TMS320LC240xA, reunindo características de baixo custo, baixa potência e alta capacidade de processamento.

Os periféricos foram otimizados para aplicações que envolvem justamente o controle digital de motores e outras que abrangem movimento.

Na **figura 2** temos justamente um diagrama de blocos desse DSP, mostrando como o componente pode ser usado no controle digital de um motor.

Todos os dispositivos da família 240xA oferecem pelo menos um módulo gerenciador de eventos, tais como para o controle digital de motores e aplicações que envolvam o gerenciamento de energia.

Dentre as capacidades desses módulos, destacam-se a geração de sinais PWM, conversão sincronizada de analógico para digital, e faixa morta programável para prevenir o disparo entre falhas.

Dispositivos que possuam um gerenciador de eventos duplo podem controlar mais de um motor ao mesmo tempo.

O tempo de conversão mínimo do conversor analógico - digital é de 375 ns, com 16 canais de entrada analógica disponíveis. A capacidade de auto-seqüenciamento do conversor ADC permite que 16 conversões sejam feitas num único ciclo de conversão sem sobrecarregar a CPU.

Uma interface serial (SCI) é integrada em todos os dispositivos da

Principais destaques:

- Tecnologia de alta performance "Static CMOS"
- 25 ns de tempo de ciclo de instrução (40 MHz)
- Performance de 40 MIPS
- Projeto de baixo consumo: 3,3 V
- CPU baseada no cerne do DSP TMS320Cxx
- Compatível em código com F243/F241/C242
- Set de Instruções e Módulo compatíveis com F240/C240
- Opções de memória Flash (LF) e ROM (LC)
- Até 34 k palavras x 16 bits de memória Flash EEPROM (4 setores) ou ROM
- Código de segurança programável para a versão Flash/ROM *on-chip*
- Até 2500 k palavras de 16 bits de RAM de dados/programa
- Até dois módulos gerenciadores de eventos (EV), (EVA e EVB), que incluem:
 - a) Controle trifásico de inversor
 - b) Alinhamento central ou por borda de canais PWM
 - c) Canal para corte de emergência de PWM
- Dois *timers* de uso geral de 16 bits
- Oito canais de modulação PWM de 16 bits que podem habilitar:
 - a) Controle trifásico de inversor
 - b) Alinhamento central ou por borda de canais PWM
 - c) Canal para corte de emergência de PWM
- Faixa morta programável para prevenir problemas de falhas
- Circuito de interfaceamento de encoder de posição *on-chip*
- Conversão AD sincronizada
- Interface de memória externa (LF2407A)
- 192 k de palavras de 16 bits de memória total
- 64 k de programa, 64 k de dados e 64 k de I/O
- Módulo de *Timer Watchdog*
- Conversor Analógico - Digital de 10 bits (ADC)
- 8 ou 16 canais de entrada multiplexados
- Tempo de conversão mínimo de 375 ou 500 ns
- Interface de comunicações SCI
- Geração de PLL
- Até 40 pinos de I/O programáveis individualmente, multiplexados para uso geral.
- Até 5 interrupções externas
- Gerenciamento de consumo de energia
- Três modos "power-down"
- Capacidade de entrada em modo "power-down" para cada periférico de modo independente.
- Ferramentas de desenvolvimento da Texas
- Opções de invólucros de 144 pinos, 100 pinos, 64 pinos (LQFP, TQFP e QFP).

série para proporcionar comunicação assíncrona com outros dispositivos do sistema. Para sistemas que exijam uma interface de comunicação adicional, alguns tipos da série dispõem de uma interface SPI (*Serial Peripheral Interface*) ou ainda módulo de comunicação CAN (*Controller Area Network*) com especificações 2.0B. Para maximizar a flexibilidade do

dispositivo, pinos funcionais são configuráveis como entradas/saídas de uso geral (GPIOs).

Mais informações sobre esta família de componentes podem ser obtidas no site do TMS320C24x - em: <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tms320lf2407a.html>

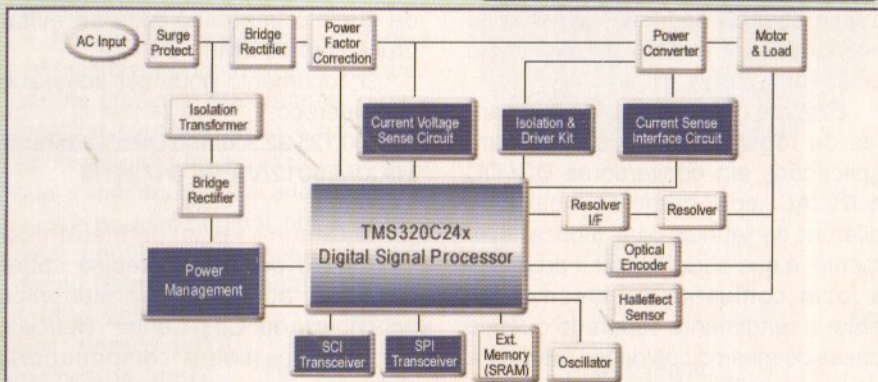
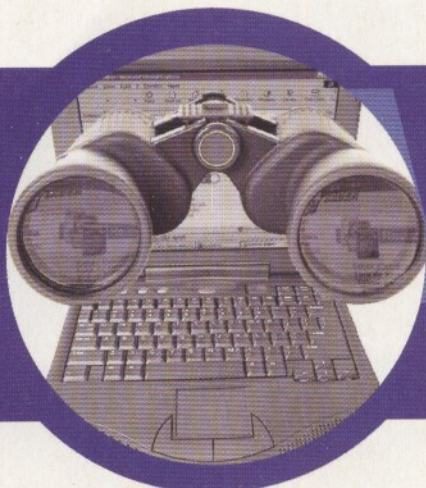


Figura 2 - Diagrama de blocos de um controle digital de motor usando o DSP320C24x da Texas Instruments.



ACHADOS NA INTERNET

Para muitos de nossos leitores, um dos grandes obstáculos ao acesso de informações contidas em documentos na Internet é o fato de que eles estão em inglês. No entanto, quando se consulta um *Data Sheet* (folha de dados) ou um *Application Note* (Nota de Aplicação), este problema pode ser atenuado porque nomes de componentes, símbolos e diagramas não são diferentes daqueles que usamos.

De qualquer maneira fica o alerta para que todo profissional de Eletrônica, se possível, pense em fazer um curso de Inglês, mesmo que básico, caso não domine o idioma.

Projetando Conversores DC/DC

Com o uso cada vez maior dos reguladores de tensão do tipo chaveado em conversores DC/DC e DC/AC, os circuitos integrados especialmente projetados para essa finalidade podem ser encontrados numa enorme quantidade de aplicações, principalmente aquelas onde os requisitos de economia de energia e de rendimento estão nos valores limites.

Existem hoje dezenas de fabricantes de reguladores de tensão para aplicações em conversores DC/DC e DC/AC, com características que diferem de fábrica para fábrica levemente, e que podem levar o projetista a fazer confusões ou mesmo não obter o rendimento esperado quando passa do mesmo tipo de um fabricante para o de outro. A "Linear Technologies" tem na Internet um Tutorial

sobre o uso e projeto de reguladores, que pode ser considerado dos mais completos e que, sem dúvida, será de utilidade para todos os que trabalham com esse tipo de dispositivo. Contendo 80 páginas no formato PDF, o documento pode ser acessado em:

www.linear.com/pdf/an19fa.pdf

Layout Correto Para Evitar EMI

A questão de como se evitar EMI (Interferência Eletromagnética) quando usando reguladores lineares ou comutados em fontes, é algo que todo projetista deve considerar ao projetar uma placa de circuito impresso.

Para os leitores que desejam uma literatura interessante sobre o assunto, sugerimos o documento "Proper Layout and Component Selection Controls EMI", da Maxim. Neste tutorial, são feitas considerações sobre o que deve ser observado ao se usar reguladores lineares e chaveados no projeto de uma placa de circuito impresso para se evitar problemas de EMI.

O documento pode ser acessado no endereço:

140.125.32.200/pub/Data%20Sheet/MAXIM/0012/VIEW_047.HTM

Chip Center - Portal de Eletrônica

Tudo o que você precisa saber para ficar atualizado em eletrônica está no site do "Chip Center". Notícias, informações sobre componentes, artigos técnicos, *data-sheets* e *applications notes*, e até concursos que

distribuem prêmios valiosos estão acessíveis aos que se associam a este site. Uma vez que o leitor se associe, sempre que houver alguma novidade relevante ela lhe será informada por *e-mail*. O único problema que, certamente, não é para o leitor, é que o site está em inglês. O endereço dele é:

www.chipcenter.com/

Techonline

"Seminários on-line" é um dos serviços que o leitor pode acessar neste site. Seminários sobre novas tecnologias e componentes como as relativas a componentes lançados por empresas (Intel, por exemplo) podem ser acompanhados pelos que se registrarem neste site.

[www.techonline.com/
community/ed_resource/
webcast_upcoming](http://www.techonline.com/community/ed_resource/webcast_upcoming)

Softwares de Eletrônica

Onde encontrar programas que façam cálculos de circuitos, desenhem placas de circuito impresso ou simulações de instrumentos? Se o leitor está procurando por isso na Internet, o site ePanorama é a nossa sugestão.

Com uma grande quantidade de links, ele oferece acesso a programas simples completos ou então versões *demo* ou *free* de outros mais elaborados, principalmente os que têm uso profissional. Se o leitor estiver interessado nesse assunto, o site é:

[links.epanorama.net/
links/software.html](http://links.epanorama.net/links/software.html)

TELESCÓPIO ASTROFÍSICO SOAR

Controle de Posicionamento de Telescópio Astrofísico

Augusto Ottoboni

Desde os primórdios dos tempos o homem tenta desvendar os segredos do Universo. Galáxias, Constelações, Cometas, Estrelas, Pulsares, Quasares, Buracos Negros, entre outros, sempre aguçaram a imaginação e curiosidade da humanidade.

E isto tudo não é de agora, há registros de mais de 3000 anos antes de Cristo, onde os egípcios já registravam descobertas, tais como o Equinócio (ponto da órbita da Terra onde se registra igual duração do dia e da noite) e Eclipses solares e lunares, as civilizações Maia e Asteca que se utilizavam da contemplação das estrelas para a medição de tempo através da confecção de um calendário anual muito similar ao nosso atual, e até bem mais recentemente a utilização da posição das estrelas para auxílio na navegação dos exploradores portugueses e espanhóis.

Foi esta curiosidade que fez com que o homem criasse instrumentos que o auxiliassem nesta vigília noturna. Um destes instrumentos foi o "Telescópio espelho refletor". Observe a **figura 1**.

AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO

Para entendermos, basicamente, as necessidades dos vários sistemas de posicionamento de um Telescópio, precisamos em princípio resumir algumas condições físicas características de nosso planeta. O planeta Terra faz parte de um sistema composto

por uma estrela central com imensa gravidade, "o Sol", na qual 7 planetas orbitam ao seu redor compondo o chamado Sistema Solar, por efeito gravitacional, principalmente o proveniente do Sol. Nosso planeta possui dois movimentos básicos: o de ROTAÇÃO e o de TRANSLAÇÃO. Veja **figura 2**.

O movimento de rotação é o movimento que o planeta executa em torno de seu próprio eixo. Este movimento possui a duração de 24 horas e causa o efeito do dia e da noite.

O movimento de translação, por sua vez, é o movimento que o planeta executa em torno do Sol, este movimento possui a duração de 365 dias em média e causa o efeito das 4 estações do ano.

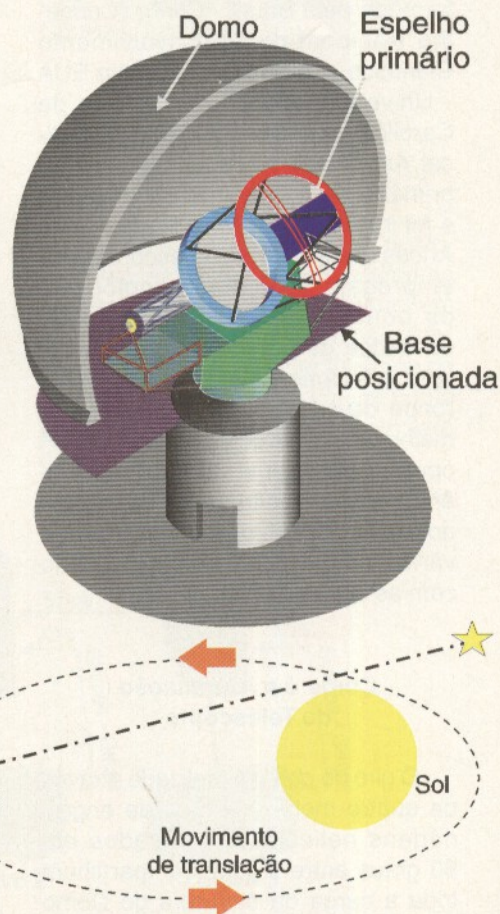
Portanto, a compensação desses movimentos conjugados é fundamental na observação de astros distantes de nosso planeta.

Mas, o que isto tem a ver com os sistemas de posicionamento de um telescópio?

Imagine, por exemplo, que você é um jovem astrônomo e escolheu uma estrela qualquer no firmamento para focalizar seu telescópio e admirá-la. Após algumas horas você perceberá que a mesma não se encontra mais na sua posição original, ou seja, houve um deslocamento. Este deslocamento é uma combinação dos movimentos de translação e rotação da Terra.

No caso em questão, a correção do posicionamento do telescópio é simples, requerendo do jovem astrônomo apenas localizar novamente a estrela no firmamento, deslocando o telescópio para sua nova posição.

Agora, imagine esta mesma situação onde a correção deva ser realizada em um telescópio espelho refletor, com 20 metros de base e 14 metros de altura, com um espelho



de 4,2 metros de diâmetro, pesando aproximadamente 75 toneladas e com um custo aproximado de US\$ 28 milhões. Com certeza, não é uma tarefa fácil e nem tampouco simples.

Contudo, o princípio utilizado para a correção da nova posição é o mesmo. A automação do telescópio se dedica tanto ao posicionamento angular do espelho, quanto à automação da abertura das portas do *Shutter* do Domo do observatório.

Devido às suas grandes proporções, esta automação foi dividida em várias partes distintas: a primeira realizada para a automação da rotação do Domo de 20 x 14 metros, outra para a automação da abertura das portas do *Shutter* e outra ainda para o posicionamento angular do espelho. Atente para **figura 3**.

O QUE É O PROJETO SOAR?

Este telescópio foi concebido através do Consórcio Internacional formado pelo Brasil - CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e pelo EUA - Universidades de Michigan e da Carolina do Norte e o "National Optical Astronomy", possui um espelho primário de 4,2 metros de diâmetro e foi instalado no Cerro Pachon, nos Andes Chilenos. Este telescópio ótico empregará soluções tecnológicas de ponta e permitirá a obtenção de dados de qualidade máxima em terra, principalmente no infravermelho (onde deverá proporcionar imagens melhores que as do *Hubble*). O SOAR operará em regime de máxima eficiência no aproveitamento das horas noturnas, permitindo a execução de vários projetos "em fila" de acordo com as condições climáticas.

Como é a Automação do Telescópio

O giro do *domo* é realizado através de quatro moto-redutores de engrenagens helicoidais defasados em 90 graus entre si, que compartilham toda a carga da estrutura do Domo

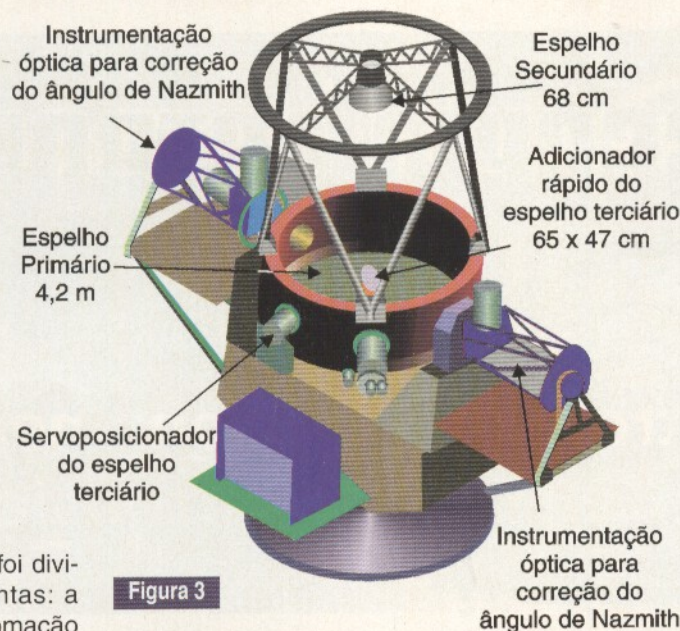


Figura 3

de 75 toneladas, com realimentação de velocidade e posição através de *encoder* incremental.

Estes moto-redutores são acionados através de quatro conversores de frequência Vetoriais em malha fechada (com realimentação externa de posição) configurados como *Master / Slave*, ou seja, um deles é o *Master* e os outros três são *Slave*. Veja **figura 4**.

Para a realização de partidas e paradas simultâneas, além de velocidade, posicionamento e tempo de resposta em tempo real entre o *Master* e os *Slaves*, a conexão do *System bus* (S-bus) se faz necessária sendo que através da conexão S-bus até 64 equipamentos podem ser conectados na configuração *Master/ Slave*. (**Figura 5**).

A conexão S-bus entre os conversores de frequência utiliza um par de fios de cobre trançados e blindados (cabo para transmissão de dados com blindagem de malha de cobre). O cabo deve atender a seguinte especificação:

- Seção transversal dos cabos: 0,75 mm² (AWG18)
 - Resistência dos condutores: 120 ohms, em 1MHz
 - Capacitância por unidade de comprimento < 40pF/m (12pF/ft) em 1 kHz.
- São adequados cabos para CANbus ou DeviceNet.

O aterramento da blindagem S-bus em ambos os lados (entre os conversores) é fundamental para evitarmos interferências no sinal provenientes do próprio conversor de frequência devido à sua frequência de chaveamento PWM de saída (**figura 6**). Esta frequência de chaveamento pode variar de 2 a 16 kHz depen-

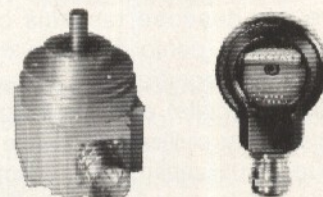


Figura 4

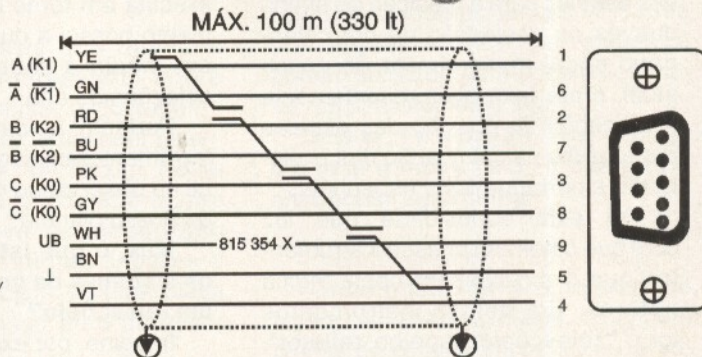
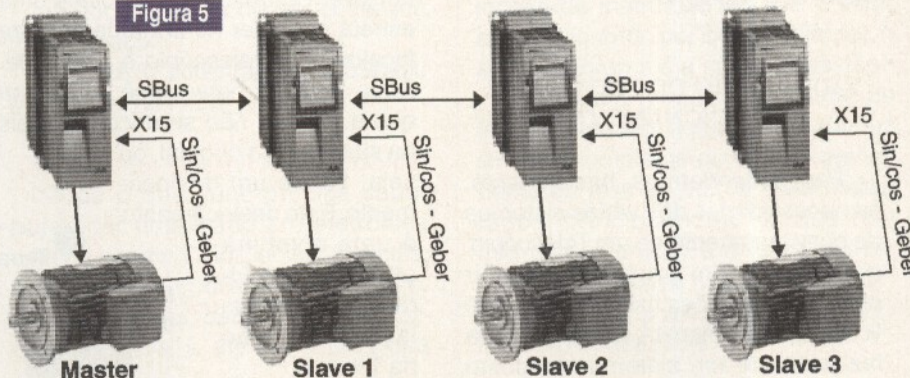


Figura 5



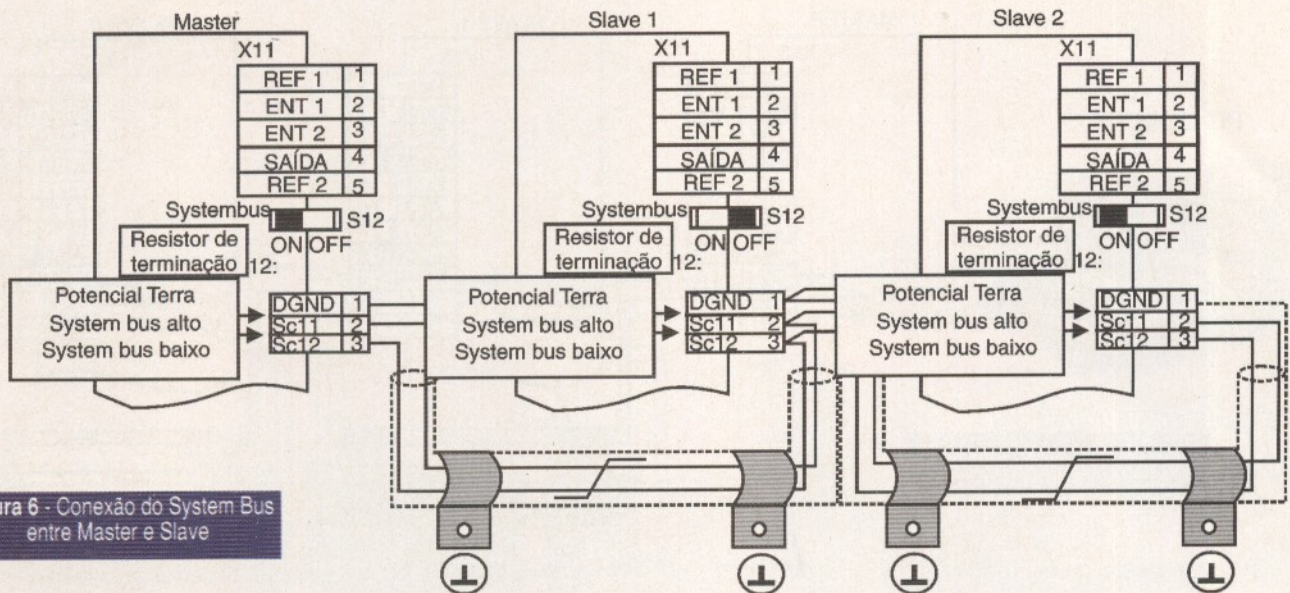


Figura 6 - Conexão do System Bus entre Master e Slave

dendo do equipamento, neste caso específico os conversores de frequência são MOVIDRIVE Compact e sua frequência de chaveamento PWM, varia de 4 a 16kHz.

A distância máxima permitida para a conexão entre Master e Slave e entre Slaves, depende da taxa de transmissão de dados (Baud) ajustada para o System bus:

- 250 kbaud 160 metros
- 500 kbaud 80 metros
- 1000 kbaud 40 metros.

O resistor de terminação deve ser ligado sempre no começo e no fim da conexão System bus para casamento de impedâncias.

Todo o sistema é gerenciado através de um CLP (Controlador Lógico Programável), que recebe as coordenadas de posicionamento da sala de controle do observatório, decodifica estas informações transformando-as em dados lógicos, os quais posteriormente são enviados, através de RS-485, para os conversores de frequência. Observe a **figura 7**.

Nos conversores de frequência as informações transmitidas pelo CLP são processadas, as quais habilitam um sistema de programação interna do conversor de frequência MOVI-DRIVE chamada *IPOS@plus*. Esta programação permite ao usuário efetuar seqüências de rotinas similares às dos CLPs (inclusive com algumas funções idênticas e nas linguagens Assembler ou C).

Em nosso caso, o *IPOS@plus* do conversor de frequência Master recebe as coordenadas da posição destino e a referência de velocidade e, a partir daí, o programa calcula o número de incrementos necessários para executar o deslocamento, otimiza a rampa de aceleração para atingir a velocidade desejada, verifica e compara os sinais do *encoder* Master com o executado pelo *encoder* absoluto do Domo, efetua a rampa de desaceleração e posiciona o Domo na posição destino, transmitindo simultaneamente as informações para os outros três Slaves através

da conexão *System bus*, a uma taxa de transmissão de dados de 500 kbaud.

Parte da programação *IPOS@plus* em linguagem C (conforme exemplo abaixo) utilizada pelos conversores de frequência, faz com que a responsabilidade do posicionamento fique integralmente com o conversor de frequência, evitando assim o excesso de responsabilidade centralizada no CLP. Na **figura 8** conexão PC-CLP-Convert. frequência.

COMO É ESTABELECIDO O PONTO INICIAL DE DESLOCAMENTO DO DOMO?

Além das informações de deslocamento, este tipo de posicionamento necessita de uma referência (também chamado de ponto zero) e, para isto, o Domo do telescópio necessitaria de um *came* mecânico fixo em um ponto pré-determinado chamado ponto zero graus.

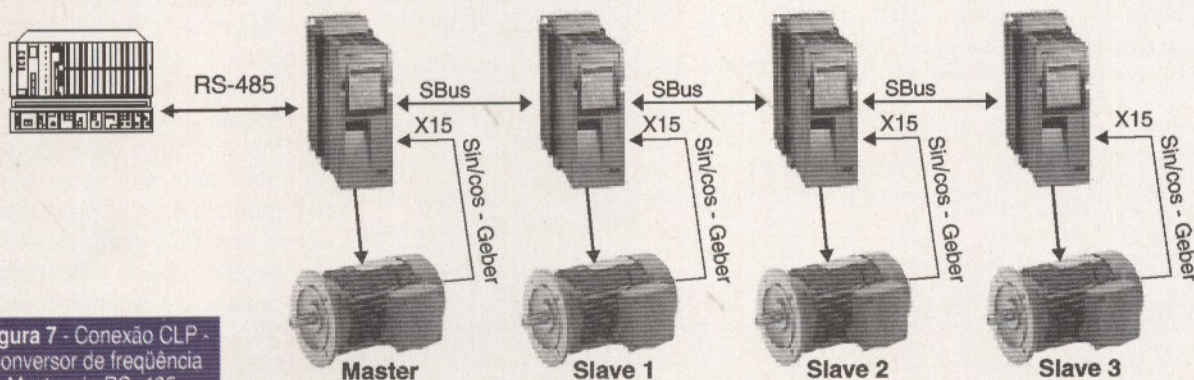
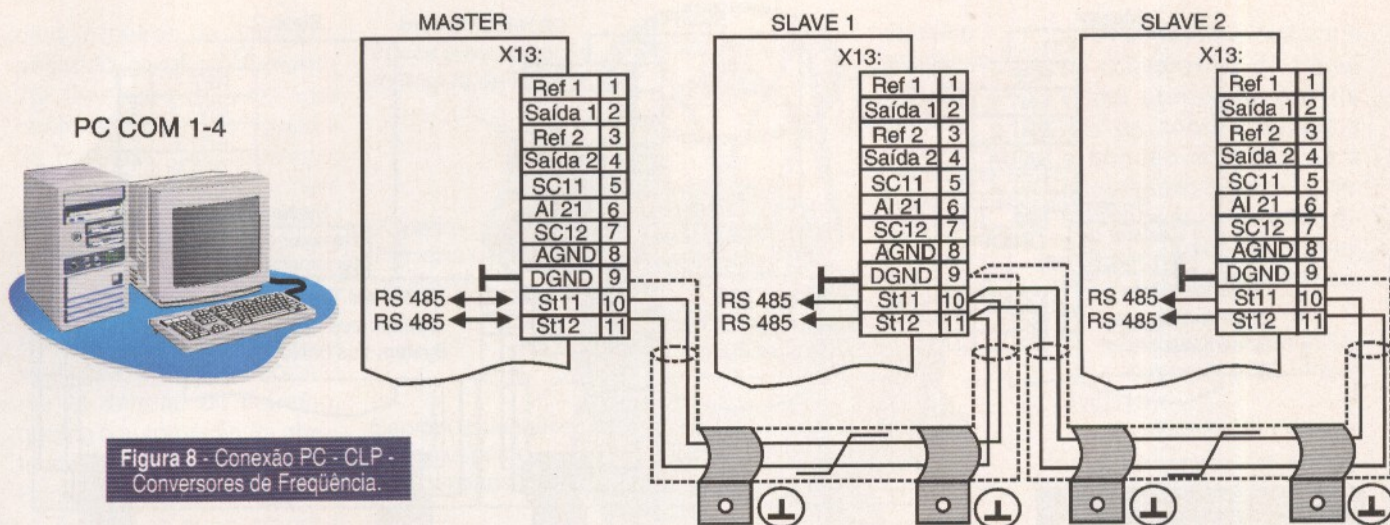


Figura 7 - Conexão CLP - Conversor de frequência Master via RS-485.



Através deste came (ponto zero) um sensor externo identifica a sua presença e compara o sinal por ele enviado ao CLP, com um sinal de referência gerado pelo *encoder*, confirmando o zeramento da coordenada. A partir daí os deslocamentos do Domo são calculados, e o deslocamento é efetivamente executado.

Devido à grande necessidade de precisão do telescópio (da ordem de 0,1°) e à necessidade da garantia do posicionamento, esse método de

referência possui algumas desvantagens. Em uma situação em que ocorra interrupção do fornecimento de energia elétrica, a posição do Domo é perdida pelo sistema com *encoder* incremental, devendo o sistema ser referenciado novamente e o procedimento descrito anteriormente, repetido. Para este tipo de aplicação não é o tempo perdido que é o mais importante, mas sim a interrupção da pesquisa.

Para assegurarmos a precisão

do posicionamento, garantirmos sua repetibilidade e evitarmos a perda da posição angular do Domo em qualquer situação (mesmo no caso de interrupção do fornecimento de energia elétrica), uma outra solução foi adotada. Foi instalado um *encoder absoluto* diretamente na circunferência do Domo, a grande diferença (vantagem) com o *encoder* incremental, é que este (*encoder absoluto*), após ajustado seu ponto zero de referência, mantém a posição real do Domo em qualquer situação, e mesmo que ocorra interrupção do fornecimento de energia elétrica, a posição do Domo não é perdida pelo sistema, sendo desnecessário o referenciamento.

CONCLUSÃO

Posicionamentos extremamente complexos acontecem não apenas nestes casos. Por exemplo, numa indústria do segmento de vidros especiais, grandes placas extremamente finas são manipuladas exigindo uma precisão absurda e com a necessidade da utilização de conversores de frequência que possibilitem a utilização de *encoder absoluto* para que, mesmo em caso de falta de energia elétrica, após seu restabelecimento a produção possa continuar sem grandes problemas. Nessas indústrias, este mesmo procedimento aqui descrito, é constantemente utilizado.

Nome do Arquivo : Telescópio SOAR
Data : 25/03/2000
Autores : Consultoria Técnica SEW - EURODRIVE

Descrição da Aplicação:

No modo automático será possível acionar o sentido desejado do domo. Após seleção, no modo automático, a domo iniciará o movimento na direção escolhida anteriormente, até alcançar o sensor de final de curso. Invertendo o sentido do domo, alcançando o outro sensor de final de curso, inicializando o ciclo novamente.

IPOS Source File

```
#include <const.h>
#include <io.h>
#define automatico (DI01) //
automático (1) / manual (0)
#define borne_CW (DI02) //
seleção do sentido, início CW
#define borne_CCW (DI03)
```

```
// seleção do sentido, início CCW
#define finCW_CCW (DI04) //
sensor final de curso, inverte sentido
p/ CCW
#define finCCW_CW (DI05) //
sensor final de curso, inverte sentido
p/ CW
#define CW (ControlWord &&
//
```

Main Function (IPOS Entry Function)

```
main()
```

```
{
```

Looping Principal

```
while(1)
```

```
{
```

```
if( Automatico )
```

```
Auto();
```

```
else
```

```
Manual();
```

```
}
```

```
}
```

Funções

USA

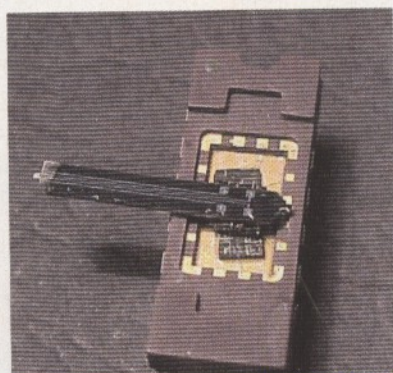


JEFF ECKERT

EM NOTÍCIAS

TECNOLOGIAS AVANÇADAS

Baterias Atômicas Podem Produzir Energia por Décadas



O protótipo usa um suporte de cobre de 2 cm de comprimento. Versões futuras fabricadas com nanotecnologia podem ser menores do que 1 mm cúbico.

Copyright © Cornell University, direitos reservados.

A miniaturização tem acontecido com sucesso, principalmente em termos de circuitos eletrônicos, mas as baterias que os alimentam têm continuado grandes e desajeitadas. No entanto, pesquisadores da Cornell University (www.cornell.edu) construíram um dispositivo microscópico que pode fornecer energia por dezenas de anos para dispositivos eletrônicos pequenos, retirando essa energia de um isótopo radioativo.

O dispositivo foi criado por Amit Lal, professor assistente de Engenharia Elétrica e Computação da Cornell, e converte a energia armazenada num material radioativo diretamente em movimento.

Ele pode movimentar as partes de um pequeno motor ou gerar eletri-

cidade de uma forma mais utilizável para diversos tipos de dispositivos de uma maneira muito melhor que as versões anteriores. Esta nova abordagem cria uma fonte de alta impedância que pode alimentar diversos tipos de circuitos.

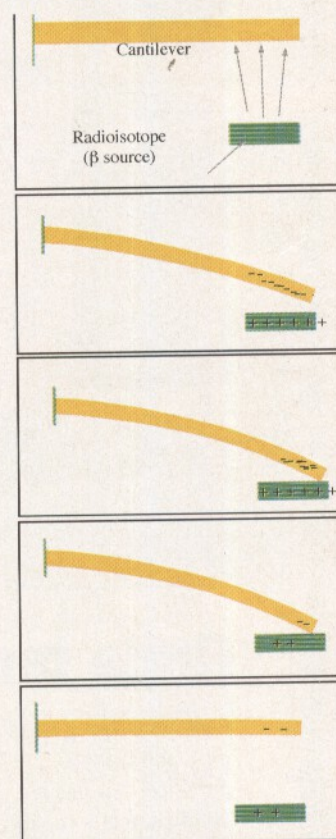
O protótipo é feito com uma tira de cobre de 1 mm de largura, 2 cm de comprimento e 60 μm (milionésimos de metro) de espessura. Ela é suportada por um filme radioativo de níquel-63 (um isótopo do níquel).

À medida em que o isótopo decai, ele emite partículas beta (elétrons) com níveis de energia muito baixos para penetrar na pele (e por isso inofensivos).

Os elétrons emitidos são coletados pela tira de cobre, gerando uma carga negativa, enquanto que o filme de níquel, perdendo elétrons, se torna positivo. A atração entre as cargas faz com que a tira se dobre. Quando o suporte se aproxima o suficiente do filme as cargas se cancelam através do fluxo de corrente. O suporte volta a sua posição normal e o processo se repete. A meia-vida do níquel 63 é da ordem de 100 anos, o que significa que a vida útil da bateria está em torno de pelo menos 50 anos. Outros isótopos podem oferecer combinações diferentes de níveis de energia e vida útil. E, diferentemente das baterias químicas, o dispositivo pode operar numa faixa muito ampla de temperaturas.

Aplicações possíveis incluem sensores para monitorar as condições de mísseis em silos, sensores para uso

em campo de batalha e dispositivos médicos implantados dentro do corpo humano. Em termos de aplicações mecânicas, o suporte móvel pode atuar diretamente sobre um dispositivo linear ou movimentar uma engrena-



Partículas beta (elétrons) liberadas de um filme fino de material radioativo são absorvidas pelo suporte gerando uma tensão negativa. O suporte é colocado em direção a um filme positivo suficientemente próximo para resultar numa corrente que equalize a carga, produzindo assim um fluxo de corrente.

Copyright © Cornell University, direitos reservados.

gem ou outro dispositivo para produzir movimentação rotativa. Um material magnético pode ser acoplado ao suporte para gerar eletricidade com seu movimento, induzindo-a numa bobina. O prof. Lal construiu versões deste dispositivo que podem gerar eletricidade pela deformação de um material piezoelétrico quando o suporte se move. Este processo também gera um pulso de RF, o qual pode excitar um LED para gerar um sinal óptico.

CIRCUITOS E COMPONENTES

Carga sem Fio Para Equipamentos Móveis

Um novo produto da MobileWise Inc. (www.mobilewise.com) é projetado para permitir operar e recarregar dispositivos móveis como *laptops*, PDAs, telefones celulares, sem a necessidade de *plugá-los* a uma fonte de energia. A tecnologia é baseada no *chipset* da empresa que consiste numa base e um adaptador, este último conectado ao dispositivo móvel, possibilitando a transferência de energia de um para o outro.



Cortesia da MobileWise Inc.

Base elétrica MobileWise com um dispositivo PDA.

De acordo com a MobileWise, o *chip* adaptador pode ser integrado externamente na maioria dos computadores *laptop* e outros equipamentos eletrônicos portáteis. Conectando diretamente a entrada de alimentação do dispositivo, ele possui um tamanho

reduzido e não necessita de qualquer alteração nos circuitos dentro do dispositivo.

A superfície plana da base parece um apoio de *mouse*. Uma vez que o MobileWise seja habilitado, qualquer dispositivo poderá ser colocado sobre a base, quando então ele poderá ser alimentado ou recarregado como se estivesse ligado à rede. A energia é enviada ao dispositivo independentemente de sua posição na base, e diversos dispositivos podem ser colocados ao mesmo para serem alimentados ou recarregados.

Chip Computador Alcança Velocidade de Gbits/s

Chips comutadores são os dispositivos que movimentam a maioria dos equipamentos de comunicação, telefones móveis, internet sem fio, arquivos de vídeo e outros tipos de sinais de comunicação que viajam através de sistemas de redes. Recentemente, a Agere Systems (www.agere.com) introduziu o que diz ser o *chip* comutador mais rápido do mundo, capaz de operar com uma velocidade quatro vezes maior do que os equivalentes que existem no mercado. O novo *chip*, chamado de "Protocol Independent Stand-Alone Switch" (PI-40SAX) comuta voz, dados e sinais de vídeo com um velocidade de 80 gigabits por segundo. Isso garante uma velocidade mínima de 50 Gb/s. De acordo com a Agere, sistemas competidores só podem alcançar a mesma velocidade colocando três ou mais *chips*. Esta redução de *chips* permite uma diminuição dos custos dos equipamentos de comunicação em perto de 70%.

O *chip* possibilita que uma rede comute simultaneamente 320 000 chamadas de dados e voz, o que é uma faixa passante suficiente para manusear as comunicações de uma cidade como Pittsburgh, na Pennsylvania. Ele pode manusear *bytes* em TDM (*Time Division Multiplex*), células ATM (*Assynchronous Transfer Mode*) e pacotes IP (*Internet Protocol*), que são as três maiores tecnologias usadas para transportar informação através de equipamentos de comunicação. O *chip* destina-se ao uso em diversos tipos de comunicações,

incluindo DSLAM, controladores de redes via rádio, roteadores, e plataformas multiserviços.



Chave PI-40SAX da Agere.

Cortesia da Agere Systems.

INDÚSTRIA E PROFISSÕES

Samuel J. Palmisano é o Novo Chairman da IBM

O quadro de diretores da IBM elegeu Samuel J. Palmisano para a posição de *chairman*, a partir de primeiro de janeiro de 2003. Mr. Palmisano vai suceder Louis V. Gerstner Jr, que se afastará da empresa e do quadro de diretores da IBM no final deste ano.

Mr. Palmisano, com 51 anos de idade, é igualmente o chefe executivo e presidente da IBM. Ele sucedeu Mr. Gerstner como CEO da IBM em março de 2002.

Ele serviu previamente como Chefe de Operações da IBM depois de passar por diversos cargos de liderança em virtualmente todas as posições de empresa.

Como graduado da Johns Hopkins University, Mr. Palmisano entrou na IBM em 1973 como representante de vendas em Baltimore, Maryland.



Samuel J. Palmisano, novo chairman da IBM (à esquerda), e Louis V. Gerstner, o CEO que deixa o cargo.

Foto cortesia da International Business Machines Corp.

TELECOMUNICAÇÃO

A Global Telecom migra para rede celular inteligente.

A Global Telecom, operadora de banda B no Paraná e Santa Catarina, finalizou o projeto de migração do sistema ATS para uma plataforma de rede inteligente NGIN (*Next Generation Intelligent Network*). A tecnologia, desenvolvida pelo Grupo Portugal Telecom - do qual a telco faz parte juntamente com a Telesp Celular - está sendo voltada, no primeiro momento, para os clientes pré-pagos da operadora e que representam cerca de 70% da sua base de assinantes.

Ao todo, a telco investiu cerca de R\$ 15 milhões no projeto, dos quais R\$ 7 milhões em infra-estrutura e R\$ 8 milhões em licenças, serviços e treinamentos. A plataforma será integrada à rede da Telesp Celular, em São Paulo, que já atua há três anos com a NGIN atendendo a uma média de 4,5 milhões de assinantes.

Entre as principais novidades oferecidas pela nova plataforma estão a possibilidade de tarifação por pacotes de serviços, bem como tornar disponíveis todos os serviços para os assinantes na Internet.

A BCP diz que os usuários não estão prontos para 3G.

O vice-presidente de operações da BCP Telecomunicações, Carlos Boschetti, acredita que a chegada da terceira geração da telefonia celular deve levar de três a cinco anos para chegar ao Brasil. Enquanto isso, o mercado continuará a ser dominado pelos serviços tradicionais. "Hoje 99,9% da receita das operadoras vem de voz e isso só vai mudar quando houver demanda" afirma o vice-presidente.

O executivo da BCP defende que a migração para a terceira geração tem que ir ao encontro do modelo de negócios de cada operadora. "Os fabricantes estão histéricos para migrarmos logo, mas meus clientes não precisam de dados e, quando precisarem, poderá ser melhor irmos direto ao 3G, não sei se iremos passar pelo 2,5G", explica Boschetti.

A BCP disponibiliza o WAP para 10 mil clientes em todo o Brasil, mas a plataforma suporta 500 mil. Como os custos são altos para manter a baixa quantidade de clientes, a empresa não quer cair no mesmo erro com o GSM ou o CDMA, e, portanto, vai esperar a estabilização do mercado para decidir sobre a migração. "Não vamos investir sem demanda, e o público que quer o 3G é tecnologicamente fashion, o que está longe do nosso padrão", conclui.



A Samsung prepara o celular mais fino do mercado.

Com o objetivo de desenvolver o celular mais fino do mercado, a Samsung firmou uma parceria com a Liquidmetal Technologies, fornecedora dos visores utilizados nos telefones móveis. O novo modelo, DCH-X199, será lançado inicialmente na China em parceria com a operadora móvel China Unicom.

A Liquidmetal fornecerá à Samsung um componente para visores de cristal líquido com dimensões extremamente reduzidas, possibilitando a diminuição do tamanho do visor e, conseqüentemente, do aparelho.

A Qualcomm anuncia solução multimídia para CDMA2000 1X.

Como parte dos esforços de firmar sua posição no mercado CDMA, a Qualcomm coloca no mercado o sistema MSM6100. Trata-se de uma solução multimídia de *modem* para estações móveis compostas por *chipset* e *software* voltados a equipamentos no padrão de terceira geração CDMA2000 1X. O *chipset* MSM6100 integra as tecnologias Launchpad, da Qualcomm, o que permite aos telefones celulares suportarem JPEG e uma interface dedicada com módulo de câmera. O equipamento ainda oferece decodificação de vídeo MPEG-4 possibilitando a criação de videocliques, bem como suporta áudio em MP3, acelerador de gráficos 2D e 3D, capacidade Bluetooth, entre outras aplicações.

A TVA anuncia novo modelo de contratação de banda.

A partir do próximo mês, a TVA começa a comercializar um serviço de compra de largura de banda, chamado de *pay-per-band*. Com ele, o usuário pode contar com velocidade superior à contratada inicialmente, pelo tempo que quiser. O objetivo é atender às necessidades do assinante em baixar arquivos mais pesados ou que precisem de uma conexão maior em determinado dia.

Segundo Kunio Ohara, diretor de Engenharia de Redes e TI da operadora, os contratos podem ser feitos com *links* de até 2 MB, por períodos que começam de uma hora em diante. O volume de investimento realizado na infra-estrutura não foi revelado e a TVA ainda está definindo os preços que serão cobrados. O sistema poderá ser contratado pelo *site* da operadora ou pelo serviço de atendimento ao cliente, via telefone.

O Brasil espera crescimento das WLANs de acesso público.

Navegar na Internet em velocidades altíssimas e ter acesso aos sistemas corporativos por meio de um *notebook* na sala de espera do aeroporto, ou então, aproveitar a fila do cinema para, via PDA, checar os *e-mails*. Essas são algumas das aplicações possibilitadas pelas redes locais sem fio de acesso público, ou seja, as WLANs públicas.

Ainda com baixíssimo nível de implementação no Brasil, as WLANs de acesso público vêm caindo no gosto dos norte-americanos. Suas principais vantagens em relação às aplicações de comunicação de dados em redes celulares são a velocidade - que pode chegar a 11 Mbps, enquanto as de 2,5G permitem até 144 kbps - e o fato de a maior parte dos dispositivos móveis já terem componentes de conectividade integrados.

Mas, enquanto os norte-americanos já perceberam e começam a aproveitar-se desses benefícios das redes *wireless* de acesso público, as iniciativas no mercado brasileiro continuam incipientes. Entre as barreiras para a consolidação das WLAN de acesso público no País, o fator que parece ter mais importância é a falta de um modelo de negócio definido.

Porém, o modelo de negócio não é o único ponto a ser resolvido pelas empresas que pretendem oferecer esse tipo de serviço. O preço dos equipamentos é outro fator apontado pelos fornecedores, que vêem esse como um dos principais impedimentos para que os provedores decidam investir na novidade. Outro desafio que será encontrado pelas prestadoras do serviço será a competição com as operadoras móveis, que cada vez mais vêm investindo nas aplicações de dados.

A Intel monta laboratório wireless na USP.

Representantes da Intel assinaram em outubro passado um convênio com a Universidade de São Paulo para montar seu primeiro laboratório multimídia sem fio do País. O "Wireless Competence Network" (WCN) vai funcionar dentro do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica da USP e os alunos poderão aproveitar os recursos a partir do ano que vem. Além da USP, uma parceria similar com a Unesp e outras entidades de ensino superior está prevista para 2003.

O convênio entre a iniciativa privada e Universidade pretende promover a tecnologia sem fio para meios eletrônicos interativos via Internet, usando dispositivos baseados em equipamentos com infra-estrutura Intel e 802.11, além de conexões GSM/GPRS e aparelhos de última geração. Na prática, a USP irá desenvolver seus projetos e a Intel poderá solicitar que o laboratório desenvolva aplicativos específicos.

A escolha do tema *wireless* foi feita por ser uma tecnologia inclusiva e com uso que é cada vez mais freqüente em dispositivos, com custo menor. A Intel desenvolve projetos de educação desde 1999 no Brasil em três áreas: ensino superior (que fica com 60% da verba), programas para ensino fundamental e médio (25% dos recursos) e para a comunidade carente (15% dos recursos). Segundo o gerente, a companhia investe aproximadamente US\$ 100 milhões em projetos de educação, por ano, em todo o mundo.

A Qualcomm desenvolve chip dual mode.

A Qualcomm acaba de anunciar mais um *chipset* que visa o aumento da interoperabilidade entre tecnologias de comunicação móvel. Trata-se da linha MSM6300, pacote de *chips* e *software* de sistema que integra um *transceiver* (para recepção e transmissão) GSM ao *chip* transmissor CDMA, permitindo a criação de aparelhos *dual-mode*.

De acordo com Don Schrock, presidente da Qualcomm CDMA Technologies, a principal aplicação dos dispositivos será a possibilidade de *roaming* entre redes CDMA, GSM e GPRS. "A integração na família MSM 6xxx representa uma evolução natural em nossa linha de produtos", declara o executivo.

O *chipset* conta ainda com a tecnologia de localização "gpsOne" e os recursos da tecnologia ZIF, da Qualcomm. Apresenta também compatibilidade com BluetoothT, MP3 Player QtunesT, software multimídia Compact Media Extension (CMTX) em MIDI e com os recursos da plataforma BREW.

A Microsoft entra no mercado de softwares para celulares.

Até o final do ano, o software de aplicações *wireless* para telefones móveis da Motorola deverá estrear no mercado. A primeira operadora a oferecer celulares dotados do produto, intitulado Smartphone 2002, será a Orange, operadora da France Telecom que atua na Inglaterra. De acordo com Stuart Jackson, porta-voz da telco, a idéia é expandir o lançamento para outros países da Europa em alguns meses.

Definição da TV digital só ocorrerá no final de 2003.

Em entrevista coletiva realizada durante a 10ª edição da Feira e Congresso ABTA 2002, o presidente da ANATEL, Luiz Guilherme Schymura, lembrou que a questão da TV digital ainda deve ser muito discutida. "Recebi informações dos fornecedores de que os padrões evoluíram e trazem novos recursos. Por isso, temos que realizar os testes e esperar o comportamento do mercado", avalia Schymura.

Ainda de acordo com ele, a ANATEL está se reunindo com os representantes dos padrões americano, japonês e europeu para iniciar as avaliações. "Pretendemos começar o mais rápido possível. Agora é questão de dias", adianta o presidente ao anunciar que o teste deverá começar no próximo mês.

Apesar da demora para o início da avaliação, cujo resultado deverá chegar às mãos da agência em março do próximo ano e estender a decisão para o final de 2003, os estudos sobre o modelo de negócios e contrapartida não irão sofrer alteração no cronograma.

Especialista diz que Brasil deve adotar padrão americano na TV Digital.

O professor Dalton Soares Arantes, do departamento de Engenharia Elétrica da Unicamp, participou - juntamente com o CPqD (Centro de Pesquisa de Desenvolvimento em Telecomunicações), Set-Abert (Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão) e Mackenzie - tanto da metodologia quanto da análise dos testes dos três padrões de TV digital que podem ser adotados no Brasil. Com base na experiência, o especialista afirma que se tivesse de decidir hoje, o ATSC, norte-americano, seria o padrão mais indicado para o País.

"O sistema de modulação americano, o 8VSB, transmite sinais de até 19,3 megabits por segundo e tem a flexibilidade de transmitir até quatro programas ao mesmo tempo", diz o professor. "Além disso, opera na mesma faixa de frequência utilizada no padrão analógico brasileiro, em 6 MHz", acrescenta.

A vantagem da multiprogramação é que uma emissora pode escolher se vai transmitir um espetáculo ou uma partida de futebol em alta definição, ou ainda quatro programas diferentes com definição padrão.

Já as vantagens dos sistemas japonês, o ISDB-T, e europeu, DVB-T, é que eles permitem a recepção em sistemas móveis, só que a qualidade também cai. "Não faz sentido sacrificar a definição somente para ter uma recepção móvel, que apesar de ser possível em teoria, não respondeu bem aos testes, além de ser mais cara", conclui Arantes. Por outro lado, os americanos estão testando evoluções para oferecer mobilidade também para atender o mercado brasileiro, que está bastante atento para este ponto.

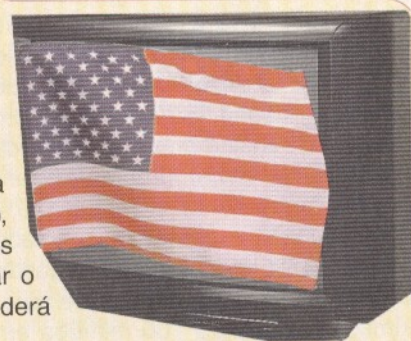
Para alavancar a indústria, o modelo de negócios deverá estar centrado para a fabricação de monitores de alta definição. A Europa não optou por este modelo, apenas pelo *set-up-box*, que faz a codificação dos sinais. Como nos Estados Unidos existe a tela de alta definição, este também é um ponto positivo para se adotar o modelo americano. "Com o mesmo padrão em todas as Américas, o Brasil poderá exportar monitores para todo o continente", destaca o professor da Unicamp.

A Lucent testa protótipo de chip para nova rede 3G.

O braço de pesquisa e desenvolvimento da Lucent Technologies, Bell Labs, divulgou a criação de dois protótipos de *chips* para equipamento móveis que operam com a tecnologia de redes sem fio com múltiplas entradas e saídas, batizada de BLAST. Na prática, essa infra-estrutura, desenvolvida pelo próprio Bell Labs, permite diversas transmissões *wireless*, dentro de uma mesma frequência de banda.

Os *chips*, que devem ser adaptados aos diversos padrões de tamanho e consumo de energia da indústria, têm o intuito de demonstrar que a BLAST é viável comercialmente. No teste inicial, os protótipos permitiram velocidade máxima de 19,2 Mbps na recepção de dados em uma rede de terceira geração. Até hoje, a mais rápida em 3G chegou a cerca de 2,5 Mbps.

A BLAST utiliza múltiplas antenas de terminal e bases para enviar e receber sinais *wireless* em altíssimas velocidades, permitindo aumentar a velocidade de dados para conexão em *notebooks* e PDAs. No caso dos *chips*, um é voltado a enviar o sinal e o outro é destinado a decodificar as informações, o que, segundo a fabricante, irá permitir que as operadoras móveis ofereçam melhor qualidade, mais velocidade nos serviços de dados para um número substancialmente maior de clientes do que hoje é possível com a atual tecnologia de 3G.



LEITORES DE "SMART CARDS"



Os *Smart Cards* estão se tornando cada vez mais usuais no mundo atual. Cartões de crédito, cartões de banco, cartões de acesso a áreas restritas ou a dados de um equipamento, são alguns exemplos das aplicações dessa tecnologia, que coloca num simples cartão um circuito eletrônico que lhe agrega inteligência e recursos que o torna extremamente

útil e seguro. No entanto, para que se tornem seguros é preciso pensar num aspecto que abordamos nos últimos artigos desta série: "segurança embutida". Justamente com esse enfoque, a Infineon Technologies possui uma linha de produtos dirigida para o uso em *Smart Cards*, dos quais falaremos neste nosso artigo. Quais são os tipos de leitores de "*Smart Cards*", quais padrões devem seguir, e como deve ser o seu interfaceamento com os dispositivos externos, constituem os temas a serem tratados aqui.

Newton C. Braga

Uma grande parte do *E-commerce* e de muitas transações que envolvem meios eletrônicos utilizam-se das tecnologias dos sensores "Finger Tip" e dos *Smart Cards*. Conforme vimos nos artigos anteriores desta série, a garantia de segurança no uso desses recursos modernos envolve a utilização de segurança embutida.

Componentes especialmente projetados para agregar níveis de segurança compatíveis com a utilização dessas novas ferramentas do mundo moderno devem ser empregados.

Para o caso específico dos *Smart Cards*, devemos pensar em sua utilização em diversos tipos de atividades que são sensíveis ao ataque, principalmente quando envolvem transações financeiras ou o acesso à informação sensível de uma pessoa ou empresa.

Os "leitores de *Smart Cards*", tanto quanto os *chips* que são colocados nos próprios cartões, devem ter recursos para a utilização segura nos seguintes casos:

- Acesso lógico a um PC como, por exemplo, a uma estação de trabalho.
- Acesso físico, por exemplo, para a abertura de uma porta a um local de acesso restrito.
- Transações financeiras via Internet, por exemplo, nas aplicações envolvendo *Home Banking*.
- Correspondência por *E-mail*, por exemplo, usando assinaturas digitais na transferência de documentos.

· Movimentações de dinheiro, por exemplo, no GeldKarte (*).

(*) GeldKarte é um sistema usado na Alemanha, que permite o emprego de um *Smart Card* praticamente para qualquer tipo de transação, desde a retirada de dinheiro e pagamento de contas até investimentos.

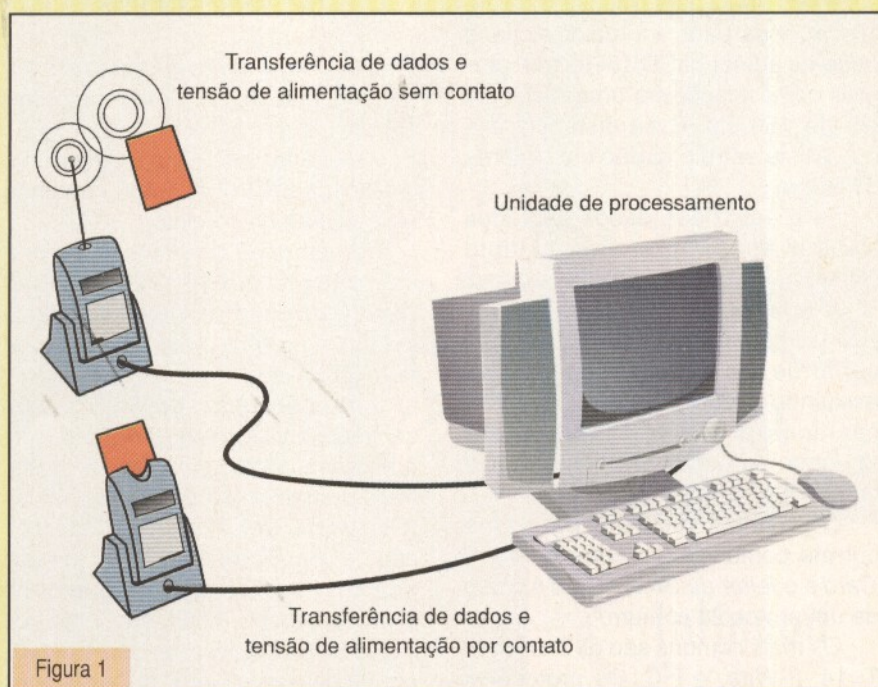
OS TIPOS DE SMART CARDS

Há dois tipos básicos de leitores de *Smart Cards*. Eles diferem na maneira como a conexão entre o cartão e o

leitor é feita. Os dois tipos, mostrados na **figura 1**, são os seguintes:

· Transferência de dados e tensão de alimentação por contato

O contato elétrico para a transferência de dados e passagem da alimentação é obtido inserindo-se o cartão no slot do leitor de *Smart Card*. Esse leitor pode ser conectado como um periférico, um dispositivo interno ao PC, uma extensão do teclado, um cartão PCMCIA ou mesmo pode ser montado distante do equipamento. Os modelos disponíveis de leitores desse



tipo são bastante compactos, podendo ser utilizados de formas diferentes.

Transferência de dados e tensão de alimentação sem contato elétrico

Nessa tecnologia, o *Smart Card* é colocado bem próximo de um dispositivo apropriado de leitura. A distância entre ele e o dispositivo pode chegar até 10 cm (ISO 14443) ou 150 cm (ISO 15693), dependendo de qual padrão de conexão seja usado na aplicação específica. O leitor deve utilizar a mesma frequência e ter um processador compatível, além do mesmo protocolo.

A antena é uma bobina embutida no plástico do *Smart Card* e não é visível. Ela não só serve para transferir os dados, mas também a energia que irá alimentar os circuitos. Tanto o *Smart Card* como o seu leitor se comunicam numa frequência de 13,56 MHz. Essa frequência é escolhida para estar na faixa ISM (Industrial, Científica e Médica) e seu uso é regulamentado pelo padrão ISM.

OS PADRÕES

Para assegurar portabilidade, os leitores de *Smart Cards* devem aderir a certos padrões. O padrão mais comum é o ISO 7816. Para operação sem contato, o padrão adotado pode ser o ISO 14443 para distâncias de até 10 cm, mas para um maior alcance pode-se adotar o ISO 15693 que permite comunicações a uma distância de até 150 cm. Essa distância é a que existe entre o cartão e o sistema de leitura.

Para envio dos dados captados até a unidade de processamento existem diversas possibilidades.

A forma mais comum é aquela que utiliza a porta paralela ou porta serial de um computador, não se excluindo o uso da USB. O interfaceamento PCMCIA também está tornando-se bastante popular neste tipo de aplicação.

O principal requisito para uma correta comunicação entre o *Smart Card* e o leitor de *Smart Card* é o uso de um protocolo comum.

Os mais comuns são os T=1, T=0, T=14, 2-Wire, e I²C. Os protocolos

T=1 e T=0 são definidos no padrão ISO 7816-3.

Os leitores de *Smart Cards* também podem diferir quanto ao grau de inteligência.

Os mais simples apenas lêem os dados e os enviam à unidade de processamento via a interface de dados. Um LED apenas sinaliza, avisando o estado do envio dos dados.

O Comitê Central de Crédito da Alemanha (ZKA - *Zentraler Kredit-Ausschuss des Deutschen Kreditgewerbes*) divide os leitores de *Smart Cards* em três categorias. Essas classes definem um certo grau de segurança.

O ITSEC vai além, e divide os leitores de *Smart Cards* em seis categorias ou níveis.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O leitor de *Smart Card* deve ser alimentado com uma tensão de 5 V. Ele pode obter essa tensão de uma bateria interna ou do próprio PC no qual está conectado.

As tensões de operação do circuito interno do *Smart Card* variam bastante. O SLE 66C320P, da Infineon, que é um *chip* que inclui segurança, por exemplo, pode operar com tensões de 2,7 V a 5,5 V.

AS INTERFACES DOS LEITORES DE SMART CARDS

Duas interfaces primárias deve ser encontradas num leitor de *Smart Cards*:

- A interface do *Smart Card* que é localizada dentro do leitor, contendo uma antena ou conector.

- A interface da unidade de processamento que conecta o *Smart Card* à unidade de processamento, por exemplo, uma aplicação que roda num PC.

Antes do leitor de *Smart Card* ser reconhecido como um periférico, é necessário instalar um *driver* no sistema operacional (OS). A maioria dos leitores de *Smart Cards* modernos são do tipo *Plug'n Play*, e são fornecidos com drivers para a plataforma Windows, da Microsoft, enquanto que sistemas alternativos também existem, operando com o Linux, por exemplo.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de produtos que envolvam o emprego de *Smart Cards* deve levar em consideração produtos específicos que tanto atendam os requisitos dos padrões internacionais quanto os de segurança no nível em que a sensibilidade dos dados envolvidos exige.

A Infineon Technologies possui uma ampla linha de produtos que vão dos *chips* às plataformas de desenvolvimento.

Os nossos leitores que trabalham no desenvolvimento desses produtos devem procurar informações mais completas no "Security Solutions, Handbook" da Infineon, no qual nos baseamos para elaboração deste artigo e que pode ser baixado, no formato PDF, a partir do *site* da empresa em www.infineon.com ou www.silicon-trust.com.

O leitor também poderá ter uma idéia dos produtos desenvolvidos com base na tecnologia da Infineon visitando os sites de empresas como a Omnikey (www.omnikey.com) ou a Towitoko (www.towitoko.com). Veja as figuras 2 e 3, abaixo.



Figura 2 CardMan 2020, da OmniKey, para a leitura de *Smart Cards* com uma interface serial e baseado na tecnologia Infineon.



Figura 3 Chipdrive Extern 330 da TOWITOKO, leitor de *Smart Card* usando tecnologia Infineon.

ELETRÔNICA

Sistema de Carga de Baterias não Precisa de Conectores

Power Without Wires ou *PowerWow* (Energia Sem Fio) é o nome do novo dispositivo que pode carregar baterias sem a necessidade de conexões por meio de fios. Para ser usado em *notebooks* e equipamentos de comunicações, ele pode carregar qualquer dispositivo que seja colocado sobre sua plataforma, uma espécie de "tapete" que induz a energia para o dispositivo a ter a bateria carregada. O sistema pode carregar diversos dispositivos ao mesmo tempo com especificações de tensão até 30 V cada um e uma potência total de até 240 watts.

O *PowerWoW* consta de um *chipset* de controle que é colocado em contato com a base e um *chip* adaptador que é instalado no dispositivo portátil cuja bateria deve ser carregada. A base é coberta de contatos elétricos que sentem uma carga potencial e enviam energia. O dispositivo pode detectar a diferença entre um objeto de metal e o *chip* sensor, só enviando energia para o ponto em que ela é necessária. O *chip* do dispositivo ainda fornece informações como a identificação do dispositivo, intensidade da corrente que deve ser usada na carga, além de outras. O importante nele é que para a recarga de qualquer dispositivo não se tem mais a preocupação em conhecer a rede de energia empregada e outras características de circuitos de carga que variam de país para país.

O preço do dispositivo também é muito baixo, custando 3 dólares a base e 1 dólar o *chip* adaptador.

Mais informações na MobileWise de Los Altos CA cujo site é:

<http://www.mobilewise.com>

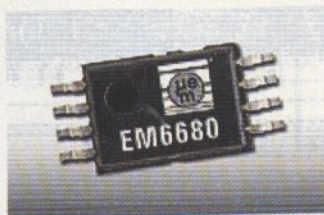


Microcontrolador de Uso Geral é o Menor de Todos

Este dispositivo de consumo muito baixo é ideal para aplicações alimentadas por bateria. O EM6880 é um microcontrolador de uso geral em invólucro TSSOP de 8 pinos. Considerado o menor disponível, ele mede metade dos equivalentes em invólucros SO-8. Fabricado com tecnologia CMOS, é ideal para aplicações alimentadas por bateria. O dispositivo opera com tensões de 1,2 a 3,6 V e consome 4, 3,5 e 18 μ A respectivamente nos modos ativo, *standby* e *sleep* com alimentação de 3 V numa frequência de 32 kHz. O dispositivo inclui um conversor A/D de 4 bits, uma memória mascarável ROM de 3 kbytes, uma RAM de 80 x 4 bits, uma porta interna RS-232 e um oscilador de 800 kHz, além de *power-on reset*, *timer watchdog* e um contador-timer up/down de 10 bits.

Mais informações no site da EM Microelectronic-US:

<http://www.emmicroelectronic.com>



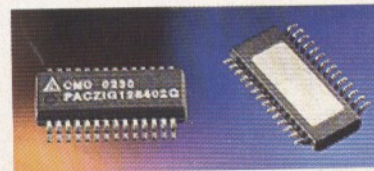
Filtro Contra EMI Protege Portas Paralelas até 3 GHz

A proteção PACZIG11284 é um módulo para portas paralelas, sendo considerado o primeiro a fornecer proteção numa faixa de 100 MHz a 3 GHz. Os blocos de proteção da faixa superior evitam interferências de fontes de sinais como Bluetooth, USB 2.0, IEEE 1394, serial ARA e sinais de *clock* irradiados de CPUs de alta velocidade, especialmente aqueles que aparecem em acoplamentos cruzados devido à presença de conectores nas proximidades.

O dispositivo é fornecido em invólucro QSOP-QB de 28 pinos e contém um contato na parte inferior para aterramento dos componentes dos filtros internos. Essa abordagem, utilizando-se um adesivo condutor para conectar a pastilha interna ao barramento de terminais, elimina a indutância que poderia limitar a faixa de proteção do filtro.

As especificações incluem um pino de conexão para proteção ESD até 30 kV, pino de entrada com proteção ESD até 8 kV, nível de rejeição de 32 dB, uma tensão de alimentação de 8,3 V e é disponível com resistores *pull-up* de 2,2 k ohms ou 4,7 kohms internos. Mais informações na California Micro Devices site:

<http://www.calmicro.com>



Giroscópio Num Único Chip

Baseado em MEMS, o dispositivo integra tanto um sensor de relação angular quanto funções de processamento de sinal. Medindo apenas 7 mm x 7 mm x 3 mm, o giroscópio ADXRS é o primeiro disponível comercialmente que possui o sensor e o circuito de processamento integrados num único *chip*. Além disso, a empresa afirma que ele é o menor, mais preciso e econômico quando comparado com dispositivos semelhantes.

Fabricado usando-se o sistema integrado "Micro Electro Mechanical System" (iMEMs) - um processo de montagem de microdispositivos mecânicos em superfície - o componente fornece um sinal estável mesmo na presença de ruídos mecânicos de até 2000 g, numa



ampla faixa de frequências de operação. Duas versões estão disponíveis: ADXRS300 com faixa de 300°/s e ADXRS150 com 150°/s. As correntes de consumo são da 5 mA com 5 V de alimentação.

Mais informações na Analog Devices, Wilmington, MA:

<http://www.analog.com>.

Capacitores Eletrolíticos Híbridos da Nic Components



Com tecnologia Sólido & Líquido, os capacitores de alumínio de Baixa ESR com terminais radiais se caracterizam pelo baixo custo. Os novos eletrolíticos são fabricados com uma combinação de polímeros sólidos e eletrólito líquido para reduzir as características de ESR e aumentar a relação de *ripple* de modo a se aproximar das características dos eletrolíticos líquidos. A série SSPER tem uma impedância de apenas 0,012 ohms com altas correntes de *ripple* (até 2,34 Arms). A faixa de valores disponíveis vai de 330 µF a 1000 µF com +/- 20% de tolerância na capacitância e tensões de 4 a 10 Vdc. Os tamanhos são de 5 mm x 11,5 mm e 10 mm x 12,5 mm, o que os torna ideais para aplicações como conversores dc/dc, reguladores de tensão, comutadores, etc. Mais informações no *site* da Nic Components em: <http://www.niccomp.com>. A NIC possui representante em São Paulo.

Lançamento da Nova Família de Microcontroladores Motorola

A Motorola Semicondutores, lançou em novembro a nova família de microcontroladores HC08 de 8 pinos que foi projetada no Brasil

em Jaguariúna (São Paulo). Na foto vemos alguns membros do Design Center BSTC (Brazil Semiconductor Technology Center).



A partir da esquerda, vemos Armando Gomes (gerente do BSTC), Artur Oliveira (gerente do grupo de microcontroladores de 8 / 16 bits), Cesar Duenas (gerente do grupo de microcontroladores de 32 bits), Narciso Sabattini (gerente do grupo de microcontroladores de 32 bits & Core CPU 08) e Ivan Nascimento (gerente do grupo de projetos Analógico/Standard)

COMO FUNCIONAM OS CONVERSORES

A/D

Parte 2

Na primeira parte deste artigo vimos o que eram as grandezas analógicas e digitais, e como a conversão de um tipo em outro podia ser feita. Vimos, na ocasião, de que modo o número de bits usado na representação digital de uma grandeza estava relacionado com sua precisão. Nesta segunda parte de nosso artigo, continuaremos analisando as tecnologias aplicadas nos conversores A/D, além de abordarmos sua utilização na prática.

Newton C. Braga

CONVERSOR DE APROXIMAÇÕES SUCESSIVAS

Na **figura 1** apresentamos um diagrama de blocos que representa este tipo de conversor e pelo qual faremos a análise de seu funcionamento.

Conforme podemos observar, o que diferencia este circuito do anterior é a troca do contador por um registrador de aproximações sucessivas, que o torna muito mais rápido, não apenas reduzindo os tempos de conversão mas uniformizando-os, ou seja, igualando-os independentemente do ponto da escala em que o sinal de entrada se encontre.

O sinal aplicado a entrada é retido pelo circuito de amostragem e retenção, colocado na entrada do compa-

rador e ao mesmo tempo dispara o circuito de *clock* do setor de conversão digital.

Ao iniciar a conversão, o registrador de aproximações sucessivas começa colocando em 1 o bit mais significativo (MSB) da saída, aplicando este sinal no conversor D/A.

Se, com este procedimento, a tensão aplicada pelo conversor D/A à entrada de referência do comparador for maior que a de entrada, isso será um sinal de que o valor que este bit representa é maior que aquele que se deseja converter.

O comparador informa isso ao registro de aproximações que, então, volta o MSB a zero e coloca o bit que o segue imediatamente em 1. Uma nova comparação é feita. Se agora

o valor da tensão for menor que o de entrada, este bit é mantido, e testa-se o seguinte, colocando em 1. Se novamente o valor for ultrapassado, o comparador informa isso ao registro e o bit volta a zero passando o seguinte a 1, que é testado.

Quando todos os bits forem testados, teremos na saída do registro um valor binário muito próximo do desejado, dependendo da resolução do circuito.

Testando-se todos os bits dessa forma, a conversão se torna muito rápida, uma vez que não será preciso esperar a contagem até o final, conforme mostra o gráfico da **figura 2**. Veja que, enquanto em um conversor de 8 bits pelo método de rampa em escala é preciso esperar a contagem até 256, neste conversor é necessário esperar que apenas 8 testes e comparações sejam feitos. O circuito equivalente é, portanto, 32 vezes mais rápido.

CONVERSORES DE RAMPA ÚNICA

Este tipo de conversor se enquadra em uma nova categoria que são os que utilizam integradores, sendo mais simples que os anteriores pois não precisam de conversores D/A. Os voltímetros digitais, em sua maioria, empregam circuitos deste tipo.

Na **figura 3** temos um diagrama

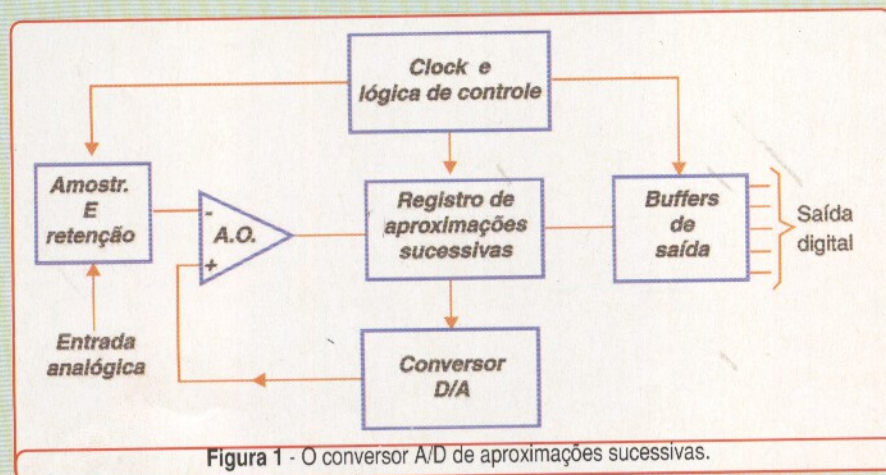


Figura 1 - O conversor A/D de aproximações sucessivas.

de blocos que corresponde a um conversor deste tipo, e que serve de referência para nossa análise de funcionamento.

O sinal analógico retido do circuito de amostragem e retenção controla também um interruptor que aciona um integrador. A tensão do integrador e a tensão amostrada são aplicadas, ao mesmo tempo, no comparador. No instante em que tudo isso ocorre, um contador entra em funcionamento, produzindo uma saída digital progressiva.

O integrador está ligado a uma fonte de tensão de referência de tal forma que a tensão em sua saída sobe linearmente até se igualar à tensão amostrada. No instante em que isso acontece, pára a contagem.

A velocidade de subida da tensão na saída do integrador determina a taxa de conversão, juntamente com a contagem. Faz-se com que na faixa de operação do integrador, esta tensão suba linearmente, e a frequência do *clock* contada pelo contador corresponda digitalmente aos valores da grandeza a ser convertida.

Por exemplo, se tivermos um contador de 8 bits (até 256), faz-se com que a tensão do integrador suba de um extremo a outro da escala de tensões analógicas de entrada em um tempo que corresponda a 256 ciclos de *clock*.

Quando a contagem for paralisada, ao se obter o valor digital, este poderá ser aplicado à saída do circuito. Na **figura 4** temos as formas de onda deste circuito.

CONVERSORES DE DUPLA RAMPA

Outro tipo que apresenta um desempenho melhor que o anterior é o "conversor de rampa dupla", cujo diagrama de blocos é ilustrado na **figura 5**. Nesse circuito, o sinal amostrado e o sinal de uma fonte de referência são chaveados pelo *clock* de controle e aplicados à entrada de um circuito integrador.

A rampa gerada pelo sinal da entrada é negativa, enquanto que a rampa gerada pelo sinal de referência é positiva. Como as duas são chaveadas, a rampa final terá uma inclinação que dependerá das duas. Como uma é fixa, e a outra corres-

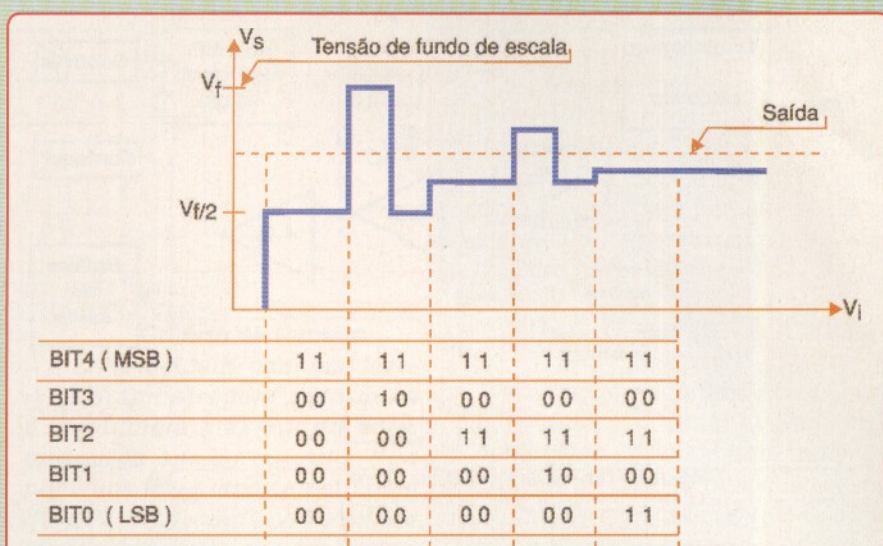


Figura 2 - Processo de aproximações sucessivas.

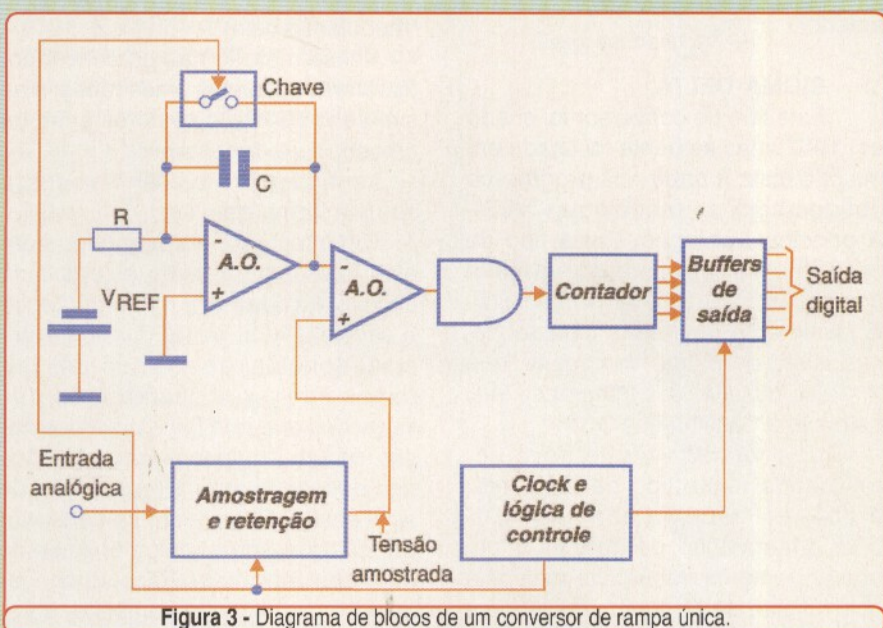


Figura 3 - Diagrama de blocos de um conversor de rampa única.

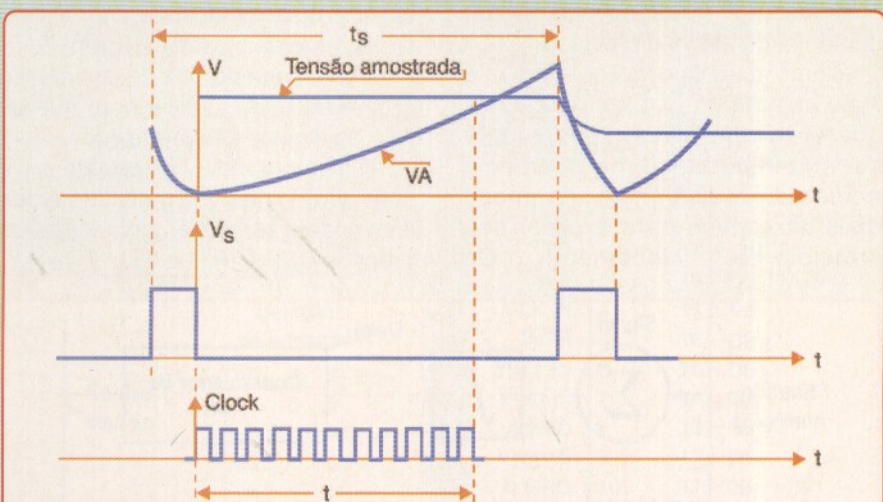


Figura 4 - Formas de onda em um conversor de rampa única.

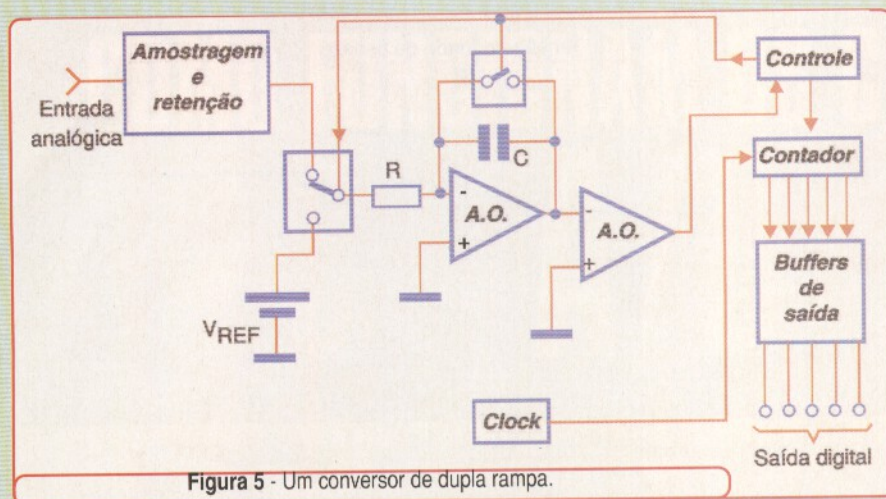


Figura 5 - Um conversor de dupla rampa.

ponde ao sinal de entrada, pode-se usar o sinal de saída para chavear o contador. A partir do contador, o funcionamento é como no tipo anterior.

SIGMA-DELTA

Este tipo de conversor foi criado em 1962, mas somente foi usado em maior escala a partir dos progressos obtidos com as tecnologias VLSI. A principal vantagem deste tipo de conversor é a sua operação, na maior parte do circuito, feita da forma digital. É justamente por essas características, além de outras vantagens, que torna-se possível sua integração fácil na mesma pastilha dos DSPs.

Outra vantagem que deve ser ressaltada neste tipo de conversor é que ele trabalha com um ADC operando numa frequência mais alta que o limite de Nyquist, seguindo-se uma decimação no domínio digital que abaixa a frequência de saída, aumentando assim a precisão.

Como este tipo de conversor é mais importante para as aplicações que envolvem DSPs, componente de vital importância na eletrônica moderna, dedicaremos um pouco mais de espaço para explicar seu princípio de funcionamento. Os

ADCs do tipo sigma-delta operam baseados num método que é empregado principalmente na modulação de sinais em amplitude denominado "modulação delta".

Nesse método não se convertem os valores absolutos amostrados, mas sim as variações de valores entre as amostragens sucessivas.

Na figura 6 representamos isso de uma forma simples.

Um integrador é empregado para esta finalidade, e como este tipo de circuito é linear sua implementação é simples. Veja, então, que para um sinal senoidal amostrado em (a), temos apenas a quantização das variações que nos leva à representação de um bit apenas em (b) e que nos permite chegar à reprodução do sinal em (c). O nome sigma-delta vem do sinal de soma (sigma) seguido do modulador delta. Para se chegar ao ADC sigma-delta completo, agregamos um ADC e um DAC de 1 bit e um filtro de decimação de acordo com o diagrama de blocos da figura 7.

A finalidade do filtro de decimação é diminuir a frequência com que os valores digitais são produzidos.

Um ponto muito importante a ser considerado neste tipo de filtro é que eles podem ser implementados pelos próprios DSPs (FIR e IIR).

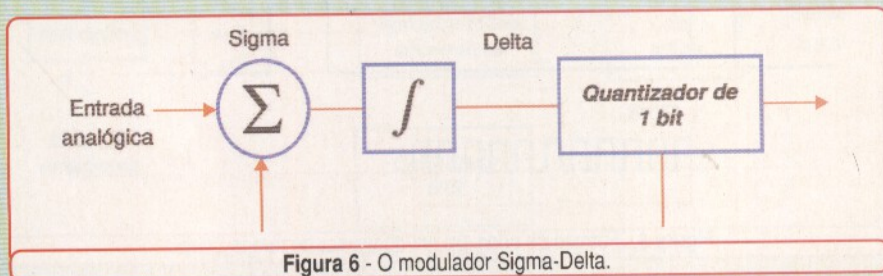


Figura 6 - O modulador Sigma-Delta.

NA PRÁTICA

Existem muitos circuitos integrados que fazem as operações que indicamos, os quais possuem as mais diversas características.

Assim, na procura de um conversor A/D para uma determinada aplicação, devemos analisar as seguintes especificações:

a) Número de saídas ou bits

Conforme já vimos, esse número é

DSP

Digital Signal Processor ou Processador Digital de Sinais - trata-se de um circuito que converte sinais analógicos para a forma digital de modo a poder processá-los na forma numérica. Depois de feito o processamento desses sinais, eles podem ser convertidos novamente para a forma analógica e então utilizados. Um exemplo de aplicação está nos telefones celulares onde a voz (analógica) é convertida para forma digital e transmitida depois de um processamento que comprime os dados correspondentes. No receptor, por sua vez, os dados na forma digital são processados e novamente convertidos para a forma analógica, onde ocorre a reprodução.

importante pois determina a resolução na conversão A/D. Valores entre 4 e 24 bits são comuns no mercado, havendo até casos especiais onde mais saídas podem ser obtidas. Com a disponibilidade de computadores de 32 bits e 64 bits, é possível contar com conversores compatíveis.

De acordo com o que foi visto, um conversor de 8 bits pode ser suficiente para aplicações comuns e mesmo industriais menos críticas contando com 256 pontos de escala, enquanto que outro de 12 bits é para 4096 pontos. Os de 8 bits são especialmente interessantes por se "casarem" com as características das portas paralelas dos computadores comuns (PCs).

b) Número de entradas

Os exemplos que demos mostraram conversores simples em que aplicamos na entrada um único sinal. No entanto, existem conversores A/D na forma de circuitos integrados que possuem diversas entradas. Tipos de 2, 4 e 8 entradas são os mais

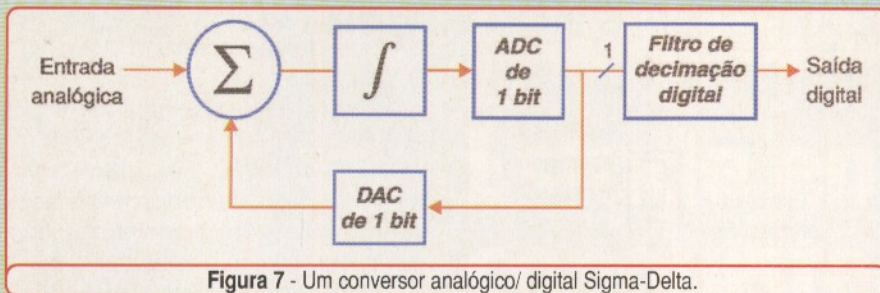


Figura 7 - Um conversor analógico/digital Sigma-Delta.

comuns. Esses tipos fazem a leitura seqüencial das tensões nas suas entradas, convertendo os valores encontrados para a forma digital e jogando-os seqüencialmente nas saídas. Eventualmente, é possível selecionar digitalmente por entradas apropriadas quais sensores (ou entradas de dados) serão lidos, jogando-se os valores na saída, conforme exige a figura 8.

c) Velocidade

Há aplicações onde a velocidade de conversão é muito importante. Se desejarmos processar um sinal que varia rapidamente de intensidade como, por exemplo, uma forma de onda de alta freqüência e quisermos projetá-la na tela de um computador de modo a usá-lo como osciloscópio, ou ainda converter um sinal de áudio para a forma digital para fazer sua transmissão a um circuito de processamento remoto, será necessário ter uma velocidade muito grande de resposta do conversor. Ele deverá ser capaz de obter no mínimo duas amostragens por ciclo do sinal que deve ser visualizado, ou seja, deverá ter uma freqüência de amostragem no mínimo duas vezes maior que a maior freqüência de sinal de entrada.

Conversores com muitos megahertz de freqüência de amostragem estão disponíveis para estas aplicações.

d) Faixa de operação

A faixa de operação não é na realidade muito importante, pois ela poderá ser adequada por circuitos

Crítério de Nyquist
A velocidade com que fazemos a amostragem determina a freqüência máxima do sinal que pode ser amostrado. Não podemos fazer uma amostragem de um sinal numa velocidade menor do que duas vezes a freqüência desse sinal. Este é o critério de Nyquist, que deve ser adotado quando escolhemos a velocidade máxima de um conversor A/D em função da freqüência do sinal que deve ser convertido para a forma digital.

externos ligados à fonte de sinal. Contudo, é preciso conhecer essa faixa para que os circuitos possam ser projetados.

e) Compatibilidade lógica

Se vamos usar o conversor com microcontroladores, computadores ou outros dispositivos, precisamos saber se ele é compatível com essa aplicação. A maioria dos conversores A/D possui características de entrada e saída que permitem sua conexão direta aos computadores, microprocessadores e microcontroladores.

f) Linearidade

A curva de conversão da grandeza analógica para a forma digital deverá ser linear para um bom conversor. Isso significa que não existem desvios na correspondência entre o valor analógico e a saída digital ao longo da escala de valores onde o conversor deve trabalhar.

Entretanto, na prática, poderão ocorrer pequenos desvios; veja a

figura 9. Isso significa que em determinadas faixas de valores, a conversão pode ser menos precisa. Esta imprecisão é mais grave nos tipos de maior definição, pois os desvios podem ter a mesma ordem de grandeza que os "degraus" da escala de conversão, afetando assim a precisão final da conversão.

TIPOS COMUNS - o ADC0804 (National)

O Conversor Analógico-Digital ADC0804, da National Semiconductor, faz parte de uma série de conversores de 8 bits que vai do ADC0801 ao ADC0804. Os ADCs desta série são do tipo de aproximação sucessiva que utiliza uma escala

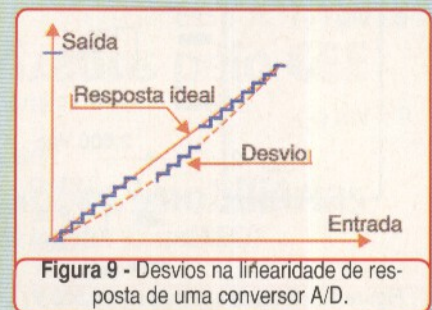


Figura 9 - Desvios na linearidade de resposta de um conversor A/D.

potenciométrica diferencial. Estes CIs possuem saídas *Tri-State* podendo alimentar diretamente barramentos de dados de PCs e microprocessadores. O tempo de conversão do ADC0804, que tomamos como exemplo, é de apenas 100 µs. Na figura 10 temos a pinagem deste ADC, que também é válida para os outros tipos da mesma série.

Na figura 11 temos uma aplicação típica em que se usa um sensor potenciométrico. Para as aplicações comuns temos as seguintes características:

Tensão de alimentação: 5V (máxima 6,5 V)

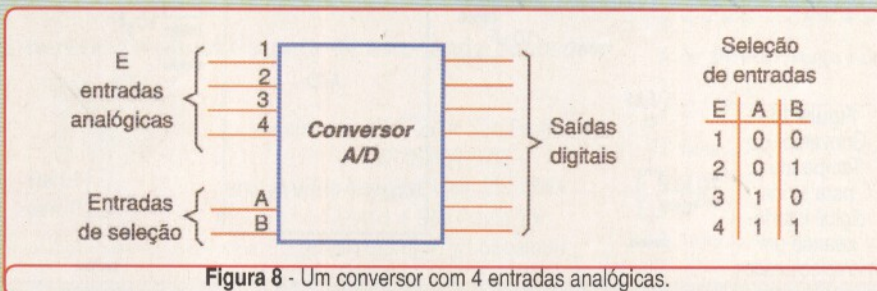


Figura 8 - Um conversor com 4 entradas analógicas.

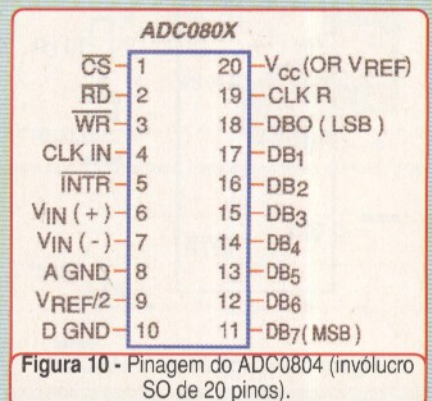


Figura 10 - Pinagem do ADC0804 (invólucro SO de 20 pinos).

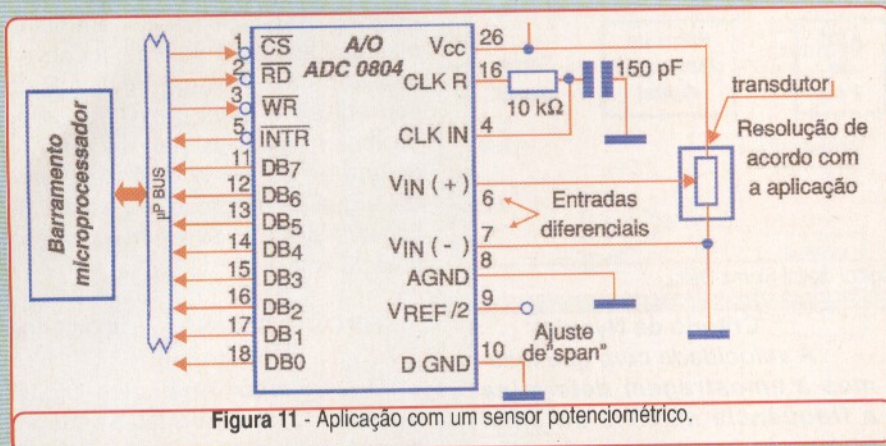


Figura 11 - Aplicação com um sensor potenciométrico.

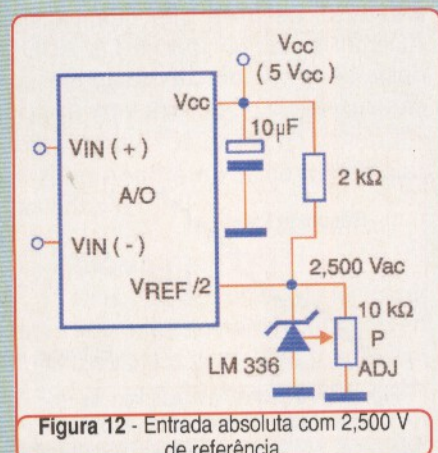


Figura 12 - Entrada absoluta com 2,500 V de referência.

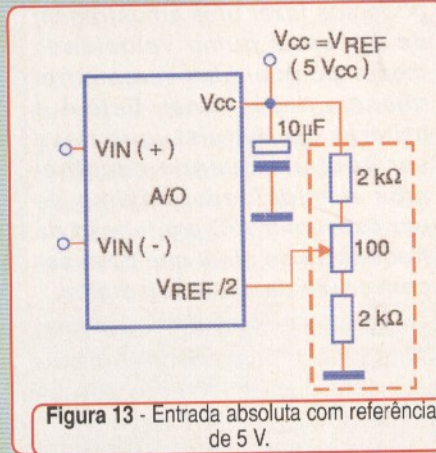


Figura 13 - Entrada absoluta com referência de 5 V.

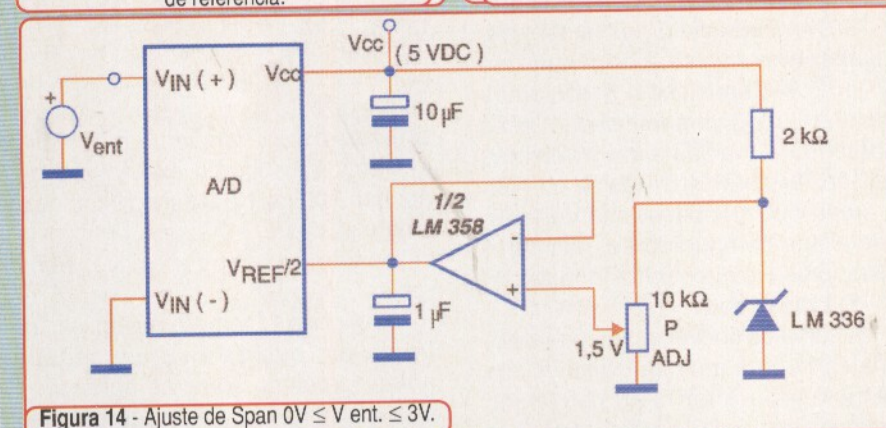


Figura 14 - Ajuste de Span $0V \leq V_{ent.} \leq 3V$.

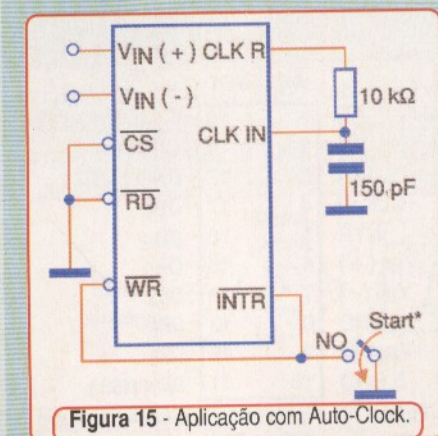


Figura 15 - Aplicação com Auto-Clock.

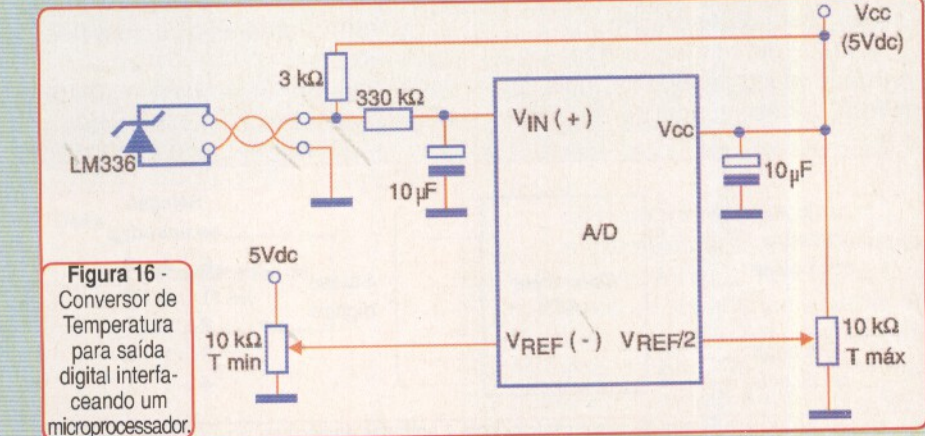


Figura 16 - Conversor de Temperatura para saída digital interfaceando um microprocessador.

Frequência de *clock*: 640 kHz (tip)
Taxa de conversão no modo livre: 9706 conv/s (máx)
Corrente de alimentação: 1,8 mA (ADC0804LC) (máx) e 2,5 mA (ADC0804LCN/LCWM) (máx)

A tensão de referência determina a escala de tensões de entrada que vai ser convertida para a forma digital.

Existem diversas formas de se fixar esta tensão de referência, as quais são mostradas nas figuras 12, 13 e 14. Na figura 15 mostramos uma aplicação com *auto-clock* e funcionamento livre. Nesta aplicação, para dar início ao funcionamento a chave S₁ deve ser acionada momentaneamente. Finalmente, na figura 16 mostramos um termômetro digital interfaceando um microprocessador.

CONCLUSÃO

Os conversores são extremamente úteis nas aplicações em que se deseja transferir dados para um circuito digital a partir de fontes analógicas de sinais.

A quantidade de circuitos integrados que reúnem todas as funções de conversores A/D é muito grande, sendo impossível focalizá-los todos num único artigo. Dessa forma, somente com artigos adicionais é que conseguiremos apresentar projetos que usam tais componentes, o que deve ser feito em função dos tipos mais comuns encontrados em nosso mercado.

Mais aplicações podem ser encontradas na folha de dados deste componente no *site* da National Semiconductor em.

www.national.com/

SERVICE INDUSTRIAL

A partir desta edição, a seção "Práticas de Service" será substituída pela "Service Industrial". Agora, o foco dos equipamentos passa a ser voltado à automação, seja ela: industrial, predial, ou embarcada.

As áreas de telecomunicações, eletrotécnica, energia, instrumentação, tecnologia da informação (entre outras) também farão parte deste espaço.

É bom lembrar ao leitor, entretanto, que a seção "Práticas de Service" não deixou de existir. Na verdade, por se tratar do rumo em assistência técnica de bens de consumo (TVs, rádios, DVDs, etc), ela apenas foi transferida para a revista Eletrônica Total. Assim sendo, a contribuição dos profissionais desta área continua muito preciosa para nós.

Ao mesmo tempo, convidamos todos os engenheiros, técnicos e profissionais de um modo geral, que trabalham em campo ou desenvolvimento com as tecnologias já citadas, a enviarem seus casos para (a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br).

Eles podem ser problemas já acompanhados de soluções, ou apenas problemas a serem resolvidos.

De um modo ou de outro, sempre haverá um valor agregado, seja através da publicação da sua experiência, ou através da possibilidade de um colega lhe prestar uma consultoria gratuita.

A intenção da Editora Saber é transformar essa seção em uma "fonte" provedora de soluções.

Agora é com vocês...

CASO 1: Queima constante da fonte-de-alimentação chaveada de um sistema de pesagem DAW-400, da Siemens.

O sistema DAW-400 é um CLP dedicado a pesagem de veículos, e a fonte em questão era de boa qualidade apresentando um grande MTBF. Porém, assim que ela quebrava pela primeira vez, e era reparada em nossa oficina (com componentes originais), sua performance mudava completamente, e para pior. Em primeiro lugar o MTBF caía drasticamente, isto é, a fonte que originalmente demorava mais de 16.000 horas para apresentar o primeiro defeito, quando esse ocorria (e era reparado), não durava mais de 1.000 horas.

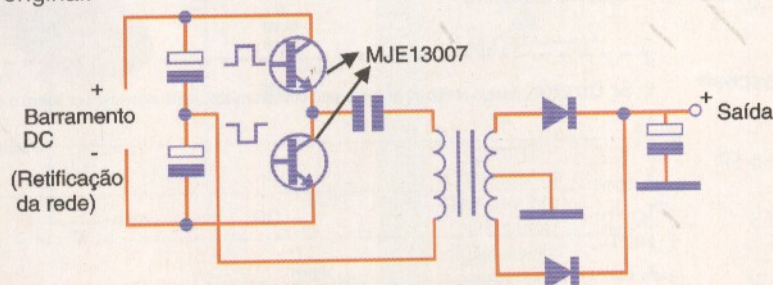
A fonte é de configuração *push-pull*, com dois transistores bipolares MJE 13007 na saída (estágio que apresentava o defeito).

SOLUÇÃO: Embora fossem trocados por transistores do mesmo tipo, não havia durabilidade. Primeiramente tentamos substituí-los por MJE 13009 (mais robusto), porém, nada mudou.

Depois alteramos um pouco a frequência PWM original para mais, e para menos. Em ambos os casos os resultados não mostraram melhora significativa.

Comparando os sinais com uma fonte original, descobrimos que os dois transistores de saída eram pares casados (mesmo ganho e curva).

A partir daí, começamos a substituí-los por pares casados (já encomendados de fábrica, ou "casados" com a ajuda de um traçador de curvas). A fonte, então, voltou a ter a mesma durabilidade da original.



CASO 2: CLP S5, da Siemens, entrava em stop, ao ser religado.

O CLP em questão controlava um sistema de injeção plástica e, quando a chave geral trifásica da alimentação de 380 VCA era desligada ao final do dia, ao ser ligada no dia seguinte, o S-5 entrava em stop.

SOLUÇÃO: Como o defeito ocorria somente na manobra, suspeitamos de algum ruído de linha, e instalamos um pequeno filtro LC na alimentação do CLP (110 VCA oriundo de um tap do trafo principal). Nada se alterou.

Retiramos o filtro e ligamos um estabilizador de tensão. Embora tenha ocorrido uma melhora significativa, esporadicamente o defeito voltava.

Finalmente, constatamos que o mecanismo de desligamento da chave principal trifásica estava com defeito, causando "repiques" e arcos-voltáicos (razão pela qual o fenômeno acontecia apenas na manobra). Substituída a chave, tudo voltou ao normal.

Bruno Poletini (SP)

LINGUAGEM



PARTE 3

Luis Carlos Zambon

Na edição anterior estudamos o uso de blocos específicos do tipo *while* e *for*. Também aprendemos a lógica de uso dos desvios em um programa.

Nesta edição, nós vamos trabalhar com o bloco *switch*(), que faz uma seleção de acordo com a opção escolhida. Para iniciar o estudo, leia atentamente o programa a seguir :

```
/* Programa Cálculo de Média */

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

int nota1,nota2,media,cont;
char nome[20];
char fone[20];
char a,b;

void apres(void);
void menu(void);
void dados(void);
void calc(void);
void result(void);

void main(void){
    apres( ); /*desvio para o
bloco de apresentação */
}
void apres(void){
    clrscr( );
    gotoxy(5,4);
    puts("Programa Cálculo de
Média");

    for(cont=0;cont<10000;cont++);/*
temporizador
```

```
menu( );
}

void dados(void){
    clrscr( );
    gotoxy(5,6);
    puts("Nome:");
    gets(nome);
    gotoxy(5,8);
    puts("Fone:");
    gets(fone);
    menu( ); /* desvio para o bloco
menu */
}

void calc(void){
    gotoxy(5,10);
    puts("Nota 1:");
    scanf("%d",&nota1);
    gotoxy(5,12);
    puts("Nota 2:");
    scanf("%d",&nota2);
    media=(nota1+nota2)/2;
    gotoxy(5,14);
    puts("Tecle Algo Para Conti-
nuar");
    getch( );
    menu( ); /* desvio para o bloco
menu */
}

void result(void) {
    clrscr( );
    gotoxy(5,8);
    puts("Programa Cálculo de
Média ");
    gotoxy(5,10);
    puts("Resultado da Opera-
ção");
    gotoxy(5,12);
```

```
printf("Nome: %s",nome);
gotoxy(5,14);
printf("Fone: %s",fone);
gotoxy(5,16);
printf("Nota1: %d",nota1);
gotoxy(5,18);
printf("Nota2: %d",nota2);
gotoxy(5,20);
printf("Média: %d",media);
gotoxy(5,22);
puts("Tecle Algo Para Con-
tinuar");
getch( );
menu( );
}

void menu(void){
    clrscr( );
    gotoxy(10,10);
    puts("Menu Principal");
    gotoxy(12,14);
    puts("(1) Dados Pesso-
ais");
    gotoxy(12,16);
    puts("(2) Cálculo da
Média");
    gotoxy(12,18);
    puts("(3) Resultado da
Operação");
    gotoxy(12,20);
    puts("(4) Sair do Programa
");
    b=getch( );
    switch(b){
        case'1':dados( );
        case'2':calc( );
        case'3':result( );
        case'4':clrscr( );exit(0);
    }
}
```


Note que foi incluído um novo bloco específico com o nome **menu()**, pois vai ter esta função. Foi declarada também uma nova variável **b** do tipo caracter para resgatar o valor da opção desejada em conjunto com a função **getch()**.

No caso do bloco **switch()** a opção escolhida, isto é, opção 1, 2, 3 ou 4, vai entrar numa pesquisa com as instruções **case** e então será acionado um comando, no caso, um desvio. Observe que as opções estão entre apóstrofes, pois indica um uso de uma variável do tipo caracter.

Agora, escreva o programa e execute-o para verificar seu efeito.

Note que no item **case '4': clrscr(); exit(0);** há uma limpeza de tela com a função **clrscr()** e posteriormente existe um comando de saída forçada do programa com a função **exit()** da biblioteca **cnio.h**.

A utilização da função **exit()** torna a finalização do programa mais segura, deixando a memória do computador livre.

Para completar esta etapa do estudo, vamos estudar a variável do tipo matricial, utilizando o bloco **struct{}.** Sabemos que a declaração de cada variável no corpo do programa tem como função guardar dados, pois cada nome de variável se transforma em um endereço de memória.

Pois então, se tivermos a necessidade de entrarmos com dados de várias pessoas, os tipos de dados se repetem, isto é, haverá a necessidade da declaração das variáveis **nome1, nome2, nome3**, assim como, **fone1, fone2, fone3**, etc. Além do trabalho de escrita no programa, o mesmo será limitado, pois se houver a declaração de três nomes e telefones, não haverá possibilidade de se aumentar este número com facilidade. Leia, com atenção, o próximo programa

```
/* Programa Cálculo de Média
*/

#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#define MAX 5

struct dados{
```

```
int nota1, nota2, media;
char nome[20];
char fone[20];
}x[MAX];
```

```
int nt1, nt2, md, cont;
char a, b;
```

```
void apres(void);
void menu(void);
void dados(void);
void calc(void);
void result(void);
```

```
void main(void){
```

```
    apres(); /* desvio para o bloco
apresentação */
}
```

```
void apres(void){
    clrscr();
    gotoxy(5,4);
    puts("Programa Cálculo de
Média");
```

```
for(cont=0; cont<10000; cont++);
    menu();
}
```

```
void dados(void){
    cont=0;
    while(cont<5){
        clrscr();
        gotoxy(5,6);
        puts("Nome:");
        gets(x[cont].nome);
        gotoxy(5,8);
        puts("Fone:");
        gets(x[cont].fone);
        cont++;
    }
    menu();
}
```

```
void calc(void){
    cont=0;
    while(cont<5){
        gotoxy(5,10);
        puts("Nota1:");
        scanf("%d",&nt1);
        x[cont].nota1=nt1;
        gotoxy(5,12);
        puts("Nota2:");
        scanf("%d",&nt2);
        x[cont].nota2=nt2;
        md=(nt1+nt2)/2;
        x[cont].media=md;
        gotoxy(5,14);
```

```
        puts("Tecle Algo Para
Continuar");
        getch();
        cont++;
    }
    menu(); /* desvio para o
bloco result() */
}
```

```
void result(void){
    cont=0;
    while(cont<5){
        clrscr();
        gotoxy(5,8);
        puts("Programa Cálculo
de Média");
```

```
        gotoxy(5,10);
        puts("Resultado da
Operação");
        gotoxy(5,12);
        printf("Nome:
%s",x[cont].nome);
        gotoxy(5,14);
        printf("Fone:
%s",x[cont].fone);
        gotoxy(5,16);
        printf("Nota1:
%d",x[cont].nota1);
        gotoxy(5,18);
        printf("Nota2:
%d",x[cont].nota2);
        gotoxy(5,20);
        printf("Média:
%d",x[cont].media);
        gotoxy(5,22);
        puts("Tecle Algo Para
Continuar");
        getch();
        cont++;
    }
    menu();
}
```

```
void menu(void){
    clrscr();
    gotoxy(10,10);
    puts("Menu Principal");
    gotoxy(12,14);
    puts("(1) Dados Pessoais");
    gotoxy(12,16);

    puts("(2) Cálculo da
Média");
    gotoxy(12,18);
    puts("(3) Resultado da
Operação");
    gotoxy(12,20);
```



```
puts("(4) Sair do Programa");
b=getch( );
switch(b){
case '1': dados( );
case '2': calc( );
case '3': result( );
case '4': clrscr( );exit(0);
}
}
```

Normalmente, quando na declaração do bloco **struct**, damos um nome ao bloco, no caso dados, pois poderá existir mais que um bloco **struct** no corpo do programa. Dentro do bloco são declaradas as variáveis necessárias ao programa e finaliza com a declaração de uma variável tipo matricial **x[MAX]**.

Esta variável irá determinar a quantidade de endereçamentos de memória de cada tipo de variável declarada em seu corpo. É importante lembrar que o número declarado dentro dos colchetes de uma variável do tipo matricial é que define seu tamanho.

Observando a declaração **#define MAX 5**, ela define uma variável do tipo **MAX** com o valor igual a 5. Com isso, podemos entrar com os dados de cinco pessoas diferentes, efetuando os cálculos das médias.

É importante frisar que **MAX** é o nome da variável, podendo ser um outro qualquer, mas sua escrita tem que ser sempre em letras maiúsculas. Com isso, se quisermos aumentar o número de pessoas a serem cadastradas, é só modificar o número imposto a **MAX** e compilar novamente o programa.

Os blocos **dados{}**, **calc{}** e **result{}** usam o bloco **while{}** para realizarem o *loop*, isto é, a repetição do bloco para que os dados pessoais sejam declarados.

Observe a sintaxe da função **gets()** e a **scanf()**, pois ela trabalha com duas variáveis ao mesmo tempo, a variável interna ao bloco **struct{}** e **x[MAX]**. Agora, escreva o programa e rode-o para obter um maior aproveitamento no estudo.

Na próxima edição iniciaremos o estudo da utilização dos periféricos do computador.

ACERTE SUA VIDA **JÁ**

somente

R\$ 9,95 mensais

(mais despesas postais)

**E VOCÊ APRENDE
NA MELHOR
ESCOLA DE PROFISSÕES
PELO EXCLUSIVO
"SR - SYSTEM"
(SELF REALIZATION)**

**PROJETOS DE
CIRCUITOS ELETRÔNICOS (4 pgts.)**

FORNOS MICROONDAS (3 pgts.)

**ANTENAS COMUNS
E PARABÓLICAS (4 pgts.)**

ELETRÔNICA INDUSTRIAL (5 pgts.)

TV EM CORES (7 pgts.)

**MINICOMPUTADORES E
MICROPROCESSADORES (7 pgts.)**

ELETRÔNICA DIGITAL (8 pgts.)

**ELETRODOMÉSTICOS E
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
BÁSICAS (8 pgts.)**

PRÁTICAS DIGITAIS (10 pagtos.)

PROMOÇÕES VÁLIDAS ATÉ 30/12/2002

**PRÁTICA DE CIRCUITO IMPRESSO
(somente à vista)**

argos

IPDTEL

CEP.: 05049-970 Caixa Postal 11916

Lapa- S.Paulo- F.: (011) 3836-2305



**PEÇO ENVIAR-ME PELO CORREIO
INFORMAÇÕES GRATUITAS**

Curso: _____
Nome: _____
Rua: _____
Nº _____
Cidade _____
Estado _____
CEP _____

Anote Cartão Consulta nº 1022

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 08:30 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®

Av. Ipiranga, 795 - 4º andar

Fone: (11) 222-0061

Fax: (11) 222-9493

01039-000 - São Paulo - SP

A

Occidental Schools®

Caixa Postal 1663

01059-970 - São Paulo - SP

**Solicito, GRÁTIS
o Catálogo Geral de cursos**

Nome: _____
End: _____
Bairro: _____
CEP: _____
Cidade _____ Est.: _____

Periférico I²C com CPLD Xilinx

Augusto Einsfeldt

Os projetos eletrônicos, principalmente aqueles voltados ao mercado de consumo, costumam ter alguns elementos comuns como um centro de controle ou CPU, circuitos de uso geral como LCDs, memória EEPROM e conversores A/D e D/A, circuitos mais dedicados como sintonizadores, processadores de imagem ou simples geradores DTMF para telefonia. Para explorar as similaridades nos projetos, assim como para maximizar a eficiência do hardware e a simplificação dos circuitos, a Philips desenvolveu um barramento bidirecional de dois fios chamado Inter-IC Control, ou I²C-bus.

Este tipo de barramento resolveu diversos problemas de interfaceamento para controle de circuitos digitais periféricos: emprega apenas dois sinais (SDA e SCL), endereçamento simples e único para cada tipo de *chip* e provisão na especificação para funcionamento multimestre, o que permite mais de uma CPU conectada no mesmo barramento.

Particularmente importante é o esquema de endereçamento. A Philips mantém um rigoroso controle sobre quais os endereços empregados pelos *chips* comerciais compatíveis com o I²C. Isso evita que algum fabricante de memórias EEPROM, por exemplo, produza *chips* cujo endereço I²C já esteja reservado para alguma função tão diferente quanto um conversor A/D.

Outro aspecto importante é a independência da frequência de *clock*, ou seja, desde que os tempos de subida e descida dos sinais SDA e SCL sejam respeitados (0,3 a 1,0 s) a CPU pode comunicar-se a velocidades variáveis desde poucos hertz até 400 KHz. De fato, a maior limitação segundo as especificações é a capacitância total em cada sinal, que deve ser menor que 400 pF. Ainda assim é possível montar uma linha de comunicação com alguns metros de comprimento, onde dezenas de dispositivos diferentes estejam sendo acessados através de um barramento

comum de apenas dois fios. Para informações detalhadas sugiro pesquisar na *web page* da Philips onde estão disponíveis diversos documentos e a norma completa.

Este artigo demonstrará como implementar um circuito compatível com o padrão I²C empregando um CPLD da Xilinx, oferecendo ao leitor mais uma idéia sobre como desenvolver *chips* personalizados. Nesta demonstração, a finalidade deste periférico I²C com CPLD será um expensor de portas com 8 bits de entrada e 8 bits de saída.

Além disso, o projeto deste artigo emprega a linguagem VHDL de forma a economizar recursos de hardware do CPLD e fornece ao leitor uma útil referência ao curso de VHDL publicado em números anteriores da Saber Eletrônica.

Veja na **figura 1** como este esquema de comunicação funciona. O padrão I²C prevê que, no caso de um ACK=1, o mestre possa reiniciar uma nova comunicação gerando um novo START sem precisar antes fazer um STOP. Note-se que esta característica não é atendida por todos os dispositivos comerciais.

A comunicação é dividida em partes com 9 bits cada: 8 bits de informação e 1 bit de ACK. A primeira parte sempre contém um endereço de 7 bits e um bit indicando o modo escrita (zero) ou leitura (um). A segunda parte pode conter dados, como é o caso do dispositivo abor-

dado neste artigo, ou uma continuação do endereço. As partes seguintes dependem do dispositivo em questão. Alguns modelos de memória EEPROM permitem que o mestre da comunicação informe o endereço do *byte* onde vai ser feita uma escrita e depois fica esperando uma sequência de *bytes* de dados, enquanto um *buffer* interno é preenchido. Somente depois, quando ocorrer o STOP, é que estas memórias iniciarão o processo de escrita na memória não volátil. Este modo de operação, também chamado de *burst*, acelera a comunicação, pois não exige que os *bytes* de endereço precisem ser enviados para cada *byte* transmitido.

O BARRAMENTO I²C

O I²C segue um protocolo muito simples, baseado nas seguintes regras:

1- O *clock*, SCL, é gerado pelo mestre ou aquele que inicia a comunicação

2- O sinal de dados SDA é bidirecional e atuado por uma saída tipo coletor-aberto

3- Os dados são capturados na borda de subida do SCL

4- O sinal SDA somente pode mudar de estado enquanto o SCL estiver em nível baixo, do contrário o dispositivo poderá detectar alguma condição de START ou STOP.

5- O início de uma comunicação,

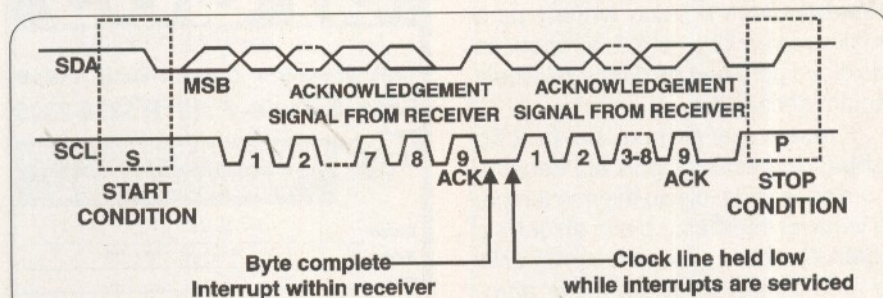


Figura 1 - Esquema de funcionamento da comunicação no barramento I²C. Cada parte da comunicação tem 9 bits: 8 de dados (primeiro o bit mais significativo) e um ACK. Após o START, a primeira parte indica o endereço (7 bits) e o sentido (R/W: leitura /escrita). As partes seguintes podem conter complementos de endereço ou dados.

ou START, caracteriza-se pela descida do sinal SDA enquanto o SCL está em nível alto.

6- O fim da comunicação, ou STOP, caracteriza-se pela subida do sinal SDA enquanto o SCL está em nível alto.

7- A cada 8 bits de dados o dispositivo receptor deve atuar sobre o sinal SDA gerando um nono bit, que é o ACKnowledge ou reconhecimento. O ACK deve ser em nível "zero" caso o receptor possa continuar recebendo dados. Se o ACK for em nível "um" o transmissor (mestre) deve interromper a comunicação e gerar um STOP.

O PROJETO

Visando a simplificação do circuito algumas condições de funcionamento caracterizam o projeto: todos os ACK respondidos serão em "zero"; ACKs em nível "um" não serão tratados; leituras ou escritas contínuas (*burst*)

não são permitidas, ou seja, para cada *byte* lido ou escrito é necessário existir um START, Endereço, Dado e STOP.

Dos sete bits de endereço, os quatro primeiros serão fixos em "0100" que é o endereço padrão da Philips para um expansor de portas de 8 bits chamado PCF8574. Os outros três (A2, A1 e A0) são comparados com os sinais correspondentes disponíveis como entradas no projeto. O usuário final poderá sinalizar os estados destes pinos no circuito final com CPLD permitindo até oito dispositivos montados no mesmo barramento.

A sequência dos dados que trafegam no barramento I²C para este projeto fica como mostrado na **tabela 1**.

O circuito inicia com o detector das condições de START e STOP. Na **figura 2a** aparece o esquema do circuito e na **figura 2b** o trecho de VHDL correspondente. O sinal FALHA (no VHDL aparece como FA) fica

```
start_detect: process (stop,sda,scl,fa,rst)
begin
    if stop='1' or fa='1' or rst='0' then
        start<='0';
    elsif falling_edge (sda) and scl='1'
    then start<='1';
    end if;
end process;

stop_detect: process (start,scl,sda,rst)
begin
    if start='0' or rst='0' then
        stop<='0';
    elsif rising_edge (sda) and scl='1'
    then stop<='1';
    end if;
end process;
```

Figura 2b - VHDL equivalente.

ativo quando a máquina de estados que reconhece o endereço detecta um valor de endereço diferente do esperado. Isso faz com que o detector seja reinicializado e volte a esperar por um START. Note que nesta condição única (endereço errado) o dispositivo poderá aceitar um novo

Escrita

S	0	1	0	0	A2	A1	A0	0	a	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0	a	P
---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Leitura

S	0	1	0	0	A2	A1	A0	1	a	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	a	P
---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Onde: S = Start; P = Stop; a = Acknowledge; A2...A0 = Pinos de endereço

Tabela 1: Estrutura dos dados e eventos na comunicação com o dispositivo deste projeto.

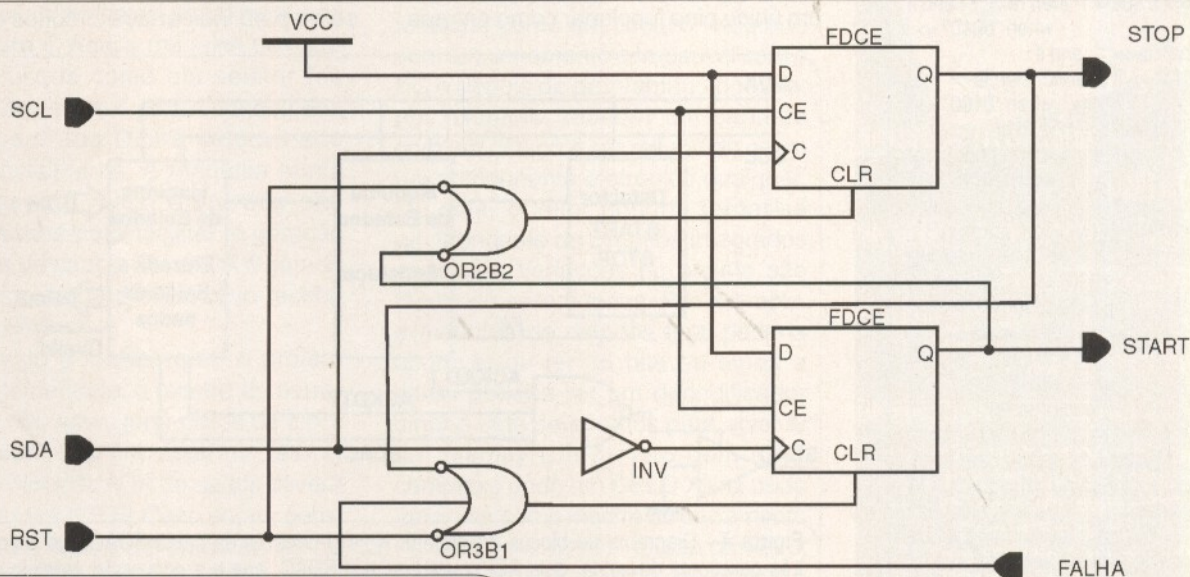


Figura 2 - Esquema do coletor de START e STOP.

START sem antes ter recebido um STOP. Observe que emprega-se a entrada Clock_Enable dos *flip-flops*, que é uma particularidade dos componentes de lógica programável da Xilinx. O Clock_Enable (CE) é conectado ao SCL e, portanto, os *flip-flops* ficam sensíveis ao *clock* vindo do SDA apenas quando SCL=1. No VHDL equivalente o sintetizador da Xilinx reconhece o uso do CE através da lógica AND logo após o teste de borda do clock de cada *flip-flop* [rising_edge(scl) AND scl='1'].

Depois que o START foi detectado é a vez de uma máquina de estados verificar cada bit do endereçamento e comparar com o endereço esperado. Esta máquina está descrita na **figura 3** onde aparece apenas a versão em VHDL. O esquema equivalente ficaria muito extenso e complicado para ser explicado. Aqui percebe-se novamente a vantagem de empregar uma linguagem para descrever o hardware: rapidez e facilidade. Note que a máquina fica parada enquanto START='0' ou RST='0'. Depois, ela

```

testa_slave_addr: process
(stop,scl,start,rst)
begin
  if start='0' or rst='0' then
    estado<="0000";
    fa<='0';
    adrok<='0';
  elsif rising_edge (scl) and
    estado="1001" then
    estado<=estado+1;
    case estado is
      when "0000" => if sda/= '0' then
        fa<='1'; end if;
        when "0001" => if sda/= '1' then fa<='1'; end if;
        when "0010" => if
          sda/= '0' then fa<='1'; end if;
          when "0011" => if sda/= '0' then fa<='1'; end if;
          when "0100" => if
            sda=adr(2) then fa<='1'; end if;
            when "0101" => if sda=adr(1) then fa<='1';
            end if;
            when "0110" => if
              sda=adr(0) then fa<='1'; end if;
              when "0111" => rw<=sda; adrok<='1';
              when
                "1000" =>
                when "1001" =>
                when others => fa<='1';
                end case;
            end if;
          end process;

```

Figura 3 : Máquina de estado para teste do endereço e captura do valor do bit R/W. A máquina avança dois passos além da leitura do bit R/W para facilitar a habilitação da máquina de estados seguinte, que faz a escrita / leitura dos dados.

incrementa uma posição a cada subida do *clock* SCL. O primeiro estado, "0000", será tratado na chegada do primeiro *clock* após o reconhecimento do START. Um sinal interno chamado ESTADO funciona como contador dos estados. Lembrando o curso de VHDL: embora este sinal esteja sendo incrementado antes dos testes de cada estado, o seu novo valor somente será efetivo no final do processo e, portanto, os testes dentro do CASE ocorrem considerando o valor de ESTADO no momento da entrada no processo.

Caso algum dos bits de endereço não esteja de acordo com o esperado, o sinal FA vai para 1 e isso vai limpar o sinal START e fazer o circuito voltar a esperar pela condição inicial. Caso o endereço esteja correto, a máquina de estados prossegue capturando o nível lógico do bit R/W e depois andando mais dois passos até ESTADO="1001". Com este valor a máquina pára e somente vai voltar a funcionar depois que for detectada uma nova condição de START. O propósito de contar este número de *clocks* é que assim o restante do circuito tem uma referência precisa de quando a transferência dos dados será iniciada.

Após receber os oito bits iniciais, o dispositivo deve responder um ACK (veja a **figura 4**). Aqui um ponto importante: a saída do SDA. Neste projeto foi escolhido que o SDA vai usar dois pinos do CPLD: um de entrada e um de saída. Embora qualquer *chip* da Xilinx permita fazer um único pino funcionar como entrada

e saída, a separação, neste caso, facilita a descrição de como o projeto funciona. Então, os dois pinos do SDA: SDA e SDAO devem ser interconectados no circuito externo do CPLD. O pino SDAO é uma saída tipo *tri-state* que pode ficar apenas com um de dois estados possíveis: Nível Zero ou *Tri-State*. Isto permite que o dispositivo opere corretamente no barramento I²C onde o sinal SDA possui um *pull-up* para mantê-lo em nível 1 e que pode ser forçado a zero por qualquer dispositivo a ele conectado.

Portanto, em todo este projeto o sinal SDA é usado como entrada e a saída SDAO é o resultado da função de saída, que nada mais é do que uma espécie de porta NAND de três entradas (como representado na **figura 4**).

Note na **figura 5** que a descrição deste sinal indica que ele deve ficar em zero quando algum dos três sinais estiver em zero ou então ele deve ficar em alta impedância (*tri-state*, 'Z'). Finalmente, na **figura 6**, é apresentada a máquina de estados que controla a entrada e a saída de dados. Particularmente importante é a técnica de economizar recursos do CPLD usando uma única máquina de estados para a escrita e a leitura de dados. Quando os dados são escritos no dispositivo (RW=0), cada bit vindo pelo SDA é capturado na subida do SCL. Estes bits são inseridos em um *shift-register* cujos *flip-flops* já estão diretamente conectados nos pinos de saída DOUT. Um sinal extra, DVALID, serve para indicar aos circuitos exter-

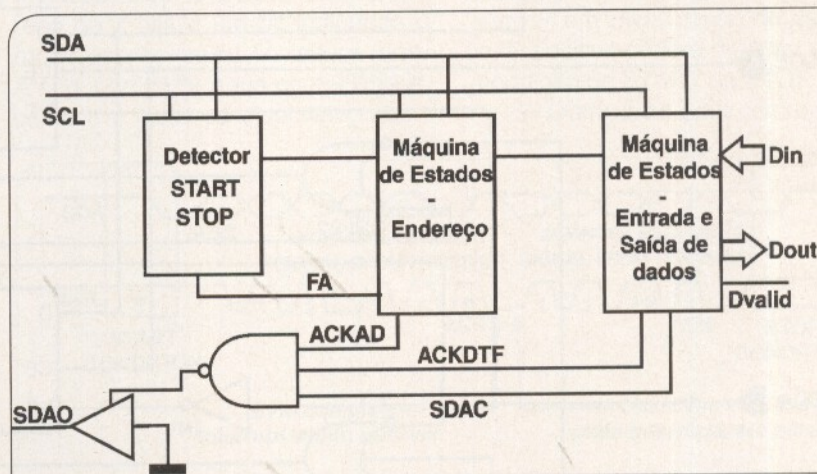


Figura 4 - Diagrama de blocos do projeto. Note o controle da saída SDAO que reúne os três geradores de saída: dois ACKnowledges e o SDAC, que é a conversão paralelo-serial dos dados em Din.


```

controle_ack_endereco:      process
(adrok,scl,estado,rst)
begin
    if rst='0' or adrok='0' then
        ackad<='1';
    elsif falling_edge(scl) then
        if estado="1000" then
            ackad<='0';
        else
            ackad<='1';
        end if;
    end if;
end if;

```

```

mscl <= scl when rw='0' else not scl;

read_write: process
(mscl,rw,rst,ackad,estado)
begin
    if estado="1001" or rst='0' then
        est<="0000";
        sdac<='1';
        ackdt<='0';
    elsif rising_edge (mscl) and est<"1001" then
        est<=est+1;
        if rw='0' then
            dout<=dout(6 downto 0) & sda;
            if est="1000" then ackdt<='1'; end if;
        else
            case est is
                when "0000" => sdac<=din(7);
                when "0001" => sdac<=din(6);
                when "0010" => sdac<=din(5);
                when "0011" => sdac<=din(4);
                when "0100" => sdac<=din(3);
                when "0101" => sdac<=din(2);
                when "0110" => sdac<=din(1);
                when "0111" => sdac<=din(0);
                when others =>
                    sdac<='1';
            end case;
        end if;
    end if;
end process;

```


CONTROLADOR SÍNCRONO STEP-DOWN DE DUAS FASES LM2642

O circuito integrado LM2642, da National Semiconductor, consiste de dois controladores reguladores do tipo "buck" (reduzidor) em modo de corrente, sincronizados com uma frequência de comutação de 300 kHz. Esse componente é indicado para sistemas embutidos de computadores, sistemas de jogos, Set-top Boxes e WebPads.

Newton C. Braga

Os dois controladores e reguladores chaveados deste circuito integrado operam com uma defasagem de 180 graus. Esta característica reduz a corrente de ripple RMS de entrada, o que faz com que sejam exigidas capacitâncias de entrada menores. As saídas comutadas dos dois reguladores podem ser ligadas em paralelo de modo a haver a operação do dispositivo como um regulador de duas fases e saída única.

A saída de cada canal pode ser ajustada de forma independente para tensões de 1,3 V a 13,5 V.

O controle de realimentação em "modo corrente" assegura uma regulação de linha e carga excelentes e uma faixa ampla de alimentação para haver uma resposta rápida a transientes na carga. A corrente pode ser sensoriada pelo Vds do FET superior ou ainda através de um resistor de sensoriamento de corrente ligado em série com o dreno do FET superior. A limitação de corrente é ajustada de forma independente em cada canal.

O LM2642 possui um circuito analógico de partida suave que é independente da carga e da capacitância de saída. Isso torna o limiar da partida suave mais previsível do que nos circuitos tradicionais de partida suave.

Através do pino PG00D1 pode-se ter a monitoração da tensão DC

de saída do canal 1. Uma proteção contra sobretensão está disponível para ambas as saídas. Um pino UV-delay é disponível para um retardo *shut-off* para o CI durante um evento de subtensão.

Na **figura 1** temos a pinagem deste circuito integrado.

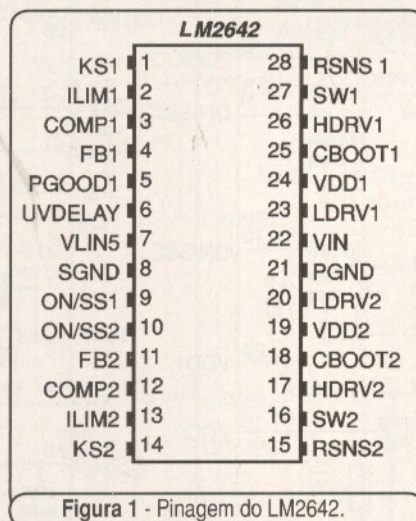


Figura 1 - Pinagem do LM2642.

Seus principais **destaques** são:

- Dois reguladores tipo "buck" sincronizados
- Operação em oposição de fase
- Faixa de tensões de entrada de 4,5 a 30 V.
- Função *Power-Good* monitora o canal 1
- Corrente *shutdown* de 37 μ A
- Saída ajustável de 1,3 a 13,5 V

• Erro típico de regulação de linha e carga: 0,04%

• Controle de "modo corrente" com ou sem resistor de sensoriamento

• Configurável para operação com saída simples ou paralelo (ver circuitos)

• Limite de corrente ajustável ciclo por ciclo

• *Shutdown* térmico.

Funções dos Pinos

Damos, a seguir, as descrições dos pinos deste circuito integrado.

KS1 (Pino 1) - Trata-se do sensoriamento Kelvin positivo (+) para o amplificador de sensoriamento de corrente.

ILIM1 (pino 2) - Ajuste do limiar do sensoriamento de corrente para o canal 1. Este pino drena uma corrente constante de 10 μ A, que é convertida numa tensão sobre o resistor ligado entre este pino e VIN. Esta tensão é comparada com Vds no MOSFET de cima ou à tensão sobre um resistor externo de sensoriamento de corrente para determinar quando uma condição de sobrecorrente ocorre no canal 1.

COMP1 (Pino 3) - Pino de compensação para o canal 1. Trata-se da saída de um amplificador de transcondutância interno. A rede de compensação deve ser conectada entre

este pino e o terra de sinal SGND (pino 8).

FB1 (Pino 4) - Entrada de realimentação para o canal 1.

PGOOD1 (Pino 5) - Uma saída "power good" em dreno aberto para o canal 1. Uma janela de +15% a -9% sobre a tensão de saída para o canal 1 determina quando ela é acionada, passando para o nível baixo tanto na condição de sobretensão como na de subtensão, conforme janela dada.

UV_DELAY (Pino 6) - Um capacitor entre este pino e o terra fixa o atraso para a condição UVP. O capacitor é carregado por uma fonte de corrente constante de 5 μ A. Quando a carga atinge 2,3 V (tip), o sistema desliga. Ligando este pino ao terra, a condição de subtensão é desabilitada.

VLIN5 (Pino 7) - A saída de 5 V de um regulador LDO interno é derivada de VIN. Esta saída fornece a polarização interna para o chip e para o circuito de bootstrap para o drive de comporta. Este pino deve ser desacoplado com um capacitor de pelo menos 4,7 μ F.

SGND (Pino 8) - Conexão de terra para o circuito de sinal.

ON/SS1 (Pino 9) - Pino de habilitação do canal 1. Quando este pino é levado a uma tensão menor que 1,2 V, o canal 1 desliga. Se os pinos ON/SS1 e ON/SS2 forem levados a uma tensão abaixo de 1,2 V (ao mesmo tempo) o chip entra no modo shut down. Um capacitor deste pino proporciona uma partida suave.

ON/SS2 (Pino 10) - Pino de habilitação do canal 2 - funciona do mesmo modo que o pino de habilitação do canal 1.

B2 (Pino 11) - Entrada de realimentação do canal 2. Conecte ao Vout através de um divisor de tensão para fixar a tensão de saída do canal 2.

COMP2 (Pino 12) - Pino de compensação para o canal 2. É a saída do amplificador interno de transcondutância. A rede de compensação deve ser conectada entre este pino e o terra de sinal (SGND - pino 8).

ILIM2 (Pino 13) - Ajuste do limiar do limitador de corrente para o canal 2. Opera como ILM1 - pino 2.

KS2 (Pino 14) - Sensoriamento Kelvin positivo (+) para o amplifica-

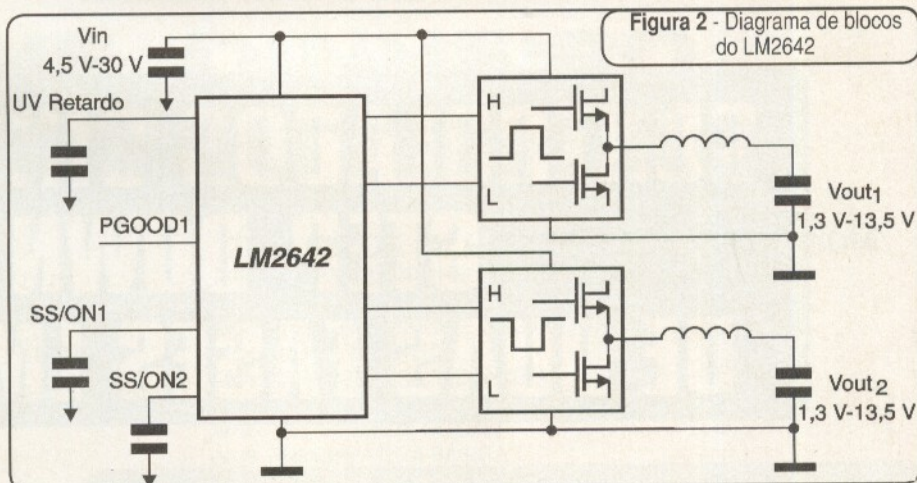


Figura 2 - Diagrama de blocos do LM2642

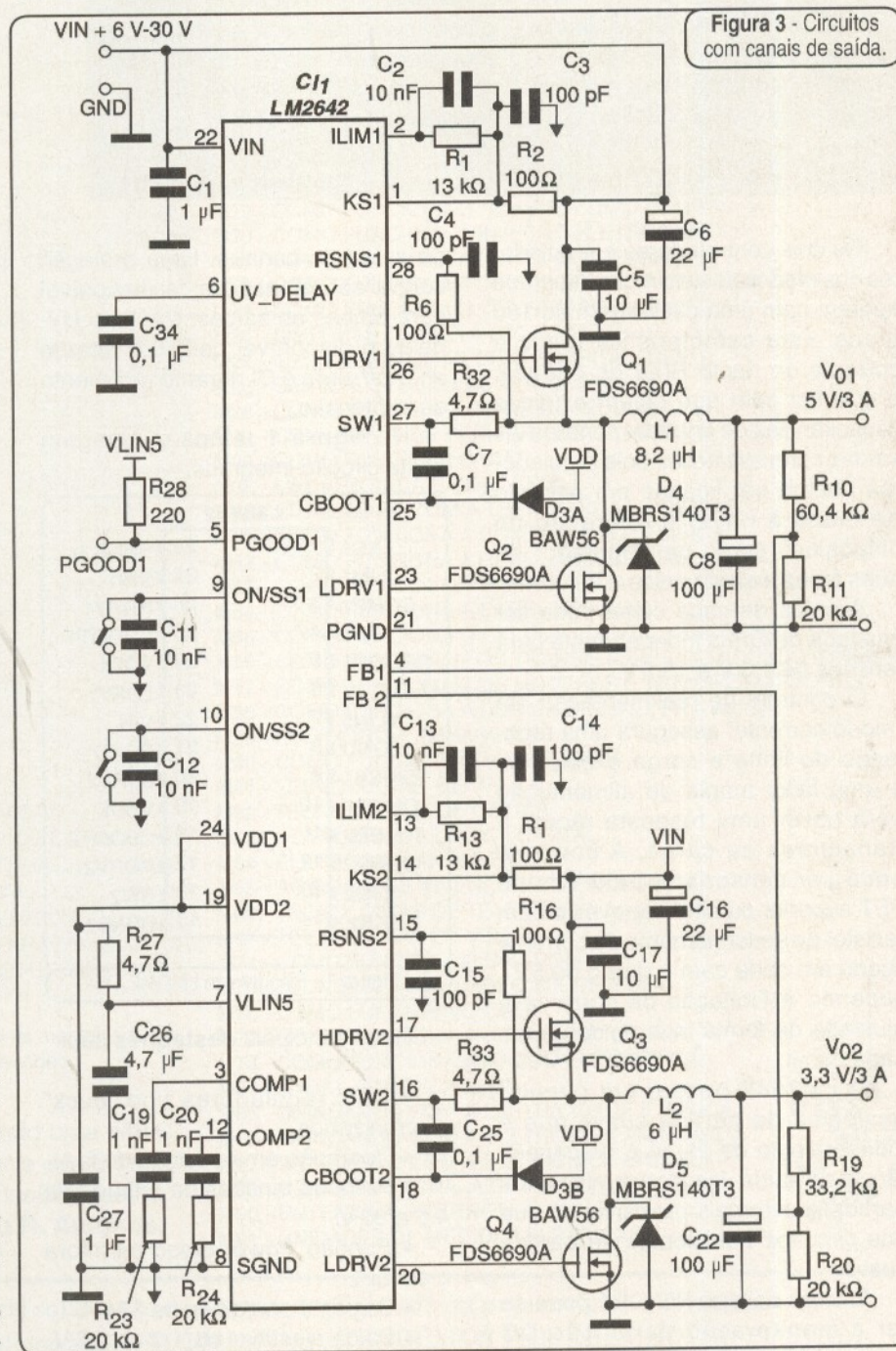


Figura 3 - Circuitos com canais de saída.

dor de sensoriamento de corrente do canal 2. Como no caso de KS1 (pino 1).

RSNS2 (Pino 15) - Sensoriamento Kelvin negativo (-) para o amplificador de sensoriamento interno de corrente do canal 2.

SW2 (Pino 16) - Conexão do modo comutado para o canal 2, que é ligado à fonte (s) do MOSFET de cima do canal 2. Serve como a linha negativa de alimentação para a comporta do *driver* do lado de cima, HDRV2.

HDRV2 (Pino 17) - Saída do *gate-drive* do lado de cima para o canal 2.

CBOOT2 (Pino 18) - Conexão do capacitor de *bootstrap*. Serve como linha positiva de alimentação para a comporta do *drive* de cima do canal 2. Este pino deve ser ligado a VDD2 (pino 19) através de um diodo.

VDD2 (pino 19) - Linha de alimentação para *gate* do *drive* de baixo do canal 2.

Ligado a VLIN5 (pino 7) através de um resistor de 4,7 ohms e desacoplado para o terra de alimentação por um capacitor cerâmico de pelo menos 1 μ F. Este pino é ligado a VDD1 (pino 24).

LDRV2 (pino 20) - Comporta do *drive* do lado de baixo para o canal 2.

PGND (Pino 21) - Terra para alimentação de ambos os canais. Conectado à linha negativa do sistema.

VIN (Pino 22) - Pino de entrada de alimentação do *chip*. Conectado à linha positiva de alimentação do sistema.

LDRV1 (Pino 23) - Saída de comporta do *drive* do lado de baixo para o canal 1.

VDD1 (Pino 24) - Linha de alimentação para a comporta do *drive* do lado de baixo do canal 1.

CBOOT1 (Pino 25) - Conexão do capacitor de *bootstrap*. Serve de linha positiva para a comporta do *drive* do lado de cima. Veja CBOOT2 (Pino 18).

HDRV1 (Pino 26) - Saída do *drive* comporta do lado de cima para o canal 1. Veja HDRV2 (pino 17).

SW1 (Pino 27) - Conexão do modo comutado para o canal 1. Veja SW2 (pino 16).

RSNS1 (Pino 28) - Sensoriamento Kelvin negativo (-) para o amplificador

sensor de corrente interno do canal 1. Veja RSNS2 (pino 15).

Na **figura 2** temos o diagrama de blocos do LM2642.

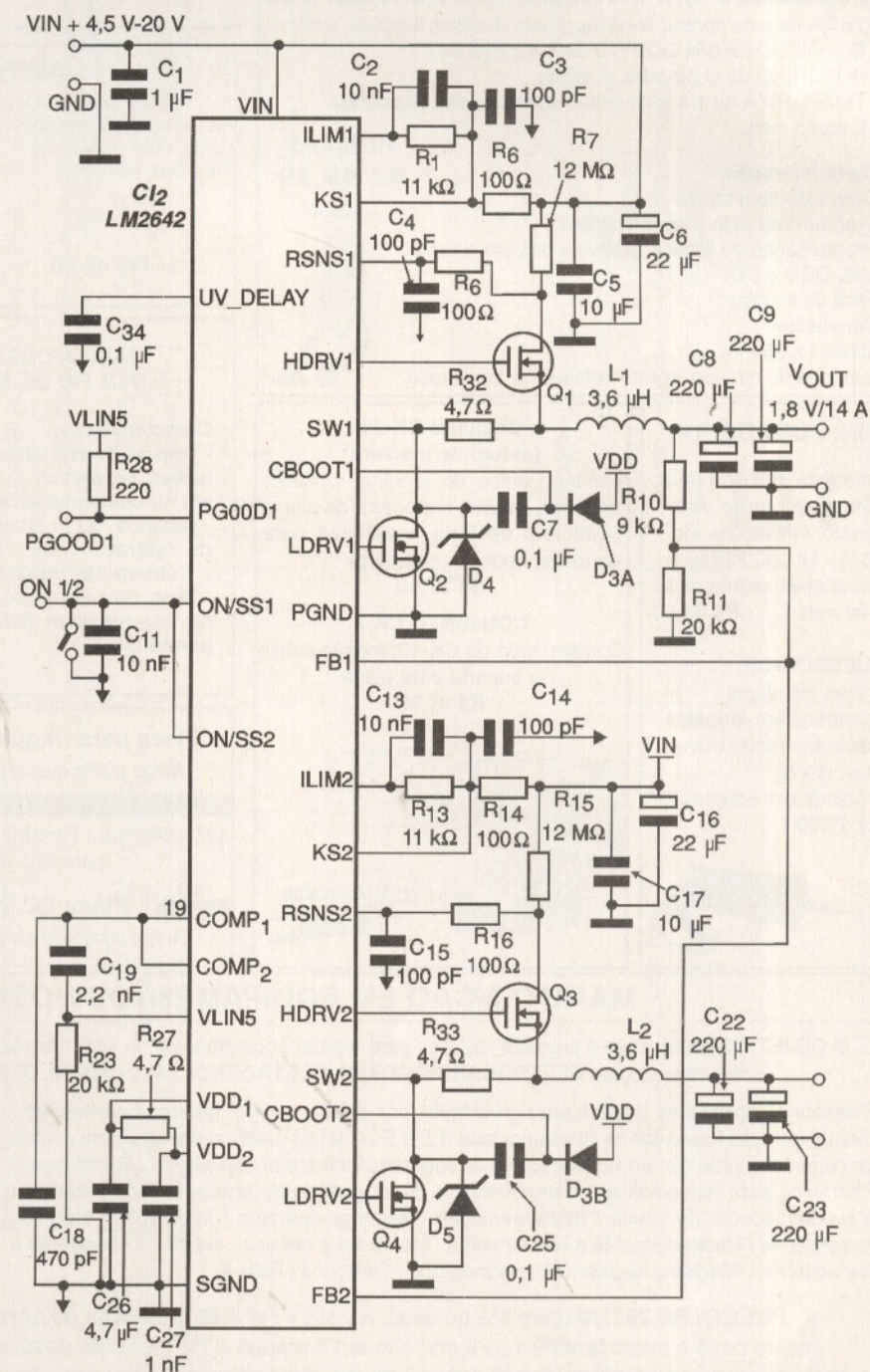
CIRCUITOS DE APLICAÇÃO

Na **figura 3** trazemos um circuito típico para aplicação com dois canais e saída.

Para uma aplicação com um canal, o circuito é mostrado na **figura 4**.

Mais informações sobre este componente podem ser obtidas no *site* da National Semiconductor (www.national.com).

Figura 4 - Circuito com um canal sólido.



Já nas bancas!

Instrumentação Industrial - Retrofitting - Robótica - CLP - CNC

www.mecatronicaatual.com.br

MECATRÔNICA



Ano 2 - nº7 - Dezembro/2002-Janeiro/2003 - Brasil: R\$ 8,50 - Europa: € 4,30

Atual

Sensores Térmicos

Conheça os termistores NTC e PTC e saiba as suas principais características

Motores Elétricos

Entenda os vários tipos, princípios de funcionamento, manutenções preventivas e corretivas

Tratamento Térmico

Saiba como é possível alterar a estrutura interna dos materiais e suas propriedades mecânicas

Problemas e

SOLUÇÕES

Linguagem de Programação LADDER - AutoCAD



COMPRA AGORA E RECEBA VIA SEDEX

O SHOPPING DA INSTRUMENTAÇÃO

PROVADOR DE CINESCÓPIO PRC-20-P



É utilizado para medir a emissão e reativar cinescópios, galvanômetro de dupla ação. Tem uma escala de 30 KV para se medir AT. Acompanha ponta de prova + 4 placas (12 soquetes).
 PRC 20 PR\$420,00
 PRC 20 DR\$440,00

PROVADOR RECUPERADOR DE CINESCÓPIO - PRC40

Permite verificar a emissão de cada canhão do cinescópio em prova e reativá-lo, possui galvanômetro com precisão de 1% e mede MAT até 30 kV. Acompanha ponta de prova + 4 placas (12 soquetes).R\$390,00



GERADOR DE BARRAS GB-51-M



Gera padrões: quadrículas, pontos, escala de cinza, branco, vermelho, verde, croma com 8 barras, PAL M, NTSC puros c/ cristal. Saídas para RF, Video, sincronismo e FI.R\$ 380,00

CAPACÍMETRO DIGITAL CD44

Instrumento preciso e prático, nas escalas de 200 pF, 2 nF, 20 nF, 200 nF, 2 µF, 20 µF, 200 µF, 2000 µF, 20 mF.R\$360,00



GERADOR DE FUNÇÕES 2 MHz - GF39



Ótima estabilidade e precisão, p/ gerar formas de onda: senoidal, quadrada, triangular, faixas de 0,2 Hz a 2 MHz. Saídas VCF, TTL/MOS, aten. 20 dB.

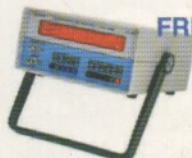
GF39R\$ 460,00
 GF39D - DigitalR\$ 590,00

GERADOR DE RÁDIO FREQUÊNCIA - 120 MHz - GRF30

Sete escalas de frequências: A-100 a 250 kHz, B-250 a 650 kHz, C- 650 a 1700 kHz, D-1, 7 a 4 MHz, E- 4 a 10 MHz, F- 10 a 30 MHz, G- 85 a 120 MHz, modulação interna e externa.R\$ 450,00



FREQUENCÍMETRO DIGITAL



Instrumento de medição com excelente estabilidade e precisão.
 FD32 - 1 Hz / 1,2 GHz R\$ 550,00

TESTE DE TRANSISTORES DÍODO - TD29



Mede transistores, FETs, TRIACs, SCRs, identifica elementos e polarização dos componentes no circuito. Mede diodos (aberto ou em curto) no circuito.**ESGOTADO**

TESTE DE FLY BACKS E ELETROLÍTICO - VPP - TEF41

Mede FLYBACK/YOKE estático quando se tem acesso ao enrolamento. Mede FLYBACK encapsulado através de uma ponta MAT. Mede capacitores eletrolíticos no circuito e VPP R\$ 340,00



PESQUISADOR DE SOM PS 25P



É o mais útil instrumento para pesquisa de defeitos em circuitos de som. Capta o som que pode ser de um amplificador, rádio AM - 455 KHz, FM - 10,7 MHz, TV/Videocassete - 4,5 MHzR\$ 340,00

MULTÍMETRO DIGITAL MD42

Tensão c.c. 1000 V - precisão 1%, tensão c.a. - 750 V, resistores 20 MΩ, corrente c.c./c.a. - 20 A ganho de transistores hfe, diodos. Ajuste de zero externo para medir com alta precisão valores abaixo de 20 Ω. R\$ 240,00



MULTÍMETRO CAPACÍMETRO DIGITAL MC 27



Tensão c.c. 1000 V - precisão 0,5 %, tensão c.a. 750 V, resistores 20 MΩ, corrente DC AC - 10 A, ganho de transistores, hfe, diodos. Mede capacitores nas escalas 2n, 20n, 200n, 2000n, 20 µF.R\$ 300,00

GERADOR DE BARRAS GB-52

Gera padrões: círculo, pontos, quadrículas, círculo com quadrículas, linhas verticais, linhas horizontais, escala de cinzas, barra de cores, cores cortadas, vermelho, verde, azul, branco, fase, PALM/NTSC puros com cristal, saída de FI, saída de sincronismo, saída de RF canais 2 e 3.R\$ 520,00



FONTE DE TENSÃO

Fonte variável de 0 a 30 V. Corrente máxima de saída 2 A. Proteção de curto, permite-se fazer leituras de tensão e corrente AS tensão: grosso fino AS corrente.
 FR35 - DigitalR\$ 330,00 FR34 - AnalógicaR\$ 295,00

SABER MARKETING DIRETO LTDA

LIGUE JÁ (11)6195-5330 - PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 10/01/2003