

ELETRÔNICA

http://twitter.com/editora_saber

Industrial

Wolverine

**Conheça a nova
plataforma de
microcontroladores
da Texas**

**Monte um Localizador
e Bloqueador Veicular**

**Controle o veículo via SMS
de qualquer telefone
celular**



**Conheça a importância das
Redes
Industriais**

Kinetis - Parte 2

Entenda o sistema de interrupções e a configuração do timer deste microcontrolador

Transdutores

Como funcionam e qual a importância destes dispositivos na manutenção preditiva

Motores CA e CC

Comparativo com as vantagens e desvantagens das duas tecnologias



A MAIOR FEIRA DE TECNOLOGIA

Learn today. Design tomorrow.



Embedded System Conference Brazil

26 e 27 Junho

Transamerica Expo Center

São Paulo • SP

10 às 19 horas

O ESC Brazil é o ponto de encontro de especialistas, fornecedores e profissionais envolvidos com sistemas embarcados, ideal para engenheiros e compradores que buscam desenvolver projetos e ampliar parcerias nacionais e internacionais.

Ao visitar o ESC Brazil 2012 você estará em contato com o mercado de:

SISTEMAS OPERACIONAIS

SEMICONDUCTORES

MICROCONTROLADORES

MICROPROCESSADORES

ROBÓTICA

CHIPS

DIGITAL SIGNAGE

AUTOMAÇÃO

CONTROLES E TESTES DE MEDIÇÃO

MAIS DE 30 EXPOSITORES JÁ CONFIRMADOS. FABRICANTES NACIONAIS E INTERNACIONAIS COMO:

ADVANTECH/Brasil • AGILENT/Brasil e EUA • AMD/EUA • ARM/EUA • ARTIMAR MICROCHIP/Brasil • ATMEL/EUA • CEITEC/Brasil • COMPUSOFTWARE/Brasil • FARNELL NEWARK/Brasil • FLUKE/Brasil • FREESCALE SEMICONDUCTORES/Brasil • FUJITSU SEMICONDUCTOR AMERICA/EUA • GRUPO ITECH/Brasil • IAR SYSTEMS/EUA • INFOTECH/Brasil • INTEL/EUA • INTREPID CONTROL SYSTEMS/EUA • JTAG TECHNOLOGIES/Holanda e EUA • KLOCWORK/Canadá • KONTRON/EUA • LDRA/Reino Unido • MICROCHIP TECHNOLOGY/EUA e Brasil • MOSAICO/Brasil • NATIONAL INSTRUMENTS/EUA • NXP SEMICONDUCTORS/Brasil • O.S SYSTEMS/Brasil • RENESAS/EUA • SMARTCORE/Brasil • ST MICROELECTRONICS/Itália, França e Brasil • TEKTRONIX/EUA • TEXAS INSTRUMENTS/EUA/ Brasil • WIND RIVER/EUA

Confira lista completa no site.

FAÇA A INSCRIÇÃO GRATUITA E GARANTA SUA PRESENÇA

www.escbrazil.com.br

PATROCINADORES

Platina



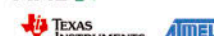
Ouro



Prata



Bronze



EMBARCADA DA AMÉRICA LATINA

Além da exposição, o ESC Brazil 2012 também contará com um imperdível

PROGRAMA DE CONFERÊNCIAS

4 KEYNOTES + 18 PALESTRAS TÉCNICAS

+ 5 APRESENTAÇÕES COMERCIAIS + 2 TREINAMENTOS

PROGRAMA TÉCNICO

26 de Junho - Terça-feira			27 de Junho - Quarta-feira		
9:30 - 11:00			9:00 - 10:00		
Panorama de Sistemas Embarcados no Brasil			Keynote Speaker: Bill Gatliff (Consultor independente)		
Palestrantes: Marcelo Zuffo (USP) e Henrique Miguel (MCTI)			10:00 - 11:00		
Moderador: Jonny Doin (Fiesp/Sibapem)			Keynote Speaker: Chris Shore (ARM)		
Debatedor: José Scodiero – Fastcompany (ARM)					
HD	Room 1	RTOS	Room 2	AN/LX	Room 3
	11:30 - 13:00		11:30 - 13:00		11:30 - 13:00
	Smart Energy Solutions for Home Area Networks and Grid-End Applications		Using an RTOS in Applications with High Interrupt Rates		Primeiros Passos para Embarcar Linux em Sistemas baseados em Processadores
	Meera Balakrishnan (HD) Freescale		Nick Lethaby Texas Instruments		Wagner Augusto TECHtraininG Engenharia e Treinamentos LTDA
HD	14:00 - 15:30	SD	14:00 - 15:30	AN/LX	14:00 - 15:30
	Metering using ultra-low-power MCUs: Calibration, accuracy and smart grid metering systems		ARMv1 to ARMv8 - An overview of the ARM Architecture		Primeiros Passos para Embarcar Linux em Sistemas baseados em Processadores ARM
	Jeniffer Barry Texas Instruments		Chris Shore ARM		Fabio Estevam TECHtraininG Engenharia e Treinamentos LTDA
AN/LX	16:00 - 17:30	HD	16:00 - 17:30	TD	16:00 - 17:30
	Bill Gatliff		Which is the right ARM for you ?		Estratégias para roteamento de placa de circuito impresso
			Ronan Synott ARM		Edson Camilo Whirlpool
MP	14:00 - 15:30	SD	14:00 - 15:30	HD	16:00 - 17:30
	Ferramentas para análise de sinais no domínio do tempo e frequência		Efficient C Code for ARM Devices		Power Efficiency of FRAM Based Wireless Sensor Networks
	Rodrigo Pereira Tektronix		Chris Shore ARM		Rafael Mena Texas Instruments
SD	16:00 - 17:30	HD	16:00 - 17:30	AN/LX	16:00 - 17:30
	Desenvolvendo com o FreeRTOS		Power Efficiency of FRAM Based Wireless Sensor Networks		Ferramentas de depuração para Android
	Sergio Prado Embedded Labworks		Rafael Mena Texas Instruments		Daiane Angolin Freescale

SD: Software Development / Desenvolvimento de Software
HD: Hardware Development / Desenvolvimento de Hardware
AN/LX: Android/ Linux/ Open Source

TD: Miscellaneous/ Temas Diversos
RTOS: Real-Time Operating Systems/ Sistemas Operacionais em Tempo Real

MP: Best Practices / Melhores Práticas de Desenvolvimento
LT: Programming Languages & Techniques / Linguagens e Técnicas de Programação

PROGRAMA DE PALESTRAS PATROCINADAS

FREESCALE

Evolução contínua: Novas Soluções ARM® partindo da série Kinetis L de baixo consumo até o escalável iMX6 Quad Core

NATIONAL INSTRUMENTS

Quando PID é insuficiente para meu Sistema Embarcado?

AGILENT

Novas ferramentas para análise e depuração em sistemas embarcados nos domínios analógicos, digitais e de frequência

FUJITSU

Developing next generation 2D and 3D GUIs

ACESSO LIVRE

TREINAMENTOS

FREESCALE

Nova geração de microcontroladores 8-bits Freescale S08Px – Poderosos e robustos

FREESCALE

Praticando Android com i.MX53

Veja programação e inscreva-se no site:
www.escbrazil.com.br

VAGAS LIMITADAS!

Organização



Mídia Oficial

ELETRÔNICA

Midias Parceiras



Apoio



A Tektronix ampliou seu portfólio de produtos com a família de osciloscópios de mão



A série THS3000 traz um novo nível de precisão de medição para aplicações portáteis, com taxa de amostragem até 5gs/s e até 200mhz de largura de banda. A série apresenta o mais alto desempenho disponível no mercado.

Desempenho portátil para ambientes desafiadores.

Hoje há uma necessidade de correlacionar as medições de campo e laboratório, a série THS3000 tem o desempenho técnico para análise de sinais analógicos e digitais de baixa tensão. Com um peso de 4,8kg, 7hrs de vida útil de bateria e 4 canais isolados, leve mas resistente, a série THS3000 é construída para uso até mesmo nas condições mais exigentes.



Leve e resistente



Saída USB



4 canais isolados



4,8 Kg, 7 horas de vida útil de bateria

Saiba mais
www.tektronix.com.br
Consulte-nos
Tel.: (11) 3759-7643 / 3759-8653

Tektronix



Editora Saber Ltda.

Diretor

Hélio Fittipaldi

SABER
ELETRÔNICA

www.sabereletronica.com.br

twitter.com/editora_saber

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial

João Antonio Zuffo

Redação

Augusto Heiss

Revisão Técnica

Eutíquio Lopez

Designers

Carlos C. Tartagliani,

Diego M. Gomes

Publicidade

Caroline Ferreira,

Nikole Barros

Colaboradores

Alexandre Capelli,

Bruno Venâncio,

César Cassiolato,

Dante J. S. Conti,

Edriano C. de Araújo,

Eutíquio Lopez,

Tsunehiro Yamabe

PARA ANUNCIAR: (11) 2095-5339

publicidade@editorasaber.com.br

Capa

Arquivo Editora Saber

Impressão

Parma Gráfica e Editora

Distribuição

Brasil: DINAP

Portugal: Logista Portugal tel.: 121-9267 800

ASSINATURAS

www.sabereletronica.com.br

fone: (11) 2095-5335 / fax: (11) 2098-3366

atendimento das 8:30 às 17:30h

Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

Saber Eletrônica é uma publicação bimestral da Editora Saber Ltda, ISSN 0101-6717. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./fax (11) 2095-5333.

Associada da:

anatec
www.anatec.org.br

Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas

Digital Freemium Edition

Nesta edição comemoramos o fantástico número de 258.395 downloads da edição 460 digital em PDF que tivemos nos primeiros 50 dias de circulação. Assim, esperamos atingir meio milhão em seis meses. Na fase de teste, no ano passado, com a Edição Digital Gratuita que chamamos de "Digital Freemium (Free + Premium) Edition", já atingimos este marco e até ultrapassamos.

Fica aqui nosso agradecimento a todos os que seguiram nosso apelo, para somente fazerem download das nossas edições através do link do Portal Saber Eletrônica, pois precisamos comprovar ao meio anunciante estes números e, assim, obtermos patrocínio para manter a **edição digital gratuita**.

Aproveitamos também para avisar aos nossos leitores de Portugal, cerca de 6.000 pessoas, que infelizmente os custos para enviarmos as revistas impressas em papel têm sido altos e, por solicitação do nosso distribuidor, não enviaremos mais os exemplares impressos em papel para distribuição no mercado português e ex-colônias na África.

Em junho teremos a edição especial deste semestre e o assunto principal é a eletrônica embutida (embedded electronic), ou como dizem os espanhóis e portugueses: electrónica embebida. Como marco teremos também no Centro de Exposições Transamérica em São Paulo, a 2ª edição da ESC Brazil 2012 e a 1ª MD&M, o maior evento de tecnologia para o mercado de design eletrônico que, neste ano, estará sendo promovido pela UBM junto com o primeiro evento para o setor médico/odontológico (a MD&M Brazil).

Esta última aproveita o momento de um mercado de produtos médicos e odontológicos crescente, pois, além de fabricar 90% de seus próprios dispositivos médicos, o Brasil se tornou agora um exportador em destaque.

A Saber Eletrônica é a mídia oficial da ESC Brazil e estará apresentando o protótipo do primeiro e-kart, projeto publicado no ano passado a partir da edição nº452, onde mostramos a solução da Infineon para um veículo elétrico movido a bateria e que possui controle eletrônico de tração e KERS, como os carros que já estão rodando em muitos países e também na Fórmula 1.

Não deixem de visitar nosso estande, lá estaremos distribuindo exemplares gratuitos da atual edição de Saber Eletrônica.

Submissões de Artigos

Artigos de nossos leitores, parceiros e especialistas do setor serão bem-vindos em nossa revista. Vamos analisar cada apresentação e determinar a sua aptidão para a publicação na Revista Saber Eletrônica. Iremos trabalhar com afinco em cada etapa do processo de submissão para assegurar um fluxo de trabalho flexível e a melhor apresentação dos artigos aceitos em versão impressa e online.

Atendimento ao Leitor: atendimento@sabereletronica.com.br

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



Hélio Fittipaldi

14



Eletrônica Aplicada - Industrial

- 14 Transdutores na Manutenção Preditiva
- 24 Redes Industriais - Parte 1

Eletrônica Aplicada - Telecomunicações

- 34 Tipos de Antenas e suas Propriedades – Parte 1
- 38 Correção de Erro no Modem MU-2-R de 434 MHz, da Circuit Design, Inc.

Tecnologias

- 42 Nova Plataforma de Microcontroladores “Wolverine”

Microcontroladores

- 46 Os Microcontroladores Kinetis, da Freescale – Parte 2

Eletrônica Aplicada - Energia

- 52 Comparativo entre os Motores Elétricos CA e CC

Circuitos Práticos

- 60 Monte um Localizador e Bloqueador Veicular via SMS

34



42



05

Editorial

07

Acontece

- 07 Scanner a laser R2000, da PEPPERL+FUCHS
- 07 O Módulo de Segurança G10, da PEPPERL+FUCHS
- 08 ESC Brazil: Embedded Systems Conference 2012
- 10 Módulo GPS, da CIKA
- 10 Módulos Wireless ubíquos, da Telit
- 11 Os novos DSPs, da Texas Instruments
- 12 Ferramentas para os novos MCUs da Renesas Electronics
- 12 Medidores para o controle de energia elétrica, da Rockwell Automation
- 13 Power Sinus II oferece energia segura

Índice de anunciantes

ESC	03
Tektronix	04
Honeywell	09
Metaltek	13
JTAG	23

Globtek	31
MDM	33
Keystone	37
Blucolor	39
Tato	45

Patola	45
Nova Saber	59
ESC	2ª capa
National	3ª capa
Cika	4ª capa

PRT entra numa nova dimensão

Novo scanner a laser R2000

Com base na tecnologia PRT desenvolvida pelo Pepperl+Fuchs, foi produzido um novo scanner a laser. A ótica de medição do R2000 baseia-se na tecnologia de espelhagem, em oposição à habitual tecnologia de lentes. O módulo de medição não é fixo, mas roda em torno do seu próprio eixo. Isto significa que o mecanismo de espelhagem convencional para a deflexão de feixe pode ser dispensado. O resultado é um aumento significativo do espaço disponível, assim como a formação de pontos luminosos idênticos em todo o ângulo de medição. A geometria de pontos luminosos é pensada de forma que o diâmetro não exceda alguns milímetros, mesmo no caso de longas distâncias. Esta característica é particularmente importante para a detecção da posição exata de sistemas de transporte sem condutor.

Um laser vermelho visível simplifica a colocação em funcionamento porque o usuário vê imediatamente para onde o sensor está apontando e pode simplesmente alinhar o dispositivo em conformidade.

Laser de classe I significa que o dispositivo pode ser usado em toda a escala de trabalho sem constituir risco para a saúde pessoal.

O ponto luminoso tem um diâmetro inferior a 20 mm numa escala de medição de até 10 m. Esta característica é particularmente importante para a detecção de pequenos objetos. Consequentemente, a detecção precisa de posições e perfis de margem não constitui qualquer problema.

O ângulo de medição de 360°, a elevada velocidade de amostras até 250 000 medições individuais por segundo, assim como a frequência de digitalização de

até 50 Hz significam que o dispositivo é particularmente adequado para aplicações em alta velocidade. É usada uma interface Ethernet para a emissão deste grande volume de dados. A comutação de saídas está disponível para informação exclusivamente binária.

Um outro ponto forte é o *display* grande, que se encontra integrado na superfície de saída de luz. Isto permite que o dispositivo seja colocado em funcionamento de forma simples e sem quaisquer componentes adicionais. Tudo o que é necessário para o alinhamento básico e configuração de rede são os dois botões no dispositivo. Além disso, podem ser criadas mensagens de estado e pode ser exibida informação específica de aplicações, como distâncias, perfis de medições etc.

A solução da PEPPERL+FUCHS

para uma instalação segura de condutos de cabos

A AS-Interface é o conceito de interface mais utilizado do mundo, que possui uma automação simplificada de tecnologia de conexão rápida através de cabos planos. A integração da segurança no AS-i era mais um passo decisivo para uma solução completa, que estabeleceu novos padrões em termos de simplicidade, vista geral clara e uma boa relação custo-eficiência. Enquanto outras soluções exigem hardware, a Segurança AS-i impressiona com o seu software caracterizado por comunicação fidedigna e lógica inteligente.

Em tecnologia de instalação, é comum ligar-se E/S digitais por meio de distribuidores ou módulos com várias portas E/S. Relativamente às soluções de segurança, as conexões paralelas ou os sistemas paralelos supérfluos ainda são bastante predominantes, tornando-se desnecessários com a Segurança AS-i. Enquanto os componentes de segurança precisam de ser implementados em PLe de uma forma descentralizada,

a interface AS-i pode ser integrada no aparelho final ou utilizado um módulo AS-i completo de dois canais. Consequentemente, são necessários diversos aparelhos AS-i integrados ou um espaço suficiente para a instalação dos módulos.

A Pepperl+Fuchs apresenta o menor módulo de segurança G10 do mundo, incluindo proteção IP68/69k. Qualquer interruptor de segurança com contatos secos pode ser ligado a este módulo.

É possível fazer a instalação direta dentro do conduto de cabos. A única coisa visível do exterior é a saída do cabo redondo para o aparelho final. A caixa de uma só peça permite não só alimentar os cabos planos através de pinos dourados e redondos, como ainda mantê-los firmemente fixos recorrendo a um único parafuso. O módulo G10 é tão pequeno e leve que não precisa de parafusos de montagem. É excepcionalmente simples, e o seu reduzido tamanho e peso asseguram nível de funcionalidade extra.



Embedded Systems Conference 2012: A Conferência Internacional de Sistemas Embarcados

A ESC é um evento de tecnologia embarcada com mais de 24 anos de existência e presença nos Estados Unidos e Índia, chegando ao segundo ano no Brasil. Esse evento mostrará a velocidade com que cresce o mercado de sistemas inteligentes no mundo.

O evento, realizado pela UBM Brazil, fará sua segunda edição comemorando o sucesso da estreia, que, no ano passado, contou com mais de 1.400 visitantes e a presença de grandes empresas como Motorola, Mercedes-Benz, Embraer, Embratel, LG Electronics, Ericsson, Itaú, Bradesco e Caixa Econômica Federal. Para este ano, a ESC Brazil, que ocorrerá entre os dias 26 e 27 de junho, no Transamérica Expo Center (Av. Dr. Mário Villas Boas Rodrigues, 387 Santo Amaro - São Paulo - SP), em São Paulo, pretende alcançar a marca de 3 mil visitantes. Já estão confirmados como expositores empresas como Advantech, Agilent, AMD, ARM, Artimar, Microchip, Atmel, Ceitec, Compusoftware, Farnell Newark, Fluke, Tektronix, Freescale Semiconductors, Fujitsu Semiconductor America, Grupo ITech, IAR Systems, InfoTech, Intel, Intrepid Control Systems, JTAG Technologies, Klocwork, Kontron, LDRA, Technology, Mosaico, National Instruments, NXP Semiconductors, O.S. Systems, Renesas, SmartCore, ST Microelectronics, Texas Instruments, Wind River.

Assim como no ano passado, representantes dos mercados de eletroeletrônicos, automação industrial, automobilística, TI, distribuição e logística, telecomunicações, tecnologia médica, aeroespacial, segurança, *digital signage* (sinalização digital) e eletrodomésticos estarão presentes no evento. Na primeira edição da conferência no Brasil, uma pesquisa realizada apontou que 80% dos visitantes são responsáveis pela decisão e escolha dos investimentos das empresas.

Faça o seu credenciamento gratuito para o ESC Brazil no link: <http://migre.me/9dPRB>



Palestras

26 de Junho de 2012

Room I

14 h às 15h 30	Metering using ultra-low power MCUs: Calibration, accuracy and smart grid metering systems - Jeniffer Barry (Texas Instruments)
----------------	---

Room II

11h 30 às 13 h	Using RTOS in Applications with High Interrupt Rates - Nick Lethaby (Texas Instruments)
14 h às 15h 30	ARMv1 to ARMv8 - An overview of the ARM architecture - Chris Shore (ARM)
16 h às 17h 30	Which is the right ARM for you? - Ronan Synott (ARM)

Room III

11h às 13 h	Primeiros Passos para Embarcar Linux em Sistemas baseados em Processadores - Wagner Augusto (TECHtrainiG Engenharia)
14 h às 15h 30	Primeiros Passos para Embarcar Linux em Sistemas baseados em Processadores ARM - Fábio Estevam (TECHtrainiG Engenharia)
16 h às 17h 30	Estratégias para roteamento de placas de circuito impresso - Edson Camilo (Whirlpool)

27 de Junho de 2012

Room I

11h 30 às 13 h	Aplicações de RF para Sistemas Embarcados - Alessandro Ferreira (TECHtrainiG Engenharia)
14 h às 15h 30	Ferramenta para análise de sinais no domínio do tempo e frequência - Rodrigo Pereira (Tektronix)
16 h às 17h 30	Desenvolvendo com o FreeRTOS - Sérgio Prado (Embedded Labworks)

Room II

11h 30 às 13 h	Getting Started with a Real-time Kernel - Matt Gordon (Micrium)
14 h às 15h 30	Efficient C Code for ARM Devices - Chris Shore (ARM)
16 h às 17h 30	Power Efficiency of FRAM Based Wireless Sensor Networks - Rafael Mena (Texas Instruments)

Room III

11h 30 às 13 h	Reconhecimento de gestos em sistemas embarcados - André Silva (Freescale Semiconductors)
14 h às 15h 30	Controle de motores BLDC: Alta eficiência com baixo custo - Bruno Castelucci (Freescale)
16 h às 17h 30	Ferramentas de depuração para Android - Daiane Angolim (Freescale)

Algumas Novidades

Estão programadas duas sessões de treinamentos da Freescale sobre micro-controladores de oito bits e práticas utilizando o Android. "O mercado de sistemas embarcados engloba praticamente tudo que é eletrônico em nosso dia a dia: desde o botão do micro-ondas até um dispositivo multimídia em um carro. Muito do cotidiano é guiado de acordo com o uso deste tipo de sistema. É mais do que justo que um evento desse porte (uma tradição internacional) deixe sua marca aqui no Brasil", declarou o diretor da UBM Brazil, Joris Van Wijk.

Para mais informações, acesse: www.escbrazil.com.br

Números do mercado

A tecnologia embarcada liderou exportações no setor de eletroeletrônicos em 2011.

Segundo previsão da empresa americana de pesquisa de mercado IDC, a receita mundial deste mercado deve chegar a US\$ 2 trilhões até 2015, dobrando os números de hoje. Para se ter uma ideia, estima-se que em 2015, os sistemas em-

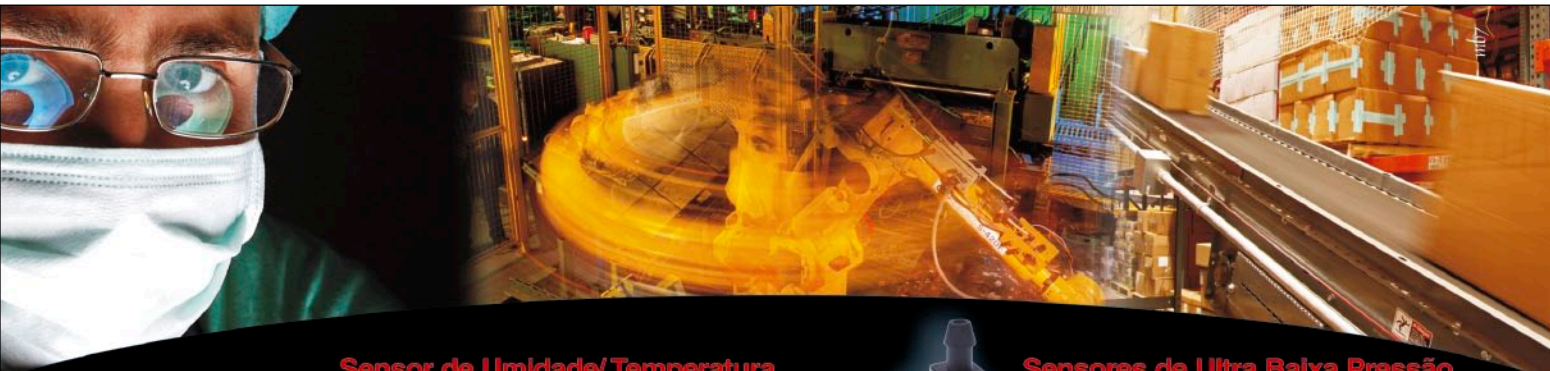


barcados passarão a representar mais de um terço das vendas dos grandes sistemas eletrônicos no mundo. No Brasil, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), os produtos desta tecnologia lideraram as exportações do setor no ano passado, alcançando a

marca de US\$ 833 milhões, crescimento de 9% com relação a 2010.

MD&M Brazil

Ao mesmo tempo da ESC Brazil 2012, acontecerá a estreia do MD&M Brazil, o principal evento de tecnologia de equipamentos médicos e odontológicos.



Sensor de Umidade/Temperatura Honeywell HumidCon™ com Saída Digital

- Tensão de alimentação: 2,3 a 5,5 Vcc
- Sinal de saída: Digital (I²C) 14 Bits de Resolução
- Precisão: ±4 %RH máx. (@ 10 %RH a 90 %RH)
- Erro total: ±5 %RH
- Tempo de resposta: 6 s (@ fluxo de ar de 20 l/min)
- Consumo de corrente: 650 µA em modo de operação / 1 µA em modo sleep mode
- Range de atuação: Umidade 0 % a 100% RH
- Temperatura de operação: 0 a 85°C
- Encapsulamento miniatura SMD SOIC-8 (dimensões: 4,9 mm x 5,9 mm x 1,6 mm)

>> Duas opções de alarmes digitais totalmente configuráveis via I²C

>> A melhor estabilidade a longo prazo da categoria - menos que 1.2%FSS* de desvio após 5 anos de uso

O mais estável da indústria - apenas 0.25% FSS de desvio após 1000 horas de uso (@25°C)

- >> Modelos com opção de diagnóstico
- >> Processamento digital de 12 Bits (mín)
- >> Disponíveis nas versões: SIP, DIP e SMD

Sensores de Ultra Baixa Pressão TruStability® Séries: SSC/ HSC

- Tipos de pressão: Absoluta, Gage, Diferencial, Bidirecional e Diferencial Wet/ Dry***
- Ranges de Pressão: Entre +/- 1 pol H₂O e +/- 30 pol H₂O
- Sinal de Saída: Digital (I²C ou SPI) e Analógico (Vcc)
- Tensão de alimentação: 3.3 Vcc ou 5 Vcc
- Temperatura de compensação: -20°C a 85°C
- Temperatura de operação: -40°C a 85°C
- Tempo de resposta: A partir de 0.46 ms
- Precisão: 0.25% FSS*
- Erro Total **: 1 % FSS* ou 2% FSS* (máx)
- RoHS compliant.

* Full Scale Span

**Erro Total inclui: Offset, Span, Não Linearidade, Histerese, Repetibilidade e os demais efeitos causados pela temperatura dentro da faixa de compensação

*** Opcional habilitado no ASIC nas versões com saída digital para informar se a ponte de resistores estão todos conectados, bem como se o EEPROM e ASIC estão operando corretamente.

Honeywell

Para mais informações sobre estes e outros produtos da Honeywell Sensing & Control, ligue
TELS:(11) 3475-1912 / 3475-1961
ou visite www.honeywell.com/sensing
Sensing.Control.Brasil@honeywell.com

Módulo GPS da CIKA

O módulo GPS EB-5662RE apresenta características de alta sensibilidade, baixa potência e tamanho reduzido. Ele é alimentado pelo SiRF Star IV, fornecendo ao usuário desempenho e sensibilidade superiores mesmo em ambientes difíceis como desfiladeiros urbanos ou densas florestas.

Graças à tecnologia SiRF CGEE (Client Generated Extended Ephemeris), o módulo antecipa posições de satélite em até 3 dias e proporciona uma inicialização do CGEE de menos de 15 segundos na maioria das condições, sem qualquer assistência de rede.

Além disso, o Modo Micro Power permite ao módulo GPS ficar numa condição hot-start quase continuamente e com um consumo muito baixo de energia.

O EB-5662RE é apropriado para as seguintes aplicações:

- Navegação automotiva;
- Posicionamento pessoal;
- Gestão de frota;
- Navegação de telefonia celular;
- Navegação marinha;

Características do Produto:

- Chipset GPS SiRF Star IV de alto desempenho;
- Muito Alta sensibilidade (Tracking Sensitivity: -163 dBm);
- TTFF extremamente rápida (Time To First Fix) com nível de sinal baixo;
- Interface de Suporte UART/I2C (padrão UART);
- Built-in LNA (dentro do CHIP);
- Tamanho compacto (22,4 mm x 17 mm x 3,0 mm);
- Fácil de montar em outra placa PCB;
- Suporte NMEA 0183 V3.0 (GGA, GSA, GSV, RMC, VTG, GLL, ZDA);
- Protocolo de Suporte OSP;
- Suporte MEMS: Magnetômetro de 3 eixos;
- MicroPower Mode (MPM): Redução da corrente de consumo MPM de < 500 mA a < 125 mA;
- Suporte SBAS (WASS, EGNOS, MSAS, GAGAN);
- Antena ativa de detecção.

Módulos wireless ubíquos para plataformas móveis da Telit

A Telit Wireless Solutions, anunciou a sua linha xE910 de módulos *wireless* com uma simples e única forma de fator que é intercambiável com qualquer rede celular, possibilitando uma cobertura mundial para aplicações e aparelhos eletrônicos M2M.

Baseado em um fator de forma LGA (*Land-Grid-Array*), com uma área de apenas 795 mm² e um tamanho total de 28,2 x 28,2 x 2,2 mm, o *design* uniforme da linha xE910 dá aos consumidores a possibilidade de escolher entre tecnologias móveis globais ou regionais, dependendo da localização e requerimento de uma aplicação específica para otimizar o envio de dados e custos com módulos.

Além de suportar tecnologias móveis GSM/GPRS, UMTS/HSPA+ e CDMA/EV-DO, a família xE910 também permite que as aplicações sejam facilmente atualizadas (por exemplo de uma rede 2G para uma 3.5G) e ao mesmo tempo mantém o *design* central de uma aplicação ou aparelho por todo o seu ciclo de vida.

“Com uma forma de fator compacta, nossa família de módulos xE910 permite que desenvolvedores e fabricantes de aparelhos M2M customizem facilmente suas aplicações, aproveitando-se assim do baixo custo dos espectros de bandas regionais”, disse Dominikus Hierl, diretor de marketing da Telit Wireless Solutions. “Além disso, os produtos de nossos clientes nunca vão sair de linha, uma vez que o módulo permite integração simples e atualizações.

O HE910, primeiro módulo anunciado pela Telit com a forma de fator LGA, foi redesenhado para incluir mais nove variantes globais e regionais, incluindo:

- Três variantes HSPA+ 5.76/21.0 penta-banda (800/ 850/ 900/ AWS/ 1900/ 2100 MHz) de alta produtividade para o mercado global;
- Três locais, HSPA+ 5.76/7.2 com variantes tri-banda (850/ 900/ 2100 MHz) para os mercados Europeu, Asiático e América Latina;
- Três locais, HSPA+ 5.76/7.2 com variantes tri-banda (850/ 1900/ AWS) para o mercado Norte-Americano.

Projetado para computação móvel, telemática automotiva, PDAs, e-readers, Tablets e aparelhos móveis, o novo HE910 também permite que os clientes selecionem funcionalidades específicas como dados; dados e voz; dados/GPS; voz/GPS; ou dados/voz/GPS. Adicionalmente, o módulo permite cobertura 2G com quadri-banda GPRS e EDGE classe 33, assim como opções de diversidade Rx, tornando este o módulo com mais funcionalidades da sua categoria.

“Como o HE910 tem umas das maiores velocidades de *upload* disponíveis no mercado, nós escolhemos esse módulo para a nossa popular câmera de segurança EyeSee” disse Jiri Molou, CEO da JABLOCOM. “Nós também gostamos da variedade de redes do módulo, que irá provavelmente incorporar isso em outros produtos da nossa empresa no futuro próximo”.

A JABLOCOM, empresa situada na República Tcheca, é uma provedora de produtos na área de segurança para mais de 20 países. A câmera EyeSee é um simples e inteligente aparelho que já protege milhares de casas e escritórios em toda a Europa. Um novo membro da linha xE910 é o Telit GE910 módulo quad-band (GSM/ GPRS: 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz) projetado para aplicações M2M 2G para rastreamento de mercadorias, monitoramento industrial remoto, automated utility meter reading, entre outros. Um DE910 EV-DO atualizado e um novo módulo CE910 1xRTT que servirá os mercados CDMA serão lançados no Q3 2012, completando a linha com fator de forma xE910 da Telit.



Os novos Digital Signal Processors da Texas Instruments

Oferecendo para a indústria soluções no ponto de vista de potência, sem comprometer o desempenho ou a facilidade de uso, a Texas Instruments lançou três novos DSPs baseados na sua arquitetura multinúcleo KeyStone, utilizando a geração TMS320C66x de processadores.

Os processadores TMS320C6654, TMS320C6655 e TMS320C6657, atendem de forma eficaz as aplicações portáteis em mercados como os de aplicações críticas para a missão, automação industrial, testadores, visão integrada, imagiologia, vigilância por vídeo, aplicações médicas e infraestrutura de áudio e vídeo. Para mais informações, acesse www.ti.com/multicore.

Com seu baixo consumo de energia e o pequeno tamanho de 21mm x 21mm permitem portabilidade, mobilidade e o uso de fontes de energia de baixa potência, como baterias e energia via interface.

Nos processadores, um conjunto otimizado de periféricos incluindo Porta Universal Paralela (UPP) e Portas Seriais Multicanais Reforçadas (McBSO), reduzem o custo e o tamanho do sistema, e também simplificam a migração a partir de projetos anteriores com um mínimo redesenho de placa.

As características dos DSPs C665x atendem às necessidades de aplicações como vídeo de segurança e gerenciamento de tráfego, onde há necessidade de realizar processamento de vídeo e análise de dados na ponta final. Além disso, uma ampla gama de aplicações em tempo real como radares on-board, rádios definidos por software, processamento de vídeo e imagens e ultrassom portátil agora serão menores, mais leves e mais fáceis de usar.

“Por meio da combinação de baixa potência e capacidade de ponto fixo e flutuante, estamos melhor equipados para atender às exigências do setor”, disse Weidong Chen, CEO da Suzhou Keda Technology Co. Ltd., um fornecedor de produtos e soluções de vídeo e vigilância na China. “Esta combinação

oferece vital flexibilidade de projeto e um prazo para o mais rápido lançamento sem adicionar custo significativo de desenvolvimento. Estamos ansiosos para trabalhar ao lado da Texas Instruments para entregar soluções de alto desempenho e baixa potência, e com boa relação entre custo e eficiência aos nossos clientes.”

Com preços a partir de US\$ 30 (FOB) para 10 KU, os processadores C665x consistem de três soluções de potência otimizada e com compatibilidade de pinos para desenvolvedores que estão migrando do núcleo único para multinúcleo. O C6657 tem dois núcleos DSP de 1,25-GHz, oferecendo até 80 GMACs e 40 GFLOPs, enquanto as soluções C6655 e C6654 entregam até 40 GMACs e 20 GLOPS e 27,2 GMACs e 13,6 GLOPS, respectivamente. Sob condições normais de operação, os números de potência do C6657, do C6655 e do C6654 são 3,5W, 2,5W e 2W, respectivamente. Os processadores também têm uma memória integrada ao chip, com um controlador de memória externo de grande largura de banda.

“Esta nova adição à plataforma KeyStone oferece uma solução muito atraente que combina processamento de sinais de baixa potência e alto desempenho em um encapsulamento muito compacto”, disse Will Strauss, presidente e analista principal da Forward Concepts. “Esta é uma poderosa combinação que permitirá portabilidade com bateria de longa vida (ou alimentação na rede elétrica) em aplicações avançadas de

imagiologia, sensibilidade e análise de dados, onde atributos como estes são fundamentais.”

Os DSPs suportam faixas de temperatura entre -55°C e 100°C para aplicações que precisam trabalhar sob condições físicas extremas, ou oferecer vida operacional sustentada.

Softwares

A TI oferece módulos de avaliação (EVMs) para que os desenvolvedores possam rapidamente começar a projetar com o C6654, o C6655 e o C6657. O TMDSEVM6657 é vendido por US\$ 349 e o TMDSEVM6657LE por US\$ 549. Ambos os EVMs incluem um Kit para Desenvolvedores de Software Multinúcleo (MCSDK); o Code Composer Studio™ (CCS), o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) da Texas Instruments; e uma série de códigos de aplicações/demo para permitir aos programadores embarcar rapidamente na nova plataforma. Além disso, o TMDSEVM6657L inclui um emulador integrado XDS100 enquanto o TMDSEVM6657LE inclui um emulador mais rápido, o XDS560V2, para carregamento mais fácil de programas e facilidade de uso.

Ademais, os DSPs C665x são compatíveis do ponto de vista de código com a geração TMS320C64x e todos os processadores multinúcleo baseados em KeyStone, garantindo os investimentos anteriores feitos em DSPs pela empresa, que podem ser facilmente reutilizados.



Os três novos DSPs.

Ferramentas de desenvolvimento para os novos MCUs de baixa potência, da Renesas Electronics

A IAR Systems anuncia o suporte completo para a série de microcontroladores V850E2/Fx4-L, da Renesas Electronics.

A série V850E2/Fx4-L caracteriza-se por um consumo de potência muito baixo combinado com alta funcionalidade. Ela foi desenvolvida para o segmento automotivo, visando melhorias de conforto e na estrutura dos automóveis, em aplicações tais como: levantadores de capota e vidros, HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), módulos de controle da carroceria, e das portas, módulos para os bancos e iluminação.

Esses novos MCUs provêm características de economia de energia, a exemplo do sequenciador (SEQ). Este último suporta a monitoração de hardware de entradas digitais no "deep stop mode"

sem qualquer utilização da CPU ou memória. Quando o sequenciador detecta atividade das entradas digitais, o dispositivo chaveia do modo *deep stop* para o modo ativo (*run mode*).

Uma outra especificação é o LIN-master controller (LMA), que suporta a detecção automática de *frames* sem interatividade com a CPU.

A suite de ferramentas do compilador C/C++ e depurador, altamente otimizada, conhecida como IAR Embedded Workbench para a série V850 oferece um suporte estendido a todos os dispositivos nas V850, V850E, V850ES, e V850E2.

Os MCUs V850E2/Fx4-L são suportados pela IAR Embedded Workbench para V850-Versão 3.81 atualmente disponível. Este novo lançamento suporta, inclu-

sive, o emulador Renesas E20, integrado com a versão do sistema de controle Subversion, e novas licenças específicas, a exemplo das licenças do comutador, e ativação de licença automática e suporte para servidores virtuais.

A IAR Embedded Workbench está disponível para uma grande variedade de dispositivos da Renesas em um total de mais de 4000. A IAR System é o maior fornecedor independente de ferramentas para os microcontroladores Renesas, e está empenhada em continuar a oferecer ferramentas de alto desempenho e uso amigável para todos os MCUs da empresa.

Para maiores informações sobre a IAR Embedded Workbench para V850, bem como para baixar versões de avaliação acesse www.iar.com/ewv850

Novos medidores para o controle de energia elétrica

Os PowerMonitors W250 e 500 proporcionam uma solução escalável e visibilidade do custo-benefício sobre como, quando e onde a energia elétrica está sendo utilizada ao longo do processo de produção. Esses novos instrumentos para medir a energia elétrica permitem que o usuário se aprofunde no monitoramento das instalações ou nível do processo, para coletar dados de aplicações específicas que consomem muita energia, sem um custo ou esforço significativo.

O PowerMonitor W250 oferece plataforma de comunicações wireless para aplicações onde a instalação de rede via cabo é proibitiva em termos de custo e em vários locais de medição, incluindo espaços remotos ou confinados, como tetos, correias transportadoras ou áreas externas. A rede wireless transmite as informações do consumo de energia diretamente para o software RSEnergyMetrix de modo a reduzir os custos da rede e facilitar a

coleta de dados. Uma rede simplificada para medidores adicionais permite melhor modularidade e flexibilidade do sistema.

Para aplicações de monitoramento de consumo e de demanda de energia menores, o PowerMonitor 500 apresenta display de cristal líquido grande para visualizar as informações do uso da energia diretamente no processo que está sendo monitorado, sem exigir qualquer componente adicional, e aumentando o envolvimento dos funcionários em programas de economia de energia. O medidor apresenta, também, opções de comunicação Modbus TCP e EtherNet/IP e é totalmente integrado com o software RSEnergyMetrix. Os dados de consumo de energia podem ser carregados diretamente em painéis de instrumentos baseados na internet para proporcionar uma ferramenta econômica para implementar e verificar iniciativas de economia de energia.



Power Sinus II oferece energia segura aos equipamentos eletrônicos

A SMS Tecnologia Eletrônica (www.sms.com.br) – fabricante de equipamentos para proteção de energia – oferece a seus consumidores o nobreak senoidal inteligente Power Sinus II, disponível nas potências de 2400VA e 3200VA.

Esta linha foi especialmente desenvolvida para proteger equipamentos que necessitam de uma energia bem condicionada obtida através de onda senoidal pura, como por exemplo, servidores, computadores que possuam fontes com PFC ativo ou projetores, além de equipamentos de informática e eletroeletrônicos convencionais.

Entre as características do produto, vale destacar as saídas USB e RS-232 para gerenciamento de energia. O software de gerenciamento de energia SMS Power View possibilita monitorar o funcionamento do nobreak, local ou

remotamente. Com o auxílio dos serviços disponibilizados no site Alerta24h, é possível garantir o funcionamento do equipamento de maneira inteligente.

O Power Sinus II é encontrado em duas versões - entrada bivolt automática com saída 115V~ (2400 VA e 3200VA) e monovolt 220V~ (3200VA). O tempo de autonomia, que é de 2h30 para uma estação de trabalho contendo um PC onboard, um monitor LCD 17" e uma impressora jato de tinta, pode chegar até 8h30 quando conectado ao módulo de bateria externa (acessório opcional). O nobreak que conta com filtro de linha e estabilizador internos com 4 estágios de regulação, oferece ainda sete níveis de proteções – contra curto-circuito no inversor, descarga total das baterias, potência excedida, surtos de tensão, subtensão, sobretensão, sobreaquecimento no inversor e no transformador,

além de descargas elétricas na linha telefônica, prevenindo contra a queima de modem, multifuncionais e fax.

“Os usuários precisam ficar atentos e se conscientizar da necessidade de proteção dos seus equipamentos, sejam de áudio, vídeo ou de informática”, comenta Auster Nascimento, Diretor Geral da SMS. “A relação custo-benefício de proteger equipamentos sensíveis contra surtos ou interrupção do fornecimento de energia é bastante vantajosa tanto para ambientes domésticos, quanto para ambientes hospitalares, corporativos, ou industriais, onde é necessária a proteção da infraestrutura, do investimento”, finaliza o executivo. Os novos equipamentos da linha Power Sinus II têm preços sugeridos a partir de R\$ 2.350,00 (valor sugerido pelo fabricante para usuários finais do Estado de São Paulo).



desde 1958

Chaves de alta performance para PCI

SOLUÇÕES COMPACTAS PARA DIVERSAS APLICAÇÕES

Líder no segmento de componentes eletromecânicos, a Metaltex conta com os diferenciais:

- Ampla rede de distribuição
- Suporte da Engenharia de Aplicações

- Chaves de contato NA momentâneo com IP67
 - Opções com 2NA + 2NF, contatos momentâneos ou retentivos, chave IP54
 - Disponíveis para montagem PTH ou SMD
- 3 opções de forças de operação (2 / 3,5 / 6,5N)
- Alta robustez e durabilidade - 10.000.000 de operações
- Opções que suportam até 100N por 10 segundos (anti-vandalismo)
 - Disponíveis com diversas geometrias e cores, incluindo modelos transparentes para chaves em versão iluminada

www.metaltex.com.br



SÃO PAULO: (11) 5683-5704
CAMPINAS: (19) 3741-3590
ESPIRITO SANTO: (27) 3533-1803

MINAS GERAIS: (31) 3384-9476
PARANÁ: (41) 3357-3370
PERNAMBUCO: (81) 3342-0235

RIO DE JANEIRO: (21) 3872-3227
RIO GRANDE DO SUL: (51) 3362-3652
SANTA CATARINA: (47) 3435-0439

Transdutores na manutenção preditiva

Transformadores lineares variáveis, "strain gauges", e sensores capacitivos. Conheça a filosofia de funcionamento, e a importância destes dispositivos na manutenção preditiva.

Alexandre Capelli

Diante de um universo tão grande de sensores e transdutores, por que escolhemos escrever sobre LVDTs, strain gauges, e sensores capacitivos?

A criação deles não é nenhuma novidade, então cada respectiva aplicação faz parte da tendência dos processos fabris que envolvem automação industrial: a manutenção preditiva.

Mas o que é manutenção preditiva, e qual a sua utilidade no mercado globalizado? A manutenção preditiva é a técnica de prever uma falha em uma máquina ou sistema antes dela realmente ocorrer. Uma espécie de "bola de cristal" da era da informação. Seu papel é o mais nobre de todo o sistema de automação, ou seja, atribuir confiabilidade aos equipamentos, impedindo a quebra da produção e, conseqüentemente, tornando o produto final mais competitivo.

E isso é possível?

Não somente é, como já temos um imenso parque industrial que opera segundo essa filosofia: montadoras, usinas, indústrias gráficas, têxteis, alimentícias etc.

Aliás, para o profissional que trabalha com automação (principalmente industrial), o conhecimento da manutenção preditiva é vital para a sua empregabilidade, enquanto que para as empresas, ele pode ser a diferença entre a sobrevivência (ou não) no mercado.

Nem tudo, entretanto, é possível de ser previsto, mas os principais pontos de uma máquina já podem ser monitorados quanto a sua vida útil.

Se não podemos avaliar a "saúde" de uma placa-mãe e quanto tempo ela funcionará bem, podemos, por exemplo, "sensoriar" partes mecânicas da máquina

e, através de *softwares* específicos, estimar sua vida útil.

Caso prático

A **figura 1** mostra um rolamento, que poderia ser crítico para uma máquina (eixo-árvore de um torno CNC, por exemplo), sendo monitorado por dois sensores: um de temperatura, e outro de vibração mecânica.

O sinais provenientes destes sensores são tratados (etapa onde todas as interferências são retiradas), amplificados, e convertidos em dados digitais. Então, são enviados à CPU que, como já foi dito, através de softwares dedicados à manutenção preditiva, processa a informação em modo *on-line* (todo o tempo).

Uma vez detectada uma situação que ultrapassa o limite da normalidade (no nosso exemplo: temperatura e vibração mecânica acima das especificações do fabricante), a máquina ou sistema indica na sua IHM (Interface Homem-Máquina) a ocorrência.

Ora, até o momento, o dispositivo monitorado ainda não quebrou, apenas está apresentando os primeiros sinais de desgaste. O software "projeta" (estima) qual será o tempo de vida útil do rolamento nestas condições, possibilitando a programação de sua substituição antes da sua quebra fatídica ocorrer.

Notem que assim como a manutenção preventiva, a preditiva procura evitar a corretiva (quando a máquina já quebrou), porém, com uma diferença muito grande: sua assertividade.

Na manutenção preventiva, além do procedimento de limpeza, ajustes, lubrificação etc., algumas peças são trocadas ainda que em perfeito estado de funcionamento. Essa troca ocorre segundo a es-

timativa da sua vida útil, que é fornecida pelo fabricante.

Geralmente, este parâmetro é expresso em “horas de operação sem falhas” (MTBF – *Mean Time Between Failures*). Alguns componentes podem ter seu “MTBF” determinado pelo número de manobras (um contator, chave, ou relé, por exemplo).

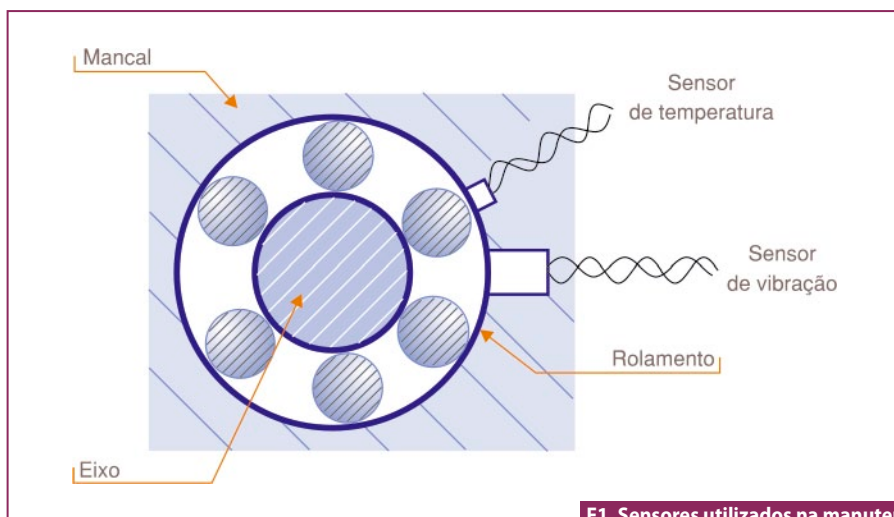
De um modo ou de outro, uma vez excedido o tempo previsto para um bom funcionamento, a peça é “condenada” e trocada, mesmo estando “boa”. Esta filosofia é preventiva, isto é, “trocar antes de quebrar”.

Mas qual é o técnico (ou até usuário) que já não passou pela triste experiência de trocar uma peça boa, apenas por estar “velha”, por uma mais nova e, pouco tempo depois, esta última quebrar? Coincidência? Se tivéssemos deixado a antiga, ela também quebraria? Estas são perguntas impossíveis de serem respondidas sem o sistema de manutenção preditiva. É fato também que essas situações não são comuns, e a manutenção preventiva, quando bem feita, apresenta bons resultados. Embora sistemas preditivos (softwares e hardwares) possam parecer caros em um primeiro momento, seu custo poderá ser absorvido através de duas grandes vantagens sobre sistemas preventivos convencionais: evitar trocas desnecessárias, e paradas (quebras) na produção em menor número.

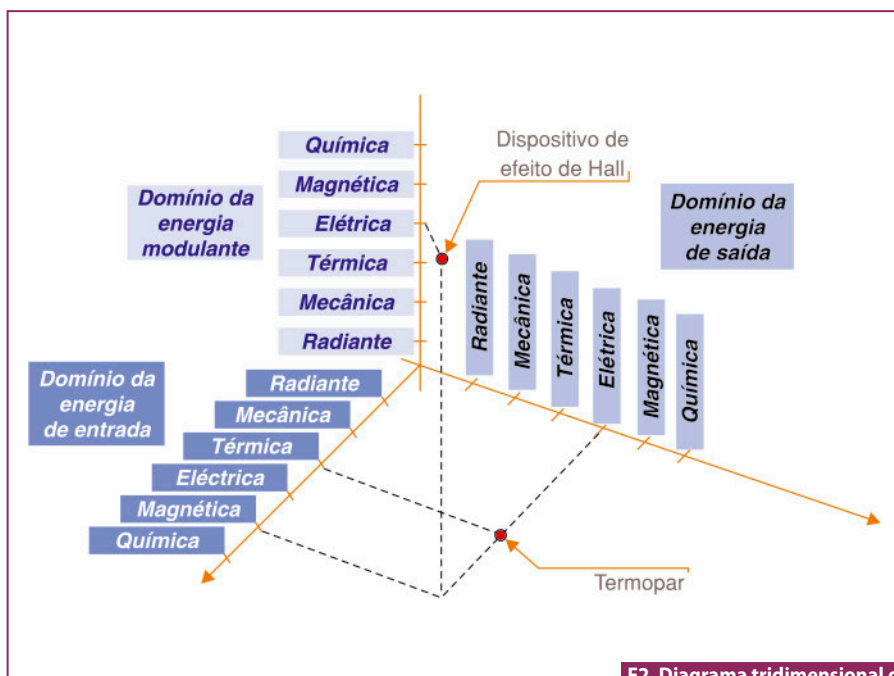
Nas páginas seguintes deste artigo abordaremos os principais transdutores e sensores utilizados como elementos de monitoração para manutenção preditiva. Cabe lembrar que, assim como citamos uma aplicação em um rolamento, a mesma técnica pode ser empregada para outras partes da máquina ou sistema (fusos de esferas, placas, guias lineares, mancais etc.).

Transdutor e Sensor

Embora bem próximos em função, a definição de transdutor difere da de sensor. Transdutor é um componente que transfere informação (na forma de energia) de uma parte do sistema de medida para outra, geralmente, através de uma conversão para energia elétrica. São exemplos de transdutores: termopar (converte calor em ddp), *encoder* (movimento mecânico em pulsos elétricos) etc.



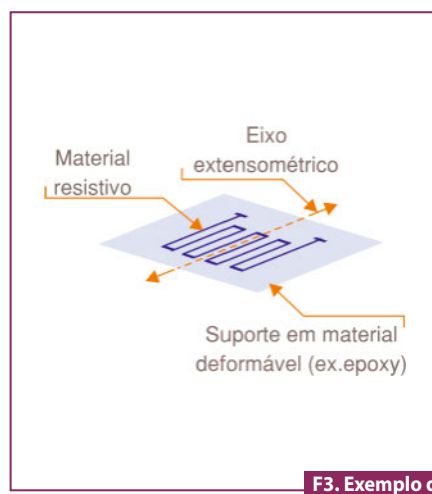
F1. Sensores utilizados na manutenção preditiva de um rolamento.



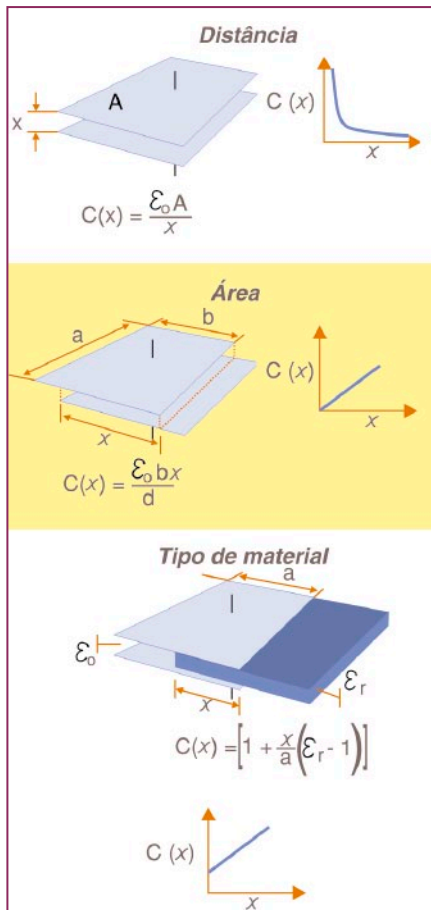
F2. Diagrama tridimensional de energia dos transdutores.

Sensor é a parte do sistema de medida que responde pela grandeza física a ser medida.

Os exemplos acima também não são considerados sensores? Sim, pois todo transdutor é um sensor, porém, nem todo sensor é um transdutor. Um termopar, que transforma uma forma de energia (calor) em outra (elétrica), pode ser utilizado como “sensor” de temperatura. Repare, porém, que, para ser considerado transdutor, deve ocorrer uma transformação de uma forma de energia em outra. Por outro lado, quando utilizamos um sensor de sobrecorrente, por exemplo, através de um resistor ou



F3. Exemplo de strain gauge.



F4. Filosofias de funcionamento dos transdutores capacitivos.



F5. Exemplo de um sensor capacitivo por tipo de material.

transformador de corrente, ele não pode ser considerado transdutor, pois trabalhamos apenas com uma forma de energia: a elétrica. Neste caso, uma sobrecorrente (energia elétrica) é convertida em uma tensão (energia elétrica) de controle; não houve, então, conversão de energia.

Transdutor e Domínio da Energia

Podemos classificar os transdutores em várias famílias e categorias. As duas mais abrangentes são: diretos (também conhecidos como geradores), e indiretos (também conhecidos como moduladores).

Os diretos não requerem mais nenhuma fonte de energia além do sinal, por exemplo: células fotoelétricas, termopares etc.

Os indiretos necessitam de uma fonte externa de energia que, geralmente, é “modulada” pelo sinal, por exemplo: dispositivos de efeito Hall, strain gauges etc.

A **figura 2** apresenta um diagrama tridimensional de energia dos transdutores. Podemos notar as diferentes posições

nos domínios de um transdutor direto (termopar), e um indireto (dispositivo de efeito Hall).

As duas famílias de transdutores citadas ainda podem ser divididas em três subfamílias: por função, por desempenho, e pela sua saída.

Na classificação por funções podemos encontrar dezenas de opções no mercado. As mais comuns são:

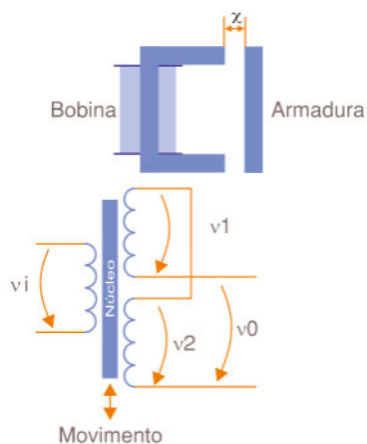
- Deslocamento:
 - Linear;
 - Angular.
- Velocidade:
 - Linear;
 - Angular;
 - Caudal.
- Dimensional:
 - Posição;
 - Comprimento;
 - Área;
 - Espessura;
 - Volume;
 - Rugosidade;
 - Tensão mecânica.

- Massa:
 - Peso;
 - Carga;
 - Densidade.
- Força:
 - Absoluta;
 - Relativa;
 - Estática;
 - Pressão dinâmica;
 - Pressão diferencial.

Quando falamos em desempenho, os parâmetros em foco são: exatidão, repetibilidade, linearidade, gama (range) de atuação etc. Quanto a sua saída temos: analógica, digital, em frequência, codificada etc.

Strain gauge

“Strain” significa deformação, mais precisamente um corpo sob tração mecânica ou compressão; e “gauge” medidor (ou sensor). Portanto, strain gauge pode ser traduzido como sensor de deformação. A **figura 3** exhibe a aparência típica desse dispositivo, lembrando, porém, que seu



$$L(z) = \frac{\mu_0 \mu_{\text{núcleo}} N^2 A_{\text{núcleo}}}{2z\mu_{\text{núcleo}} + l_{\text{núcleo}}}$$

Transformador linear variável (LVDT)

- 3 enrolamentos sendo o primário alimentado em tensão AC
- movimento do núcleo
- $V_0 = V_1 - V_2$
- relação linear: V_0 (deslocamento)

F6. Estrutura básica do LVDT.

tamanho e forma podem variar muito de acordo com a aplicação.

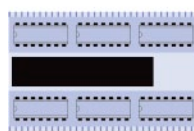
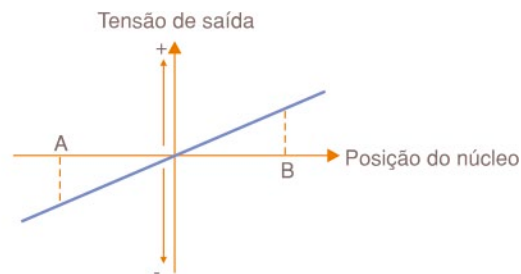
Podemos encontrar strain gauges de 500 mm de comprimento, que são utilizados para monitorar dilatação de pontes, edifícios, e grandes construções, até unidades menores que 5 mm, e que já foram empregadas para registrar dilatações em dentes humanos.

O strain gauge é feito com um material semelhante ao filme fotográfico (*epoxy*), e é colado sobre a superfície a ser analisada. Dessa forma, o eixo extensométrico do sensor dilata-se juntamente com ela. O material resistivo, então, altera seu valor ôhmico linearmente.

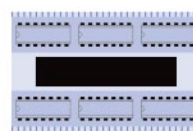
Através dessa variação de resistência elétrica, o sistema eletrônico é capaz de quantificar a dilatação.

Transdutores capacitivos

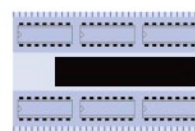
Outro componente muito utilizado para detectar pequenos deslocamentos, ou melhor, deformações, é o transdutor (ou sensor) capacitivo.



Posição em "A"

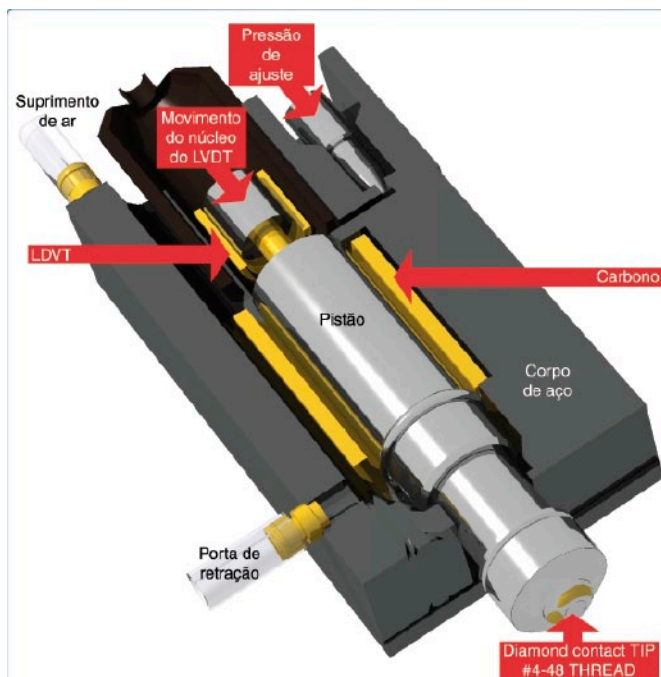


Posição central



Posição em "B"

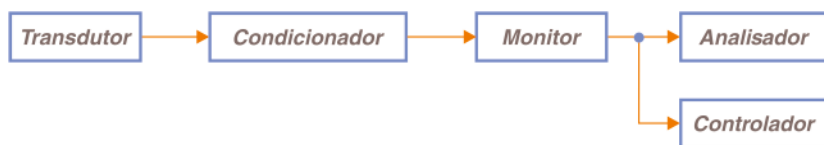
F7. Posição do núcleo X tensão de saída do LVDT.



F8. Estrutura de um LVDT a gás.



F9. Exemplo de um LVDT a gás.



F10. Cadeia de aquisição de sinais.

Seu funcionamento baseia-se na variação da capacitância estabelecida por dois corpos e, como podemos observar pela **figura 4**, há três formas de operação: variação da distância, da área, e do tipo de material.

A **figura 5** mostra um sensor capacitivo que funciona de acordo com o tipo de material.

LVDT

Os transdutores do tipo LVDT (transformador linear variável) são componentes que funcionam pelo princípio de distribuição do campo magnético e indução de corrente elétrica. Uma corrente alternada de excitação é aplicada na bobina primária do transdutor, e a posição relativa de seu núcleo é responsável pela distribuição do campo eletromagnético entre duas bobinas secundárias, conforme ilustra a **figura 6**.

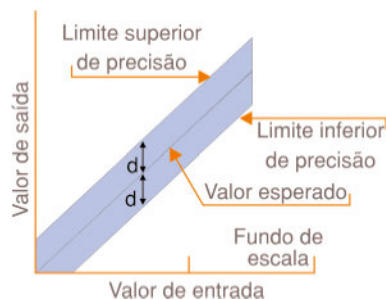
Uma vez que o núcleo do dispositivo esteja em contato com a superfície a ser monitorada, as bobinas secundárias são conectadas de tal forma que a tensão existente nelas seja somada negativamente, resultando assim numa tensão única relativa de saída. A posição do núcleo relativa ao centro geométrico das bobinas determina a amplitude da tensão de saída.

A **figura 7** exibe como as posições do núcleo simetricamente afastadas do centro produzem tensões de saída de igual intensidade.

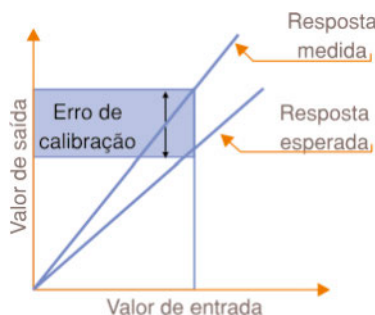
Notem que sua centralização “produz” uma saída nula de tensão. Já a fase de tensão de saída, em relação ao sinal excitador alternado de entrada, é que indica a posição absoluta do núcleo, isto é, se na coordenada positiva (ou negativa) de uma referência geométrica arbitrária medida a partir do centro do transdutor.

Os LVDTs são aplicados no acompanhamento de deslocamentos mecânicos de amplitudes na ordem de grandeza de poucos centímetros, e podemos dividi-los em duas categorias construtivas: os convencionais, e os pneumáticos.

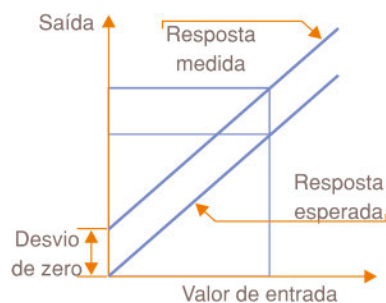
Os LVDTs convencionais, por serem construídos sob uma base núcleo-haste-mola, sua performance de atuação é limitada, apresentando bons resultados apenas em condições moderadas, cuja dinâmica típica de operação na medida de deslocamentos varie de forma relati-



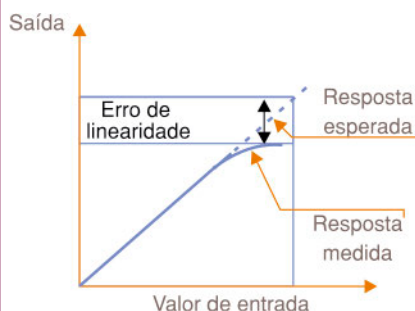
F11. Limites de precisão para aquisição dos sinais.



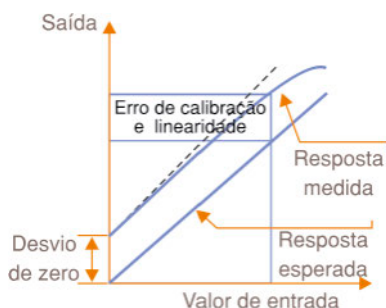
F12. Erro de calibração.



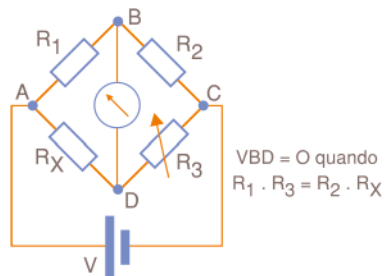
F13. Desvio do zero.



F14. Erro de linearidade.



F15. Sensibilidade cruzada.



$$V_{BD} = 0 \text{ quando } R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_X$$

F16. Ponte de Wheatstone.

vamente lenta ao longo do tempo (tipicamente, deslocamentos variáveis com frequências de até 1 Hz).

Os LVDTs pneumáticos (*air-bearing operation*) são componentes mais precisos e rápidos. Geralmente, sua ponta de contato é feita de diamante, e eles são capazes de medir deslocamentos da ordem de alguns micrômetros.

Através da **figura 8** podemos observar como uma câmara de ar (ou gás) funciona como um amortecedor, e substitui as molas normais. A aparência deste componente pode ser vista na **figura 9**.

Aquisição de Sinais

O processo de transdução (e consequente aquisição de sinais) ideal deve estabelecer uma relação unívoca e linear entre a grandeza física monitorada e a saída elétrica.

A **figura 10** mostra a “cadeia” elementar da aquisição de sinais. Notem que, logo após o transdutor/sensor, temos a etapa de tratamento do sinal. Somente, então, o resultado é monitorado, analisado e, se for o caso, controlado. Erros decorrentes da passagem do sinal pelos diferentes elementos da cadeia, entretanto, fazem com que a leitura esteja sempre limitada quanto à precisão. Sua “acurácia” é definida em termos de desvio “d”, com relação à faixa de alcance ou “fundo de escala” da grandeza a ser monitorada.

Na **figura 11** podemos ver o comportamento real dos sistemas de aquisição, quando comparado com a medida real.

A imprecisão pode ter a sua origem em quatro diferentes fontes: calibração, desvio do zero, não linearidade e sensibilidade cruzada.

Calibração

Os erros gerados pela falta de calibração comportam-se conforme ilustra a **figura 12**.

Notem que há uma correspondência linear entre a resposta esperada e a medida, porém, devido ao excesso de ganho, há o desvio de saída. É bom lembrar que, no caso de falta de ganho, a resposta de ganho estaria abaixo da esperada.

Desvio do zero

O desvio do zero de um transdutor ou sensor é a leitura residual consistente de

uma grandeza elétrica diferente de zero, quando o valor referente à grandeza mecânica é nulo, e que se mantém constante quando esta grandeza deixa de ser nula (**figura 13**).

Sua correção pode ser facilmente realizada pela subtração da constante do desvio em cada medida observada.

Erro de linearidade

A maioria dos transdutores são capazes de acompanhar de forma linear a variação de grandezas físicas apenas dentro de uma determinada faixa de operação.

Fora dela, porém, esta linearidade é quebrada (**figura 14**).

O único modo de contornar esse problema é utilizar o dispositivo dentro de cada respectiva faixa de operação linear, que deve ser informada através das curvas fornecidas pelos fabricantes.

Sensibilidade cruzada

O erro dos transdutores por sensibilidade cruzada consiste na variação da grandeza elétrica devida à variação de uma grandeza mecânica de natureza diferente daquela que está sendo comparada (**figura 15**).

Um transdutor de deformação mecânica, por exemplo, pode registrar variação em sua medida elétrica devido a uma mudança de temperatura.

O melhor modo de corrigir a sensibilidade cruzada é compensar o fenômeno através de ferramentas de hardware ou software. No caso de hardware, a etapa de tratamento de sinal é a mais comum.

Pontes de Medição e Condicionamento do Sinal

A maioria dos transdutores (em especial: o LVDT, strain gauge, e capacitivos) disponibiliza em suas saídas sinais de pequena amplitude. A técnica mais comum de condicionar estes sinais antes das etapas de amplificação e tratamento (eliminação das interferências) é ligá-los em ponte.

Ponte de Wheatstone:

A ponte de Wheatstone é um dos circuitos mais clássicos da eletricidade. Conforme podemos observar pela **figura 16**, trata-se apenas de uma malha de resistores ligada a uma fonte de alimentação.

A saída da fonte (VBD) deve apresentar tensão nula (VBD = 0 V) quando:

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_X$$

Por quê?

Na verdade, a malha da ponte de Wheatstone pode ser dividida em duas “submalhas” (“se é que esse termo existe!”).

A submalha formada pelos pontos A, B, e D; e a submalha pelos pontos B, C, e D. O resultado deve ser o mesmo sob a óptica da análise do circuito, portanto, vamos escolher a submalha: A, B, e D. Pela teoria das malhas temos:

$$V_{AB} + V_{BD} + V_{DA} = 0 \leftrightarrow V_0 = V_{AD} - V_{AB}$$
$$-V_{AD} = +V_{DA}$$

Segundo o teorema do divisor resistivo da lei de Ohm, temos:

$$V_0 = V_{AD} - V_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_3 - R_2 \cdot R_X}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_X)} \cdot V$$

Simplificando a expressão acima:

$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2} \leftrightarrow R_2 \cdot R_X = R_1 \cdot R_3$$

Qual a utilidade prática deste circuito?

Vamos imaginar que R_X seja um strain gauge. A ponte de Wheatstone converterá a variação da sua resistência elétrica (resultante da deformação mecânica) em uma variação de tensão.

Como não necessariamente o valor ôhmico do strain gauge na sua situação de repouso (sem deformação) obedece a regra $R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_X$, fazemos R_3 variável. Desta forma, é possível ajustar a tensão de saída da ponte para 0 V quando não há deformação.

Uma vez que ela ocorra, entretanto, o sinal é amplificado, filtrado, e convertido em sinais digitais. Através desta técnica (**figura 17**) a saída do sistema está pronta para ser analisada pelo software de controle.

Ponte Ressonante

Outra ponte muito utilizada é a ressonante, e é indicada para transdutores capacitivos. Veja a **figura 18**.

R3 é variável pelo mesmo motivo da ponte de Wheatstone, ou seja, para calibrar o sistema. O circuito LC apresenta uma impedância, funcionando como um resistor. Obviamente, a fonte de alimentação deve ser do tipo alternada, ou contínua chaveada. Para uma dada frequência, teremos:

$$\omega^2 \cdot L \cdot C = 1$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

A **figura 19** ilustra o diagrama genérico do tratamento do sinal após a fonte. Notem que há necessidade de aplicação de um circuito oscilador (chaveador) para variar a frequência da tensão da fonte.

O LVDT, por exemplo, também utiliza uma técnica semelhante, porém, seu circuito oscilador deve funcionar apenas com tensões alternadas (**figura 20**).

Distúrbios

Vários distúrbios podem interferir no processo de monitoração, controle, e instrumentação nos sinais de baixa amplitude.

A interferência é caracterizada pelo efeito aleatório da influência de parâmetros externos, suas origens (fontes) mais comuns são campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo.

Os tipos mais comuns de interferência são: *Common Mode Rejection Ratio* (CMRR) – razão de rejeição em modo comum; “loop” de terra; interferência eletromagnética; e ruído da própria fonte de alimentação.

CMRR

Quando empregamos um transdutor com saída diferencial, LVDT por exemplo, temos duas tensões disponíveis na entrada na etapa amplificadora: a comum, e a diferencial.

Normalmente, a etapa amplificadora é constituída por uma malha de amplificadores operacionais. De modo geral, vamos apresentá-la apenas por um “Box”

(**figura 21**), a fim de entendermos melhor o fenômeno da rejeição do modo comum.

Ora, V1 e V2 são os valores da tensão de entrada cuja referência é o terra (“0” volt). A tensão diferencial pode ser expressa por:

$$V_d = \frac{V_1 - V_2}{2}$$

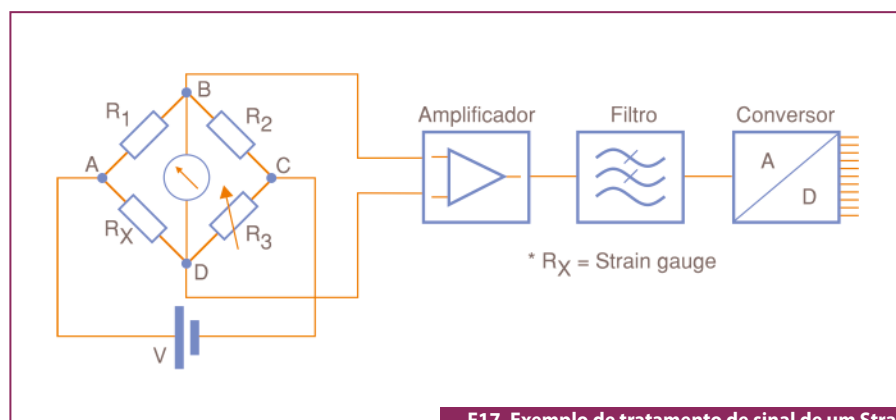
Já a comum por:

$$V_c = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

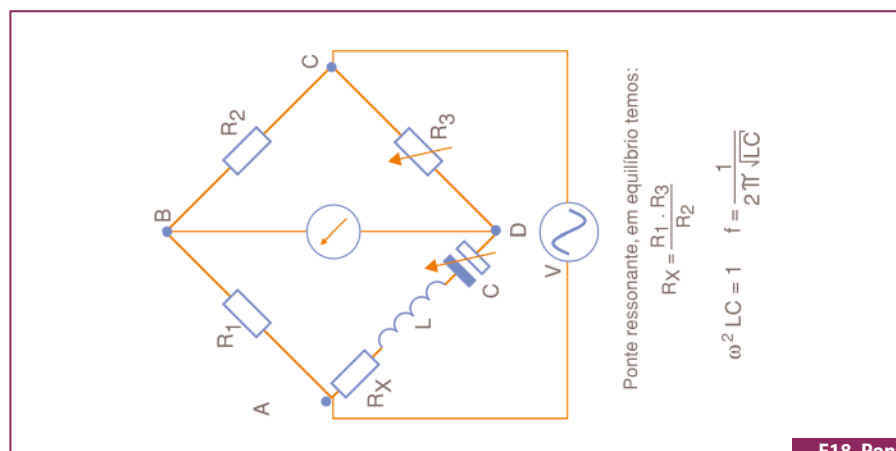
Quando utilizamos amplificadores operacionais, o ganho de cada circuito é responsável pela amplificação tanto da tensão diferencial (que é a que realmente interessa, pois corresponde a variação da grandeza física a ser monitorada) quanto da tensão em modo comum (que é um resíduo prejudicial ao processo).

Os amplificadores operacionais modernos já possuem circuitos internos capazes de rejeitar (não amplificar) a tensão de modo comum, e o parâmetro que define essa capacidade do CI é a taxa de rejeição do modo comum (CMRR).

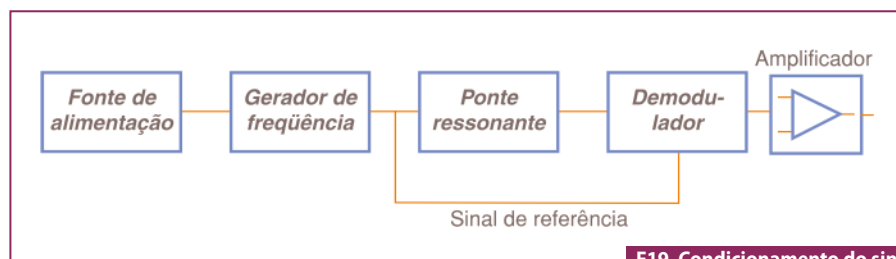
Podemos calculá-la numericamente através da fórmula:



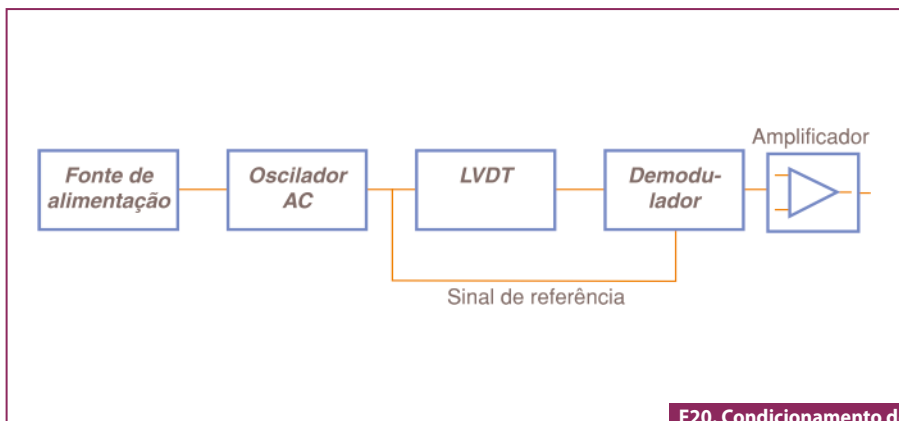
F17. Exemplo de tratamento de sinal de um Strain gauge ligado a uma ponte de Wheatstone.



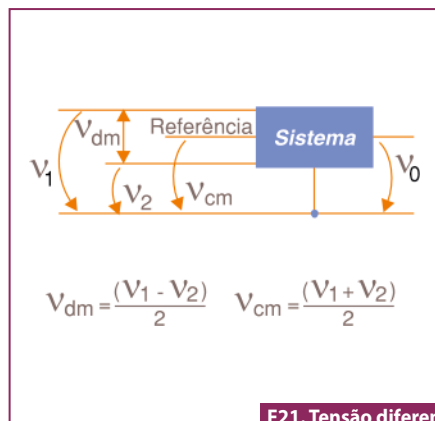
F18. Ponte Ressonante.



F19. Condicionamento do sinal para ponte ressonante.



F20. Condicionamento do sinal para LVDT.



F21. Tensão diferencial e comum.

$$CMRR = 20 \cdot \log \frac{G_d}{G_c}$$

Onde:

Gd = ganho diferencial

Gc = ganho em modo comum

Esse dado, entretanto, normalmente é fornecido no “aplication note” do fabricante. O fato é que apenas os recursos internos do CI podem não ser suficientes para eliminar toda a tensão residual do modo comum.

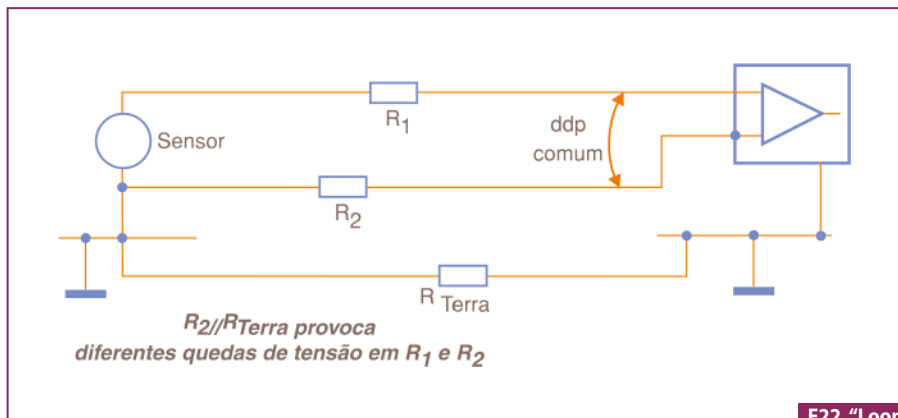
Uma técnica eficaz para isso é a amplificação por etapas, ou seja, se você necessita de um ganho de 1000, não utilizar um único CI (amplificador operacional) com todo este ganho. Ao invés disto, use 3 CIs ligados em cascata (saída de um na entrada do outro), tendo cada um $G = 10$. Como a tensão residual em modo comum aparece somente na primeira etapa, ela é amplificada apenas 10 x, enquanto a diferencial 1000 x.

Loop de terra

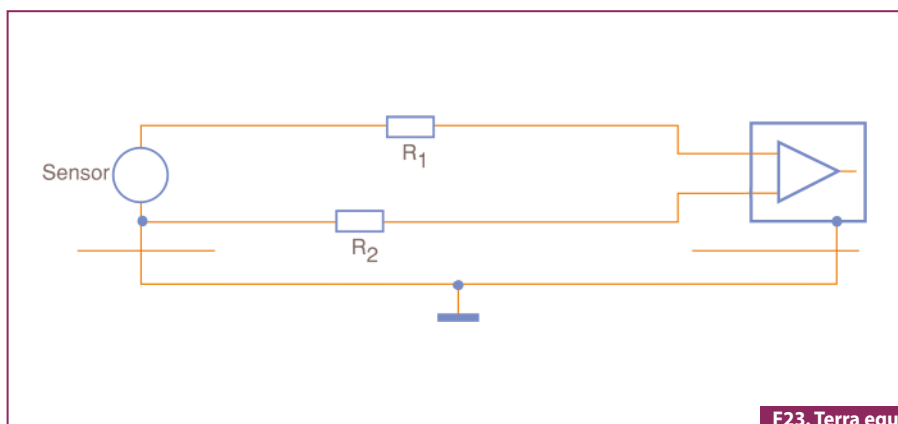
Outro distúrbio que pode atrapalhar sistemas de controle com sinais de baixa amplitude é o “loop de terra”.

Através da **figura 22** podemos ter uma ideia clara do fenômeno. R1 representa a resistência oferecida pelo condutor de “ida” do sinal do transdutor/sensor até a etapa amplificadora, e R2 a resistência de volta.

Caso $R1 \neq R2$ teremos uma tensão de modo comum que será apresentada na entrada do sistema de amplificação e tratamento do sinal. Isto ocorre porque



F22. “Loop” de terra.



F23. Terra equipotencial.

temos “terras” distintos, e a resistência de terra fica conectada em paralelo com R2.

Alterando sua resistência, a queda de tensão sobre ele também muda, gerando uma ddp residual em modo comum.

A melhor solução para esse problema é utilizar o sistema de terra equipotencial (comum a saída de transdutor/sensor e entrada do sistema), vide **figura 23**.

EMI

A EMI (interferência eletromagnética) pode ter origem em várias fontes. Sua eliminação também não tem um “remédio” padrão, porém, campos eletromagnéticos externos ao circuito e ao transdutor/sensor podem gerar tensões induzidas, “enganando” os sistemas de medição e controle.

Como já foi dito, há várias técnicas para sua eliminação, que vão desde o

cuidado com o tamanho e passagem dos fios e cabos, até *layouts* diferenciados da PCI (placa de circuito impresso). Duas delas, entretanto, são as mais conhecidas e eficientes: a blindagem e o isolamento galvânico. Na **figura 24** podemos con-

templar ambas. A blindagem funciona como uma gaiola de Faraday, fazendo com que a maior parte da EMI seja dissipada externamente (na malha).

O isolamento galvânico, na essência, é um filtro que bloqueia a passagem de

tensões em alta frequência da fonte geradora de interferência para os sistemas de medição e controle.

Ruído

Podemos definir o “ruído” elétrico como uma variação aleatória do sinal em frequência e amplitude gerada pelos componentes internos de um circuito, resultante de uma combinação de efeitos térmicos e de estrutura do material.

Há dois tipos de ruídos: o branco (que cobre todo o espectro de frequências), e o colorido (de determinada faixa de frequência). As quatro principais fontes de ruído são:

- **Térmico:** movimento aleatório de elétrons em um condutor.
- **Shot noise:** ocorre na zona das junções em semicondutores.
- **Estelar ou cósmico:** de origem extraterrestre (explosões estelares, do Sol etc.).
- **Flicker:** associado a comutação de cargas.

Para medir a qualidade de determinado meio de transmissão de informação, utilizamos o parâmetro relação sinal/ruído, que estabelece a relação entre a potência do sinal e a do ruído. Ela pode ser calculada numericamente através da fórmula:

$$SNR = 10 \cdot \log \frac{V_2}{E_2}$$

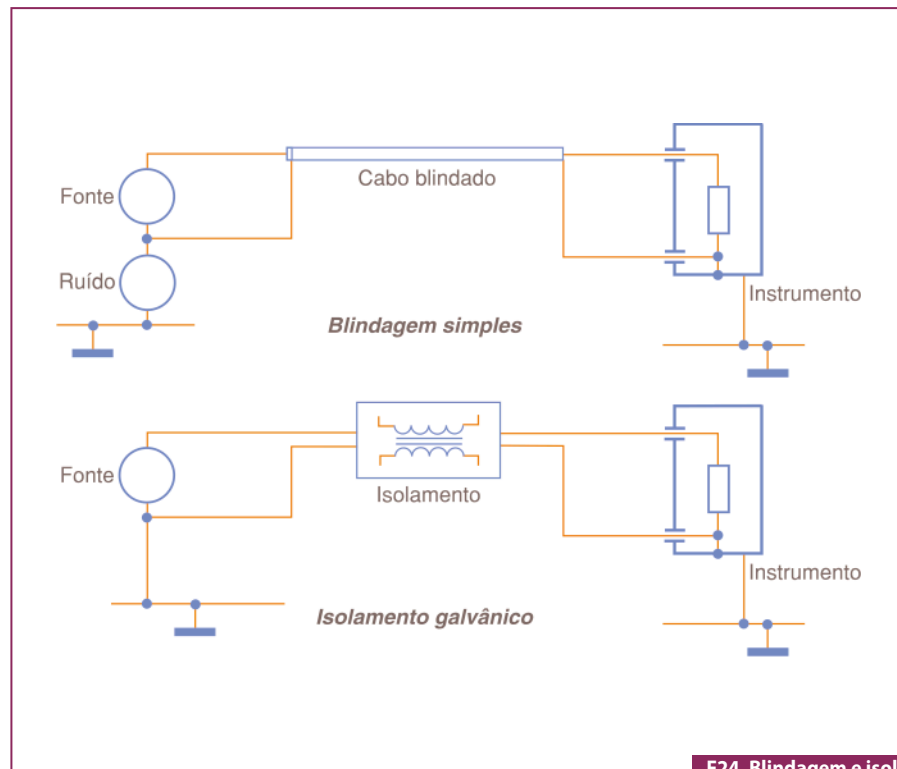
Onde:

V = tensão do sinal;
E = tensão do ruído.

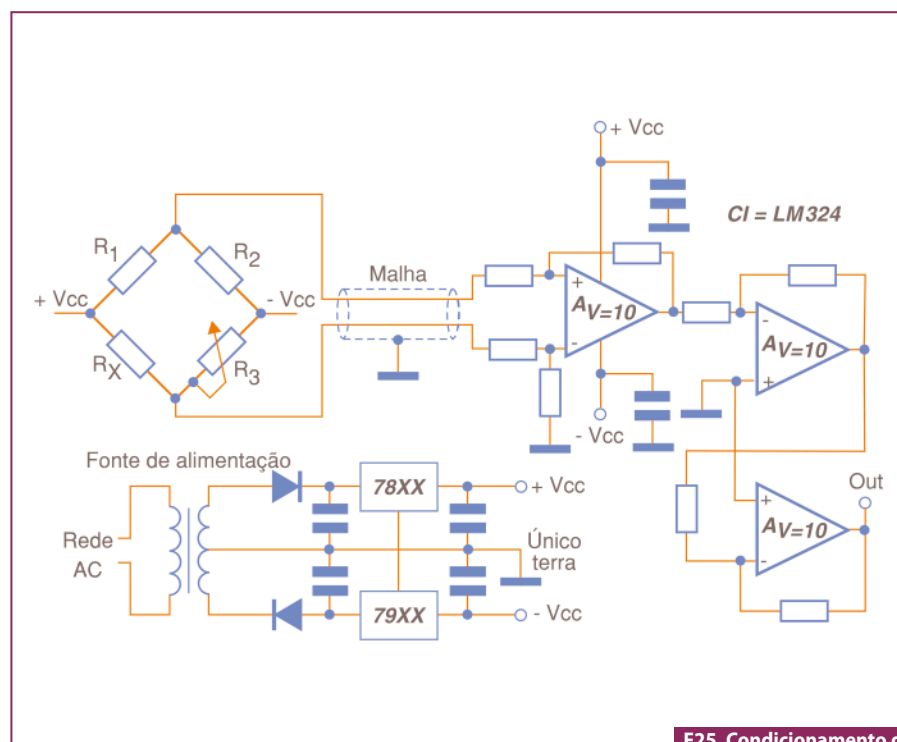
Não há muito o que fazer para eliminar o ruído, porém, a utilização de filtros passivos podem reduzir bastante seus efeitos. Pequenos capacitores colocados na alimentação dos CIs é uma técnica muito popular. O importante para que ela funcione, entretanto, é lembrar que estes capacitores devem estar alocados mecanicamente próximos aos seus respectivos CIs.

Exemplo de um Circuito Completo de Tratamento de Sinais

Finalmente, podemos observar através da **figura 25** um exemplo completo de tratamento de sinal. Podemos mostrar



F24. Blindagem e isolamento galvânico.



F25. Condicionamento do sinal para LVDT.

que a maioria das técnicas exploradas até aqui foram utilizadas, isto é:

- O primeiro amplificador é diferencial, o que contribui para a eliminação de interferências.
- O ganho de 1000 x é distribuído em três operacionais, o que melhora a rejeição da tensão residual em modo comum.
- O terra é equipotencial, eliminando o "loop de terra".
- Os cabos são blindados, o que reduz a influência da EMI.
- Há capacitores (filtros passivos) próximos à alimentação do CI, diminuindo o efeito dos resíduos elétricos.

Conclusão

Conforme dissemos no início do artigo, a tecnologia do controle, condicionamento e monitoração de sinais tem uma enorme importância nos sistemas

de automação industrial, sendo que a manutenção preditiva é um dos mais nobres exemplos.

O técnico ou engenheiro de desenvolvimento deve levar em conta, entretanto, as numerosas variáveis na aplicação de componentes e sistemas. Abaixo segue uma pequena lista delas:

- Tipo de sinal a ser monitorado
- Gama de funcionamento
- Sinal de Saída
- Precisão
- Repetibilidade
- Tempo de resposta
- Vida útil
- Temperatura de funcionamento
- Tipo de alimentação do transdutor
- Aplicações (o sensor instalado está consoante com o ambiente; há sensores / transdutores específicos para elevada corrosão ou vibração etc.).

VENHA NOS VISITAR
NA ESC BRAZIL #C13



A maior variedade do mundo em ferramentas de desenvolvimento Boundary-Scan da empresa líder mundial - JTAG Technologies.

- Buzz - Testador de continuidade sonoro totalmente gratuito. Ideal para debug e reparo de hardware
- Clip - baseado em vetor, permite testes em cluster com facilidade
- Poderoso software - API-Script - baseado em Python
- Forums de Suporte On-line

Pode ser difícil justificar o gasto de milhares de reais em uma nova ferramenta de teste e debug quando você sequer tem certeza de que ela vai funcionar.

É por isso que a JTAG Technologies lançou a família JTAG Live, uma ferramenta de análise de limites com custo acessível. Tão acessível que o módulo básico BUZZ é completamente gratuito!

Utilize-o para checar a continuidade de pino a pino ou para observar a atividade em um pino oculto, como você faria com uma ponta de prova.

Quando precisar de mais recursos, o acessível Clip permite que um conjunto ilimitado de vetores seja aplicado a qualquer número de nós. E com o Script você terá toda a aplicação JTAG/Boundary Scan.

JTAG Live

JTAG live é desenvolvido pela JTAG Technologies

JTAG
TECHNOLOGIES

Making JTAG Accessible

info@jtaglive.com | www.jtaglive.com

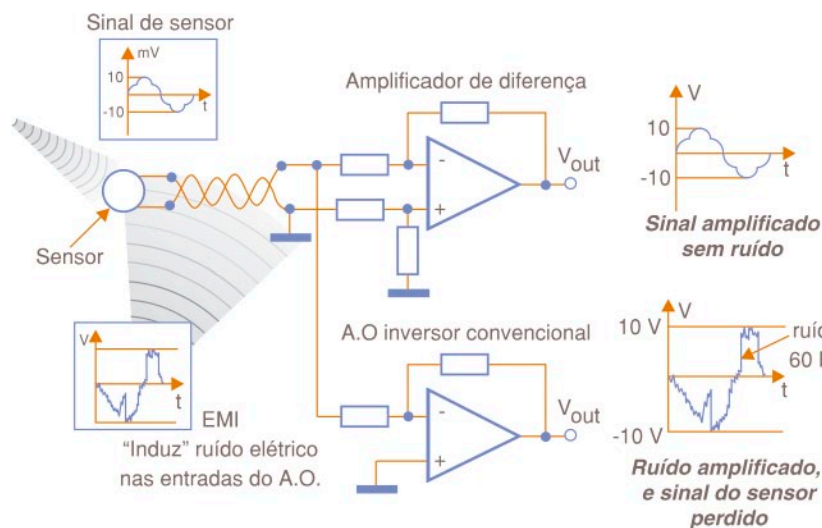
Representante no Brasil:
TEKNO
Investment in Technology

Amplificadores Diferenciais na Instrumentação

Quando lidamos com sinais de baixa amplitude, principalmente em ambientes de alta EMI (chão-de-fábrica das indústrias, por exemplo), devemos optar por amplificadores diferenciais. Conforme podemos observar na **figura A**, não importa a natureza do transdutor/sensor, o ruído induzido

em um terminal é subtraído no outro. Desta forma, na saída teremos apenas o resultado da amplificação do sinal monitorado.

Caso utilizássemos um amplificador comum convencional, o ruído seria amplificado juntamente com o sinal, distorcendo-o completamente.



FA. O Ruído induzido em um terminal é subtraído no outro.

Redes Industriais

Parte 1

As Redes de Comunicação Industrial têm um papel fundamental para as indústrias em geral. Hoje, a automação extrapola o chão de fábrica e chega ao mundo dos negócios. Nesta primeira parte do artigo, veremos a importância e o papel das redes industriais. Será abordado também sobre o padrão de rede PROFIBUS e suas 3 variantes, confira!

César Cassiolato

A necessidade de automação na indústria e nos mais diversos segmentos está associada, entre diversos aspectos, às possibilidades de aumentar a velocidade de processamento das informações, uma vez que as operações estão cada vez mais complexas e variáveis, necessitando de um grande número de controles e mecanismos de regulação para permitir decisões mais ágeis e, portanto, aumentar os níveis de produtividade e eficiência do processo produtivo dentro das premissas da excelência operacional.

A automação permite economias de energia, força de trabalho e matérias-primas, um melhor controle de qualidade do produto, maior utilização da planta, aumenta a produtividade e a segurança operacional. Em essência, a automação nas indústrias permite elevar os níveis de continuidade e de controle global do processo com maior eficiência, aproximar ao máximo a produção real à capacidade nominal da planta, ao reduzir ao mínimo possível as horas paradas, de manutenção corretiva e a falta de matéria-prima.

Além disso, com o advento dos sistemas de automação baseados em redes de campo e tecnologia digital, pode-se ter vários benefícios em termos de manutenção e aumentar a disponibilidade e segurança operacional. E ainda, a automação extrapola os limites de chão de fábrica, ela continua após o produto acabado, atingindo fronteiras mais abrangentes; a automação do negócio. Veja a **figura 1**.

A solução completa deve prover uma metodologia de gestão da indústria de forma transparente e garantir que todos os esforços sejam direcionados para se atingir a meta estabelecida, facilitando a tomada de decisão quando há mudanças relevantes ao desempenho dos indicadores ou um desvio em relação ao planejado.

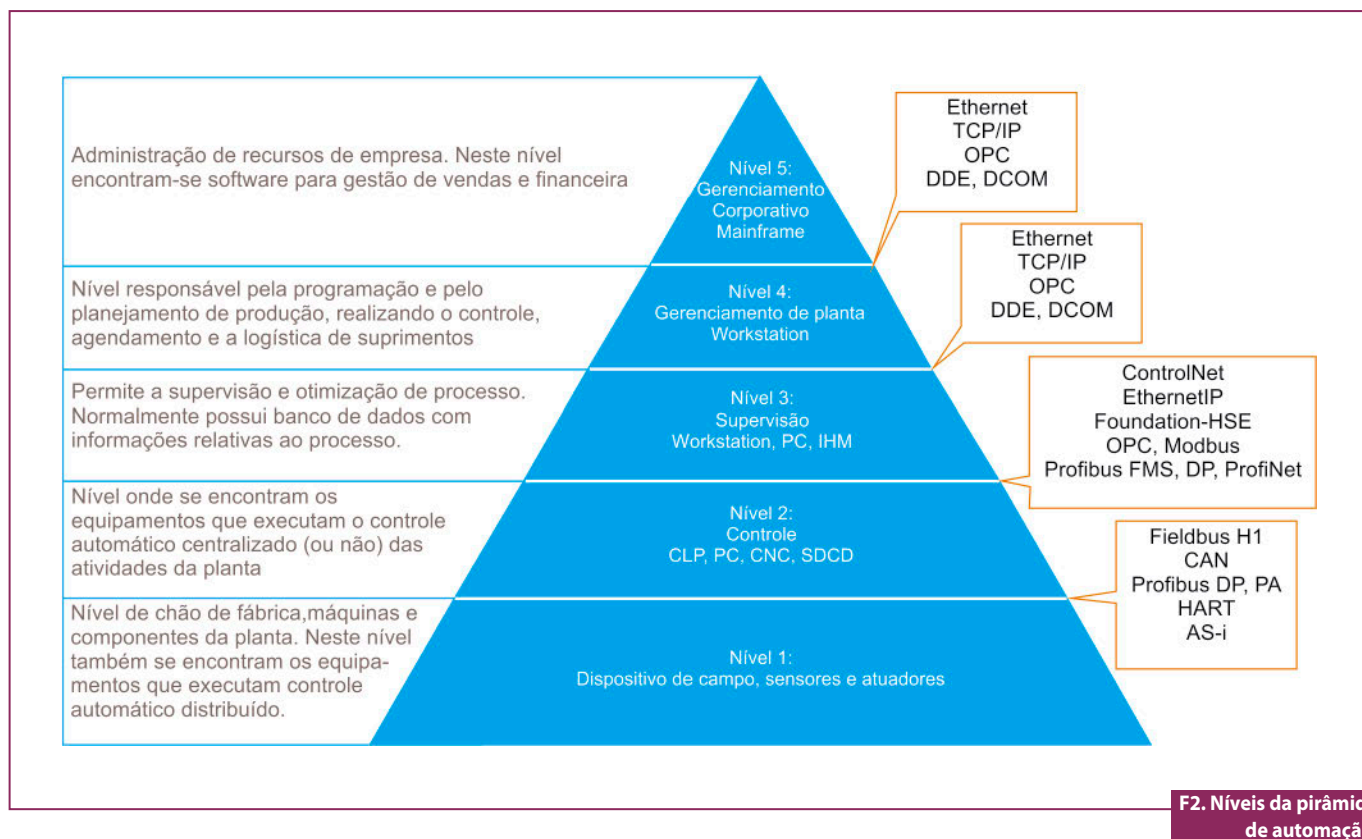
Usuários e clientes então devem estar atentos na escolha e definição de um sistema de automação e controle, onde esta definição deve levar em conta vários critérios e que possa estar em sincronismo com o avanço tecnológico.

Quanto mais informação, melhor uma planta pode ser operada e sendo assim, mais produtos pode gerar e mais lucrativa pode ser. A informação digital e os sistemas verdadeiramente abertos permitem que se colete informações dos mais diversos tipos e finalidades de uma planta, de uma forma interoperável e como ninguém jamais imaginou e neste sentido, com a tecnologia Fieldbus (Foundation fieldbus, Profibus, HART, DeviceNet, Asi, etc.) pode-se transformar preciosos *bits* e *bytes* em um relacionamento lucrativo e obter também um ganho qualitativo do sistema como um todo. Não basta apenas pensar em barramento de campo, deve-se estar atento aos benefícios gerais que um sistema de automação e controle possa proporcionar.

A revolução da comunicação industrial na tecnologia da automação está revelando um enorme potencial na otimização de sistemas de processo e tem feito uma importante contribuição na direção da melhoria no uso de recursos. Veremos a seguir alguns detalhes e redes industriais



F1. A automação extrapola os limites de chão de fábrica.



que fornecerão uma explicação detalhada de como estas redes agem como o elo de ligação central no fluxo de informações na automação.

A tecnologia da informação tem sido determinante no desenvolvimento da tecnologia da automação, alterando hierarquias e estruturas nos mais diversos ambientes industriais assim como setores, desde as indústrias de processo e manufatura até prédios e sistemas logísticos. A capacidade de comunicação entre dispositivos e o uso de mecanismos padronizados, abertos e transparentes, são componentes indispensáveis do conceito de automação de hoje. A comunicação vem se expandindo rapidamente no sentido horizontal nos níveis inferiores (*field level*), assim como no sentido vertical integrando todos os níveis hierárquicos. De acordo com as características da aplicação e do custo máximo a ser atingido, uma combinação gradual de diferentes sistemas de comunicação oferece as condições ideais de redes abertas em processos industriais.

Analisando a **figura 2**, vemos que no nível de atuadores/sensores existem algumas redes industriais, onde podemos citar a AS-Interface (AS-i) onde os sinais

	Volume de Dados	Tempo de Transmissão	Frequência de Transmissão	T1. Requisitos de comunicação de sistemas de automação industrial.
Enterprise Level	MBytes	Hora / Minuto	Dia / Turno	
Cell Level	KBytes	Segundos	Horas / Minutos	
Field Level	Bytes	100µs ... 100 ms	10 ... 100 ms	
Sensor Level	Bits	1 ... 10 ms	Milissegundos	

binários de dados são transmitidos via um barramento extremamente simples e de baixo custo, juntamente com a alimentação (24 Vdc) necessária para alimentar estes mesmos sensores e atuadores. Outra característica importante é que os dados são transmitidos ciclicamente, de uma maneira extremamente eficiente e rápida. Veremos mais detalhes posteriormente.

No nível de campo, a periferia distribuída, tal como módulos de Entrada/Saída (E/S), transdutores, acionamentos (*drives*), válvulas e painéis de operação comunicam-se com sistemas de automação via um eficiente sistema de comunicação em tempo real (PROFIBUS- DP ou PA, Foundation Fieldbus, HART, etc.). A transmissão de dados do processo e diagnósticos é efetuada ciclicamente, enquanto alarmes, parâmetros e também diagnósticos são transmitidos aciclicamente, somente quando necessário.

No nível de célula, os controladores programáveis, tais como CLPs e PCs comunicam-se uns com os outros, o que requer grandes pacotes de dados e um grande número de funções poderosas de comunicação. Além disto, uma integração eficiente aos sistemas de comunicação corporativos existentes, tais como: Intranet, Internet e Ethernet é um requisito absolutamente mandatório, o que várias redes podem suprir. A rede PROFInet, HSE (*High Speed Ethernet*), Ethernet IP, suportam dispositivos de campo simples e aplicações de tempo crítico, bem como a integração de sistemas de automação distribuídos baseados em componentes. Veja a **tabela 1**.

Nos últimos anos temos acompanhado que os mercados de instrumentação e automação vêm demandando equipamentos de campo (transmissores de pressão e temperatura, conversores,

posicionadores, atuadores, controladores, etc.) com alta performance, confiabilidade, disponibilidade, recursividade, etc., com a intenção de minimizar consumos, reduzir a variabilidade dos processos, proporcionar a redução de custos operacionais e de manutenção, assim como garantir a otimização e melhoria contínua dos processos.

Por outro lado, os microprocessadores/microcontroladores estão se tornando mais poderosos e mais baratos e, os fornecedores na instrumentação vêm respondendo às demandas dos usuários por mais e melhores informações em seus processos.

A tecnologia digital é rica no fornecimento de informação, não somente pertinente ao processo, mas em especial dos equipamentos de campo. Desta forma, condições de autodiagnoses podem poupar custos operacionais e de manutenção, principalmente em áreas classificadas (perigosas) ou mesmo em áreas de difícil acesso. Da própria sala de controle pode-se ter uma visão geral do sistema e ainda com ferramentas baseadas em Internet, a qualquer hora e de qualquer lugar. Através de um gerenciamento destas informações vindas do campo, pode-se selecionar convenientemente os dados para se atingir os objetivos de produção, direcionando as informações às pessoas e/ou departamentos corretos e agindo de maneira a melhorar os processos.

Percebe-se aqui que todas estas evoluções tecnológicas e a consolidação das redes industriais fazem com que os sistemas de automação e controle, equipamentos de campo, controladores, etc., possam assumir funções antes inimagináveis, como o controle de contínuo e discreto, tempos de varreduras menores, arquiteturas redundantes, gerenciamento e tráfego de informação, disponibilidade de informações para IHMs, Internet, geração de relatórios, gerenciamento de ativos, altos níveis de segurança, etc. Tudo isso, aliado à confiabilidade industrial tanto de hardware quanto de software.

Não resta dúvida que hoje não é somente a condição de controle que importa. A gestão da informação, a inteligência da instrumentação, a tecnologia verdadeiramente aberta e não proprietária, os benefícios da tecnologia digital são o que agregam valores ao usuário.

Que atualização um sistema convencional pode ter nos próximos anos? Que capacidade de expansão vai permitir? O portfólio de aplicações oferecidas pelos fornecedores com um sistema digital aberto aumentou bastante nos últimos anos, incluindo redes digitais abertas, áreas como gerenciamento de ativos, controle baseado em blocos funcionais, otimização em tempo real, MES (gestão de negócios), ferramentas de gerenciamento de performance em tempo real, gerenciamento de alarme, e muitas outras.

Hoje o usuário deve estar atento e especificar sempre um sistema de automação aberto com possibilidade de diagnósticos, maior tolerância a falhas, blocos de funções, FFBs (Blocos Flexíveis), conectividade OPC e com diversos protocolos, e uma série de outras características que o torna um sistema de controle completo e não um simples barramento de comunicação com integrações proprietárias. A escolha nas principais plantas industriais deve-se às funções de controle de processo que permitem agregar informações que possam trazer benefícios nas tomadas de decisões, garantindo a excelência operacional.

Os Sistemas Verdadeiramente Abertos utilizam tecnologias abertas que se integram perfeitamente ao hardware, ao mesmo tempo em que dão liberdade para conectar-se com software e hardware de outros fabricantes. Os usuários têm a liberdade para escolher os componentes e até mesmo construir o seu próprio sistema.

A flexibilidade e a capacidade de expansão da arquitetura de um sistema aberto e digital possibilitam reconfigurações e expansões para atender as novas condições de processo sem grandes reinvestimentos. Tecnologias modernas possibilitam respostas rápidas às mudanças nas condições de mercado.

Vale lembrar que em termos de excelência operacional qualquer segmento industrial vem sofrendo constantes pressões para alcançar a excelência operacional, objetivando garantir sua competitividade. Excelência operacional significa otimizar e dinamizar os processos através da análise de dados em tempo real, facilitando a tomada de decisão, de forma inteligente, estratégica e em todos os níveis da organi-

zação. Ao usar a tecnologia digital pode-se ter os processos aprimorados, pode-se gerenciar de maneira mais eficiente as operações da planta.

Como um exemplo de Sistema Aberto, temos o System302 da Smar: www.system302.com.br. O System302 é um sistema baseado em tecnologias que combinam SDCDs e CLPs/SCADA.

Seguramente devido a várias vantagens da tecnologia digital e de redes abertas, o SDCD tradicional não é mais recomendado em novos projetos ou mesmo em expansões, pois os altos custos de substituição dos instrumentos e a obsolescência do sistema de controle podem abreviar a vida útil. Nestes casos o sistema de automação tem que ser moderno e verdadeiramente aberto, deixando o usuário confortável nos próximos 15 a 20 anos.

No mercado atual globalizado, a busca de uma vantagem tecnológica que permita ao seu usuário competir de uma maneira eficaz, manter-se de uma maneira sustentável, obter lucro e reinvestir no seu negócio, a automação industrial passou a ser item básico desse processo. No ramo da indústria, a otimização de recursos faz-se imprescindível. As inovações na área de processo em si são poucas, ficando para as áreas de controle de processo a responsabilidade na redução de custos. O entendimento dos processos de inovação na automação com os sistemas digitais e de redes abertas podem ajudar a nos situarmos no contexto atual, identificando as inovações que podem agregar valor à cadeia produtiva. Notadamente nos últimos anos, com o avanço na eletrônica digital, passamos a ter novas ferramentas nas áreas de controle de processo e manutenção que estão associadas com sistemas de comunicação baseados em protocolos abertos de redes industriais.

A seguir veremos algumas redes industriais.

Classificação Geral das Redes Industriais

De acordo com a **figura 3**, podemos ter várias classificações das redes industriais.

Um ponto importante é diferenciar entre a rede de informação, a rede de controle e a rede de campo. A rede de informação representa o nível mais

elevado dentro de uma arquitetura. Em grandes corporações é natural a escolha de um *backbone* de grande capacidade para interligação dos sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), Supply Chain (gerenciamento da cadeia de suprimentos) e EPS (*Enterprise Production Systems*).

A função da rede de controle é interligar os sistemas industriais de nível 2 ou sistemas SCADA aos sistemas de nível 1, representados por CLPs e remotas de aquisição de dados. É possível também que equipamentos de nível 3, tais como, sistemas PIMS e MES estejam ligados a este barramento. Atualmente, o padrão mais recomendado é o Ethernet 100 Base-T.

A função da rede de campo é garantir a conectividade entre os diversos dispositivos atuantes diretamente no “chão de fábrica”, isto é o nível 1, sejam eles dispositivos de aquisição de dados, atuadores ou CLPs.

As redes de campo são sistemas de comunicação industrial que usam uma ampla variedade de meios físicos, como cabos de cobre, fibras ópticas ou sem fio, para acoplar os dispositivos de campo a um sistema de controle ou um sistema de gerenciamento. Observe a **figura 4**.

Visando a minimização de custos e o aumento da operacionalidade de uma aplicação introduziu-se o conceito de rede industrial para interligar os vários equipamentos de uma aplicação. A utilização de redes e protocolos digitais prevê um significativo avanço nas seguintes áreas:

- Custos de instalação, operação e manutenção
- Procedimentos de manutenção com gerenciamento de ativos
- Fácil expansão e upgrades
- Informação de controle e qualidade
- Determinismo (permite determinar com precisão o tempo necessário para a transferência de informações entre os integrantes da rede)
- Baixos tempos de ciclos
- Várias topologias
- Padrões abertos
- Redundância em diversos níveis
- Menor variabilidade nas medições com a melhoria das exatidões
- Medições multivariáveis.

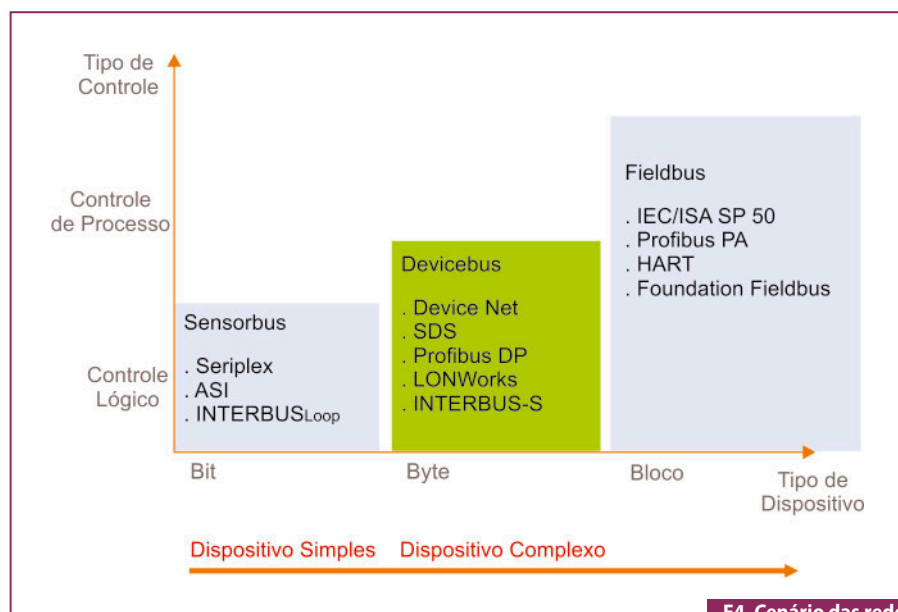
A opção pela implementação de sistemas de controle baseados em redes requer um estudo para determinar qual o tipo de rede que possui as maiores vantagens de implementação ao usuário final, que deve buscar uma plataforma de aplicação compatível com o maior número de equipamentos possíveis.

PROFIBUS

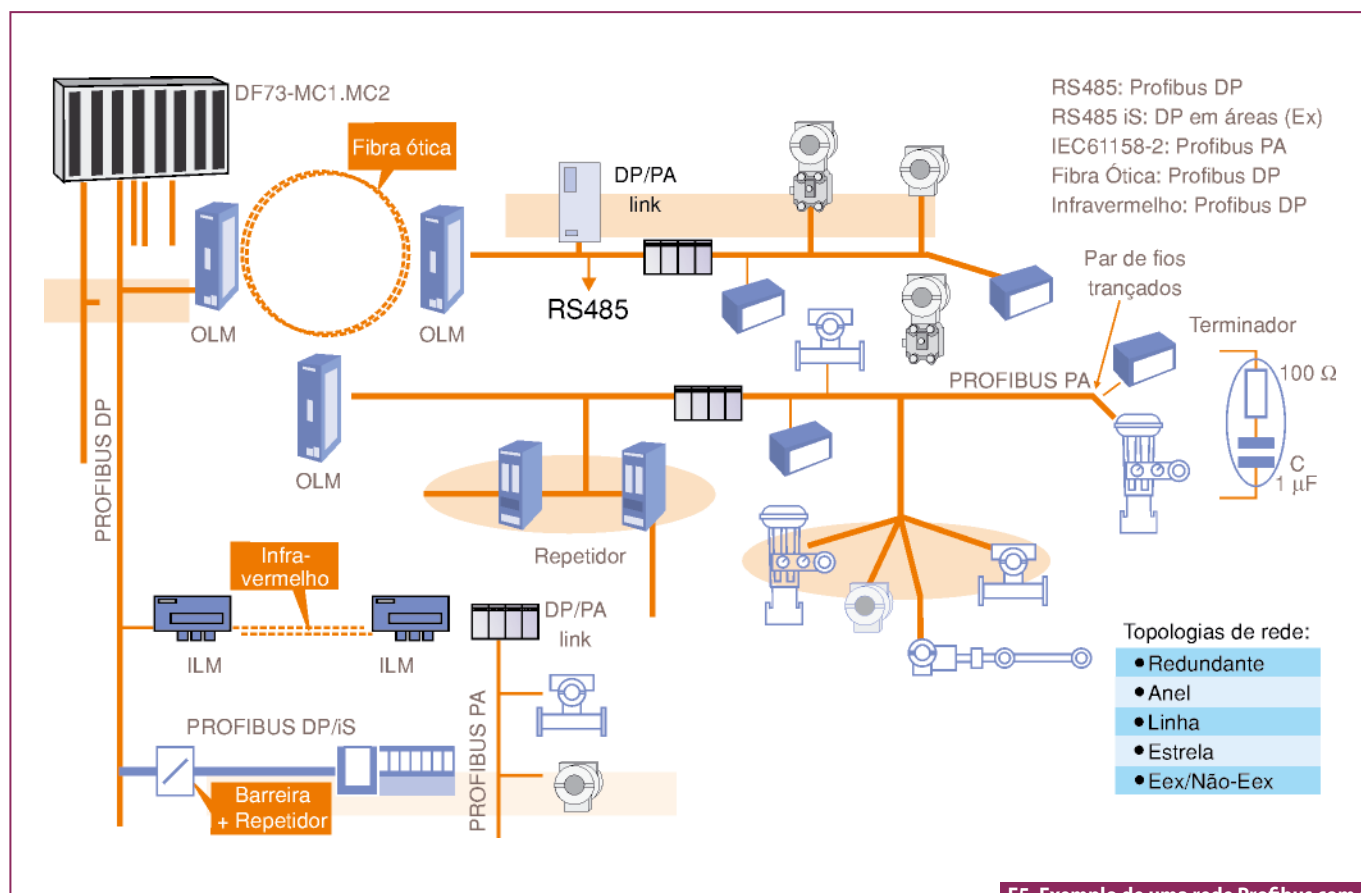
O PROFIBUS é um padrão de rede de campo aberto e independente de fornecedores, onde a interface entre eles permite uma ampla aplicação em processos, manufatura e automação predial. Esse padrão é garantido segundo as normas EN 50170 e EN 50254. Desde janeiro de 2000,

Classificação Geral	Quanto a topologia física	. Barramento . Anel . Estrela . Árvore
	Quanto ao modelo de redes	. Origem-destino . Produtor-consumidor
	Quanto ao método de troca de dados	. Pooling . Cíclica . Mudança de estado
	Quanto ao tipo de conexão	. Ponto a ponto . Múltiplos pontos
	Quanto ao modo de transmissão	. Transmissão serial . Transmissão paralela
	Quanto à sincronização de bits	. Transmissão síncrona . Transmissão assíncrona
	Quanto ao modo de operação	. Modo Simplex . Modo Half Duplex . Modo full Duplex
	Quanto ao tipo de comutação	. Comutação de circuitos . Comutação de pacotes

F3. Classificação Geral de Redes Industriais.



F4. Cenário das redes industriais.



F5. Exemplo de uma rede Profibus com as variantes Profibus- DP e Profibus-PA.

o PROFIBUS foi firmemente estabelecido com a IEC 61158, ao lado de mais sete outros fieldbuses. A IEC 61158 está dividida em sete partes, nomeadas 61158-1 a 61158-6, nas quais estão as especificações segundo o modelo OSI. Nessa versão houve a expansão que incluiu o DPV-2. Mundialmente, os usuários podem agora se referenciar a um padrão internacional de protocolo aberto, cujo desenvolvimento procurou e procura a redução de custos, flexibilidade, confiabilidade, segurança, orientação ao futuro, atendimento às mais diversas aplicações, interoperabilidade e múltiplos fornecedores.

No nível de célula, os controladores programáveis, como os CLPs e os PCs, comunicam-se entre si, requerendo, dessa maneira, que grandes pacotes de dados sejam transferidos em inúmeras e poderosas funções de comunicação. Além disso, a integração eficiente aos sistemas de comunicação corporativos existentes, tais como: Intranet, Internet e Ethernet são requisitos absolutamente obrigatórios. Essa necessidade é suprida pelos

protocolos PROFIBUS FMS e PROFINet.
Acompanhe a **figura 5**.

O PROFIBUS, em sua arquitetura, está dividido em três variantes principais:

PROFIBUS-DP

O PROFIBUS-DP é a solução de alta velocidade (*high speed*) do PROFIBUS. Seu desenvolvimento foi otimizado especialmente para comunicações entre os sistemas de automações e equipamentos descentralizados. Voltada para sistemas de controle, onde se destaca o acesso aos dispositivos de I/O distribuídos. É utilizada em substituição aos sistemas convencionais 4 a 20 mA, HART ou em transmissão com 24 volts. Utiliza-se do meio físico RS-485 ou fibra ótica. Requer menos de 2 ms para a transmissão de 1 Kbyte de entrada e saída, e é amplamente utilizada em controles com tempo crítico.

Atualmente, 90% das aplicações envolvendo escravos Profibus utilizam-se do PROFIBUS-DP. Essa variante está disponível em três versões: DP-V0, DP-V1 e DP-V2. A origem de cada versão aconte-

ceu de acordo com o avanço tecnológico e a demanda das aplicações exigidas ao longo do tempo. **Figura 6.**

PROFIBUS-PA

O PROFIBUS PA é a solução PROFIBUS para a automação de processos, onde se tem a conexão de sistemas de automação e sistemas de controle de processo com equipamentos de campo, tais como: transmissores de pressão, temperatura, conversores, posicionadores, etc. Pode ser usada em substituição ao padrão 4 a 20 mA.

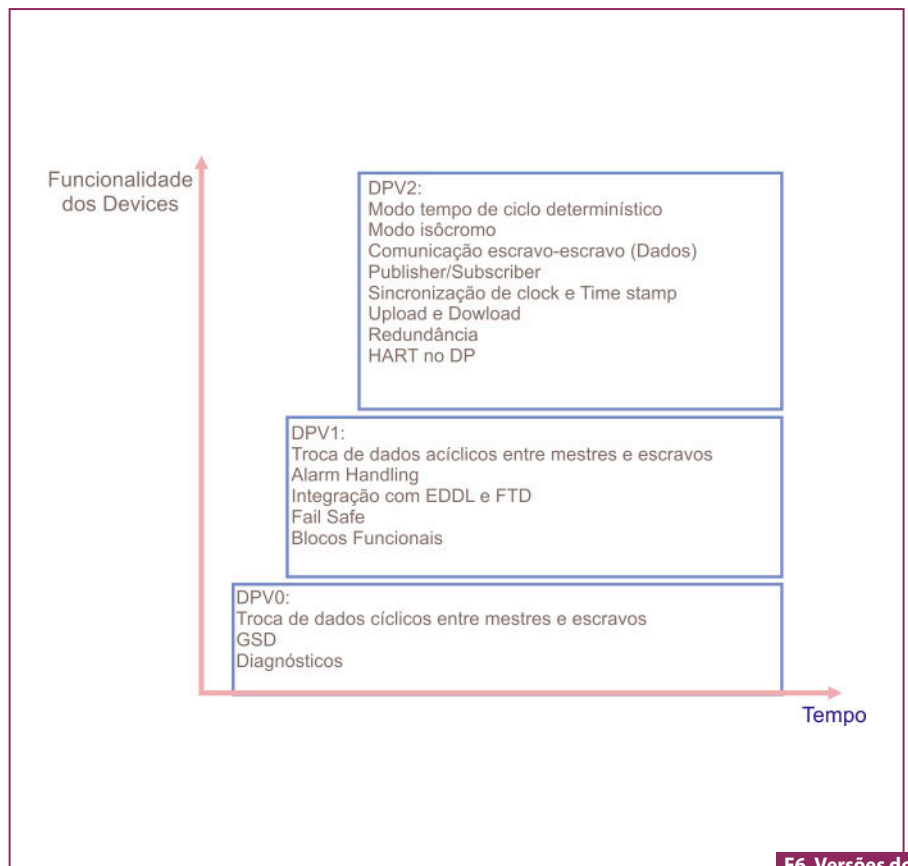
O PROFIBUS-PA permite a medição e controle por uma linha a dois fios simples, também alimentar os equipamentos de campo em áreas intrinsecamente seguras. Além disso, permite a manutenção e a conexão/desconexão de equipamentos até mesmo durante a operação sem interferir em outras estações em áreas potencialmente explosivas. O PROFIBUS-PA foi desenvolvido em cooperação com os usuários da Indústria de Controle e Processo (NAMUR), satisfazendo as exigências especiais dessa área de aplicação:

- O perfil original da aplicação para a automação do processo e interoperabilidade dos equipamentos de campo dos diferentes fabricantes.
- Adição e remoção de estações de barramentos mesmo em áreas intrinsecamente seguras sem influência para outras estações.
- Uma comunicação transparente através dos acopladores do segmento entre o barramento de automação do processo PROFIBUS-PA e do barramento de automação industrial PROFIBUS-DP.
- Alimentação e transmissão de dados sobre o mesmo par de fios, baseado na tecnologia IEC 61158-2.
- Uso em áreas potencialmente explosivas com blindagem explosiva tipo "intrinsecamente segura", ou "sem segurança intrínseca".

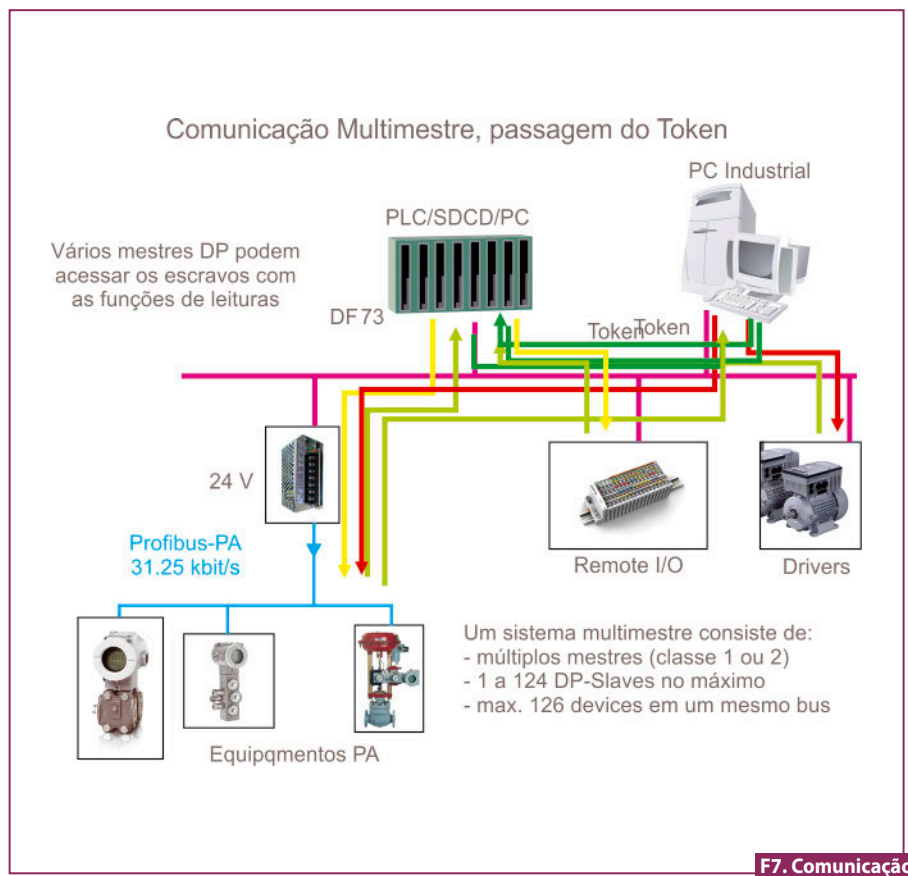
As conexões dos transmissores, conversores e posicionadores em uma rede PROFIBUS DP são feitas por um *coupler* DP/PA. O par trançado a dois fios é utilizado na alimentação e na comunicação de dados para cada equipamento, facilitando a instalação e resultando em baixo custo de hardware, menor tempo para iniciação, manutenção livre de problemas, baixo custo do software de engenharia e alta confiança na operação.

A arquitetura e a filosofia do protocolo PROFIBUS asseguram a cada estação envolvida nas trocas de dados cíclicos um tempo suficiente para a execução de sua tarefa de comunicação dentro de um intervalo de tempo definido. Para isso utiliza-se do procedimento de passagem de "token", usado por estações mestres do barramento ao comunicar-se entre si, e do procedimento mestre-escravo para a comunicação com as estações escravas. A mensagem de "token" (um *frame* especial para a passagem de direito de acesso de um mestre para outro) deve circular, sendo uma vez para cada mestre dentro de um tempo máximo de rotação definido (que é configurável). No PROFIBUS, o procedimento de passagem do "token" é usado somente para comunicações entre os mestres. Atente para as **figuras 7 e 8**.

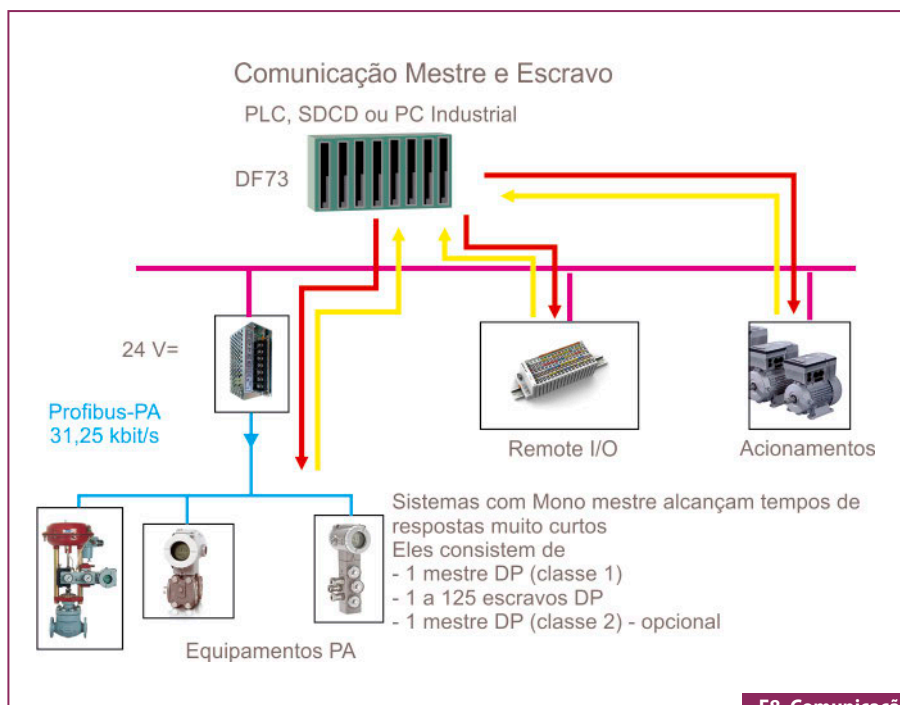
O procedimento mestre-escravo possibilita ao mestre que esteja ativo (o que possui o "token") acessar os seus escravos (através dos serviços de leitura e escrita).



F6. Versões do Profibus.



F7. Comunicação Multi-Mestre.

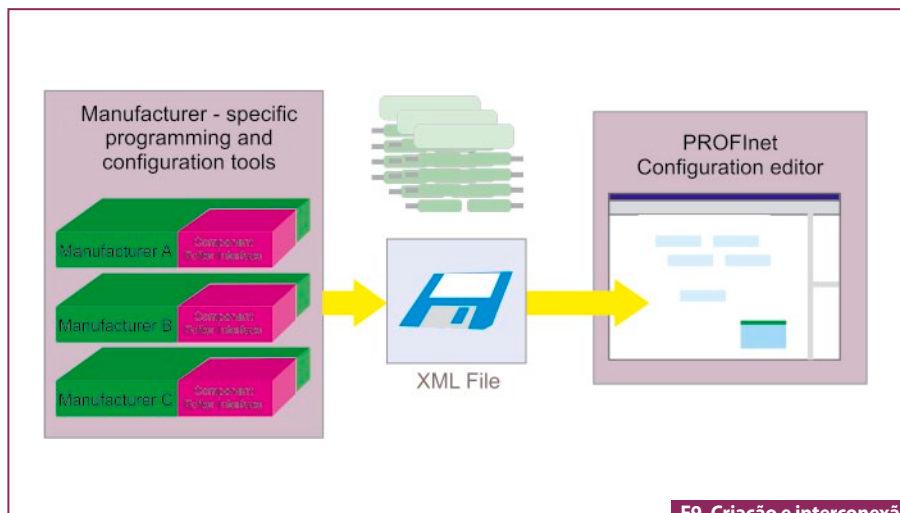


F8. Comunicação Mestre- Escravo.

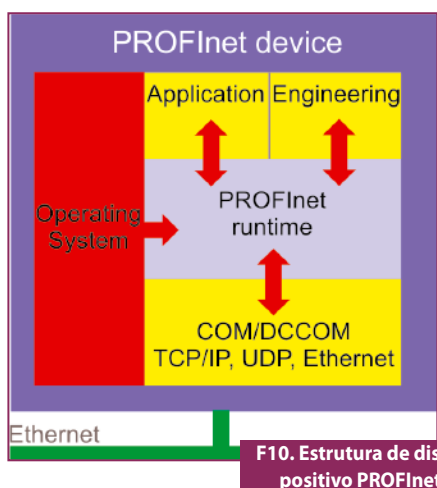
resultado da tendência na tecnologia de automação para máquinas reusáveis e modulares em plantas com inteligência distribuída. Suas particularidades atendem pontos-chaves das demandas da tecnologia de automação:

- Comunicação consistente entre os diversos níveis de gerenciamento desde o campo até os níveis corporativos usando Ethernet.
- Uma grande quantidade de fabricantes em um protocolo e sistema aberto;
- Utiliza padrões IT;
- Integração em sistemas PROFIBUS sem mudanças dos mesmos.

O PROFINet foi definido de acordo com o Physical Layer ISO/IEC8802-3 e seu DataLink Layer de acordo com TCP/UDP/IP/Ethernet da ISO/IEC8802-3. Seu principal enfoque, e aí se deixa claro as diferenças ante o mercado comum de redes Ethernet, é a aplicação do conceito de objetos já em uso e testados em softwares de tecnologias de automação. Seguindo esta ideia, máquinas e plantas podem ser divididas em módulos tecnológicos, cada um deles com suas características e compromissos mecânicos, elétricos/eletrônicos e softwares de aplicação. Cada módulo é então encapsulado de acordo com componentes PROFINet e podem ser acessados via interfaces universais, e ainda podem ser interconectados em várias aplicações. Entenda o conceito de componentes como a ideia de reutilização de unidades de software. Neste sentido o PROFINet utiliza-se de componentes COM (*Component Object Model*) e sua expansão o DCOM (*Distributed Component Object Model*) para sistemas distribuídos. Sendo assim, todos os objetos são idênticos e possuem as mesmas aparências.



F9. Criação e interconexão de componentes.



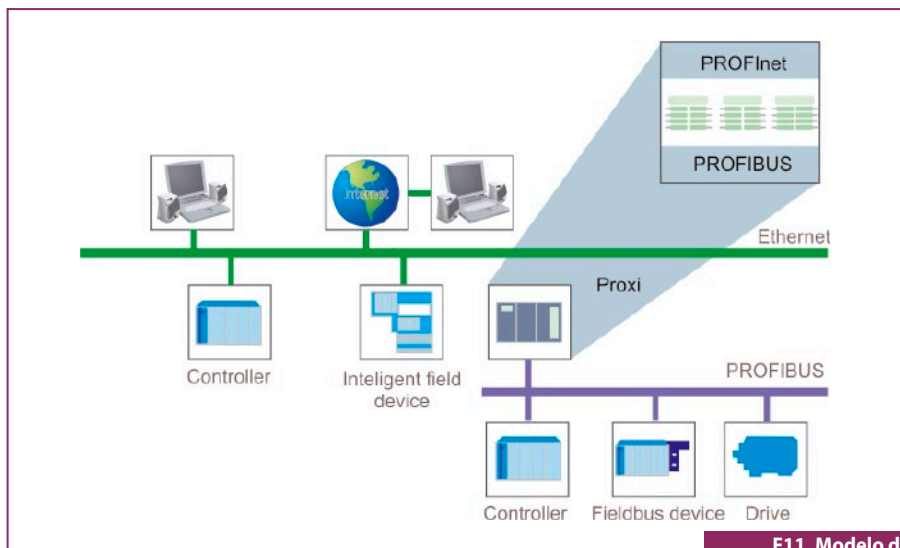
F10. Estrutura de dispositivo PROFINet.

PROFINet

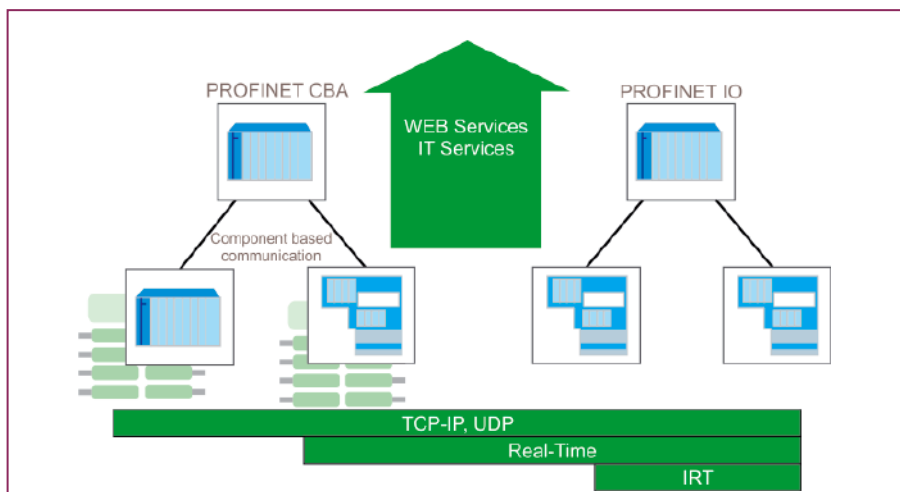
O PROFINet é uma rede padronizada pelo PROFIBUS International de acordo com a IEC 61158-5 e a IEC 61158-6. É uma das quatorze redes de Ethernet industrial. Basicamente, há dois tipos de redes PROFINet: PROFINet IO e PROFINet CBA. O PROFINet IO é utilizado em aplicações em tempo real (rápidas) e o PROFINet CBA em aplicações onde o tempo não é crítico, por exemplo, na conversão para rede PROFIBUS-DP.

O PROFINet é um conceito de automação compreensível que emergiu como

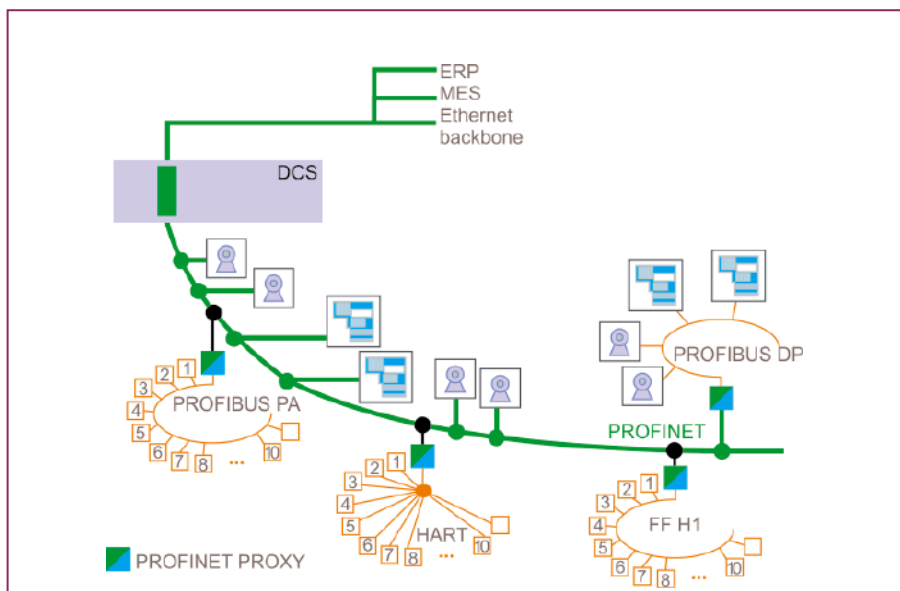
Este tipo de sistema de automação distribuído habilita projetos modulares de máquinas e plantas com suporte a reutilização de partes de máquinas e plantas. Isto garante a interoperabilidade e a redução de problemas. A integração de segmentos PROFIBUS em PROFINet é feita utilizando implementações *proxies*, o que garante que o espectro todo de produtos PROFIBUS pode ser implementado sem mudanças, garantindo ao usuário a proteção máxima aos seus investimentos. Além disso a tecnologia Proxy permite a integração com outros fieldbuses. Veja as figuras 9, 10 e 11. ►



F11. Modelo de migração PROFINet.

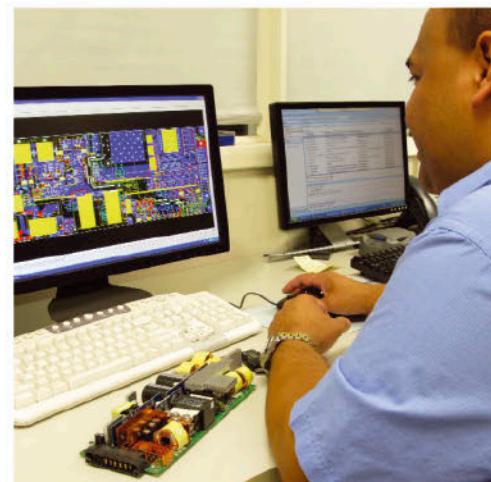


F12. PROFINet tem três modelos distintos de operação.



F13. Proxy PROFINet/PROFIBUS-DP e PROFINet/HART, PROFINet/FF.

Necessita de Soluções Rápidas e Personalizadas de Energia? Pense GlobTek!



Os engenheiros do Centro de Projetos da GlobTek em New Jersey podem criar rapidamente um sistema de energia rentável e sob medida para o seu equipamento. Nossas fontes de alimentação personalizadas não apenas fornecem a solução que você necessita, nós garantimos que o seu equipamento atenderá todos os padrões e regulamentos aplicáveis e que será produzido e entregue em tempo hábil.

Na GlobTek produzimos soluções personalizadas de energia em instalações próprias nos EUA e na China, garantindo entrega rápida, qualidade consistente e desempenho confiável com ótimo preço!

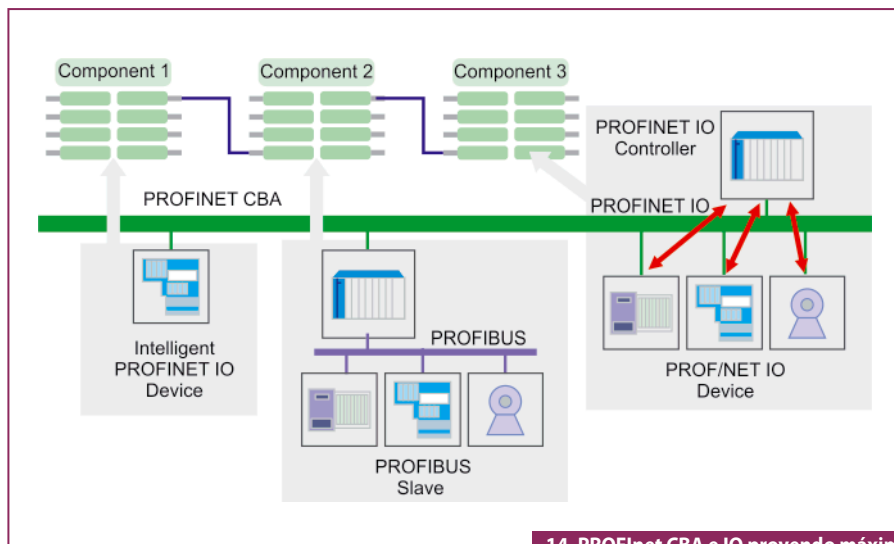


Ligue para +1.201.784.1000 e fale com um engenheiro sobre as suas necessidades, ou visite www.globtek.com para saber mais.



www.globtek.com





14. PROFINET CBA e IO provendo máxima flexibilidade às aplicações.

O PROFINet tem três modelos distintos de operação, sendo dois deles para tempo real. Observe a **figura 12**.

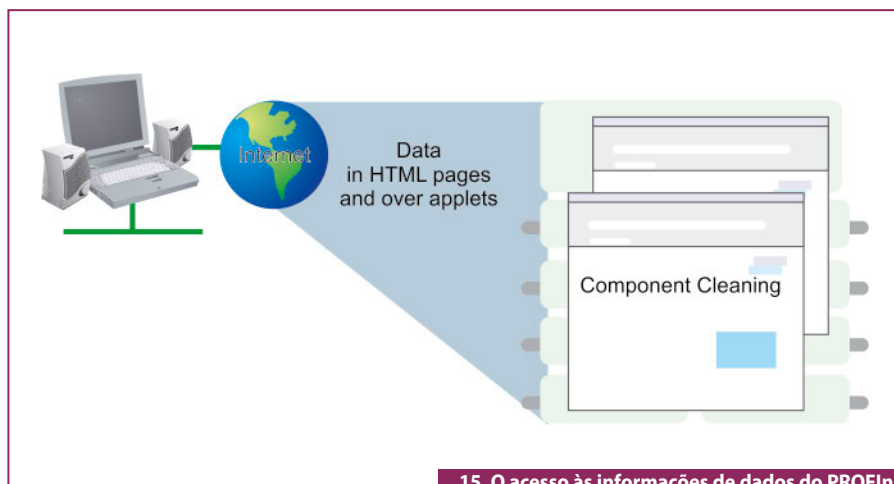
O primeiro modelo é baseado na arquitetura TCP/IP pura, utilizando Ethernet na camada 1 e 2, o IP na camada 3 e o TCP ou UDP na camada 4. Essa arquitetura é chamada de *Non-real time (Non-RT)*, pois seu tempo de processamento se aproxima dos 100 ms. A grande aplicação nesse tipo de comunicação é de configuração da rede ou na comunicação com os Proxies, utilizando o PROFINet CBA. Os Proxies são conversores de protocolos (por exemplo, de PROFINet para PROFIBUS-DP, ou de PROFINet para HART, FF, etc.), conforme mostrado na **figura 13**.

O segundo modelo baseia-se no chamado *Soft Real Time (SRT)* e caracteriza-se por ser um canal direto entre a camada da Ethernet e a aplicação. Com a eliminação de vários níveis de protocolo, há uma redução no comprimento dos telegramas transmitidos, requerendo menos tempo de transmissão de dados na rede. Neste caso, pode-se utilizar os dois tipos de PROFINet IO e CBA. **Figura 14**.

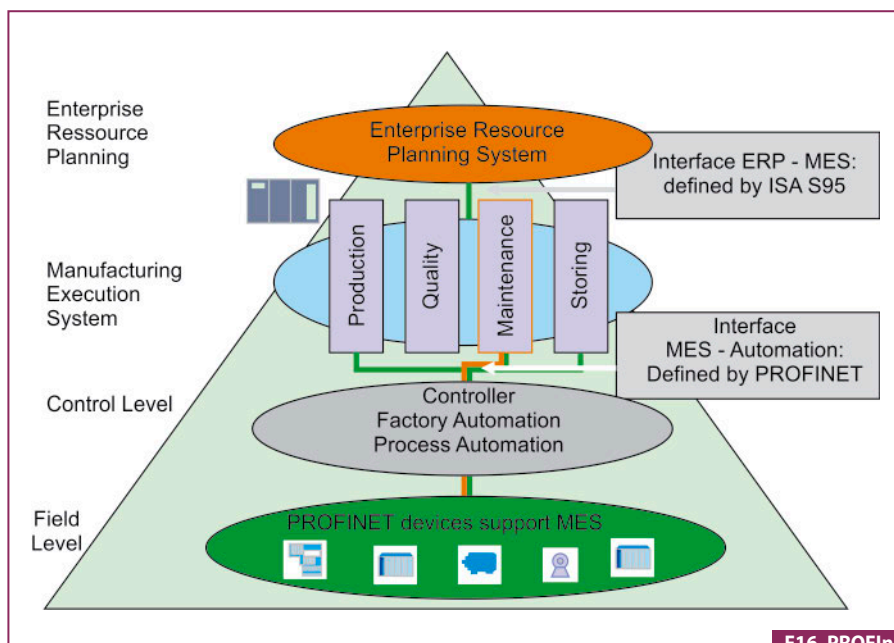
O terceiro modelo baseia-se no conceito de *Isochronous Real Time (IRT)*, para aplicações em que o tempo de resposta é crítico e deve ser menor do que 1 ms. Um exemplo típico de aplicação neste caso é o controle de movimento de robôs, onde o tempo de atualização de dados deve ser curto. Utiliza-se apenas o PROFINet IO para esse caso.

O PROFINet foi desenvolvido em seu modelamento de forma a proporcionar o **acesso às informações de dados**, via serviços padrões de WEB. **Figura 15**.

Além disso, a tecnologia do PROFINet permite fácil integração com sistema MES (*Manufacturing Execution Systems*). **Figura 16**.



15. O acesso às informações de dados do PROFINet é possível via serviços padrões de WEB.



F16. PROFINet e o MES.

Conclusão

As Redes de Comunicação Industrial têm um papel fundamental para as indústrias em geral. Hoje, a automação extrapola o chão de fábrica e chega ao mundo dos negócios. Vimos nesta parte do artigo, um padrão de rede aberto, suas características juntamente com suas variantes.

Na próxima parte, veremos um protocolo de comunicação digital bidirecional que permite a interligação em rede de vários equipamentos diretamente no campo, o Foundation Fieldbus. Não perca! **E**

**ANOTE
EM SUA
AGENDA.**

Medical Design & Manufacturing®

MD&M

Brazil

Se você é um profissional da indústria de equipamentos médicos e odontológicos e está envolvido com: desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade, design e fabricação eletrônica, engenharia de produção, testes, gestão de compras, entre outros, o MD&M Brazil é a oportunidade que faltava para você aumentar o seu leque de fornecedores, conhecer novas tecnologias e produtos para dispositivos médicos, e ampliar o seu *networking*.

Mais de 100 expositores já garantiram espaço no evento.

**Chegou ao Brasil o
maior evento mundial de
tecnologia para design e
fabricação de equipamentos
médicos e odontológicos**

Junho 26 - 27, 2012

Transamérica Expo Center

São Paulo, Brasil

10 às 19 horas

**Garanta sua participação!
Credenciamento GRATUITO no site:**

www.mdmbrasil.com.br

Ao visitar o MD&M Brazil você estará em contato com as indústrias que fornecem soluções para:

- Tecnologia de juntas e de adesivos
- Tecnologia de automação e montagem
- Software de design e fabricação
- Componentes eletrônicos
- EMS (Electronic Manufacturing Services)
- Tecnologia de extrusão e tubagens especializadas
- Ferramentas mecânicas multiaxiais
- Filtros, membranas e outros componentes
- Tecnologias de micromaquinação
- Materiais e tecnologias de embalagem
- Tecnologia de marcação e laser
- Tecnologias de processamento de plásticos, resinas e matérias-primas
- Bombas
- Motores e controle de movimentos
- Não tecidos e fitas adesivas
- Ligas especializadas
- Serviços de esterilização
- Arames e molas

O MD&M Brazil ainda contará com um **PROGRAMA DE CONFERÊNCIAS** imperdível trazendo temas atuais sobre tecnologias de design e fabricação com foco na otimização dos produtos e processos.

Mais detalhes e credenciamento no site **www.mdmbrasil.com.br**.



Organização:



Apoio Institucional:



Apoio de Mídia:



Tipos de Antenas e suas Propriedades

Parte 1

Os sistemas de telecomunicações utilizam diversos tipos de antenas. Suas características fazem com que existam tipos mais apropriados para cada aplicação. O profissional que precisa escolher uma antena para uma aplicação deve conhecer essas características, e é justamente delas que trataremos neste artigo. O enfoque será dado principalmente para as antenas com aplicações em sistemas de TV e FM, mas os conceitos são válidos para outros tipos de aplicações. Este artigo é feito com base em material fornecido pela Trans-Tel. Dada a quantidade de tipos de antenas, ele será dividido em duas partes.

Dante J. S. Conti

Na **tabela 1** temos os diversos tipos de antenas que são usados nas transmissões de TV e FM. Concentraremos a nossa análise nos modelos de antenas mais comuns, utilizados em sistemas de transmissão de radio-difusão (Televisão e Rádio FM), assim, não trataremos neste texto de antenas de AM.

Embora o conceito de antena também possa ser aplicado a arranjos (ou agrupamentos) de antenas, neste momento focalizaremos a atenção nas propriedades das antenas tomadas individualmente.

A conceituação dos diversos tipos de antenas é muito ampla e neste texto adotaremos uma divisão bastante simplificada (mas não menos abrangente) em duas grandes famílias ou tipos de antenas onde podem ser classificadas as antenas que desejamos estudar.

Antenas de condutores lineares, ou simplificadaamente antenas lineares, que

têm a propriedade de apresentarem a dimensão transversal dos elementos condutores que radiam RF como uma fração (número $\ll 1$) do comprimento de onda da frequência de operação.

Por exemplo, em FM na frequência de 100 MHz, o comprimento de onda é de 3 metros (ou 3000 mm), a seção transversal de um anel de FM em linha rígida de 1 5/8" (= 41,3 mm) vale 0,01376 comprimentos de onda. Esta matemática, quando satisfeita, permite simplificar a análise da antena em termos eletromagnéticos e aproximar as correntes que circulam na antena como sendo apenas correntes de natureza linear e unidimensionais, facilitando sobremaneira a determinação das equações de campo e as propriedades de radiação da antena em análise.

Nesta categoria de antenas de condutores lineares recaem os tipos de antenas conhecidas como: yagi, log periódica, pai-

	TV	FM
Antenas Lineares	Yagi-Uda	Yagi-Uda
	Log-Periódica	Log-Periódica
	Painel Dipolos MO/OC/X	Painel Dipolos MO/OC/X
	Painel H (Duplo Delta)	Anel (ciclóide)
	Superturnstile (Batwing)	Seta
Antenas de abertura	Parabólica	Parabólica
	Slot	

T1. Tipos de antenas para TV e FM.

Yagi - Uda
Especificações:
Faixa: VHF + UHF
Polarização: linear ou circular
Ganho: [3 - 16] dBd
Impedância: 50/75 Ω
VSWR: 1: [1,2 - 1,5]
Conector: N/F
Potência: < 100 W
L x C: 0,5 λ x [0,5 - 6] λ
Pêso: [1 - 15] Kg
Área vento: [0,1 - 0,4]m²



F1. Antena linear Yagi-Uda: foto e especificações.

nel de dipolos (MO=meia onda, OC=onda completa, X = dipolos cruzados), painel H (ou duplo delta), *superturnstile*, anel de FM, seta de FM.

Antenas de abertura, por sua vez, estabelecem um mecanismo de radiação de energia de RF onde as correntes se distribuem em uma área ou abertura no espaço que determina campos eletromagnéticos de natureza mais complexa, sendo mais difíceis de serem analisados matematicamente quando comparados ao caso anterior.

Para o caso de antenas de abertura, o que se faz é determinar as propriedades dos campos elétrico e magnético na abertura de radiação da antena e a partir daí determinar as demais propriedades de radiação da antena em análise.

Nesta categoria de antenas de abertura recaem os tipos de antenas conhecidas como: parabólica e *slot* (ou antena de fendas).

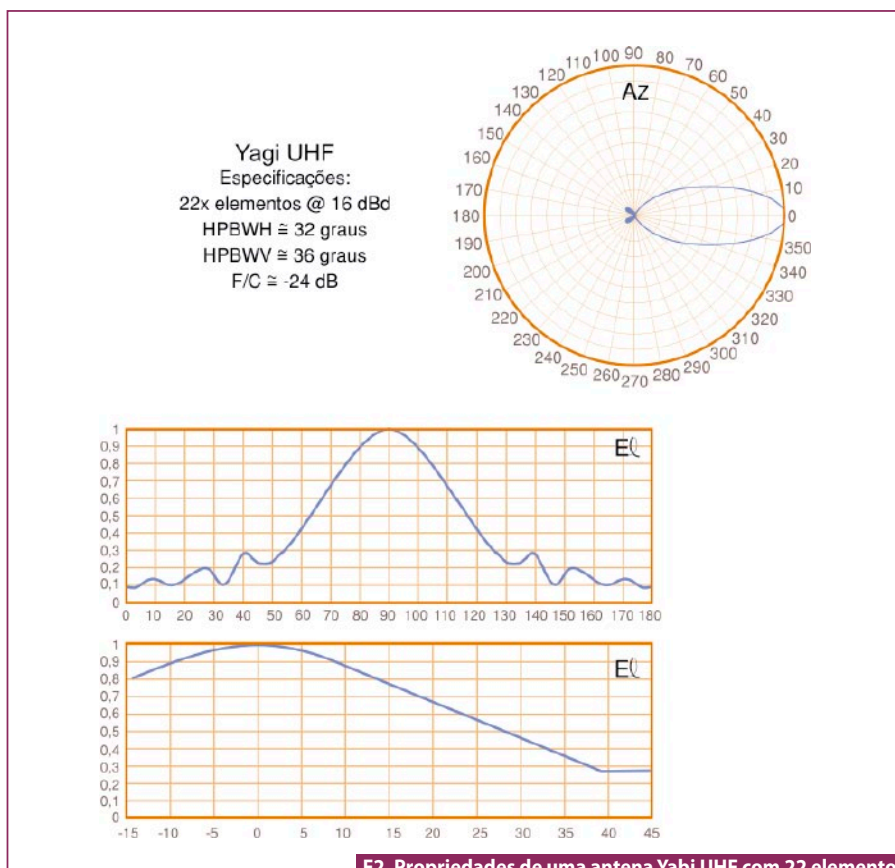
A **figura 1** mostra a foto deste tipo de antena linear, onde se identificam o dipolo dobrado (elemento que está conectado na linha de transmissão) e os demais elementos parasitas, chamados de refletor (atrás do dipolo) e diretor (a frente do dipolo).

A antena Yagi pode ser implementada nas faixas de VHF e UHF, operando segundo a orientação mecânica dos seus elementos em polarização linear horizontal ou linear vertical, mediante a incorporação de uma segunda antena disposta mecanicamente a 90 graus e alimentada em quadratura de fase (defasada em 90 graus elétricos) com a primeira.

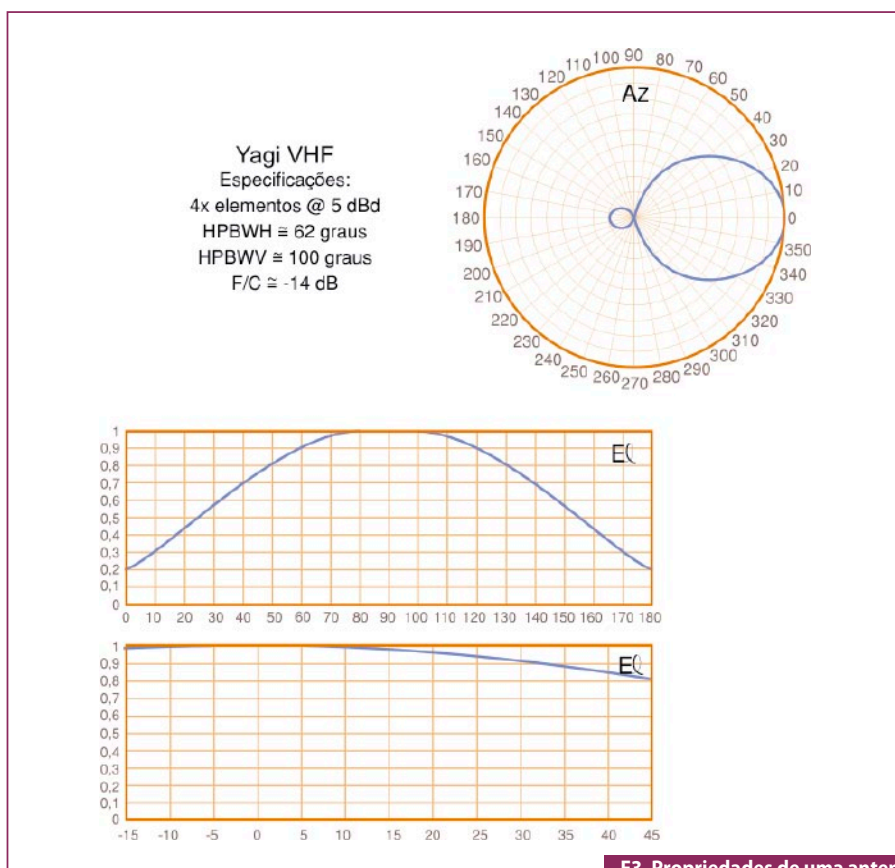
A antena Yagi também pode ser implementada para operação em polarização circular.

Os ganhos obtidos com este tipo de antena variam entre 3 e 16 dBd, e quanto maior for a quantidade de elementos, maior será o ganho e vice-versa. Note ainda que quanto maior o ganho, mecanicamente maior e mais pesada será a antena bem como maior a área de exposição ao vento.

As antenas Yagi são eminentemente antenas de faixa estreita (operação monocanal) e dedicadas à aplicação no modo de recepção em 75 ohms e no modo de transmissão em 50 ohms com potências, via de regra, não superiores a 100 W unitariamente.



F2. Propriedades de uma antena Yagi UHF com 22 elementos: especificações e diagramas de radiação.



F3. Propriedades de uma antena Yagi VHF com 4 elementos.

Log - Periódica
Especificações:
Faixa: VHF + UHF
Polarização: linear ou circular
Ganho: [6 - 10] dBd
Impedância: 50/75 Ω
VSWR: 1: [1,2 - 1,5]
Conector: N/F
Potência: < 100 W
L x C: 0,5 λ x 1,5 λ
Peso: [5 - 15] Kg
Área vento: [0,3 - 0,6]m²



F4. Antena Log-Periódica:
Foto e especificações.

As figuras 2 e 3 ilustram as especificações de dois projetos de Yagi: na figura 2 temos uma antena com 22 elementos para UHF e na figura 3 uma antena com 4 elementos para VHF.

Nessas figuras, o diagrama polar representa o corte de azimuth do diagrama 3D e os diagramas retangulares (abaixo e à esquerda) representam o corte de elevação do diagrama 3D, sendo o diagrama 3D da antena apresentado no canto inferior direito.

Com relação aos diagramas retangulares, o primeiro mostra o setor angular [0,180] onde 0 graus representa o ângulo θ tomado sobre o eixo z (ou apontando para o céu). 90 graus representa o ângulo θ tomado sobre o eixo x (apontando para a linha do horizonte) e 180 graus representa o ângulo θ tomado sobre o eixo z (ou apontando para o solo).

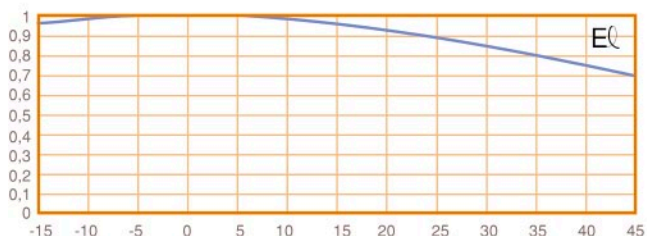
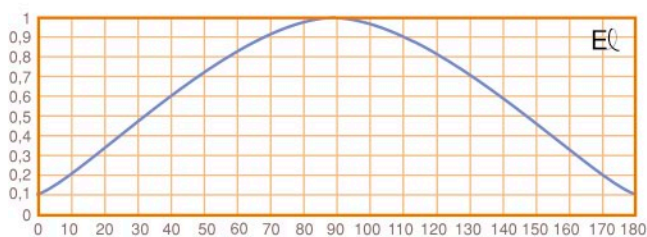
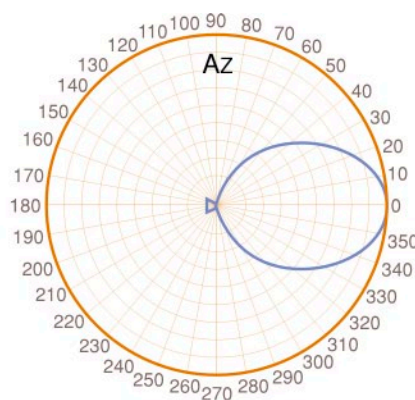
O segundo diagrama retangular é um “zoom” ou corte ampliado do primeiro diagrama retangular ao redor da linha do horizonte. Note que, neste caso, a nomenclatura dos ângulos foi modificada onde 0 graus representa a linha do horizonte, -15 graus representa o ângulo 15 graus acima da linha do horizonte e +45 graus representa o ângulo 45 graus abaixo da linha do horizonte.

Ainda nestas figuras, o termo HPBWH identifica o setor angular de meia potência de Azimute (ou do diagrama horizontal), HPBWV identifica o setor angular de meia potência de Elevação (ou do diagrama vertical) e F/C a relação frente - costa em dB. Repare como estes parâmetros variam em cada Yagi e como existe uma correspondência entre estes parâmetros e o “desenho” dos diagramas polar, retangular e 3D apresentados.

A figura 4 apresenta a foto deste tipo de antena (Log-Periódica), onde se identificam o membro estrutural horizontal da antena compreendido por duas partes em paralelo (perfil quadrado neste caso), e elementos tipo “dipolos” ligados a cada membro estrutural formando pares intercalados, sendo a conexão à linha de transmissão feita na parte posterior da antena.

O termo Log-Periódica tem origem na propriedade deste tipo de antena exibir características de radiação que são repetitivas (ou periódicas) em função do logaritmo da frequência de operação dentro de uma faixa de funcionamento.

Log - Periódica VHF
Especificações:
Banda III [canais 7 a 13]
9x elementos @ 7 dBd
HPBWH $\approx$ 54 graus
HPBWV $\approx$ 74 graus
F/C $\approx$ -24 dB



F5. Propriedades da antena Log-Periódica
para operação em banda III de VHF.

Trata-se portanto de uma antena tipo faixa larga e, ao contrário da Yagi, indicada para operação multicanal quer seja no modo de recepção em 75 ohms ou no modo de transmissão em 50 ohms com potências, via de regra, não superiores a 100 W unitariamente.

A antena Log-Periódica pode ser implementada nas faixas de VHF e UHF, operando segundo a orientação mecânica dos seus elementos em polarização linear horizontal ou linear vertical, mediante a incorporação de uma segunda antena mecanicamente a 90 graus e alimentada em quadratura de fase (defasada de 90 graus elétricos) com a primeira. A antena Log-Periódica pode ser implementada para operação em polarização circular.

Os ganhos obtidos com este tipo de antena variam entre 6 e 10 dBd, e quanto maior for a quantidade de elementos, maior será o ganho e vice-versa, note ainda que quanto maior for o ganho mecanicamente, maior e mais pesada será a antena bem como maior a área de exposição ao vento. As curvas de projeto para este tipo de antena tendem às assíntotas para ganhos maiores do que 10 dBd, tornando-as extremamente ineficientes em termos de custo-benefício (quantidade de elementos / ganho).

Antenas tipo Log-Periódica fazem parte de uma família extensa de antenas conhecidas como "independentes da frequência" e apresentam a virtude de serem soluções faixa larga, evidentemente mais onerosas do que soluções monocanal (Yagi, por exemplo), porém mais eficientes para utilização em *sites* de recepção onde os azimutes de orientação estejam compreendidos dentro do HPBWH ou em *sites* de transmissão onde não se tenha um conhecimento, a priori, do canal de operação mas exista conhecimento da banda de operação do sistema.

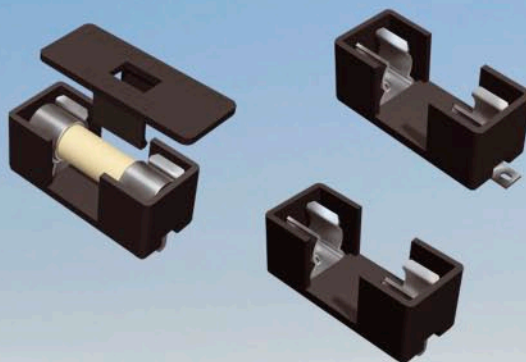
A **figura 5** exibe as propriedades de uma antena projetada para operação em banda III de VHF, com os respectivos diagramas de radiação e figuras de mérito.

Conclusão

As antenas que vimos nesta primeira parte do artigo são as de uso independente da frequência. No entanto, também existe a possibilidade das antenas serem usadas em conjunto, formando painéis. É desse assunto que trataremos na segunda parte do artigo. **E**

THINK

SUPORTES PARA FUSÍVEIS SOLARES CLASSE MIDGET®



PENSE suportes para Fusíveis Solares classe Midget da Keystone

- Disponível para montagens SMD e THM
- Especificamente projetado para Sistemas Fotovoltáicos (PV)
- Acomoda fusíveis SPF classe Midget (10 x 38 mm)
- Especificado para até 20 Ampères
- Completamente isolado
- Baixo perfil
- Solução com bom custo/benefício
- Disponível com tampa opcional
- Solicite o Catálogo M60

KEYSTONE
ELECTRONICS CORP.

O que está dentro é o que importa.

Correção de Erro no Modem MU-2-R

O efeito do código Reed-Solomon

Tsunehiro Yamabe
Tradução: Eutíquio Lopez

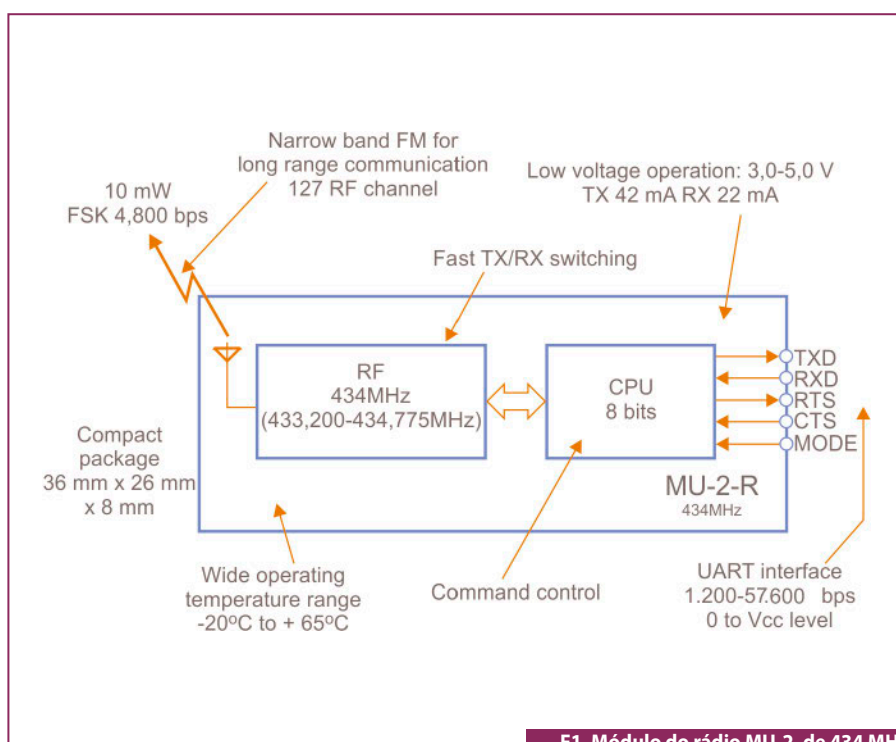
O Código Reed-Solomon

Esse código foi desenvolvido em 1960 por Irving S. Reed e Gustave Solomon. Ele é um tipo de código BCH baseado nos campos finitos de Galois. Ele é frequentemente usado em CDs (*compact discs*), transmissão de televisão digital terrestre, comunicações por satélite e em outras aplicações. No início do seu desenvolvimento, ele conseguia decodificar apenas um erro, mas desde então, métodos como *Berlekamp decoding* e *Euclidean decoding* foram criados para a correção de múltiplos erros. Uma vez que cada palavra de código é processada individualmente, ele é particularmente conveniente para erros de dados contínuos (*burst errors*) sofridos pelos equipamentos de rádio móveis.

Os efeitos da correção de erro no MU-2-R

As figuras 1 e 2 mostram o módulo do rádio MU-2, da Circuit Design. Esse módulo utiliza a interface UART, de modo que a conexão com a UART da CPU (RS-232C) é simples. O MU-2-R usa correção de erro nível 4 tipo Reed-Solomon reduzida [RS(40,32;4)]. Ele tem, também, um modo que combinado com *interleaving* (intercalação), aumenta a recuperação para 25% (10% sem *interleaving*).

A figura 3 é uma imagem de osciloscópio do impacto de efeitos *multipath* (múltiplas trajetórias), quando o MU-2 se move nas proximidades – em um modo sem correção de erro. Os sinais mostrados são, de cima para baixo, a forma de onda analógica recebida, a RSSI recebida, e a saída de dados recebida



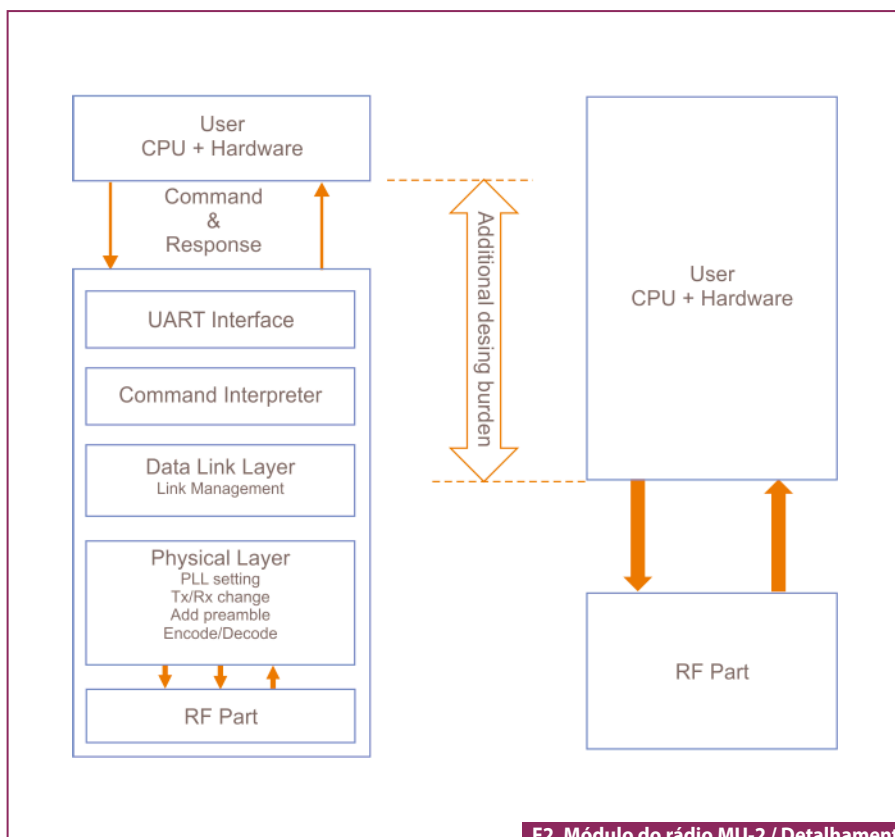
F1. Módulo do rádio MU-2, de 434 MHz, representado num diagrama de blocos.

(UART). O cursor visto no local da forma de onda - RSSI indica a posição de -130 dBm.

O transmissor envia os dados repetidamente em intervalos regulares, de tal forma que a saída dos dados recebidos será arranjada em intervalos regulares também. Neste exemplo, no meio das telas exibidas nas figuras 3 e 4, cerca de 3,1ms dos dados recebidos foram perdidos e, durante esse tempo, a saída recebida não foi recuperada.

A figura 5 mostra uma imagem de osciloscópio do impacto de efeitos multipath (múltiplas trajetórias), quando o módulo é deslocado nas proximidades – em um modo com correção de erro. Neste caso, no meio das telas vistas nas figuras 5 e 6, aproximadamente 5,25ms dos dados recebidos foram perdidos, mas durante esse tempo a saída recebida foi recuperada normalmente. Isso demonstra a eficiência da correção de erro.

Esses exemplos mostram a correção de burst errors (erros contínuos), mas para os random errors (erros aleatórios) nós confirmamos um ganho de codificação de 3dB em um modo sem interleaving (ou de 5dB com um modo intercalado).



F2. Módulo do rádio MU-2 / Detalhamento dos blocos internos.

Aumente seus conhecimentos em eletrônica e informática!

- Redes Neurais em Delphi
- Projetando com os Microcontroladores
- Iluminação
- Programando Microcontroladores PIC
- Programação em C e muito mais

Pedidos:
(11) 2095-5330



www.novasaber.com.br

BLUCOLOR



Encontre **TODOS** os componentes em um só lugar



Ref.: 015819

Termovisor FLIR i3

Resolução de 60x60 px, Display 2,8" LCD
Faixa de temperatura: -20°C A 250°C
Detector: Uncooled Microbolometer.
Sensibilidade: <0,15°C apenas

R\$ 4.390,00

12x de R\$ 365,83 sem juros no cartão
ou R\$ 3.951,00 à vista no boleto

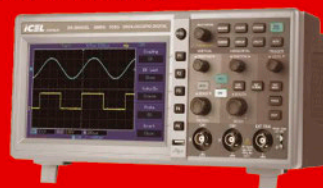
Osciloscópio Digital Icel 60MHz Colorido OS-2062CEL

Tipos de Trigger: EDGE/PULSE/ALTERNATE
Tela de 7 Polegadas, Duplo Canal
Rise Time <7NS, Saída USB

apenas

R\$ 1.611,00

12x de R\$ 134,25 sem juros no cartão
ou R\$ 1.449,90 à vista no boleto



Ref.: 016713

15 mil
produtos

12x
sem juros no cartão

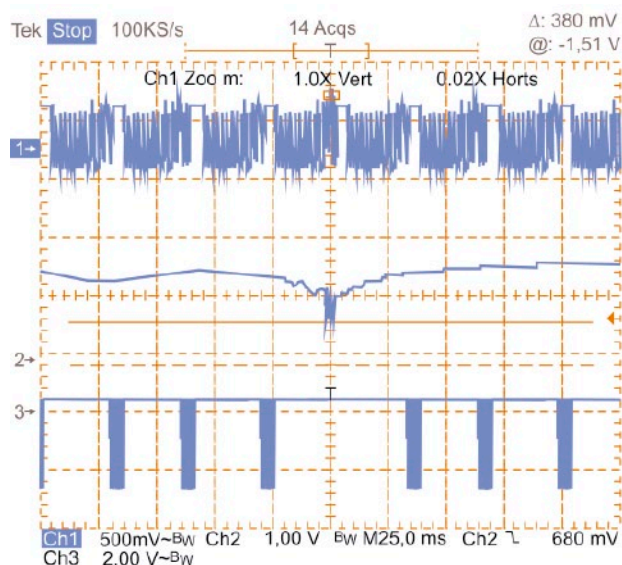
em casa
com segurança

Aqui você encontra as melhores marcas

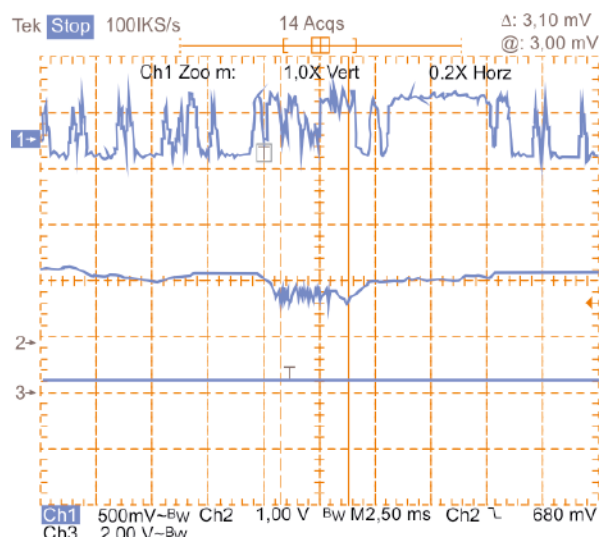


www.blucolor.com.br
Cadastre-se e receba promoções e novidades por e-mail

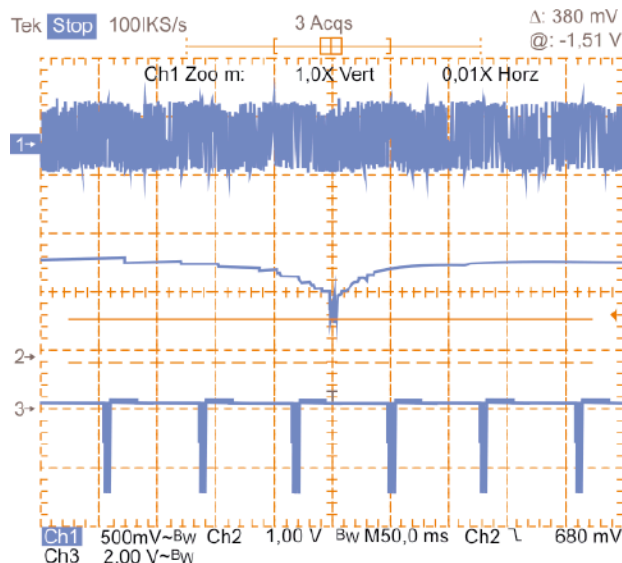
Compre também pelo tele vendas
47 3322.2221



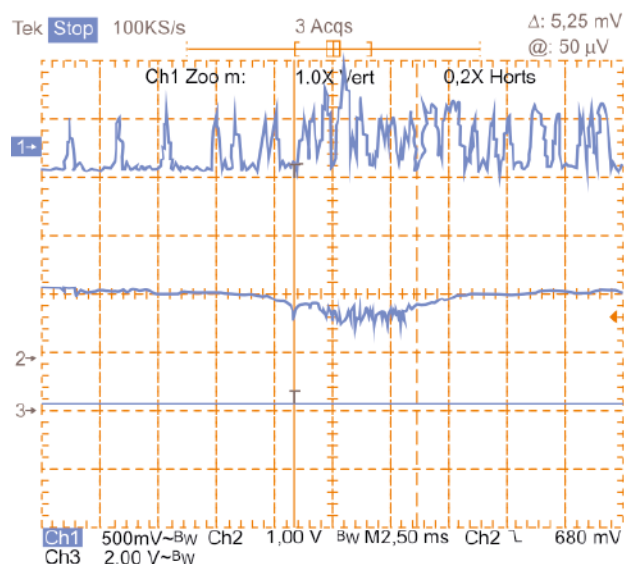
F3. Impacto dos efeitos multipath – sem correção de erro.



F5. Impacto dos efeitos multipath – com correção de erro.



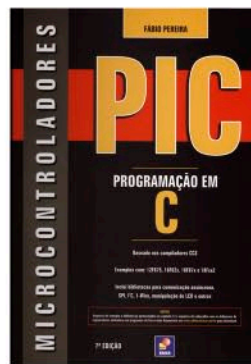
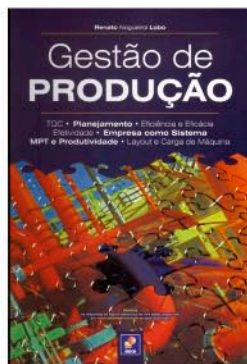
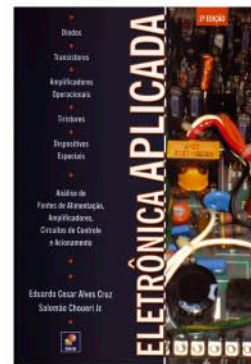
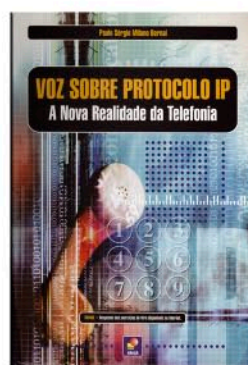
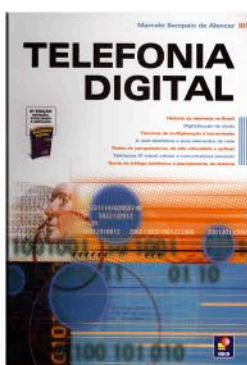
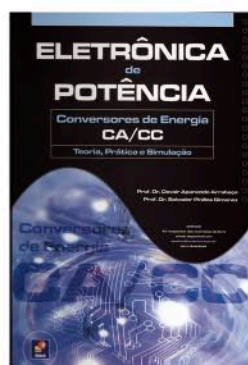
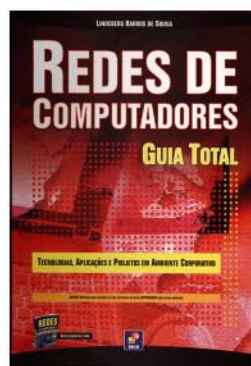
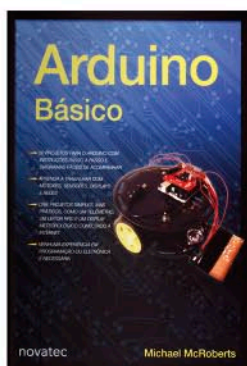
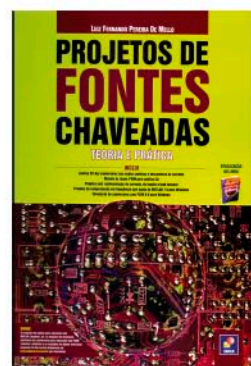
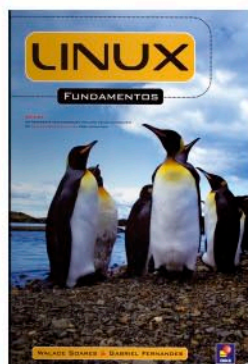
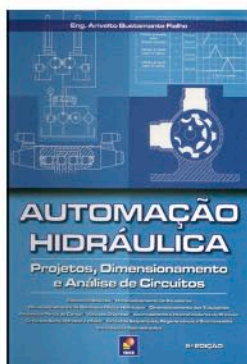
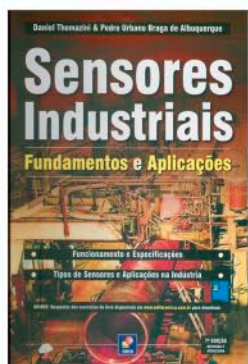
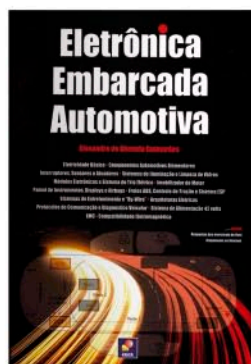
F4. Vista com zoom do eixo dos tempos da figura 3.



F6. Vista do eixo dos tempos da figura 5 com zoom.

Sua loja de livros técnicos na internet

Promoções especiais e brindes



Nova plataforma de Microcontroladores

“Wolverine”

Com baixíssimas potências (ultra-low-power), a Texas Instruments (TI) corta o consumo de energia de microcontroladores em 50% com a sua nova plataforma de MCUs “Wolverine”.

Autor: Jacob Borgeson
Tradução: Eutíquio Lopez

Batizada internamente de “Wolverine” por sua agressiva tecnologia de economia de energia, esta nova plataforma de microcontroladores MSP430 de ultrabaixa potência oferece um consumo 50% inferior a qualquer MCU do segmento (360 nA em modo RTC (*real-time-clock*), e menos de 100 μ A/MHz em modo ativo).

Com a plataforma MCU “Wolverine”, a empresa criou uma nova geração da arquitetura MSP430 (veja a **figura 1**).

A TI conseguiu ganhos de potência impressionantes com esta plataforma através de sua nova tecnologia de fabricação ULL (ultra-low-leakage) de 130 nm, integrada por memória não volátil de baixa potência e um DNA melhorado para o MSP430, com um controle de potência avançado e circuitos analógicos de precisão de baixa potência. A seguir, os principais ganhos alcançados:

- Potência ativa tão baixa quanto 100 μ A/MHz;
- *Standby* < 400 nA com RTC e proteção brown-out;
- 250x menos energia por bit, usando memória FRAM;
- < 7 μ s para passar do modo standby para o modo ativo de operação.

Tecnologia de fabricação ULL (ultra-low-leakage) de 130 nm

Considerando-se que os dispositivos de baixíssima potência (ultra-low-power) ficam 99,9% do tempo em modo *standby*, a corrente de fuga torna-se um fator preponderante na determinação da eficiência de potência nas menores geometrias de fabricação.

O desafio para os projetos de baixa potência aumenta devido ao crescimento exponencial da fuga do transistor com o contínuo encolhimento dos comprimentos no *gate* (porta) e nos óxidos do *gate*.

Para os microcontroladores (MCUs), a corrente de fuga começa a tornar-se significativa com nodos (nós) de processos de fabricação CMOS $\leq$ 180 nm. O processo de fabricação da “Wolverine” é para 130 nm.

Desde 1965, a conhecida Lei de Moore vem ditando o desempenho de *chips* e transistores. A tecnologia do processo de fabricação dos chips vem duplicando o desempenho a cada 18 meses, durante os últimos 30 anos.

Para a plataforma “Wolverine” de 130 nm, a TI recuperou os ganhos da Lei de Moore na dimensão de potência (em lugar de desempenho) usando circuitos projetados para um rendimento otimizado, para correntes de fuga menores, e outras características inerentes ao Si.

O resultado obtido foi uma fuga mínima: 10x menor nos transistores individuais; e uma redução total de 15% na potência ativa, quando comparado com outros processos CMOS de 130 nm (**figura 2**).

Alicerces das baixíssimas potências

Para obter o máximo benefício da nova tecnologia do processo de fabricação de 130 nm, a TI redesenhou totalmente sua biblioteca de *kits* de ferramentas de projeto, focalizando na eficiência de potência em lugar do alto desempenho.

Os novos kits de ferramentas possuem uma extensa lista de componentes analó-

gicos para habilitar periféricos como conversores analógico-digitais (ADCs) de alta precisão e um controle interno de potência para reduzir drasticamente o consumo. Por exemplo, o portfólio do módulo “Wolverine” inclui um ADC de 12 bits de alta precisão que pode amostrar 200.000 vezes por segundo, consumindo apenas 75 μ A. De forma semelhante, o módulo RTC (real-time-clock) dotado de calendário e alarme pode rodar com apenas 100 nA.

O processo de 130 nm de baixíssima fuga, combinado com a grande integração de sinais mixados, propicia para o sistema o menor consumo total de potência verificado atualmente na indústria.

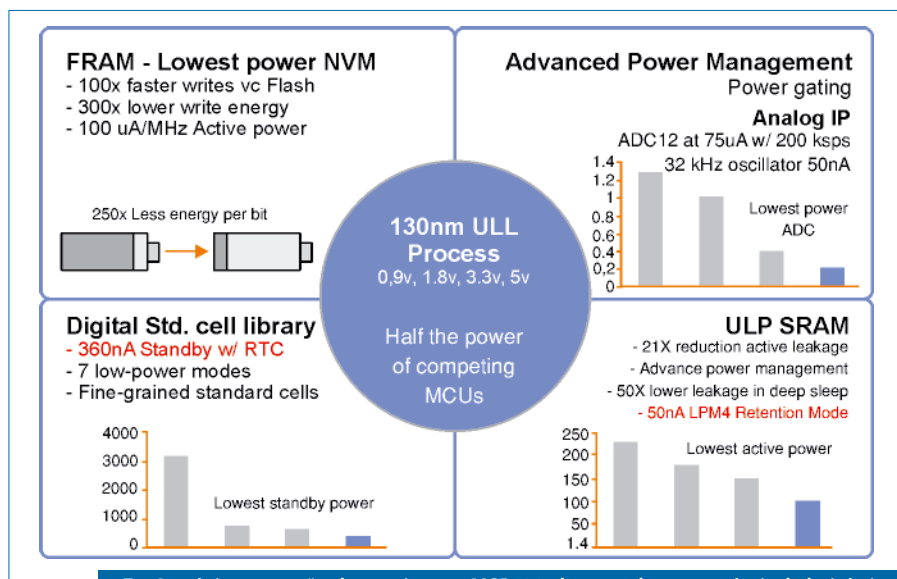
Controle avançado de potência

O uso de uma tecnologia avançada de controle de potência é essencial para minimizar o consumo do MCU quando ele trabalha sob várias cargas de operação.

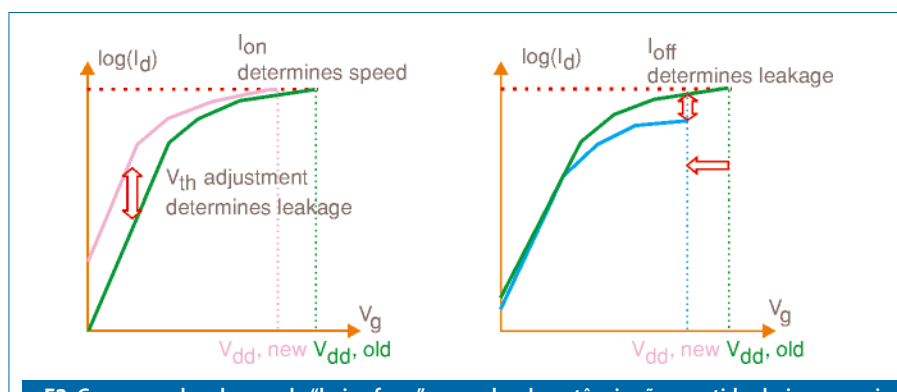
A arquitetura “Wolverine” oferece uma versão melhorada do módulo de controle de potência do MCU MSP430. Além de suportar sete modos de operação, o novo módulo é capaz de um avançado *power gating* (chaveamento de potência) e utiliza um regulador ajustável de alta sensibilidade.

O consumo total de potência de um sistema é minimizado quando o tempo em que ele fica em standby é maximizado. Entretanto, existe um custo de potência cada vez que o sistema chaveia entre os modos standby e ativo. Especificamente, leva um tempo para que a tensão fornecida aos circuitos alcance o nível esperado, bem como para reinicializar o subsistema ou periféricos para torná-los operacionais novamente. Durante esse tempo, os circuitos consomem uma maior quantidade de potência sem realizar nenhum trabalho útil. Veja a **figura 3**.

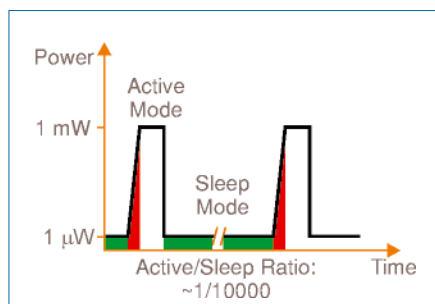
A “Wolverine” aplica uma abordagem diferente para reduzir as perdas do sistema “ao despertar”. Tradicionalmente, o módulo inteiro (ou algum periférico) é desligado quando não está em uso. A nova plataforma melhora o rendimento de potência pela manutenção do módulo ou periférico ativo em um “modo de retenção”, usando um controlador de *power gating*. Nesse modo, os módulos ativos (ou aqueles que precisam de um *clock*) são mantidos totalmente alimentados. Já os módulos inativos (ou sem



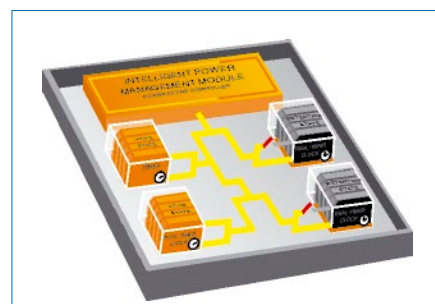
F1. A próxima geração da arquitetura MSP430 alcançando novos níveis de baixíssima potência através do corte no consumo dos microcontroladores em mais de 50%.



F2. Com uma abordagem de “baixa fuga” as perdas de potência são mantidas baixas e, assim, aproveitam-se as vantagens da “potência ativa” obtidas pela escalada da tecnologia.



F3. Gráfico ilustrando a energia desperdiçada quando um sistema comum é ligado.



F4. Simple ideia visual da avançada capacidade de “power-gating” em ação.

uso no momento) são alimentados apenas nos níveis de retenção, o que lhes permite despertarem mais rapidamente do que em outras arquiteturas.

O *power gating* pode resultar em significativa economia de potência sem sacrifício do desempenho. Ele é transparente para os desenvolvedores, permitindo-lhes usufruírem da vantagem da maior eficiência de potência sem a necessidade de controlarem

manualmente cada módulo ou periférico. Observe a **figura 4**.

Outra importante capacidade exigida de um MCU de baixíssima potência é a habilidade de responder rapidamente às mudanças de carga da aplicação. Uma substancial economia de potência pode ser conseguida com uma tecnologia que reduza a potência da CPU principal, quando seu desempenho total não for exigido. Entre-

tanto, melhor que requerer dos desenvolvedores o ajuste manual dessa potência, o módulo inteligente da “Wolverine” adapta automaticamente as mudanças de carga da aplicação, a exemplo do caso de conexão de um módulo de alta frequência (acompanhe na figura 5).

Especificamente, o regulador LDO ajustável (*low dropout regulator*) que alimenta o

núcleo digital do MCU, responde às exigências de mudança de potência pelo aumento de sua carga conforme seja necessário, de modo a maximizar o rendimento de potência. (atente para a figura 6).

Com efeito, a “Wolverine” detecta automaticamente as necessidades de corrente da aplicação e fornece o “clock” e a potência devida, conforme seja requerido.

FRAM – Memória Ferroelétrica de Acesso Randômico

Os microcontroladores, em geral, possuem no mínimo dois tipos de memórias: Flash para armazenar o código e SRAM para os dados.

Tendo em vista que a memória Flash não é utilizada no armazenamento de dados devido a algumas limitações como, por exemplo, lentidão para escrita, alto consumo e baixa durabilidade, a TI integrou um bit de memória não volátil – FRAM – dentro da arquitetura da “Wolverine”.

A FRAM é semelhante à DRAM, exceto que os seus dados são armazenados em um *crystal state*, e não por um processo de carga. Consequentemente, ela tem acesso a leitura/escrita e ciclos rápidos como uma memória dinâmica. Ela é, também, uma memória de acesso randômico, onde cada bit pode ser lido ou escrito individualmente.

A memória FRAM é muito mais eficiente do que a Flash (veja a tabela 1).

Para a escrita, o Flash requer de 10 a 15 V e um bombeamento de carga que adiciona mais alguns milissegundos ao tempo de carga. É uma operação de múltiplos estágios, durante a qual as interrupções devem ser desabilitadas.

Por outro lado, a FRAM requer apenas 1,5 V para a escrita. Combinado com tempos de escrita 100x menores que os da Flash, a sua energia de escrita ativa é até 250 vezes menor. A confiabilidade do sistema também é mantida sem acrescentar complexidade à programação, porque as interrupções podem ficar ativas durante as suas operações.

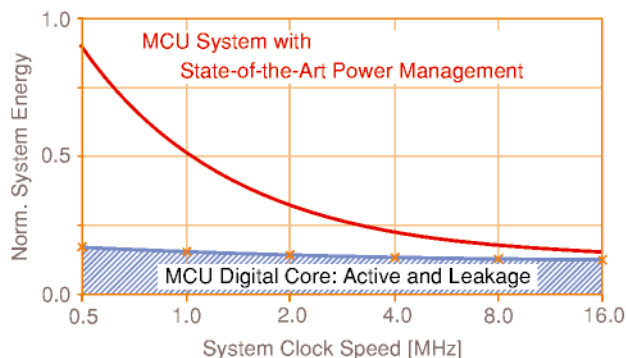
A memória FRAM (com sua rápida velocidade de escrita e eficiência de potência) pode acessar 900x mais dados do que a memória Flash, se for utilizado um capacitor comparável. Isso auxilia os projetistas na criação de sistemas mais simples, com o uso de capacitores menores e mais econômicos.

O emprego da FRAM, entretanto, interfere na forma como os sistemas são projetados. A Flash tem uma duração limitada, da ordem de 100k escritas, após o que sua confiabilidade começa a degradar-se. Consequentemente, muitas vezes, os parâmetros do sistema são salvos na Flash somente quando o sistema é desligado.

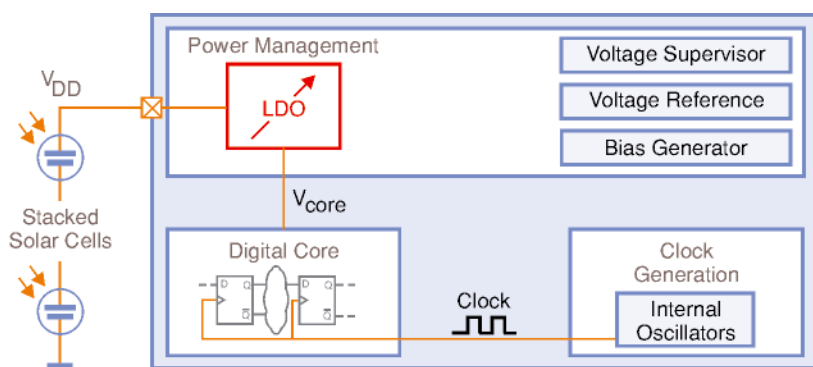
A duração efetivamente ilimitada da FRAM, da ordem de 10^{15} ciclos de escrita, permite aos projetistas repensarem em

Operating speed is scaled depending on:

- Application requirements
- Maximum power available



F5. O módulo de controle de potência inteligente da “Wolverine” adapta automaticamente as mudanças de carga da aplicação numa escalada transparente.



F6. A “Wolverine” detecta automaticamente as necessidades de corrente da aplicação e, então, ajusta dinamicamente o regulador LDO para casar a potência e as exigências de clocking.

	FRAM	SRAM	EEPROM	Flash
Non-volatile				
Retains data without power	Yes	No	Yes	Yes
Write speeds (13 KB)	10ms	<10ms	2 sec ¹	1 sec
Average active power (µA/MHz)	100	<60	50mA+1,2	260
Write Endurance	100 trillion+	Unlimited	100.000	10.000
Dynamic				
Bit-wise programmable	Yes	Yes	No	No
Unified memory	Yes	No	No	No
Flexible code and data partitioning	Yes	No	No	No

Data for FRAM, SRAM and Flash are representative of embedded memory performance within device.

1 - Standalone EEPROM Write; 2 - Total power consumption

T1. Comparação entre diversas tecnologias de memória não volátil.

como armazenar melhor os parâmetros do sistema.

O “despertar” do sistema também é melhorado. Uma vez que nenhuma potência é necessária para armazenar e restaurar os dados entre sessões de “sono”, as aplicações podem funcionar com menores configurações de circuitos de alimentação reduzindo a complexidade e o custo dos sistemas.

Outra capacidade importante da FRAM refere-se à sua habilidade para funcionar tanto como memória de programa quanto como memória de dados, já que caracteriza-se por um rápido acesso de escrita e uma durabilidade efetivamente ilimitada.

A série MSP430FR58xx, a primeira com dispositivos baseados na “Wolverine”, disporá de 64 kB de memória e oferecerá aos projetistas total flexibilidade para eles alocarem suas memórias entre código de programa e dados. Além disso, a TI integrou uma unidade de proteção de memória (MPU) para evitar operações de dados de um código de sobre-escrita acidental, bem como de segmentos de código interrompido para proteção de memória adicional.

Os dispositivos baseados na “Wolverine” também possuem um bloco de SRAM. Essa memória está disponível para aplicações que requerem, verdadeiramente, a duração ilimitada da SRAM em certas operações.

Eficiência real de processamento

O corte do consumo de potência pela metade nas aplicações *ultra-low-power* é muito mais interessante, nos dias de hoje, do que dobrar a velocidade do processador. Ao aumentarem a rapidez do sistema para atingir os estados de “sono” e “despertar”, os desenvolvedores podem prover mais processamento dentro de um mesmo perfil de potência durante o mesmo tempo e, assim, obterem um aumento real na velocidade de processamento. Isso dá a eles um maior controle sobre o gerenciamento de potência em seus projetos.

Os dispositivos “Wolverine” serão consistentes com o software e as ferramentas existentes para o MCU MSP430, permitindo aos projetistas alavancarem o extenso ecossistema desse microcontrolador. O hardware

construído no Si e a cadeia de ferramentas disponível irão capacitar esses profissionais a descobrirem o uso da energia em tempo real para perfis de potência exata, o que eliminará dúvidas quando forem estimar o consumo de potência de um sistema bem como seu tempo de vida real. A TI fornecerá, inclusive, ferramentas de otimização desenvolvidas para análise de código de modo a garantir a eficiência de potência.

Conclusão

A nova plataforma de MCUs “Wolverine”, da Texas Instruments, altera verdadeiramente o cenário das baixíssimas potências (*ultra-low-power*) devido ao corte de 50% no consumo total dos seus microcontroladores. Essa eficiência de potência, combinada com os avanços obtidos pela tecnologia *harvesting* de baixas potências, desloca a indústria mais um passo rumo a um mundo livre de baterias. Os primeiros dispositivos baseados nesta plataforma estarão na série MSP430FR58xx com disponibilidade programada para junho de 2012. Mais informações em www.ti.com/wolverine. **E**







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

www.tato.ind.br



PATOLA



PB 600/2



PB 900



PB 150



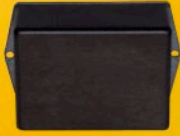
DIN 48x48x90



COLETOR R-17



PB 064



PB 107



PB 117

* FOTOS SEM ESCALA

Para outros modelos visite nosso site

Fone: (11) 2193-7500
www.patola.com.br
vendas@patola.com.br



Os Microcontroladores Kinetis, da Freescale

Parte 2

Nesta segunda parte, teremos como objetivo aperfeiçoar o código desenvolvido anteriormente substituindo a rotina de tempo por uma interrupção, adquirindo conhecimento do sistema de interrupções do Kinetis, assim como a configuração do timer.

Edriano Carlos de Araújo
Diretor de projetos da Netcom
Projetos e Treinamentos

Seguindo a tendência de mercado e o avanço natural da tecnologia, o núcleo ARM Cortex-M4 possui um controlador de interrupções avançado e de baixa latência, que o torna ideal para aplicações embarcadas altamente dependentes no tempo.

Desta forma, o entendimento das interrupções neste núcleo é primordial a um bom desenvolvimento.

O Cortex-M4 possui um controlador de interrupções chamado NVIC Nested Vectored Interrupt Controller, capaz de manipular entre 1 e 240 vetores de interrupção cada qual com 255 níveis de prioridade pré-programadas, sendo o nível zero o de maior prioridade.

Destes 240 vetores, 15 são de uso do núcleo e os seguintes denominados “NON CORE” dependem dos periféricos implementados pelo fabricante.

O controlador de Interrupções NVIC

Principais características:

- Interrupções determinísticas;
- Repriorização dinâmica das interrupções;
- 1 interrupção externa não mascarada;
- Até 240 vetores de interrupção;
- Até 255 níveis de prioridade, sendo o nível zero o de maior prioridade.

Registradores

NVIC_ISER0 → NVIC_ISER7

Habilita interrupção e mostra quais interrupções estão habilitadas.

Veja a definição de seus bits na **figura 1**.

Se no momento em que a interrupção for habilitada o seu status estiver como pendente, a interrupção será habilitada de acordo com sua prioridade.

NVIC_ICER0 → NVIC_ICER7

Desabilita interrupção e mostra quais interrupções estão desabilitadas.

Veja a definição de seus bits na **figura 2**.

NVIC_ISPR0 → NVIC_ISPR7

Muda o estado de uma interrupção para pendente.

Veja a definição de seus bits na **figura 3**.

NVIC_ICPR0 → NVIC_ICPR7

Muda o estado de uma interrupção para não pendente.

Veja a definição de seus bits na **figura 4**.

NVIC_IABR0 - NVIC_IABR7

Indica quais interrupções estão ativas.

Veja a definição de seus bits na **figura 5**.

NVIC_IPR0 - NVIC_IPR59

Estes registradores provêm um campo

de 8 bits para cada interrupção, proporcionando ajustar o seu nível de prioridade de 0 a 254 totalizando 255 níveis para cada uma delas. Veja as definições dos bits na **figura 6**.

System Control Block

Este é um bloco muito importante do Cortex-M4, pois o mesmo proporciona informações para a implementação do sistema assim como seu controle, sendo que o registrador VTOR é o mais importante para o nosso desenvolvimento uma vez que contém “Vector Table Offset Register” *offset* da tabela de vetores.

É neste registrador que alocaremos o início da nossa tabela de vetores com informações sobre o endereço das interrupções, e o mais importante o RESET (**box 1**).

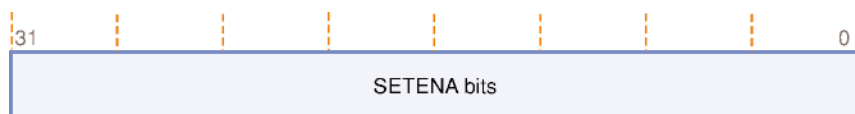
Segundo desafio

Utilizando o projeto criado na primeira parte, substituir a rotina de tempo por uma interrupção de hardware e para que o objetivo seja alcançado, o entendimento do controlador NVIC e da configuração da interrupção no Kinetis será de suma importância.

Primeiro passo

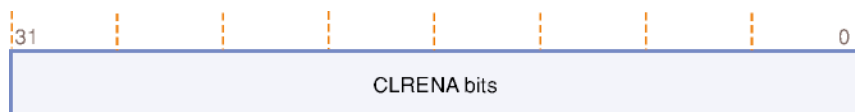
Configurar o *timer* de tal maneira que uma interrupção seja gerada periodicamente.

	Bits	Nome	Função
Escrita	31..0	SETENA	0 - Sem efeito 1 - Habilita interrupção
Leitura	31..0	SETENA	0 - Interrupção desabilitada 1 - Interrupção habilitada



F1. A definição dos SETENA bits nos registradores NVIC_ISER0 – R7.

	Bits	Nome	Função
Escrita	31..0	CLRENA	0 - Sem efeito 1 - Desabilita interrupção
Leitura	31..0	CLRENA	0 - Interrupção desabilitada 1 - Interrupção habilitada



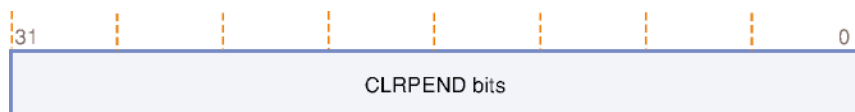
F2. A definição dos CLRENA bits nos registradores NVIC_ICER0 – R7.

	Bits	Nome	Função
Escrita	31..0	SETPEND	0 - Sem efeito 1 - Muda status para pendente
Leitura	31..0	SETPEND	0 - Interrupção não está pendente. 1 Interrupção pendente



F3. A definição dos SETPEND bits nos registradores NVIC_ISPR0 – R7.

	Bits	Nome	Função
Escrita	31..0	CLRPEND	0 - Sem efeito. 1 - Muda status não pendente
Leitura	31..0	CLRPEND	0 - Interrupção não está pendente. 1 - Interrupção pendente



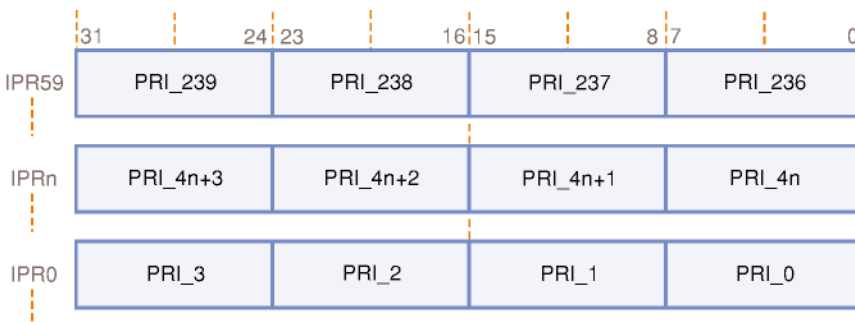
F4. A definição dos CLRPEND bits nos registradores NVIC_ICPR0 – R7.

	Bits	Nome	Função
Leitura	31..0	ACTIVE	0 - Interrupção não está ativa. 1 - Interrupção está ativa ou pendente



F5. A definição dos ACTIVE bits nos registradores NVIC_IABR0 – R7.

	Bits	Nome	Função
Escrita	31..24 23..16 15..8 7..0	PRI_XX	Cada campo representa um registrador de 8 bits, no qual se pode definir o nível de prioridade de cada interrupção



F6. A definição e as descrições dos bits PRI_XX nos registradores NVIC_IPR0 – R59.


```
typedef struct {
    uint32_t * __ptr;
    tLsrFunc __fun[119];
} tVectorTable;

extern uint32_t __vector_table[];

#pragma overload void __init_hardware();
void __init_hardware()
{
    SCB_VTOR = (uint32_t)__vector_table; /* Set the interrupt vector table position */
    /*
     * Disable the Watchdog because it may reset the core before entering main (). There are 2
     * unlock words which shall be provided in sequence before accessing the control register.
     */
    /* (volatile unsigned short *) KINETIS_WDOG_UNLOCK_ADDR = KINETIS_WDOG_UNLOCK_SEQ_1;
     * (volatile unsigned short *) KINETIS_WDOG_UNLOCK_ADDR = KINETIS_WDOG_UNLOCK_SEQ_2;
     * (volatile unsigned short *) KINETIS_WDOG_STCTRLH_ADDR = KINETIS_WDOG_DISABLED_CTRL;
     */
}
```

```
//*****
// Função de inicialização do PIT (timer)
// RESPONSÁVEL POR GERAR UMA BASE DE
TEMPO DE 10ms PARA O SISTEMA
//*****

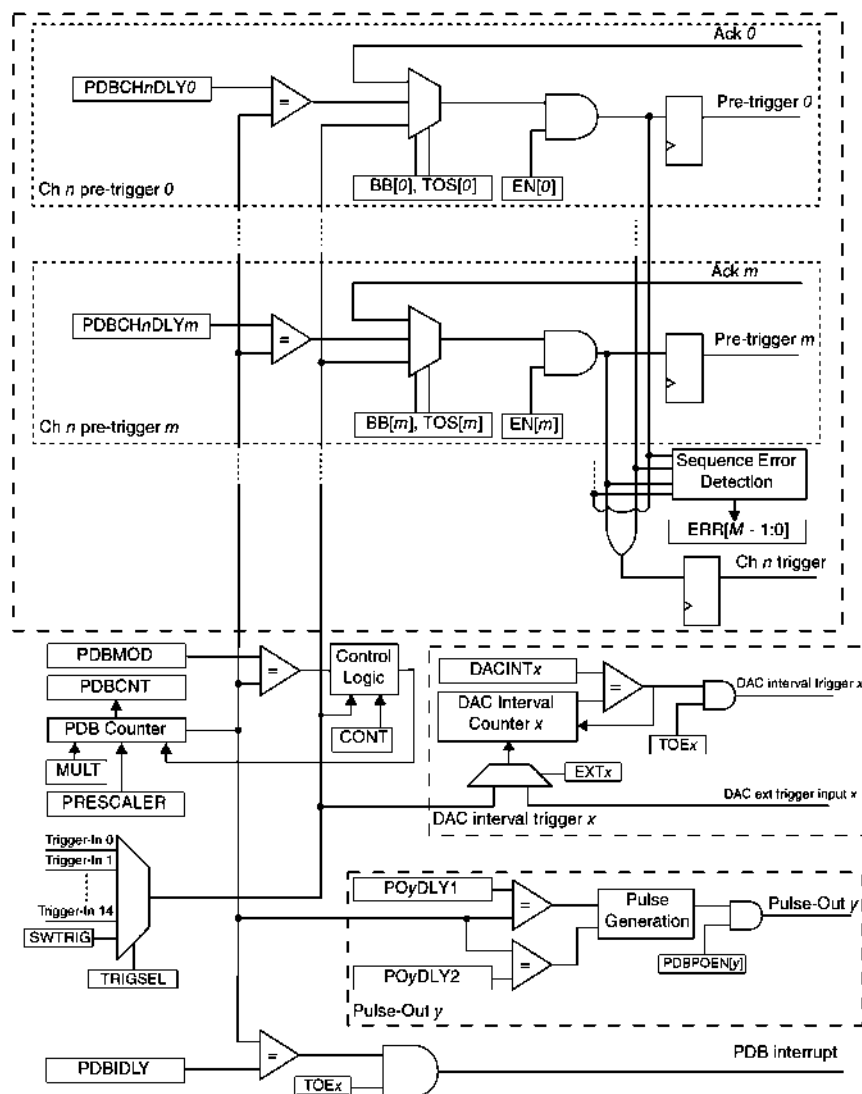
void Inicializa_PIT (void)
{
    // Habilita o clock para o periférico
    SIM_SCGC6 |= SIM_SCGC6_PIT_MASK;

    // Configura o timer 0 para gerar uma
    int a cada 10ms
    PIT_LDVAL0 = 0x000752FF;
    PIT_TCTRL0 |= PIT_TCTRL_TIE_MASK;
    PIT_TCTRL0 |= PIT_TCTRL_TEN_MASK;

    // Limpa a flag de interrupção
    PIT_TFLG0 |= PIT_TFLG_TIF_MASK;

    // Habilita o módulo PIT
    PIT_MCR = 0x00;

    // Habilita a interrupção do PIT 0
    SetPrioridadeIrq(INT_PIT0, 0);
    HabilitaInterrupção(INT_PIT0);
}
```



F7. Diagrama de Blocos do PDB.

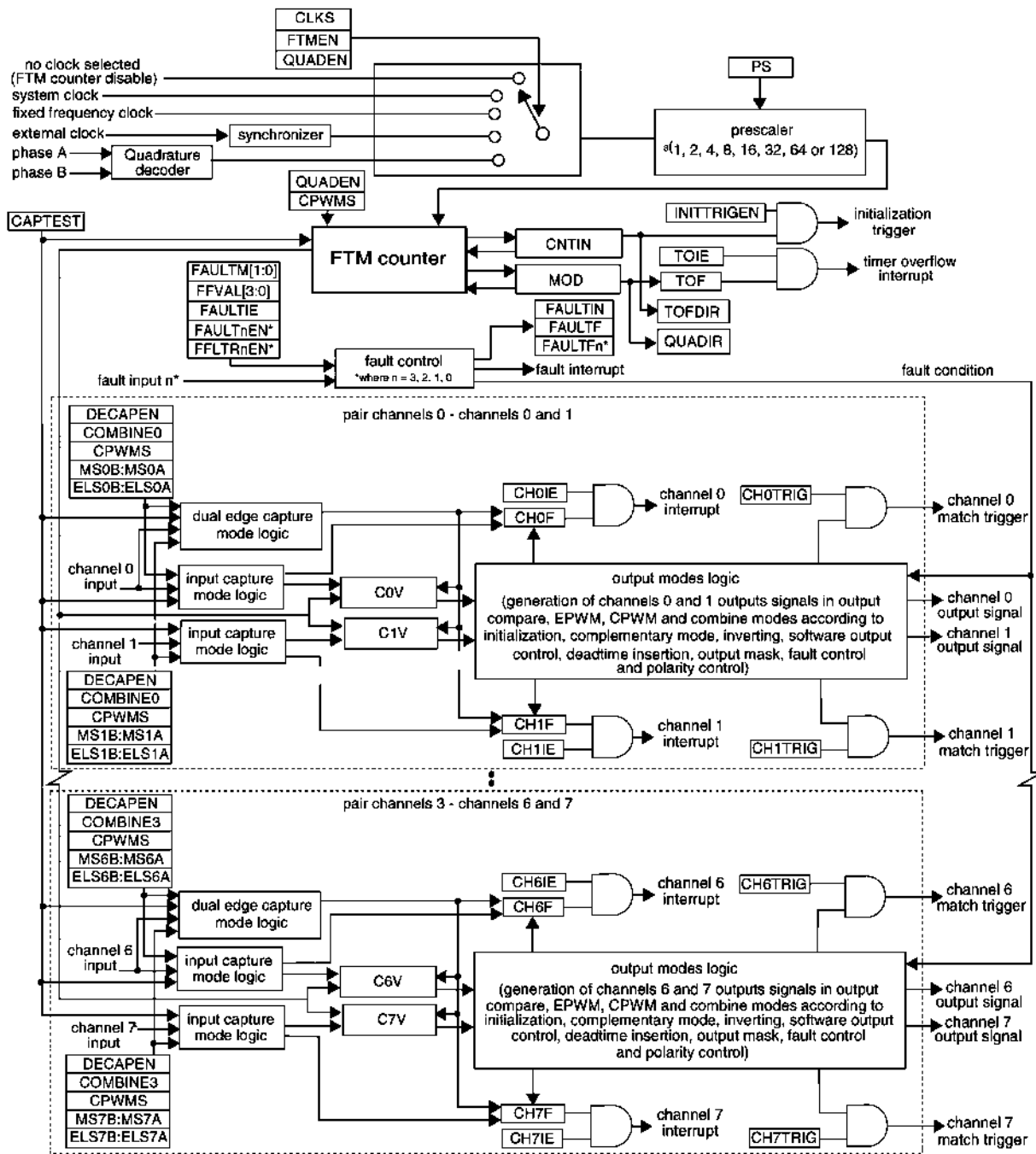
O sistema de *timer* do Kinetis

O Kinetis possui em seu sistema um *set* de periféricos bem completo, proporcionando ao programador uma flexibilidade muito grande em seu desenvolvimento. São eles:

- **Programmable Delay Block (PDB)** - Proporciona *delays* controlados de uma base de tempo interna, externa, ou mesmo interna para periféricos internos como o DAC ou ADC (figura 7).
- **FlexTimer (FTM)** - *Flex timer* é um periférico muito versátil que implementa dois timers com oito canais cada um, capazes de implementar *input capture*, *output compare* e geração de pwm (figura 8).
- **Periodic Interrupt Timer (PIT)** - Este periférico é composto por uma matriz de timers simples, utilizados para gerar interrupções periódicas, ou até mesmo para disparar acessos DMA. Por sua facilidade de uso, este será nossa escolha (figura 9).

Configurando o *timer* escolhido

A primeira rotina a ser desenvolvida será a de configuração do timer, deixando



F8. Diagrama de Blocos do FTM.

pronto para que uma interrupção seja gerada a cada intervalo de tempo.

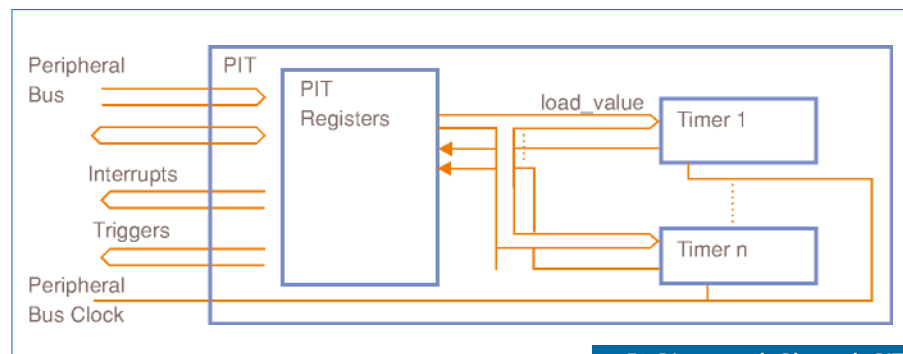
Veja no **box 2** a primeira rotina.

Inicializar o clock do periférico

Caso o clock do periférico não seja habilitado, uma interrupção por *hardfault* será gerada inutilizando o código gerado.

Veja a **figura 10**.

// Habilita o clock para o periférico
SIM_SCGC6 |= SIM_SCGC6_PIT_MASK;



F9. Diagrama de Blocos do PIT.

BOX3: As duas rotinas que configuram o registrador INT_PIT0

```
//*****
// Função que configura a prioridade de
// uma interrupção
//*****
```

```
void SetPrioridadeIrq(Uint8 NumInt, Uint8
Prioridade)
{
```

```
    Uint8 *PrioReg = 0
    // Ajusta o número da interrupção
    if (NumInt)
        NumInt -= 16;
    // Verifica se o número da interrupção
    e prioridade estão corretos
    if ((NumInt <= 91) && (Prioridade <= 15))
    {
        // Configura a prioridade
        PrioReg = (Uint8 *) (((Uint32) &NVIC
        IP0) + NumInt);
        *PrioReg = ((Prioridade & 0xF) <<
        (8 - ARM_INTERRUPT_LEVEL_BITS));
    }
}
```

```
//*****
// Função que desabilita uma interrupção
//*****
```

```
void DesabilitaInterrupção(Uint8 NumInt)
```

```
{
    // Ajusta o número da interrupção
    if (NumInt)
        NumInt -= 16;
    // Verifica se o número está correto
    if (NumInt <= 91)
    {
        // Calcula quais são os registradores
        VarTemp = NumInt / 32;
        switch(VarTemp)
        {
            case 0: NVICICER0 |= 1 << (Nu
            mInt % 32); break;
            case 1: NVICICER1 |= 1 << (Nu
            mInt % 32); break;
            case 2: NVICICER2 |= 1 << (Nu
            mInt % 32); break;
        }
    }
}
```

Configurar o intervalo de tempo da interrupção

```
PIT_LDVAL0 = 0x000752FF;
```

Observe a **figura 11**.

O valor carregado neste registrador será carregado e decrementado até zero, onde uma interrupção será gerada.

Caso um novo valor seja carregado neste módulo, este só terá validade quando o seu valor chegar a zero, sendo assim recarregado.

Para que um novo valor seja carregado imediatamente, o timer deverá ser parado e, em seguida, reinicializado.

Habilitar o timer e a interrupção

```
PIT_TCTRL0 |= PIT_TCTRL_TIE_MASK;
```

```
PIT_TCTRL0 |= PIT_TCTRL_TEN_MASK;
```

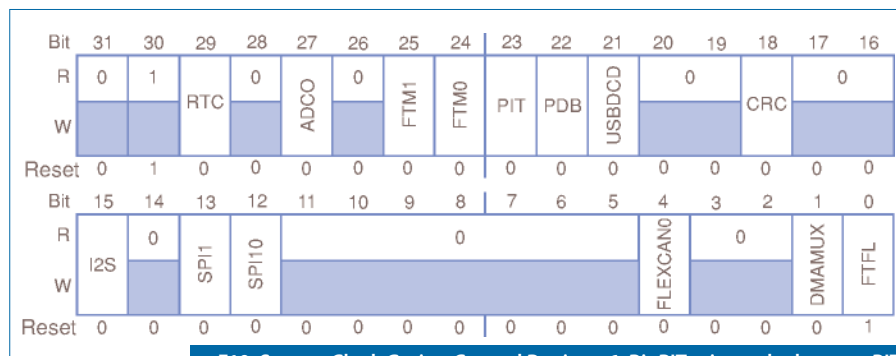
A **figura 12** mostra a definição dos bits TEN e TIE.

Obs.: É muito importante notar que além de se habilitar a interrupção no controlador de interrupções NVIC, a habilitação no próprio periférico se faz necessária.

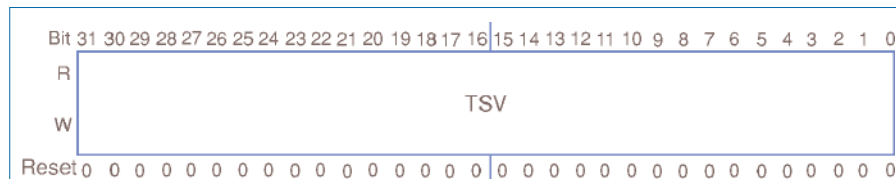
Limpar flag de interrupção e habilitar o timer

Veja a **figura 13**.

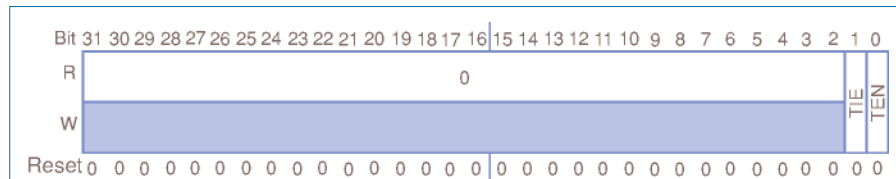
```
// Limpa a flag de interrupção
```



F10. System Clock Gating Control Register 6. Bit PIT ativa o clock para o PIT.

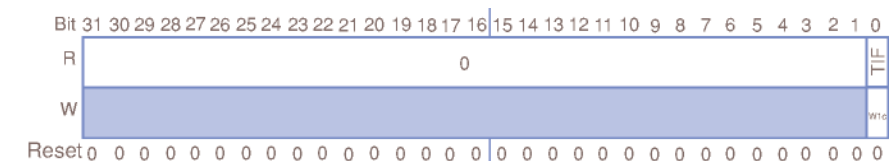


F11. PIT_LDVALn field descriptions.



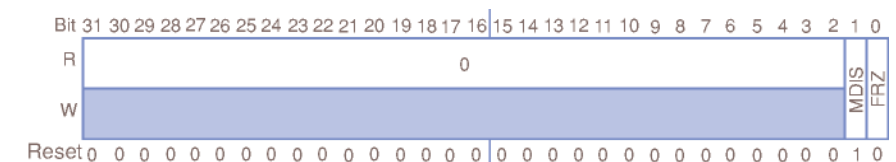
F12. A definição dos bits TEN e TIE.

	Bits	Nome	Função
Escrita	0	TEN	0 - Desabilita timer 1 - Habilita timer
Leitura	1	TIE	0 - Desabilita interrupção 1 - Habilita interrupção



F13. Os bits TIF.

	Bits	Nome	Função
Escrita	0	FRZ	0 - Timer continua no modo debug 1 - Timer desligado no modo debug
Leitura	1	MDIS	0 - Liga o clock para o pit 1 - Desliga o clock para o pit.



F14. A definição dos bits FRZ e MDIS.


```
PIT_TFLG0 |= PIT_TFLG_TIF_MASK;
```

A figura 14 mostra a definição dos bits FRZ e MDIS.

```
// Habilita o módulo PIT
PIT_MCR = 0x00;
```

Habilitar a interrupção no núcleo

Para isto, duas rotinas foram desenvolvidas (box 3), as quais setam os registradores previamente descritos:

```
SetPrioridadeIrq(INT_PIT0, 0);
HabilitaInterrupcao(INT_PIT0);
```

Escrever a rotina de interrupção

A rotina de interrupção é escrita como uma sub-rotina normal, o que facilita em muito o seu desenvolvimento (Box 4).

Como último passo, preencher a tabela de vetores.

Devemos colocar o endereço da rotina de interrupção escrita na tabela de vetores, e o nosso programa estará completo (box 5).

Conclusão

A diferença básica entre se programar um microcontrolador específico como, por exemplo, um HCS08 da Freescale e um micro com núcleo ARM, está no fato de que não é possível se encontrar toda a informação necessária em um único local.

Sempre deve-se atentar para a documentação do núcleo ARM contida em www.arm.com e a documentação do fabricante do micro www.freescale.com.

Após a familiarização, migrar de um fabricante para outro se torna fácil bastando apenas o entendimento dos periféricos e de alguns pontos-chave.

BOX4: A rotina de interrupção

```
//*****
// Interrupção de tempo
//*****

void PIT0_Int(void)
{
    // Limpa a flag de interrupção
    PIT_TFLG0 |= PIT_TFLG_TIF_MASK;
    // Força a leitura do registrador
    (void) PIT_TCTRL0;
    ++timer
    if (timer > 100) // A cada um segundo
        o LED mudará de estado
    {
        GPIOA_PTOR |= GPIO_PTOR_
        PTTO(GPIO_PIN(12));
        timer = 0;
    }
}
```

BOX5: O endereço da rotina de interrupção escrita na tabela de vetores

```
#pragma define_section vectortable ".vectortable" ".vectortable" far_abs R startic
__declspec(vectortable) tVectorTable __vect_table = { /* Interrupt vector table */
    __SP_INIT, /* 0 (0x00000000) (prior: -) */
    {
        (tIsrFunc)_thumb_startup, /* 1 (0x00000004) (prior: -) */
        (tIsrFunc)isrINT_NMI, /* 2 (0x00000008) (prior: -2) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 3 (0x0000000C) (prior: -1) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 4 (0x00000010) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 5 (0x00000014) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 6 (0x00000018) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 7 (0x0000001C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 8 (0x00000020) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 9 (0x00000024) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 10 (0x00000028) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 11 (0x0000002C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 12 (0x00000030) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 13 (0x00000034) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 14 (0x00000038) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 15 (0x0000003C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 16 (0x00000040) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 17 (0x00000044) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 18 (0x00000048) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 19 (0x0000004C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 20 (0x00000050) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 21 (0x00000054) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 22 (0x00000058) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 23 (0x0000005C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 24 (0x00000060) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 25 (0x00000064) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 26 (0x00000068) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 27 (0x0000006C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 28 (0x00000070) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 29 (0x00000074) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 30 (0x00000078) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 31 (0x0000007C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 32 (0x00000080) (prior: -) */
        .
        .
        .
        (tIsrFunc)PIT0_Int, /* 84 (0x00000150) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 85 (0x00000154) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 86 (0x00000158) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 87 (0x0000015C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 88 (0x00000160) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 89 (0x00000164) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 90 (0x00000168) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 91 (0x0000016C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 92 (0x00000170) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 93 (0x00000174) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 94 (0x00000178) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 95 (0x0000017C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 96 (0x00000180) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 97 (0x00000184) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 98 (0x00000188) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 99 (0x0000018C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 100 (0x00000190) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 101 (0x00000194) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 102 (0x00000198) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 103 (0x0000019C) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 104 (0x000001A0) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 105 (0x000001A4) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 106 (0x000001A8) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 107 (0x000001AC) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 108 (0x000001B0) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 109 (0x000001B4) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 110 (0x000001B8) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 111 (0x000001BC) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 112 (0x000001C0) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 113 (0x000001C4) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 114 (0x000001C8) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 115 (0x000001CC) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 116 (0x000001D0) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 117 (0x000001D4) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 118 (0x000001D8) (prior: -) */
        (tIsrFunc)UNASSIGNED_ISR, /* 119 (0x000001DC) (prior: -) */
    }
}
```

Comparativo entre os Motores Elétricos CA e CC

Vantagens e Desvantagens dessas duas tecnologias

Esta artigo tem o objetivo de ilustrar tecnicamente as diferentes tecnologias empregadas nos motores, hoje disponíveis no mercado nacional, demonstrando seus prós e contras através de um comparativo de suas características técnicas, físicas e comerciais.

Augusto Ottoboni

Motores Assíncronos Trifásicos

Desde sua invenção, em 1887, pelo Engº Michael Von Dobrovolsky, os motores assíncronos trifásicos vêm sofrendo uma longa história de desenvolvimento, com objetivo de se conseguir potências e conjugados que atendessem às mais diversas condições de carga (**figura 1**).

Este desenvolvimento se deu principalmente por parte da revolução técnica dos projetos, processos e materiais utilizados em sua confecção. É inevitável que parte da energia utilizada na conversão eletromecânica de energia se transforme em calor (efeito Joule), isto devido às perdas inerentes ao seu projeto e funcionamento.

Estas perdas possuem diferentes causas e são funções de diferentes fenômenos que ocorrem em diferentes partes do motor elétrico. Podemos destacar como principais as seguintes causas:

Perdas Joule nos enrolamentos do estator

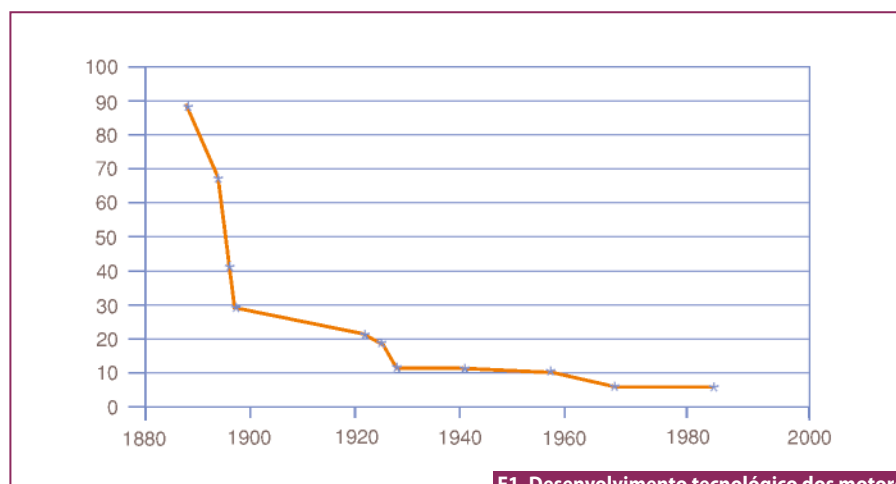
As perdas Joule nos enrolamentos dos motores trifásicos são expressas pela

determinação de $3 \times R \times I^2$ dos enrolamentos do estator. As perdas Joule variam proporcionalmente ao quadrado da potência desenvolvida no motor e são responsáveis, em plena carga, por aproximadamente 35% das perdas totais.

Perdas no Ferro do núcleo magnético

Com aplicação de tensão alternada trifásica, a corrente circulando nos enrolamentos do estator produz o campo magnético variável – campo girante – no núcleo ferromagnético do motor elétrico causando dois tipos de perdas no ferro:

- **Perdas por efeito de correntes de Foucault:** São provenientes das tensões e respectivas correntes induzidas na massa do núcleo.
- **Perdas por efeito de Histerese:** As perdas por efeito de Histerese são provenientes da orientação alternada do campo magnético na estrutura cristalina do núcleo de ferro. Para o motor elétrico trifásico e de indução, a maior quantidade de perdas no ferro ocorre no núcleo



F1. Desenvolvimento tecnológico dos motores elétricos peso /potência (kgf/kW).

do estator. Considerando-se que a tensão e a frequência de alimentação sejam constantes em regime, as perdas no ferro são praticamente constantes e independentes da carga.

Perdas Mecânicas, pelo atrito e ventilação

Parte das perdas mecânicas dos motores de indução são aquelas desenvolvidas pelos atritos nos rolamentos e pelo atrito do movimento do rotor com o ar. A potência requerida pelo ventilador próprio, necessária para a autoventilação do motor é classificada como perda e englobada nas perdas mecânicas. As perdas no ferro e as perdas de atrito e ventilação são perdas que acontecem no motor independentemente da carga, apenas com o funcionamento e rotação. Por essa razão, estas perdas são também denominadas de rotacionais e são fundamentais na determinação do valor de rendimento das condições de carga reduzida e na determinação do consumo de energia para a condição de vazio ou de espera ligada.

Perdas Suplementares

As perdas suplementares são apresentadas em duas parcelas principais:

Perdas Suplementares nos Enrolamentos

As perdas Joule determinadas nos enrolamentos do estator e do rotor pelo cálculo de $3 \times R \times I^2$, são inferiores às perdas que efetivamente se desenvolvem nos enrolamentos do motor em carga. Em operação, os enrolamentos do motor são submetidos a correntes alternadas, e na presença do efeito pelicular, adensamento de corrente na parte externa ao condutor, sucede substancial aumento da resistência ôhmica em corrente alternada. As perdas que efetivamente ocorrem em operação são aquelas desenvolvidas com resistência ôhmica em CA.

-Perdas Suplementares no Ferro

As perdas determinadas no ferro, são maiores que as definidas anteriormente, pois as forças magnetomotriz de reação de armadura modificam as distribuições

de induções próximas do entreferro. As correntes de carga, também, no que diz respeito aos fluxos dispersos que atingem partes estruturais (parafusos, suportes, tirantes, tampas, eixos).

Na região do entreferro, as ranhuras do rotor e estator introduzem campos magnéticos de alta frequência, produzindo perdas adicionais no ferro. Essas perdas também são englobadas como perdas suplementares no ferro. Normalmente, as perdas suplementares são desprezíveis com o motor em operação e sem solicitação de carga.

A partir do conhecimento dessas perdas, foi possível alavancar a evolução dos motores assíncronos trifásicos, ou mais comumente conhecidos como “Motor de Gaiola de Esquilo”.

Dados estatísticos da ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - mostram que 50% da energia elétrica do setor industrial é proveniente do consumo de acionamentos através de motores assíncronos trifásicos, dado este que comprova sua grande aplicabilidade em qualquer situação. Por sua vez, são eles os responsáveis por 23% do consumo total de energia elétrica de todos os segmentos do mercado.

A grande maioria dos motores assíncronos trifásicos opera em condições de superdimensionamento de potência, ou seja, com potência de carga abaixo do valor nominal de potência do motor. Esta situação implica em investimentos desnecessários devido à aquisição de equipamentos maiores do que a real necessidade e, por consequência, em desperdício de energia elétrica.

Desconhecimento do comportamento das cargas, dimensionamento com excessiva margem de segurança, elevado número de partidas necessárias e condições de trabalho com elevada temperatura ambiente são algumas das condições que implicam numa especificação com superdimensionamento de motores assíncronos trifásicos, ou seja, o ponto mais importante na especificação correta de um motor assíncrono trifásico está em seu dimensionamento. Por este motivo, a utilização de uma simples sequência de cálculos é fator fundamental na seleção e dimensionamento dos motores assíncronos trifásicos.

Força resistente à translação:

$$F = m \cdot g \cdot \left[\frac{2}{D} \left(u_L \cdot \frac{d}{2} + f \right) + C \right], \text{ em [N]}$$

Potência:

$$P_x = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \text{ em [kW]}$$

Momento de carga:

$$M_x = \frac{P_x \cdot 9550}{n}, \text{ em [Nm]}$$

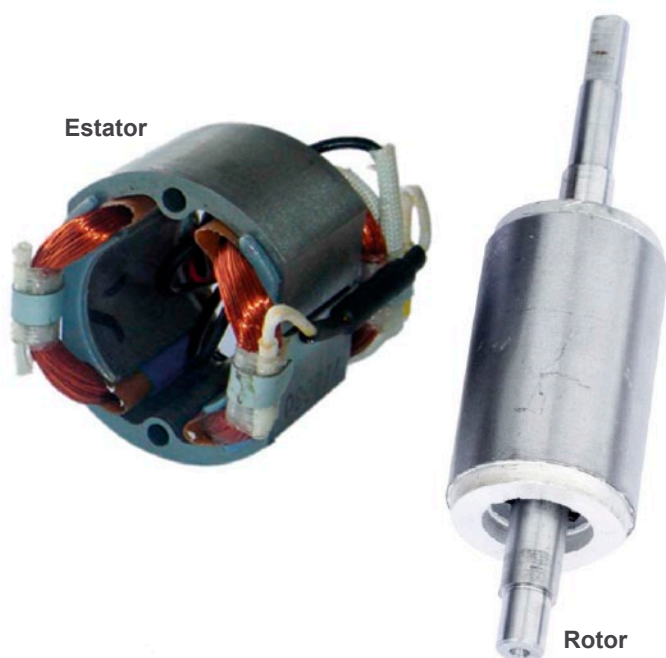
Momento de inércia da carga:

$$J_x = 91,2 \cdot m \left(\frac{v}{n_m} \right)^2, \text{ em [kgm}^2\text{]}$$

De posse destes valores, a escolha do motor certamente atenderá à perfeita necessidade da carga evitando o superdimensionamento do mesmo e, por consequência, de toda sua instalação. Os motores assíncronos trifásicos possuem expectativa de vida útil de 10 anos. Em muitos casos, quando bem especificados, os períodos de manutenção preventiva / preditiva dos motores assíncronos trifásicos são determinados pela vida útil de seus rolamentos. Seu custo de manutenção preventiva é pequeno, pois apresentam certa reserva térmica e períodos maiores de troca ou de relubrificação dos rolamentos. Nas figuras 2, 3, 4 e 5, detalhes do motor assíncrono trifásico.

Motores de Corrente Contínua

Os motores de corrente contínua surgiram com o objetivo de cobrir uma lacuna técnica dos motores assíncronos trifásicos, a variação de velocidade. Até meados dos anos 80, quando se falava de variação de velocidade em motores, a associação aos motores de corrente contínua era imediata, pois até então a tecnologia de variação de velocidade para os motores assíncronos trifásicos estava praticamente iniciando-se com os conversores de frequência Escalares, na época gigantescos armários elétricos caríssimos.



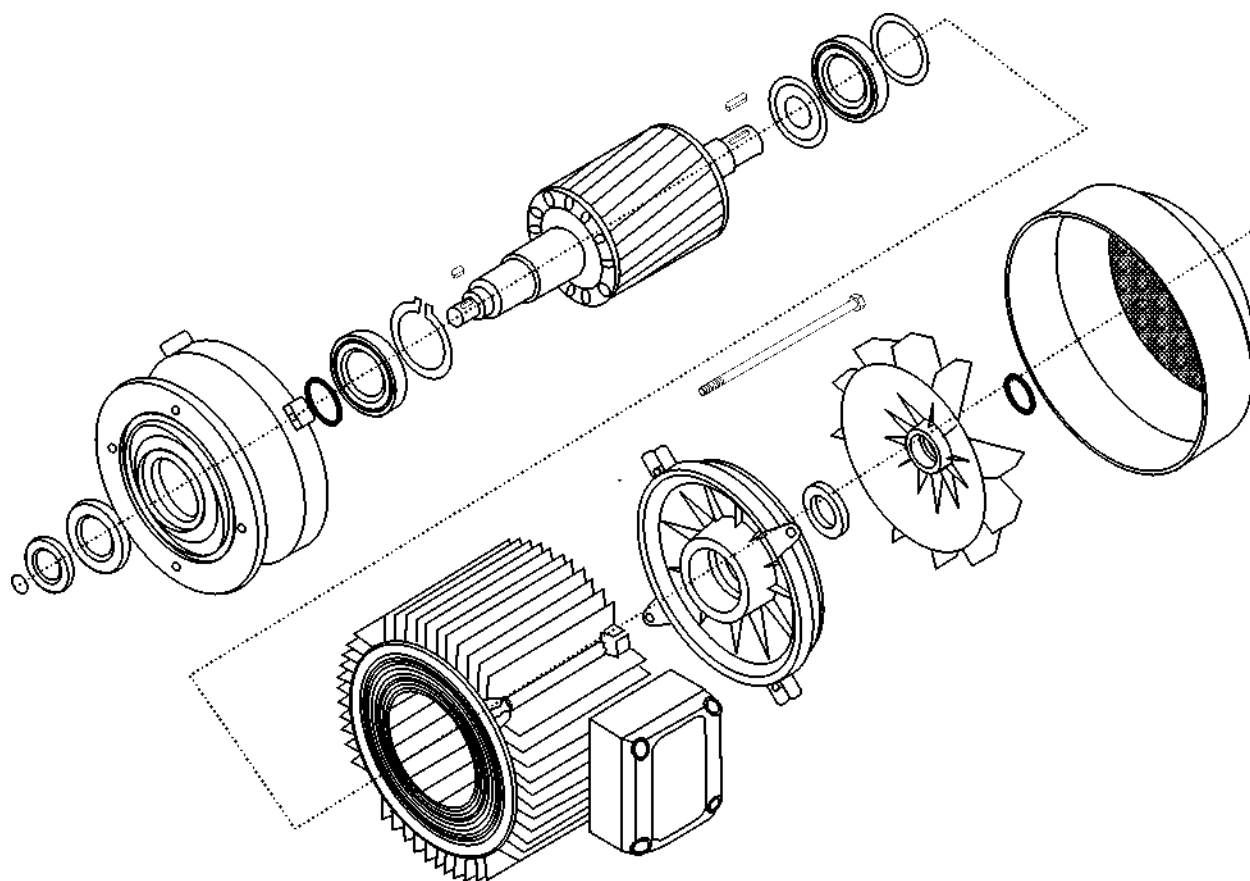
F2. Estator e rotor do motor assíncrono trifásico.

Amplamente empregados, os motores de corrente contínua, popularmente conhecidos apenas como motores CC, foram usados nas aplicações com exigência de Torque e variação de velocidade.

Compostos por Campo, Armadura e Tacogerador, os motores de corrente contínua se apresentavam como motores extremamente robustos, com bom nível de estabilidade de velocidade e excelente torque de saída.

Seu controle de velocidade é realizado através dos conversores CA/CC, que se utilizam de tecnologia Analógica.

Basicamente, amplificadores operacionais executam desde o sincronismo de fases até o controle da sequência de disparo dos tiristores do módulo de potência. A modulação da velocidade se dá pelo enfraquecimento da tensão da bobina de Campo do motor, e sua estabilidade de velocidade é efetuada através da realimentação de tensão fornecida pelo Tacogerador acoplado diretamente à segunda ponta de eixo do motor (figura 6).



F3. Vista explodida do Motor assíncrono trifásico "Gaiola de Esquilo".

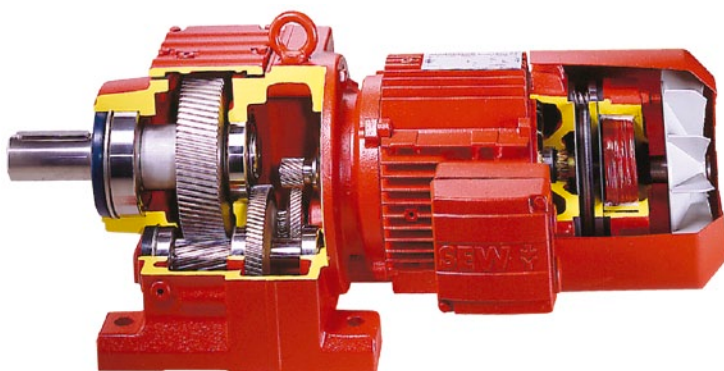
Apesar dos vários fatores positivos, os motores de corrente contínua estão caindo em desuso cada vez mais, pois devido a possuírem um comutador (vulgarmente chamado de coletor) no motor, necessitam de escovas de carvão para efetuar a conexão elétrica CC à Armadura do motor. Estas escovas de carvão sofrem desgaste constante e necessitam de substituição constante e, além disto, os resíduos provenientes do desgaste das escovas de

carvão se acumulam no interior do motor, sendo necessário periodicamente o mesmo ser retirado e passar por manutenção preventiva.

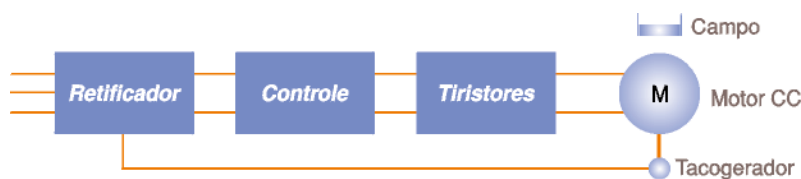
Esta manutenção preventiva nos motores de corrente contínua vai desde uma simples limpeza com substituição de escovas até a necessidade de nova impregnação de verniz isolante no bobinamento de Armadura com substituição de rolamentos.



F4. Motor assíncrono trifásico.



F5. Redutor helicoidal acoplado diretamente ao motor assíncrono trifásico.



F6. Conversor CA/CC + Motor CC.



Redes de Comunicação Automotiva

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

Os motores de corrente contínua são muito sensíveis a vibrações e exigem um alto nível de balanceamento de seus rotores, normalmente este balanceamento é efetuado através de inserção de material.

Também necessitam de ventilação forçada em sua grande maioria devido ao fato de ocorrer a variação de velocidade pelo método de enfraquecimento de campo (este método gera um grande aquecimento no motor).

A ventilação forçada utilizada na refrigeração dos motores de corrente contínua necessita de manutenção constante também, pois normalmente utiliza-se ventiladores tipo Caracol (*Blower*) de grande vazão de ar para atender as necessidades de refrigeração do motor.

Excelentes motores de refrigeração devido à sua grande vazão de ar, estes motores apresentam problemas constantes de balanceamento, provocando vibrações que são transmitidas para o todo o sistema e também para o motor de corrente contínua prejudicando seu funcionamento.

O fato do uso de Tacogerador para a geração de sinais de realimentação (sinais estes de corrente contínua) faz com que seja necessária a utilização dos mesmos procedimentos de manutenção empregados no motor de corrente contínua, ou seja, uma alta necessidade de manutenção.

Tanto o motor de corrente contínua quanto seu tacogerador necessitam de uma mão-de-obra com certo nível de especialização, ou seja, é uma manutenção de alto custo quando comparada aos motores assíncronos trifásicos.

Servomotores Assíncronos Trifásicos

Com características construtivas bem similares aos motores assíncronos trifásicos convencionais (**figura 7**), os servomotores assíncronos diferem daqueles em alguns aspectos construtivos e na sua alta performance, que se assemelha à dinâmica proporcionada pelos servomotores síncronos de ímãs permanentes.

A simplicidade e a robustez dos motores assíncronos trifásicos de “gaiola de esquilo”, a performance e a dinâmica dos

servomotores síncronos e a larga faixa de torque dos motores de corrente contínua, assim, são as características construtivas e técnicas deste motor.

Da mesma forma que nos motores assíncronos convencionais, os servomotores assíncronos também são constituídos fisicamente por estator e rotor, porém como nos servomotores síncronos de ímãs permanentes também necessitam de um sinal de realimentação e ainda mais, devido a sua alta performance possuem obrigatoriamente ventilação forçada com fluxo de ar direcionado ao seu estator, e sensor de temperatura instalado internamente em seu enrolamento.

Os servomotores assíncronos constituem a evolução dos motores assíncronos trifásicos convencionais com rotor de “gaiola de esquilo”.

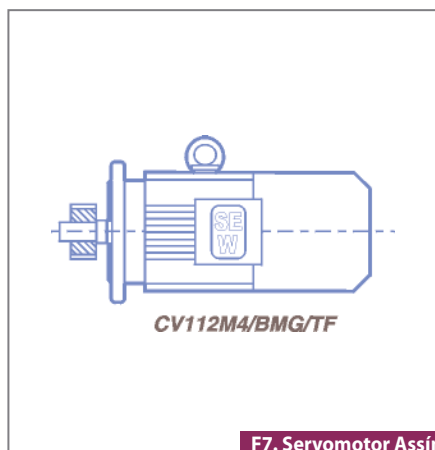
Os servomotores assíncronos possuem o rotor idêntico ao motor assíncrono convencional, ou seja, o pacote de chapas é preenchido com alumínio através de processo de injeção de alumínio formando a chamada “gaiola de esquilo” (**figura 8**).

As semelhanças são enormes entre os dois rotores, o que os diferencia basicamente é que nos servomotores assíncronos os rotores já vêm preparados com uma segunda ponta de eixo, proporcionalmente menor e preparada para receber um transdutor de posição angular chamado de (**figura 9**).

Este transdutor de posição angular “encoder” é peça fundamental no funcionamento do servomotor assíncrono, possibilitando o controle total da rotação do servomotor e fornecendo-lhe as condições necessárias para estabilidade de rotação dinâmica e precisão de posicionamento.

Devido a esta segunda ponta de eixo, a instalação do encoder no servomotor se torna muito simples e rápida (**figura 10**).

O estator do servomotor assíncrono é bobinado como no motor assíncrono convencional, porém, apesar de utilizar alimentação trifásica, não pode ser ligado diretamente à rede, pois utiliza uma bobinagem especialmente confeccionada para proporcionar alta dinâmica ao sistema. Tecnicamente é possível explicar este motivo pela teoria do fluxo eletromagnético do motor. Pela rede trifásica convencional temos o seguinte fluxo (adotando a tensão de rede como 380V):



F7. Servomotor Assíncrono Trifásico.



F8. Uma gaiola de esquilo

$$\Phi_{REDE} = \frac{U_{REDE}}{f_{REDE}} = \frac{380V}{60Hz} = 6,33$$

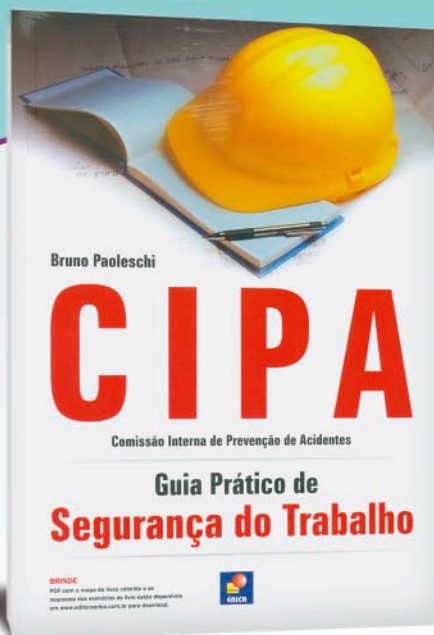
Esta relação de tensão por frequência à qual chamamos de fluxo eletromagnético, é obtida através da tensão e frequência nominais fornecidas pela concessionária de energia elétrica.

Portanto, os projetos de motores assíncronos trifásicos são executados tomando-se como base este fluxo eletromagnético.

Nos servomotores assíncronos trifásicos esta relação de tensão por frequência é bem diferente. Para atender as necessidades de dinâmica e rotação solicitadas pelos servomotores, uma correção no projeto dos motores assíncronos trifásicos se fez necessária, e esta correção foi realizada principalmente na otimização de sua bobinagem. Com essa otimização, uma correção dos dados de bobinagem originais foi automaticamente realizada para atender aos novos padrões de rotação e dinâmica. Porém, esta nova bobinagem exigiu também um novo fluxo eletromagnético que atendesse às novas exigências, e esse novo fluxo não poderia ser fornecido pela rede convencional, este é o motivo de não ser possível a ligação de um servomotor, seja ele assíncrono ou síncrono, diretamente à rede. Seu funcionamento só pode ser efetuado através da utilização de servoconversores que, através da modulação da frequência de saída, fornece o fluxo eletromagnético ideal para atender às maiores exigências de dinâmica. Assim como nos servomotores síncronos de ímã permanente, os assíncronos admitem torques elevados de partida, chegando a até três vezes seu torque nominal sem problemas, dependendo da combinação servomotor x servoconversor (**figura 11**).

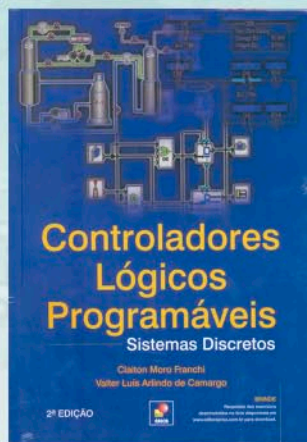
Percebemos, portanto, que o servomotor assíncrono nada mais é que um motor assíncrono trifásico “envenenado”. Você esta correto!

Este envenenamento gera dinâmica e alto torque, ao passo que a realimentação pelo encoder gera estabilidade de rotação e precisão de posicionamento. Porém, todo este envenenamento influencia diretamente nas características construtivas do servomotor, fazendo com que ele execute esforços altíssimos e gere altas correntes internas em seus enrolamentos ▶



CIPA

Ensina como criar o mapa de riscos, identificar uma área insalubre ou perigosa, os riscos, a necessidade e a importância dos EPIs e EPCs e uma introdução ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).



Controladores Lógicos Programáveis

Indispensável a técnicos, tecnólogos e engenheiros que atuam nas áreas de automação, mecatrônica e eletrotécnica, além de profissionais que desejam manter-se atualizados. Apresenta exemplos resolvidos nos CLPs Allen-Bradley, Schneider Electric e Siemens, além de implementações em um controlador que segue a norma IEC 61131-3.



Curso de Eletrônica Digital

Basta observar os anúncios de empregos em jornais para se perceber a importância atual desse ramo da Ciência: em todos os casos onde encontramos ofertas relacionadas com a informática, manutenção, automação industrial, telecomunicações e muitas outras funções técnicas vemos como exigência principal o domínio da eletrônica digital.



novasaber

www.novasaber.com.br



F9. Vista do encoder instalado no Servomotor Assíncrono Trifásico CV112M4.

que, por consequência, elevem a temperatura interna do motor rapidamente e a níveis elevados. Para a manutenção de uma temperatura segura de trabalho e garantir bons resultados de desempenho e durabilidade, também são exigidos alguns artifícios que em outros servomotores são opcionais:

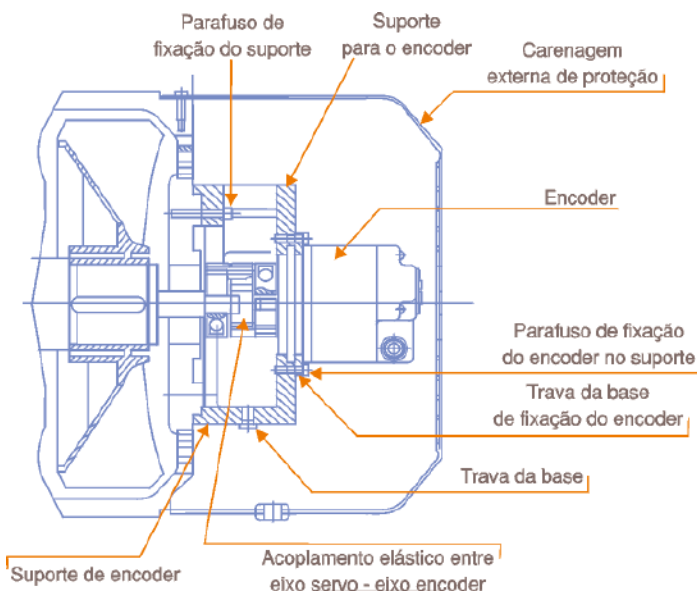
-Ventilação forçada, proteção térmica (termistor) nos enrolamentos do estator e isolamento térmica classe H (verniz).

A utilização do servoconversor possibilita a administração de todas as variáveis envolvidas, proporcionando controle total de todas as características do servomotor e funções disponíveis do servoconversor.

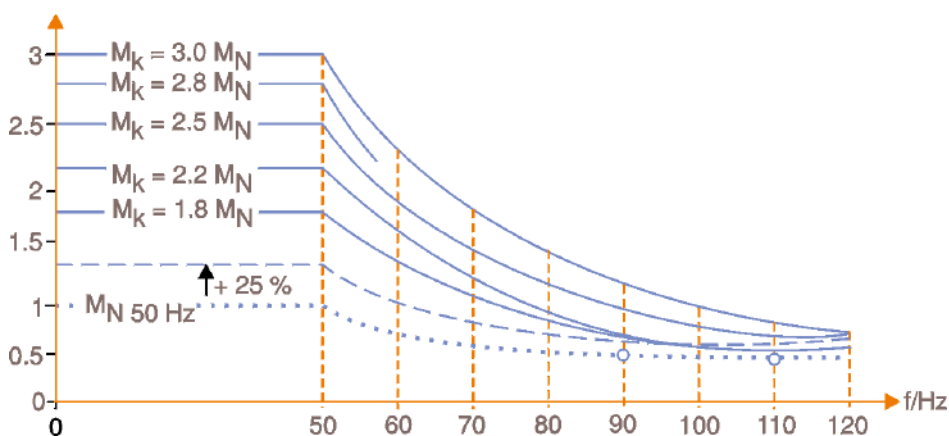
Conclusão

A determinação da melhor opção de motor para uma determinada aplicação caberá sempre ao profissional que faz a especificação.

Um profissional que conheça as características da carga na determinada situação, tem as melhores condições de especificar o motor que forneça a melhor performance e que lhe traga a melhor relação custobenefício, além de dimensionar o tipo de motor da melhor maneira possível, evitando assim o superdimensionamento. Nos casos onde são desconhecidas formas de cálculo específico para certas situações (tais como misturadores, agitadores, transportadores de canecas etc...) ou simplesmente dúvidas, a consulta a empresas e pessoas especializadas é fundamental para se obter a melhor especificação.



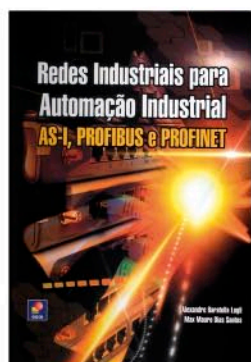
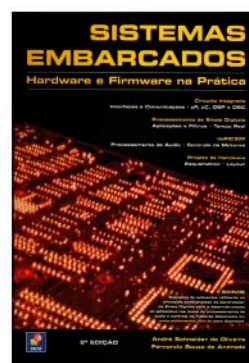
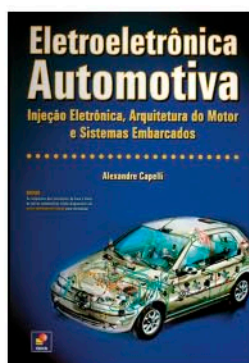
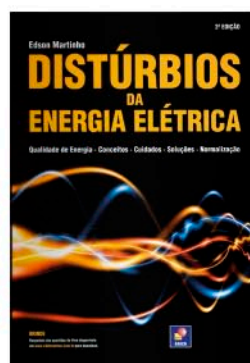
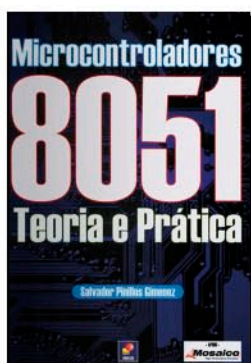
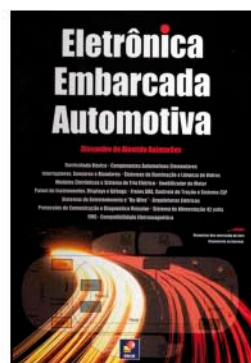
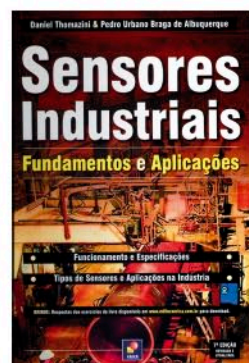
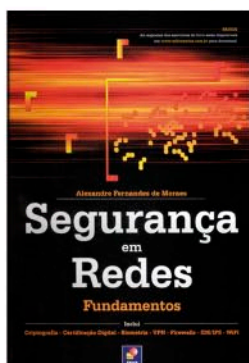
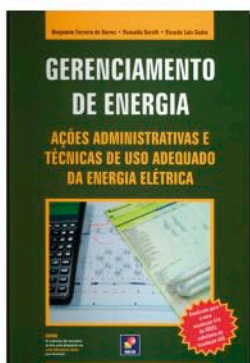
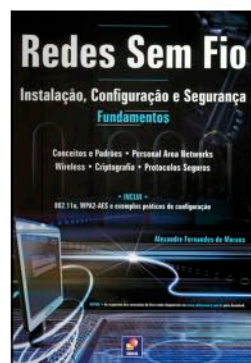
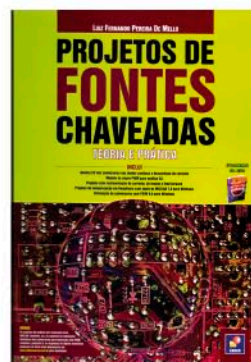
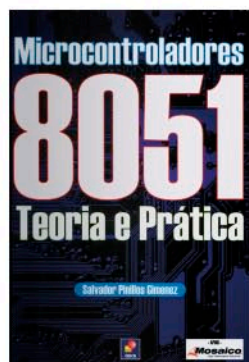
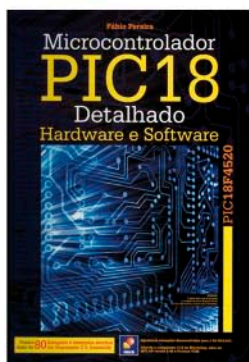
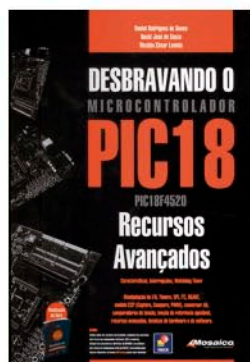
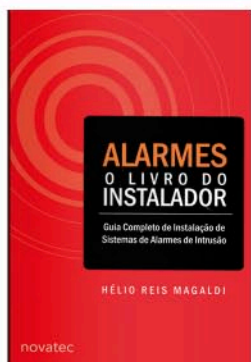
F10. Instalação do Encoder no servomotor assíncrono.



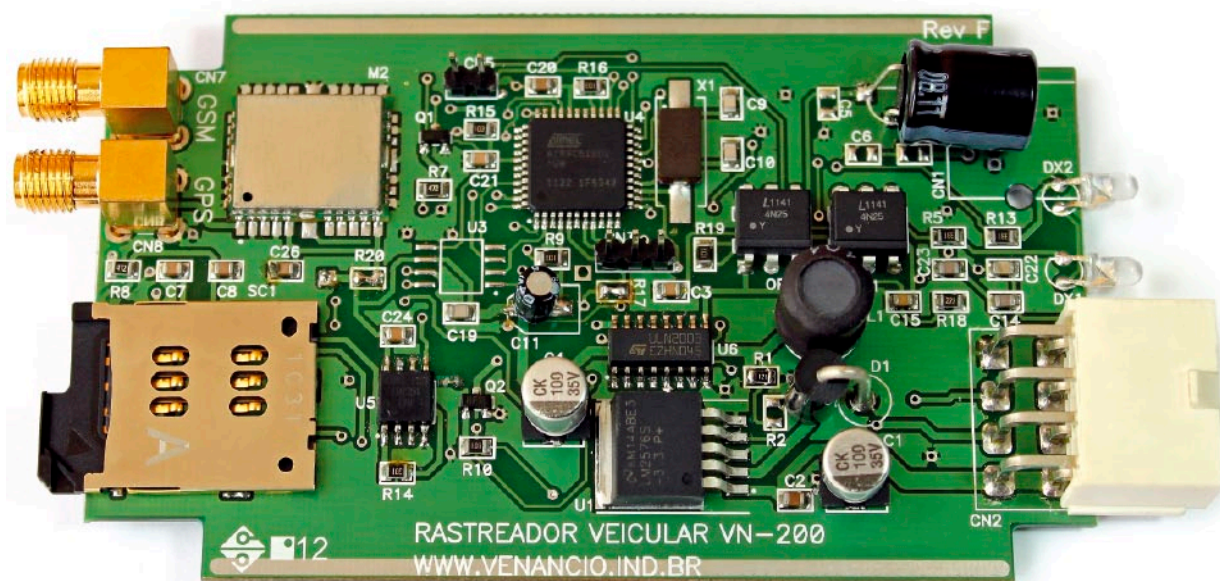
F11. Curva de Torque de partida (Mx) x frequência (Hz).

Sua loja de livros técnicos na internet

Promoções especiais e brindes



Monte um localizador e bloqueador veicular via SMS



O Bull rastreador é um sistema de localização e bloqueio de veículos simples e sem mensalidade. Todos os comandos para controle do veículo são enviados por pequenos comandos via SMS de qualquer telefone celular.

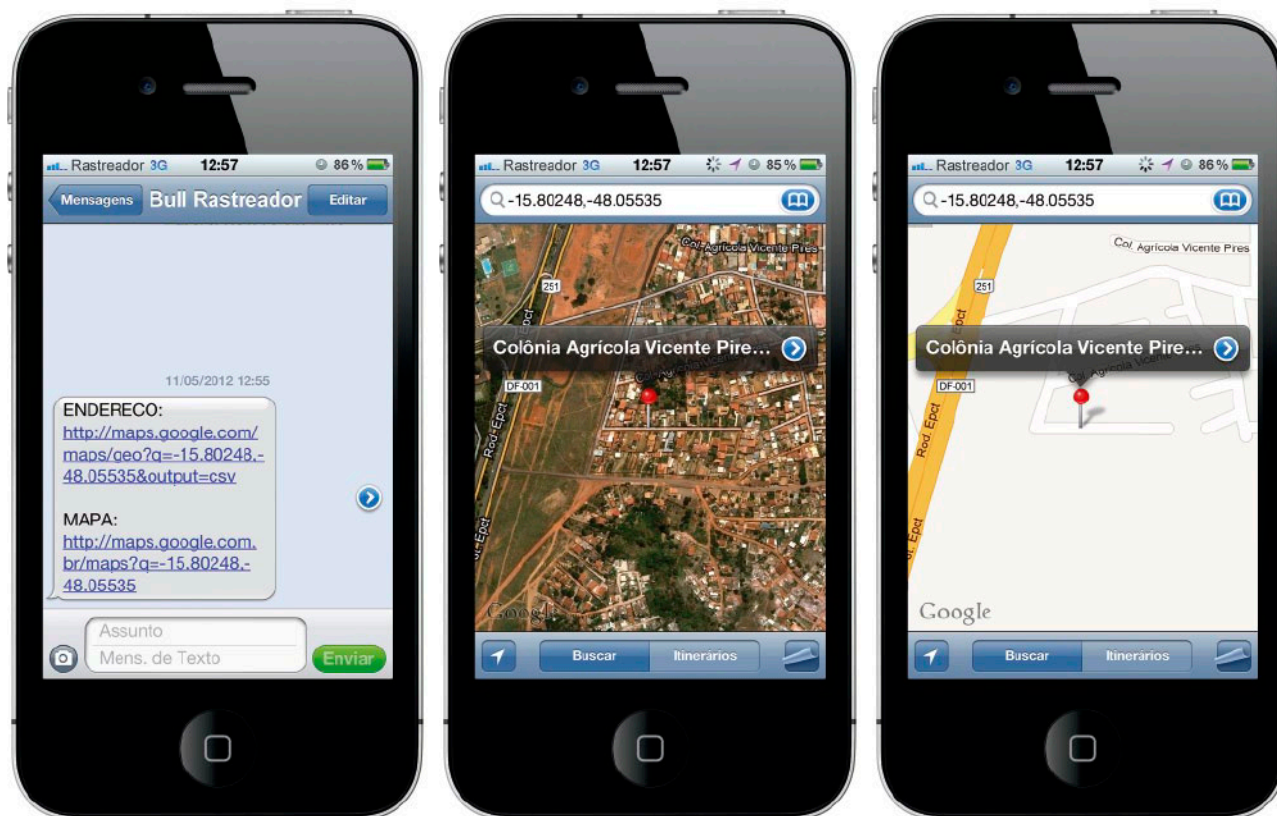
Bruno Venâncio
bruno@venancio.ind.br

As notícias sobre roubo de veículos, cargas e sequestros-relâmpagos são um fato diário na TV e jornais. Há diversos serviços e produtos na área de segurança que ajudam a inibir a ação dos bandidos, mas nem todas as soluções são baratas e principalmente os serviços de rastreamento veicular possuem algum tipo de mensalidade que acaba tornando-os inacessíveis para a maioria da população.

Com o projeto que propomos neste artigo, o leitor poderá montar seu próprio localizador e bloqueador que, além de bloquear e localizar, também pode informar ao dono do carro se o veículo ultrapassou uma velocidade pré-determinada entre outras utilidades.

Recursos

- Bloqueia e localiza o veículo à distância através de qualquer telefone celular;
- Determina uma velocidade máxima para o veículo e, caso essa seja ultrapassada, o rastreador envia uma mensagem de aviso ao dono;
- Avisa até três telefones (via SMS), caso você seja roubado ou sequestrado, com um simples toque de botão (botão de pânico);
- Possui detector de movimento, que avisa o dono via SMS caso o carro saia do lugar sem sua permissão;
- Se o seu carro possui alarme, o mesmo pode ser ligado ao rastreador,



F1. SMS de resposta enviado pelo rastreador.

que avisa o dono via SMS caso o alarme seja disparado;

- Possui função manobrista que avisa o dono, caso o carro ultrapasse o raio de 450 metros de onde foi deixado;
- Possui função escuta, que permite que o dono ouça tudo o que se passa no interior do veículo;
- Possui função de consulta de saldo do chip. O Bull rastreador é o ÚNICO rastreador do mercado que permite que o dono saiba exatamente quanto possui de crédito no chip do rastreador e, com isso, possa administrar melhor a recarga.

Funcionamento

Toda operação de uso ou configuração do Bull rastreador é feita por meio de mensagens via SMS, enviadas para o número do chip do rastreador. São compostas de uma ou duas letras seguidas de uma senha de 5 dígitos.

Exemplo: **L 12345** - Sendo L o comando e 12345 a senha. As letras podem ser maiúsculas ou minúsculas e o espaço entre o comando e a senha é opcional.

úsculas ou minúsculas e o espaço entre o comando e a senha é opcional.

Exemplo de Comando

Caso o usuário possua um smartphone ou qualquer celular com acesso à Internet, é possível usar o comando abaixo, onde o rastreador retornará a localização em forma de "link" da Internet:

K 12345

A **figura 1** mostra o SMS de resposta enviado pelo rastreador com dois links para clicar.

Circuito

O diagrama esquemático do aparelho pode ser observado na **figura 2**. O coração do sistema é o microcontrolador U4, o AT89C51ED2. Ele é quem controla todo o funcionamento do aparelho. O módulo GPS ME1513 envia os dados GPS para o U4 via protocolo serial NMEA 0183. O U4 por sua vez processa esses dados e disponibiliza as informações sobre localização geográfica, velocidade entre outros dados para serem

enviados para o M1 (módulo GSM). O módulo GSM usado neste projeto é o SIM900D, da SIMCOM Corporation.

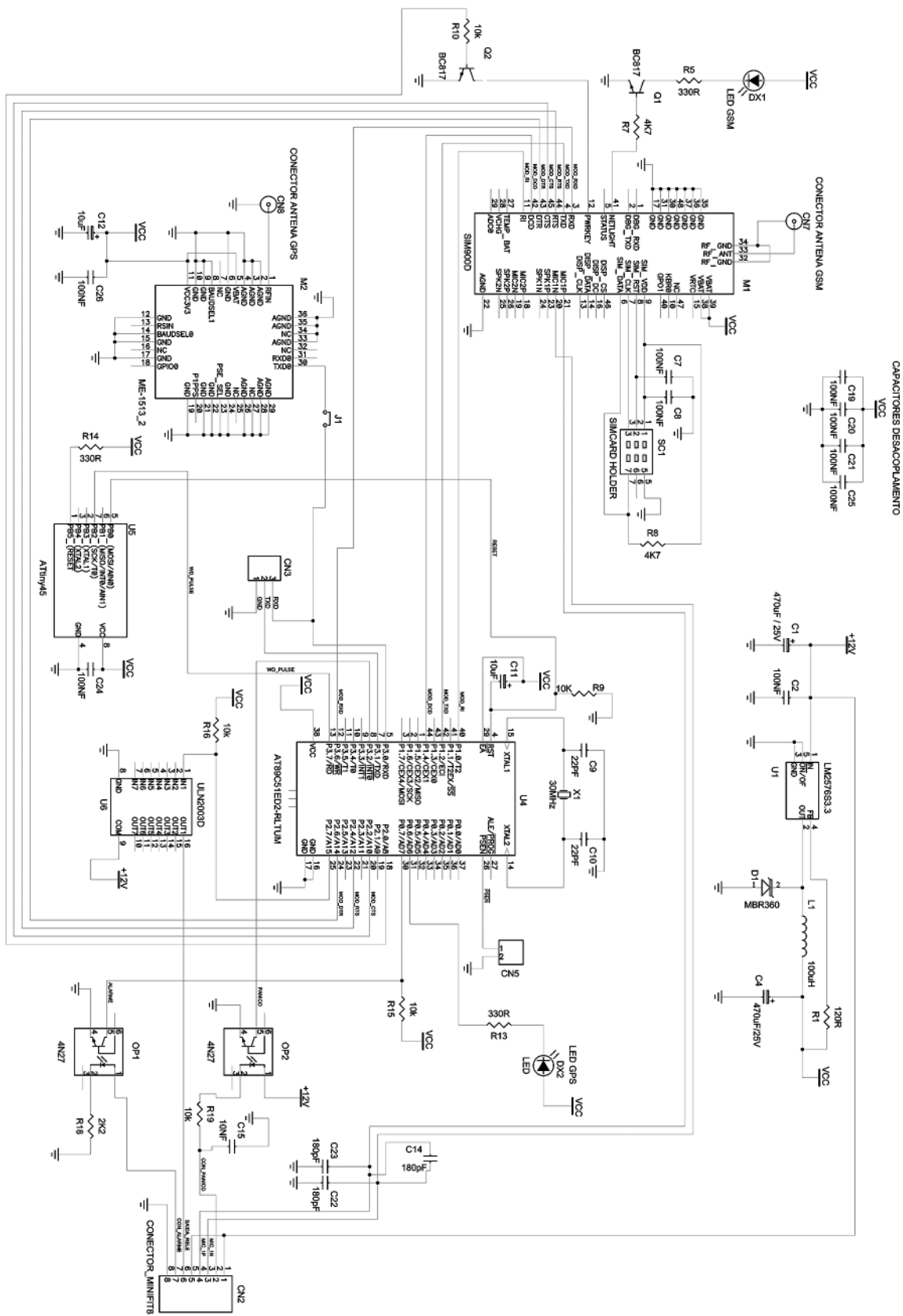
O microcontrolador U5 é um ATtiny45 da ATMEL usado como Wachdog externo. Caso o sistema sofra algum tipo de pane e pare de enviar pulsos para o pino 7 do U5 por mais de 45 segundos, o mesmo envia uma tensão para o pino de reset do U4 para que o sistema volte a operar normalmente.

O U6 é um driver usado para controlar o relê externo de corte de combustível.

Os optoacopladores OP1 e OP2 são usados para isolar tanto a entrada de alarme quanto a entrada de botão de pânico do U4.

Para acionar a função de alarme, o OP1 deve receber uma tensão positiva de 3 a 12 volts vinda da saída do alarme existente no veículo.

Essa tensão pode ser a saída de uma buzina ou mesmo saída auxiliar que alguns modelos de alarme possuem. Assim que o U4 receber o sinal do alarme, o sistema envia um SMS ao dono do veículo avisando que seu alarme foi acionado.



F2. Esquema elétrico.

Sumário de comandos

Localizar - Comando L

O rastreador retorna uma mensagem SMS com os dados de localização do carro (latitude, longitude, direção, velocidade, data e hora). As coordenadas informadas poderão ser inseridas no site <http://maps.google.com.br/> ou www.curingagps.com.br para localização imediata do veículo.

Localizar Via Link de Internet - Comando K

O rastreador envia um *link* com a localização em forma de link de mapa do site Google Maps. Essa opção funciona somente com celulares do tipo Smartphone ligados à Internet.

Função Manobrista - Comando M

A função manobrista é utilizada quando o carro for deixado com manobristas, oficinas, lava-jato e afins.

Caso o carro ultrapasse um raio de 450 metros do local aonde foi deixado, o rastreador enviará um SMS alertando o dono do veículo. O comando é desativado assim que o carro ultrapassa o raio de 450 metros.

Bloquear Veículo - Comando B

Essa função bloqueia o veículo desligando a bomba de combustível ou a alimentação do mesmo e, em seguida, envia uma mensagem SMS ao celular que enviou o comando.

Desbloquear Veículo - Comando D

Essa função desbloqueia o veículo e, em seguida, envia uma mensagem SMS ao celular que enviou o comando.

Consulta de Saldo - Comando S

Realiza uma consulta de saldo junto à operadora e retorna um SMS com o saldo atual de créditos.

Função Escuta - Comando E

Permite ao telefone que enviar o comando via SMS, efetuar uma ligação para o rastreador, que atenderá a ligação com um microfone escondido, possibilitando ao usuário escutar o que se passa dentro do veículo.

Troca de Senha - Comando N

Cadastra uma nova senha no rastreador. A senha pode ser tanto de letras quanto de números. O tamanho máximo é de 5 caracteres e existe diferença entre letras maiúsculas e minúsculas.

Obs.: Usar esta função com cautela. Caso a senha seja esquecida, a única maneira de retornar para a senha de fábrica é contatando a fábrica. A senha de fábrica é 12345.

Este comando tem um formato um pouco diferente e segue o padrão a seguir:

Formato: N senha-antiga senha-nova senha-nova Exemplo: N 12345 45684 45684, sendo N o comando, 12345 a senha antiga e 45684 a senha nova digitada 2 vezes. Os espaços em branco deverão ser respeitados neste comando.

Cadastrar Telefones - TM, T1, T2 E T3

Cadastra o telefone master e os 3 telefones habilitados para receber as mensagens quando acionado o botão de pânico (explicado mais abaixo).

Formato: Comando senha DDD+celular Exemplo: TM senha 6199999999 sendo TM o comando de cadastro do telefone master e 6199999999 o celular a ser cadastrado.

Comandos Especiais

Função Sensor de Movimento

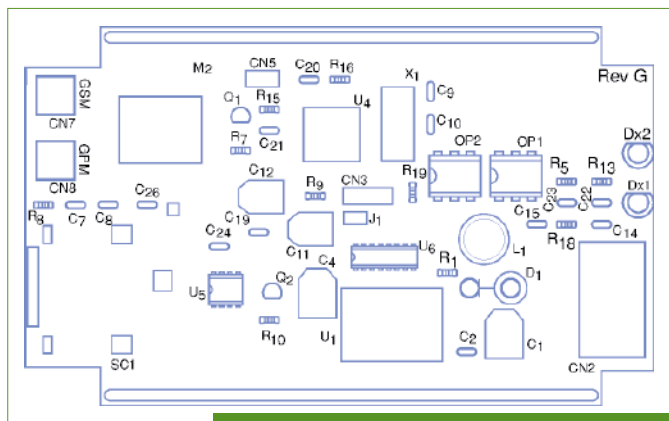
Quando acionado, avisa por meio de SMS enviado ao celular Master cadastrado, que o veículo saiu de sua situação de estacionamento, caso o veículo seja deslocado acima de 30 m do local de origem definido pelo usuário. Para acionar o comando e definir a posição de origem, efetue uma ligação para o chip do rastreador, a partir do telefone master (TM) cadastrado e desligue a ligação ao final do 2º toque. Esta função é interessante pois, além de rápida, não gasta créditos, haja vista que a ligação não é atendida. É até mesmo possível efetuar uma ligação a cobrar para o chip do rastreador, sem custos. Utilize esta função sempre que estacionar em lugares sem segurança de forma rápida e prática.

Função Pânico

Esta função é ativada quando o botão de pânico é acionado. Cerca de 1 minuto após se pressionar o botão de pânico, o rastreador enviará mensagens de pânico acionado com as coordenadas do veículo para os 3 números de telefones cadastrados como T1, T2 e T3. Caso um destes telefones ligue para o rastreador, durante a ação do modo pânico, o rastreador atenderá a ligação com o microfone escondido, permitindo escutar o que se passa dentro do veículo.

Atenção: O botão de pânico pode ser acionado por acidente pelo próprio usuário, portanto, ao cadastrar os números das pessoas que receberão a mensagem, avise-as desta possibilidade e oriente-as para ligar para o número do rastreador para escutar o que está acontecendo no carro, ou ligar para o dono do carro e combinar um código para que a pessoa consiga avisar da situação de risco de forma disfarçada.

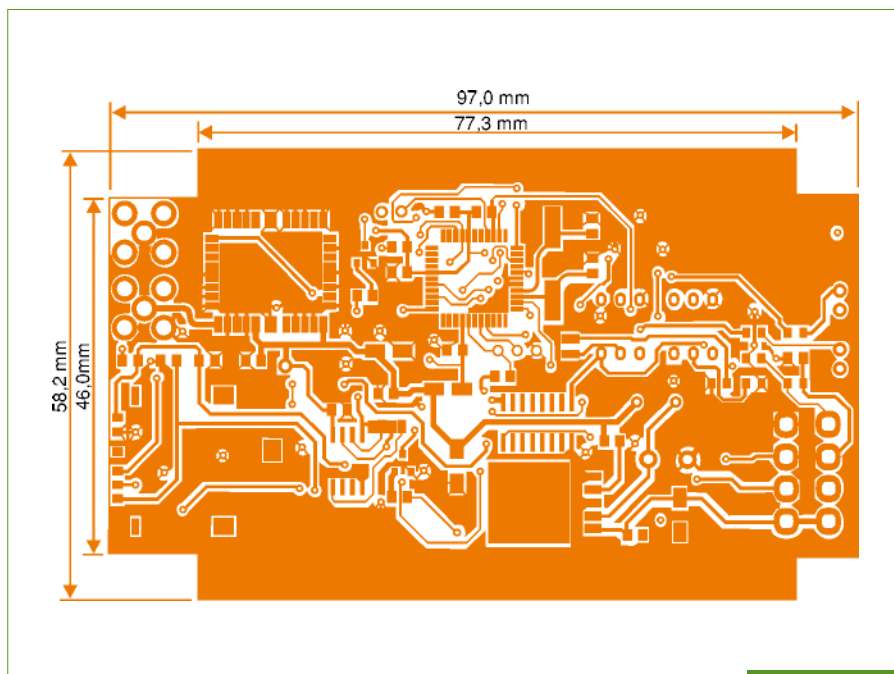
Para desativar a função pânico, é necessário enviar via SMS o comando P (não há necessidade de senha).



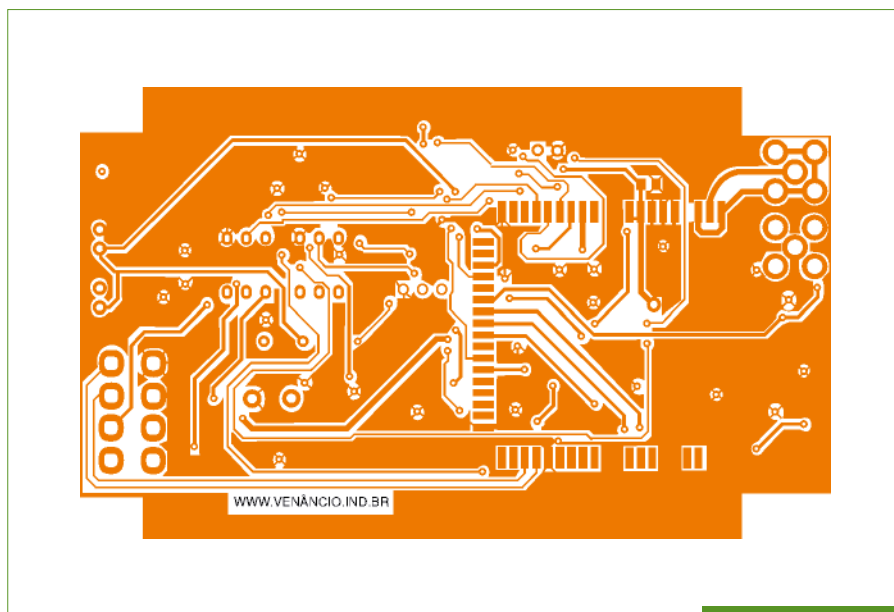
F3. Diagrama de disposição dos componentes na placa de circuito impresso (PCI).



F4. Módulo SIM900D soldado no layer bottom.



F5. Layer top.



F6. Layer bottom.

Montagem

A disposição dos componentes na placa pode ser observada na **figura 3**. É possível montar a placa com ferro de soldar, porém é mais recomendável usar o método de refusão que consiste em aplicação de solda em pasta com seringa e usar um pequeno forno de assar alimentos para refusão. No site www.youtube.com há muitos tutoriais ensinando esta simples e eficiente técnica.

O módulo SIM900D é necessariamente soldado com ferro de soldar, pois é posicionado no layer bottom da placa (**figura 4**).

O *layout top e bottom* da placa de circuito impresso pode ser visto nas **figuras 5 e 6**.

Programação dos firmwares

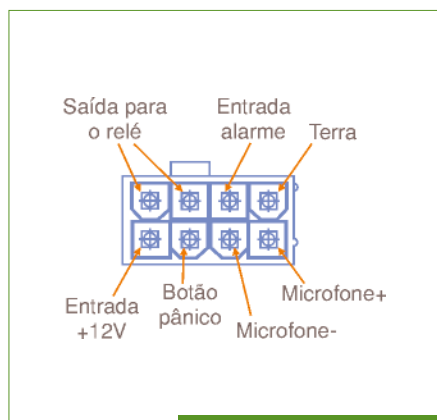
Para programar o microcontrolador U4, primeiro será necessário fechar o *jumper* CN5 para que o microcontrolador opere em modo programação. O software usado para programar o AT89C51ED2 é o FLIP e pode ser baixado no site da fabricante ATMEL.

Os pinos de programação do U4 estão no CN3. Observe que o pino 1 é o terceiro da direita.

Observação: Para programar o U4, deve-se manter ABERTO o *jumper* J1, pois o canal serial usado para programação é o mesmo usado para comunicar com o módulo GPS. Assim que a programação for concluída, feche o *jumper* J1 e retire o *jumper* do CN5.

Para programar o U5, estão disponíveis os pinos de programação ao lado direito do chip. Note que há uma descrição da função de cada pino (MOSI, MISO, SCK E RST).

Os arquivos firmwares do U4 (TRK_V230.HEX) e do U5 (WATCH45.HEX) estão disponíveis para *download* no site da **Saber Eletrônica**.



F7. Descrição dos pinos.

Inicialização

Assim que o sistema é ligado pela primeira vez, o U4 grava alguns parâmetros no SIM900D. Essa operação dura, em média, 20 segundos. Quando a operação é concluída, os LEDs DX1 e DX2 ficam piscando em intervalos de 0,5 segundos indicando que pode desligar o sistema.

Quando o sistema volta a ser ligado, o aparelho entra em funcionamento normal.

Instalação no carro

A conexão do aparelho com o automóvel é feita pelo conector CN2. A pinagem e esquema de ligação podem ser observadas nas figuras 7 e 8.

O esquema acima deve ser feito em forma de um cabo-chicote, conforme pode ser visto na figura 9.

Observação: É recomendável usar um fusível de 5 A no fio positivo.

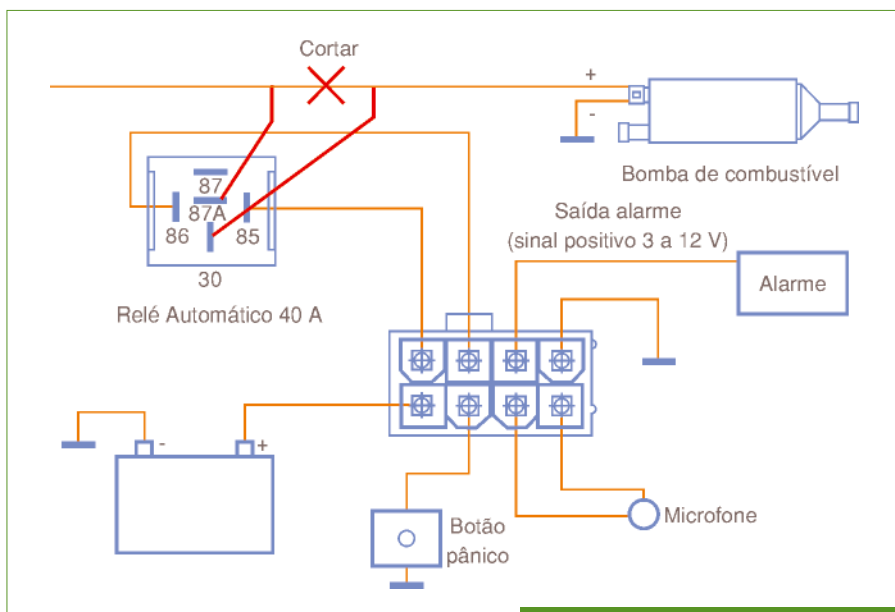
O aparelho possui duas antenas externas. A antena de GSM (figura 10) é ligada ao conector CN7 e a antena GPS (figura 11) é ligada ao conector CN8. Como os conectores são do mesmo modelo, deve haver cuidado para não inverter a ligação entre as antenas.

Funcionamento

Antes de ligar o aparelho, conecte o *chip* da operadora escolhida no aparelho. Lembrando que o aparelho é compatível com todas as operadoras nacionais.

O Rastreador possui dois LEDs indicadores de funcionamento. O LED DX1 indica o *status* do GSM.

Quando pisca em intervalos de 0,5 segundos, indica que a rede ainda não está operante e o GSM está fora do ar.



F8. Esquema de ligação no automóvel.



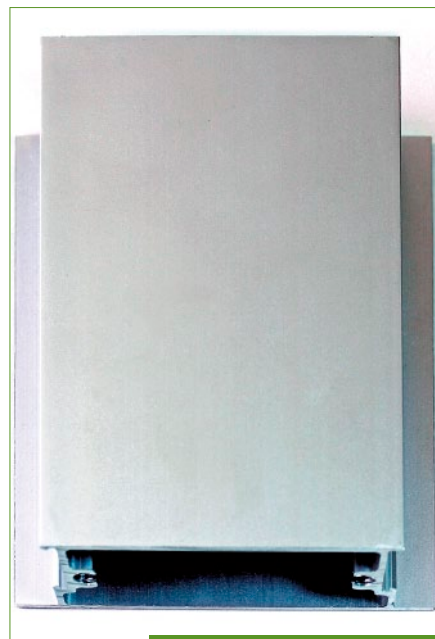
F9. Chicote para ligação elétrica.



F10. Antena GSM.



F11. Antena GPS.



F12. Eletrocalha de alumínio usada como gabinete.

Quando piscar em intervalos de 4 segundos, indica que o aparelho foi devidamente registrado na rede GSM.

O LED DX2 é o indicador do GPS. Quando estiver ligado, indica que o GPS não está sincronizado com pelo menos 3 satélites e portanto está fora do ar.

Quando piscar em intervalos de 1 segundo, significa que o sistema está operante.

Gabinete

O uso do gabinete fica a critério do leitor. Em nosso protótipo usamos uma simples

eletrocalha de alumínio como gabinete (figura 12).

Para ficar com melhor acabamento, foi feita uma pintura eletrostática e nas extremidades colocadas tampas de acrílico. O resultado foi um acabamento bem profissional (figura 13).

Bruno Márcio Diogo Venâncio é engenheiro eletrônico e programador de sistemas embarcados. Trabalha para Venâncio Indústria Eletrônica onde também foi fundador da empresa.



F13. Gabinete pintado e com tampas em acrílico.

Lista de Materiais

Semicondutores

- U₄ – Microcontrolador - AT89C51ED2-RLTUM
- U₅ – Microcontrolador – Attiny45
- Q₁, Q₂ – Transistor uso geral – BC817
- U₁ – Regulador de Tensão – LM257S3.3
- U₆ – Transistor array – ULN2003
- D₁ – Diodo Schottky 3 A
- DX₁, DX₂ – LED vermelho 3 mm
- OP₁, OP₂ – Optoacopladores – 4N25

Capacitores

- C₁ – Capacitor Eletrolítico – 470 µF / 25 V
- C₂, C₇, C₈, C₁₉, C₂₀, C₂₁, C₂₄, C₂₅, C₂₆ – Capacitor Cerâmico – 100 nF
- C₄ – Capacitor Eletrolítico – 100 µF / 25 V
- C₉, C₁₀ – Capacitor Cerâmico
- C₁₁, C₁₂ – Capacitor Eletrolítico – 10 µF / 16 V
- C₁₄, C₂₂, C₂₃ – Capacitor Cerâmico – 180 pF
- C₁₅ – Capacitor Cerâmico – 10 nF

Resistores

- R₁₈ – Resistor – 2,2 kΩ
- R₇, R₈ – Resistor – 4,7 kΩ

- R₉, R₁₀, R₁₅, R₁₆, R₁₉ – Resistor – 10 kΩ
- R₁ – Resistor – 120 Ω
- R₅, R₁₃ – Resistor 330 Ω

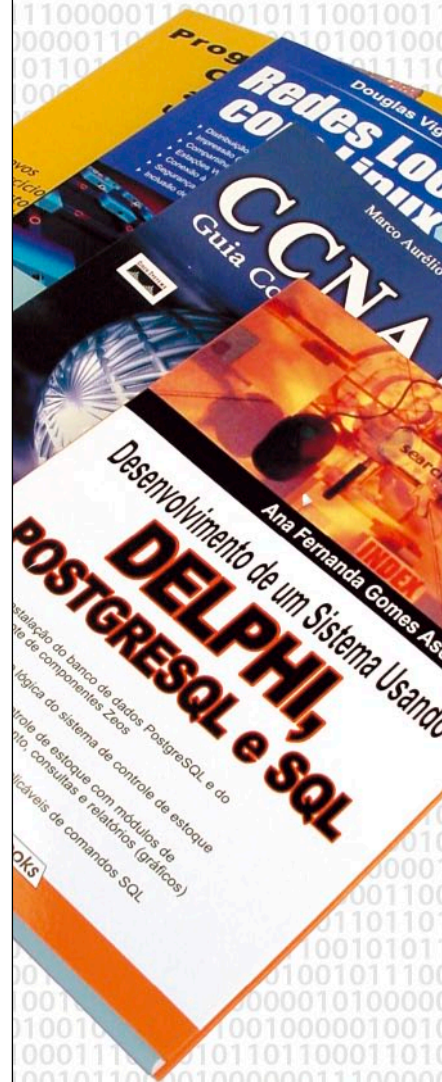
Diversos

- X₁ – Cristal – 30 MHz
- L₁ – Indutor 100 µH por 2,46 A – DRA125-101-R
- SC₁ – Suporte SIMCARD – SF9W-006S4AR1200
- CN₂ – Conector automotivo Molex Mini-fit (macho) – 39-29-1087
- Conector automotivo Molex Mini-fit (fêmea) – 39-01-2085
- CN₇, CN₈ – Conector SMA fêmea 90 Graus – SMA-803-P
- M1 – Módulo GSM – SIM900D
- M2 – Módulo GPS – ME-1513
- Relé automotivo 40 A – TRA 116.213
- Antena ativa GPS
- Antena passiva GSM
- Microfone eletreto

Observação: A maioria dos componentes listados podem ser encontrados para comprar na Mouser (www.mouser.com) ou Venâncio (www.venancio.ind.br)

Loja Virtual

O caminho para o ser um profissional melhor começa aqui!



- Delphi, SQL
- Certificação CCNA
- Redes Locais com Linux
- Programação com Delphi

www.novasaber.com.br

Suas ferramentas de medição e controle embarcados, em um único equipamento robusto



- Software gráfico
- Conectividade com sensores
- Análise de sinais
- Algoritmos de controle
- Temporização customizada
- Trigger customizado
- Conectividade com atuadores
- Armazenamento embarcado
- Redes industriais
- Sistema de expansão

A plataforma de hardware NI CompactRIO executa suas aplicações de medição e controle melhor que outros sistemas comerciais, portanto você não precisa perder tempo desenvolvendo uma solução específica. A alta qualidade das medições, associada a uma construção extremamente robusta e a capacidade de configurar o hardware pelo software de desenvolvimento de sistemas NI LabVIEW, oferece a você todos os benefícios da customização e a conveniência de uma plataforma comercial.

>> Para saber mais sobre CompactRIO, visite ni.com/compactRIO

(11) 3149-3149



**MICROCONTROLADORES FLASH
DE BAIXO CUSTO**



HOLTEK LANÇA NOVA SÉRIE HT66Fxx - HT68Fxx

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

CARACTERÍSTICAS:

- Arquitetura RISC – Ótimo Desempenho;
- Memória de Programa Flash de 1 Kbyte a 12 Kbytes;
- Memória de Dados RAM de 64 bytes a 576 bytes;
- EEPROM de 32 bytes a 256 bytes;
- Disponibilidade de 18 a 50 portas I/Os;
- Encapsulamentos disponíveis: 16DIP/NSOP/SSOP, 20DIP/SOP/SSOP, 24SKDIP/SOP/SSOP, 28SKDIP/SOP/SSOP, 44QFP, 40/48QFN;
- Interface SPI/I²C, UART, USB
- A/D de 12 bit para HT66Fxx
- Excelente para aplicações em áreas de eletroeletrônicos, segurança, automação industrial, automotiva, produtos de consumo, etc.

Visite o site da Holtek e conheça toda linha:
WWW.HOLTEK.COM

HOLTEK 

ANYTEK
conectores

 **FORDATA**
FOR DATA DISPLAY

módulos RF
WENSHING 

 **GlobalSat**
Wired by Wireless

 **PLUS**
CI reproduzidor de sons

FAGOR 

 **SIMCom**
A company of SIM Tech

 **Cika**
Eletrônica

Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

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