



SABER

ELETRÔNICA

http://twitter.com/editora_saber

Industrial

Nova família de **Microcontroladores XMC1000**

com core ARM Cortex-M0

A solução de 32 bits,
da Infineon, como
alternativa a 8 bits



Microcontrolador RL78 da Renesas

Uma soneca produtiva no trabalho
E se aplicássemos isto na eletrônica?

Linguagem C

Poderosa, flexível,
altamente portátil e
ideal para sistemas
embutidos (*embedded*)

MCU RX da Renesas controlando Displays

Torne seus produtos
mais atraentes com
baixo custo

Instrumentos de RF

Entendendo as
especificações
- Parte 2



Mais de 3 milhões de componentes
eletrônicos oferecidos.



SABER Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

ELETRÔNICA

www.sabereletronica.com.br
twitter.com/editora_saber

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial

João Antonio Zuffo

Redação

Rafaela Turiani

Revisão Técnica

Eutíquio Lopez

Designers

Carlos C. Tartaglioni,

Diego M. Gomes

Publicidade

Caroline Ferreira

Colaboradores

Arno Rabenstein,

Dirk Heinen,

Edriano Araújo,

Guilherme Yamamoto,

Gustavo Peixinho,

Renan de Azevedo

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

Capa

Arquivo Editora Saber

Impressão

EGB 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

Editorial

Esta primeira edição da Saber Eletrônica, após completarmos 49 anos em março, marca também algumas modificações que o mercado nos impõe. Nos últimos dois anos apostamos (para continuarmos vivos) em divulgarmos gratuitamente via PDF digital esta revista, devido ao grande número de sites e blogs piratas que publicam nosso material, forçando para baixo nossas vendas da revista em papel. Chegamos ao ponto de grandes prejuízos a cada edição e, assim, apostamos recursos próprios para mantê-la ativa enquanto sensibilizávamos os anunciantes para patrocinarem as edições gratuitamente aos leitores.



Hélio Fittipaldi

Infelizmente, a crise americana de 2008 e seus reflexos atuais na Europa impedem muitas empresas de investir em nosso projeto e, portanto, teremos de cobrar pela versão digital em PDF. Ainda temos custos altos e impostos que nos impedem de baixar mais o valor de capa, que na revista impressa em papel é R\$ 14,90 e na digital em PDF (vendida na Livraria Saraiva e, em breve, em outras livrarias) é R\$ 4,99.

Esperamos que neste momento de transição em que a tecnologia muda, a demora para se estabilizar tudo seja breve. Aí, poderemos nos ajustar para que você continue a obter um produto de qualidade e um verdadeiro guia com as novas tendências tecnológicas.

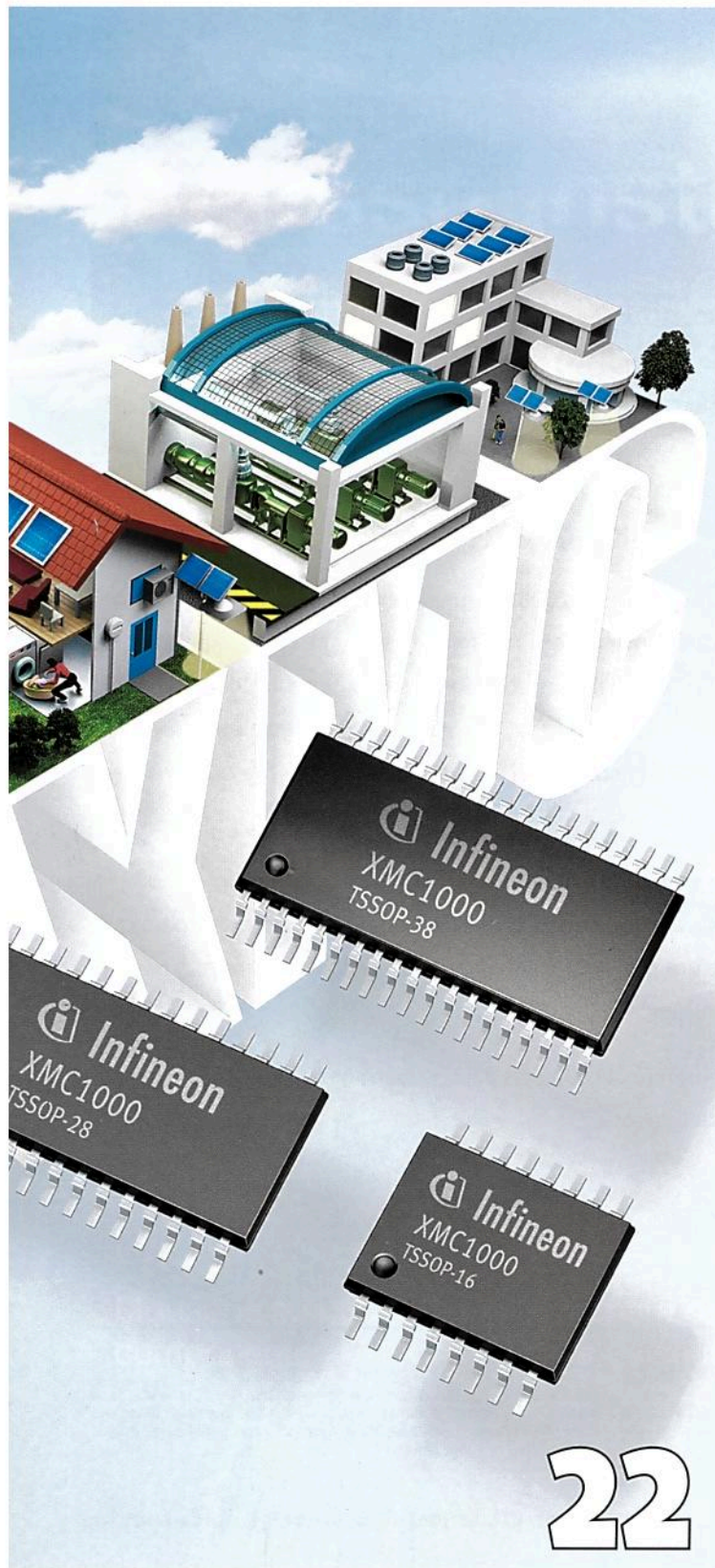
Agradecemos a sua compreensão e ajuda para passarmos da melhor forma possível por este momento crítico.

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 ideias 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.



Instrumentação

16 Entendendo as Especificações do RF - Parte 2

Microcontroladores

20 Displays LCD -TFT gráficos, controlados pelos MCUs Renesas RX
 22 Microcontroladores XMC1000

Componentes

28 Conheça a Deriva Térmica
 32 Uma soneca produtiva no trabalho

Projetos

36 Aprenda como Projetar um Sistema de Controle: Modelando um sistema - Parte 2

Desenvolvimento

42 Porque programar em C?

03

Editorial

06

Acontece

- 06 Display de OLED
- 06 Luminária Industrial LED Tgvp Pendente
- 07 NI PXI e NI TestStand da National Instruments (NI) na FIEE 2013
- 07 Localizador de Defeitos em Circuitos Eletrônicos
- 08 Omron Sysmac NJ-Series (MAC – Machine Automation Controller)
- 08 EMPARRO
- 10 Display LCD Touchscreen Inteligente
- 12 A HellermannTyton lançou sistemas inteligentes de amarração de fios e cabos
- 12 Conjuntos montados da Corona Brasil
- 14 Intelbras aposta no conceito "Faça você mesmo" e lança linha de monitoramento de fácil instalação

22

Índice de anunciantes

Sick	05	Globtek	19	Nova Saber	41
Cika	09	Everlight	27	Tato	49
Renesas	11	Tato	31	Mouser	2ª Capa
Renesas	13	Patola	31	Curso Saber	3ª Capa
Freescale	15	Duodigit	39	National	4ª Capa



Sensor de distância e posicionamento Dx100

O Dx100 é mais uma solução inteligente da SICK para determinação de posição e distância para as mais diversas aplicações do mercado, principalmente para os sistemas de armazenamento, manipulação e logística.

O sensor Dx100 é robusto, possui fácil parametrização, baixo tempo de resposta e mecanismos de alinhamento 3D.

Permite um posicionamento dinâmico, máxima precisão e baixos custos operacionais, além de oferecer interfaces padrões exigidos pelo mercado (RS422, SSI e Profibus) e grau de proteção IP67.



11 3215.4948 | www.sick.com.br

SICK
Sensor Intelligence.



br.mouser.com

Distribuímos semicondutores e componentes eletrônicos para Engenheiros de Aplicação e Desenvolvimento e Projetistas

Distribuidor autorizado

Acesso instantâneo.

Mais de 3 milhões de componentes eletrônicos oferecidos por mais de 450 fornecedores líderes reconhecidos da indústria.



Mouser é sua fonte autorizada para os mais novos semicondutores e componentes eletrônicos para os seus projetos mais inovadores.



br.mouser.com



Assistência em Português



a tti company

Os mais novos produtos para os projetos mais inovadores®

Display de OLED (LED orgânico)

O OLED é um dispositivo semicondutor de estado sólido com espessura de 100 a 500 nanômetros, aproximadamente 200 vezes menor do que um fio de cabelo humano e que pode ter duas ou três camadas de material orgânico. Provável substituto do LCD, o OLED é muito utilizado em equipamentos da área médica, controle de acesso, segurança, rastreamento veicular, automação comercial, etc. Trata-se do mais novo símbolo da inovação em mostradores.

É esperado que nos próximos 5 anos cerca de 60% das empresas que utilizam *displays de LCD* nos seus equipamentos migrem para o display de OLED.

A AGT é pioneira no Brasil com esse produto, o qual já é muito utilizado na Europa e EUA.

As partes do OLED são constituídas de:

- Substrato (plástico transparente, vidro...): local que acondiciona o OLED ;
- Ânodo (transparente): ele remove elétrons quando uma corrente passa através do dispositivo;
- Camadas orgânicas: são moléculas orgânicas ou polímeros;
- Camada condutora: esta é feita de moléculas de plástico orgânico que transportam "buracos" do ânodo;
- Camada emissiva: esta é feita de moléculas plásticas orgânicas que transportam elétrons do cátodo. É nessa parte que a luz é gerada;
- Cátodo: ele injeta elétrons quando a corrente passa através do dispositivo.

Os grandes diferenciais dos Displays de OLED da AGT, são:

- Brilho: 500 ~ 1.000 cd/m², que é de 3 a 4 vezes superior ao display de LCD.
- Ângulo de Visão: OLED = 178°/LCD = 60°.
- Alto contraste: 2000:1.
- Temperatura de Operação Super Estendida: -40°C ~ +80°C.
- Tempo de resposta: Mais rápido (na temperatura de +25°C = 10 microssegundos).
- Super fino: Não precisa de backlight. Emite luz própria.
- Baixo consumo de energia: Cerca de 10x menos que o display de cristal líquido normal e emite, no mínimo, 2,48 kg de CO₂ por ano menos que o display convencional.
- Feito com polímero orgânico: Não é agressivo ao meio ambiente.



Display de OLED da AGT.

Luminária Industrial LED Tgvp Pendente

As luminárias da linha CLR-TG Conexled são indicadas para instalação em postes para aplicação em áreas industriais e comerciais que contenham umidade, vapores e pós não inflamáveis. Versáteis e robustas, podem ser utilizadas em armazéns, casas de máquinas, boxes de lavagem, instalações frigoríficas e áreas externas ou industriais em geral. Opção perfeita para eficiência energética substituindo luminárias pendentes convencionais, que utilizavam lâmpadas mistas, vapor de sódio e metálico, garantindo no mínimo 50% de economia de energia. Utilizam LED Lighting Class apropriados para iluminação profissional de alta performance que estão entre os mais eficientes do mercado e de acordo com diretrizes da norma IES LM-80.

A luminária CLR-TG proporciona alta uniformidade luminosa e excelente distribuição da luz, aumenta os índices de iluminação, suporta choques e vibrações, além de não aquecer o ambiente iluminado.

Construção robusta e de fácil manutenção, a linha CLR-TG10 possui corpo aletado fabricado em liga de alumínio de alta resistência mecânica e contra corrosão, garantindo dissipação térmica eficiente. Alojamento para equipamento de alimentação isolado termicamente do corpo dissipador. Fechamento hermético IP66 através de aro roscado e vidro temperado. Alojamento retangular e tampa fixada por parafusos em aço inox 304 e junta de silicone flexível para altas temperaturas. Acabamento com pintura eletrostática na cor padrão Cinza Claro.

Fonte de luz composta por Led Lighting Class de alta eficiência luminosa, com certificação conforme norma IES LM80 + IES TM21 para manutenção de fluxo X tempo. Bloco ótico com proteção hermética de vidro temperado para maximizar a eficiência de distribuição da forma da luz no ambiente iluminado, eficiência > 95% e proteção contra UV.

As fontes de alimentação são instaladas em alojamento de alumínio fundido, isolado termicamente, para otimizar a dissipação de calor e eficiência. Faixa de operação de 90 ~ 264 ou 90 ~ 305 VAC, frequência 50/60 Hz. Tipos de Proteção eletrônica: Curto-circuito, sobretensão, sobrecorrente, sobrecarga e sobreaquecimento.



Luminária da linha CLR-TG Conexled.

NI PXI e NI TestStand da National Instruments (NI) na FIEE 2013

A National Instruments (NI) apresenta plataformas de hardware e software para medição, aquisição de dados, automação, controle embarcado e teste automatizado com destaque para o recém-lançado NI LabVIEW 2012 e soluções de teste, tais como a plataforma de instrumentação modular NI PXI e o software NI TestStand 2012.

As soluções apresentadas pela NI visam atender engenheiros de teste e projetistas que precisam de ferramentas flexíveis devido às mudanças constantes das necessidades dos consumidores, quando falamos de produtos eletroeletrônicos e eletrônicos em geral.

Além disso, apresenta na FIEE 2013, o primeiro Transceptor Vetorial de Sinais (*Vector Signal Transceiver - VST*) do mundo. Criado pela National Instruments, o VST faz parte de uma nova categoria de instrumentação, combinando gerador vetorial de sinais (VSG), analisador vetorial de sinais (VSA) e processamento de sinais e controle em tempo real baseados em FPGA.



27ª Feira Internacional da Indústria Elétrica, Eletrônica, Energia e Automação

Os sistemas de teste automatizados da NI desenvolvidos em PXI oferecem altos níveis de flexibilidade, desempenho e confiabilidade, tudo isso por meio da instrumentação modular e medi-

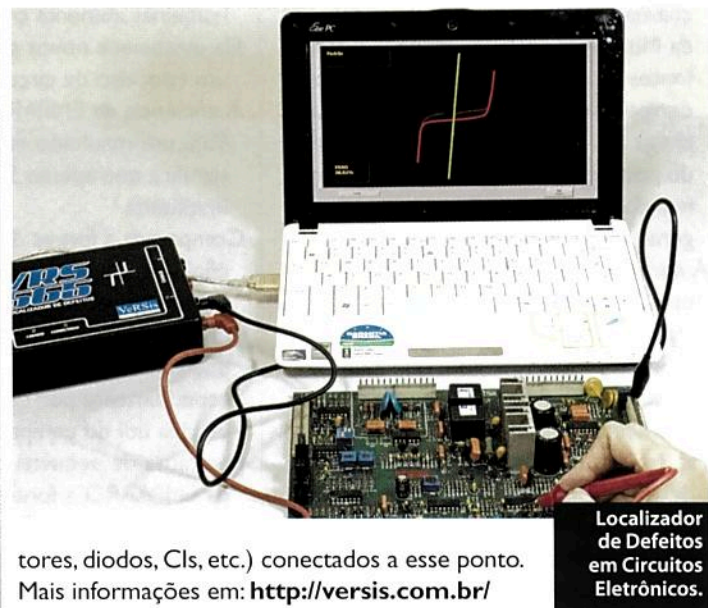
ção baseada em software, que ajudam sua empresa a diminuir o tempo de lançamento de produtos no mercado enquanto garantem a alta qualidade esperada pelo consumidor.

Localizador de Defeitos em Circuitos Eletrônicos – Reparo de Placas sem esquemas

Os Localizadores de Defeitos são avançadas ferramentas desenvolvidas pela Versis Tecnologia para encontrar defeitos em circuitos eletrônicos sem a necessidade de esquemas elétricos ou conhecimento técnico do circuito, agilizando o reparo de placas eletrônicas de forma simples e eficiente.

Os Localizadores de Defeitos auxiliam a localizar os pontos de origem da falha, comparando as Curvas Características de uma placa boa - sem defeito - com as curvas da placa a ser reparada. Uma alteração nessa curva indica um defeito nesse ponto do circuito, facilitando a localização do componente com falha. O teste é realizado com a placa desligada e sem a necessidade de se retirar os componentes da placa, evitando danificar ou estressar tanto os componentes como a placa durante o teste.

A Curva Característica é uma representação gráfica da impedância de um determinado ponto do circuito. Ela é a combinação das impedâncias de todos os componentes (resistores, capacitores, indutores, transformadores, transis-



tores, diodos, CIs, etc.) conectados a esse ponto. Mais informações em: <http://versis.com.br/>

Localizador de Defeitos em Circuitos Eletrônicos.

Omron Sysmac NJ-Series (MAC – Machine Automation Controller)

A Omron Automação Industrial lançou uma nova classe de controlador NJ-Series (MAC - Machine Automation Controller) e o software de programação Sysmac Studio. Diferente dos controladores convencionais, a plataforma NJ-Series da Omron tem uma nova abordagem para resolver a integração de tecnologias de controle, sem prejudicar o desempenho.

NJ-Series foi criado para integrar múltiplas tarefas, funções com um único Hardware: CLP, Controle de Movimento (Servossistema/Encoder, Eixo/Encoder Virtual) e Sistema de Visão. Todos programados em único ambiente/software.

O controlador NJ é projetado para alta velocidade e flexibilidade. Ele incorpora um processador Intel desenvolvido para ambientes industriais, não necessita ventilação forçada e é executado em RTOS. Temos versões de controlador para 4, 8, 16, 32 e 64 eixos, dependendo do modelo da CPU. Tempo de resposta inferior a **1 ms, pode ser atingido para aplicações**

de até 32 eixos. A família NJ-Series comporta a maioria das expansões da família CJ-Series (módulo): I/O, especial, e unidades de comunicação, facilitando assim a manutenção de uma base já existente. Todas as CPUs já possuem as redes EtherNet/IP e EtherCAT.

O software Sysmac Studio foi criado para proporcionar total controle sobre um sistema de automação. Ele oferece um verdadeiro ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para eliminar vários softwares separados de programação, configuração, monitoração e simulação. Gráficos permitem a instalação rápida de dispositivos de controle, configuração de rede e programação de movimento, com base na norma IEC61131-3 e funções PLCopen para Controle de Movimento, reduzindo assim o tempo de programação. Um editor inteligente *online* ajuda a fazer a depuração rápida do programa.

Simulação avançada de sequência e controle de movimento, registro de dados e rastreamento de dados, o Sysmac Studio também oferece um



Controlador NJ-Series, da Omron.

ambiente de simulação 3D avançado para desenvolver e testar perfis de movimento *offline*. Propriedade intelectual (IP) pode ser facilmente protegida por meio de senhas. Proteção para a programação da máquina completa ou uma parte designada, por exemplo, bloco de função específico pode ser impedido de ser carregado a partir do controlador.

EMPARRO – A fonte de alimentação com máxima eficiência

EMPARRO é a fonte de alimentação chaveada monofásica de última geração da Murrelektronik. Inovadoras, estas fontes de alimentação irão surpreender pela sua expressiva eficiência, que chega até os 95%. Isto reduz a perda de potência de forma expressiva, diminuindo o consumo de energia que irá gerar efeito positivo no seu bolso.

A combinação do Power Boost com limitador de potência na saída garante o *start-up* de grandes cargas. Um grande range de tensão faz com que a Emparro se torne a fonte ideal para todas as aplicações.

Fabricantes de máquinas atuais e modernos, além de usuários finais, estão prestando atenção no consumo de energia. A EMPARRO está focada na eficiência, porque a energia é um precioso

commodity e a perda de energia das máquinas aumenta o custo da operação. Ela estabelece novos padrões graças a um conceito de circuito inovador. A eficiência da EMPARRO atinge até 95%, um resultado expressivo que significa que apenas 5% da energia é inutilizada.

Comparada a fontes de alimentação com eficiência de 90%, e perda de energia de 10%, a EMPARRO reduz a perda de energia em 50%. Está é uma melhoria que causará efeito positivo nos clientes, especialmente por causa do aumento da vida útil do equipamento.

Por causa de pequena perda de energia da EMPARRO, a fonte de alimentação gera menos calor. Isso significa menos "stress térmico" nos componentes, prolongando a sua vida útil. O mesmo

se aplica para os equipamentos instalados próximos da fonte de alimentação, eles se beneficiam pela baixa exposição ao calor (comparando-se com as fontes menos eficientes). Assim, também duram mais, baixando os custos de reposições e manutenções. E, agora, os clientes podem pensar em painéis ainda mais compactos.

A EMPARRO aperfeiçoa o comportamento em sobrecargas: em caso de curto-circuito ou sobrecarga, a tensão de saída é controlada com uma corrente constante. Isto é limitado a 100% da corrente nominal (ou em 150% no modo power boost). Esta função do limitador protege a fonte de danos causados por sobrecargas de forma confiável, tornando-se uma importante ajuda na hora do *start up*.

Holtek agora também é **ARM**

NOVA LINHA DE MICROCONTROLADORES **HT32Fxxx**

Holtek inova com o lançamento de sua nova linha de microcontroladores HT32Fxxx que une todo o poder de processamento do core ARM Cortex-M3 com sua experiência de mais de 20 anos desenvolvendo microcontroladores de 8 bits, resultando em um microcontrolador poderoso com um set de periféricos abrangente altamente competitivos em preço.

CARACTERÍSTICAS:

Com a integração do núcleo Cortex-M3 em seus dispositivos os desenvolvedores contam com as seguintes vantagens:

- Frequência de operação de até 72MHz.
- 1,25 DMIPS/MHz
- Multiplicação e divisão em um único ciclo por hardware.
- Interrupções vetoradas e aninhadas através do controlador NVIC
- Timer de 24-bits

A arquitetura ARM presente em seus novos microcontroladores de 32 bits, proporciona o uso dos melhores ambientes de programação da atualidade como:

- Keil MDK-ARM
- IAR EWARM

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**
Cl reproduzidor de sons

FAGOR 

 **SIMCom**
A company of SIM Tech

 **Cika**
Eletrônica

Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

Tel.: 55 11 2696-6428 / Fax: 55 11 2696-6422
vendas@cikaeletronica.com
www.cikaeletronica.com

Display LCD Touchscreen Inteligente

O novo Display LCD Touchscreen Inteligente – DGUS, da VICTOR VISION, empresa parceira exclusiva no Brasil da DWIN TECHNOLOGY, é um módulo LCD com controladora e touchscreen integrados e comunicação serial UART. Com funções GUI (*Graphical User Interface*) completas, o usuário pode diminuir o ciclo de P&D por meio dos nossos softwares de *design* e programação totalmente visuais e livres, possibilitando zero linhas de código para a criação de interfaces touchscreen e desenvolvimento de IHM sem custos adicionais.

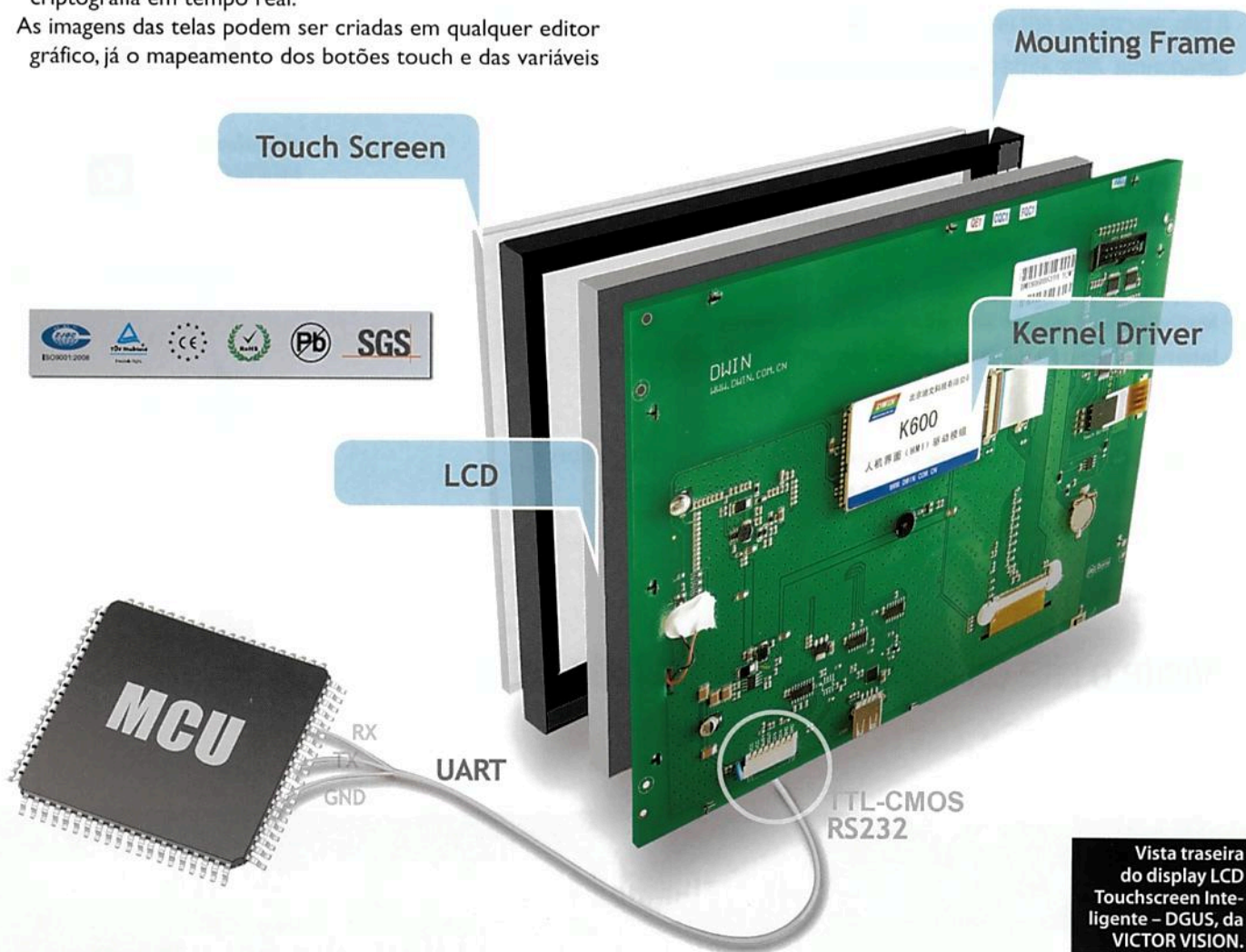
O display apresenta memória interna de alta capacidade de armazenamento, com 224 MB para imagens, 56 KB para variáveis, 32 MB para fontes, ícones, botões, mapeamento touch, configurações e *buffer* para traçar até 8 curvas simultâneas. Com telas em diversos tamanhos, de 3,5" até 18,5" em formatos widescreen (16:9) e normal (4:3), modelos de 16-bit ou 24-bit de cores, e em resoluções variadas (320x240/ 480x272/ 640x480/ 800x480/ 800x600/ 1024x768), a atualização do sistema e programação da tela podem ser realizadas via Cartão SD, com tecnologia de criptografia em tempo real.

As imagens das telas podem ser criadas em qualquer editor gráfico, já o mapeamento dos botões touch e das variáveis

são projetados e criados pelo software gráfico disponibilizado sem custo adicional. A comunicação, controle dos dados e ações são realizadas via UART - RS232 / TTL-CMOS (com apenas duas conexões, Rx e Tx) possibilitando que qualquer MCU (ex.: 8052, PIC, ARM e MSP) controle o display via serial. Os módulos ainda oferecem alta resistência a vibração (10-55 Hz; 1,5 mm, 10 g), choque (6 mS, 100 g), temperatura (-40°/ 85°C) e ESD (8-15 kV).

Para facilitar o desenvolvimento e personalização, o sistema ainda possibilita a inclusão de bibliotecas com fontes e ícones próprios e personalizáveis, e com a opção multimídia - Áudio/Vídeo, possibilita um *player* de vídeos e músicas, e saída de áudio estéreo.

A VICTOR VISION presta suporte técnico, treinamento, manutenção, toda assistência no desenvolvimento, logística e estoque local, com a parceria exclusiva com a DWIN TECHNOLOGY, companhia global e líder de mercado, com tecnologia de ponta, concentrada principalmente na pesquisa e fabricação de módulos LCD TFT Serial – IHM.





the Power of TWO

RENEASAS & Micrium

Escolha uma MCU RX ou RL78 da Renesas. Receba o RTOS da Micrium, Middleware, Suporte e muito mais, DE GRAÇA!

The Power of Two

De 10-Set-2012
a 31-Mar-2013
Oferta Estendida

VALOR:
\$111,000*

GRÁTIS Micrium RTOS



GRÁTIS Micrium Middleware



GRÁTIS Kits e Placas Renesas



GRÁTIS Micrium Suporte



The Power of Two – Renesas & Micrium

Renesas e Micrium juntam forças para trazer uma excitante oferta para usuários comerciais das MCUs RX e RL78 da Renesas.

Cientes do RX e do RL78 podem ter de graça:

- O Kernel multitarefa determinístico em tempo-real da Micrium – µC/OS-II ou µC/OS-III (licença única por produção)
- Middleware (TCP/IP, USB, Sistema de Arquivos e outros)
- Um ano de suporte e manutenção da Micrium

O novo projeto do cliente deve usar uma MCU Renesas RX ou RL78, em uma aplicação comercial.

Para informações mais recentes sobre a promoção The Power of Two:

am.renesas.com/micrium

Nosso Representante de Vendas



Nossos Distribuidores



© 2013 Renesas Electronics America Inc. (REA). All rights reserved. All trademarks are the property of their respective owners

The Power of Two Micrium – Produtos na Promoção		
Kernel	µC/OS-II	µC/OS-III
TCP/IP	µC/TCP-IP	
TCP/IP Extensões	µC/DHCPc µC/FTPc µC/TFTPc µC/HTTps	µC/POP3c µC/SMTpc µC/TELNETs
USB-Device	µC/USB Device PHDC HID MSC	CDC ACM
USB-Host	µC/USB Host HID MSC CDC	ACM Printer classes
Sistema de Arquivos	µC/FS – FAT12/16/32	
CAN	µC/CAN	
CANOpen	µC/CANopen	
Modbus	µC/Modbus	
Visualização de Dados	Sim (µC/Probe) – grátis para 1 computador	
Valor Total dos Produtos Gratuitos	\$111,000 USD*	

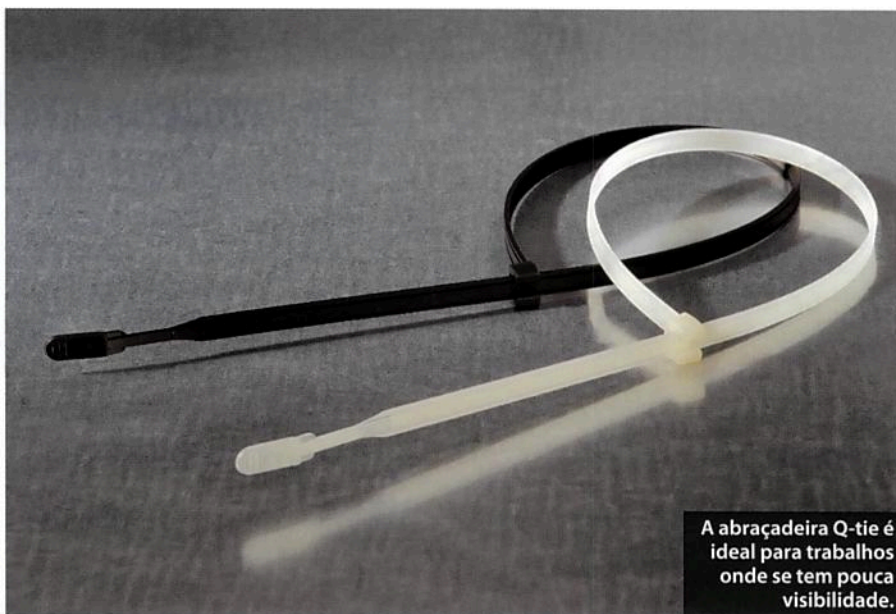
* Baseado no uso de todos os itens disponíveis na promoção.



A HellermannTyton lançou sistemas inteligentes de amarração de fios e cabos

Entre eles, destaca-se a linha de abraçadeiras Q-Ties, um revolucionário sistema de amarração, cujo desenho inovador da abertura da cabeça permite uma inserção até em circunstâncias mais difíceis, de forma fácil e rápida.

A abraçadeira Q-tie é o produto perfeito para aplicações onde seja necessário trabalhar com luvas e com pouca visibilidade. Além disso, essas abraçadeiras possuem função pré-fecho integrada, que permite a opção de fecho temporário ou definitivo, evitando desperdício e esforço adicional em caso de aplicações incorretas ou incompletas. São fabricadas em poliamida 6.6 (PA66), nas cores natural ou preta. A temperatura de trabalho varia de - 40°C a +85°C e possui flamabilidade UL94V2.



A abraçadeira Q-tie é ideal para trabalhos onde se tem pouca visibilidade.

Conjuntos montados da Corona Brasil

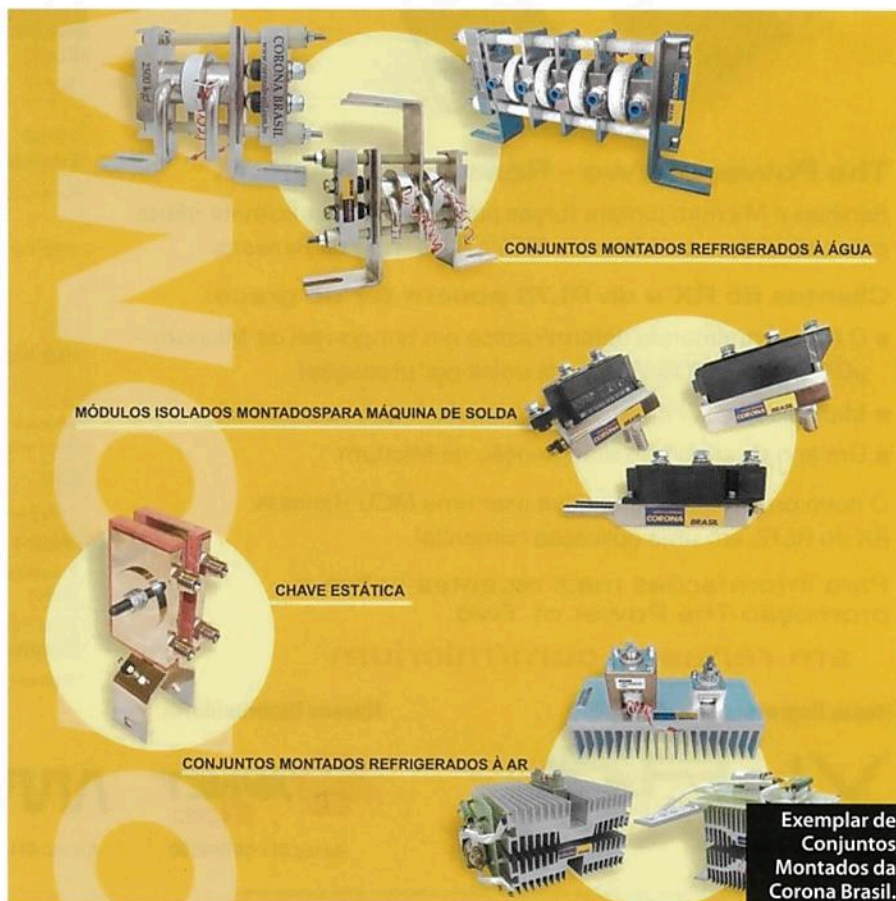
Os conjuntos montados com Semicondutores de Potência pela Corona Brasil são desenvolvidos e projetados por nossa engenharia de acordo com a necessidade do cliente. São compostos pelo semicondutor de potência, dissipador térmico, grampo de fixação e circuito RC.

O semicondutor de potência (Tiristor e/ou Diodo) é da marca Westcode/Ixys, da qual somos distribuidores autorizados no Brasil e na América Latina.

Dissipadores Térmicos com refrigeração a ar (perfis de mercado fabricados em alumínio) ou a água, com desenvolvimento e fabricação 100% Corona (fabricados em cobre eletrolítico com tratamento superficial em níquel-cromo).

Grampo de Fixação (fabricados em aço inox ou aço 1045, com tratamento superficial de níquel-cromo, com torque pré-definido de acordo com o semicondutor a ser utilizado e arruela de destrave indicadora do torque).

O Circuito RC é composto por capacitor e resistor, montado em placa isolante.



CONJUNTOS MONTADOS REFRIGERADOS À ÁGUA

MÓDULOS ISOLADOS MONTADOS PARA MÁQUINA DE SOLDA

CHAVE ESTÁTICA

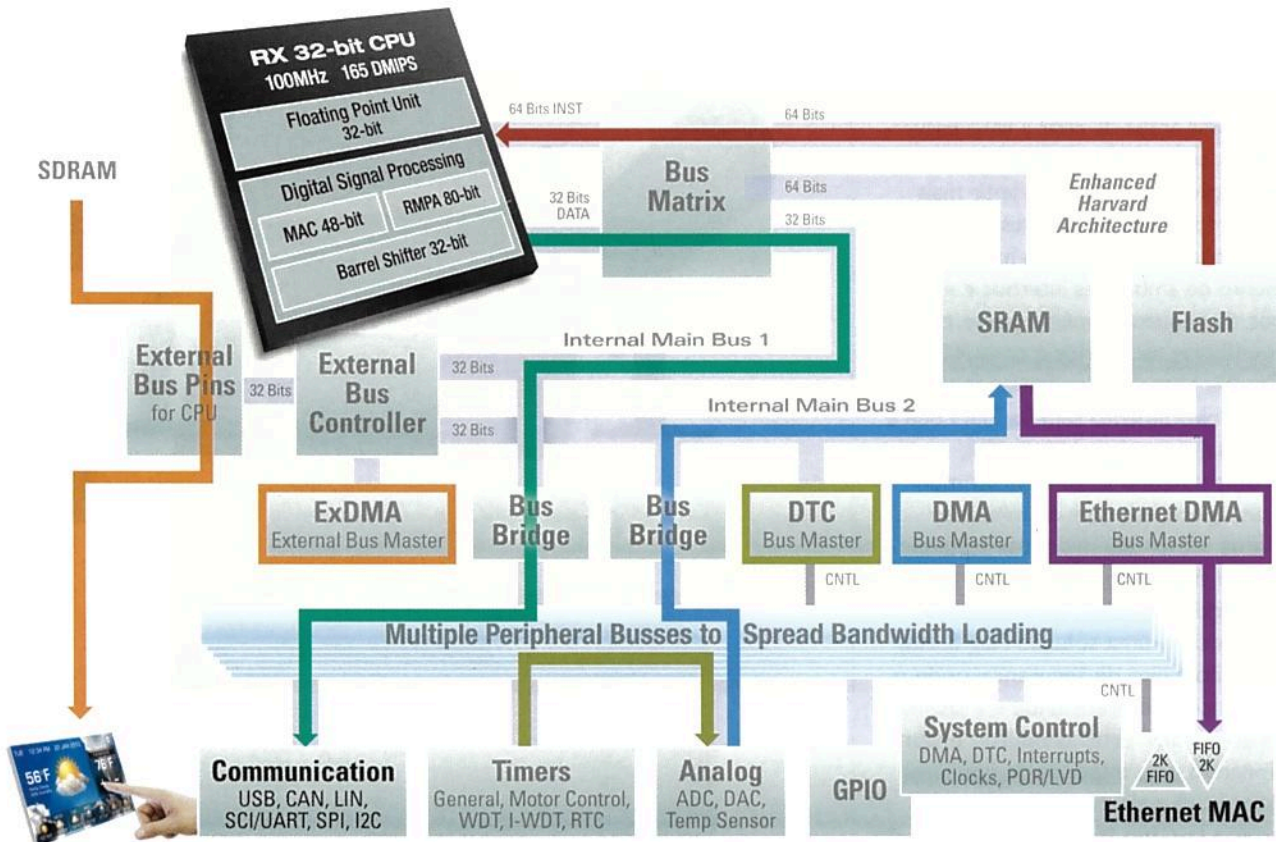
CONJUNTOS MONTADOS REFRIGERADOS À AR

Exemplar de Conjuntos Montados da Corona Brasil.

MCU RX600 de Alta-Performance em 32 bits Para as Suas Mais Exigentes Aplicações de Conectividade



Dotado de múltiplos controladores de dados e da única Flash embarcada de 100MHz, o microcontrolador RX600 processa dados em alta velocidade, é capaz de lidar com todas as suas necessidades de conectividade, incluindo acionar diretamente displays TFT ("Direct Drive LCD"), Ethernet, USB e CAN.



Acionamento Direto de TFTs

Duas USB

CAN

Ethernet

Experimente!

Registre-se para obter um kit de demonstração do RX62N GRATUITO.

- Conecta-se a uma porta USB do PC para exibir as características e capacidades das MCUs RX600
- Placa da MCU RX com "debugger" J-Link integrado e um enorme conjunto de periféricos, incluindo Ethernet, CAN e USB
- Display gráfico
- Entrada/Saída de Áudio
- Acelerômetro de 3 eixos
- O CD de instalação contém o IDE da Renesas (HEW), ferramentas, software demo da Micrium e muito mais



Nosso Representante de Vendas



Nossos Distribuidores



am.renesas.com/rx



© 2013 Renesas Electronics America Inc.



Intelbras aposta no conceito "Faça você mesmo" e lança linha de monitoramento de fácil instalação

Kit de monitoramento sem fio com tela de LCD e olho mágico digital são os primeiros produtos da linha "Easy Home", ideais para usuários domésticos e para pequenos negócios

A Intelbras acaba de criar a linha Easy Home, composta por produtos de fácil instalação e voltados a garantir mais conforto aos consumidores que buscam uma solução simples para monitoramento de ambientes internos e externos, de pequeno a médio porte, como residências, escritórios e consultórios. Os dois primeiros lançamentos são o kit de monitoramento sem fio EHM 606 e o olho mágico digital EHO 201.

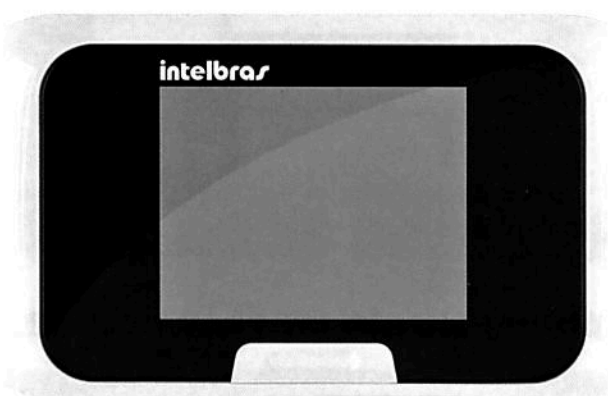
"Acompanhando as tendências mundiais, queremos com a Linha Easy Home inovar em produtos voltados para o segmento residencial e para pequenos negócios, apresentando ao mercado uma solução *Plug & Play* neste conceito de segurança, onde o diferencial é a praticidade e a facilidade ao instalar estes produtos, proporcionando uma experiência confiável assegurada pela marca Intelbras," explica Luciano Madalosso, gerente do segmento responsável.

Apostando nos conceitos de "Faça você mesmo" e "Plug & Play", o EHM 606 é um kit composto por duas câmeras sem fio e um monitor LCD de 7 polegadas. Equipadas com microfone, visão noturna e sensor de movimento com alarme, as câmeras apenas precisam ser ligadas na tomada para se comunicarem com o monitor sem fio, o que torna a instalação tão fácil que pode ser realizada pelo próprio usuário. O monitor LCD tem bateria interna e saída AV, que permite utilização de TV para o monitoramento.

Com o lançamento das câmeras avulsas (EHC 101), previsto para o primeiro semestre de 2013, o sistema se torna expansível para até quatro câmeras com gravação simultânea de todas elas, e a visualização pode ser alterada entre uma única câmera ou multiquadros. O kit também é ideal para



Kit de monitoramento sem fio EHM 606.



Monitor de 7 polegadas da Intelbras.

monitorar crianças, idosos, animais, ou áreas externas. Com aparência de *tablet*, o monitor pode ser levado para qualquer ambiente (mantendo a comunicação do sinal com as câmeras) ou ser fixado na parede.

A outra novidade da linha é o olho mágico digital EHO 201. O aparelho substitui o olho mágico convencional por uma câmera que é acionada toda vez que alguém toca sua campainha, registrando automaticamente o visitante em vídeo ou foto em um cartão de memória microSD. É ideal para famílias e pessoas que moram sozinhas ou viajam com frequência, além de ser

excelente para controlar o acesso em estabelecimentos comerciais.

A navegação e visualização das imagens gravadas é toda feita na tela de LCD que acompanha o equipamento, dispensando a compra de mais aparelhos para o sistema. O ângulo de visão de 120°, maior que o olho mágico convencional, facilita a visualização, e a câmera também consegue registrar imagens no escuro, ampliando a segurança do local. Os 2 primeiros lançamentos - kit de monitoramento sem fio EHM 606 e olho mágico digital EHO 201 - já estão disponíveis em todo Brasil em *home centers*, varejos especializados e lojas virtuais.



KINETIS MCUs

LIBERE TODO O POTENCIAL
DO SEU PROJETO

Faça o melhor com o MCU com Melhor Eficiência em Consumo de Energia do Mundo

Construído sobre o core Cortex™-M0+, a série Kinetis L de microcontroladores combina o baixo-consumo, baixo-custo e facilidade de uso do mundo 8 e 16-bits com a performance e escalabilidade dos MCUs de 32-bits.

A série Kinetis L libera das limitações dos projetos de 8 e 16 bits críticos a consumo de energia enquanto fornece um caminho de migração escalável para maior performance, memória e integração com recursos analógicos.

- A partir de < \$0.50 usd
- Líder na Indústria $\mu A/MHz$
- Compatível com a série de MCUs Kinetis K ARM Cortex™-M4
- Performance de 32 bits com escalabilidade em memória, recursos e pinagem
- Grande sucesso no Brasil, a placa de desenvolvimento Freedom Board (FRDM-KL25Z) com custo abaixo de 50 reais e pinagem compatível com shields Arduino.

Saiba mais em freescale.com/Kinetis/LSeries

Aprenda a desenvolver com a família no roadshow prático da Microgênios!

São Paulo Curitiba
Campinas Santa Rita do Sapucaí
Porto Alegre Recife

e mais cidades pelo Brasil.

*Ganhe 10% de desconto mencionando este anúncio

Treinamentos por todo Brasil!

Registre-se agora:
freescale.com/Brazil/Events



Entendendo as especificações de instrumentos de RF

As especificações de instrumentos de RF caracterizam o desempenho dos mesmos. Para acompanhar a constante evolução das tecnologias wireless, engenheiros de todos os níveis são convidados frequentemente a projetar e testar componentes de RF. Este artigo é a Parte 2 de uma série de três artigos criada para ajudar os engenheiros a entender as especificações básicas e avançadas de instrumentos de RF, que está focalizada em geradores de sinais de RF, analisando as especificações de tolerância de frequência, precisão do nível de saída, faixa de potência de saída, distorção por intermodulação, e largura de banda de modulação.

**Guilherme Yamamoto
Gustavo Peixinho
Renan de Azevedo
National Instruments**

Tolerância de frequência (precisão e resolução)

A Tolerância de Frequência descreve a precisão de frequência de uma frequência central ou sinal de portadora. Especificamente, a tolerância de frequência é o desvio máximo, em hertz, a partir de uma frequência central desejada. Esta especificação normalmente se aplica tanto aos geradores quanto aos analisadores de sinais vetoriais. Você pode utilizar um contador de frequências para medir a tolerância de frequência.

Uma variedade de componentes pode influenciar a tolerância de frequência, mas o oscilador local (OL) do instrumento tem o maior efeito. A síntese de RF de um OL é baseada em um circuito *phased-locked-loop* (PLL), logo a precisão do cristal oscilador, normalmente um cristal oscilador controlado por tensão (VCXO) ou um cristal oscilador controlado por temperatura (OCXO), pode afetar significativamente a precisão de frequência do OL. Por isso, a precisão da fonte de referência é tipicamente especificada em partes por bilhão (ppb).

Para geradores de sinais de RF que implementam o *upconversion* diretamente, a tolerância de frequência depende somente da precisão de frequência do OL. A **figura 1** mostra que tanto o OL quanto a precisão

de frequência do sinal de frequência intermediária (FI) podem afetar a tolerância de frequência em um gerador de sinais de RF.

Para algumas aplicações, a resolução de frequência do instrumento de RF é mais importante do que a precisão de frequência absoluta. Por exemplo, a precisão de frequência de alguns dispositivos wireless geralmente é de 100 Hz ou mais. A precisão de frequência do instrumento de RF nem sempre é essencial porque esses dispositivos utilizam processadores digitais de sinais (DSP) para remover os desvios da portadora.

Ao contrário da tolerância de frequência, a resolução de frequência é a capacidade de um instrumento alcançar frequências exatas em vez de coagir um sinal para a mais próxima frequência alcançável. Para geradores de ondas de RF contínuas e para geradores de sinais vetoriais de RF com *upconversion* direta, a resolução de frequência é baseada inteiramente na resolução de frequência do OL. Uma resolução de frequência mais precisa pode ser obtida por geradores de sinais vetoriais com uma arquitetura super-heteródina. Em alguns desses instrumentos, algumas técnicas de processamento de sinais, como sínteses digitais diretas, permitem que esses instrumentos atinjam uma resolução de frequência menor do que 1µHz.

Precisão do Nível de Saída

A Precisão do Nível de Saída caracteriza o erro de amplitude de um gerador de RF através de uma larga faixa de frequências. A precisão do nível de saída é medida em dB como o desvio a partir do nível de saída desejado. A **figura 2** revela que o nível de precisão de um gerador de sinais vetoriais é afetado por uma variedade de fontes, incluindo a linearidade do conversor digital/analógico (D/A), atenuadores, *mixers*, e até mesmo a temperatura.

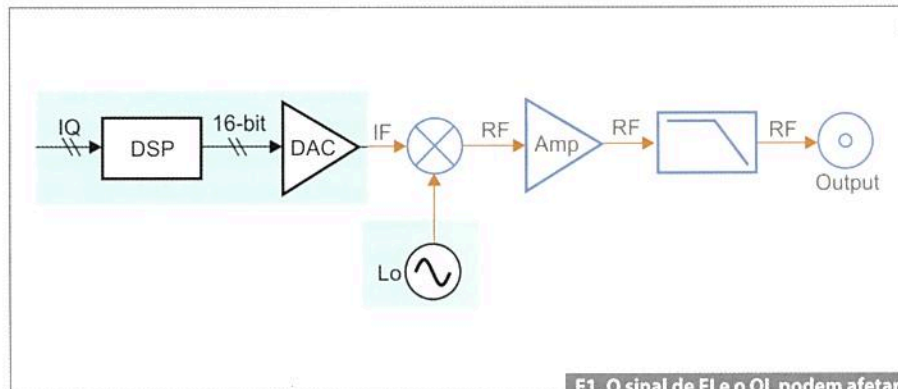
As variações destes componentes em relação ao desempenho ideal é muitas vezes previsível, e muitos geradores de sinais de RF podem alcançar níveis de precisão da saída melhores através de sofisticados esquemas de calibração.

“Entendendo as Especificações de instrumentos de RF – Parte 1”, desta série, detalha o ROE, que é uma das mais interessantes contribuições ao nível de precisão da saída. O ROE é resultado de um pequeno descasamento de impedância (a partir de 50 Ω) no sistema. Descasamentos de impedância causam reflexões do sinal que reduzem o nível de precisão da saída porque as reflexões podem significativamente afetar a amplitude da saída de RF.

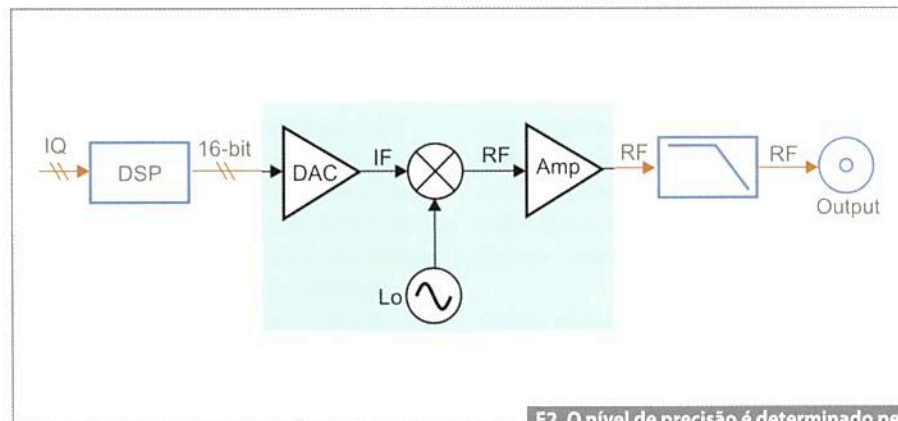
A precisão do nível da saída é particularmente importante em aplicações de banda larga. Diferentes níveis de potência através da faixa de frequências podem distorcer um sinal modulado e aumentar as medidas da Magnitude do Vetor de Erro (EVM, do inglês *Error Vector Magnitude*). Por exemplo, um receptor WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) requer 5 MHz de largura de banda. Se o nível de potência através desta banda for inconsistente, a demodulação dos símbolos será afetada negativamente. De fato, qualquer esquema de modulação de ordens superiores, como 256-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), pode ser afetado por pequenas variações de amplitude dentro da banda em interesse. Assim, a degradação do EVM para esquemas de banda larga com alta ordem de modulação é resultado da baixa precisão do nível da saída.

Faixa de potências de saída

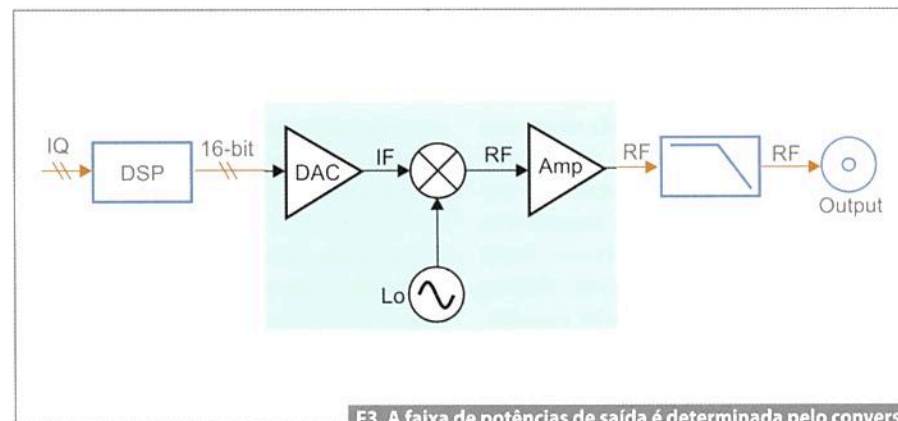
A Faixa de Potências de Saída indica a faixa de potências disponíveis para os sinais gerados. A potência de saída é a potência gerada que é transmitida, medida em dBm, pelo instrumento de RF antes do sinal viajar através de qualquer meio. Assim, a faixa de potências de saída não considera as perdas criadas pelo canal de transmissão. Você pode aplicar o ganho do canal de transmissão à potência de saída para calcular a potência efetivamente irradiada (ERP, do inglês *Effective Radiated Power*). A **figura 3** ilustra que a faixa de potências de saída é determinada



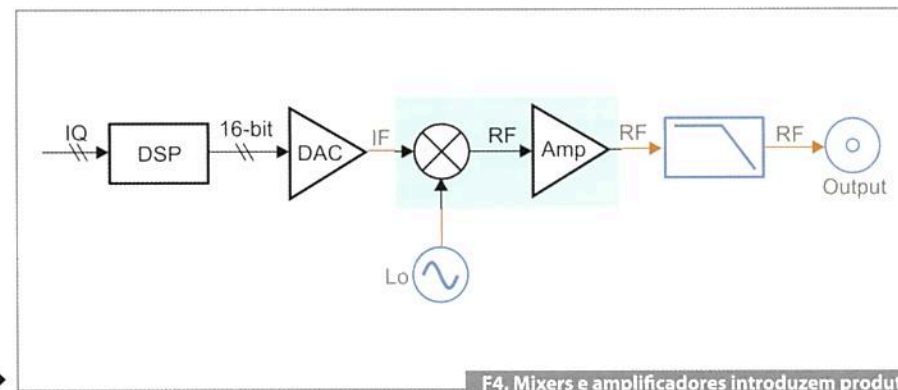
F1. O sinal de FI e o OL podem afetar a tolerância de frequência.



F2. O nível de precisão é determinado pelo conversor D/A, pelo mixer e pelo filtro.



F3. A faixa de potências de saída é determinada pelo conversor D/A, pelo mixer, e pelo ganho do amplificador.



F4. Mixers e amplificadores introduzem produtos de distorção de terceira ordem.

pela potência de FI gerada pelo conversor D/A e qualquer ganho que é aplicado durante a *upconversion*.

As potências máxima e mínima de saída de um gerador de sinais de RF são especificações importantes. Durante a especificação da potência mínima, o ruído de fundo do instrumento e qualquer espúrio de baixo nível determinam a mínima potência de sinal utilizável. Por exemplo, se um instrumento tem um ruído de fundo de -140 dBm/Hz, um usuário somente alcançará uma faixa dinâmica efetiva de 80 dB em níveis de potência iguais ou maiores do que -60 dBm. Assim, quando determinar a mínima potência de saída, o ruído de fundo do dispositivo também deve ser considerado. Por exemplo, considere os dispositivos GPS (*Global Positioning System*). Devido a esses dispositivos utilizarem sinais de baixo nível, eles requerem um instrumento com o menor ruído de fundo possível.

A máxima potência de saída tipicamente é função da linearidade do amplificador. Devido aos amplificadores de RF introduzirem produtos de distorção à medida que se aproximam do ponto de saturação, as especificações de máxima potência de saída são mais úteis quando consideradas em conjunto com as especificações de distorção. Para a maioria das aplicações, a potência de saída requerida depende dos requisitos do dispositivo sob teste (DUT, do termo em inglês *Device Under Test*). Por exemplo, dispositivos como os transceptores *Low Power Device* 433 MHz são dispositivos de curto alcance que transmitem cerca de 10 mW. Para testar estes dispositivos, a máxima potência de saída requerida é -20 dBm para uma conexão direta com o DUT. Por outro lado, as especificações de códigos eletrônicos de produtos permitem que transmissores de identificação por radiofrequência transmitam até 1 watt de potência (+30dBm). Este nível está fora do intervalo da maioria dos geradores de sinais vetoriais, logo é necessária a utilização de amplificadores externos.

Distorção por intermodulação

A Medição dos Produtos de Distorção de terceira ordem de um instrumento de RF gera a especificação “distorção por in-

termodulação” (IMD3, do termo em inglês *Intermodulation Distortion*), que caracteriza a linearidade do instrumento de RF. Em um sistema de RF, componentes como mixers e amplificadores frequentemente introduzem produtos de distorção. Esses produtos de distorção se tornam mais evidentes à medida que os componentes se aproximam dos níveis de saturação, além de estarem ainda presentes mesmo em níveis baixos de energia. A **figura 4** destaca cada um dos componentes responsáveis pela IMD3.

Note que nesta figura a distorção é mais predominante na cadeia de sinal de RF onde os mixers e amplificadores são utilizados.

Uma das formas mais simples de especificar os produtos de distorção de terceira ordem é com um teste de intermodulação de dois tons. Com esse teste, dois tons de mesmo nível de potência e em frequências diferentes (normalmente espaçadas com algumas centenas de quilohertz) são gerados por um gerador de sinais vetoriais. Você pode observar os produtos de distorção e os dois tons de interesse após a geração. A **figura 5** mostra os produtos de um teste de IMD3.

Conforme a figura ilustra, os produtos de distorção de segunda ordem ($f_2 - f_1$, $2f_1$, $f_1 + f_2$, e $2f_2$) são gerados longe do sinal de interesse. Por conseguinte, esses produtos de distorção podem ser facilmente filtrados sem afetar o sinal desejado. Entretanto, os produtos de distorção de segunda ordem também produzem distorção com os tons fundamentais. Como resultado temos os produtos de terceira ordem, que são muito mais problemáticos.

A figura 5 mostra que a distorção de terceira ordem existe tanto longe do sinal de interesse ($3f_1$, $2f_1 + f_2$, $f_1 + 2f_2$, e $3f_2$) quanto perto do sinal de interesse ($2f_1 - f_2$, $2f_2 - f_1$). Muitos dos produtos de distorção de terceira ordem podem ser filtrados, mas os produtos próximos ao sinal de interesse não podem. Deste modo, esses produtos de distorção são muito utilizados como uma medida da linearidade de saída do sistema. Assim, o IMD3 especifica a diferença de amplitude em dB entre os tons fundamentais e os produtos de distorção de terceira ordem. Devido às distorções serem mais prevalentes em

níveis de potência maiores, a especificação da potência de saída de uma medida de IMD3 também é importante.

A IMD3 é uma importante e interessante especificação de RF. Os produtos de intermodulação não podem ser facilmente filtrados por estarem próximos ao sinal de interesse. Portanto, os produtos de distorção podem afetar significativamente a precisão de uma forma de onda modulada. Esses efeitos normalmente são observados no desempenho degradado da EVM do instrumento. Assim, a distorção IMD3 é mais significativa em sistemas com requisitos rigorosos de desempenho de EVM. Testes em receptores com esquemas de modulação de altas ordens (como 64-QAM) resultam em requisitos de EVM mais rigorosos. Para esses dispositivos, escolha um instrumento com excelentes especificações de distorção.

Largura de banda de modulação (I/Q Rate)

Outra especificação de geradores de sinais de RF que é crítica para geradores de sinais vetoriais é a largura de banda de modulação de RF. A Largura de Banda de Modulação é definida pela máxima taxa de amostragem em banda base, ou I/Q rate. Essa largura de banda é uma derivação do teorema de amostragem de Shannon, o qual afirma que uma forma de onda digital deve ser atualizada pelo menos duas vezes mais rápido que a largura de banda do sinal para que a forma de onda digital seja precisamente gerada. A largura de banda de modulação é controlada diretamente pelo gerador de forma de onda aleatória (ARB, do termo em inglês *Arbitrary Waveform Generator*) do equipamento de RF, destacado na **figura 6**. Em alguns instrumentos, particularmente os mais antigos, o *front-end* de RF do equipamento pode realmente ser maior do que a largura de banda de modulação.

Reciprocamente, a largura de banda de passagem do *front-end* de RF pode afetar a largura de banda de modulação se a largura de banda do *upconverter* for menor que a largura de banda gerada pelo ARB. Ao gerar sinais modulados com um gerador de sinais vetoriais, a largura de banda útil do instrumento é apenas tão larga quanto a largura de banda de modulação do instrumento.

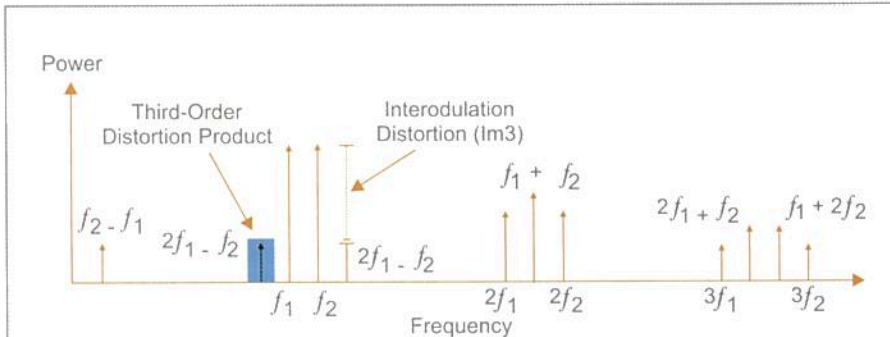
A máxima taxa de amostragem em banda base (I/Q rate) define a largura de banda de modulação e é altamente dependente das capacidades de processamento do instrumento. A **figura 6** destaca o *back-end* digital de um diagrama de blocos de um gerador de sinais vetoriais. A largura de banda do sinal de FI (ou sinal em banda base, dependendo do método de *upconversion*) determina a largura de banda da saída de RF.

Para muitas aplicações, a largura de banda de modulação frequentemente é uma especificação não negociável que é determinada pelo padrão de comunicação em particular. Por exemplo, a geração de sinal WiFi (IEEE 802.11g) requer uma largura de banda de modulação de até 20 MHz. Em contraste, a geração de canais de celular WCDMA requer somente 5 MHz de largura de banda de modulação. Em cada uma dessas aplicações, é importante ter uma largura de banda de modulação que seja muito maior do que o sinal sendo gerado. Os conversores D/A *Sample-and-Hold* produzem *aliases* em múltiplos de sua taxa de amostragem. Consequentemente, uma sobreamostragem do sinal pode levar as imagens em banda base ou FI para longe da largura de banda de interesse.

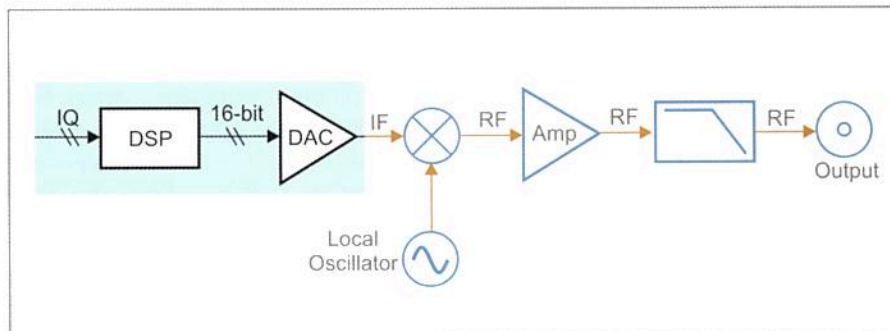
Uma variedade de estratégias pode ser utilizada para aumentar a largura de banda de modulação do instrumento. Por exemplo, frequentemente os geradores de sinais vetoriais que fazem a *upconversion* diretamente suportam entradas externas de sinais I&Q em banda base para aumentar a largura de banda de modulação do instrumento. Adicionalmente, outros instrumentos utilizam técnicas de processamento de sinais para maximizar a taxa de amostragem em banda base (ou FI) sem a necessidade de armazenar uma forma de onda adicional. Muitos instrumentos NI PXI e NI PXI Express suportam a transferência de dados contínua de unidades de dados digitais na largura de banda de RF total do instrumento.

Conclusão

As especificações descritas neste artigo são apresentadas devido à sua importância na caracterização de geradores de sinais, bem como de todo o sistema de RF. Na parte 3 desta série serão explicadas algumas especificações comuns utilizadas para caracterizar os analisadores de sinais vetoriais de RF, como faixa dinâmica, largura de banda de resolução, e ruído de fundo. **E**



F5. Produtos de distorção de segunda e terceira ordem de um sinal de dois tons.



F6. A largura de banda de modulação é determinada pela interface digital e pelo conversor D/A.

Necessita Potência? Pense GlobTek!

Carregadores inteligentes de baterias oferecem operação trifásica

Disponível em versões fornecendo 4,2 V, 8,4 V ou 12,6 V a 1 A para atender configurações de simples ou múltiplas baterias, a família GTM91128 de carregadores inteligentes de baterias Li-Ion da GlobTek opera com três modos de carga: condicionamento, corrente constante e voltagem constante. Os dispositivos de entrada universal possuem recurso de finalização de carga mínima com temporizador de backup totalmente carregado e LEDs indicadores do estado da carga. A família de carregadores inteligentes de baterias também vem com plugues intercambiais...**para mais informações visite www.globtek.com**



Comutadores aprovados para área médica com estrutura aberta fornecem até 240 W

Adequada para ampla variedade de aplicações médicas, ITE

e PoE, a família GTM91110P240 de fontes de alimentação ca/cc de estrutura aberta da GlobTek fornece até 240 W de potência, ocupando espaço de 3 x 5 polegadas. Os dispositivos são fornecidos configurados em fábrica com saídas de 12 a 55 V (em incrementos de 0,1 V). Disponíveis em versões Classe I ou II, as fontes de alimentação de 1,75 polegada de altura apresentam eficiência de 85% com carga plena e...**para mais informações visite www.globtek.com**

Bateria recarregável fornece dados sobre estado da carga

Fornecendo capacidade inteligente de energia recarregável para avançados dispositivos portáteis e remotos, o conjunto BL3100C1865004S1PSQA de baterias Li-Ion da GlobTek incorpora funcionalidade de medição do estado para fornecer dados importantes sobre a carga. O conjunto de 14,4 V possui capacidade de 3.1 Ah e também incorpora um circuito de proteção. "Você não pode mais colocar uma bateria em um dos produtos comuns atuais sem fornecer um meio para verificar o estado da carga, pois a vida útil...**para mais informações visite www.globtek.com**



GlobTek® Inc.
"your power partner"



www.globtek.com

Torne seus produtos mais atraentes usando Displays LCD: TFT gráficos, controlados pelos MCUs Renesas RX

A família RX de microcontroladores de 32 bits é uma excelente escolha para diversas aplicações que incluem: conectividade, controle de motores, automação industrial, instrumentação e eletrodomésticos. Todas estas aplicações podem utilizar um LCD-TFT com gráficos, mas por que usar um microcontrolador RX?

Os MCUs RX da Renesas consistem numa ótima escolha porque seu vasto ar-

ranjo de periféricos, que facilmente auxilia na implementação daquelas aplicações, inclui MAC Ethernet 10/100, USB, CAN, controlador de motor, *timers* e ADCs de 12 bits, entre muito outros. Este poderoso conjunto de periféricos é reforçado por uma arquitetura de 32 bits com 1,65 DMIPS/MHz, FPU, DSP, manipulação de bits, interrupções rápidas (5 ciclos) e memória Flash de 100 MHz com zero "wait-states", que viabiliza uma performance verdadeira

de 165 DMIPS. Mas, o ponto-chave pelo qual o RX é perfeito para implementar estas aplicações é a capacidade de controlar um LCD-TFT gráfico sem a necessidade de um controlador externo. O RX consegue fazer isso com o seu controlador de DMA e um *timer* apenas.

Controlador de DMA

O controlador de DMA consegue controlar externamente painéis LCD-TFT de forma direta com o uso de um timer para criar a temporização do LCD e os sinais de sincronização. Ele também gerencia a movimentação de dados RGB da memória de "frame buffer" (SDRAM, SRAM, PSRAM) para o LCD. Isso dá ao RX diversas vantagens sobre as soluções da concorrência, com custos reduzidos e performance superior.

Custos Reduzidos

O DMA controla externamente os sinais do LCD-TFT, eliminando a necessidade de um controlador externo. Esta característica não apenas reduz o custo do próprio *chip*, como também economiza espaço na placa e reduz o tempo de desenvolvimento necessário para aprender e programar o controlador externo de LCD. A solução baseada no RX inclui, ainda, *drivers* gratuitos e um software GUI para auxiliá-lo a ir mais rápido.



F1. YLCDRSKRX62NS - Kit de Demonstração de Acionamento Direto do LCD-TFT com RX62N (RX62N TFT-LCD Direct-Drive Demo Kit).

Performance Superior

Usar o DMA para controlar externamente o LCD-TFT e mover os dados RGB reduz drasticamente a carga da CPU. A carga é de apenas 5% quando a CPU atualiza o painel em 60 Hz. Isto significa que ainda restam 150 DMIPS para rodar um RTOS, protocolos de comunicação, controlar motores e criar animações no display, se for desejado.

RX: Solução de Controle Direto para LCD-TFT - Uma solução rápida e fácil para adicionar LCD-TFT colorido ao seu projeto

- Solução de baixo custo com MCU de 32 bits para controlar painéis LCD-TFT coloridos até a resolução WQVGA;
- Somente 5% de carga sobre a CPU quando a atualização do painel LCD-TFT é de 60 Hz, com amplo poder de processamento disponível para executar o restante da aplicação;
- Biblioteca API gráfica gratuita e exemplos para avaliar os gráficos;
- Suporte de Terceiros para funcionalidades gráficas adicionais.

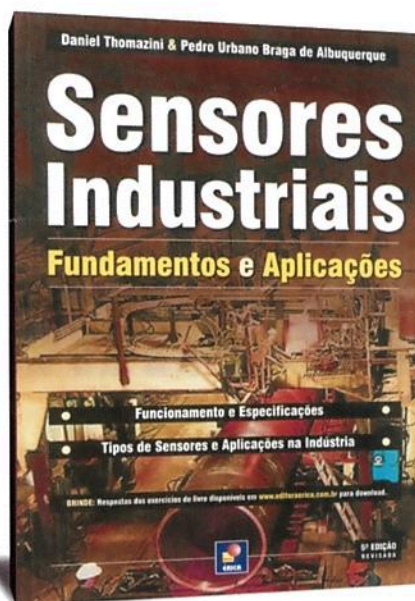
Conteúdo do Kit

O kit contém uma ferramenta completa Renesas Starter Kit com a adição do hardware de Acionamento Direto do LCD e programas de demonstração:

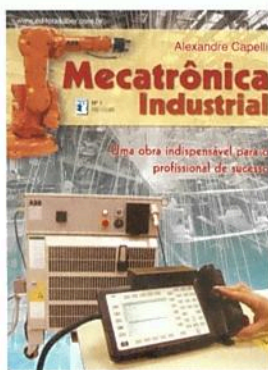
- Renesas - placa CPU do Starter Kit para o RX62N;
- Emulador EI, incluindo cabo target e cabo USB para conectar ao PC;
- Tela LCD de 4,5 polegadas WQVGA sensível ao toque, montada num painel base;
- Fonte de alimentação de 12VDC;
- Módulo LCD de caracteres com 2 linhas;
- Renesas Starter Kit em CD, incluindo a ferramenta de software HEW (*High performance Embedded Workshop*);
- Projeto da demonstração do Acionamento Direto do LCD em CD.

Sensores Industriais

Fundamentos e Aplicações

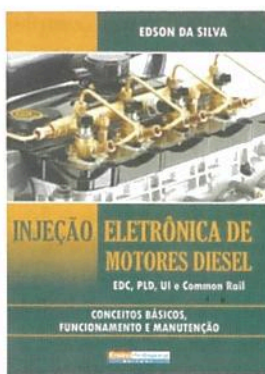


Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo.



Mecatrônica Industrial

A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



Injeção eletrônica de motores diesel

O conteúdo dessa obra refere-se aos sistemas de Gerenciamento Eletrônico dos motores Diesel, e basicamente estão apresentados de forma cronológica. Pretende colaborar com os Técnicos que atuam com motores de ciclo Diesel, discorrendo sobre funcionamento, Características, Regulagens, Diagnósticos.

Microcontroladores XMC1000 com core ARM Cortex-M0

Com a nova família de microcontroladores XMC1000, a Infineon Technologies passa a oferecer uma solução de 32 bits como alternativa a 8 bits. Combinando o core de processamento ARM Cortex-M0 de 32 bits com poderosos periféricos dedicados, ferramentas de desenvolvimento otimizadas e um processo produtivo de última geração, a família de microcontroladores XMC1000 da Infineon permite ao projetista usufruir da melhor performance com custo similar ao obtido com sistemas de 8 bits

**Dirk Heinen,
Arno Rabenstein**
Infineon Technologies

Amigração dos microcontroladores de 8 bits para 32 bits é uma realidade evidenciada com o número crescente de desenvolvedores migrando seus projetos. A introdução da família de microcontroladores XMC1000 da Infineon produzidos em tecnologia de 65 nm e em *wafers* de 300 mm viabiliza o uso destes em aplicações outrora implementadas em tecnologia de 8 bits, conferindo melhor performance e novos *features*. Clientes que utilizam um amplo sortimento de microcontroladores também se beneficiam do fato de que o XMC1000 é um complemento da família de microcontroladores XMC4000 introduzido no início de 2012, de *core* de processamento ARM Cortex M4.

Diversas unidades periféricas, tais como temporizadores, conversores A/D e interfaces de comunicação serial são de construção idêntica à dos produtos XMC4000. Tal compatibilidade abre inúmeras e variadas possibilidades ao desenvolvedor.

O ambiente de desenvolvimento DAVE para os microcontroladores XMC1000 está disponível gratuitamente.

Além de um certo número de funções periféricas já conhecidas da família XMC4000, os derivados XMC1000 ofere-

cerem características que, até o presente momento, não foram encontradas em microcontroladores de 8 bits (**figura 1**). Uma característica única para este tipo de produto é a gama de variantes de memória flash de 8 KB para 200 KB e funções especiais dedicadas a aplicações de iluminação LED, controle de motor e conversão de energia, com implementação facilitada graças ao auxílio do ambiente DAVE da Infineon.

Outro conceito bastante interessante é que o XMC1000 é IP Protection, um requerimento que endereça os requerimentos do mercado no que tange a proteção de software embarcado.

Com a sua gama de funções, a família XMC1000 atende um amplo escopo de aplicações como controles de motor, controle de LED, conversão de energia, sensores inteligentes, *touch screen* e *displays* de LED, além de inúmeras outras aplicações. Para este fim, os derivados da família de microcontroladores XMC1000 oferecerem poderosas entradas/ saídas de sinais, módulos para *touch sensing* e unidade patenteada pela Infineon para controle de brilho e cor de LED.

A memória flash com criptografia de 128 bits AES para proteção de software IP, o coprocessador matemático com 64 MHz para controles de motor mais eficiente, e

a correção de erro ECC complementam os features do XMC1000. Satisfazem também os requisitos definidos pela Norma IEC60730 classe B, como prescrito para a segurança de eletrodomésticos.

Três séries de produtos para várias aplicações

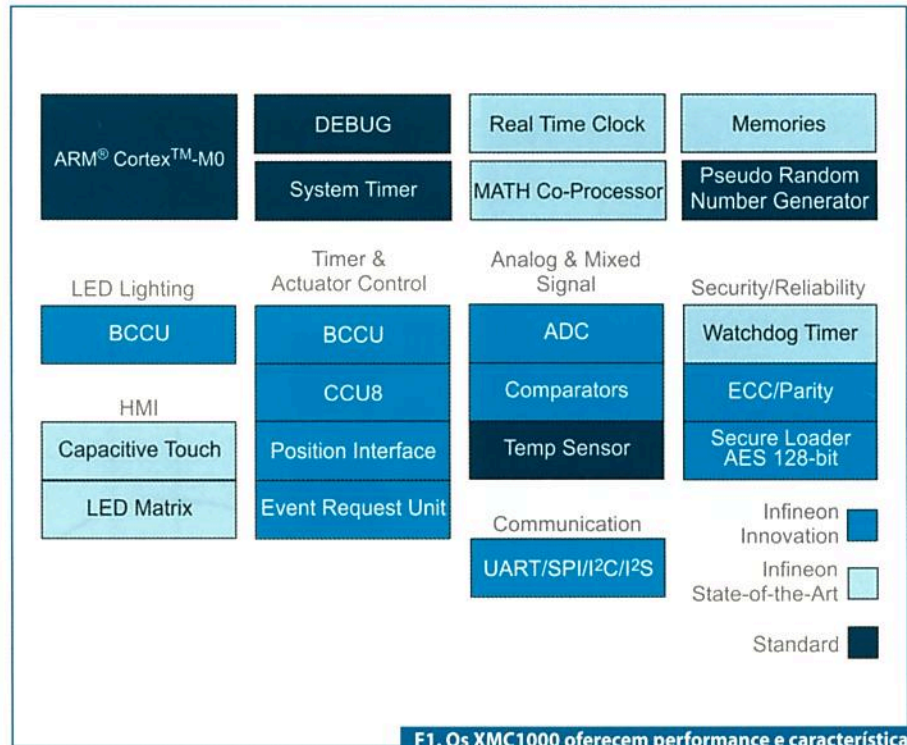
Com três séries de produtos (tabela 1) totalizando mais de 20 produtos, cada membro da família XMC1000 se aplica a diferentes aplicações.

A série de entrada, a XMC1100, oferece funções básicas para facilitar a entrada no mundo XMC. No entanto, estes microcontroladores já contam com conversores A/D de 12-bits e timers de 16 bits, que permitem gerar diversos padrões de PWM.

O XMC1200 conta com uma série de recursos adicionais, tais como a unidade para controle de cor LED RGB, unidade de controle de toque capacitivo e displays de LED. Além disso, as versões estão disponíveis para a gama de temperaturas estendida, de -40 °C até 105 °C.

A última série, mas não menos importante, é a XMC1300, especialmente dedicada para aplicações de controle de motor e controle digital para conversão de energia. Para este fim, além das excepcionais unidades de captura/comparação (CCU8), esta família também dispõe de uma interface de posição (POSIF).

Para a detecção exata da posição do motor, um poderoso coprocessador matemático permite a implementação de FOC (controle de campo orientado) sem sensor (*sensorless*) para motores elétricos. Além disso a família XMC1300 também oferece variantes para o intervalo de temperatura de até 105 °C.



F1. Os XMC1000 oferecem performance e características inovadoras de 32 bits a preços de 8 bits.

Poderosos, com metas definidas a partir de seus periféricos

A família XMC1000 incorpora inúmeras e poderosas funções periféricas para uma variada gama de aplicações industriais. Os principais recursos para a família XMC1000 são as unidades de timers CCU4 e CCU8. O módulo captura/comparação 4 (CCU4) se faz útil em sistemas que exigem temporizadores eficientes para o monitoramento e processamento de sinais, bem como a geração do sinal PWM. Isso facilita, por exemplo, a implantação de fontes chaveadas e equipamentos de UPS (*No Break*).

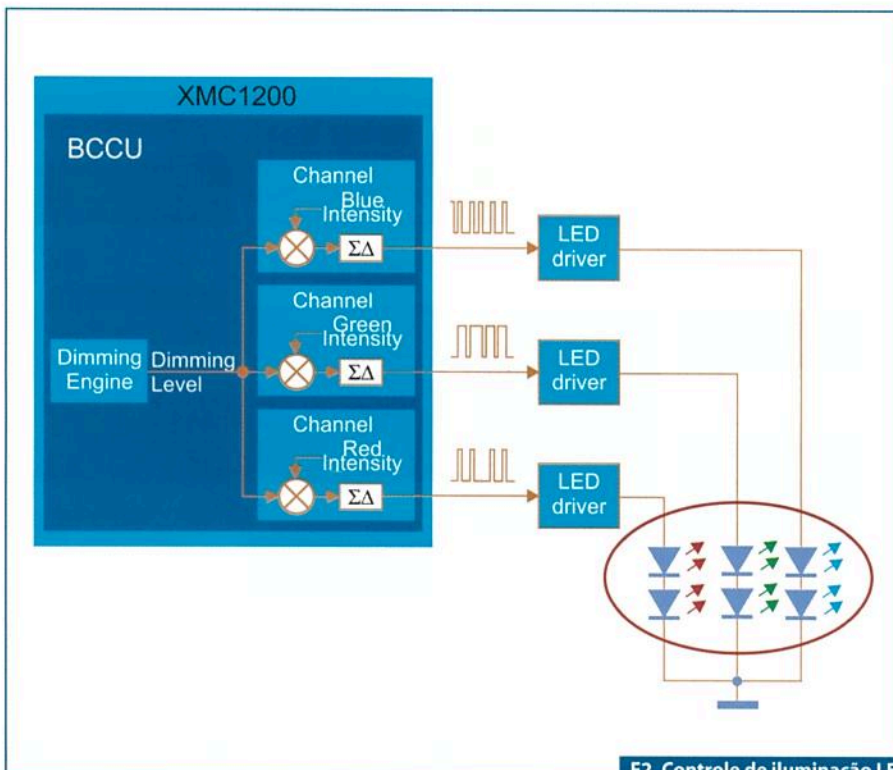
A unidade de captura/comparação (CCU4) foi projetada tendo como foco as aplicações de fontes chaveadas mas pode ser usada, por exemplo, para a geração de pulsos que, com o auxílio à função *dither*, promove a estabilização de circuitos de regulação lenta.

Os quatro módulos de 16 bits do temporizador permitem implementação em cascata 'timer slices'. Esta modularidade confere um código enxuto e de execução rápida. Cada *time slice* do CCU4 pode trabalhar em modo de comparação (um canal comparador) ou no modo de captura (com até quatro registros de captura). Além disso, é possível gerar até quatro saídas PWM independentes.

	XMC1100	XMC1200	XMC1300	
System Performance	Core	ARM® Cortex™-M0		
	CPU Frequency	32 MHz		
	Co-Processor	-	-	MATH ¹
	Flash Size	8-64 kB	16-200 kB	8-200 kB
	RAM Size	16 kB	16 kB	16 kB
Timers	POSIF	-	1x	
	CCU4 (4ch)	1x	1x	1x
	CCU8 (4ch)	-	-	1x
Signal Processing	ADC 12-bit	1x	1x (2x S&H)	1x (2x S&H)
	Comparator	-	Up to 3x	3x
Communication	Serial Channels (UART, SPI, I ² C, I ² S)	2 Channels	2 Channels	2 Channels
Application Specific	Touch Control/LED Display Matrix	-	Sim ²	-
	LED Dimming & Color Control	-	Sim ³	Sim ¹

¹ Not valid for all variants of this product series
² Only for XMC1201 sub-series
³ Only for XMC1202 sub-series

T1. Três séries.

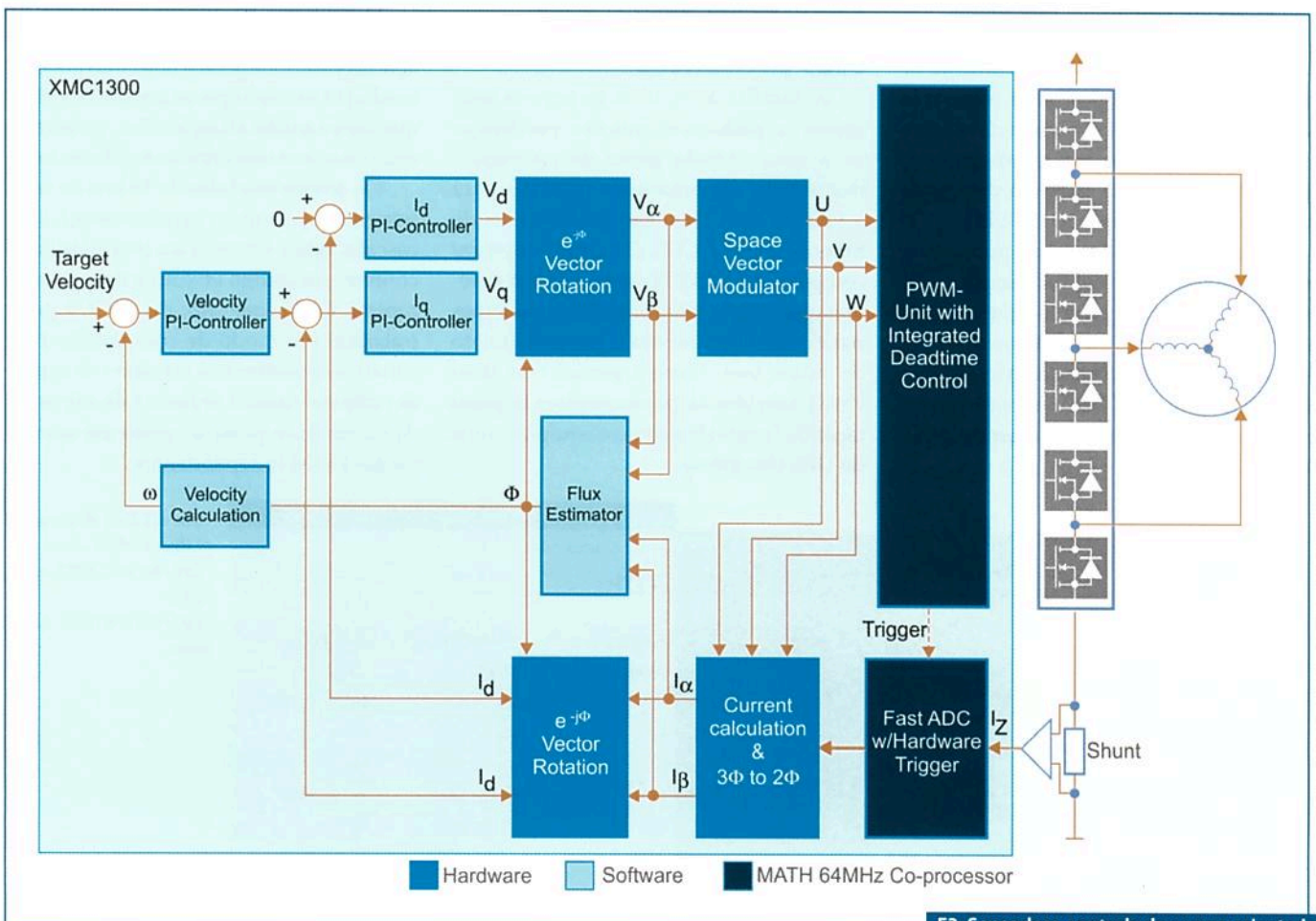


F2. Controle de iluminação LED com a unidade BCCU.

O CCU8 também suporta a geração de sinais PWM complexos úteis para controle polifásico com configuração e verificação de paridade que, integrados aos condicionadores de sinal do XM1000, fazem do CCU8 adequado para comando de motores polifásicos.

Quando em modo de comparação, dois canais do CCU8 estão disponíveis para comparar time slices, permitindo até quatro sinais PWM gerados por slice timer (até 16 por unidade CCU8) que podem ser programados para disparar o gerador de sinais PWM e o conversor A/D.

Os XMC1300 também compreendem módulos de posicionamento POSIF para uso com transdutores rotativos, sensores Hall e detectores de posição múltiplos. O módulo é utilizado para a filtragem do sinal de entrada, detecção de borda e os sinais de controle para o módulo de PWM e pode ser configurado para uma ampla gama de motores. Isso permite realização de controles simples e complexos utilizando registradores de velocidade e posição do motor.



F3. Sensorless, controle de campo orientado com os microcontroladores XMC1300.

O módulo LEDTS simplifica o controle de brilho de LEDs e painéis "touch sensing"

Usando o módulo USIC, é possível implementar diversos protocolos de comunicação serial, como ASC, SSC, I²C e I²S. O módulo USIC oferece dois canais de comunicação independentes com FIFO para utilização de *buffer* em aplicações que requerem maior latência.

O módulo de conversor A/D de aproximação sucessiva (SAR) oferece resoluções de 8, 10 ou 12 bits com amplificação ajustada individualmente para cada canal. Uma memória FIFO evita a perda de dados ao trabalhar com altas taxas de amostragem. Nas séries XMC1200/1300 existem dois estágios de *sample-and-hold* e comparadores analógicos de alta velocidade. O disparo desses conversores A/D pode ser executado a partir dos timers CCU4/CCU8.

Outros periféricos como o gerador de números pseudoaleatórios, *real time clock* (RTC) e *window watchdog timer* (WDT) complementam o produto.

Controle de LED inovador

As séries XMC1200 e XMC1300 contam com o módulo BCCU (Unidade de controle de brilho e cor) que automaticamente executa funções de dimerização e ajuste de cores para *drivers* de LED (figura 2).

Uma característica fundamental é a modulação automática de intensidade de alta frequência (PDM com 12 bits de resolução) que permite visualização sem cintilação. O ajuste exponencial de escurecimento e linear da intensidade permitem mudanças de cor naturais aos olhos, além do suporte a uma ampla variedade de LEDs.

Ainda usando os dois módulos LEDTS da família XMC1200, é possível medir a capacitância de até oito *pads* de toque, na topologia RO (oscilador de relaxação) para detecção de toque.

Controle eficiente de Motor

As unidades de temporização CCU4/CCU8 e a interface de posição POSIF proporcionam um meio simples para a determinação da posição e velocidade de um motor para um controle eficiente ▶



Bruno Paoleschi

CIPA

Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

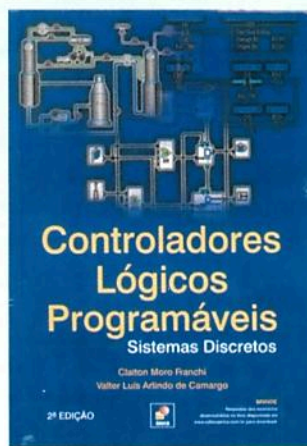
Guia Prático de Segurança do Trabalho

ISBN 978-85-359-1000-0
R\$ 12,90
PFP Livro e curso de PFP (CIPA) e de Segurança para aplicação de todo nível Profissional em empresas industriais, comércio e serviços.



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

Sistemas Discretos

Cláudio Mano Franchi
Václav Luis Arturino de Camargo

2ª EDIÇÃO



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

Newton C. Braga

- Conversores - Algoritmo de Baudot - Multiplex -
Inversão de Polaridade - Conversão Analógico - Digital -
Portas Lógicas - Lógica Combinacional - FF -
Sistemas de Numeração - Flip Flop - E mais...

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

de momento. O coprocessador matemático pode executar a controle de rotação vetorizado (transformação PARK) com resolução de 24 bits, o que por sua vez permite a implementação de poderosos algoritmos para controle de motor por campo orientado (figura 3).

Em conjunto com o bloco POSIF é possível implementar um codificador incremental e obter melhor precisão sem tornar o software complexo, uma vez que os dados correspondentes podem ser adquiridos ao mesmo tempo em que o controle e processado. Um filtro passa-baixa suprime o ruído e impulsos de interferência protegendo o sensor Hall e o transdutor de rotação, eliminando o que poderia levar a uma leitura errada de posição / velocidade.

Usando o CCU8 um canal comparador adicional, é possível definir diferentes tempos de atrasos para borda de descida e subida para gerar sinais de PWM assimétricos. As aplicações que tipicamente se beneficiam deste artifício são inversores trifásicos, módulo de inversor solar e conversores de meia ponte.

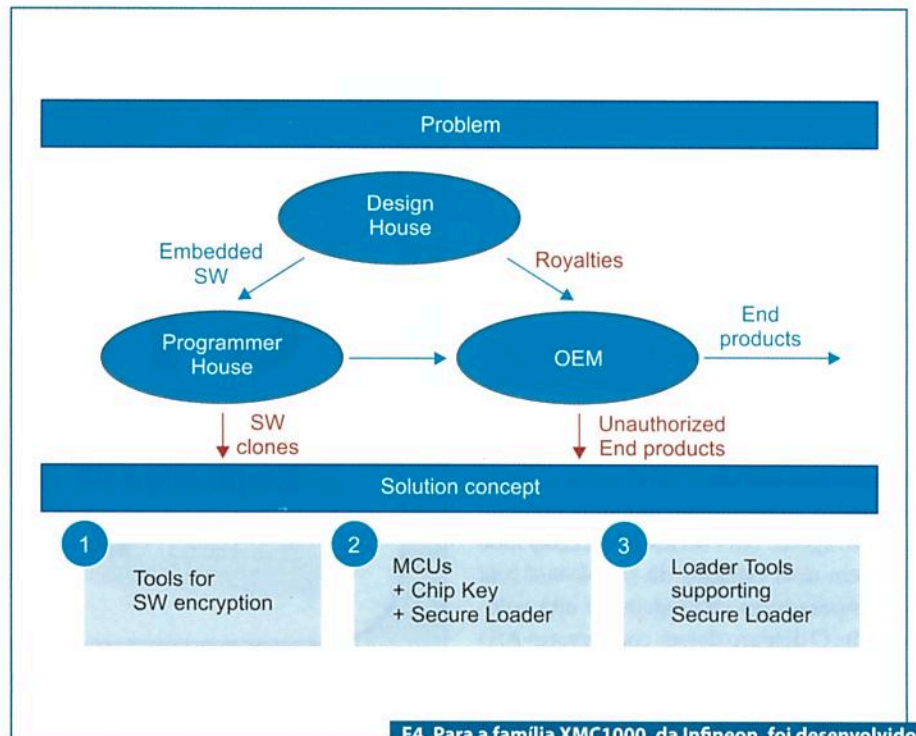
O coprocessador matemático de 64 MHz consiste de um *scaler* de 32-bit e um CORDIC de 24-bit para os cálculos trigonométricos. Estes dois dispositivos podem funcionar em paralelo com a CPU Cortex-M0. A unidade MATH aumenta significativamente o poder de processamento para aplicações em tempo real.

Segurança embarcada

Cada vez mais as empresas que projetam o software embarcado trocam dados com empresas prestadoras de serviços para a programação de série e produção e os OEMs de produtos, expondo suas propriedades intelectuais (IP).

Com sua vasta experiência no desenvolvimento e fabricação de *chipcards* seguros, a Infineon especificou e desenvolveu os microcontroladores XMC1000 com mecanismos especiais para proteção de IP (figura 4) que asseguram que o software só poderá ser executado em microcontroladores específicos e que apenas pessoas autorizadas terão acesso ao código de software em todo o processo de produção.

O conceito envolve criptografia ao software embarcado com chaves espe-



F4. Para a família XMC1000, da Infineon, foi desenvolvido um conceito inovador de proteção IP.

cíficas para os microcontroladores que, por sua vez, reconhecem sua chave de segurança permitindo a execução de carregamento de código seguro.

Eficiência no desenvolvimento

Similar ao utilizado para a série XMC4000, o ambiente de desenvolvimento DAVE já está disponível e pode ser baixado gratuitamente no site da Infineon (www.infineon.com/Dave). O pacote de ferramentas inclui um gerador de código automático, com base em DAVE Apps e um compilador GNU, depurador e *flash loader*. Além disso, a Infineon colabora com vários parceiros de desenvolvimento, que oferecem ferramentas de desenvolvimento adicionais especiais, como compiladores, depuradores, análise de software e programadores de flash, além de soluções de software, treinamento e suporte técnico para a família XMC1000.

O ambiente DAVE suporta a geração automática de código baseado em componentes de software pré-definidos e testados - também conhecido como "DAVE Apps". Em contraste com a abordagem convencional com bibliotecas e programas de exemplo, os DAVE Apps

são mais abstratos e permitem a simples combinação gráfica de vários aplicativos que estão no Dave. Desta forma os recursos de hardware são mapeados automaticamente e com precisão. Como o DAVE, o DAVE Apps está disponível para *download*.

Com o DAVE Apps, você tem a liberdade de apenas selecionar graficamente as aplicações com as quais deseja trabalhar. Basta fazer a seleção dos aplicativos e uma rápida configuração para que seu código seja gerado. Os Aplicativos DAVE são constantemente atualizados e atendem a uma ampla gama de aplicações.

Como o DAVE é uma plataforma aberta, é possível realizar adaptações. Usuários podem trabalhar com o seu ambiente de desenvolvimento de preferência e explorar as vantagens da geração automática de código oferecido pelo DAVE sem restrições.

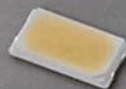
Os kits de avaliação dos XMC1000 bootkits estão disponíveis para cada uma das três séries de produtos. Em conjunto com o DAVE, um depurador e um certo número de apps como exemplo, eles fornecem um pacote completo para o desenvolvimento de novos projetos. Mais informações estão disponíveis online em www.infineon.com/xmc1000.

Venha nos visitar na "FIEE 2013"
Data: Abril 01-05, 2013
Local: Sala de Exposições do Anhembi,
em São Paulo, Brasil
Número do estande: I90



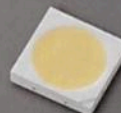
45-21S Série (3020)

- Pacote: 0.2W PLCC-3
- Eficácia: > 113lm / W (3000K CCT)
- CRI: > 80
- Resistência térmica: 50°C / W



62-217D Série (5630)

- Pacote: 0.5W PLCC-2
- Eficácia: > 93lm / W (3000K CCT)
- CRI: > 80
- Resistência térmica: 22°C / W



XI3535 Série (3535)

- Pacote: 1.0W EMC
- Eficácia: > 105lm / W (3000K CCT)
- CRI: > 80
- Resistência térmica: 20°C / W

Structures and materials depend on demand of client.



The Right LED for The Right Application



EVERLIGHT 3020S 0.2W, 5630D 0.5W e XI3535 1.0W LEDs são suas novas opções para aplicações de iluminação interior. Esses produtos oferecem custo altamente competitivo versus desempenho, nova tecnologia no lead frame, e teste LM80 para atender todas as suas necessidades com diferentes tamanhos de embalagem e melhores níveis de consumo de energia. A EVERLIGHT oferece uma solução completa para atender todas as demandas propondo "O LED ideal para a Aplicação certa".

For more information, please visit: www.everlight.com

EVERLIGHT

Conheça a Deriva Térmica

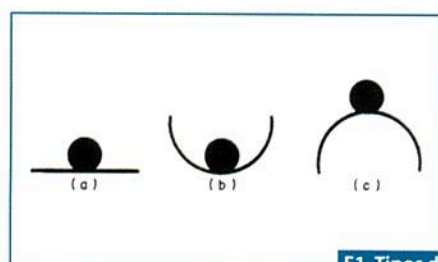
Um dos principais fatores que causa a destruição de componentes eletrônicos é a falta de cuidado com a dissipação do calor gerado por eles. O fenômeno da "deriva térmica" que acelera a destruição do componente quando tudo parece estar perfeito, a partir de uma pequena sobrecarga (ou desequilíbrio de funcionamento) que dá início a um processo acumulativo, pode comprometer muitos projetos, principalmente os de alta potência. Como ocorre e como evitar os problemas da Deriva Térmica é o assunto deste artigo.

Quando estudamos Estática (em Física), aprendemos que existem três maneiras de um corpo estar em equilíbrio estático, as quais são mostradas na **figura 1**.

Na primeira condição temos o chamado "equilíbrio indiferente" (a), pois em qualquer posição do plano em que a esfera seja colocada, ela certamente poderá ficar parada sem problemas em uma condição de equilíbrio estático.

Na segunda, temos uma condição de equilíbrio estável (b), que é conseguida somente na posição mais baixa da calha. Se tentarmos tirar a esfera desta posição, colocando-a em outra, ela não permanecerá e tenderá a voltar à posição original.

Finalmente, temos uma condição de equilíbrio instável (c), a qual serve de ponto de partida para o estudo do nosso problema eletrônico. Nesta condição, a esfera fica equilibrada, mas de modo muito crítico na posição indicada.



F1. Tipos de equilíbrio.

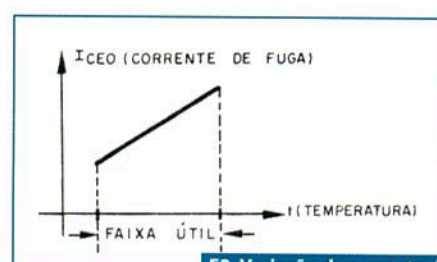
Desta forma, qualquer movimento, por menor que seja para um lado ou para outro e que tenda a deslocar a esfera desta posição, faz com que entrem em ação forças que levam essa esfera a se afastar rapidamente do equilíbrio, para nunca mais voltar de maneira espontânea.

Em eletrônica ocorre um fenômeno que pode ser analisado de maneira análoga, que é a deriva térmica.

Passando para a eletrônica

Todos os componentes eletrônicos são bastante sensíveis às mudanças de temperatura. Por menores que sejam, as mudanças de temperatura acabam por afetar as características da maioria dos componentes de modo acentuado.

Os transistores, diodos e semicondutores em geral têm suas correntes de fuga aumentadas sensivelmente quando a temperatura de suas junções aumenta, conforme mostra na **figura 2**.



F2. Variação da corrente de fuga com a temperatura.

Em outras palavras, a resistência no sentido inverso das junções dos semicondutores diminui quando a temperatura aumenta.

No entanto, componentes como um resistor possuem coeficientes positivos de temperatura, ou seja, sua resistência aumenta quando a temperatura aumenta.

Podemos lembrar também dos NTCs (*Negative Temperature Coefficient*), que são componentes cuja resistência diminui com o aumento da temperatura, conforme ilustra a **figura 3**.

Em um circuito eletrônico como, por exemplo, uma etapa de saída de áudio de um rádio transistorizado ou de um amplificador de pequena potência do tipo exibido na **figura 4**, as correntes de repouso estão, na verdade, fixadas de um modo crítico para uma condição de funcionamento, na qual se considera uma temperatura normal.

No entanto, na prática, as temperaturas dos componentes deste circuito variam tanto em função da temperatura dos locais em que eles funcionam, como também pelo próprio calor gerado em função do seu funcionamento.

Quando exigido à plena potência, o transistor tende a gerar mais calor. Com isso, aquece a ponto de mudar as condições de operação ideais do próprio circuito em que ele se encontra.

Da mesma forma que a esfera nas condições de equilíbrio que tomamos como exemplo, o funcionamento de uma etapa deste tipo pode tender a três condições.

Os componentes podem ter certas características e estarem ligados de tal forma que, não importando a temperatura de operação (dentro de uma faixa de valores que não implique em sua destruição), um eventual aumento de uma resistência seja compensado pela alteração de outra, de modo a manter constantes as correntes e, portanto, a polarização do circuito.

Neste caso, não se alteram as quantidades de calor geradas pelos componentes, e o equilíbrio térmico do aparelho pode ser considerado indiferente.

A complexidade da maioria dos circuitos, tanto em função da elevação da temperatura como do número de componentes e da variedade de comportamentos, que não são lineares com a temperatura, torna esta condição muito difícil de ser obtida.

Veja que seria interessante termos um aparelho cujas características de funcionamento fossem totalmente independentes da temperatura ambiente, pois os problemas que justamente estamos analisando neste artigo não ocorreriam. No entanto, o que se torna perigoso para a integridade de um aparelho é que podemos ter uma condição de equilíbrio instável.

Tomemos, por exemplo, uma etapa de saída de um amplificador de áudio, em *push-pull*, conforme a configuração mostrada na **figura 5**.

Os componentes que polarizam as bases dos transistores são calculados para um valor que produza uma corrente de repouso que não comprometa os transistores de saída e, que ao mesmo tempo, com a aplicação de um sinal de áudio, tenhamos uma amplificação com o rendimento e fidelidade desejados.

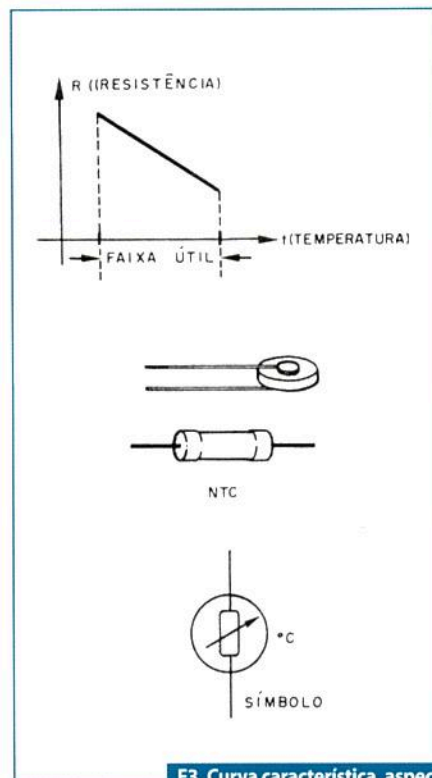
Vamos supor, entretanto, que por algum motivo, o amplificador seja levado a uma operação em um local de temperatura maior do que a prevista como normal. Isso pode ainda ser agravado por uma condição de ventilação deficiente (alguém colocou alguns discos justamente tampando os furos de ventilação do aparelho sobre a caixa, coisa muito normal para este tipo de equipamento).

Com a elevação da temperatura, aumenta a corrente de fuga dos transistores, que se soma com a corrente de base. O resultado é que a corrente de coletor é determinada pela corrente de base, e com o aumento da primeira, o resultado é um aumento da corrente de coletor em condição de repouso.

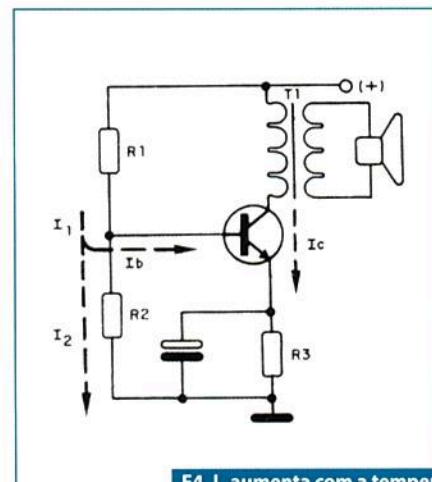
O aumento da corrente de coletor tem uma consequência importante: faz com que o transistor gere mais calor, e ele precisa dissipar este calor.

Ora, para dissipar mais calor, o transistor aquece mais e o resultado da elevação adicional da temperatura não poderia ser outro: aumenta a corrente de fuga que se soma à corrente de base.

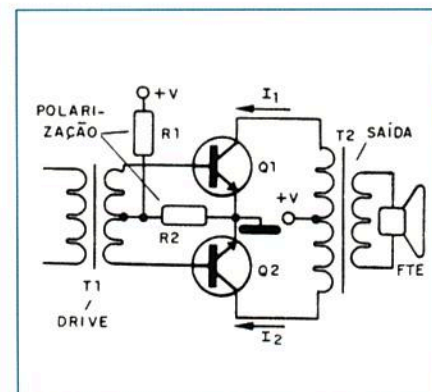
O efeito é semelhante ao de uma "bola de neve": aumentando a corrente de base aumenta a de coletor; aumenta a temperatura e novamente a corrente de base, e a corrente no componente torna-se tão intensa (calor excessivo) que a queima é inevitável. Veja então que bastará um "empurrãozinho" inicial para que o



F3. Curva característica, aspecto e símbolo do NTC.



F4. I_b aumenta com a temperatura, assim como I_c .



F5. I_1 e I_2 em repouso (sem sinal) são dadas por R_1 e R_2 , e dependem da temperatura.

processo vá tomando corpo, com uma “deriva térmica” que faça o circuito fugir das condições ideais de funcionamento, levando os componentes mais sensíveis à queima.

Para um circuito como este, é preciso agregar recursos que impeçam este fenômeno de ocorrer.

Um modo simples de compensar os efeitos da elevação da temperatura, que tende a aumentar a corrente nos transistores, é conseguido com o uso de um termistor ou NTC ligado, conforme mostra a **figura 6**.

O termistor ou resistor com coeficiente negativo de temperatura (NTC) é um componente que, como o nome diz, diminui sua resistência quando a temperatura aumenta.

Ligado entre a base do transistor e o emissor (através do enrolamento do transformador) tende a diminuir a tensão de polarização e, com isso, reduz a corrente de base quando a temperatura aumenta. Isso faz com que a corrente total no transistor se mantenha e ele não tenda a aquecer mais.

Nos amplificadores de potências elevadas, com transistores ligados na configuração de simetria complementar ou quase complementar, temos duas outras possibilidades para manter o equilíbrio térmico e evitar a deriva térmica.

Estas possibilidades são mostradas no circuito da **figura 7**.

São usados diodos comuns de silício para polarizar as bases dos transistores de

tal forma que sua resistência diminui com o aumento da temperatura.

Na verdade, o que ocorre é uma elevação da corrente nestes componentes quando a temperatura aumenta, e assim, temos um efeito semelhante ao obtido pelo NTCs.

A grande vantagem desta configuração é que os diodos intrinsecamente tendem a manter entre seus terminais a mesma tensão base-emissor que precisamos para polarizar o transistor.

Alguns amplificadores de potências elevadas fazem o mesmo, mas usando um transistor de uso geral de baixa potência como sensor, conforme mostra na **figura 8**.

Para “sentir” a temperatura dos transistores de saída, que são justamente os que devem dissipar mais calor e, por isso, operam nos limites levando a deriva térmica a ser um elemento de grande perigo para sua integridade, a montagem do sensor (transistor) é feita no próprio dissipador de calor, conforme ilustra a **figura 9**.

Os transistores usado como sensores, neste caso, são colados com epoxi ou outra cola forte no dissipador de calor dos transistores de saída do amplificador.

A operação deste “sistema de segurança” é simples.

Quando aumenta a temperatura, a corrente de coletor dos transistores de potência tende a aumentar, e também aumenta a condução do transistor usado como sensor, desviando a corrente de base, que é reduzida automaticamente.

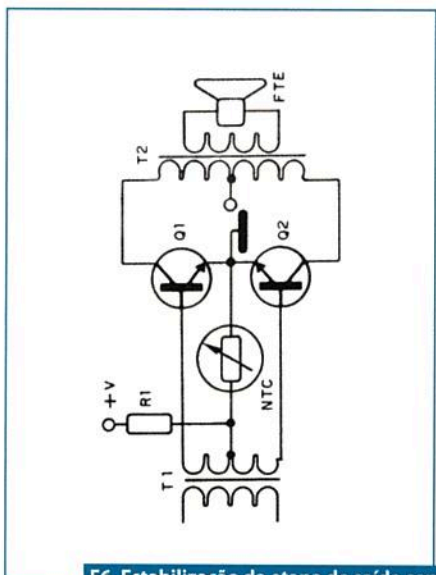
Nestas condições, com a corrente de polarização diminuindo, a corrente entre o coletor e o emissor também é reduzida, e com isso, a potência desenvolvida no transistor, responsável pela elevação de sua temperatura.

Mas não é somente com circuitos transistorizados que este problema pode ocorrer. Na verdade, com os circuitos integrados, o problema pode ser considerado ainda mais grave, pois todos os componentes estão na mesma pastilha de silício e qualquer aquecimento excessivo de um deles reflete-se imediatamente nas característica dos outros.

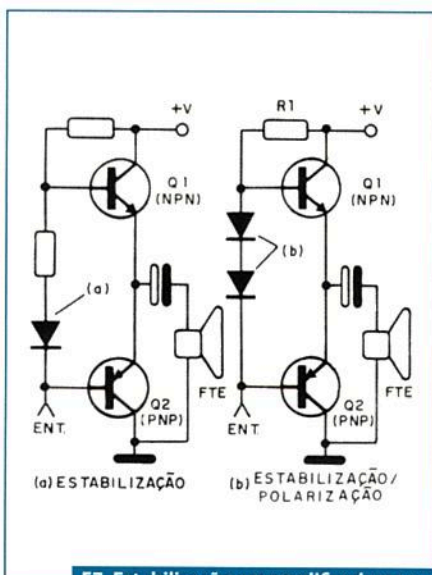
Desta forma, um cuidado especial é tomado nos projetos, principalmente dos circuitos integrados que trabalham com correntes elevadas, no sentido de se agregar proteções térmicas internas que evitam o problema da deriva, compensando qualquer problema de elevação excessiva de correntes pela elevação da temperatura.

Os circuitos integrados reguladores de tensão, por exemplo, possuem configurações internas que evitam que a corrente aumente caso a temperatura se eleve, e em alguns casos eles até fazem o corte total da corrente de saída quando a temperatura ultrapassa um valor considerado perigoso. O 7805, exibido na **figura 10**, é um exemplo de circuito integrado com estes recursos.

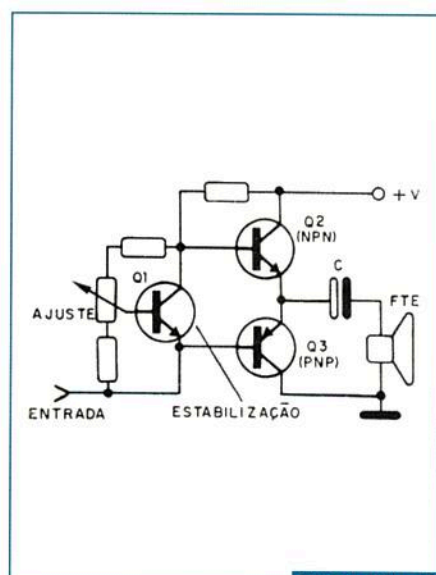
Para os amplificadores de áudio integrados temos, também, circuitos internos de proteção contra os problemas causados pela deriva térmica.



F6. Estabilização da etapa de saída com um NTC (estabilização térmica).



F7. Estabilização em amplificadores com saída em simetria complementar.



F8. Estabilização com transistor.

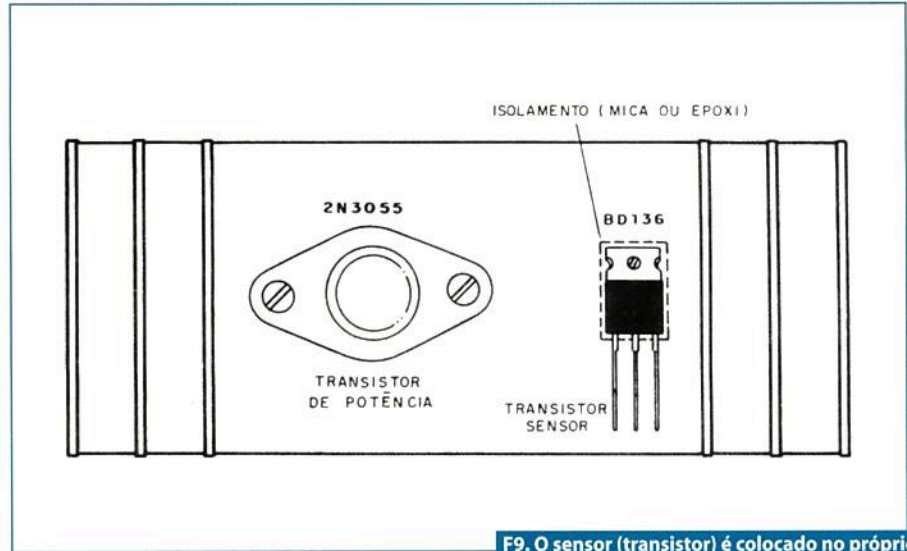
Estes circuitos evitam a queima em caso de uma tendência de aumento das correntes que provocariam um aquecimento excessivo do componente.

Conclusão

Obtendo-se uma condição aparentemente ideal de funcionamento de um circuito na temperatura ambiente, nem sempre podemos garantir que o projeto está pronto para uso numa faixa de temperaturas que normalmente encontramos no dia a dia.

A temperatura ambiente elevada, ou mesmo a temperatura do circuito acima do normal, causada por problemas de ventilação ou funcionamento prolongado, podem ser fontes de grandes problemas para um circuito.

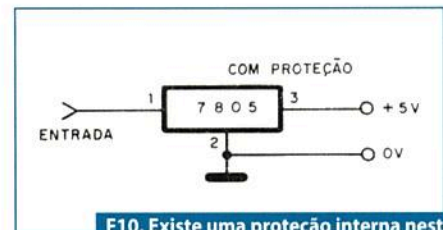
Um simples "empurrãozinho" no sentido de tirar as condições de repouso que mantém a estabilidade de funcionamento do circuito pode levar o sistema a sair do controle com a elevação de correntes em pontos perigosos, e isso pode culminar com a queima de componentes. Aparelhos que tenham etapas que operem com



F9. O sensor (transistor) é colocado no próprio dissipador de calor do transistor de potência.

potências elevadas são os mais críticos, mas isso não significa que os demais sejam imunes. Se o equilíbrio da polarização de um circuito é crítico, precauções devem ser tomadas no sentido de ser obter as devidas compensações.

Sem isso, a deriva térmica pode colocar a perder o melhor dos projetos. **E**



F10. Existe uma proteção interna neste integrado que evita a deriva térmica.

TATUINO

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

www.tato.ind.br

37 Soluções Completas em Caixas e Gabinetes Técnicos Confeccionados em Polímeros de Engenharia

Para outros modelos visite nosso site

Caixas para fontes e filtros de linha • caixas com tampa e abas de fixação • caixas para sensores e iluminação • caixas e acessórios norma din • caixas para sensores e alarmes • caixas para coletor de dados • caixas para estabilizadores • caixas para sinalizadores • caixas com painel e alça • luminárias para barco • automação de portões • caixas para controles • caixas para reatores • caixas para elétrica • caixas para racks • módulo bcd • telefonia

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

PATOLA

Uma soneca produtiva no trabalho

Eficiência energética é a palavra de ordem no século XXI. Trata-se de uma busca incessante, seja em sistemas de alta tensão, onde podem ser usadas técnicas de correção do fator de potência, ou em sistemas embarcados onde cada microwatt chega a ser considerado.

Em um mundo sedento por energia, até mesmo uma soneca após o almoço, segundo recomendações da comunidade médica, pode recarregar o indivíduo, preparando-o para confrontar desafios vespertinos. Com a energia extra, a produtividade poderá até mesmo aumentar. E se, por exemplo, alguém aplicasse esta concepção na eletrônica?

Felipe Torrezan
Renesas Electronics

A Renesas Electronics, atualmente a maior fabricante de microcontroladores (segundo o *Gartner Worldwide Semiconductor Market Share Database* (2011)), saiu na frente com este conceito e pensando nisto projetou a família de microcontroladores RL78 considerando alto desempenho (chegando a 41DMIPS em uma frequência de operação de 32 MHz), riqueza de recursos e baixo consumo (66µA/MHz). Os RL78 reúnem o melhor de dois mundos: toda a riqueza dos periféricos encontrados na família R8C e a CPU de 16 bits da já consagrada família 78K.

O foco principal dos RL78 são as aplicações que sejam sensíveis a custo, peso, tamanho e, ao mesmo tempo, exijam riqueza de recursos, respeitando o menor consumo de energia possível, o que os tornam ideais para aplicações movidas a bateria. Diante destas considerações, a Renesas dotou a família de microcontroladores com o exclusivo “*Modo Snooze*”, ou “*Modo Soneca*”.

Funcionamento

De uma maneira geral, os microcontroladores convencionais sempre oferecem um “Modo Halt”, no qual o consumo de energia é reduzido por simplesmente parar o *clock* da CPU, e também um “Modo Stop”, no qual o *clock* da CPU e de todos os periféricos, com raras exceções, são desativados.

Contudo, nos RL78, com o seu revolucionário “Modo Snooze”, o oscilador interno de alta velocidade de 32 MHz permanece ativo e ainda assim, o consumo de corrente é drasticamente reduzido. Para tanto, faz-se necessária a utilização de periféricos adequados para interceptação de condições específicas que façam com que a CPU desperte para executar algum processamento. Após a realização do processamento, a CPU novamente retorna ao “Modo Snooze” até que seja novamente despertada. Caso tais condições não sejam satisfeitas, a CPU, assim como os demais periféricos permanecem desativados (vide **figura 1**).

O RL78 oferece três periféricos capazes de operar no “Modo Snooze”, e com este conjunto de periféricos é possível processar tanto sinais analógicos com o ADC (*Analog-Digital Converter*, ou Conversor Analógico-Digital) quanto sinais digitais com a CSI (*Communications Serial Interface*, ou Interface Serial de Comunicações) ou a UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*, ou Receptor-Transmissor Assíncrono Universal) (tabela 1).

O projetista pode selecionar um destes três periféricos e programá-lo a fim de gerar uma interrupção, caso condições específicas sejam satisfeitas. Nesta interrupção, a CPU e periféricos pertinentes poderão ser rapidamente reativados. Diante destes três periféricos à disposição, a gama de aplicações de baixo consumo de corrente com os RL78 torna-se limitada, virtualmente, apenas à imaginação do projetista.

A principal vantagem de se utilizar o modo Modo SNOOZE, em relação ao Modo HALT, é a significativa redução no consumo de corrente por parte do MCU ao desativar momentaneamente a CPU e periféricos que não estejam associados ao funcionamento do modo.

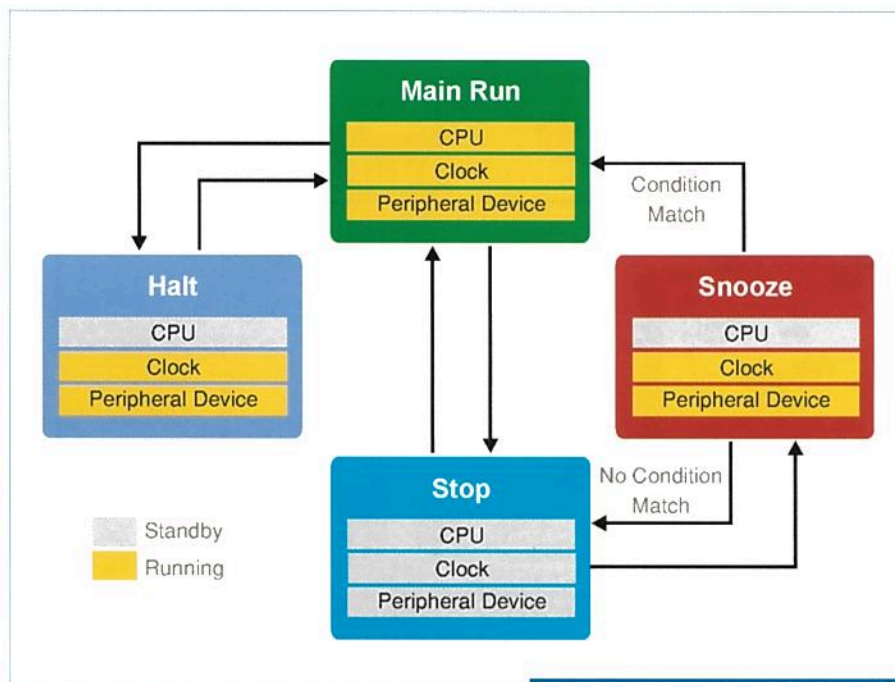
Exemplos de Aplicação

Ao apresentar alguns exemplos de aplicação relacionados ao uso eficiente do modo SNOOZE, tomaremos como referência o modelo de propósito geral RL78/G13 (Número da peça: R5F100LEA). Trata-se de um RL78 com 64 pinos, 64 kB de Flash de Códigos, 4 kB de Flash de Dados e 4 kB de RAM. Atente para a figura 2.

Até a publicação deste artigo, a Renesas oferece 3 Notas de Aplicação e o código-fonte em seu site na Internet^[1]; são elas:

- AN0742 - “Low-Power Consumption Operation (UART in SNOOZE mode)” demonstra como usar o Modo SNOOZE no RL78/G13, utilizando a UART;
- AN0920 - “Utilizing the Snooze Mode Sample Code”;
- AN0957 - “Low-Power Consumption Operation (CSI in SNOOZE mode)” demonstra como tirar proveito do modo, usando para isto a CSI (*Clocked Serial Interface*).

Além das notas de aplicação, ainda é oferecido gratuitamente em PDF o livro “Creating Fast, Responsive and Energy-



F1. Modos de operação do RL78 com o Modo Snooze.

	Halt (Suspensão) (Osc. Principal)	Halt (Suspensão) (Osc. 32 kHz)	Stop (Parado) (Osc. Principal)	Snooze (Soneca) (Osc. Int. 32 MHz)
ADC	SIM	NÃO	NÃO	SIM
PC	SIM	NÃO	SIM	NÃO
CSI	SIM	SIM	NÃO	SIM
UART	SIM	SIM	NÃO	SIM
RTC	SIM	SIM	SIM	NÃO
PLC/Buzzer	SIM	SIM	SIM	NÃO

T1. Periféricos dos RL78 ativos nos diferentes modos de baixo consumo.

-Efficient Embedded Systems using the Renesas RL78 Microcontroller” [2].

Analisaremos na figura 3 como é possível usar o modo SNOOZE juntamente com o ADC, configurável para se utilizar com 8 ou 10 bits, e os benefícios desta prática.

Ao se utilizar o ADC no modo SNOOZE, é necessário configurá-lo para iniciar a conversão através de hardware, evidentemente em oposição ao disparo por software, uma vez que a CPU estará tirando uma soneca. Sendo assim, os periféricos que podem ser utilizados para disparar o ADC no modo snooze são:

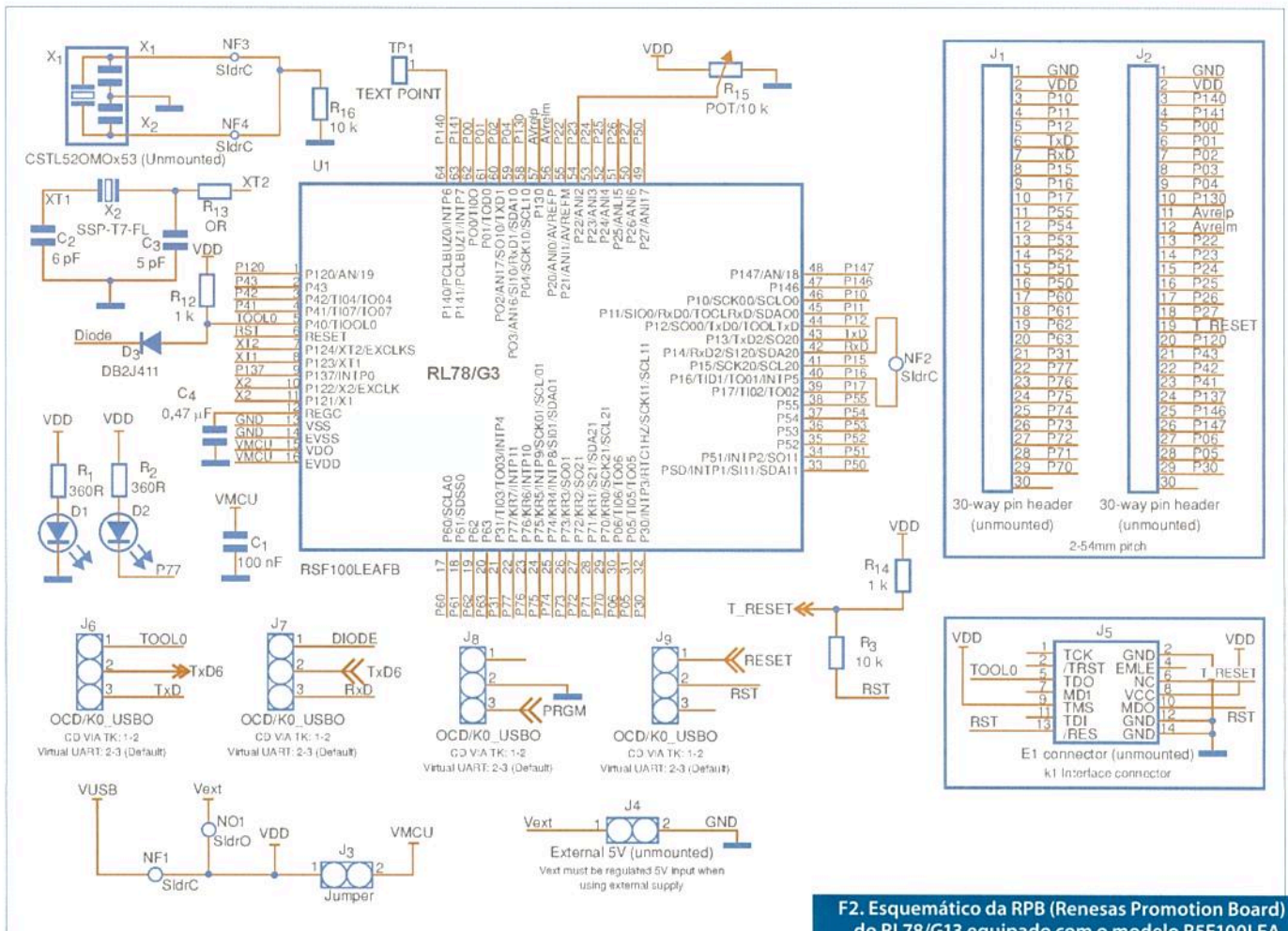
- uma INTIT, ou seja, interrupção gerada a partir do IT (Timer de Intervalo de 12 bits) sempre que ele atingir o *overflow* (estouro); ou
- uma INTRTC, ou seja, interrupção gerada a partir do RTC (Real Time Clock, ou Clock de Tempo Real); ou
- uma INTM01, ou seja, interrupção gerada a partir do canal 1 da TAU0

(*Timer array unit*, ou matriz de timers de 16 bits.)

Após a seleção do periférico mais apropriado para gerar o disparo, é preciso configurar os registradores ADUL e ADLL. Eles são, respectivamente, os limites superiores e inferiores da janela de comparação do ADC.

E finalmente, é preciso decidir se a interrupção INTAD (do ADC) deverá ocorrer quando os valores obtidos estão fora do intervalo definido pelos registradores ADUL e ADLL (como visto na figura 3), ou ainda, quando os valores lidos pelo ADC estiverem dentro do intervalo definido (figura 4).

Há, essencialmente, duas maneiras de se retirar o MCU do modo SNOOZE, uma delas é aplicando-se um RESET, a outra é na interrupção INTAD onde é possível se despertar os periféricos simplesmente analisando o estado do flag AWC durante o atendimento da interrupção INTAD, como pode ser visto no fragmento de pseudocódigo a seguir no box 1.



F2. Esquemático da RPB (Renesas Promotion Board) do RL78/G13 equipado com o modelo R5F100LEA.

É claro, não poderíamos esquecer de ilustrar, através de um fragmento de código, no **box 2**, que mostra como é possível entrar no Modo SNOOZE, utilizando para isto a função `__stop()` para fazer a CPU ir para o modo STOP no nosso exemplo.

Com o ADC e o RTC configurados apropriadamente, como no exemplo dado, o ADC será disparado a cada 1 segundo pelo RTC para executar uma leitura do canal 6. Se o valor lido no canal 6 for menor do que 100 ou maior do que 200, uma INTAD será gerada e a interrupção da Listagem 1 será atendida, reativando os periféricos com a CPU em operação. Até que a função `Go_Snooze()` seja chamada novamente.

Conclusão

Os requisitos do mercado, no que diz respeito ao baixo consumo (com a melhora do desempenho), estão cada vez mais agressivos, e foi pensando nisto que o *design* da geração atual da família de microcontroladores RL78 incorpora diversos dos mais

avancados recursos de redução de consumo de energia existentes atualmente, o que os torna ideais para aplicações onde baixo custo e baixo consumo com riqueza de recursos sejam fatores decisivos na escolha de um MCU. A intenção deste artigo foi introduzir ao leitor os conceitos, benefícios e facilidades de se utilizar o modo SNOOZE oferecido pelos RL78. Veja o **Box Referências**. **E**

Box 1

```

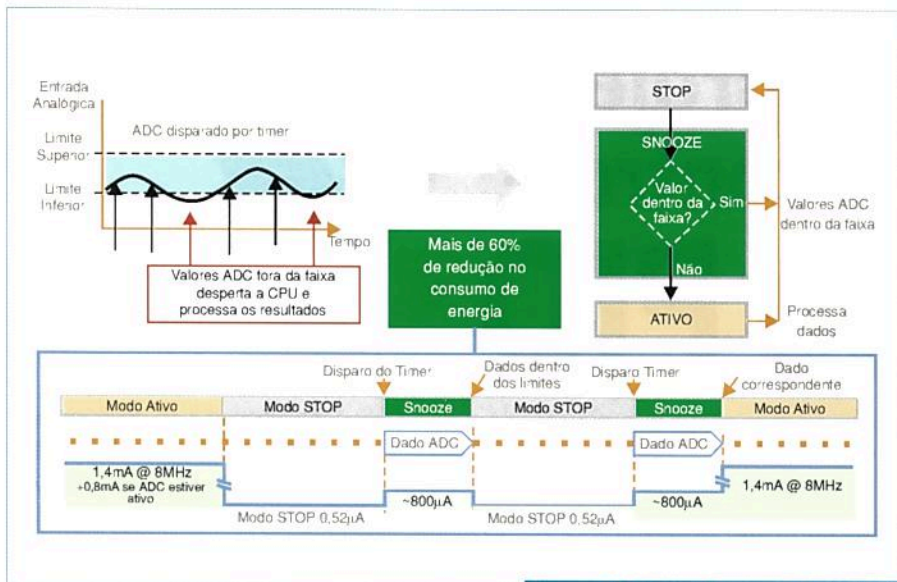
...
#pragma vector = INTAD_vect
__interrupt static void r_adc_interrupt(void)
{
    if ((ADM2 & 0x04) == 0x04) // Verifica bit AWC - indica se este no Snooze Mode
    {
        AWC = 0; // Limpa a flag AWC
        // Reativa demais periféricos utilizados no Modo Ativo
        R_PCLBUZO_Start(); // Inicia o periférico Buzzer
        /* Inicia demais periféricos */
    }
}
...

```

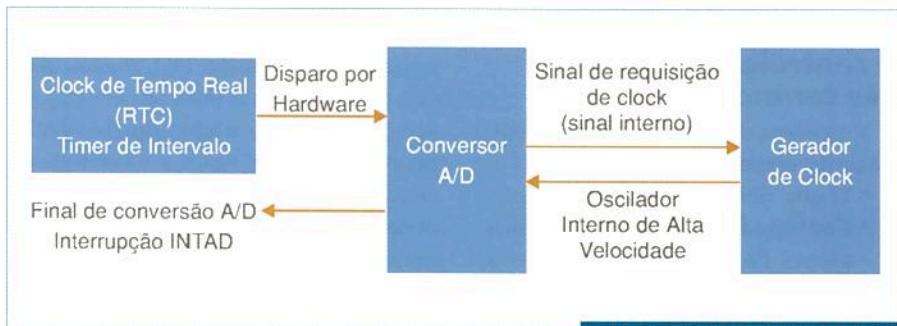
Lista 1 – Pseudocódigo da interrupção INTAD e a reativação dos periféricos ao retornar do modo snooze.

Box Referências

- [1] Notas de Aplicação RL78
http://am.renesas.com/products/mpumcu/r178/r178g1x/r178g13/app_notes.jsp
- [2] eBook: *Creating Fast, Responsive and Energy-Efficient Embedded Systems using the Renesas RL78 Microcontroller*
http://am.renesas.com/media/support/books/Renesas_RL78_textbook.pdf



F3. Operando no modo SNOOZE, utilizando-se o ADC.



F4. Diagrama de blocos do ADC, operando no modo SNOOZE.

Box 2

```

...
void R_Go_Snooze()
{
  R_RTC_Set_ConstPeriodInterruptOn(ONESEC); // Ajusta o período do RTC para 1 segundo
  R_RTC_Start(); // Ativa o RTC

  ADCEN = 1; // Ativa o ADC
  ADM0 = 0x00; // Desativa a conversão do ADC e limpa o registrador ADM0
  ADMK = 1; // Desativa a interrupção INTAD
  ADM0 = 0x20; // Velocidade de conversão fCLK/6
  ADM1 = 0xE2; // Disparo por Hardware, através do RTC
  ADM2 = 0x06; // Configura o ADC com referências em Vdd e Vss e com resolução de 8 bits

  ADUL = 200; // Limite superior da janela de comparação
  ADLL = 100; // Limite inferior da janela de comparação

  ADS = 0x06; // Seleciona o canal 6.
  ADIF = 0; // Limpa a flag do ADC
  ADMK = 0; // Ativa a interrupção INTAD

  _stop(); // Para a CPU e periféricos
}
...
Lista 2 – Pseudocódigo da função Go_Snooze() – um exemplo de função que configura o ADC
para operar no modo SNOOZE juntamente com o RTC.

```

Receba a Saber Eletrônica em casa

Assine já!
 (11) 2095-5335
 ou acesse:
www.editorasaber/assinaturas

SABER ELETRÔNICA
 TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

Aprenda como projetar um sistema de controle: Controle PID



Guilherme K. Yamamoto
Gustavo G. L. Peixinho
Renan A. M. de Azevedo
 Baseado em tutorial de controle desenvolvido pelos professores Dawn Tilbury e Bill Messner

Este artigo mostra as características dos controles proporcional (P), integral (I) e derivativo (D), e como utilizá-los para obter a resposta desejada. Usa-se o LabVIEW e o módulo Control Design and Simulation.

O controlador de três termos

Considere o sistema com realimentação unitária mostrado na **figura 1**.

- **Planta:** Sistema a ser controlado.
- **Controlador:** Fornece a excitação à planta. Projetado para controlar o comportamento geral do sistema. A função de transferência do controlador PID se parece com a seguinte:

$$K_p + \frac{K_i}{s} + K_D s = \frac{K_D s^2 + K_p s + K_i}{s}$$

Kp = Ganho proporcional
 Ki = Ganho integral
 KD = Ganho derivativo

Primeiro, vamos observar como o controlador PID trabalha em um sistema de malha fechada usando o esquemático dado acima (figura 1). A variável (e) representa o sinal de erro, que é a diferença entre o valor de entrada desejado (R) e a saída real (Y). Este sinal de erro (e) será

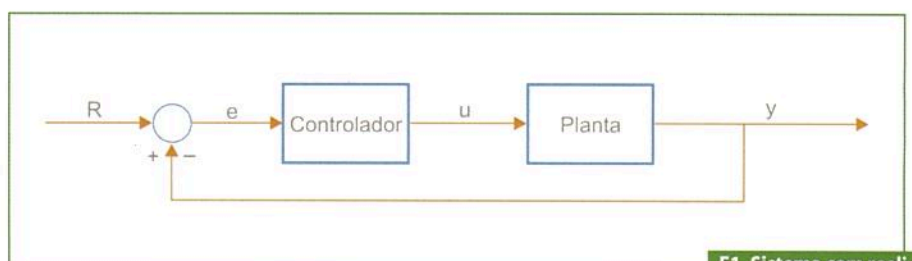
enviado ao controlador PID, que calculará sua derivada e sua integral. O sinal (u) após o controlador, é agora igual ao ganho proporcional (Kp) vezes a magnitude do erro, mais o ganho integral (Ki), multiplicada pela integral do erro mais o ganho derivativo (Kd) multiplicado pela derivada do erro. A equação abaixo exemplifica o que acabou de ser comentado.

$$u = K_p e + K_i \int e dt + K_D \frac{de}{dt}$$

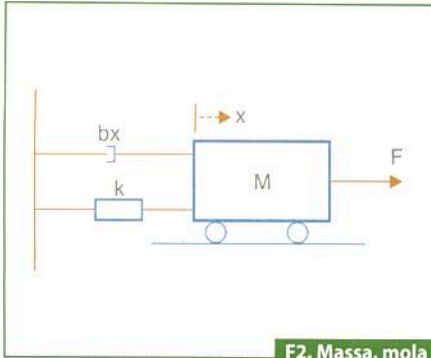
Este sinal (u) será enviado à planta, e a nova saída (Y) será obtida. Esta nova saída (Y) será enviada de volta para o sensor para encontrar um novo sinal de erro (e). O controlador recebe esse novo erro e calcula a sua derivada e a sua integral novamente. Esse processo continua sem parar.

As características dos controladores P, I e D

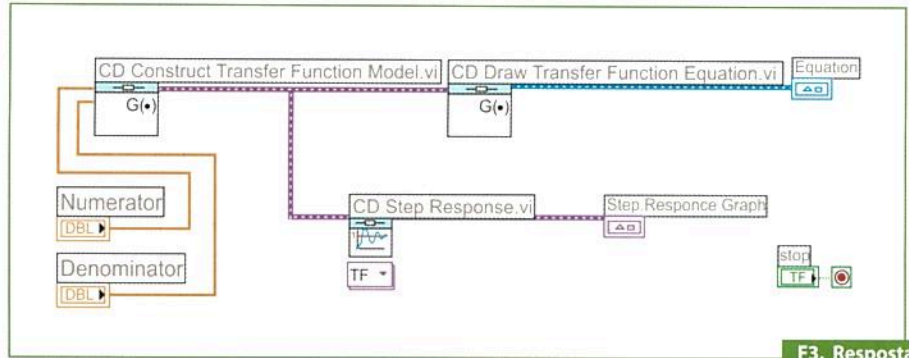
Um controlador proporcional (Kp) terá o efeito de reduzir o tempo de



F1. Sistema com realimentação unitária.



F2. Massa, mola e amortecedor.



F3. Resposta ao degrau.

subida e reduzirá, mas nunca eliminará, o erro de regime estacionário. Um controle integral (KI) terá o efeito de eliminar o erro de regime estacionário, mas ele pode tornar a resposta transitória pior. Um controle derivativo (KD) terá o efeito de aumentar a estabilidade do sistema, reduzindo o *overshoot* e melhorando a resposta transitória. Os efeitos de cada um dos controladores Kp, KD e KI em um sistema de malha fechada estão resumidos na **tabela 1** ilustrada a seguir.

Note que essas correlações podem não ser exatamente precisas, porque Kp, KD e KI são dependentes uns dos outros. Na verdade, a alteração de uma dessas variáveis pode mudar o efeito das outras duas. Por esse motivo, a tabela deve somente ser usada como uma referência quando você está determinando os valores para KI, Kp e KD.

Problema de exemplo

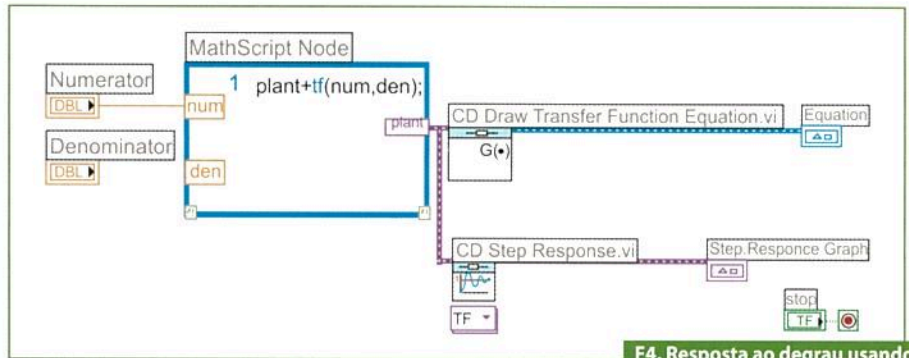
Suponha que nós temos um problema simples de massa, mola e amortecedor (**figura 2**).

A equação de modelagem desse sistema é:

$$M \dot{x} + b \dot{x} + kx = F$$

Tirando a transformada de Laplace da equação do modelo, nós obtemos:

$$Ms^2 X(s) + bsX(s) + kX(s) = F(s)$$



F4. Resposta ao degrau usando MathScript Node.

A função de transferência entre o deslocamento $X(s)$ e a entrada $F(s)$, então, se torna:

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{Ms^2 + bs + k}$$

Sendo $M = 1 \text{ kg}$; $b = 10 \text{ N} \cdot \text{s/m}$; $k = 20 \text{ N/m}$; e $F(s) = 1$. Se usarmos esses valores na função de transferência acima, o resultado é:

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{s^2 + 10s + 20}$$

Esse problema mostra a você como o Kp, KD e KI contribuem para obter um rápido tempo de subida, overshoot mínimo e nenhum erro de regime estacionário.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Crie um novo VI em branco e insira o VI *CD Construct Transfer Function Model* e

o VI *CD Draw Transfer Function Equation*, da sessão *Model Construction* da paleta *Control Design*.

Crie controles para os terminais *Numerator* e *Denominator* do VI *Construct Transfer Function Model*. Conecte a saída *Transfer Function Model* deste VI ao terminal de entrada do VI *CD Draw Transfer Function Equation*. Finalmente, crie um indicador do terminal *Equation* do VI *Draw Transfer Function*.

Crie um *loop While* ao redor deste código, e crie um controle para o terminal condicional do loop.

A seguir, adicione o VI *CD Step Response* ao diagrama de blocos. Conecte a saída *Transfer Function Model* do VI *CD Construct Transfer Function Model* à entrada *Transfer Function Model* do VI *CD Step Response*. Crie um indicador da saída *Step Response Graph* do VI *CD Step Response*. Veja na **figura 3**.

Abordagem híbrida gráfica/ MathScript

Alternativamente, nós podemos usar um *MathScript Node* com um VI *CD* ▶

Resposta em Malha Fechada	Tempo de Subida	Overshoot	Tempo de Estabelecimento	Erro de Regime Estacionário
Kp	Diminui	Aumenta	Pouca variação	Diminui
Ki	Diminui	Aumenta	Aumenta	Elimina
Kd	Pouca variação	Diminui	Diminui	Pouca variação

T1. PID em um sistema de malha fechada.

Projetos

Step Response para traçar a resposta ao degrau em malha aberta, usando o seguinte código:

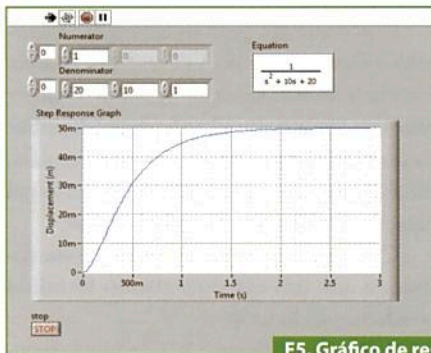
```
plant = tf(num,den);
```

Tenha certeza de que você alterou o tipo de dados da variável de saída do *MathScript Node* para *TF object*. Observe a figura 4.

Resultado

A execução do VI da figura 4 ou da figura 5 deve retornar o gráfico mostrado abaixo na figura 5.

O ganho DC da função de transferência da planta é 1/20, então o valor final da saída a uma entrada de degrau unitário é 0,05. Isso corresponde ao erro de regime estacionário de 0,95, bastante grande na verdade. Além disso, o tempo de subida é cerca de 1 segundo e o tempo de estabelecimento é cerca de 1,5 segundos. Vamos projetar um controlador que irá reduzir o tempo de subida, reduzir o tempo de estabelecimento e eliminar o erro regime estacionário.



F5. Gráfico de resposta ao degrau.

Controle proporcional

Na tabela 1, nós vemos que o controlador proporcional (K_p) reduz o tempo de subida, aumenta o overshoot e reduz o erro de regime estacionário. A função de transferência de malha fechada do sistema acima com um controlador proporcional é:

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{K_p}{s^2 + 10s + (20 + K_p)}$$

Abordagem gráfica com LabVIEW

Altere o VI *CD Construct Transfer Function Model* para “SISO (Symbolic)” para que seja possível o uso de variáveis. O diagrama de blocos resultante aparece na figura 6.

Agora insira um controlador proporcional na função de transferência de malha fechada do sistema. Coloque o valor de 300 para o ganho proporcional (K_p).

Abordagem híbrida gráfica/MathScript

Alternativamente, para alcançar este resultado usando um *MathScript Node*, use o código a seguir:

```
num=1;
den=[1 10 20];
plant=tf(num,den);
Kp=300;
contr=Kp;
sys_cl=feedback(contr*plant,1);
```

Acompanhe na figura 7. Nota: A função de arquivo .m chamada *feedback* foi usada para obter uma função de transferência de malha fechada diretamente da

função de transferência de malha aberta (em vez de calcular a função de transferência de malha fechada manualmente).

Resultado

Tanto a abordagem com o LabVIEW quanto a abordagem híbrida devem produzir o gráfico apresentado na figura 8.

O gráfico mostra que o controlador proporcional reduziu o tempo de subida e o erro de regime estacionário, aumentou o overshoot e diminuiu o tempo de estabelecimento em uma pequena quantidade.

Controle proporcional derivativo

Agora, vamos dar uma olhada em um controle PD. Na tabela 1, nós vemos que o controlador derivativo (K_D) reduz tanto o overshoot quanto o tempo de estabelecimento. A função de transferência de malha fechada do sistema dado com um controlador PD é:

Estabeleça o K_p igual a 300 como antes, e o K_D igual a 10.

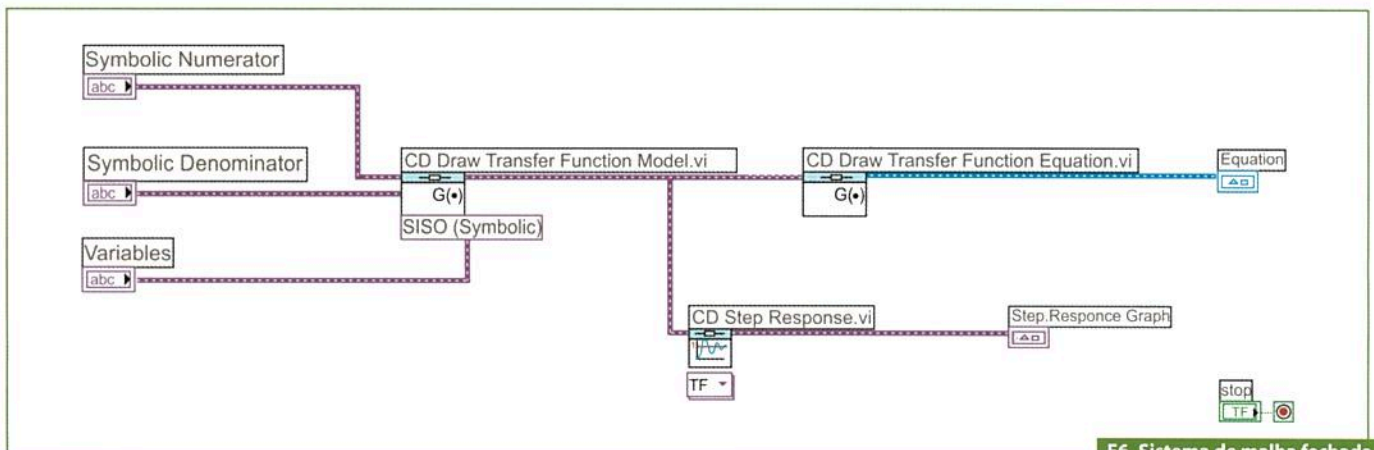
$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{K_D s + K_p}{s^2 + (10 + K_D)s + (20 + K_p)}$$

Abordagem gráfica com LabVIEW

Usando o VI da figura 6, modifique os termos de entrada no painel frontal para adicionar o elemento derivativo ao sistema.

Abordagem híbrida gráfica/MathScript

Alternativamente, para alcançar este resultado usando um *MathScript Node*, use o VI da figura 7 com o código a seguir:



F6. Sistema de malha fechada, usando o LabVIEW.


```

num=1;
den=[1 10 20];
plant=tf(num,den);
Kp=300;
Kd=10;
contr=tf([Kd Kp],1);
sys_cl=feedback(contr*plant,1);

```

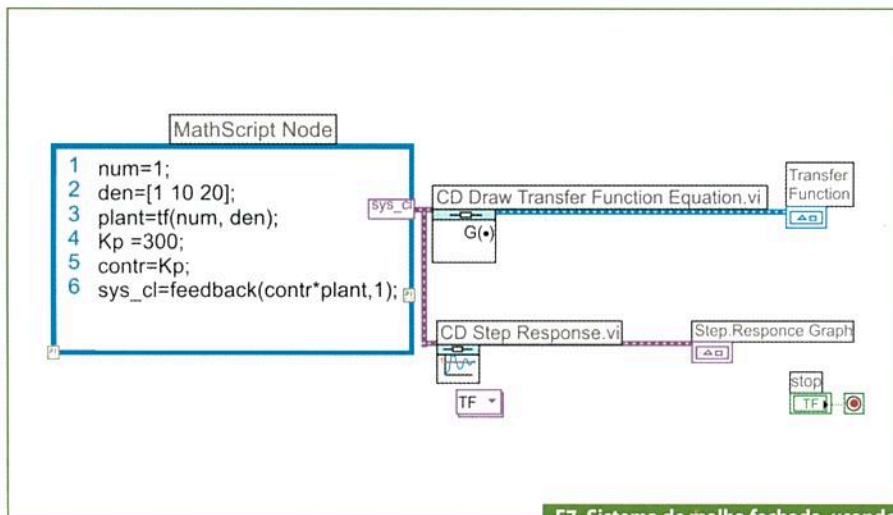
Resultado

Tanto a abordagem com LabVIEW quanto a abordagem híbrida devem produzir o gráfico mostrado na figura 9.

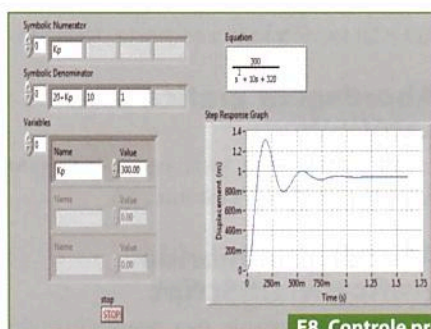
Compare este gráfico ao gráfico na figura 8. O gráfico da resposta ao degrau mostra que o controlador derivativo reduziu tanto o overshoot quanto o tempo de estabelecimento, e teve um pequeno efeito no tempo de subida e no erro de regime estacionário.

Controle proporcional - integral

Antes de entrar em um controle PID, vamos ver o controle PI. Da tabela, nós vemos que um controlador integral (KI) diminui o tempo de subida, aumenta tanto o overshoot quanto o tempo de estabelecimento e elimina o erro de regi-



F7. Sistema de malha fechada, usando o LabVIEW MathScript.



F8. Controle proporcional.



F9. Controle proporcional - derivativo.



Soluções em Tecnologia Modems e soluções em GSM/GPRS e Biometria

- Linha de modems GSM desenvolvida para aplicações M2M;
- Robustez ideal para ambiente industrial, telemetria de energia, água e gás, sistema de Meteorologia, agricultura entre outros sistemas de medição;
- Opção com programação em JAVA;
- Opção de RS485 - ModBus;
- Uso em sistema SCADA - (Labview®, Elipse®, ScadaBR);
- Produto Nacional e suporte técnico especializado;
- Completa estrutura comercial para atender as necessidades de seus clientes.

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



Projetos

me estacionário. Para o sistema dado, a função de transferência de malha fechada com um controle PI é:

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{K_p s + K_i}{s^3 + 10s^2 + (20 + K_p)s + K_i}$$

Vamos reduzir o K_p para 30 e deixar o K_i igual a 70.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Usando o VI da figura 6, modifique os termos de entrada no painel frontal para adicionar o elemento integral ao sistema.

Abordagem híbrida gráfica/MathScript

Alternativamente, para chegar nesse resultado usando um MathScript Node, use o VI da figura 7 com o código a seguir:

```
num=1;
den=[1 10 20];
plant=tf(num,den);
Kp=30;
Ki=70;
contr=tf([Kp Ki],[1 0]);
sys_cl=feedback(contr*plant,1);
```

Resultado

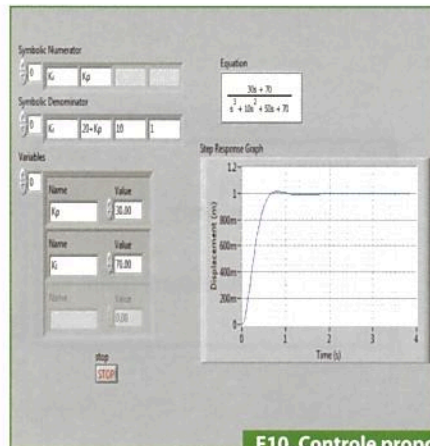
Tanto a abordagem com LabVIEW quanto a abordagem híbrida devem produzir o gráfico ilustrado na figura 10.

Nós reduzimos o ganho proporcional (K_p) por conta do controlador integral também reduzir o tempo de subida e aumentar o overshoot da mesma forma que o controlador proporcional (efeito duplo). A resposta dada na figura 10 revela que o controlador integral eliminou o erro de regime estacionário.

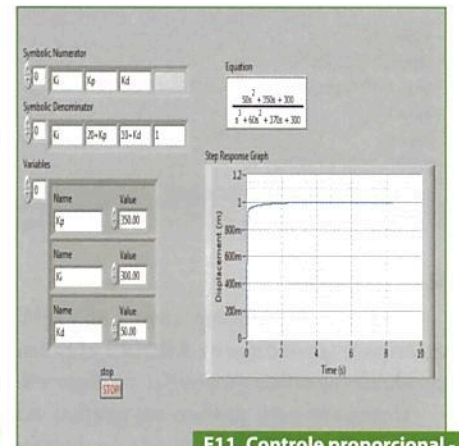
Controle proporcional - integral - derivativo

Agora, vamos observar um controlador PID. A função de transferência de malha fechada do sistema com um controlador PID é:

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{K_p s^2 + K_p s + K_i}{s^3 + (10 + K_D)s^2 + (20 + K_p)s + K_i}$$



F10. Controle proporcional - integral.



F11. Controle proporcional - integral - derivativo.

Depois de várias execuções de tentativa e erro, os ganhos $K_p = 350$, $K_i = 300$, e $K_D = 50$ forneceram a resposta desejada.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Para confirmar, teste esses termos no seu VI, usando o VI da figura 6.

Abordagem híbrida gráfica/MathScript

Alternativamente, esse resultado pode ser alcançado com um MathScript Node, usando o VI da figura 7 com o código a seguir:

```
num=1;
den=[1 10 20];
plant=tf(num,den);
Kp=350;
Ki=300;
Kd=50;
contr=tf([Kd Kp Ki],[1 0]);
sys_cl=feedback(contr*plant,1);
```

Resultado

Tanto a abordagem com o LabVIEW quanto a abordagem híbrida devem produzir o gráfico visto na figura 11.

Agora, nós obtivemos um sistema de malha fechada sem overshoot, com rápido tempo de subida e nenhum erro de regime estacionário.

Dicas gerais para projetar um controlador PID

Ao projetar um controlador PID para um dado sistema, siga os passos abaixo para obter uma resposta desejada.

- Obtenha uma resposta em malha aberta e determine o que precisa ser melhorado;
- Adicione um controle proporcional para melhorar o tempo de subida;
- Adicione um controle derivativo para melhorar o overshoot;
- Adicione um controle integral para eliminar o erro de regime estacionário;
- Ajuste o K_p , K_i e K_D até você obter uma resposta geral desejada. Você pode sempre utilizar a tabela mostrada neste artigo para encontrar qual controlador controla quais características.

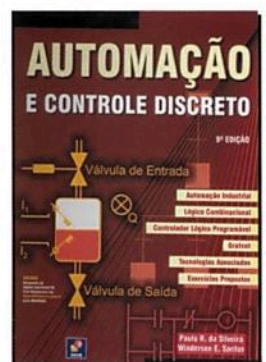
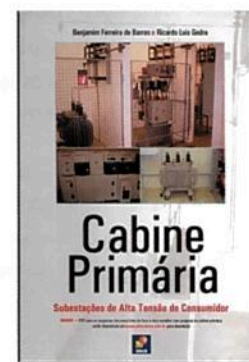
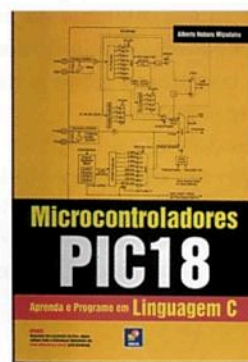
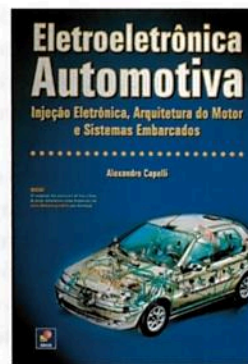
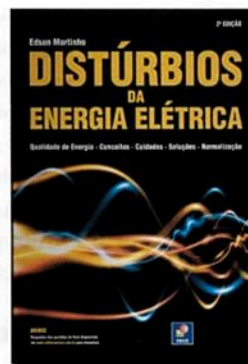
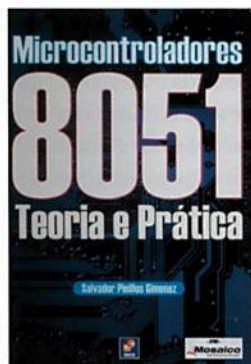
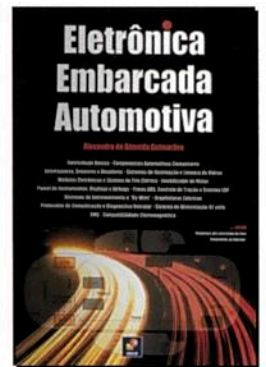
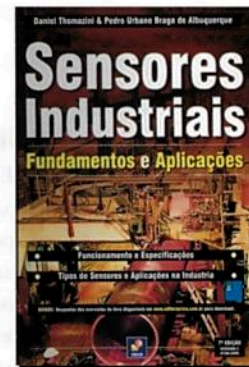
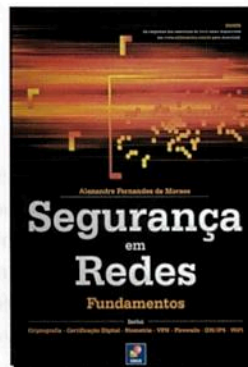
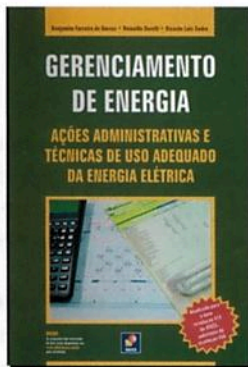
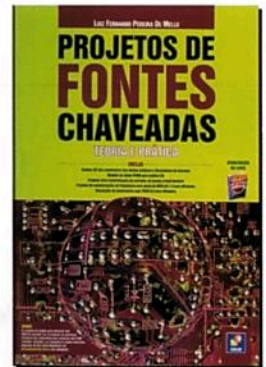
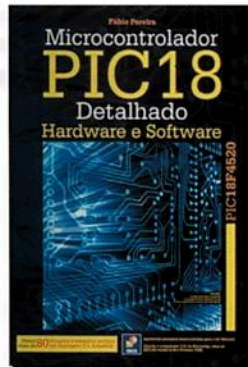
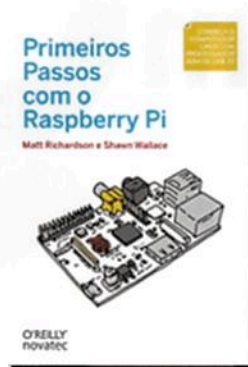
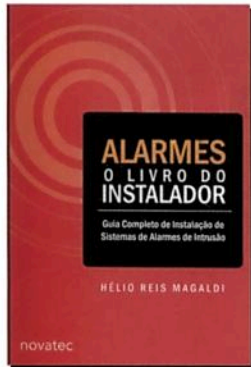
Tenha em mente que você não precisa implementar todos os três controladores (proporcional, derivativo e integral) em um único sistema, se não for necessário. Por exemplo, se um controlador PI fornecer uma resposta boa o suficiente (como no exemplo acima), então você não precisa implementar um controlador derivativo no sistema. Mantenha o controlador o mais simples possível. Atente para o **box 1**. **E**

Box 1

Faça o download do software NI LabVIEW, do módulo Control Design and Simulation e dos VIs utilizados neste tutorial por meio do link: <http://brasil.ni.com/saber-eletronica>

Sua loja de livros técnicos na internet

Promoções especiais e brindes



Por que Programar em C?

Edriano Araújo

A linguagem de programação C é poderosa, flexível e altamente portátil, e ainda provê suporte a operações de baixo nível, o que a torna muito atraente para o desenvolvimento de programas para sistemas embarcados.

A linguagem

Entre as muitas características da linguagem C, estão a facilidade de uso de ponteiros, matrizes unidimensionais e multidimensionais, passagem de múltiplos parâmetros, etc.. Tais funcionalidades proporcionam o desenvolvimento de programas muito bem estruturados e portáteis. O desenvolvimento de software nesta linguagem está tão difundido que se pode afirmar que a maioria dos desenvolvedores prefere desenvolver seus *firmwares* com ela.

Em um passado não muito distante, o uso da linguagem C não era muito aconselhável para microcontroladores de baixo custo, desprovidos de memória e com frequência de *clock* baixa, pois os compiladores não eram otimizados, tornando o código gerado lento e grande em Kbytes. Situação muito diferente da atual, onde os compiladores são otimizados, gerando códigos complexos, rápidos e diminutos em espaço consumido.

Levando em conta o foco do nosso artigo que são os microcontroladores de oito bits, devemos considerar o fato de que estes estão presentes em uma diversidade de projetos de baixo custo e, geralmente,

possuem poucos registradores, limitada quantidade de memória e seu Set de Instruções não é otimizado para o uso de compiladores C.

C ou Assembler?

Não faz muito tempo, esta pergunta era uma constante sempre que o assunto “programação de firmware” vinha à tona. Hoje, com todos os avanços citados anteriormente, pode-se dizer com clareza que C seria a resposta correta, sendo perfeitamente aceitável e até aconselhável mesclar o C com Assembler em alguns casos específicos onde exista uma tarefa altamente dependente do tempo e o compilador C utilizado não consiga chegar a tal grau de abstração.

A arquitetura escolhida

A maneira como um programador experiente encara a programação em C, assim como a mesma deve ser, é altamente dependente da arquitetura escolhida onde vários fatores devem ser levados em consideração.

Em se tratando de microcontroladores de 8 bits é interessante se conhecer a arquitetura escolhida, pois estas variam muito de fabricante para fabricante e até

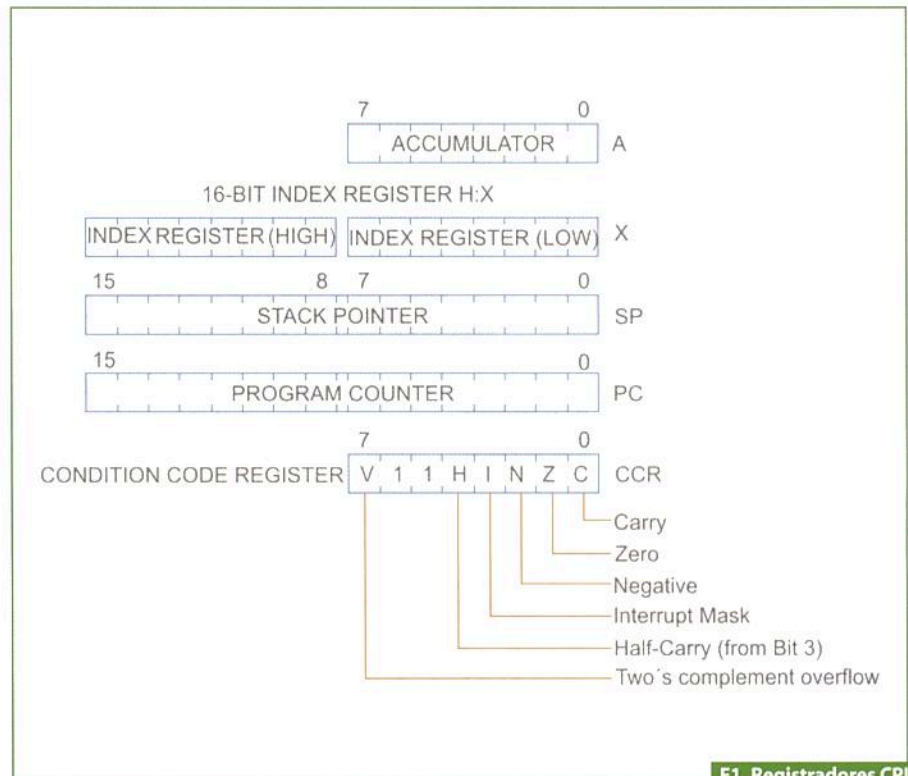
mesmo de família para família. Uma breve análise na arquitetura escolhida pode nos dar indícios do quanto esta é eficiente para o uso de compiladores C.

Código eficiente em C significa o quanto o código gerado é compacto e rápido. Portanto, utilizando algumas técnicas de otimização conseguiremos que o nosso código gere um programa menor e que execute uma tarefa em menos tempo.

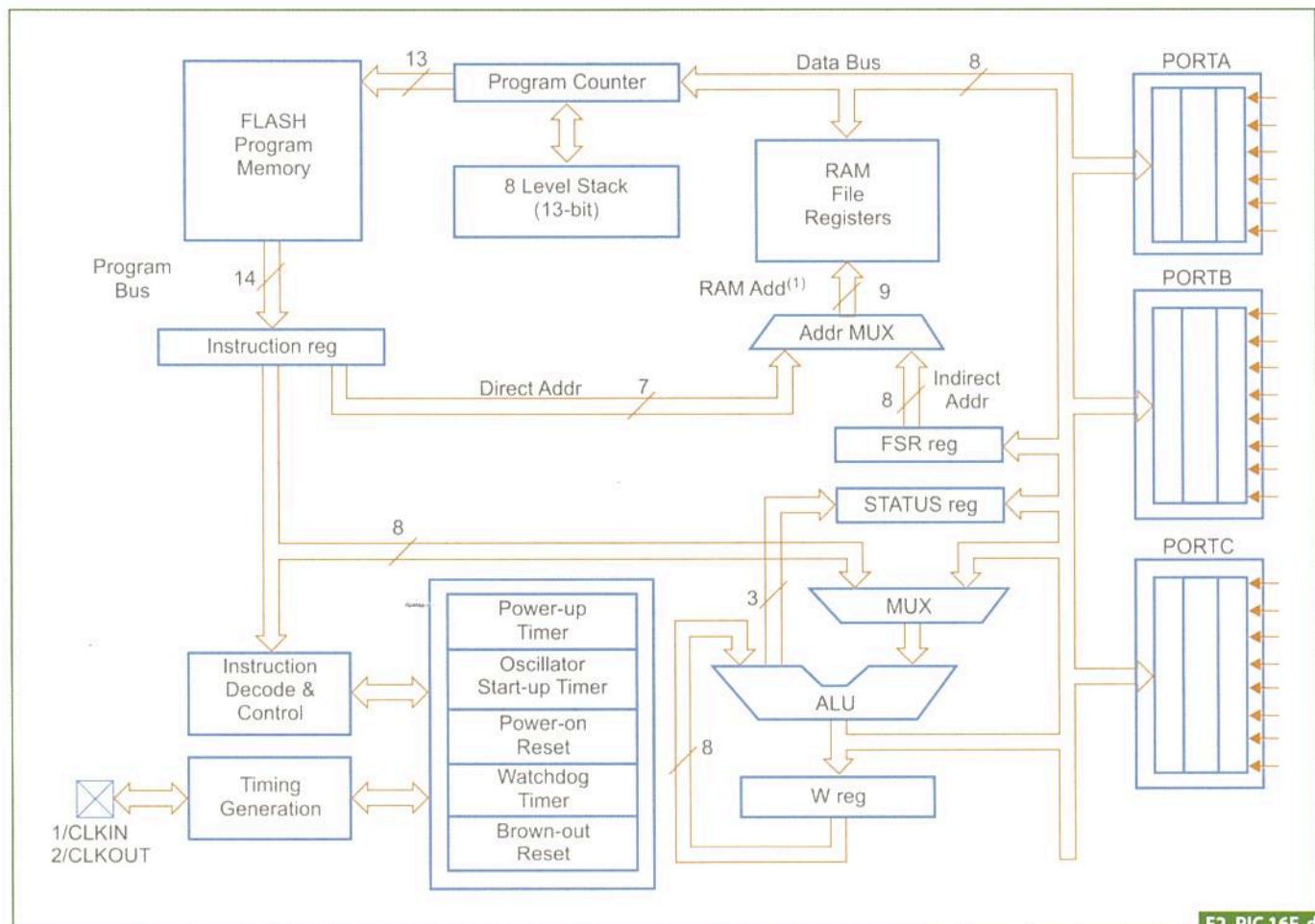
Um fator importante a se frisar aqui é o fato de que se você pretende utilizar as ferramentas gratuitas disponibilizadas pelos fabricantes ou distribuidores profissionais, estas são limitadas em quantidade de arquivos e código, ou seja, quanto menor o seu programa maior a chance de você utilizar uma ferramenta barata.

Vamos analisar a CPU de três arquiteturas de oito bits e identificar características sobre o quanto podemos gerar código eficiente em C. Primeira: CPU HCS08, da Freescale. Veja a **figura 1**.

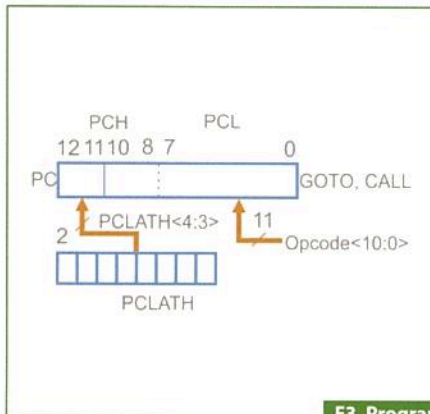
Como podemos observar, o número de registradores diretamente conectados



F1. Registradores CPU HCS08, da Freescale.



F2. PIC 16F, da Microchip.



F3. Program Counter.

a CPU é pequeno e, como sabemos, a quase totalidade das operações feitas pelo microcontrolador será executada através deles.

O Acumulador

Este microcontrolador possui um Acumulador de 8 bits, o que significa que o este será responsável por segurar os operandos e também por receber os resultados das operações. Podemos afirmar que sempre que possível deveremos utilizar variáveis de oito bits, pois operações envolvendo inteiros de 16 bits em quase

sua totalidade serão executadas em duas ou mais etapas. Também devemos evitar ao máximo variáveis sinalizadas, pois neste caso um byte consegue armazenar valores entre -127 e +127.

O Index Register

Neste caso a presença de um registrador indexador de 16 bits nos garante uma otimização dos programas desenvolvidos em C e um acesso contínuo a memória de até 64 Kbytes. Pois, com o auxílio deste registrador é possível fazer o acesso da memória de dados e programa de forma indireta, facilitando o uso de ponteiros. É importante salientar que teremos programas eficientes se os ponteiros forem de 16 bits e os dados apontados pelo mesmo forem de 8 bits.

O Program Counter

Como o Program Counter possui 16 bits, este pode acessar continuamente até 64 Kbytes de memória sem paginação.

A família PIC 16F

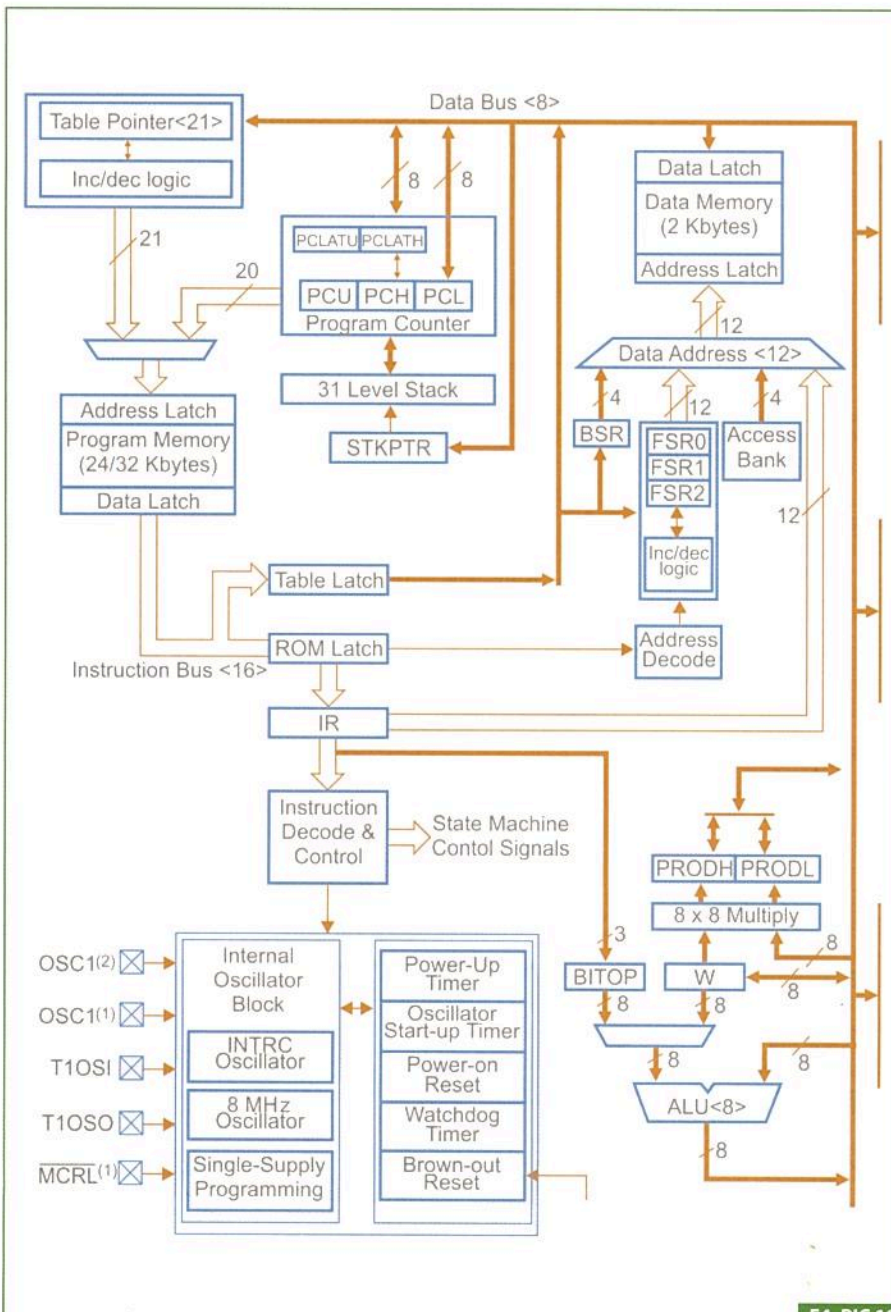
Por se tratar de um processador RISC onde os barramentos de dados e de programa são separados fisicamente, não é possível colocar uma versão simplificada da CPU sem a perda de algumas informações. Observe a **figura 2**.

O Acumulador

Assim como na família HCS08, este microcontrolador possui um Acumulador de 8 bits, o que significa que este será responsável por segurar os operandos e também por receber os resultados das operações. Podemos afirmar que sempre que possível deveremos utilizar variáveis de oito bits, pois operações envolvendo inteiros de 16 bits em sua quase totalidade serão executadas em duas ou mais etapas. Também devemos evitar ao máximo variáveis sinalizadas, uma vez que neste caso um byte consegue armazenar valores entre -127 e +127.

O Index Register

Esta família de microcontroladores não possui um Index Register, o que dificulta a geração de código eficiente em C pois o uso de ponteiros se torna difícil, principalmente quanto à geração de tabelas.



F4. PIC 16F
Microchip.

O FSR

Como não é possível utilizar o Stack Pointer como indexador, um registrador especial pode ser utilizado para acesso a memória de dados facilitando o acesso as variáveis de forma indireta.

O Stack Pointer

Diferentemente da Família HCS08, o Stack pointer deste microcontrolador possui 13 bits e uma profundidade, ou seja, capacidade de armazenar até 8 endereços de retorno para o micro 16F877, esta profundidade pode variar de microcontrolador para microcontrolador. Neste caso não é possível utilizar o Stack pointer como indexador e tampouco armazenar dados temporariamente.

O Program Counter

Nesta família o Program Counter possui 13 bits, porém apenas 10 são acessados diretamente, o que limita o endereçamento do microcontrolador a páginas de 2 Kbits, cabendo ao compilador ou programador gerenciar estas páginas. Atente para a figura 3.

A família PIC 18F

Este microcontrolador possui inúmeras avanços em relação a família 16F e nem todas as suas características serão abordadas neste momento. A própria Microchip escreve em seus manuais que esta família é otimizada para compiladores C e fornece em seu *site* o compilador gratuitamente. Acompanhe na figura 4.

O Acumulador

Assim como nas famílias anteriores, este microcontrolador possui um Acumulador de 8 bits, o que significa que este será responsável por segurar os operadores e também por receber os resultados das operações. Podemos afirmar que sempre que possível deveremos utilizar variáveis de oito bits, pois operações envolvendo inteiros de 16 bits em sua quase totalidade serão executadas em duas ou mais etapas. Também devemos evitar ao máximo variáveis sinalizadas, pois neste caso um byte consegue armazenar valores entre -127 e +127.

O Table Pointer

Com o auxílio do table pointer, o acesso a tabelas e consequentemente dados arma-

zenados na memória de programa é feito de maneira fácil, ou seja o uso de ponteiros é facilitado. Porém, vale salientar que os dados são acessados em bytes, continuando válida a afirmação de que o ponteiro pode ser de 16 bits, mas os dados apontados devem ser preferencialmente de 8 bits.

Multiplicador 8 X 8 por hardware

Esta característica facilita a multiplicação de dois dados de 8 bits, gerando um resultado de 16 bits. Como a operação é executada por hardware, o Código gerado neste caso será eficiente. O FSR: Como não é possível utilizar o Stack Pointer como indexador, um registrador especial pode ser utilizado para acesso a memória de dados facilitando o acesso as variáveis de forma indireta.

O Stack Pointer

Stack Pointer deste microcontrolador possui 20 bits e uma profundidade ou seja capacidade de armazenar até 31 endereços de retorno para o micro 16F877, esta profundidade pode variar de microcontrolador para microcontrolador. Neste microcontrolador é possível acessar o topo do Stack Pointer através de três registradores, facilitando o uso do stack pelo usuário ou pelo compilador C.

O Program Counter: Nesta família o program counter possui 21 bits e pode endereçar diretamente até 2 Mbytes, sem paginação.

Após nossa introdução vamos realmente ao que interessa, aperfeiçoar o nosso código. E para podermos continuar, utilizaremos os microcontroladores da Freescale HCS08, tal escolha se dá pelo fato de que esta família proporciona uma boa otimização do código C e um hardware relativamente fácil de entender.

Tipos de Dados

A escolha do tipo de dado utilizado é de longe uma das melhores maneiras de se alcançar um código rápido e pequeno em tamanho. E podemos afirmar que para os microcontroladores de 8 bits trabalham melhor com dados de 8 bits.

O ANSI C não define precisamente o tamanho padrão para os tipos de dados nativos, mas podemos afirmar que a maioria dos compiladores “prefere” trabalhar com dados do tipo int e estes geralmente são de 16 bits sinalizados. A tabela 1 mostra os tipos de dados mais utilizados em C.

Como foi visto no artigo anterior, microcontroladores de 8 bits processam dados de 8 bits melhor do que de 16 bits e, consequentemente, dados não sinalizados melhor do que dados sinalizados.

Dados do tipo Double ou float devem ser evitados, pois são totalmente ineficientes em microcontroladores deste porte.

O padrão ANSI define Int como sinalizado e não especifica um padrão para Char, portanto cabe ao programador definir os tipos de dados de maneira a otimizar o programa, definindo explicitamente o tipo de variável utilizada. Unsigned char variável ou signed char variável. Uma metodologia muito utilizada é a de criar definições:

- typedef unsigned char UINT8;
- typedef signed char SINT8;
- typedef unsigned int UINT16;
- typedef int SINT16;
- typedef unsigned long int UINT32;
- typedef long int SINT32;

Dicas:

- Criar definições para todos os tipos de dados utilizados;
- Utilize sempre o tipo de dado apropriado a suas necessidades;
- Sempre que possível, utilize dados não sinalizados.

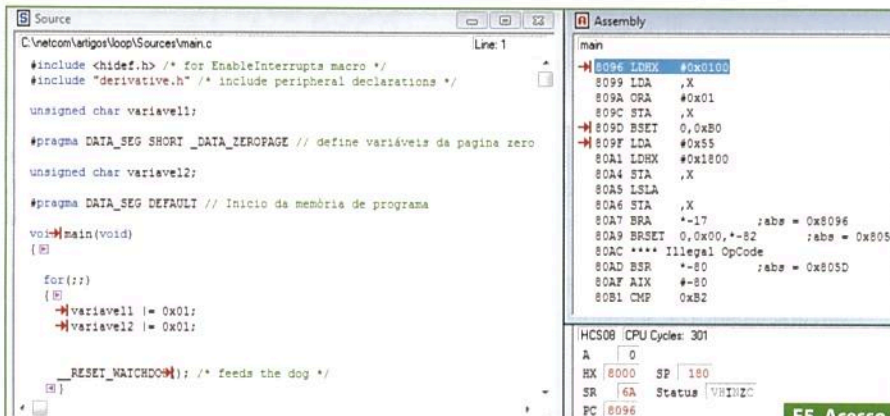
Tipos de endereçamentos

Esta Arquitetura possui 16 tipos de endereçamentos, alguns deles são: inerente, imediato, direto, estendido e indexado. Não serão abordados todos neste artigo, mas citados quando necessário.

Nesta arquitetura a maioria dos periféricos são mapeados em RAM entre as posições de memória 0x00 e 0xFF para que

Tipo	Tamanho (Bits)	Faixa (não sinalizado)	Faixa (sinalizada)
Char	8	0 a 255	-128 a 127
Short Int	16	0 a 65535	-32768 a 32767
Int	16	0 a 65535	-32768 a 32767
Long Int	32	0 a 4294967295	-2147483648 a 2147483647

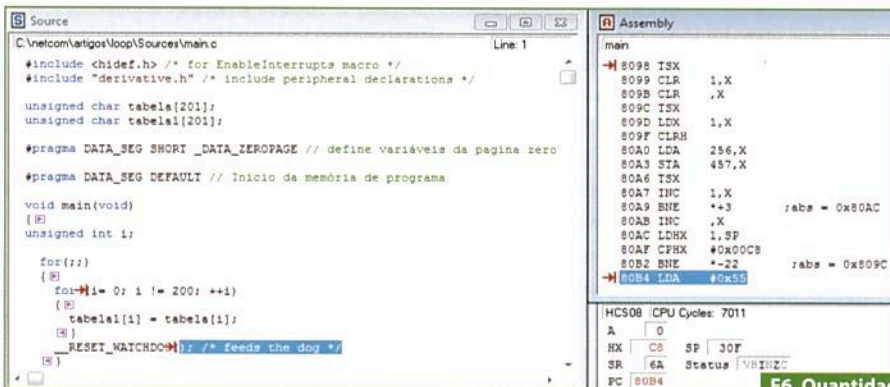
T1. Tipos de dados mais utilizados em C.



F5. Acesso às variáveis.

o compilador possa acessá-los utilizando o endereçamento direto. Este endereçamento é particularmente interessante, pois neste caso o operando possui apenas um byte, sendo possível acessar apenas endereços até 0xFF economizando um byte e um ciclo de execução em relação ao endereçamento estendido.

Como a totalidade de periféricos mapeados é menor que 0xFF, é possível colocar algumas variáveis nesta região a qual chamamos de página zero, geralmente as mais utilizadas. Para

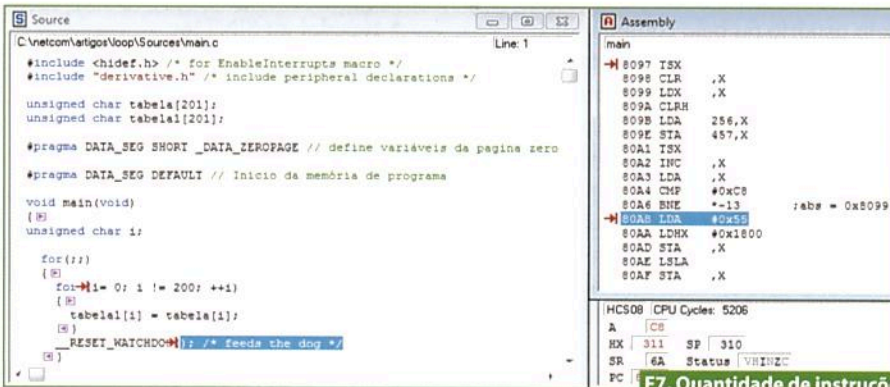


F6. Quantidade de ciclos.

que seja possível alocar variáveis na página zero, devemos informar ao compilador quais são as variáveis.

Este procedimento se faz necessário porque não existe um padrão ANSI para esta definição, podendo variar de compilador para compilador. Para o compilador HIWARE presente no Codewarrior Development Studio da Freescale utilizamos o sintaxe mostrado a seguir. Para outro compilador o manual deve ser consultado.

```
#pragma DATA_SEG SHORT _DATA_ZEROPAGE
// define variáveis da página zero
Unsigned char variavel1
Unsigned char variavel2
#pragma DATA_SEG DEFAULT
// Início da memória de programa
```

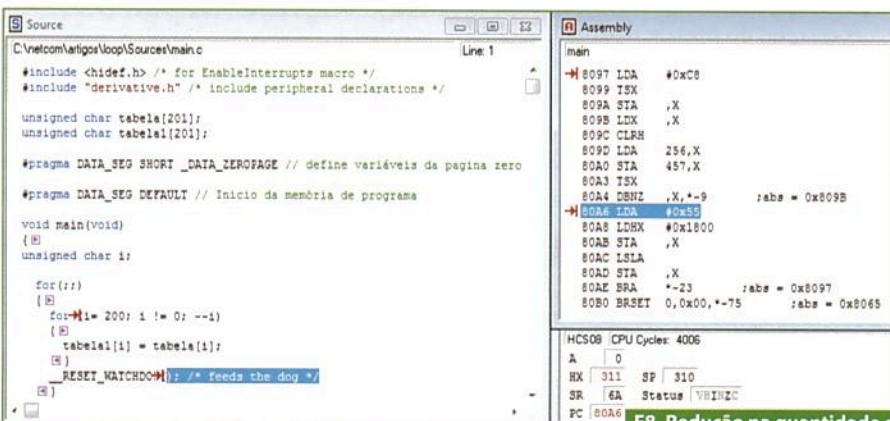


F7. Quantidade de instruções em assembler.

Variáveis podem ser classificadas em global ou local, variáveis locais podem ser acessadas em qualquer parte do programa e possuem endereço fixo na memória enquanto variáveis locais podem ser acessadas somente pela função que as criou e utilizam o stack pointer para acesso. Geralmente, não há diferença comprovada entre o uso de variáveis locais ou globais, cabendo ao programador definir a melhor abordagem para o seu programa.

Variáveis situadas na página zero devem ser obrigatoriamente globais para que o compilador possa utilizar o endereçamento direto. E uma atenção especial deve ser dada à posição do Stack Pointer, devendo este ser reposicionado para que uma parte da página zero seja economizada.

De acordo com a figura 5, podemos afirmar que o acesso a uma variável situada na página zero será mais rápido do que uma variável fora da mesma. Para comprovar isso, vamos setar o BIT 0 de



F8. Redução na quantidade de ciclos de 5206 para 4006.

duas variáveis: uma situada na página zero e outra fora dela.

Para executar a instrução `variavel1 |= 0x01`, o compilador gerou o seguinte assembler:

```
LDHX @variavel1
LDA ,X
ORA #1
STA ,X
```

Já para a variável dois, o código gerado foi: “`BSET 0,variavel2`”. Comprovando que o acesso ao código gerado será otimizado para variáveis situadas na página zero. Dicas:

Escolha com cuidado quais variáveis devem ser globais;

Escolha as variáveis mais utilizadas para a página zero;

Aloque matrizes fora da página zero, pois estas são geralmente acessadas através de endereçamento indexado não fazendo uso das vantagens do endereçamento direto;

Livre uma maior parte da memória na página zero, realocando o stack pointer.

Quanto à programação

Se um `loop` for executado menos do que 255 vezes, prefira utilizar `unsigned char`. Agora, se o mesmo for executado mais do que 255 vezes, prefira `unsigned int`. A aritmética de 8 bits é mais eficiente do que a de 16 bits, e aritmética não sinalizada é mais eficiente do que a sinalizada.

Uma característica importante quanto ao uso de loops é a seguinte: Uma breve pesquisa no manual do microcontrolador mostra que não existe uma instrução que incremente um valor e compare o seu valor a outro pré-determinado, por outro lado é possível identificar uma instrução que decrementa um valor compara se o resultado é zero e salta para uma posição de memória pré-definida. Desta forma, podemos concluir que sempre que possível devemos decrementar a variável em um loop e testar se o resultado é zero, fazendo com que o programa seja pequeno em tamanho e rápido em execução.

É importante salientar, ainda, que este procedimento não se aplica quando o loop tem que acessar a posição zero de uma matriz, por exemplo.

Comparação entre diversas maneiras de se implementar um loop

No primeiro exemplo foi implementado um pequeno programa que copia o conteúdo de uma tabela para outra, utilizando como indexador uma variável `INT` não sinalizada. E, através da **figura 6**, é possível observar o assembler gerado e a quantidade de ciclos necessários para que o loop seja completado (neste caso, 7011 ciclos).

No segundo exemplo, a variável `i` que funciona como um indexador durante a cópia foi convertida de `unsigned int` para `unsigned char` e a simulação refeita.

Através da **figura 7**, podemos notar que a quantidade de instruções assembler foi reduzida consideravelmente, fazendo com que o programa ficasse menor e o tempo de execução em ciclos foi reduzido de 7011 para 5206 ciclos.

No terceiro exemplo a variável `i` foi decrementada ao invés de incrementada, o que proporcionou uma diminuição ainda maior na quantidade de instruções assembler utilizadas e uma redução na quantidade de ciclos de 5206 para 4006. Veja a **figura 8**.

Obs.: Nestes casos algumas características de programa devem ser observadas, as quais são:

Quando a posição zero de uma matriz deve ser lida obrigatoriamente, não podemos comparar `i` com zero;

Quando o loop for maior que 255, decrementar ou incrementar a variável não apresenta grandes diferenças; em alguns casos o tempo necessário para completar a operação é maior quando a variável é decrementada.

Estrutura e passagem de parâmetros

Devido à grande flexibilidade da linguagem C, é muito fácil construir estruturas complexas durante o processo de programação.

Matrizes multidimensionais e passagem de múltiplos parâmetros devem ser tratados com cuidado quando estamos desenvolvendo um programa para microcontroladores. Em muitos casos podemos dizer que quase todos os programas possuem restrições de tempos, que poderiam ser facilmente atingidos utilizando-se

a linguagem C de maneira consciente. Resumo das dicas:

- Criar definições para todos os tipos de dados utilizados;
- Utilize sempre o tipo de dado apropriado a suas necessidades;
- Sempre que possível, utilize dados não sinalizados;
- Escolha com cuidado quais variáveis devem ser globais;
- Escolha as variáveis mais utilizadas para a página zero;
- Aloque matrizes fora da página zero, pois estas são geralmente acessadas através de endereçamento indexado não fazendo uso das vantagens do endereçamento direto;
- Livre uma maior parte da memória na página zero realocando o stack pointer;
- Sempre que possível, decremente as variáveis e compare seu resultado a zero principalmente quando trabalhando com variáveis de 8 bits;
- Evite o uso de estruturas complexas, pois os microcontroladores não processam bem estruturas complexas devido à pequena quantidade de registradores indexadores.

Quando mesclar assembler e C é uma boa ideia

Existem várias situações onde o uso da linguagem assembler se torna favorável, porém para exemplificar o uso será desenvolvida uma função que converte um número decimal de até 8 dígitos em BCD.

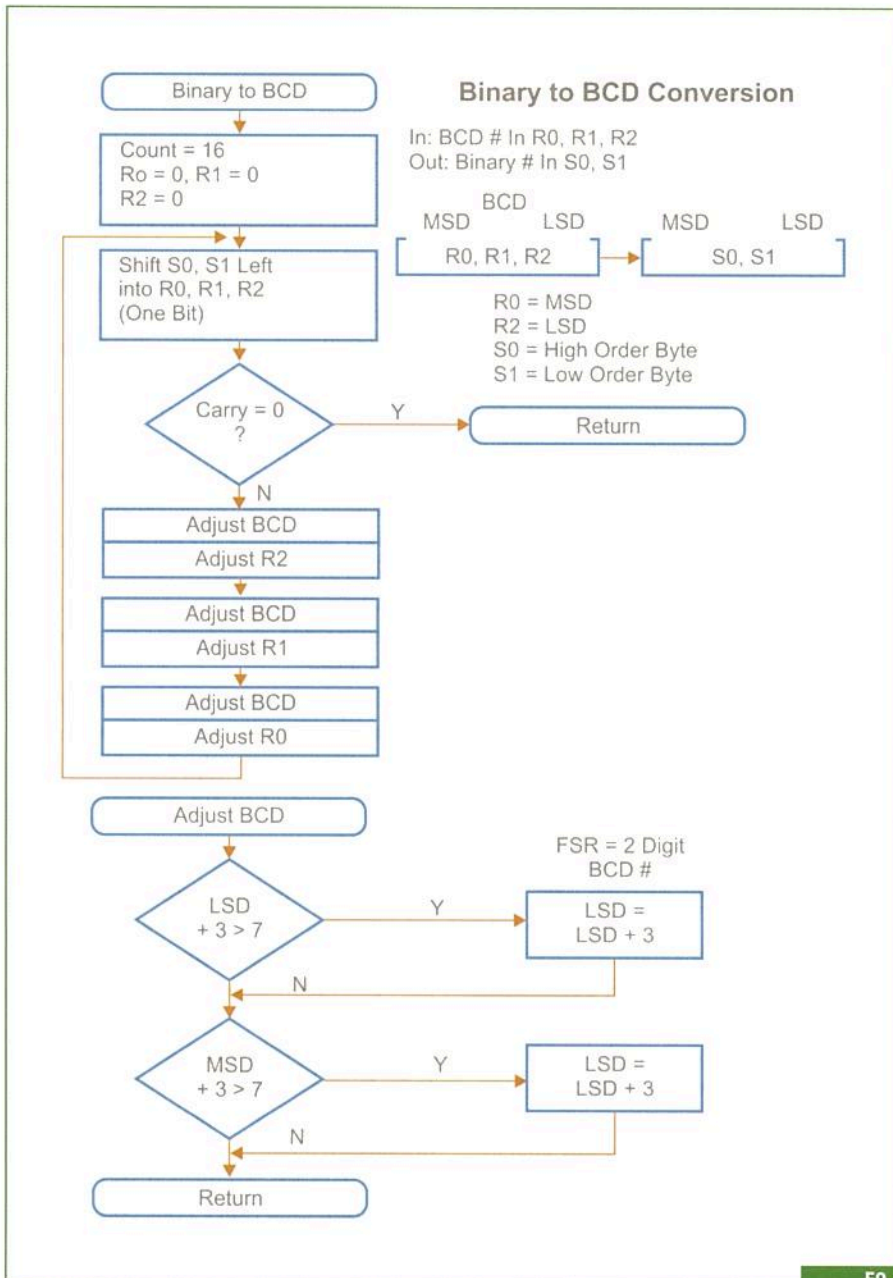
Exemplo: 76543210 -> 0X74C75A-> representado por 4 bytes. Como é notável, não é possível decompor um número inteiro em binário ou hexadecimal em sua representação BCD, devendo-se, assim, fazer uso de algoritmos de conversão para atingir o objetivo.

Primeiro Algoritmo

Um Algoritmo simples para se resolver este problema em C seria dividir sucessivamente o número 76543210 por 10. Acompanhe as **tabelas 2 e 3**.

Segundo Algoritmo

Um outro algoritmo muito utilizado por desenvolvedores de FPGA ou até ▶



F9. O algoritmo.

mesmo microcontroladores mais simples, é o de “shift and add 3” (rotacionar e adicionar três):

- Detectar a magnitude do número;
- Rotacionar o número para esquerda uma vez;
- Se o valor em qualquer coluna BCD for maior do que quatro, somar três;
- Pronto, o seu número está convertido. Atente para a **tabela 4**.

É muito importante salientar que este algoritmo se encaixa melhor em Lógicas Programáveis, pois é de fácil implementação em microcontroladores que não possuem em seu Set de Instruções uma que satisfaça diretamente esta situação.

Um exemplo deste algoritmo implementado em um microcontrolador PIC foi retirado do Application Note AN526. **Figura 9.** Veja o código na seção “download” do portal da Saber Eletrônica.

Terceiro Algoritmo

Quando o microcontrolador possui em seu set de instruções, instruções capazes de somar um valor e automaticamente ajustar o seu resultado para o decimal, o código necessário para o desenvolvimento pode ser reduzido a poucas instruções fazendo praticamente a função do algoritmo anterior.

Para exemplificar isto, vamos comparar o código assembler gerado pelos compiladores Hitech C e Codecomposer com as rotinas escritas diretamente em assembler para o MSP 430 e para o PIC para a seguinte função. Veja o código na seção “download” do portal.

Rotina escrita diretamente em assembler para o MSP 430

É muito importante salientar que quando uma função é escrita diretamente em assembler e será mixada com o código assembler, este código se torna altamente dependente do compilador utilizado e a sua portabilidade será prejudicada.

A leitura do manual do compilador se torna obrigatória, pois todas as regras de passagem de parâmetros estão ali definidas. Veja o código no portal. Também observe o código gerado pelo Codecomposer, disponível pra download no portal. Código gerado pelo Hitech c: (figuras 10 e 11)

T2. Primeiro algoritmo.

Valor Original	Divisão por 10	Resto	Binário
76543210 = 0X274C75A	7654321	0	0000
	765432	1	0001
	76543	2	0010
	7654	3	0011
	765	4	0100
	76	5	0101
	7	6	0110
	0	7	0111

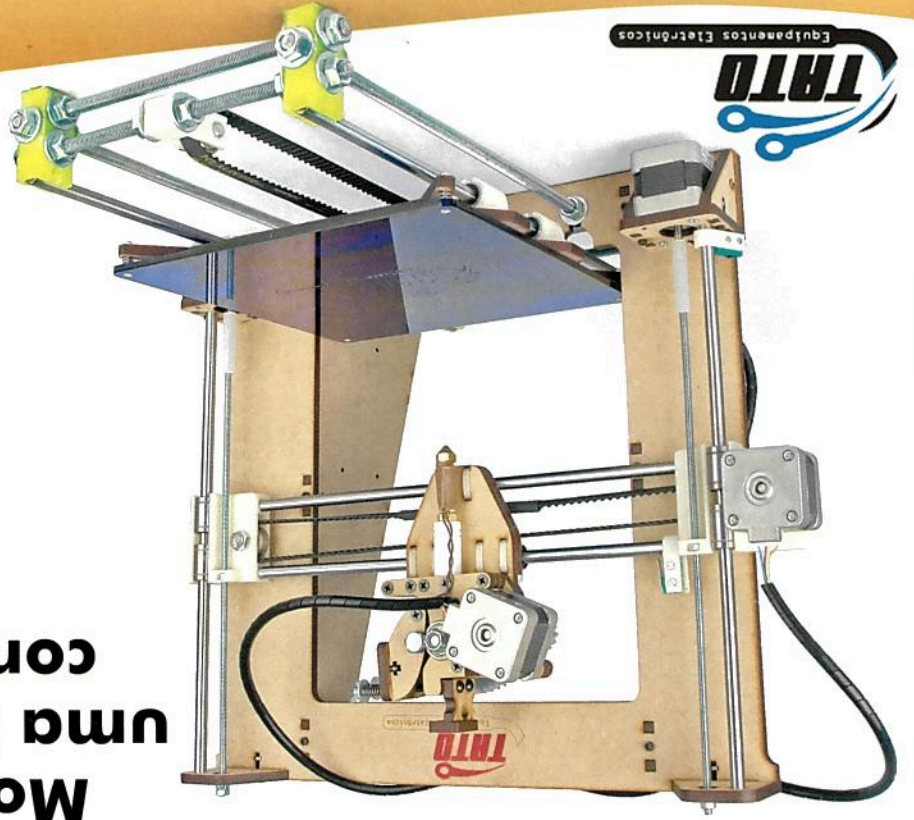
T3. Resultado gravado em quatro bytes

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
0000 0001	0010 0011	0100 0101	0110 0111
0X76	0X54	0X32	0X10



Diversas opções de kits (ferragens, estrutura,...) até impressora montada

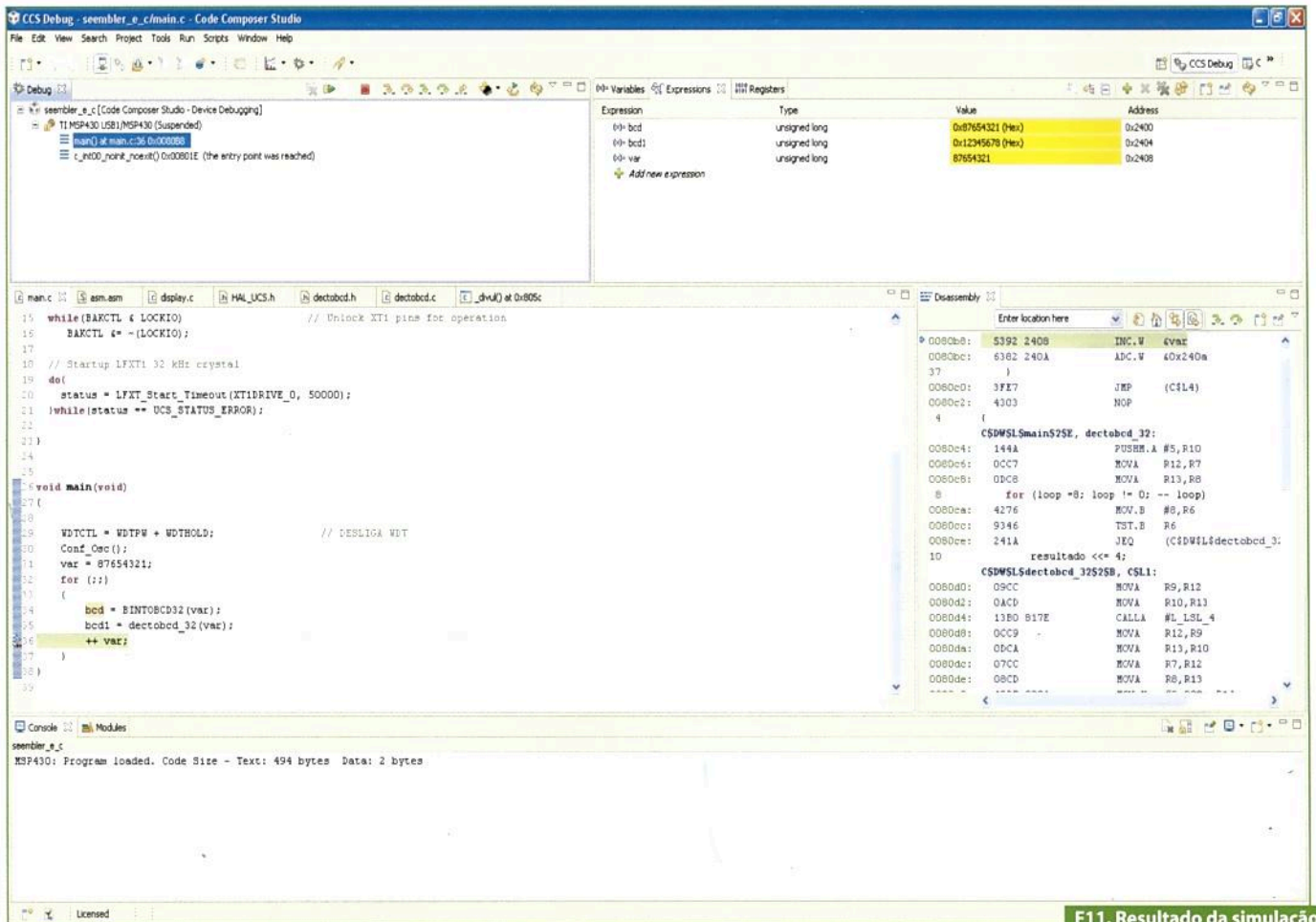
Monte você mesmo uma impressora 3D e construa protótipos em plástico!



F10. Resultado da simulação com o Codecomposer

The screenshot displays the Code Composer Studio (CCS) interface during a simulation. The main window shows C code for a microcontroller, including a main function and a delay routine. The Watch window on the right shows the current state of variables: `main void`, `var = 0x654321`, `for(;;)`, `bd1 = dectobcd_32 var;`, and `var;`. The Disassembly Listing window shows the assembly instructions corresponding to the C code, such as `main void`, `var = 0x654321`, `for(;;)`, `bd1 = dectobcd_32 var;`, and `var;`. The Watch window also displays a table of memory addresses and values.

Update	Address	Symbol Name	Value
	0x12345678	bd1	0x12345678



F11. Resultado da simulação com o MPLAB com Hitech c.

Conclusão

Em alguns casos onde a otimização do código é necessária ou a quantidade de memória disponível é pequena, programar algumas partes do programa em assembler pode ser uma boa solução para estas “deficiências”. Imagine um microcontrolador rodando em uma frequência abaixo de um mega-hertz atendendo teclado, serial e atualizando um *display* de cristal líquido sem a possibilidade de aumentar a frequência, pois isto incorreria em um aumento de consumo do micro. Neste caso, escrever algumas partes do código em assembler seria uma boa ideia.

Se o profissional conhece bem o compilador utilizado, ele será capaz de identificar os pontos onde o compilador não está otimizado para criar o código necessário e substituir por funções em assembler.

Sempre que começo a ministrar um novo curso de microcontroladores esta

pergunta vem à tona: O que é melhor? Programar em C ou assembler? A resposta nem sempre é única, pois é possível juntar o melhor dos dois mundos.

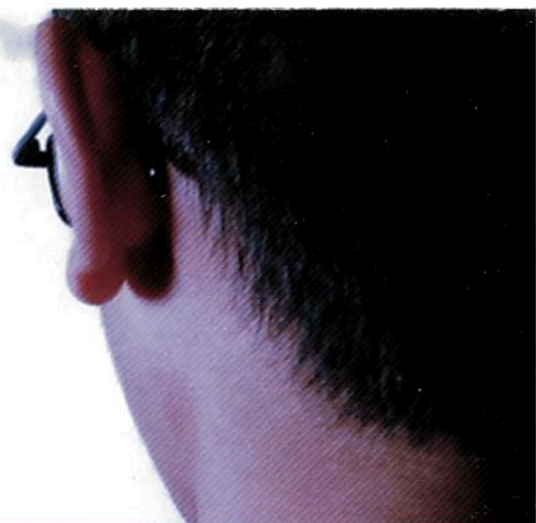
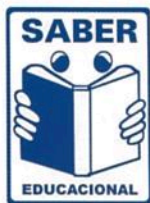
No atual cenário em que vivemos em que o tempo para se colocar um produto no mercado está cada vez menor, devido

à alta concorrência, muitas vezes ilegal, programar apenas em assembler é uma tarefa inviável.

Obs.: Todos os códigos mencionados podem ser encontrados em nosso portal, no site sabereletronica.com.br, na seção “downloads”.

Operação	Centena	Dezena	Unidade	Binário	
Valor hexa				F	F
Início				1111	1111
Desloca 1			1	1111	111
Desloca 2			11	1111	11
Desloca 3			111	1111	1
Soma 3			1010	1111	1
Desloca 4		1	0101	1111	
Soma 3		1	1000	1111	
Desloca 5		11	0001	111	
Desloca 6		110	0011	11	
Soma 3		1001	0011	11	
Desloca 7	0001	0010	0111	1	
Soma 3	0001	0010	1010	1	
Desloca 8	0010	0101	0101		
	2	5	5		

T4. Exemplo: Converter o número hexadecimal 0xFF para BCD.

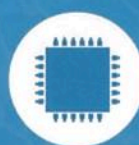


TREINAMENTOS PROFISSIONAIS

Agora a SABER está promovendo treinamentos técnicos, fazendo aquilo que mais sabe fazer que é ensinar. Nosso diferencial é saber muito antes, as novidades tecnológicas e preparar um bom material didático teórico, nunca esquecendo da prática (que é a nossa principal característica), para passar para você, leitor.



Treinamento Básico e Avançado de Programação de Microcontroladores em linguagem C



Treinamento de Programação de Microcontroladores Freescale / Holtek / Infineon / Renesas



Treinamento Prático em SMD com Estações de Solda/Retrabalho



Treinamento de Instrumentação e Controle Aplicados em Caldeiras à Óleo

Aulas em três sedes:

SÃO PAULO - Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Parque São Jorge - Tatuapé - Próximo à estação do Metrô Carrão

CARAPICUIBA - Av. Rui Barbosa, 540 - Piso 1 sala 40 Centro - Carapicuíba próximo à estação de trem e também em frente de Tamboré e Alphaville.

SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP -Rua Ângelo Dusi, 326 - Vila Dusi

CONSULTE A PROGRAMAÇÃO DE 2013

Ligue para: (11) 2095-5330 - Miriam das 10h às 16h.

Mais informações : (11) 2095-5333 - Mari das 10h às 16h.

NIDays

CONFERÊNCIA TECNOLÓGICA
sobre Projeto Gráfico de Sistemas

Dia 11 de abril
Expo Center Norte - SP



Horário: das 8h às 18h

Local: Expo Center Norte

Endereço: Rua José Bernardo Pinto, 333 - São Paulo

**Não perca nosso encontro anual de engenheiros,
pesquisadores e professores**

- Mais de 30 sessões técnicas
- 9 sessões práticas
- Sessões dos segmentos automotivo, aeroespacial / defesa e de energia
- Exposições de parceiros da indústria
- Sessão preparatória para o exame de certificação (CLAD) gratuito
- Demonstrações ao vivo de aplicações industriais
- Estudos de caso de diversas empresas da indústria
- Oficinas de robótica industrial e LEGO® MINDSTORMS®

Embarque conosco em nossa jornada para o futuro

Faça sua inscrição através do site www.brasil.ni.com/nidays ▶ 11 3149-3149



©2013 National Instruments. Todos os direitos reservados. National Instruments, NI, e ni.com são marcas registradas da National Instruments.