Ano 49 • Nº 471 • Jul-Ago 2013
Europa € 3,90
Brasil R$14,90

www.sabereletronica.com.br

SABER ELETRÔNICA

http://twitter.com/editora_saber

Industrial



Estações de retrabalho:
Soldando SMDs com Invólucros QFN

Como usar o Visual Studio, o Windows 8 e a Linguagem C#
na eletrônica para criar programas compatíveis com tablets e computadores

ISSN 0101-6717

Controladores step-down duplos com entrada de referência externa

MOSFET: reduza indutâncias e capacitâncias parasitas

Projete robôs no LabVIEW com plataforma NIRo, FPGA integrado e CPU Real-Time

Mais de 4 milhões de componentes eletrônicos oferecidos.
MOUSER ELECTRONICS
br.mouser.com

skype
Assistência em Português

GO br.mouser.com
Os mais novos produtos para os projetos mais inovadores®

Acesso instantâneo.

Mais de **4 milhões** de componentes eletrônicos oferecidos por mais de **500 fabricantes** líderes reconhecidos da indústria.



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



Distribuimos semicondutores e componentes eletrônicos para Engenheiros de Desenvolvimento e Projetistas

MOUSER ELECTRONICS

Mouser e Mouser Electronics são marcas registradas da Mouser Electronics, Inc. Outros produtos, logotipos e nome de empresas mencionados aqui podem ser marcas de seus respectivos proprietários.

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

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

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial
João A. Zuffo

Redação
Rafaela Turiani

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Designers
Carlos C. Tartaglioni,
Diego M. Gomes

Publicidade
Caroline Ferreira,
Marileide de Oliveira

Colaboradores
Alfonso Pérez,
Arlete V. da Silva,
Bill Messner,
Dawn Tibury,
Eutíquio Lopez,
Guilherme K. Yamamoto,
Gustavo L. Peixinho,
Luís F. F. Bernabe,
Mário M. B. Horta,
Renan A. M. de Azevedo,
Shuo Chen,
Terry Groom,
Tiago A. de Oliveira

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

Capa
Arquivo Editora Saber - Imagem de estação de trabalho SMD meramente ilustrativa

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

Reindustrialização


Hélio Fittipaldi

Passamos por tempos difíceis nos últimos anos em vários países e no Brasil devido à grande virada nas relações comerciais, tendo como protagonista a China. Além disso, o que impactou muito foi a ascensão acelerada das novas tecnologias impulsionadas pela informática e telecomunicações.

A partir de 2008 a crise americana agravou a situação de diversos países afetando muito a Europa, e tivemos o aparecimento dos BRICs no cenário internacional como as novas locomotivas do mundo.

Na realidade brasileira, o que houve foi um encantamento com esta posição inusitada e os nossos políticos não fizeram o que tinha de ser feito.

Há 25 anos a Constituição está para ser regulamentada, ou seja, precisa ser concluída pelo Congresso Nacional e não fazem nada. Perdeu-se a melhor época para se fazer as modificações necessárias para o Brasil moderno e em desenvolvimento a partir do início dos anos 2000.

Mas, eis que surgem as manifestações de massa contra todo este estado de coisas, mantido pelas velhas instituições e partidos políticos que não representam mais os nossos anseios. Rapidamente temos mudanças ocorrendo no mundo que, mesmo com esta situação descrita, nos deixa esperançosos que dias melhores estão mais perto de serem atingidos, do que imaginamos.

A cotação do dólar, em relação ao real, tem subido e a desvalorização do nosso dinheiro já possibilita aumentarmos as exportações de vários produtos, ao mesmo tempo que deixamos de importar principalmente bens de consumo. A moeda chinesa teve no último ano uma pequena valorização que, aliada aos aumentos dos salários dos seus trabalhadores e à desvalorização do real possibilita melhor competitividade para a produção brasileira.

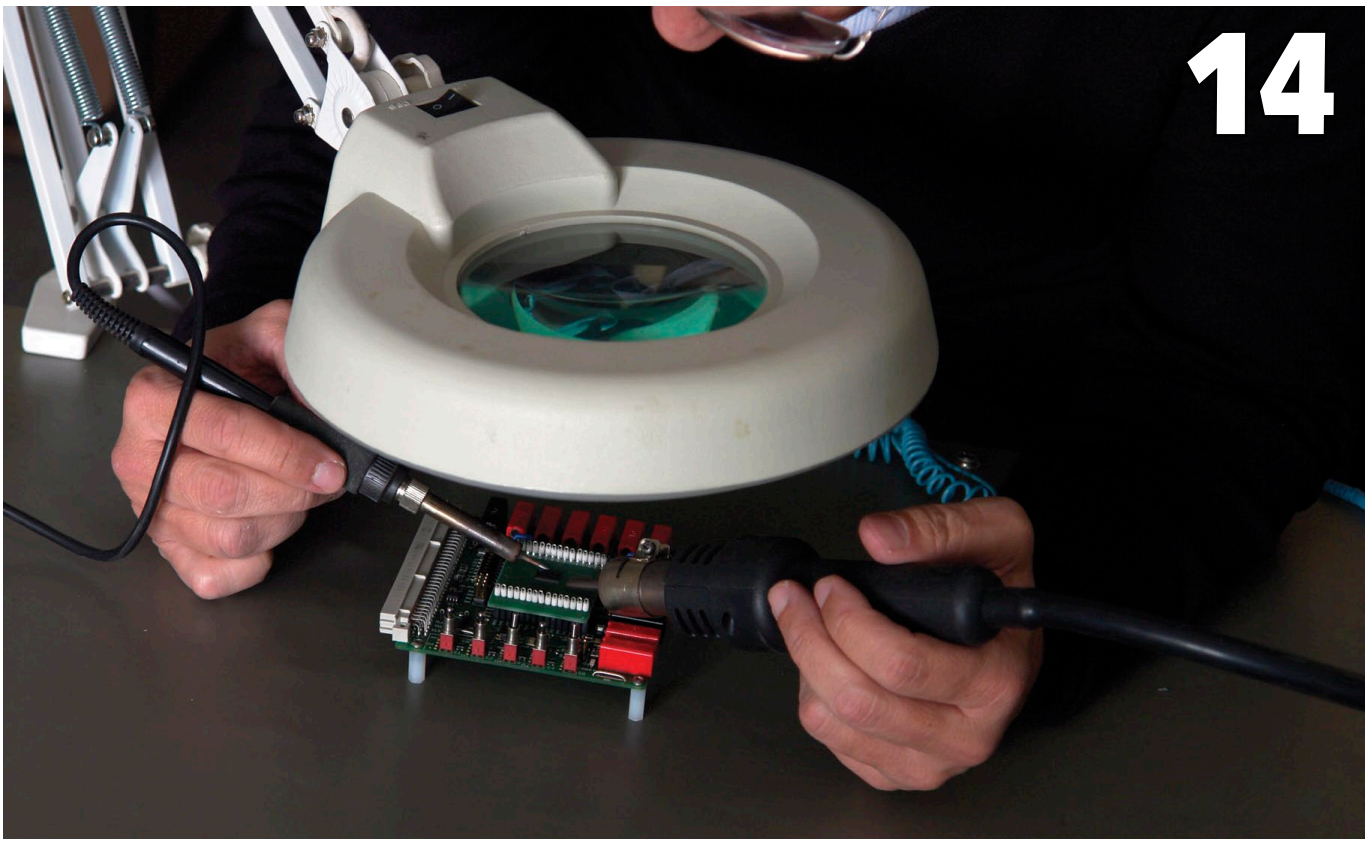
Assim, estimulados pelas novas condições e por eventuais ajuda, do governo com incentivos a determinados setores, promovemos, aos poucos, a reindustrialização. É um processo muito lento, mas estamos a caminho. O brasileiro finalmente acordou e os políticos serão impiedosamente cobrados por todos nós.

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.

índice



Tecnologia

10 Redes de Comunicação Usadas nas Aplicações de Controle de Movimento

14 Soldando CIs em Invólucros QFN

Desenvolvimento

20 Aplicando o MOSFET de forma a reduzir Indutâncias e Capacitâncias Parasitas em Dispositivos Eletrônicos

26 Visual Studio, Windows 8 e a Linguagem C# na Eletrônica

Projetos

32 Projete um Robô com o LabVIEW

34 Aprenda como Projetar um Sistema de Controle: Resposta em Frequência para Sistemas de Controle – Parte 4

Componentes

46 Controladores Step-Down Duplos com Entrada de Referência Externa alcançam uma Precisão de Regulação de 0,3%

03 Editorial

06 Acontece

06 Carro Elétrico de 544 CV, da Mitsubishi Motors, Encara a Tradicional Corrida de Pikes Peak

06 Manômetros de Referência de Pressão, da Fluke Calibration

07 Protek Devices Lança sua Primeira Família de Fusíveis "chips" Eletrônicos para Sobrecorrente

07 Integrated Biometrics Apresenta: Sherlock, o Menor, Mais Leve e Fino Sensor Appendix F Mobile ID

08 Amper Prepara a Entrega de um Novo Equipamento

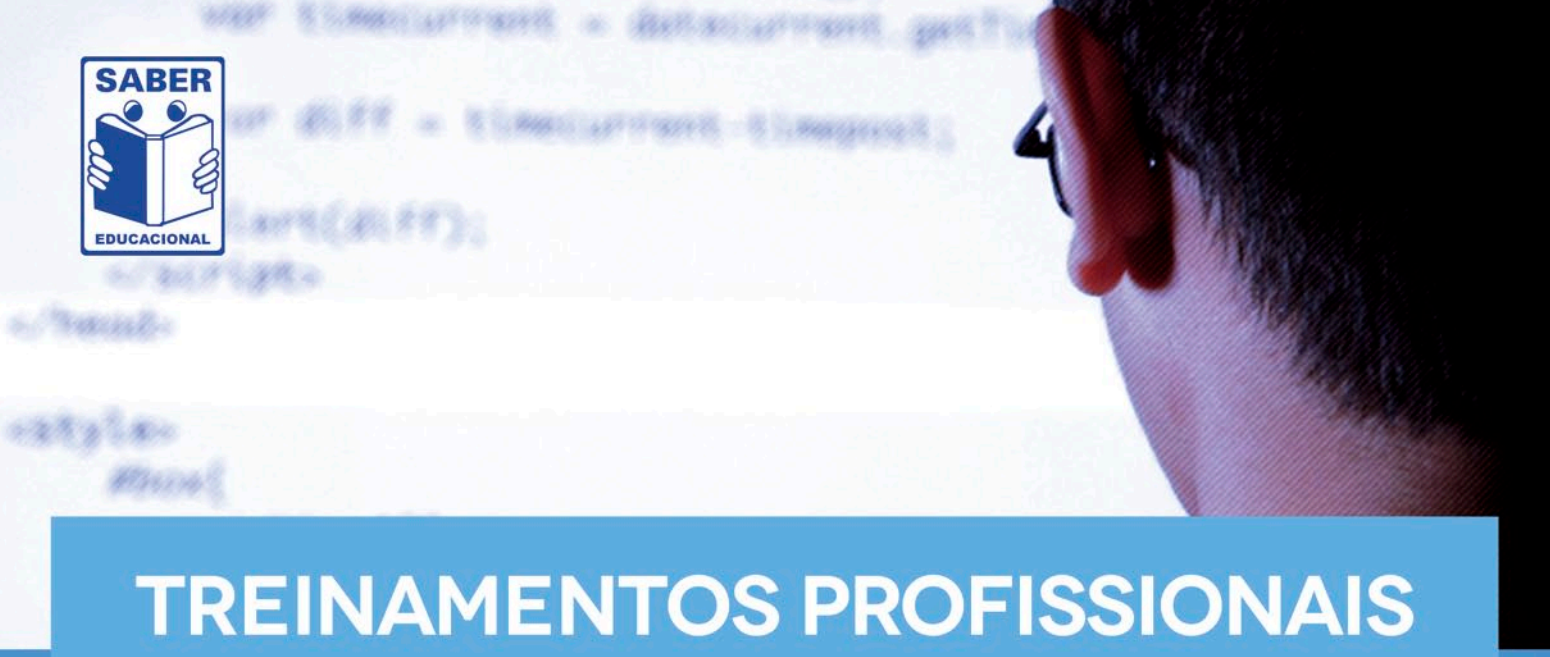
08 Laser de Alta Precisão, Sem Contato

08 Roteadores TP-LINK Promovem Liberdade e Qualidade de Conexão para Usuários de Internet

09 Sandisk Apresenta o Cartão MICROSDXC de 64 GB Mais Rápido do Mundo

Índice de anunciantes

Saber Educacional 05
Metering Smart Grids 09
Tato 11
Patola 11
Globtek 17
ESC 19
Cika 25
Nova Saber 45
Mouser ..... 2ª Capa
Nova Saber ..... 3ª Capa
National ..... 4ª Capa



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 Atmel / 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 - Carapicuiba próximo à estação de trêm 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.

Carro elétrico de 544 CV, da Mitsubishi Motors,
encara a tradicional corrida de Pikes Peak

A tradicional competição de Pikes Peak teve um "silêncio" inovador. O ronco dos motores e a poluição dos combustíveis foram substituídos pela mais alta tecnologia elétrica do Mitsubishi iMiEV, que encara a prova pelo segundo ano consecutivo. Silencioso, mas muito potente, esse protótipo, baseado na versão de rua, é equipado com quatro motores elétricos de 100 kW cada, o que equivale a uma potência total de 544 CV. O Pikes Peak é realizado anualmente no Colorado, Estados Unidos, a prova é realizada nas estradas da montanha com uma série de ziguezagues e curvas de alta velocidade.

A largada ocorre a 2.862 metros de altitude e a chegada é com 4.300 m, em um percurso com pouco mais de 19 quilômetros e 156 curvas. O Mitsubishi iMiEV é o primeiro veículo elétrico a ser produzido em grande escala no mundo, desde 2009.

De lá para cá, mais de 30.000 unidades já foram vendidas, algumas unidades do Mitsubishi iMiEV já circulam por grande capitais, como São Paulo e Rio de Janeiro.



Tecnologia para o presente

Toda a tecnologia e o aprendizado adquiridos pela equipe de engenheiros e mecânicos no Pikes Peaks são usados no aprimoramento dos carros elétricos e na criação de novas e modernas tecnologias

Em 2012, em sua primeira participação, a Mitsubishi ficou com a segunda colocação na competição. Com todo o *know-how* adquirido, os engenheiros puderam analisar com detalhes diversos dados de velocidade, aceleração em pista, além de consumo da bateria, temperatura, entre outros, que foram fundamentais no aperfeiçoamento do veículo. Com isso, e após mais de um ano de preparação e desenvolvimento, surgiu a segunda geração do iMiEV Evolution, com um motor mais potente e novos componentes.

O iMiEV Evolution II é equipado com a tração 4x4 (S-AWC), sinônimo da mais alta tecnologia em todo o mundo. O modelo recebeu uma série de melhorias, como as novas baterias de alta capacidade, quatro motores elétricos que geram 544 CV de potência, controles de tração e estabilidade (AYC e ASC) que não deixam o veículo sair da trajetória correta, além dos freios com ABS. Tudo isso agregado a uma estrutura leve e aerodinâmica, que possibilita uma melhor performance nas 156 curvas da montanha.

Manômetros de Referência de Pressão,
da Fluke Calibration

A Fluke Calibration apresenta os Manômetros de Referência de Pressão - Série 2700G. Com nove modelos fáceis de usar, resistentes e de alta confiabilidade, são ideais para calibração em laboratórios de pressão e oficinas de instrumentação que precisem de uma solução de medição da pressão confiável e altamente exata.

A Série 2700G pode ser conjugada com os Kits de bombas manuais de pressão Fluke 700PTPK e 700HTPK para uma completa solução de testes portáteis de pressão, ou com as Bombas Comparativas da Série P5500 desta mesma empresa, oferecendo assim uma solução completa para bancadas de calibração.

Os manômetros proporcionam uma medição de pressão exata com variações de faixa de 100 kPa (15 psi, 1 bar) a 70 MPa (10.000 psi, 700 bar).

A incerteza da medição é a melhor de sua classe, com 0,02% FS. O manômetro padrão vem com um cabo USB que pode ser usado para comunicação com um computador, ou como fonte universal para alimentação do intrumento.

A Série 2700G inclui um adaptador ¼ NPT fêmea para ¼ BSP macho, um adaptador ¼ NPT fêmea para M20X.15, certificado de calibração rastreado, um cabo de comunicação USB e fonte universal. O manômetro pode ser usado em conjunto com o software Fluke COMPASS para gravação automática dos dados da calibração de pressão.

Protek Devices lança sua primeira família de fusíveis "chips" eletrônicos para sobrecorrente

A Protek Devices apresentou uma família de fusíveis chips eletrônicos para sobrecorrente que se soma à extensa disponibilidade de linhas de produtos de sobretensão da empresa. Agora, a companhia pode fornecer às fabricantes de *design* de eletrônicos (EDM) uma única fonte de soluções avançadas e de baixo custo de proteção de circuitos. Os novos fusíveis de sobrecorrente cobrem uma infinidade de aplicações, tais como telecomunicações, informática, eletroeletrônicos e muito mais.

Os novos fusíveis de sobrecorrente em dispositivo de montagem em superfície (SMD) consistem de uma variedade de tipos e tamanhos. Os números de peça para o pacote 0603 são PF0603F, PF0603S e PF0603H. O PF0603F é um fusível de ação rápida. O PF0603S é um fusível de ação lenta. E o PF0603H é um fusível de alto *inrush*.

O pacote 0603 é ideal para TVs LCD, câmera digital, DVD e *Blu-ray players,* câmeras de vídeo e *videogames*. Também é ideal para *power-over-Ethernet,* discos rígidos e outros dispositivos de consumo.

Os números de peça 1206 são PF1206F, PF1206S e PF1206H. O PF1206F é um fusível de ação rápida. O PF1206S é um fusível de ação lenta. E o PF1206H é um fusível de alto inrush. O pacote 1206 é ideal para smartphones, DVD e Blu-ray players, consoles de jogos e reprodutores de música digital. Ele também é ideal para dispositivos GPS, sistemas de áudio, fontes chaveadas e carregadores e scanners. Além disso, o pacote 1206 é adequado para equipamentos de infraestrutura de telecomunicações e modems DSL/de cabo.

"Há décadas, lideramos o fornecimento de soluções avançadas e de custo-benefício em proteção de circuitos de sobretensão e os nossos clientes também têm nos perguntado sobre as soluções de proteção de sobrecorrente", disse Rocky Kansal, presidente da Protek Devices. "Atendemos agora os pedidos de nossos clientes com estes fusíveis de ação rápida, queima lenta (*slow blow*) e alto inrush. Então, estamos oferecendo agora uma única fonte para as EDMs adquirirem todos os seus componentes de proteção de circuitos de sobretensão e sobrecorrente. Continuaremos também expandindo e inovando essa linha de fusíveis chips."

Produtos

Integrated Biometrics apresenta Sherlock, o menor, mais leve e fino Sensor Appendix F Mobile ID

A Integrated Biometrics, LLC (IB) anunciou outro ineditismo tecnológico com a certificação pelo FBI, dos Estados Unidos, da sua novíssima tecnologia para impressões digitais. A equipe de desenvolvimento da IB criou o novo produto usando a tecnologia patenteada da empresa, *Light Emitting Sensor* (LES), juntamente com um transistor de película fina (TFT).

A tecnologia LES utiliza uma película de polímero altamente elaborada, interagindo com propriedades específicas da pele humana para imagens luminescentes de impressões digitais. A TFT captura a imagem no padrão 500 PPI, exigido pelo FBI.

A combinação da tecnologia LES e do transistor de película fina (TFT) permite reduções de peso e imagem de até 95%, quando comparada a outros produtos servindo ao mesmo propósito.

A IB fornece sensores de impressão digital customizados para mercados que exigem soluções biométricas Appendix F ou PIV071006 e, diferentemente de outras tecnologias biométricas de impressão digital usadas com frequência, ela é capaz de alcançar a mais alta qualidade de imagens sem comprometer a espessura e o tamanho total do aparelho. Esta capabilidade única produziu o primeiro sensor do mundo com base em TFT a alcançar a certificação de identidade móvel Appendix F Mobile ID, do FBI. As tecnologias estão sendo usadas para produzir os mais finos, menores e leves sensores biométricos Appendix F Mobile ID.



Amper prepara a entrega de um novo equipamento

A Amper Programas recebeu pedido da empresa francesa Thales Communications & Security para fabricação de 500 unidades para o Exército Francês do seu novo produto W@tcher, destinado ao mercado internacional.

O W@tcher é um equipamento portátil de características militares, que permite o controle remoto das rádios táticas VHF e HF sem fio, via bluetooth. Com a sua tela tátil, que fica posicionada no antebraço como se fosse um relógio, oferece um controle de todos os parâmetros de configuração das rádios, além de outros serviços como SMS ou FFI (identificação de pessoas confiáveis ou inimigas).

Por meio dele, os chefes das unidades poderão se conectar de modo autônomo, tanto com a rádio do veículo quanto com um rádio transportado por um soldado de sua equipe, com bluetooth. O acesso é realizado de modo fácil graças a sua interface gráfica simplificada e intuitiva.

Uma das características mais importantes deste novo dispositivo é permitir maior autonomia e liberdade de movimento aos soldados, que podem acessar as principais funcionalidades do rádio por meio de um equipamento leve e compacto, desenhado para trabalhar em condições severas. Desse modo, foi possível responder uma antiga demanda dos exércitos que, até hoje, tinha sido difícil atender no que diz respeito à ergonomia para gerenciamento das comunicações num entorno tático.

O W@tcher foi elaborado pela Amper Programas seguindo especificações conjuntas da Thales, o que vai permitir adicionar futuros aplicativos direcionados à melhoria do combatente.

O início da operação deste novo equipamento permite à Amper seguir mantendo a sua liderança na Espanha no âmbito das radiocomunicações militares, área que nos últimos anos tem se tornado um dos pilares da Divisão de Defesa do Grupo.

Laser de alta precisão, sem contato

Um *laser* sem contato para medição rápida, de alto desempenho, foi lançado pela AMETEK Solartron Metrology. A nova unidade de triangulação a laser Orbit® LTH oferece leituras de 0,02 F.S. (*Full Scale*) em intervalos de medição de 2 ou 10 mm, produzindo uma precisão de até 0,05 µm com o passo de 2 mm. O laser pode ser conectado em rede com até 150 sensores diferentes com o sistema de medição digital Solartron Orbit 3.

Entre as aplicações destacam-se a medição em alto volume para o controle da qualidade de produtos metálicos e plásticos que poderiam ser danificados por instrumentos de medição com contato.

Os circuitos de controle automático de ganho do sensor ajustam a potência de acordo com o retorno do material, oferecendo leituras melhores em superfícies diferentes.

Há várias saídas disponíveis, como USB, Ethernet, TCP, RS232 e Modbus.

Produtos

Roteadores TP-LINK promovem liberdade e qualidade de conexão para usuários de internet

Devido à evolução tecnológica dos últimos anos, cresce o número de dispositivos que podem acessar a internet, bem como a qualidade de conteúdos audiovisuais e interação social para compartilhamento de informações. Os consumidores fazem uso simultâneo de smartphones, tablets e notebooks, além de terem nas residências televisores do tipo "smart" e até mesmo geladeiras conectadas. Assim, nada melhor que estes aparelhos estejam interligados em um único dispositivo inteligente: os roteadores de acesso à internet para uso doméstico (ou corporativo). Quem dá as dicas sobre o melhor produto a ser utilizado é o cliente, conforme a necessidade de solução para conectar computadores, dispositivos portáteis e eletroeletrônicos que têm conexão à internet. Caso a dificuldade seja montar uma rede sem fio com grande alcance, a TP-LINK oferece tecnologias que permitem a interconexão de diferentes roteadores para que se comuniquem entre si, sem precisar de fios. Trata-se do sistema de distribuição de sinal WDS, no qual a TP-LINK foi a primeira a oferecer esta tecnologia no mercado brasileiro. Mas, se a demanda é por velocidade e facilidade de acesso para compartilhamento de conteúdos, acesso a redes sociais, jogos *online* ou filmes em alta definição, as soluções Gigabit Ethernet oferecem desempenho de até 1 Gbps, que permitem que tudo isso seja executado simultaneamente sem "gargalos" ou travamentos.

Potentes e cheios de tecnologia, os roteadores da TP-LINK tem *design* agradável e moderno, oferecem



suporte à segurança na transmissão de dados com o recurso de Configuração de Segurança Rápida (*Quick Security Setup*), que estabelece automaticamente uma conexão segura ao clique de um botão, o que permite manter a privacidade dos usuários e da rede protegidas. Outra vantagem é o longo alcance, para desfrutar do sinal em qualquer lugar.

Sandisk apresenta o cartão MICROSDXC
de 64 GB mais rápido do mundo



A SanDisk Corporation, líder mundial em soluções de armazenamento de memória flash, anunciou os cartões de memória UHS-I SanDisk Extreme® microSDHCT e microSDXCT, ideais para usuários que desejam uma rápida memória expandida para os mais recentes smartphones, tablets e câmeras.

"O cartão SanDisk Extreme microSDXC permite aos usuários tirar mais proveito de seus dispositivos," afirmou Susan Park, diretora de marketing de produto e varejo da SanDisk. "Nossos cartões microSD de alto desempenho e alta capacidade permitem aos consumidores aproveitarem a alta qualidade em vídeo HD e recursos de imagem nos mais recentes smartphones, tablets e câmeras de ação."

O cartão microSDXC é equipado com as mais rápidas velocidades disponíveis no mercado, com até 80 MB/seg de velocidade de leitura e até 50 MB/seg de gravação, permitindo um desempenho mais veloz a cada foto, rápida transferência de dados e arquivos, excelente ação em fotografias e modo de disparo contínuo. Além disso, esse cartão de memória é a escolha ideal para dispositivos AndroidT com 64 GB de capacidade, oferecendo uma atualização de armazenamento instantânea para capturar e preservar dados.

Compatível também com as mais recentes câmeras e gravadoras Full HD para esporte e ação, a velocidade do cartão permite aos usuários capturar fotos e vídeos incríveis. A classificação de gravação em vídeo com Velocidade Classe 10 e Velocidade UHS de Classe 1 (U1) garante aos usuários aproveitarem um desempenho melhor do que dos cartões de memória comuns para Full HD e até mesmo para gravação e reprodução dos vídeos em 4K HD.

"A maioria dos smartphones de ponta possuem processadores de quatro núcleos (*quad-core*) de alta velocidade, que oferecem conteúdo e aplicativos Full HD a *displays* externos maiores e com alta resolução," disse Stuart Robinson, diretor de serviços de tecnologias de componentes para telefones móveis e análise estratégica. "Tais aplicativos exigem espaço de banda de memória maior, o que é ideal para o cartão SanDisk Extreme microSDXC, a solução de memória microSDXC mais rápida do mundo."

Os cartões SanDisk Extreme microSDHC e microSDXC UHS-I são construídos e testados em condições extremas. Eles são à prova d'água, à prova de choque e resistentes a raio-X.



Redes de comunicação usadas nas aplicações de Controle de Movimento

Guilherme Kenji Yamamoto
Renan Airosa Machado de Azevedo
National Instruments

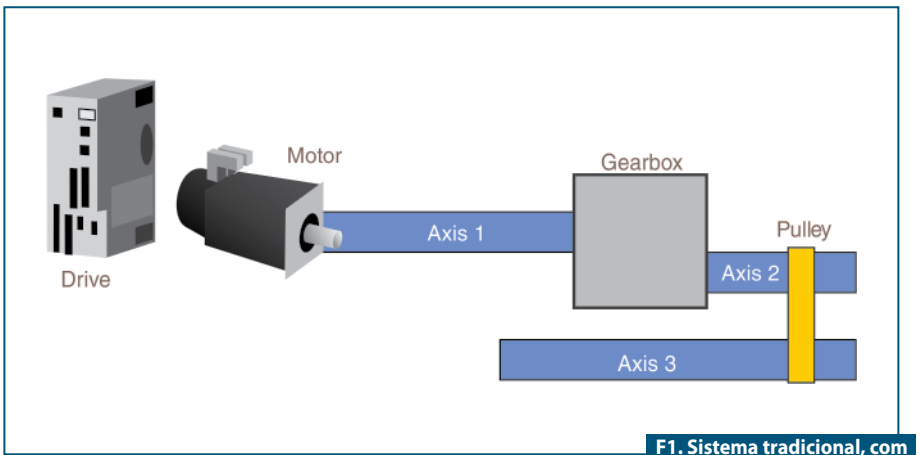
A concorrência global está pressionando os fabricantes de dispositivos ou máquinas a fornecerem equipamentos com alto rendimento e custos operacionais reduzidos. Os crescentes custos de energia e a consciência ambiental estão levando os engenheiros a desenvolverem projetos com um menor consumo de energia. Devido a isso, fabricantes de equipamentos têm mudado a concepção de máquinas simples para soluções com múltiplas finalidades através da adoção de modernos sistemas de controle, algoritmos sofisticados, integração eletrônica high-end e tecnologias de comunicação com estruturas mecânicas.

O Controle de movimento é essencial para os sistemas mecatrônicos. Para otimizar os sistemas mecânicos, os fabricantes de máquinas muitas vezes substituem peças mecânicas com soluções eletrônicas. Um exemplo é a eliminação dos eixos rígidos para executar operações de *camming*. Estes eixos são substituídos por uma combinação de *drives* e motores que dependem de um software de controle para fornecer funcionalidade ao camming. Tais sistemas e dispositivos são mecanicamente mais flexíveis, mais fáceis de manter e menores. No entanto, estas máquinas também contêm mais componentes eletrônicos que requerem um controle complexo e determinístico e de comunicação confiável. Veja as **figuras 1 e 2**.

Em um sistema típico, o controlador de movimento tem a maior parte da carga de maior complexidade do sistema. Ao manipular a sincronização de múltiplos eixos, esses controladores oferecem engrenagens e funcionalidades camming, bem como todas as características de segurança adicionais, tais como limites de *switches*, habilitação de *driver* e parada de emergência. Além disso, o controlador de movimento ainda precisa fornecer as funções tradicionais e executar os algoritmos de controle para máximo desempenho e eficiência.

Tendências de Tecnologia de Controle de Movimento

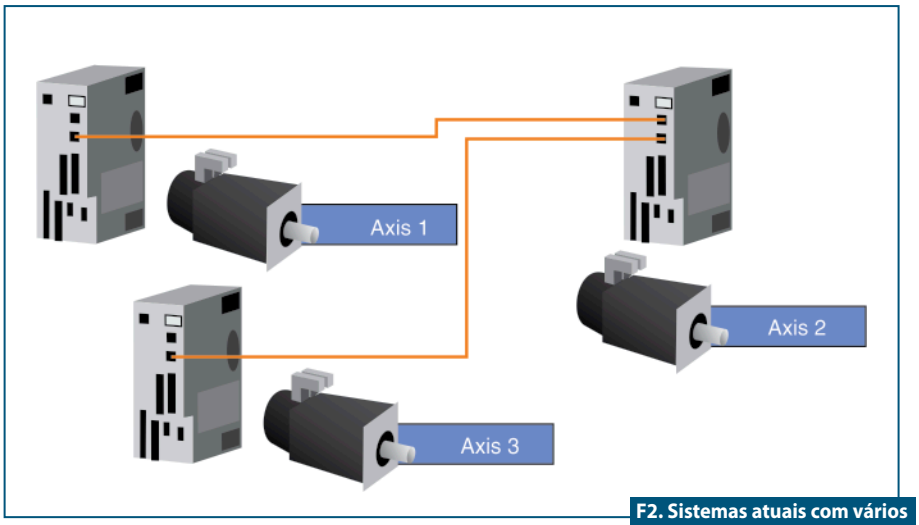
Tradicionalmente, as aplicações de controle de movimento utilizam um controlador de movimento dedicado e um controlador separado para controlar sistemas mais complexos. O aumento de desempenho dos controladores de automação de hoje, como controladores programáveis para automação ou controladores lógicos programáveis, está alimentando a tendência de integrar a funcionalidade do controlador de movimento diretamente ao controlador de automação e executá-lo como uma tarefa de alta prioridade entre outras tarefas de automação.



F1. Sistema tradicional, com componentes mecânicos.

Desde o início de 1980, sistemas de automação têm sido baseados em barramentos digitais para realizar tarefas como transferência de dados de processo e de comunicação industrial. Comparados com o barramento analógico, eles são mais confiáveis e robustos, especialmente para a comunicação através de longas distâncias. Além disso, as redes digitais simplificam a fiação, pois permitem conectar vários elementos em série ao invés de ligar cada elemento individualmente. Isso resulta em um cabeamento significativamente mais barato e mais fácil de manter nos sistemas.

Devido aos requisitos de desempenho, por muitos anos a indústria de movimento teve uma abordagem diferente e se conectou a drivers via barramento analógico, ou barramento de movimento específico. Este esquema de comunicação adicional aumentou a complexidade do sistema global. Com o driver digital de alta performance e com o barramento digital, agora, é possível simplificar a arquitetura do sistema usando o mesmo barramento para controle de movimento e controle de dados do processo e, ao mesmo tempo, obter melhoria significativa de desempenho com as vantagens do barramento digital como EtherCAT, CANopen, Profibus, Ethernet POWERLINK, ou SERCOS.



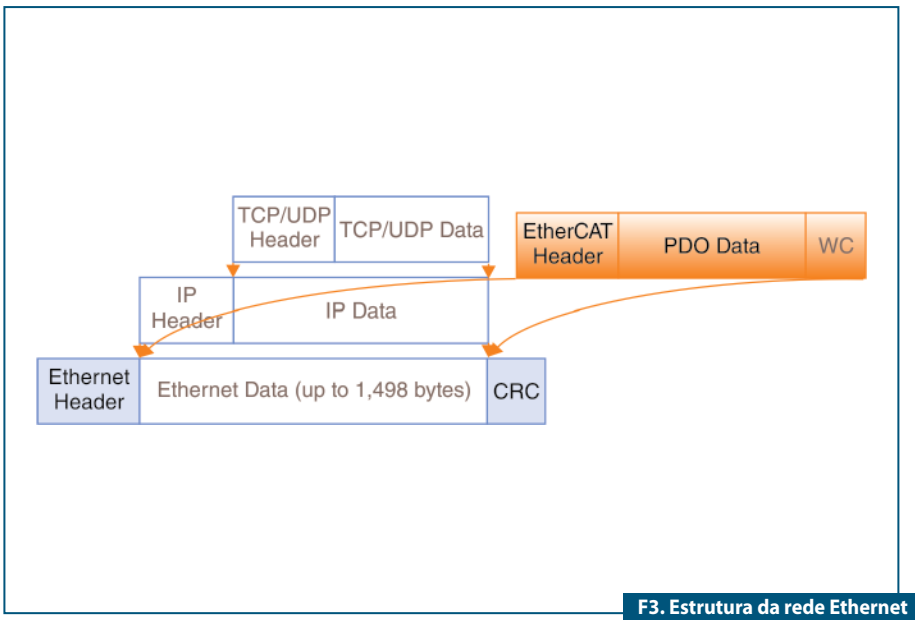
F2. Sistemas atuais com vários eixos sincronizados.

Especialmente em aplicações que executam controle distribuído de movimento com multieixos, os barramentos digitais oferecem uma série de vantagens. Eles proporcionam maior flexibilidade e permitem o desenvolvimento de sistemas distribuídos com poder de processamento e tomada de decisão até o nível dos drivers. Com as normas comuns, os clientes podem facilmente combinar sistemas de diferentes fornecedores e escolher a melhor solução para as suas tarefas individuais.

Ao usar drives digitais que se comunicam por barramento digital, fornecedores e fabricantes são capazes de







F3. Estrutura da rede Ethernet com EtherCAT.

criar unidades que usam o barramento digital para a troca de dados não só de controle, mas também transferir as informações de *status* ou um conjunto de parâmetros. Uma das grandes perguntas feitas pelos clientes de automação é "qual o protocolo ideal para aplicações de automação industrial em geral e aplicações de movimento em particular?"

Os protocolos mais comuns baseados em Ethernet para aplicações de movimento são os seguintes:

- EtherCAT
- SERCOS II/III
- CANopen
- Modbus IDA
- PROFINET
- PROFIBUS
- EtherNet/IP
- Ethernet POWERLINK

Devido ao grande número de normas e protocolos de diferentes barramentos, os clientes precisam ter certeza de que os componentes que desejam usar fornecem uma interface direta. Isto significa que os fabricantes são muitas vezes obrigados a desenvolver várias versões diferentes de seus componentes. Isso adiciona um custo de desenvolvimento e o obriga a participar de várias organizações de normatização. Com seus esforços para fornecer sistemas abertos, empresas como a National Instruments incorporam interfaces com as normas de barramentos e vários protocolos.

Apesar de oferecer suporte para os principais protocolos industriais e fornecimento de conectividade para todas as redes de padrão industrial, a National Instruments escolheu a EtherCAT como protocolo de comunicação para aplicações de controle de movimento.

Tecnologia EtherCAT para aplicações de controle de movimento

EtherCAT (*Ethernet Control Automation Technology*) é um protocolo de comunicação industrial para Ethernet determinística de alta performance. Ele é uma extensão do padrão Ethernet IEEE 802.3 para transferir dados com sincronização de tempo determinístico e preciso. Dirigido pelo EtherCAT Technology Group, este padrão aberto foi publicado como parte da IEC 61158 e é comumente usado em aplicações para projetos de máquinas e controle de movimento.

EtherCAT implementa um *master/slave* sobre a arquitetura de cabeamento Ethernet padrão. Os EtherCAT master da National Instruments consistem em controladores de tempo real, com duas portas Ethernet, tais como NI CompactRIO, PXI e controladores industriais. Cada slave NI também contém duas portas que permitem encadeamento a partir do controlador master.

O protocolo EtherCAT transporta dados diretamente dentro de um *frame Ethernet* padrão, sem alterar sua estrutura básica. Quando o controlador *master* e os dispositivos *slaves* estão na mesma sub-rede, o protocolo EtherCAT apenas substitui o Protocolo Internet (IP) no frame Ethernet. Observe a **figura 3**.

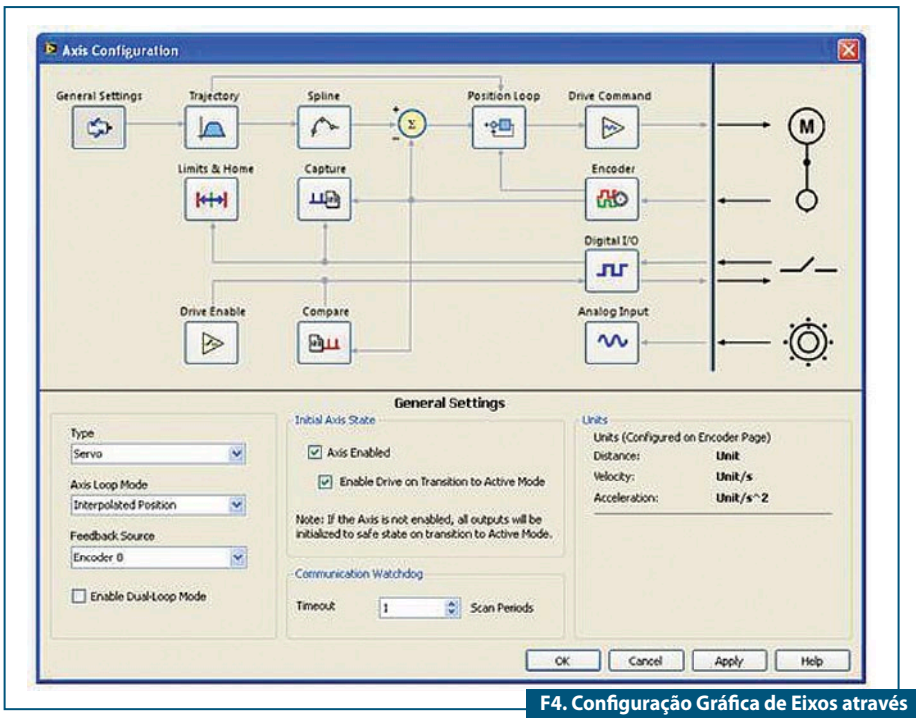
Os dados são transmitidos entre master e slaves, sob a forma de objetos de processo de dados (PDO). Cada PDO tem um endereço para um slave particular ou de vários slaves, e esta combinação de "dados e endereços" (mais o contador de validação) torna-se mensagens EtherCAT. Uma estrutura Ethernet pode conter várias mensagens, e várias estruturas podem ser necessárias para conter todas as mensagens requeridas em um ciclo de controle.

Desempenho em alta velocidade

A EtherCAT é projetada para atingir alto desempenho e alta número de canais para aplicações simples, como de controle, porque o slave pode ler e escrever na mesma estrutura de rede, mas a EtherCAT é otimizada para E/S descentralizadas. Além disso, o processamento do protocolo completo tem lugar dentro do hardware e é, portanto, independente do tempo de execução de pilhas de protocolo, do desempenho da CPU, ou da implementação de software.

Temporização e Sincronização

Outro fator para alcançar o determinismo nas redes é a responsabilidade do controlador master em sincronizar com todos os dispositivos slaves ao mesmo tempo em que usa os *clocks* distribuídos. De todos os dispositivos slaves, um deles deve conter o *clock* master que sincroniza o *clock*dos outros dispositivos slaves. Para a implementação da NI, o primeiro dispositivo slave é designado com o *clock* master, e o controlador master envia uma mensagem de sincronização especial para ler o *clock* master em cada ciclo de *scan*. Esta mensagem, em



F4. Configuração Gráfica de Eixos através de projetos com LabVIEW.

seguida, atualiza e realinha os *clocks* em todos os outros dispositivos slaves.

Sincronização precisa é particularmente importante nos casos em que os processos amplamente distribuídos exigem ações simultâneas, como no movimento coordenado entre os eixos de movimento. A NI utiliza *time stamps* para medir a diferença de tempo entre a saída e o retorno. Desta forma, o atraso de propagação é calculado entre os nós, e uma precisa sincronização (menos de 1 µs) pode ser alcançada pelo ajuste exato dos *clocks* distribuídos.

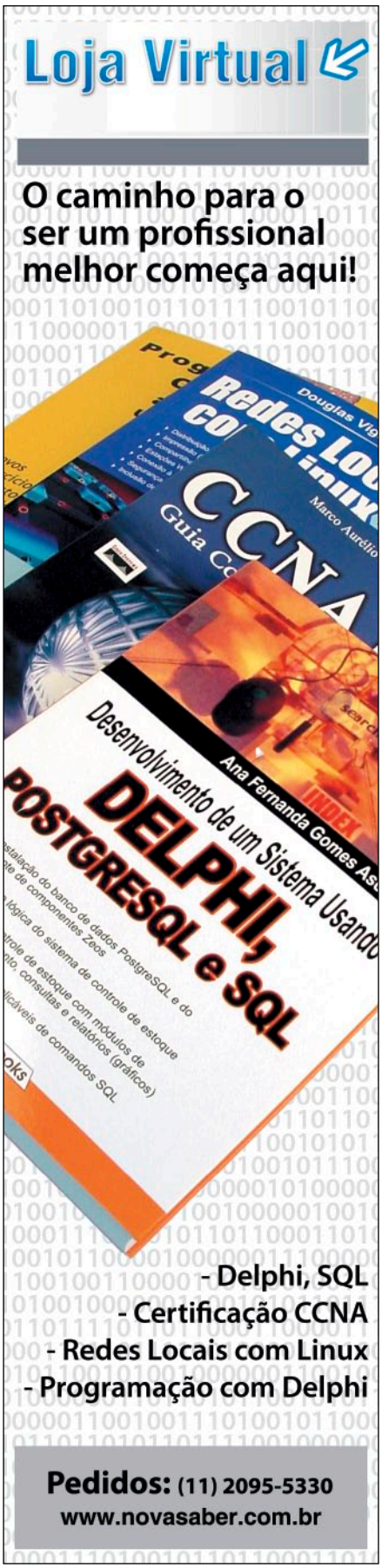
Devido ao desempenho de alta velocidade e ao *timing* reduzido para recursos de sincronização, o EtherCAT é uma solução ideal para aplicações distribuídas em rede ou controle de movimento, onde um poderoso controlador atua em tempo real, como o master EtherCAT e executa o aplicativo de controle de movimento de comunicação externa, distribuído nas unidades slaves pelo EtherCAT.

Servomotores e drivers EtherCat

Os *servo-drivers* EtherCAT da NI combinam performance com flexibilidade, escalabilidade e potência para atender os requisitos de desempenho exclusivo de quase todas as aplicações a partir de torques básicos e aplicações para controle de velocidade de movimento de multieixos, usando programação gráfica com o NI LabVIEW e o Módulo NI LabVIEW SoftMotion.

Os cabos Ethernet-padrão simplificam significativamente o cabeamento e a capacidade de encadear até 128 eixos. Um controlador de alto desempenho em tempo real permite a configuração de um sistema distribuído de controle de movimento dentro de minutos. Usando o projeto do LabVIEW para configurar e validar o sistema de controle de movimento simplifica-se a configuração e a programação gráfica. Com as funções de alto nível de movimento ou a propriedade de chamar nós API, os clientes podem implementar aplicações de movimento personalizadas através da facilidade de uso da programação gráfica. Atente para a **figura 4**.

Os controladores de tempo real da NI, servoacionamentos AKD EtherCAT, NI LabVIEW e o NI LabVIEW SoftMotion Module EtherCAT tornaram a tecnologia acessível para que clientes possam implementar aplicações distribuídas em rede ou para controle de movimento.



Luís Fernando F. Bernabe

Soldando SMDs com Invólucro QFN

Este artigo complementa o curso rápido Retrabalho (rework) em Componentes SMD, anteriormente publicado nas revistas Saber Eletrônica 443, 444 e 445.

O título acima está parcialmente correto. O termo certo é retrabalhando, que vem do inglês *rework*. Como rework você pode encontrar muita informação boa em *sites* de língua inglesa, facilmente. Mas o retrabalho, no Brasil, ainda é uma palavra pouco utilizada, e escrevi "soldando" por ser mais comum e simples.

Este artigo vem complementar uma série de três que fiz, nas edições nºs 443, 444 e 445, que ainda, surpreendentemente, são muito atuais e com bom conteúdo para quem deseja se aprimorar em retrabalho desde o seu início. Já naquela época esses artigos eram inovadores e, por incrível que pareça, foram baseados em treinamentos que fiz na LG Amazônia em Taubaté, oito anos antes!

Isso demonstra algumas coisas, a primeira é que a Revista Saber Eletrônica está publicando artigos de nível bom a ótimo, e em consonância com as necessidades das indústrias, mercado de trabalho e escolas técnicas, e com uma visão e estratégia de futuro muito boas. Já pensou uma empresa de tecnologia saber oito anos antes sobre o futuro? O mais incrível é que as indústrias, escolas técnicas, fabricantes e distribuidores de ferramentas para retrabalho em SMD ainda não se deram conta disso! Ou muitos pontos desta linha se unem, ou não haverá profissionais qualificados a tempo para atender as necessidades das indústrias!

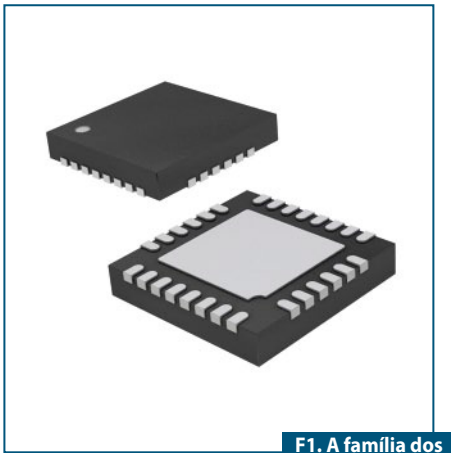
Mas, tratemos agora da parte mais prática do Retrabalho em Componentes com Invólucro QFN. Começando pelo que é óbvio, vamos abrir a caixa preta dos QFN pela descrição de sua sigla. Aliás, QFN ainda por cima não é uma sigla "completa", digamos assim. É a abreviatura de uma sigla e, para complicar mais um pouco, não é uma sigla exclusiva de um tipo de invólucro, mas de toda uma família de invólucros que está dispersa e continuamente evoluindo nas indústrias fabricantes de *chips*.

O significado completo da sigla é *Quad Flat No-Lead – (QFN)*, ou seja, é uma família de invólucros de circuitos integrados ou de módulos, do tipo plano, com conexões em seus quatro lados, mas sem terminais. Pode (ou não) possuir um dissipador com plano-terra sob o chip. Nas **figura 1** mostramos alguns invólucros desta família.

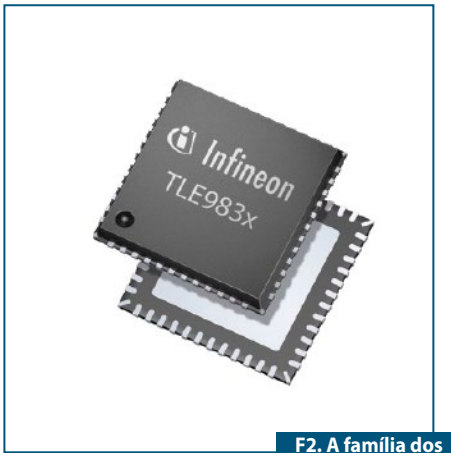
Há ainda uma pequena variação mecânica nos invólucros QFN, que são os µDFN. A definição de sua sigla é *Micro Dual Flat No-Lead*, ou seja, é muito semelhante à filosofia de invólucro com a família QFN, mas

Para você que gostaria de saber mais sobre o tema, acesse:

- www.freescale.com/files/analog/doc/app_note/AN1902.pdf
- www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/tb38/tb389.pdf
- www.digimimic.com/docs/QFN-Soldering.pdf



F1. A família dos invólucros QFN.



F2. A família dos invólucros µDFN.

há duas diferenças significativas: a primeira é o "micro", os µDFN são ainda um pouco menores que os QFN; e a segunda diferença é a distribuição das conexões - nos µDFN as conexões são dispostas em apenas dois lados do chip. Este invólucro é muito utilizado em circuitos integrados e semicondutores mais simples em termos de conexões externas. Observe na **figura 2** os invólucros citados.

Repare que nessas figuras, tanto os QFN quanto os µDFN são apresentados com e sem dissipador aterrado. Este dissipador é a área metálica debaixo do CI. Observe também as diferenças das duas partes de família QFN.

Para complicar mais um pouco há dois tipos de QFN, considerando a sua área e formato dos pontos de soldagem. São elas: a do tipo E e S. Os invólucros em QFN do tipo E são mais simples de serem retrabalhados do que os do tipo S, em princípio.

Atente para as **figuras 3** e **4**. Veja que no tipo E a área de soldagem se distribui sobre um formato em L, aproveitando a área lateral do CI. No tipo S isso não acontece e o CI só possui a área inferior para soldagem.

A família QFN é composta normalmente de componentes quadrados. Há exceções mas a grande maioria é fabricada em formato quadrado: 16x16, 32x32 terminais, etc. Poderia se questionar esta característica pelo fato de serem Quad Flat, mas *flat* significa plano. Há muitos (T)QFP que não são quadrados, e sim retangulares.

Como curiosidade, na **figura 5** apresentamos um diagrama esquemático interno de um CI em invólucro QFN em corte para podermos observar suas partes e conexões.

Veja que a medida da altura do CI desenhado é de 0,9 mm!

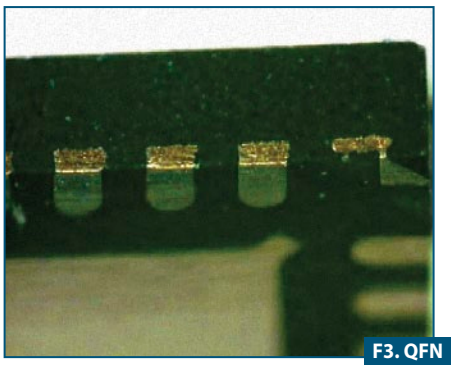
QFN, as dimensões físicas

É muito simples falarmos desta família de invólucros com imagens aumentadas, tratando de retrabalho, soldagem, etc., sem considerar suas dimensões físicas reais. Então vamos apresentar alguns desenhos com suas dimensões ampliadas, mas, desta vez com suas medidas dimensionais. Acompanhe nas **figuras 6 e 7**.

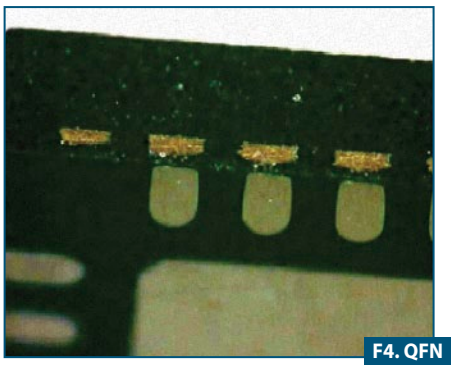
Como curiosidade, observe na **figura 8** uma comparação com um CI em QFN.

O CI em QFN e as medidas do layout

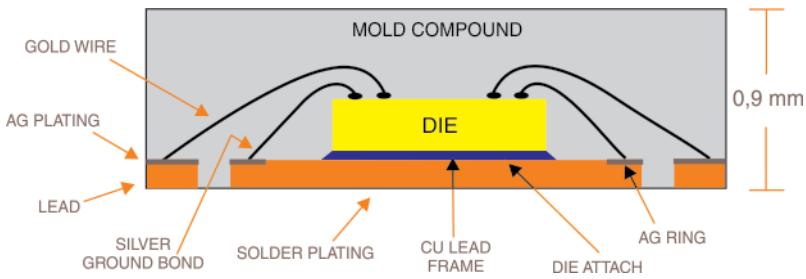
Para fazermos um retrabalho temos que analisar tanto o chip em si e suas dimensões



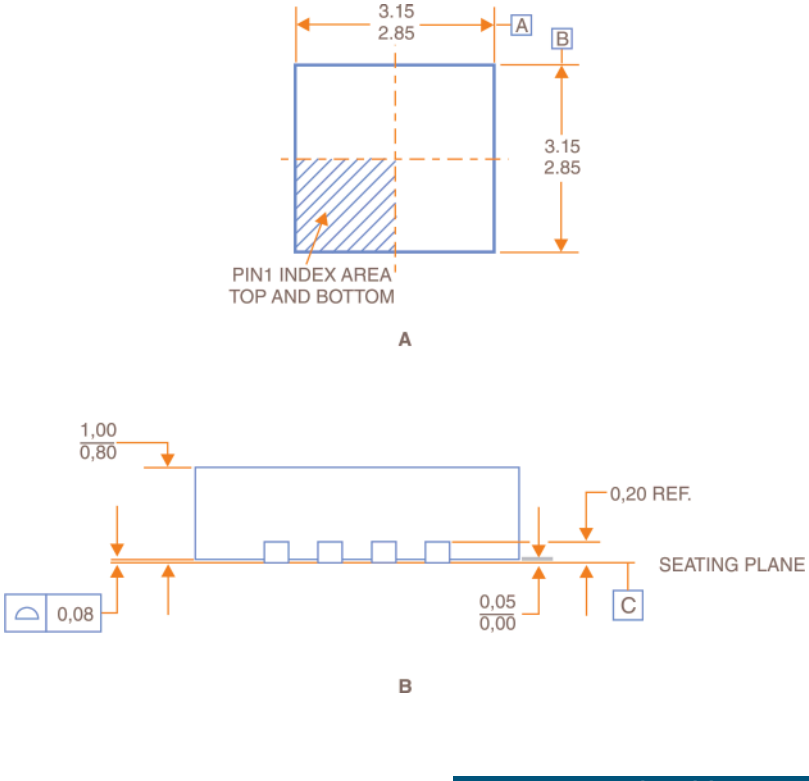
F3. QFN tipo E.



F4. QFN tipo S.



F5. Desenho esquemático em corte de um CI em QFN.



F6. Vista superior e lateral de um CI em QFN. Observe que as medidas estão em mm.

quanto o seu layout. Isso para termos uma ideia do espaço disponível para introduzirmos o ferro de solda e termos uma boa sensibilidade da inclinação necessária em função do tipo de ponta de ferro de solda que estamos utilizando, da geometria do chip e do espaço disponível para a transferência de calor suficiente para que seja derretida a solda.

A recomendação de layout mais detalhada que encontrei está apresentada parcialmente na **figura 9**.

Traduzindo e interpretando os itens da **tabela 1** temos as palavras: versão (*version*), número de pinos (*number of pins*), espaçamento entre terminais (*pitch*), comprimento dos terminais de soldagem (*Lead Pad Length*), largura dos terminais de solda (*Lead Pad Width*), largura do terminal de dissipador (*Thermal Pad Witdh*), comprimento do terminal de dissipador (*Termal Pad Length*), comprimento máximo do terminal do CI (*Maximum Component Lead Length*) e largura máxima do terminal do CI (*Maximum Component Lead Width*).

Com estas informações podemos dizer que: temos um espaço disponível de *pad* para fora do CI de 0,17 mm (comprimento máximo do terminal do CI - comprimento dos terminais de soldagem: 0,92 - 0,75). Esta medida de 0,17 é em toda a volta do CI, considerando-se ainda que esteja muito bem posicionado! Por causa disto tem tanto profissional que não gosta de SMD, é um trabalho muito preciso e delicado que exige muita concentração. Esta informação pode ser vista melhor na **figura 10**.

O retrabalho, parte 1: Dessoldando

É muito mais fácil e rápido dessoldar CI em QFN com o auxílio de um pré-aquecedor (*pre-heater*). Este pré-aquecedor pode ser feito por você mesmo, inclusive. Quem sabe, se escreveremos um artigo sobre isso?

O importante é que para a soldagem de SMDs, como por exemplo estes CIs, o ideal é obedecer uma curva específica de evolução da temperatura em função do tempo, com a finalidade de aumentar sua vida útil e da placa (**figura 11**). Lembre-se que não sabemos ainda se o chip está funcional ou não, somente vamos saber disso quando o substituirmos por um novo ou ressoldarmos o antigo. São duas estratégias de solução de problemas. Uma focada no mau contato de solda, e a segunda no chip.

A pergunta agora é: como vamos fazer esta curva de temperatura x tempo "na mão", com um soprador de temperatura controlada e um pré-aquecedor? Ou até mesmo sem o pré-aquecedor? Como é mais comum, a reposta vem de conhecermos melhor nosso equipamento.

Conhecendo melhor seu soprador térmico

Há muitos tipos de sopradores térmicos no mercado. Para você conhecer melhor o SEU soprador, sugiro que faça um ensaio interessante. Para este ensaio você vai precisar de um termômetro com termopar, PT100 ou semelhante, um pedaço de madeira com marcação de 10 em 10 mm e o seu soprador. Ligue o soprador, ajuste sua temperatura para o início de sua escala, caso não esteja marcada em °C, depois de alguns segundos que a temperatura se estabilizou, monte uma tabela com esta posição, a distância do soprador ao sensor de temperatura e a temperatura que foi medida. O soprador que tenho em mãos é um simples de marca muito boa, este modelo não possui escala em °C. A escala é de 1; 1,5; 2; 2,5; até 6. Veja a **tabela 2**.

Em primeiro lugar anote a graduação da escala em que foi ajustada e, com o sensor de temperatura, meça a temperatura do jato de ar quente considerando as distâncias aproximadas. Por exemplo, no primeiro traço principal da escala, depois de estabilizado o aquecimento, meça a temperatura a uma distância de 40 mm, anote a medida, posicione o sensor a 30 mm e meça a temperatura novamente, anote a medida, e repita o processo por quatro ou cinco pontos na escala do potenciômetro do soprador.

Feito isso, procure um ponto de ajuste de temperatura na escala do seu soprador no qual apenas variando a distância do bico até o sensor você consiga reproduzir a curva de aquecimento ideal de retrabalho, sem mexer no controle de potência, variando somente a distância.

Caso haja vários componentes sensíveis ao calor na região de retrabalho do QFN, é necessário protegê-la com fita adesiva de Kapton (amarela). Coloque pedaços pequenos de fita no entorno do CI QFN, protegendo esta região, principalmente do fluxo de ar quente. Estas fitas também atuam como "espelhos", refletindo o infravermelho do ar quente.

Agora, ligue o pré-aquecedor sob a área do componente QFN numa temperatura que pode variar de 100 a 120 °C dependendo do tamanho das trilhas e das áreas de dissipação de calor na placa. Aguarde alguns segundos para a estabilização da temperatura.

Aproxime lentamente o bico do soprador observando uma distância de 50 a 60 mm, aguarde 10 a 15 segundos, aproxime o bico do soprador tendo sempre como referências a curva de aquecimento do chip e a tabela de aquecimento do soprador.

Com a pinça na mão, lentamente apoie sua ponta na lateral do chip e veja se ele está solto, "flutuando" na solda. Dê um super leve toque no chip e veja se isso ocorre. Se e somente se, o chip estiver nestas condições, remova-o com muita calma pegando-o com a pinça pelo seu lado superior. Caso contrário, se o chip ainda está com a solda pouco aquecida, aproxime novamente o bico do soprador, cuidado, siga sempre a tabela e o gráfico! Remova o chip quando for possível.

Como não sabemos com certeza se o chip está com problemas ou se é a qualidade da solda, coloque-o sobre a caixa metálica do soprador o mais rápido possível.

Partindo da ideia que o chip em QFN está queimado, vamos para a próxima etapa: a sua substituição.

O retrabalho, parte 2: Soldando um QFN

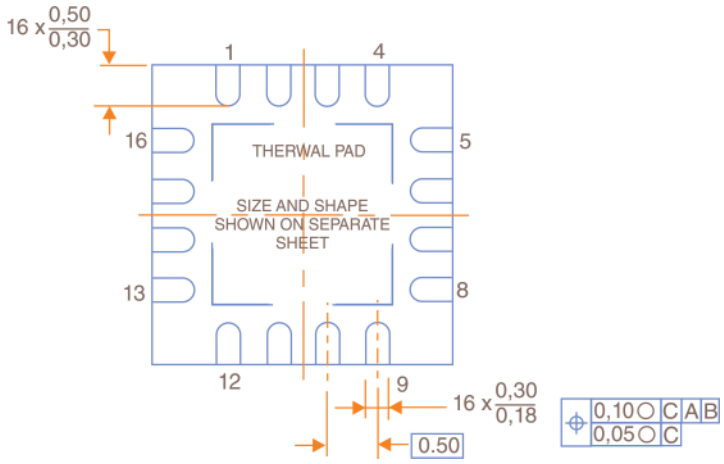
Para soldarmos o mesmo CI vamos começar pela limpeza da PCI. Aplique um pouco de fluxo. Use um pedaço de malha de 1 ou 1,5 mm de largura, então posicione a malha sobre a solda a ser removida e encoste a ponta do ferro sobre ela. Muito cuidado, faça isso sem pressionar a ponta do ferro contra a malha, arranhando o PAD de solda. Dependendo da força aplicada com o calor, o PAD se solta facilmente da placa. Terminada a limpeza da placa, vamos estanhar o chip.

Um chip novo em QFN normalmente não possui solda suficiente para a sua soldagem, isso ocorre com os BGAs. Então quem utiliza no ferro de solda uma ponta-faca, leva vantagem agora, pois este preenchimento de terminais com a solda é muito facilitado. Ajuste sua estação de solda para uma temperatura um pouco acima da temperatura

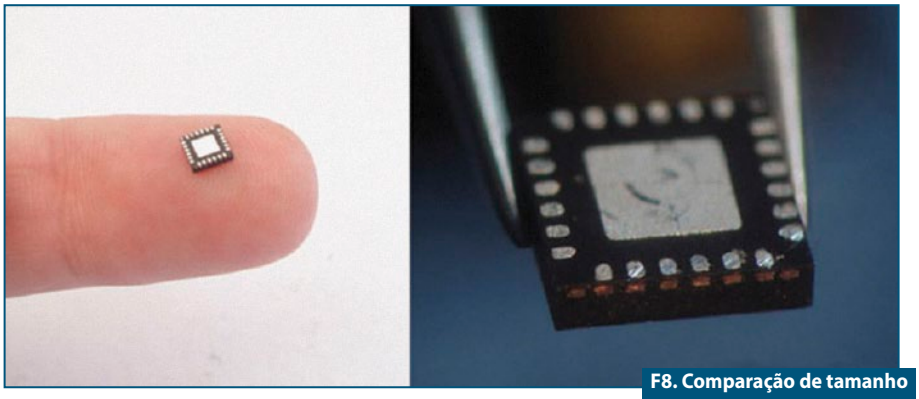
de fusão da solda, normalmente se você estiver soldando com solda de baixo ponto de fusão esta temperatura é em torno de 180 °C e o ajuste fica em até 220 °C, na ponta isolada, com a temperatura estabilizada.

Siga este procedimento com o pré-aquecedor desligado. Vire o chip em QFN de terminais para cima, aplique um pouco de fluxo, estanhe a ponta-faca da estação de solda e enquanto isso aplique a solda derretida nos terminais do CI. SEM fazer força alguma! Tão pouca força que não precisa nem segurar o chip, o atrito dele com a manta antiestática é suficiente para espalhar a solda passando-a derretida sobre os terminais. Com a geometria e a tensão superficial criada pela ponta em faca, não é necessária uma dosagem de solda, pois há uma "divisão" da solda derretida entre os terminais do chip e a ponta desde que você não exceda na quantidade.

Como nem todo mundo tem uma ponta-faca na estação de solda, faça a aplicação de solda derretendo-a de pouco em pouco só



F7. Vista inferior de um CI em QFN 16. Observe que as medidas estão em mm.



F8. Comparação de tamanho do CI em QFN.

	4 x 4		9 x 9	
Version	E	S	E	S
Number of pins	16	16	64	64
A – Pitch (mm)	0.65	0.65	0.5	0.5
B – Lead pad length (mm)	0.92	0.92	0.69	0.69
C – Lead pad width (mm)	0.37	0.37	0.28	0.28
D1 – Thermal pad width (mm)	2.0	2.0	7.1	7.1
D2 – Thermal pad length (mm)	2.0	2.0	7.1	7.1
Maximum component lead length (mm)	0.75	0.75	0.5	0.5
Maximum component lead width (mm)	0.37	0.37	0.3	0.3

T1. Medidas com seus valores em mm.

Necessita Potência?
Pense GlobTek!

Fontes de Alimentação Verdes Atendem Nível de Eficiência V e Requerimentos de 90 W

As Fontes de Alimentação do tipo desktop com entradas IEC 60320/ C6, C8 ou C14 apresentam configurações mecânicas de duplo isolamento reforçado, tensões de saída reguladas de 12 a 48 V cc em incrementos de 0,1 V e até 90 W de potência contínua de saída. As fontes de alimentação fechadas e não ventiladas da série GT-41133 da GlobTek são montadas em caixas de policarbonato resistente a impactos, com duto T de resfriamento e dimensões de 62 x 150 x 34 mm. Esta série possui as seguintes características: saída regulada com ondulação extremamente baixa, recursos de pro



...para mais informações visite www.globtek.com



Carregador de Baterias de Lítio-Íon (Li-Ion)

Em resposta à crescente preocupação e exigência de fabricantes de equipamentos e dispositivos portáteis relacionada à segurança de baterias de Lítio-Íon (Li-Ion), os carregadores de baterias de última geração da GlobTek incluem numerosos recursos redundantes de segurança que se comunicam com o sistema eletrônico das baterias de Lítio-Íon (Li-Ion) prevenindo falhas ou danos às baterias durante a carga. Além da segurança, o carregador inclui numerosos recursos para manter e

...para mais informações visite www.globtek.com

Conjuntos de Cabos de Alimentação Internacionais

Esta ampla gama de conjuntos de cabos de alimentação internacionais é certificada de acordo com as exigências de agências internacionais de segurança. Os cabos encontram-se disponíveis em vários tamanhos, tipos, bitolas de condutores, terminações e cores. Os conjuntos de cabos são indicados para equipamentos portáteis, comunicação, vídeo, ferramentas de potência, eletrônicos de consumo ou equipamentos industriais e médicos. Diversos tipos de cabos encontram-se disponíveis em estoque. O custo MUITO BAIXO torna estes cabos de alimentação



...para mais informações visite www.globtek.com

GlobTek® Inc.
"your power partner"

www.globtek.com

com a quantidade suficiente para dois ou três terminais. Lembre-se que quanto mais solda você colocar, provavelmente mais solda você vai retirar. A quantidade de solda necessária é mínima. Este tempo de aquecimento desnecessário pode danificar o seu CI!

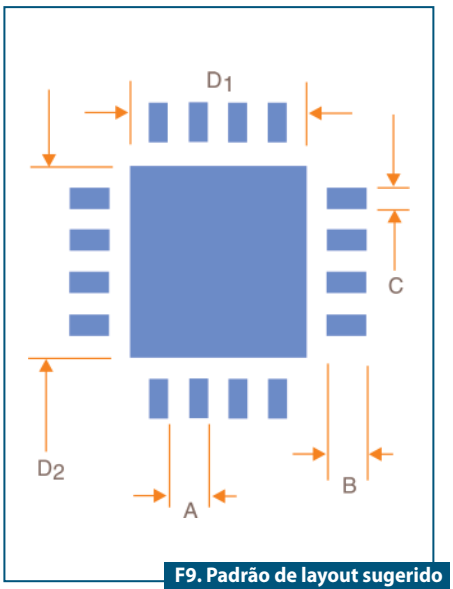
Com o CI com seus terminais levemente estanhados e a placa limpa, posicione o CI com a pinça. O CI não vai ficar plano em relação à placa devido à solda. Aplique o fluxo tanto no chip como na placa. Ligue o pré-aquecedor, aguarde alguns segundos (veja a curva de aquecimento do chip), com o soprador na mão de menor precisão, aqueça o conjunto. A fita kapton está no seu lugar? Assim que a solda derreter abaixo do chip ele vai se movimentar lentamente até a sua posição final.

Utilize a pinça na sua mão de maior precisão e dê super leves toques no chip para ter certeza que a solda está derretida e que o posicionamento está correto, observe numa lupa se for possível. Depois de ter esta certeza, afaste o soprador e desligue o pré-aquecedor SEM mexer na mesa. Se preferir pode aproximar novamente o soprador com um ajuste de temperatura bem abaixo do que estava antes, isso é importante para a estabilização da temperatura e o esfriamento da solda sem trincas, lembre-se que a solda "encolhe" um pouquinho, quase nada, na hora de se solidificar, mas isso pode ser mais que suficiente para que ela trinque e cause um mau contato que poderia ser facilmente evitado.

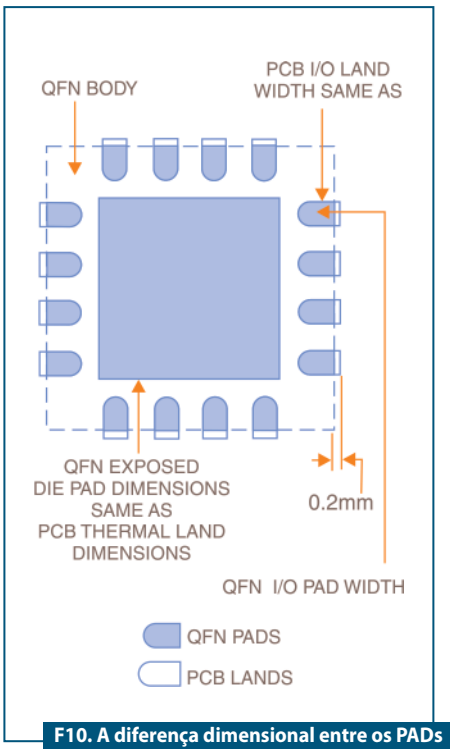
Não é fácil ensinar estas habilidades em textos escritos com fotografias e gráficos. Sempre vale a pena reler os textos dos outros artigos da Revista que escrevi sobre o retrabalho, são mais de 12 páginas com um excelente conteúdo. Pensamos em uma apresentação em vídeo, mas ela nunca te dirá: "Você pode fazer tão bem quanto uma máquina. Apesar de sua experiência como técnico, para este retrabalho a sua nota é 2." Sem contar que há um sem número de vídeos assustadores que "ensinam" a por o dedo para segurar o chip, colar o chip com fita crepe, etc. Há outros ainda que ensinam como soldar de terminal em terminal, enquanto eu aprendi a soldar 10 a 14 terminais por segundo há mais de dez anos atrás!

Há muitas diferenças em aprender como *hobby* e aprender para ser profissional, lembre-se de procurar as melhores referências para seus estudos e práticas. Nesse sentido, a Editora Saber e eu, temos grandes preocupações quanto à profissionalização dos alunos, ao método, às técnicas e às avaliações. Este texto é um brevíssimo resumo do que ensinamos em nossos treinamentos na Editora e nas empresas. Em nossos treinamentos utilizamos até uma palmatória como recurso pedagógico! E funciona.

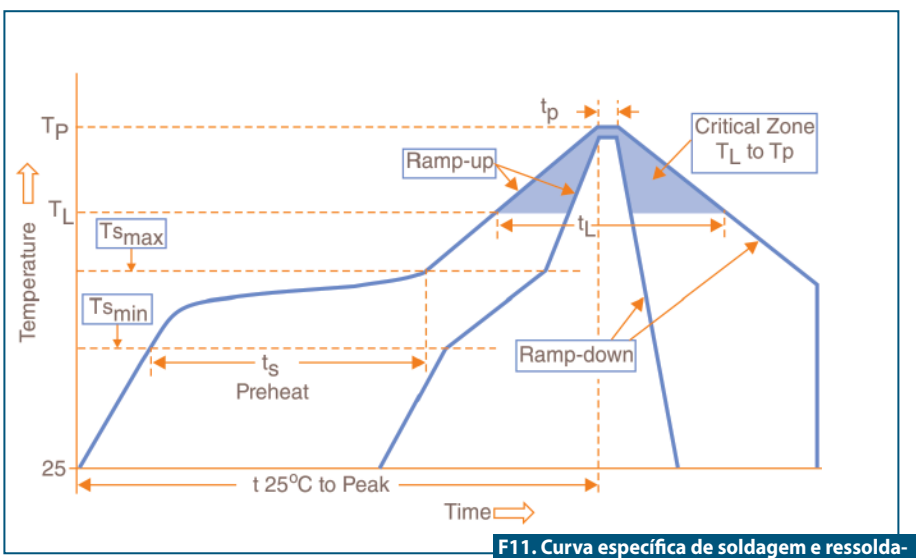
Desejo que tenha sido o suficiente para atender algumas de suas dificuldades e que com estas informações você consiga caminhar de modo independente no seu retrabalho do dia a dia.



F9. Padrão de layout sugerido para um QFN 16.



F10. A diferença dimensional entre os PADs da placa e os terminais do CI em QFN.



F11. Curva específica de soldagem e ressoldagem de um QFN 16, segundo seu fabricante.

Escala (soprador)	°C em 10 mm	°C em 20 mm	°C em 30 mm	°C em 40 mm
1				
1,5				
2				
2,5				
.....				

T2. Mapeamento de temperatura.

O MAIOR ENCONTRO DO DESIGN ELETRÔNICO JÁ TEM DATA MARCADA!

Learn today. Design tomorrow.

ESC

Embedded System Conference Brazil

design brazil

o maior encontro de design eletrônico

27 e 28 AGOSTO 2013

10 às 19h • Transamerica Expo Center
São Paulo • Brazil



Faça parte da maior comunidade para a engenharia e o design eletrônico, junte-se a mais de **4.000 profissionais**, especialistas e fornecedores que se encontram na **ESC Brazil 2013.**

Trazendo os principais players da indústria eletrônica e conteúdo de qualidade, a **ESC Brazil** reúne as tendências e novidades com soluções para:

- Conectividade
- Customização Linux Embedded
- Circuitos Integrados
- Componentes Eletrônicos
- Equipamentos de Testes, Medição e Monitoramento
- Ferramentas de Hardware
- Ferramentas de Software
- HMIs & Displays
- LED e OLED
- Memórias
- Microcontroladores
- Microprocessadores
- Módulos
- Placas e Mezaninos
- Produtos RFID
- Sensores
- Sistemas e Plataformas
- Soluções em Touch
- Software

PROGRAMA DE CONFERÊNCIAS 2013

A **ESC** traz conteúdo de qualidade, da teoria à prática! Mais de 18 palestras técnicas com keynotes speakers nacionais e internacionais, sessões "hands on", treinamentos e mais.

EVITE FILAS! Faça seu pré-credenciamento online e garanta sua presença.

Acesse o novo portal: **www.escbrazil.com.br** e saiba mais.

PATROCÍNIO

Platina: Renesas

Ouro: Agilent Technologies, CEITEC S.A, Fujitsu

Prata: Advantech, Mouser Electronics

Bronze: Atmel, National Instruments, Texas Instruments

Realização: UBM

APOIO: ABDI, ABNT, abraci, ApexBrasil, ASSESPRO, Federação de Câmaras de Comércio e Indústria da América do Sul

Mídia Oficial: Elektor

Mídias Parceiras: IPESI, Portal Embarcados, Eletrônica

Parte 1

Aplicando o MOSFET de forma a reduzir indutâncias e capacitâncias parasitas em dispositivos eletrônicos

Este artigo desenvolve a análise do MOSFET abordando suas principais características em diversas situações, propondo modelamentos de seu comportamento em Circuitos de primeira e segunda ordem (Circuitos RL, RC e RLC) e soluções por meio de equações diferenciais.

Além disso, ele desvenda as principais causas e natureza do problema abordado, possibilitando a prevenção e meios de evitá-lo.

Tiago Almeida de Oliveira
Mário Marcos de Brito Horta
Arlete Vieira da Silva

Hoje em dia, em uma única pastilha de silício – Si pode-se inserir milhões de circuitos, melhorando a mobilidade e processamento das Inovações Tecnológicas existentes. Estas pastilhas são comumente chamadas de Circuitos Integrados - CI. Analisando-se os dispositivos eletrônicos atuais, é difícil encontrar algum que não faça uso de algum CI. Como por exemplo, o microprocessador utilizado em Computadores, Notebooks, Ultrabooks e Smartphones é indispensável a estes equipamentos.

O MOSFET – transistor de efeito de campo de metal-óxido-semicondutor – é atualmente um dos dispositivos mais importantes no desenvolvimento de circuitos integrados, pois cada CI pode possuir milhões de transistores. Segundo Boylestad e Nashelsky (1996), seu tamanho e estabilidade térmica, entre outras características, o tornam ideal para confecção em larga escala, sendo muito utilizado em projetos de computadores e outros aparatos eletrônicos. Contudo, seu manuseio requer conhecimentos de suas características em chaveamentos de alta frequência, diversas polarizações e no comportamento ante os vários níveis de campo elétrico. Assim, seu uso sem as devidas precauções e conhecimento de seu comportamento em situações diversas pode ocasionar fenômenos parasitas que prejudicam seriamente o processamento de seu circuito lógico. E entre estes fenômenos estão a Indutância e Capacitância Parasitas, que ocasionam atrasos de propagação (*delays*) e repiques (também conhecido como *debounce*).

Os delays são o que motivam a troca de computadores e notebooks todos os anos. Já os repiques, que causam comutações indesejadas no período de processamento, são incômodos em chaveamentos que requerem precisão. Assim, exemplificando: em um placar eletrônico onde uma comutação implica, por exemplo, numa mudança de 0 para 1, seria muito indesejada uma mudança de 0 a 6 (ou 0 a 5). Outros efeitos indesejáveis devido aos repiques também devem ser minimizados em chaveamentos que requerem precisão, tais como em equipamentos médicos e fisioterapêuticos.

Então, diante da demanda de soluções para fenômenos envolvendo o uso de MOSFET e aumento de frequência de processamento cada vez maior em circuitos lógicos digitais, buscou-se minimizar e entender a Indutância e Capacitância Parasitas em chaveamentos com MOSFET, propondo uma solução viável ao problema a partir da análise dos resultados obtidos e discutindo sua viabilidade.

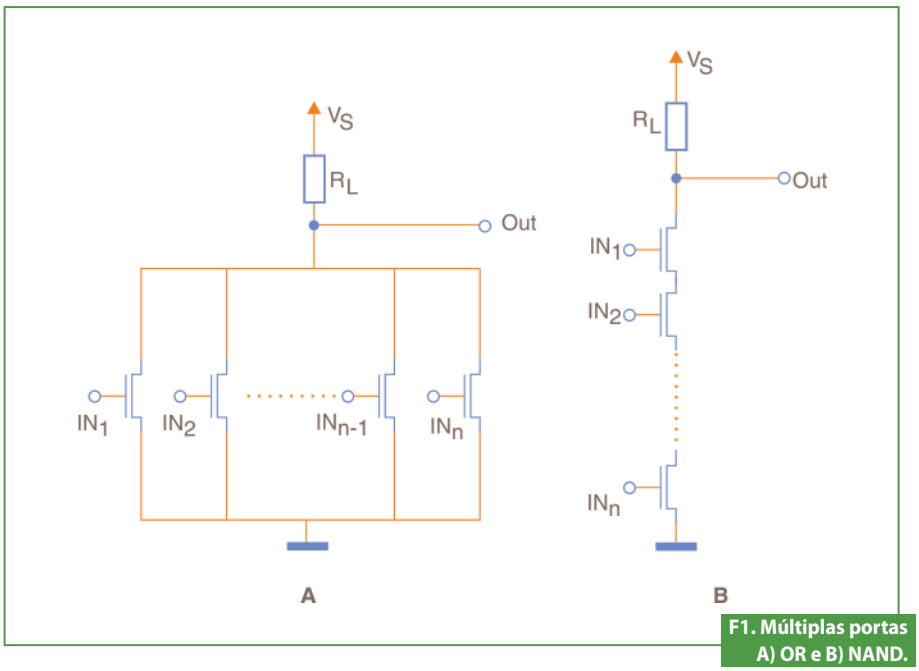
Referencial Teórico

Segundo Boylestad e Nashelsky (1996), o surgimento do MOSFET culminou em um grande avanço tecnológico por ser fácil sua fabricação, ter alto desempenho e proporcionar integração em larga escala, isto é, seu tamanho é cerca de vinte vezes menor que o Transistor de Junção Bipolar - TJB, permitindo que um grande número de transistores seja produzido em um mesmo circuito integrado.

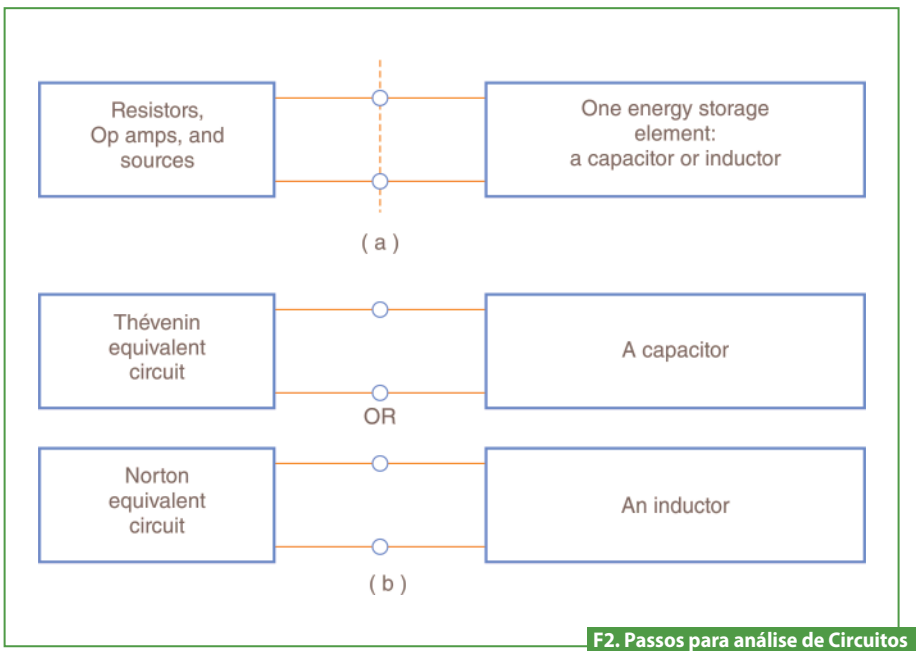
Os mesmos autores afirmam que o MOSFET - *Metal Oxide Semiconductor Field-Effect-Transistor* (Transistor de Efeito

de Campo Metal-Óxido-Semicondutor) – pertence a uma classe de dispositivos semicondutores chamada de Transistores. Ele possui três terminais: um terminal de controle chamado *Gate* (ou Porta), um terminal de entrada chamado de *Drain* (ou Dreno) e outro terminal de saída chamado *Source* (ou Fonte). E subdivide-se em Tipo Depleção e Tipo Intensificação, tendo cada um destes modos de operação diferentes. E possuem na sua construção o contato metálico do terminal de porta, que é separado do substrato por uma camada isolante de dióxido de Silício SIO_2.

Os mesmos autores ressaltam que o MOSFET pode ser dividido em dois tipos: MOSFET tipo Depleção e MOSFET tipo Intensificação. O segundo tem várias aplicações na Eletrônica onde se exige chaveamento em altas frequências e construção de portas lógicas. Como, por exemplo, microprocessadores utilizados em Notebooks com frequência de 2 GHz (dois bilhões de chaveamento por segundo) utilizam MOSFETs. A **figura 1** mostra múltiplas portas OR e NAND.



F1. Múltiplas portas A) OR e B) NAND.



F2. Passos para análise de Circuitos de Primeira ordem.

Capacitância

De acordo com O'Malley (1994), Capacitância é a medida da capacidade de armazenar cargas nos condutores quando separados por algum dielétrico.

Especificamente, se a diferença de potencial entre os dois condutores é de volts (V) quando existe uma carga positiva de Q coulombs em um condutor e uma carga igual negativa no outro, o capacitor possui uma capacitância descrita na equação a seguir.

$$C = \frac{Q}{V}$$

Onde C é o símbolo de capacitância.

A unidade SI de capacitância é o *farad* (F), unidade esta muito grande para aplicações práticas, sendo o microfarad (μF) e o picofarad (pF) mais comumente utilizados.

O'Malley (1994) ainda ressaltou que para um capacitor de placas paralelas, a capacitância em farad é representada pela equação a seguir.

$$C = \xi \frac{A}{d}$$

Onde A é a área de cada uma das placas em m^2, d é a distância (em metros) entre as placas, e ξ é a permissividade do dielétrico em farads por metro (F/m).

Aumentando a área das placas ou reduzindo a distância entre elas ou aumentando a permissividade do dielétrico, tem-se um aumento na capacitância. Já a permissividade ξ é relativa ao comportamento atômico do dielétrico.

A energia armazenada em um capacitor, que pode ser comprovada por cálculos, é dada pela seguinte equação:

$$W_C = \frac{1}{2} C V^2$$

Onde: W_C é em joules, C em farads e V em volts.

Assim, percebe-se que a energia armazenada não depende da corrente no capacitor.

Indutância

Segundo Dorf e Svoboda (2008), a Indutância uma característica intrínseca que cada indutor possui de capacidade de armazenamento de energia em forma de campo magnético. A unidade de medida de indutância em SI é o henry. E pode ser definida pela equação:

$$L = \frac{N^2 \mu A}{l}$$

Onde N é o número de espiras de um condutor, A é área de seção reta do núcleo em m², l é o comprimento da bobina em metros e μ é a permeabilidade relativa magnética do meio.

Assim, através desta fórmula, podemos perceber a característica puramente construtiva da indutância.

A energia armazenada em um indutor é dada pela equação a seguir.

$$W_L = \frac{1}{2} L i^2$$

Onde WL em joules, L em henrys e I em ampères.

Esta energia, que pode ser demonstrada através de cálculos, é a energia armazenada no campo magnético ao redor do indutor. Também, pela fórmula 5, percebe-se que energia armazenada no indutor depende de sua corrente e da indutância do dispositivo e como esta não varia por se tratar de um aspecto puramente construtivo, somente pode se interferir nesta energia pela sua corrente.

Circuitos RL e RC

Segundo Dorf e Svoboda (2008), os circuitos RC e RL de primeira ordem contêm apenas um elemento de energia e são representados por equações diferenciais de primeira ordem. Ou seja, se o circuito tiver apenas um indutor e nenhum capacitor (ou apenas um capacitor e nenhum indutor) podem ser representados por uma equação diferencial de primeira ordem.

Assim, se há qualquer circuito elétrico de primeira ordem contendo capacitor ou indutor, pode-se analisá-lo pelos teoremas de Norton e Thevenin. A **figura 2** ilustra estes passos: primeiramente, isola-se o elemento de armazenamento de energia (capacitor ou indutor) e, em seguida, substitui-se o circuito ligado ao capacitor pelo equivalente de Thevenin e o circuito ligado ao indutor pelo equivalente de Norton. Então, se obtém sua resposta natural e ao degrau.

Segundo Nilsson e Riedel (2009), é considerada resposta natural de um circuito de primeira ordem quando as correntes e tensões do circuito se descarregam em uma rede resistiva por meio da energia armazenada no capacitor ou indutor. Ou seja, o elemento de armazenamento de energia descarrega a energia potencial armazenada.

Para a resposta natural de um circuito RL, tem-se a seguinte equação de corrente:

$$i(t) = Ioe^{-(R/L)t}, t \geq 0$$

E para um circuito RC, tem-se a seguinte equação de tensão:

$$v(t) = Voe^{-t/(RC)}, t \geq 0$$

Onde Io e Vo são os valores iniciais (em t=0+) de corrente e tensão no Indutor e Capacitor, respectivamente.

Segundo Nilsson e Riedel (2009), denomina-se resposta ao Degrau de um Circuito de Primeira Ordem quando o mesmo é submetido a uma aplicação repentina de uma fonte de tensão ou corrente constante.

Deste modo, tem-se para esta resposta uma equação para corrente em circuito RL e uma equação de tensão para circuitos RC:

$$i(t) = \frac{Vs}{R} + \left(Io - \frac{Vs}{R}\right) e^{-(R/L)t}, t \geq 0$$

$$v(t) = IsR + (Vo - IsR) e^{-t/(RC)}, t \geq 0$$

Circuitos RLC

O circuito RLC também é conhecido como um circuito de segunda ordem, pois possui dois elementos de armazenamento de energia – o capacitor e o indutor. Além disso, ele pode ser representado por uma equação diferencial de segunda ordem.

Segundo Dorf e Svoboda (2008), a ordem da equação diferencial que representa um circuito é no máximo igual à soma do número de capacitores com o número de indutores. Assim, um circuito de segunda ordem pode conter, por exemplo, um capacitor e um indutor ou dois capacitores e nenhum indutor.

Este tipo de circuito pode ser representado pela equação mostrada abaixo:

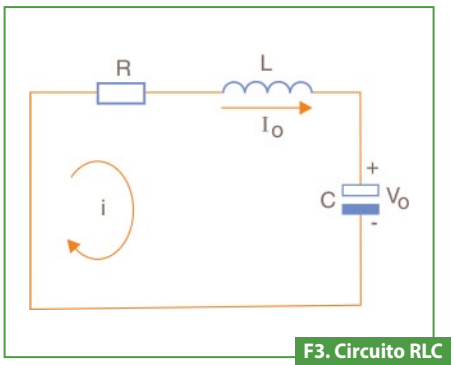
$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} + 2\alpha \frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2 x(t) = f(t)$$

Onde x(t) é a saída do circuito e f(t) é a entrada do circuito.

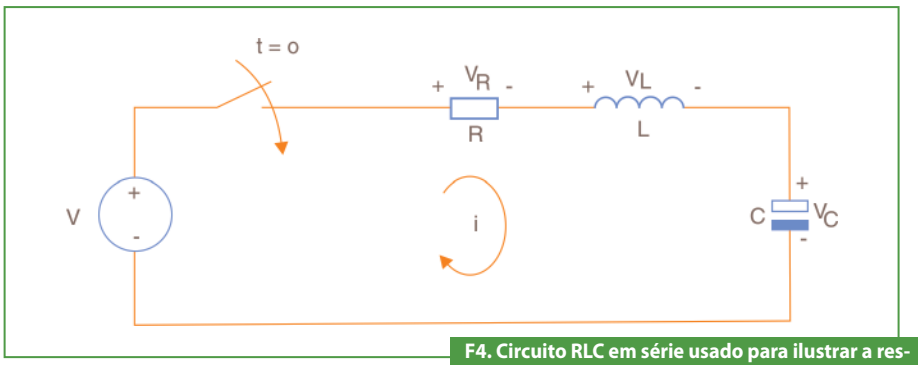
A saída do circuito, também chamada de resposta do circuito, pode ser a corrente ou a tensão de qualquer componente do circuito. A saída é frequentemente escolhida como sendo a corrente em um indutor, ou a tensão em um capacitor. As entradas do circuito podem ser tensões de fontes de tensão independentes e/ou correntes de fontes de corrente independentes. Os coeficientes da equação diferencial recebem nomes especiais: α é chamado de amortecimento e ω_o de frequência de ressonância.

De acordo com Dorf e Svoboda (2008), para representar a resposta de um circuito de segunda ordem deve-se:

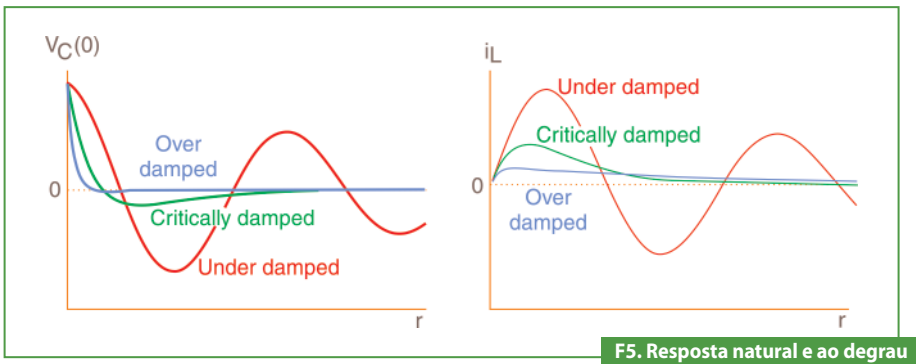
- Representar o circuito por uma equação diferencial de segunda ordem.
- Obter a solução geral da equação diferencial homogênea. Esta solução é a resposta natural, $x_o(t)$.
- Obter uma solução particular da equação diferencial. Esta solução é a resposta forçada, $x_1(t)$.
- Usar as condições iniciais, como por exemplo, os valores iniciais das correntes nos indutores e das tensões nos capacitores, para calcular as constantes da resposta natural.



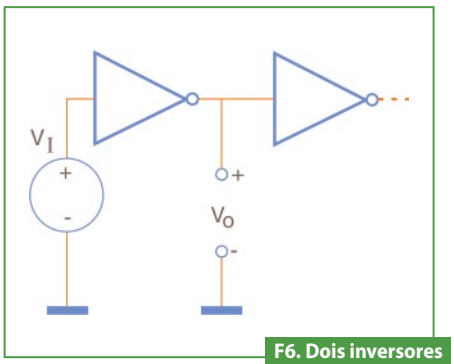
F3. Circuito RLC em série.



F4. Circuito RLC em série usado para ilustrar a resposta a um degrau de um circuito desses.



F5. Resposta natural e ao degrau de um Circuito RLC.



F6. Dois inversores em cascata.

Assim, dados os circuitos RLC em série da **figura 3**, utilizados para ilustrar o comportamento da resposta natural de um circuito RLC, chega-se as seguintes equações:

$$s^2+\frac{R}{L}s+\frac{1}{LC}=0$$

$$s_{1,2}=-\frac{R}{2L}\pm\sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2-\frac{1}{LC}}$$

$$s_{1,2}=-\alpha\pm\sqrt{\alpha^2-\omega_0^2}$$

De acordo com Nilsson e Riedel (2009), a resposta do circuito será superamortecida, subamortecida ou criticamente amortecida conforme $\omega^2_0 < \alpha^2$, $\omega^2_0 > \alpha^2$, ou $\omega^2_0 = \alpha^2$, respectivamente. Assim, as três soluções possíveis para a corrente são as seguintes equações:

$$i(t)=A_1e^{s_1t}+A_2e^{s_2t}$$

$$i(t)=B_1e^{-\alpha t}\cos\omega_d t+B_2e^{-\alpha t}\,sen\,\omega_d t$$

$$i(t)=D_1te^{-\alpha t}+D_2e^{-\alpha t}$$

Assim, como foi achada a resposta de corrente do circuito RLC em série, também é possível se encontrar a resposta da tensão. Para isso, suponha o seguinte circuito que é usado para ilustrar a resposta a um degrau (**figura 4**).

Desta forma, para o circuito da figura 4 pode se encontrar sua resposta ao degrau, por meio desta equação:

$$\frac{d^2v_c}{dt^2}+\frac{R}{L}\frac{dv_c}{dt}+\frac{v_c}{LC}=\frac{V}{LC}$$

Assim, trabalhando-se na próxima equação da mesma forma que trabalhamos anteriormente, resultando nas seguintes sentenças que representam as formas de respostas a um degrau da tensão no capacitor em circuitos RLC em série:

$$v_c=V_f+A_1'e^{s_1t}+A_2'e^{s_2t}$$

$$v_c=V_f+B_1'e^{-\alpha t}\cos\omega_d t+B_2'e^{-\alpha t}\,sen\,\omega_d t$$

$$v_c=V_f+D_1'te^{-\alpha t}+D_2'e^{-\alpha t}$$

A **figura 5** revela as formas de ondas possíveis para tensão e corrente para respostas subamortecidas (*Under damped*), superamortecidas (*Over damped*) e criticamente amortecidas (*Critically damped*).

Capacitância e Indutância Parasitas em MOSFET

Em estudos de circuitos eletrônicos, muitas das vezes, costuma-se ignorar o tempo entre chaveamentos. Porém, na prática, comutações nestes circuitos estão longe de serem estáticas, ou seja, não ocorrem instantaneamente e tampouco suas saídas dependem apenas de suas entradas.

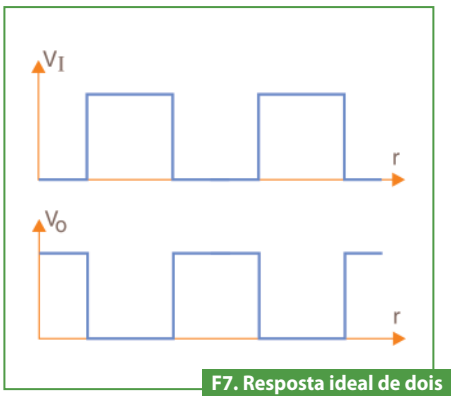
Assim, para ilustrar esta assertiva, suponha que o circuito da **figura 6** representa dois inversores em cascata. Se desprezarmos o tempo entre chaveamentos, considerando uma disciplina estática dos dispositivos e de seu comportamento, tem-se uma resposta ideal como demonstrado na **figura 7**. Contudo, o que de fato ocorre é que, na prática, se observa uma saída semelhante à da **figura 8**.

Para explicar este comportamento não ideal de circuitos lógicos digitais, a compreensão da indutância e capacitância é fundamental. Por exemplo, de acordo com Agarwal e Lang (2005), a capacitância

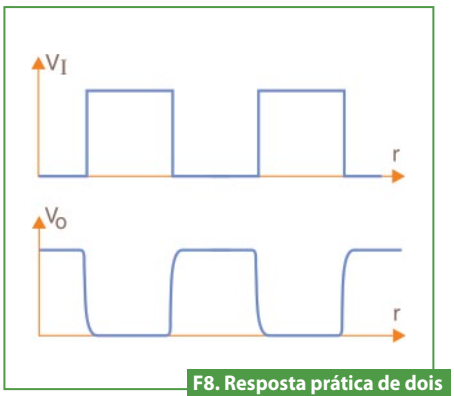
interna do MOSFET é diretamente responsável pela resposta não ideal vista na figura 8. Portanto, pode-se representar um modelo mais verossímil de dois inversores em cascata conforme exibe a **figura 9**.

Sadiku (2003) relatou que, de acordo com a Lei Circuital de Ampére, todo condutor de comprimento *l* ao ser percorrido por uma corrente *i* gera ao redor de si um campo magnético *B*. Assim, pode-se observar na figura 9 a representação deste campo magnético devido à interconexão entre circuitos. Muitas das vezes este efeito é desprezado. Contudo, hoje em dia, em que se busca mais e mais mobilidade no que diz respeito à tecnologia de eletrônicos, tem-se uma tendência muito grande em se ter mais e mais circuitos por metro quadrado, não sendo, portanto, este efeito totalmente desprezível.

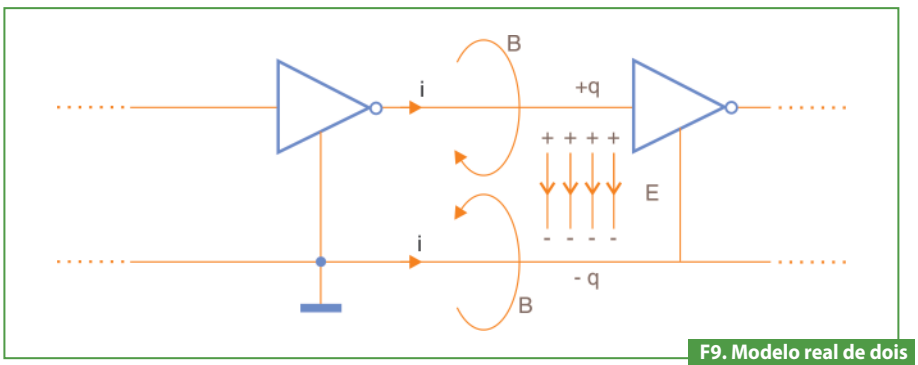
Agarwal e Lang (2005) também afirmam que as interconexões entre circuitos lógicos geram diferenças de potenciais armazenando uma carga *q*, gerando um campo elétrico *E* entre os terminais positivos e negativos. Além disso, segundo eles, a resistência entre estas conexões não é necessariamente zero. Assim, chegou-se a um modelo de circuito eletrônico semelhante ao da **figura 10**, onde se tem considerado a resistência parasita devida a interconexões, a indutância parasita devida ao campo magnético criado pela corrente elétrica que percorre o caminho fechado entre os terminais, e a capacitância parasita devida a características internas do MOSFET e ao campo elétrico criado pela diferença de potencial nas conexões culminando-se, então, em um modelo real de conexões entre dispositivos e circuitos eletrônicos lógicos.



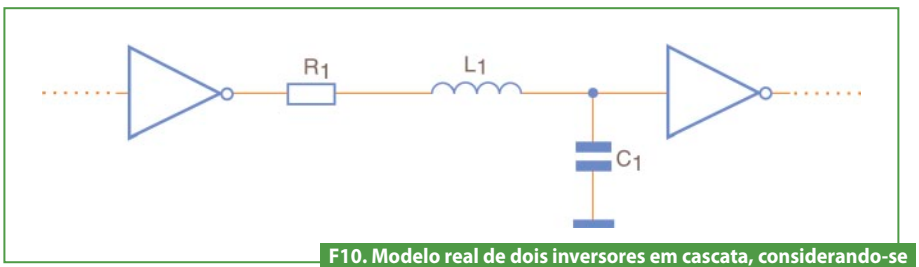
F7. Resposta ideal de dois inversores em cascata.



F8. Resposta prática de dois inversores em cascata.



F9. Modelo real de dois inversores em cascata.



F10. Modelo real de dois inversores em cascata, considerando-se os efeitos da indutância e capacitância parasitas.

Metodologia

Segundo GIL (2002), a pesquisa é definida como o procedimento racional e sistemático que tem por objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requisitada quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.

O autor afirma ainda que a pesquisa seja desenvolvida mediante os conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade, a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados.

O mesmo autor relata que toda e qualquer pesquisa se faz mediante critérios, os quais são classificados em pesquisa documental e experimental, e este trabalho de acordo com seu objetivo geral, classifica-se como uma pesquisa documental e experimental. A parte documental consiste no fato da mesma ser desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos e, a experimental por definir um objeto a ser estudado, além de envolver coleta de dados técnicos para o desenvolvimento e comprovação teórica e prática no funcionamento do sistema proposto.

Assim, elaborou-se uma pesquisa com materiais bibliográficos existentes, dissertações de mestrado, monografias e testes práticos em laboratórios de Circuitos Eletrônicos Digitais.

Para minimizar a Indutância e Capacitância Parasitas em chaveamentos com MOSFET chegou-se a um modelamento matemático do problema por meio de Equações Diferenciais e um modelamento de Circuitos como Sistemas de Segunda Ordem, culminando-se em uma solução geral do problema e, então, apurou-se os resultados obtidos por meio de experimento prático.

Acompanhar na Parte 2 deste artigo, na próxima edição.

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**

HOLTEK

ANYTEK conectores

FORDATA FOR DATA DISPLAY

módulos RF WENSHING

GlobalSat Wired by Wireless

APLUS CI reprodutor de sons

FAGOR

SIMCom A company of SIM Tech

Visite o site da Holtek e conheça toda linha:
www.holtek.com

Cika Eletrônica

Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

Tel.: 55 11 2696-6428 / Fax: 55 11 2696-6422

vendas@cikaeletronica.com

www.cikaeletronica.com

Visual Studio, Windows 8 e a Linguagem C# na eletrônica

Nos dias de hoje, os tablets, os dispositivos eletrônicos industriais, os celulares, etc., estão começando a usar sistemas operacionais para gerenciar a execução de programas. Este artigo mostra como usar o Visual Studio e a Linguagem C para criar programas que se executam nos tablets e em computador com Windows 8.

Alfonso Pérez
alfaelectronica@hotmail.com
Tradução: Eutíquio Lopez

Saber programar em qualquer linguagem é uma necessidade nos dias de hoje. Mesmo para quem não é programador, aprender a programar computadores desenvolve a mente e a maneira como pensar sobre essas coisas. Para desenvolver os programas deste artigo usaremos o Visual Studio 2012 Express para Windows 8, que pode ser baixado gratuitamente no *site* **www.visualstudio.com.** Antes de começar a instalação de Visual Studio, é necessário instalar o sistema operacional Windows 8.

A linguagem C#

A linguagem C é uma melhoria da linguagem C/C++, o que a torna mais moderna e, tecnologicamente, mais avançada. A linguagem C# é orientada a objetos. Para usar objetos é necessário criar algum tipo de dado. Estes tipos de dados são chamados de "Classes". No seguinte exemplo, criaremos uma classe chamada "Timer":

```
public class Timer
{
   public Timer()
   {
   IsEnable = false;
   }
   public TimeSpan Interval { get; set; }
   public bool IsEnabled { get; set; }
   public void Start()
   {
      IsEnable = true;
   }
   public void Stop()
   {
      IsEnable = false;
   }
}
```

Essa classe tem 2 propriedades/variáveis, chamadas de "IsEnable" e "Interval". Tem também 3 métodos/funções, chamados de "Start()", "Stop()", e "Timer()". A propriedade "InEnable" é do tipo "bool", e a propriedade "Interval" é do tipo "TimerSpan". Os métodos são "públicos" (*public*), ou seja, podem ser chamados por outras classes e o tipo de retorno dos métodos é nulo.

Para criar um objeto da classe "Timer" é necessário usar uma linha de código como a seguinte:

```
Timer _timer = new Timer();
```

Para uma melhor organização das classes criadas em um projeto qualquer, costuma-se usar a seguinte linha de código:

```
namespace Robot
{
}
```

"*Robot*" seria o nome do projeto. Caso outro projeto queira usar as classes criadas no "namespace Robot", poderá empregar uma linha de código conforme:

```
using Robot;
```

Os exemplos a seguir mostram como usar a linguagem C# para programar.

Contador

Este programa mostra como usar os contadores. Para iniciar, abra o Visual Studio e clique no menu: "File > New Project". Aparecerá uma janela conforme visto na **figura 1.**

Na lista de linguagens do lado esquerdo da figura (JavaScript, Visual Basic, Visual C#, Visual C++), escolha "Visual

C#"e a opção: "Windows Store". Na janela ao lado, selecione: "Blank App (XAML)".

Dê um nome ao seu projeto na caixa de edição "Name:", como por exemplo: "Contador". Na caixa de edição "Location:", selecione a pasta para guardar o projeto. Aperte o botão "OK" e o Visual Studio irá gerar os arquivos necessários para o projeto. A figura X mostra os arquivos gerados.

Escolha o arquivo "MainPage.xaml" (**figura 2**) e, automaticamente, abre-se o editor gráfico. Selecione o menu "VIEW > TollBox" e surgirá uma janela como a mostrada na **figura 3**. Esta janela exibe os controles que podem ser usados no programa (controles também são considerados "classes").

Crie 3 botões (*Button*) e um bloco de texto (*TestBlock*). Agora é necessário das nomes a esses controles. Para fazê-lo, escolha o menu: "VIEW > Properties Window". Aparecerá uma janela de acordo com a **figura 4**.

Edite os nomes para os controles na caixa de edição "Name": Para os botões foram usado os nomes: "IncrementarButton", "DecrementarButton" e "ZeroButton". Foi usado o nome "CountTextBlock" para o bloco de texto. Lembramos que foram empregados estes nomes, mas nada impede de utilizar outros para os controles.

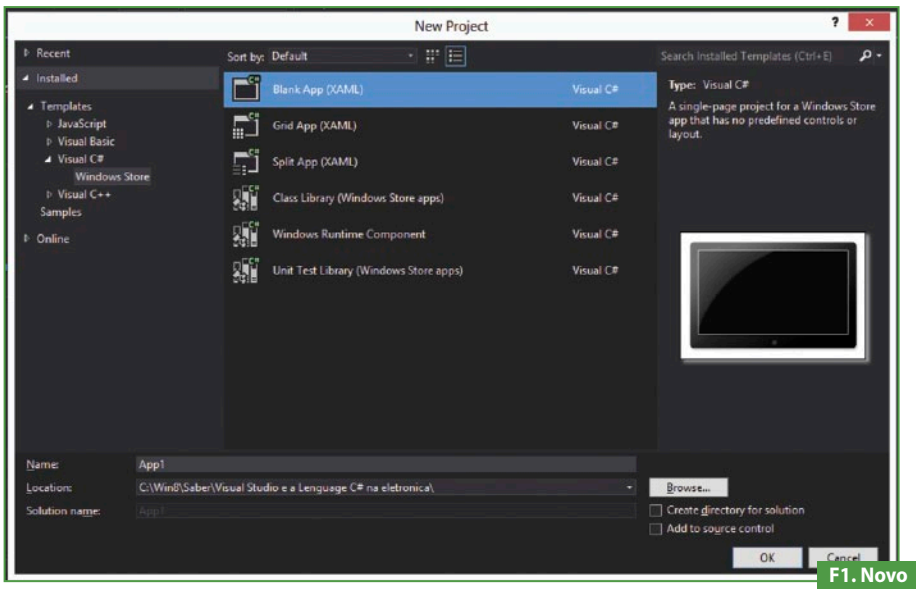
Agora, é preciso criar um método ou função (Rotina) para cada um dos 3 botões. Para fazê-lo, dê um clique duplo em cada um deles (no editor gráfico). Será criado um código conforme segue:

```
private void IncrementarButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
    }

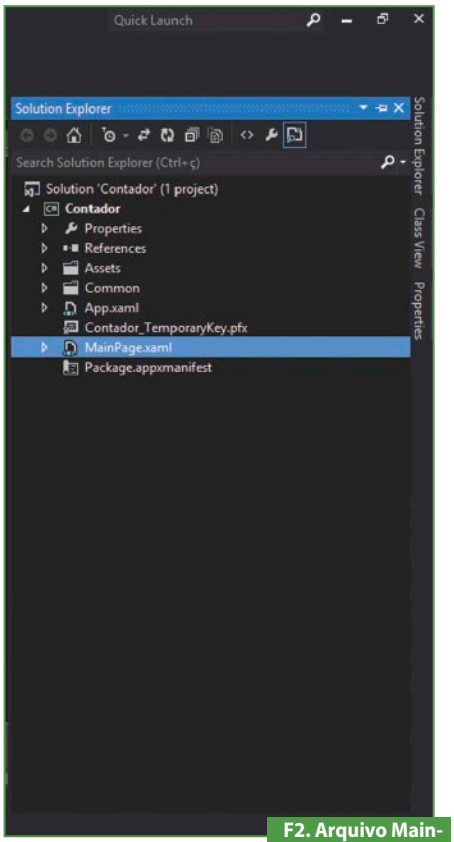
    private void DecrementarButton_
Click(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
    }

    private void ZeroButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
    }
```

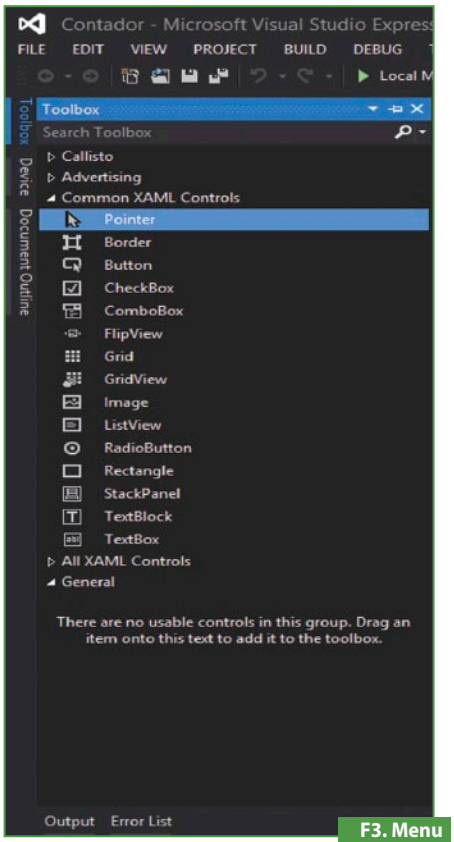
Crie uma variável de tipo "int" (Inteiro) chamada "_count" para armazenar o valor do contador. No método "MainPage()" inicialize a variável "_count" com zero (0) e mostre-a no bloco de texto: "CountBlockText". Esta classe (controle) tem uma propriedade chamada "Text", na qual fica armazenado o dado que será apresentado na tela (*display*). Tendo em vista que esta propriedade é do tipo "string". Para fazê-lo, use o método "ToString".



F1. Novo Projeto.



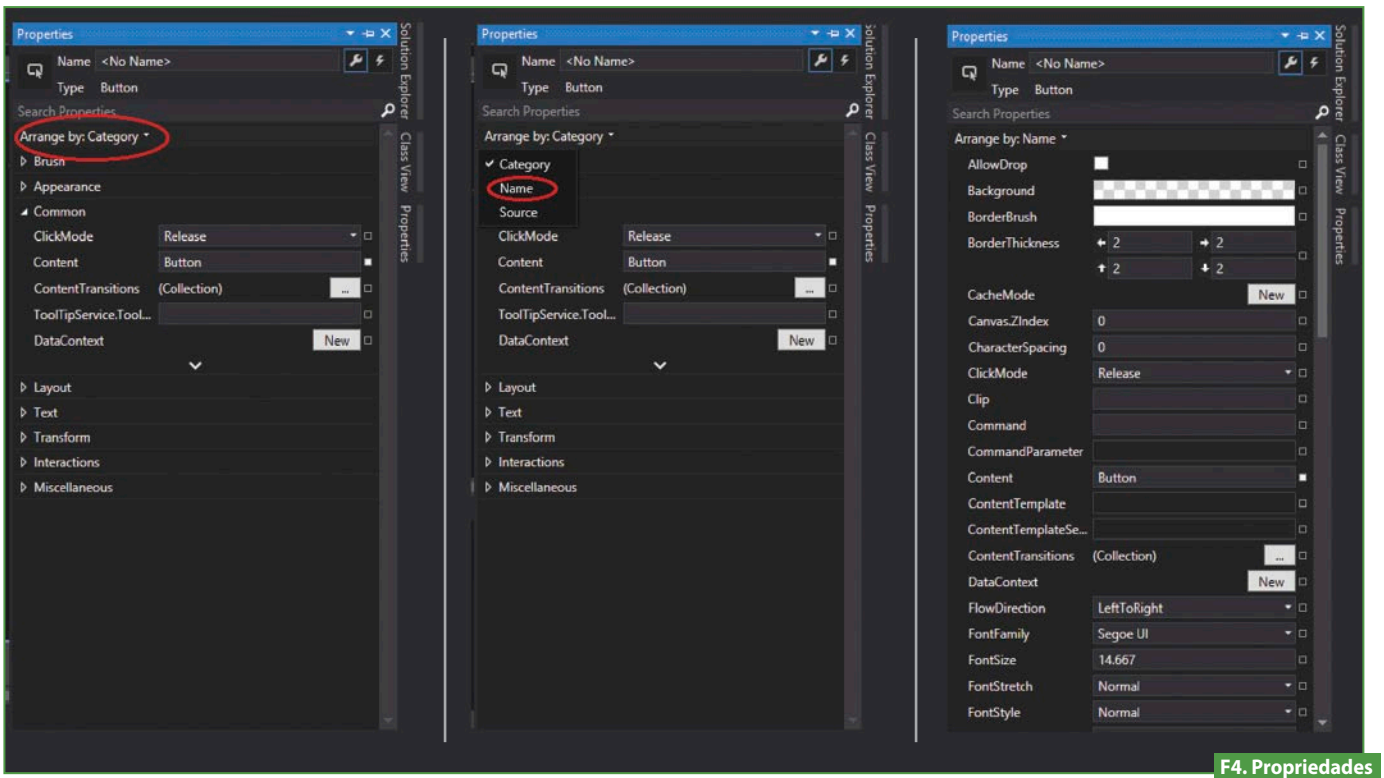
F2. Arquivo MainPage.xaml.



F3. Menu "Toolbox".

Crie, agora, o código para incrementar, decrementar e zerar a variável. Para fazer isso, usam-se as instruções:

```
Incrementar (++)
Decrementar (--)
Fixar um valor (=)
```



F4. Propriedades do projeto.

O código para o arquivo "MainPage.xaml.cs" é o seguinte:

```
public sealed partial class MainPage : Page
{
    int _count;
    public MainPage()
    {
        this.InitializeComponent();
        _count = 0;
    }
    protected override void OnNavigatedTo(Na
vigationEventArgs e)
    {
    }
    private void IncrementarButton_
Click(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
        _count++;
        CountTextBlock.Text = _count.ToString();
    }
    private void DecrementarButton_
Click(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
        _count--;
        CountTextBlock.Text = _count.ToString();
    }
    private void ZeroButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
        _count = 0;
        CountTextBlock.Text = _count.ToString();
    }
}
```

Compile o programa. Escolha o menu "DEBUG > Start Debugging" e teste o funcionamento dos botões. Seria executado um programa semelhante ao da **figura 5**.

Temporizador

Este programa demostra a forma de usar os temporizadores. Para iniciar, abra o Visual Studio e clique no menu: "File > New project". Surgirá uma janela, conforme exibe a figura 1.

Na lista de linguagens no lado esquerdo dessa figura, selecione Visual C# e escolha a opção "Windows Store". Selecione "Blank App (XAML)" na janela ao lado.

Na caixa de edição "Name:", nomeie seu projeto como, por exemplo, "Temporizador". Na caixa "Location:", selecione a pasta para guardar o projeto. Aperte o botão "OK" e o Visual Studio irá gerar os aquivos necessários ao projeto.

Selecione o arquivo "MainPage.xaml" (figura 2) e, automaticamente, se abre o editor gráfico. Escolha o menu "VIEW > ToolBox" e aparecerá uma janela conforme a figura 3.

Crie 2 botões (Button) e um bloco de texto (TextBlock). É preciso, agora, dar nome a esses controles. Para fazer isso, selecione o menu: "VIEW > Properties Window". Surgirá uma janela igual à da figura 4.

Edite os nomes para os controles na caixa de edição "Name:". Para os botões, foram usado os nomes "StopButton" e "StartButton". Para o bloco de texto, utilizou-se o nome "CountTextBlock".

Agora, é necessário criar um método ou função (Rotina) para cada botão. Para fazê-lo, clique em cada um dos 2 botões no editor gráfico. Será criado um código como o seguinte:

```
    private void StartTimer_Click(object sen-
der, RoutedEventArgs e)
    {
    }
    private void StopButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
    }
```

Crie um objeto ou variável do tipo "Dispatcher Timer" chamada de "_timer", e uma variável do tipo "int" (Inteiro) chamada de "_count". Inicialize a propriedade "_timer.interval" no método "MainPage()" com um valor em milissegundos. Para fazer isso, use uma linha de código como a seguinte:

```
_timer.Interval = TimeSpan.
FromMilliseconds(1000);
```

Agora, é preciso escolher um método que seria executado quando o temporizador completasse o tempo programado. Para fazer isso, pode ser usada uma linha de código como a seguinte:

```
_timer.Tick += new
EventHandler<object>(timer_tick);
```

Onde, "timer_tick" é o método que controla o evento temporizador. Para demonstrar o seu funcionamento, cada vez que o tempo programado termina, a variável "_count" é incrementada. Esta variável é ilustrada no bloco de texto "CountBlockText".

Esta classe (controle) tem uma propriedade chamada "Text", na qual é armazenado o dado que seria apresentado na tela (*display*). Como esta propriedade é do tipo "string", é necessário que a variável "_count" passe para "string". Para fazer isso usa-se o método "ToString()".

O evento que controla o botão "StartButton" inicializa o temporizador, e o que controla o "StopButton" para (stop) o temporizador.

O código para o arquivo "MainPage.xaml.cs" é o seguinte:

```
public sealed partial class MainPage : Page
{
    DispatcherTimer _timer = new
        DispatcherTimer();
  int _count = 0;

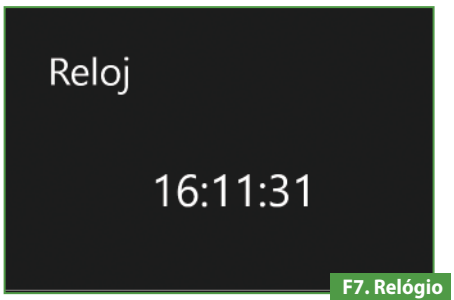
    public MainPage()
    {
      this.InitializeComponent();
      _timer.Interval = TimeSpan.
FromMilliseconds(1000);
      _timer.Tick += new
EventHandler<object>(timer_tick);
      CountTextBlock.Text = _count.ToString();
    }
    public void timer_tick(object sender, object
args)
    {
      _count++;
      CountTextBlock.Text = _count.ToString();
    }
    protected override void OnNavigatedTo(Na
vigationEventArgs e)
    {
    }
    private void StartTimer_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
      _timer.Start();
    }
    private void StopButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
      _timer.Stop();
      _count = 0;
      CountTextBlock.Text = _count.ToString();
    }
  }
```



F5. Contador do projeto.



F6. Temporizador do projeto.



F7. Relógio do projeto.



F8. Cronômetro do projeto.

Compile o programa. Selecione o menu "DEBUG > Star Debugging" e teste o funcionamento dos botões. Um programa igual ao da **figura 6** seria executado.

Relógio

Este programa demonstra como usar o relógio do sistema. Para iniciar, abra o Visual Studio e clique no menu "File > New project". Surgirá uma janela idêntica à da figura 1.

Na lista de linguagens que aparece do lado esquerdo, escolha Visual C# e clique em "Windows Store". Selecione na janela ao lado "Blank All (XAML)".

Na caixa de edição "Name:" nomeie o seu projeto como, por exemplo, "Reloj" e na caixa "Location:" selecione a pasta para guardar o projeto. Aperte o botão "OK" e o Visual Studio irá gerar os arquivos necessários ao projeto.

Escolha o arquivo "MainPage.xaml" (figura 2) e o editor gráfico abre-se automaticamente. Selecione o menu "VIEW > ToolBox" e surgirá uma janela conforme mostrado na figura 3. Crie um bloco de texto: (TextBlock).

Agora, é preciso dar nome a esses controles. Para fazer isso, escolha o menu "VIEW > Properties Window". Aparecerá uma janela igual à da figura 4. Edite os nomes para o controle na caixa "Name:". Para o bloco de texto foi usado o nome "RelojTextBlock".

Este programa utiliza o mesmo procedimento que o programa temporizador, ou seja, é criado um temporizador para atualizar os dados na tela. No método "timer_tick(object sender, object args)" é utlizada a seguinte linha de código para acessar o relógio:

```
RelojTextBlock.Text = DateTime.Now.
ToString("HH:mm:ss");
```

"DateTime" é uma estrutura que tem acesso ao relógio e formata dados conforme a necessidade. Neste caso, foi usado: "HH:mm:ss" representando hora, minuto, segundo.

O código para o arquivo "MainPage.xaml.cs" é o seguinte:

```
public sealed partial class MainPage : Page
{
    DispatcherTimer _timer = new
DispatcherTimer();

    public MainPage()
    {
        this.InitializeComponent();

        _timer.Interval = TimeSpan.
FromMilliseconds(100);
        _timer.Tick += new
EventHandler<object>(timer_tick);
        _timer.Start();
    }

    public void timer_tick(object sender, object
args)
    {
        RelojTextBlock.Text = DateTime.Now.
ToString("HH:mm:ss");
    }

    protected override void OnNavigatedTo(Na
vigationEventArgs e)
    {
    }
}
```

Compile o programa. Selecione "DEBUG > Start Debugging" e teste o funcionamento dos botões. Um programa como o da **figura 7** seria executado.

Cronômetro

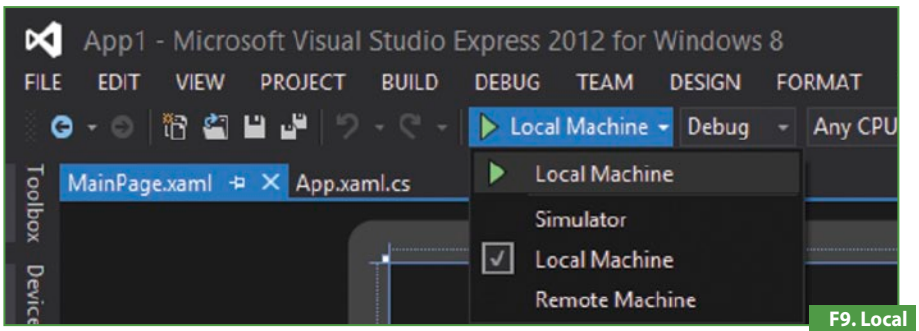
Este programa demonstra a maneira de usar o relógio do sistema para fazer um cronômetro. Para iniciar, abra o Visual Studio e clique no menu "File > New project". Surgirá uma janela igual à da figura 1.

Na lista de linguagens do lado esquerdo desta figura, escolha Visual C# e a opção "Windows Store". Selecione na janela ao lado "Blank App (XAML)".

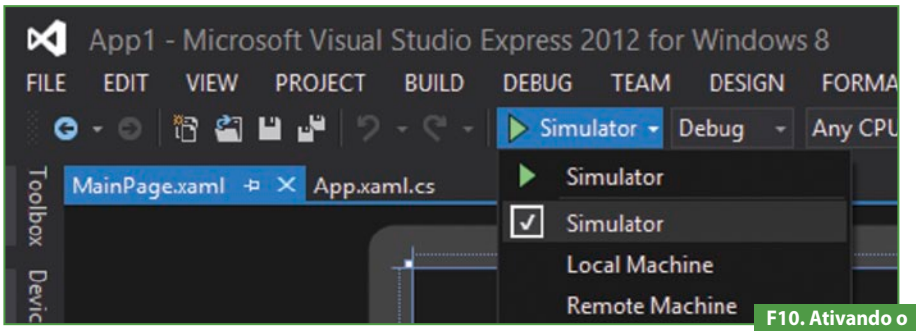
Na caixa de edição "Name:" dê um nome para seu projeto, como por exemplo "Cronômetro", e na caixa "Location:" escolha a pasta para guardar o projeto. Aperte o botão "OK" e o Visual Studio irá gerar os arquivos necessários ao projeto.

Selecione o arquivo "MainPage.xaml" (figura 2) e o editor gráfico abre automaticamente. Escolha o menu "View > ToolBox" e aparecerá uma janela conforme mostra a figura 3. Crie um bloco de texto (TextBlock).

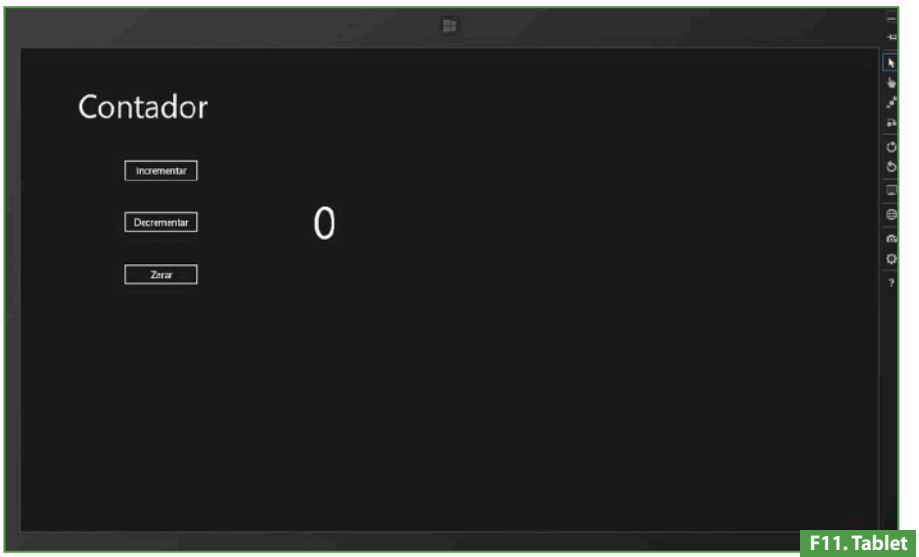
É necessário, agora, nomear esse controle. Para fazer isso, selecione o menu "View > Properties Window".



F9. Local Machine.



F10. Ativando o simulador.



F11. Tablet simulado.

Surgirá uma janela como a da figura 4. Edite os nomes para o controle na caixa de edição "Name:". Para o bloco de texto foi usado o nome "CronometroTextBlock".

Este programa usa o mesmo procedimento do programa Temporizador, ou seja, é criado um temporizador para atualizar os dados na tela. No método responsável pelo evento do temporizador: "timer_tick(object sender, object args)" é usada a seguinte linha de código:

```
TimeSpan timeSpan = DateTime.Now -
_dateTime;
CronometroTextBlock.Text = timeSpan.
ToString("mm\\:ss\\.fff");
```

"TimerSpan" é uma estrutura que representa um intervalo de tempo. O método de controle do botão: "StartButton" encarrega-se de armazenar o tempo quando este evento acontece, e formata os dados conforme a necessidade. Neste caso, foi usado "mm\\:ss\\.fff", representando: minuto, segundo e milissegundo.

O código para o arquivo "MainPage.xaml.cs" é o seguinte:

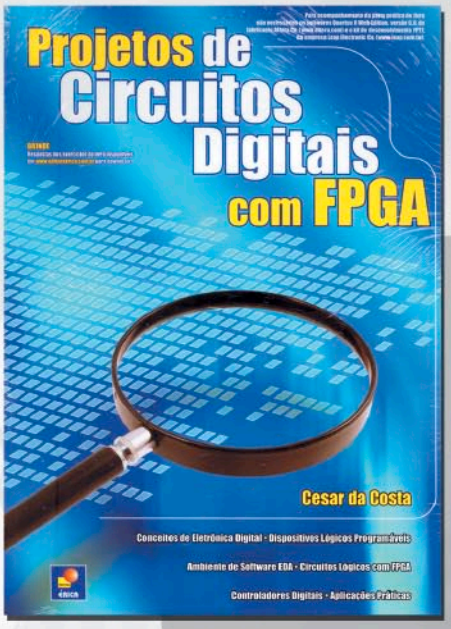
```
public sealed partial class MainPage : Page
{
    DispatcherTimer _timer = new
DispatcherTimer();
    DateTime _dateTime;
    public MainPage()
    {
        this.InitializeComponent();
        _timer.Interval = TimeSpan.
FromMilliseconds(50);
        _timer.Tick += new
EventHandler<object>(timer_tick);
    }
    public void timer_tick(object sender, object args)
    {
        TimeSpan timeSpan = DateTime.Now
- _dateTime;
        CronometroTextBlock.Text = timeSpan.
ToString("mm\\:ss\\.fff");
    }
    protected override void OnNavigatedTo(Na
vigationEventArgs e)
    {
    }
    private void StartButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
        _dateTime = DateTime.Now;
        _timer.Start();
    }
    private void StopButton_Click(object
sender, RoutedEventArgs e)
    {
        _timer.Stop();
    }
}
```

Compile o programa. Selecione o menu "DEBUG > Start Debugging" e teste o funcionamento dos botões. Seria executado um programa como o da **figura 8**.

Estes programas são exemplos que podem ser usados em casos específicos, ou conforme a necessidade. Experimente utilizar uma ferramenta do Visual Studio para simular um Tablet. Para fazer isso, encontre um botão igual ao da **figura 9** e escolha "Simulador" (**figura 10**).

Compile, agora, o programa. Selecione o menu "DEBUG > Start Debugging" e teste a execução do programa em um Tablet simulado (**figura 11**). O código-fonte para estes programas-exemplos pode ser baixado no *site* **www.sabereletronica.com.br**.

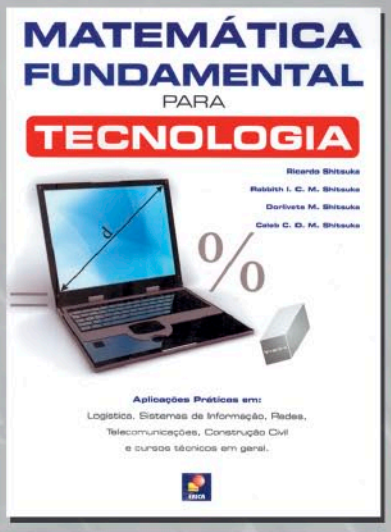
Para maiores informações, acesse as seguintes páginas: **www.microsoft.com; www.dev.widows.com; www.visualstudio.com**



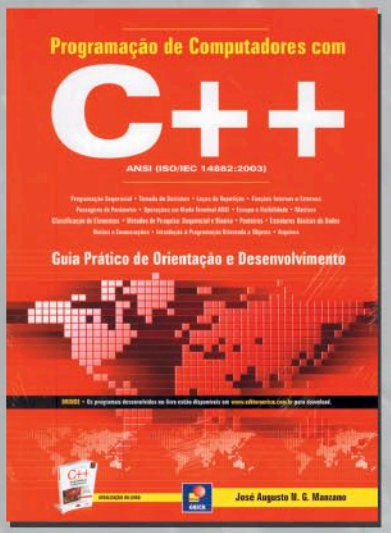
Projetos de Circuitos Digitais com FPGA

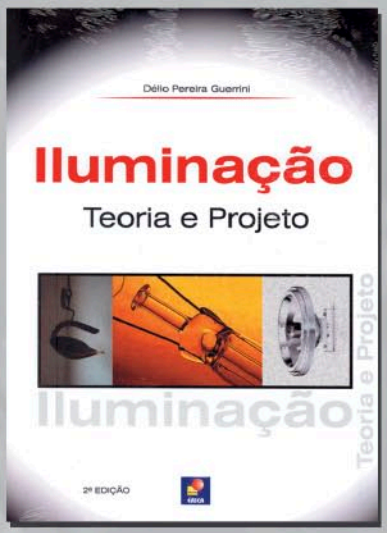
Mostra o emprego de novas ferramentas computacionais no desenvolvimento de projetos por meio de exemplos e casos práticos do dia-a-dia do projetista de circuitos digitais.
Destina-se a estudantes, professores, mestrandos e doutorandos, técnicos, autodidatas e profissionais da área.

Outros Destaques









novasaber
www.novasaber.com.br

Projete um Robô com o LabVIEW

NIRo, uma plataforma de demonstração criada por engenheiros da National Instruments, é um pequeno veículo terrestre não tripulado que utiliza componentes de prateleira comprados em uma loja comum. O sistema de controle é implementado em uma plataforma embarcada NI Single-Board RIO que contém um FPGA integrado e um processador Real-Time.

Guilherme Kenji Yamamoto
Renan Machado de Azevedo
National Instruments

Visão geral dos componentes

A plataforma NIRo necessita de vários componentes de *hardware* para efetivamente navegar em um ambiente e evitar obstáculos:

- **Controlador Embarcado:** para aquisição de dados via sensores, tomada de decisão e controle do motor;
- **Sensores Infravermelhos:** para detectar objetos dentro de uma certa distância em ambos os lados e na parte traseira da plataforma do robô;
- **Sensores Ultrassônicos:** para detectar objetos na frente do robô, porque ele cobre uma grande área;
- **Pontes H:** para direcionar a corrente da bateria para o motor e mover o eixo do motor para frente e para trás.

A **figura 1** mostra onde cada componente do hardware está instalado no NIRo. A **tabela 1** fornece uma lista detalhada dos componentes.

Visão geral do sistema

A arquitetura de software do NIRo usa tanto controle de baixo quanto o de alto nível. Tarefas de alto nível, como evitar obstáculos e interpretação dos dados dos sensores são executadas no processador Real-Time embarcado. O algoritmo para evitar obstáculos utiliza os dados dos sensores infravermelho e ultrassônicos para tomar decisões sobre como navegar pelo ambiente.

O NIRo também possui um controle dos motores de baixo nível, que é implementado no FPGA. Dependendo da saída do algoritmo para evitar obstáculos, o FPGA gera um sinal PWM (*pulse width modulation*) nas linhas de entrada e saída para controlar os motores. Os dados são transferidos entre o processador real-time e o FPGA utilizando as funções para interface FPGA existentes no LabVIEW.

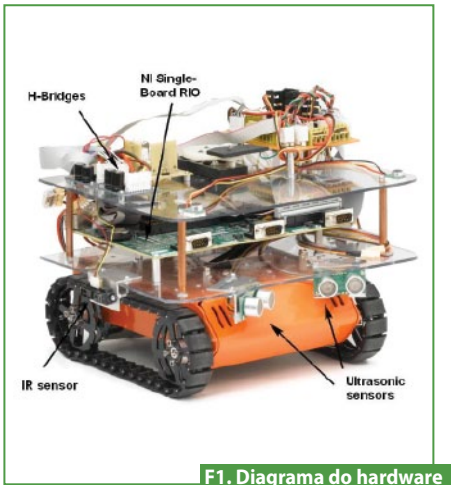
Os componentes principais da arquitetura de software do NIRo's incluem:

- Algoritmo para Evitar Obstáculo;
- Controle do Motor (PWM).

A arquitetura de software do NIRo é mostrada na **figura 2**. Os sensores infravermelhos são conectados aos canais analógicos integrados do dispositivo NI Single-Board RIO, e os sensores ultrassônicos são conectados às linhas digitais também integradas no dispositivo. Os motores são conectados às pontes H, que estão conectadas ao dispositivo NI Single-Board RIO utilizando entradas e saídas digitais.

Evitar obstáculos

Para evitar obstáculos, o NIRo monitora os valores dos sensores infravermelho e ultrassônico. Se os valores lidos nos sensores indicam que algo está próximo a ele, o NIRo vira a uma taxa proporcional à distância que o obstáculo está do robô. Em outras palavras, quanto mais próximo está o obstáculo do NIRo, mais rápido ele desvia deste.



F1. Diagrama do hardware do NIRo.

Isso é ilustrado pelo diagrama de blocos de controle na **figura 3**. Há uma distância mínima desejada entre os objetos e o NIRo. O robô deve desviar de qualquer objeto que esteja mais próximo do que a distância mínima. A diferença proporcional entre a distância mínima desejada e a distância atual medida pelos sensores é utilizada pelo robô.

O código implementado para evitar obstáculo é mostrado na **figura 4**. Perceba que, da mesma forma que na figura 3, a distância atual entre objeto e o NIRo é comparada à distância mínima desejada entre os objetos e o NIRo. Perceba também que o algoritmo dentro da estrutura na figura 4 é similar ao bloco Evitar Obstáculos na figura 3. A saída do PID.vi é então usada para enviar os comandos dos motores, o que faz com que o NIRo desvie do obstáculo mais próximo.

Controle do motor (PWM)

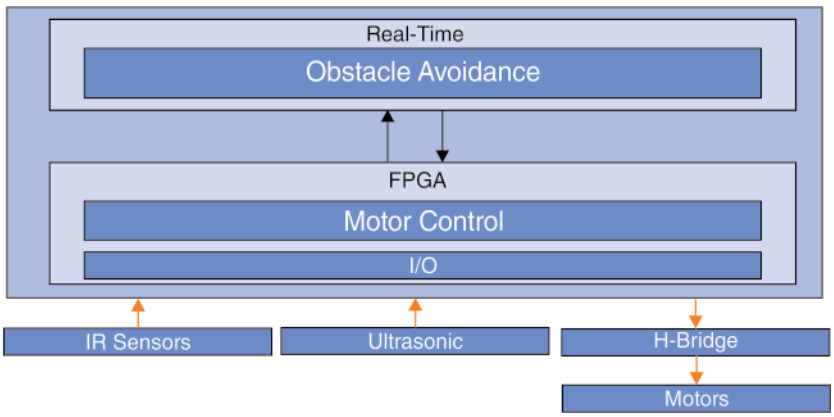
A saída do algoritmo para evitar obstáculos controla o *duty cycle* (ciclo de trabalho) do sinal PWM para cada motor. Por exemplo, se o NIRo não detecta qualquer obstáculo em seu caminho, ele envia dados para o FPGA, que informa o motor para se mover para frente. Isto é obtido ao enviar o mesmo duty cycle para os dois motores. Se o NIRo precisa virar, o duty cycle é diferente para cada um dos motores.

Os comandos do duty cycle são enviados do processador Real-Time para o FPGA, os comandos do duty cycle são transformados em comandos digitais para as pontes H. Cada ponte H utiliza quatro sinais digitais e a combinação destes sinais digitais direciona a corrente da bateria para o motor. Dependendo dos sinais digitais enviados para a ponte H, o motor vira para frente ou para trás, ou simplesmente não se move.

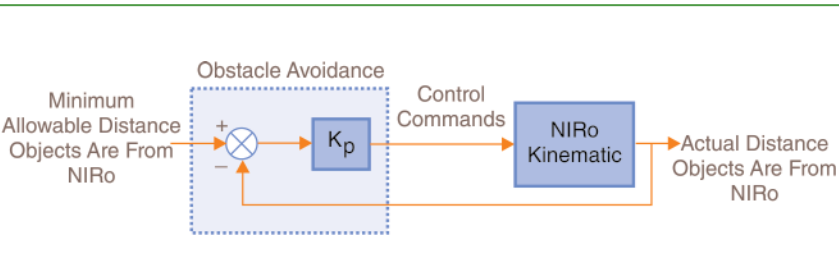
Conclusão

Embora o NIRo seja um robô terrestre de pequena escala, ele utiliza os mesmos sensores, algoritmos e técnicas comuns usados em robôs maiores e mais complexos. Com o LabVIEW Real-Time, o LabVIEW FPGA e o NI Single-Board RIO, os desenvolvedores podem facilmente integrar hardware e software, e rapidamente projetar, desenvolver e implementar algoritmos.

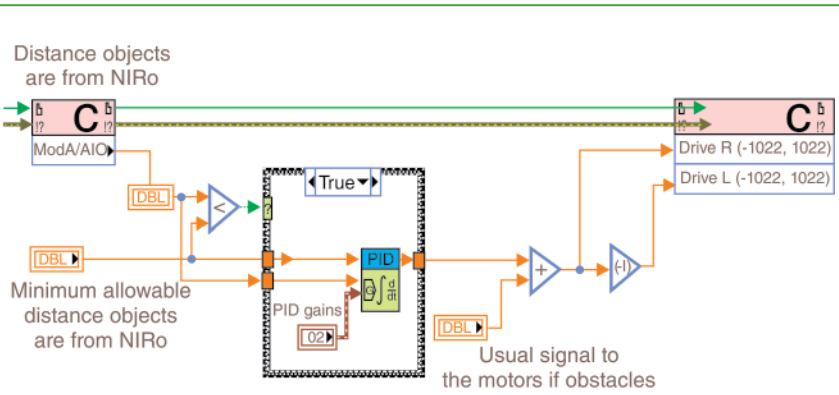
Algoritmos de decisão de alto nível e algoritmos de controle do motor de baixo nível podem ser implementados utilizando uma única plataforma. Integrando ferramentas de hardware disponíveis comercialmente e usando uma linguagem de programação gráfica de alto nível, pode-se reduzir em muito a complexidade de desenvolver um robô autônomo.



F2. A arquitetura de software do NIRo's implementada na plataforma no NI Single-Board RIO.



F3. Diagrama do bloco de controle para Evitar Obstáculo.



F4. Código do LabVIEW para Evitar Obstáculo.

Parte do Robô	Fabricante	Modelo
Controlador embarcado	National Instruments	sbRIO-9632
Plataforma	Robotics Connection	Traxster TM
Sensor IF	Sharp	GP2D12
Ultrassônico	Devantech	SRF05
Ponte H	Solutions Cubed	Simples Ponte H

T1. Lista de Componentes.

Aprenda como projetar um sistema de controle:

Resposta em frequência para sistemas de controle

Este artigo mostra como plotar a resposta em frequência de um sistema, usando o LabVIEW e o módulo LabVIEW Control Design and Simulation. O link para download do software NI LabVIEW, do módulo Control Design and Simulation e dos VIs, pode ser encontrado no final deste artigo.

Parte 4

Dawn Tilbury
Bill Messner
Guilherme K. Yamamoto
Gustavo L. Peixinho
Renan M. Azevedo
National Instruments

Resposta em frequência

O método de resposta em frequência pode ser menos intuitivo do que outros métodos que você estudou anteriormente. Entretanto, ele possui certas vantagens, especialmente em situações da vida real como, por exemplo, na modelagem de funções de transferência a partir de dados físicos.

A resposta em frequência é uma representação da resposta do sistema a entradas senoidais a frequências variantes. A saída de um sistema linear a uma entrada senoidal é uma senoide com a mesma frequência, mas com magnitude e fase diferentes. A resposta em frequência é definida como as diferenças de magnitude e fase entre as senoides de entrada e saída. Neste tutorial, veremos como podemos usar a resposta em frequência em malha aberta de um sistema para prever o seu comportamento em malha fechada.

Para mapear a resposta em frequência, criamos um vetor de frequências (variando de 0 ou DC, a infinito) e calculamos o valor da função de transferência da planta nessas frequências. Se G (s) é a função de transferência em malha aberta de um sistema e w é o vetor de frequências, então traçamos G (j.w) versus w. Uma vez que G (j.w) é um número complexo, podemos plotar tanto sua magnitude quanto sua fase (no diagrama de Bode). ou sua posição no plano complexo (diagrama de Nyquist).

Diagramas de Bode

Como observado acima, um diagrama de Bode é a representação da magnitude e fase de G (j.w) (onde o vetor de frequências w contém somente frequências positivas).

Abordagem gráfica com LabVIEW

Para ver o diagrama de Bode de uma função de transferência, você pode usar o VI CD Bode, localizado na sessão Frequency Response, da paleta Control Design. Veja a **figura 1**.

Abordagem com LabVIEW MathScript

Alternativamente, você pode usar o código de arquivo m a seguir na janela MathScript (Tools » MathScript Window):

```
num = 50;
den = [1 9 30 40];
sys = tf(num,den);
bode(sys)
```

Resultado

Com qualquer uma das abordagens, exibimos a função de transferência e os diagramas de Bode para o sistema. A **figura 2** mostra o painel frontal do VI que foi construído na figura 1. Altere os termos no numerador e denominador para observar o efeito nos diagramas de Bode do sistema.Observando os eixos dos

gráficos na figura 2, a frequência está em um escala logarítmica, a fase está dada em graus, e a magnitude está dada conforme o ganho em decibéis. Um decibel é definido como:

$$20 \cdot log10(G(j \cdot \omega))$$

Margens de ganho e de fase

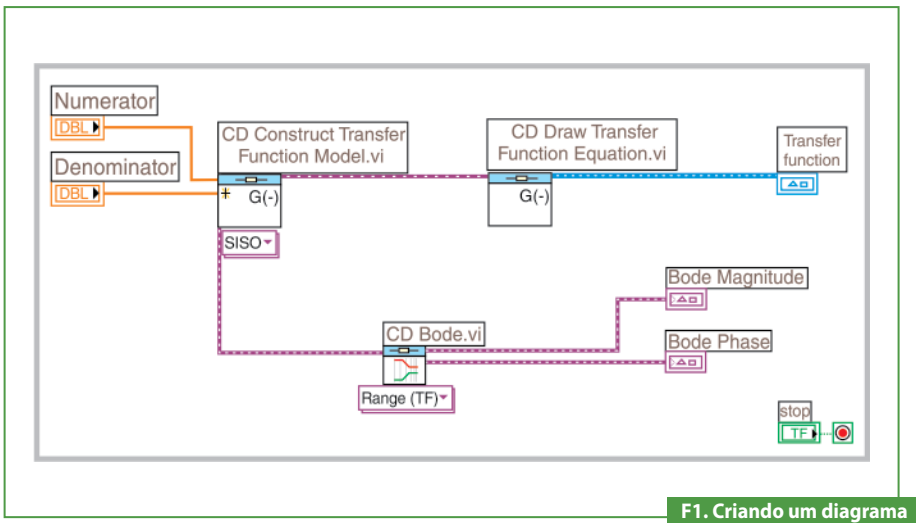
Digamos que tenhamos o sistema dado, a seguir, na **figura 3**. No sistema, k é um ganho variável (constante) e G (s) é a planta a ser considerada. A margem de ganho é definida como a variação no ganho em malha aberta necessária para tornar o sistema instável. Sistemas com margens de ganho elevadas podem resistir a mudanças maiores nos parâmetros antes de se tornarem instáveis em malha fechada. Tenha em mente que o ganho unitário em magnitude é igual a um ganho zero em dB.

A margem de fase é definida como a variação no deslocamento de fase em malha aberta necessária para tornar um sistema em malha fechada instável. A margem de fase também mede a tolerância do sistema a atrasos de tempo. Se houver um atraso de tempo maior que 180/ωpc na malha (onde ωpc é frequência onde o deslocamento de fase é 180 graus), o sistema se tornará instável em malha fechada. O atraso de tempo pode ser pensado como um bloco extra no caminho de ida do diagrama de blocos que adiciona fase ao sistema, mas não possui efeito no ganho. Ou seja, um atraso de tempo que pode ser representado como um bloco com magnitude 1 e fase ω* atraso de tempo (em radianos/segundo).

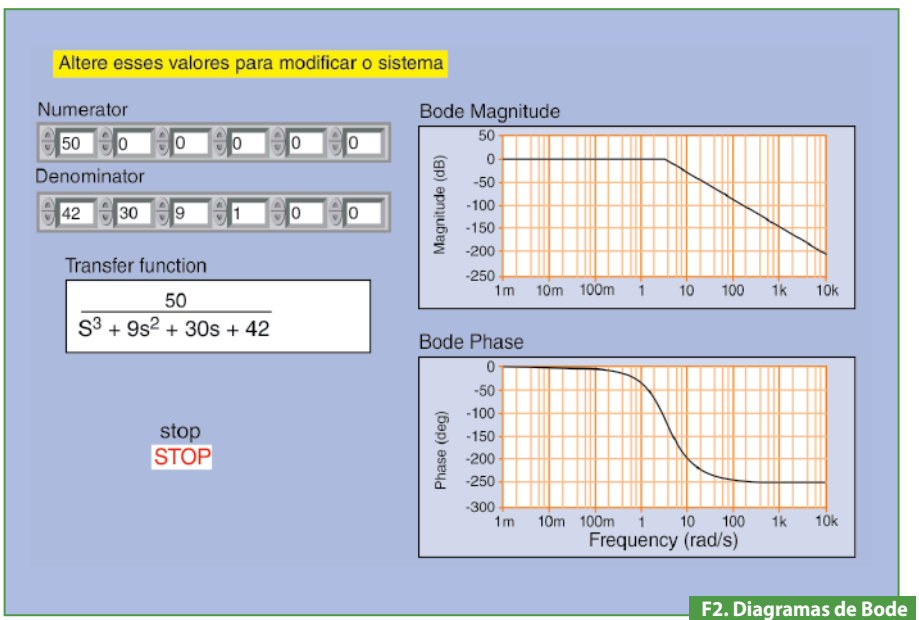
Neste momento, não nos preocuparemos em saber de onde tudo isso vem e nos concentraremos em identificar as margens de ganho e de fase em um diagrama de Bode.

A margem de fase é a diferença em fase entre a curva de fase e -180 graus, no ponto correspondente à frequência que nos dá um ganho de 0 dB (o ganho cruza a frequência, ω_{gc}). Do mesmo modo, a margem de ganho é a diferença entre a curva de magnitude e 0 dB no ponto correspondente à frequência que nos da uma fase de -180 graus (a fase cruza a frequência, ω_{pc}). Atente para a figura 4. Uma coisa boa sobre a margem de fase é que você não precisa refazer o diagrama de Bode a fim de encontrar a nova margem de fase ao alterar os ganhos. Se você relembrar, adicionar ganho somente desloca o gráfico da magnitude para cima. Isso é o equivalente a alterar o eixo y no gráfico da magnitude. Encontrar a margem de fase é simplesmente a questão de entrar a nova frequência cruzada e ler a margem de fase.

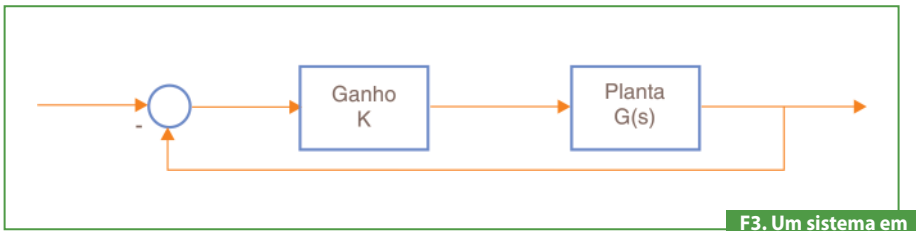
Para observar este efeito, primeiro olhe os diagramas de Bode na figura 4. Você deve ver que a margem de fase é cerca de 100 graus. Agora suponha que você adicione um ganho de 100.



F1. Criando um diagrama de Bode.



F2. Diagramas de Bode no LabVIEW.



F3. Um sistema em malha fechada.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Para fazer isso em um VI, adicione um segundo VI CD Construct Transfer Function Model ao seu diagrama de blocos da figura 1. Crie uma entrada de constante ao terminal do numerador e insira 100 na primeira célula deste array. A seguir, adicione o VI CD Series ao diagrama de blocos (da sessão Model Interconnection da paleta Control Design) e conecte ambos os modelos de função de transferência às entradas do VI CD Series. Conecte a saída Series Model do VI CD Series aos VIs CD Bode e CD Draw Transfer Function como anteriormente.

Observe a **figura 5**.

Abordagem com LabVIEW MathScript

Se você utilizou código de arquivo m para modelar o sistema, insira o comando bode(100*sys) na janela MathScript.

Resultado

Depois de adicionar um ganho de 100, você deve ver os diagramas ilustrados na **figura 6**. Como você pode notar, o diagrama de fase é exatamente o mesmo de antes, e o diagrama de magnitude está deslocado para cima em 40 dB (ganho de 100). A margem de fase agora é cerca de -60 graus. Este mesmo resultado poderia ser alcançado se o eixo y do diagrama de magnitude fosse deslocado 40 dB para baixo. Para confirmar isso, veja os diagramas de Bode na figura 4, encontre onde a curva cruza a linha de -40 dB, e leia a margem de fase. Ela deve ser cerca de -60 graus, a mesma que nos diagramas de Bode na figura 6.

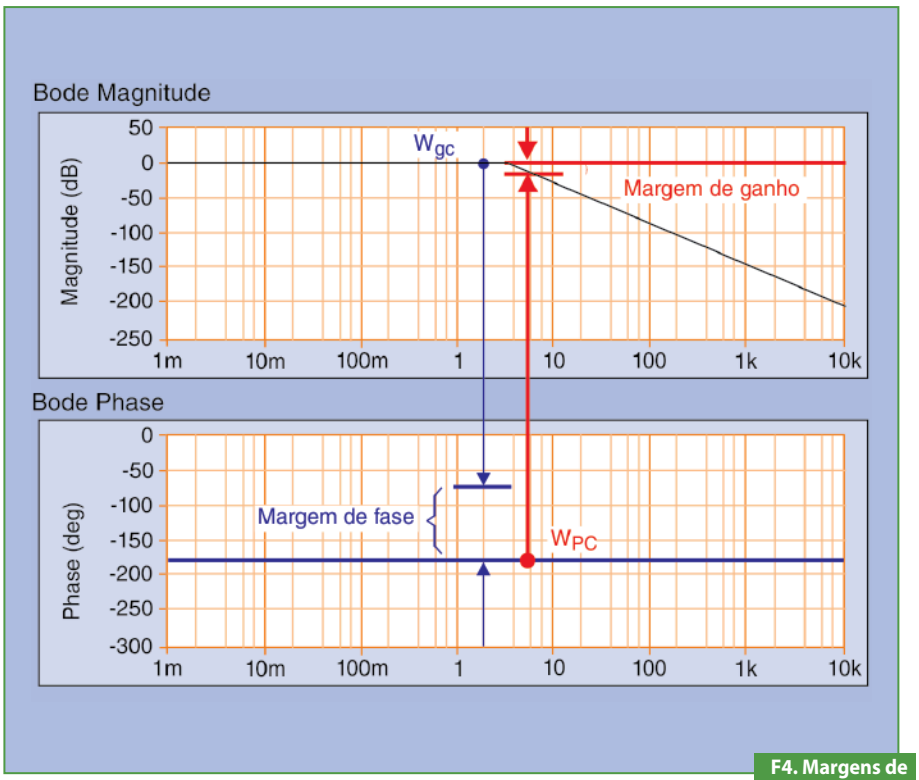
Podemos também encontrar as margens de ganho e de fase diretamente no LabVIEW.

Abordagem gráfica com LabVIEW

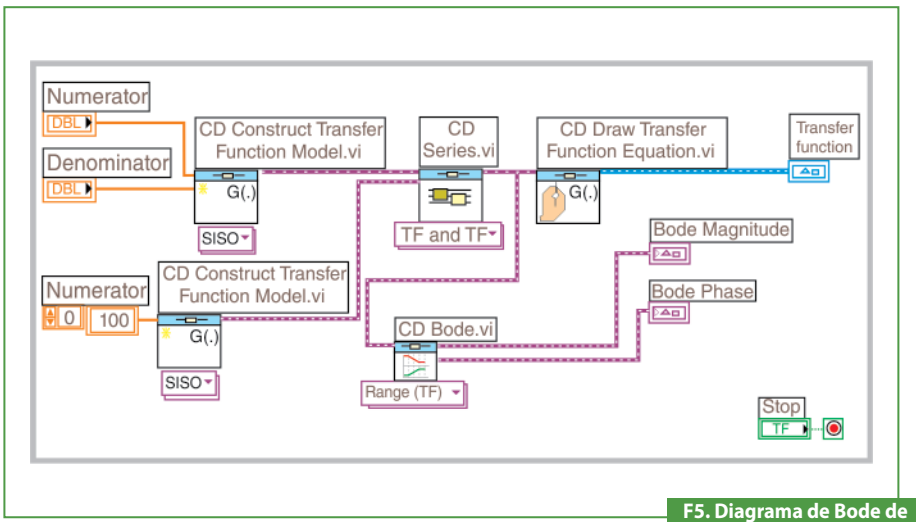
Usando o VI da figura 1, substitua o VI CD Bode com o VI CD Gain and Phase Margin, encontrado na sessão Frequency Response da paleta Control Design. Crie indicadores para os terminais Magnitude Plot, Phase Plot e Gain and Phase Margins. Acompanhe na **figura 7**.

Abordagem com LabVIEW MathScript

Alternativamente, você pode usar o comando margin na janela MathScript.



F4. Margens de ganho de fase.



F5. Diagrama de Bode de um sistema com ganho.

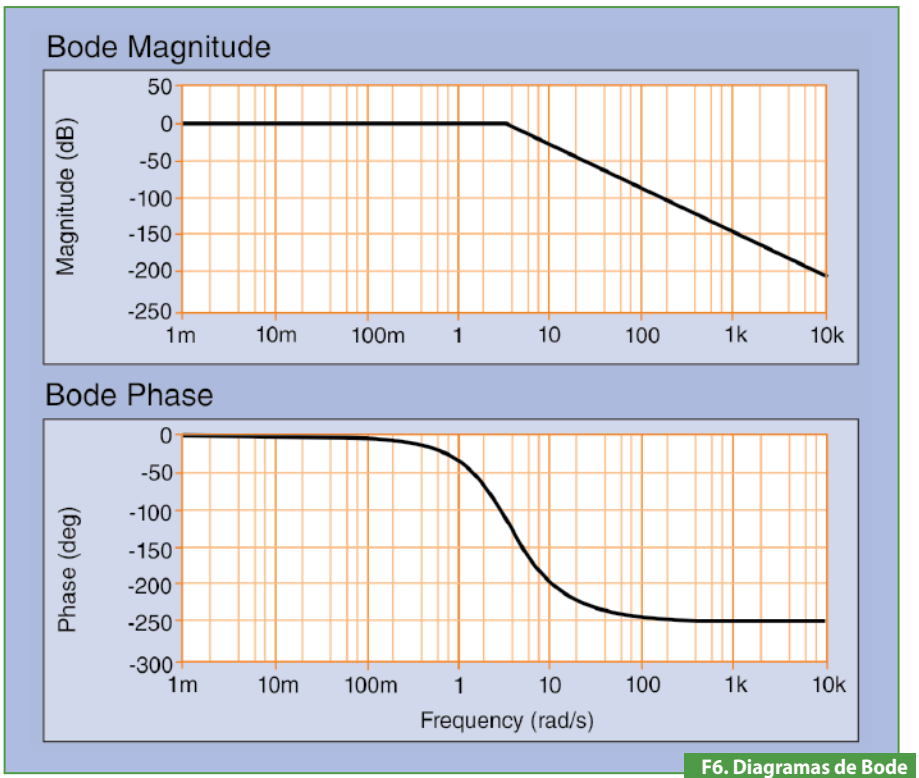
Este comando retorna as margens de ganho e fase, as frequências dos interceptos do ganho e da fase e uma representação gráfica deles no diagrama de Bode. Se você utilizou código de arquivo .m para modelar o sistema, insira o seguinte comando na janela MathScript: margin(sys)

Resultado

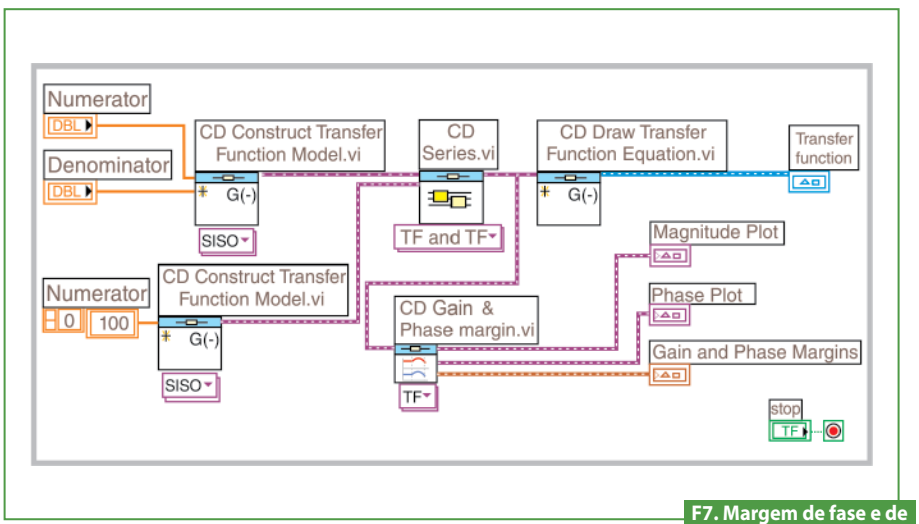
Traçar as margens de ganho e fase retorna os gráficos mostrados na **figura 8.**

Frequência de largura de banda

A frequência de largura de banda é definida como a frequência na qual a resposta em magnitude em malha fechada é igual a -3 dB. Entretanto, quando projetamos via resposta em frequência, estamos interessados em prever o comportamento em malha fechada a partir da resposta em malha aberta. Portanto, usaremos uma aproximação de sistema de segunda ordem e diremos que a frequência de



F6. Diagramas de Bode com ganho de 100.



F7. Margem de fase e de ganho no LabVIEW.

largura de banda é igual à frequência na qual a resposta em magnitude em malha aberta é entre -6 e -7,5 dB, assumindo que a resposta em fase em malha aberta está entre -135 e -225 graus.

Com o objetivo de ilustrar a importância da frequência de largura de banda, mostraremos como a saída varia com diferentes frequências de entrada. Observaremos que entradas senoidais com frequências menores que ω_{bw} (a frequência de largura de banda) são acompanhadas "razoavelmente bem" pelo sistema. Entradas senoidais com frequência maior que ω_{bw} são atenuadas (em magnitude) de um fator de 0,707 ou mais (e também são deslocadas em fase).

Digamos que temos a seguinte função de transferência em malha fechada representando um sistema:

$$\frac{1}{s^2+0{,}5\,s+1}$$

Primeiro, vamos encontrar a frequência de largura de banda observando o diagrama de Bode (para fazer isso, utilize o VI construído na figura 1, ou o código MathScript correspondente). **Figura 9.**

Uma vez que essa é a função de transferência em malha fechada, a nossa frequência de largura de banda será a frequência correspondente a um ganho de -3 dB. Observando o diagrama, veremos que ela é aproximadamente 1,4 rad/s. Podemos também ler a partir do diagrama que para uma frequência de entrada de 0,3 radianos, a senoide de saída tem uma magnitude de aproximadamente um e a fase deve ser deslocada em alguns graus (para trás da entrada). Para uma frequência de entrada de 3 rad/s, a magnitude da saída deve ser cerca de 20 dB (ou 1/10 da entrada) e a fase deve ser aproximadamente -180 (quase exatamente fora de fase).

Primeiramente, considere uma entrada senoidal com uma frequência menor que ω_{bw}.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Podemos usar um Simulation Loop (da paleta Simulation) para simular a resposta do sistema a entradas senoidais. Utilize o diagrama de blocos exibido na **figura 10** para construir este sistema.

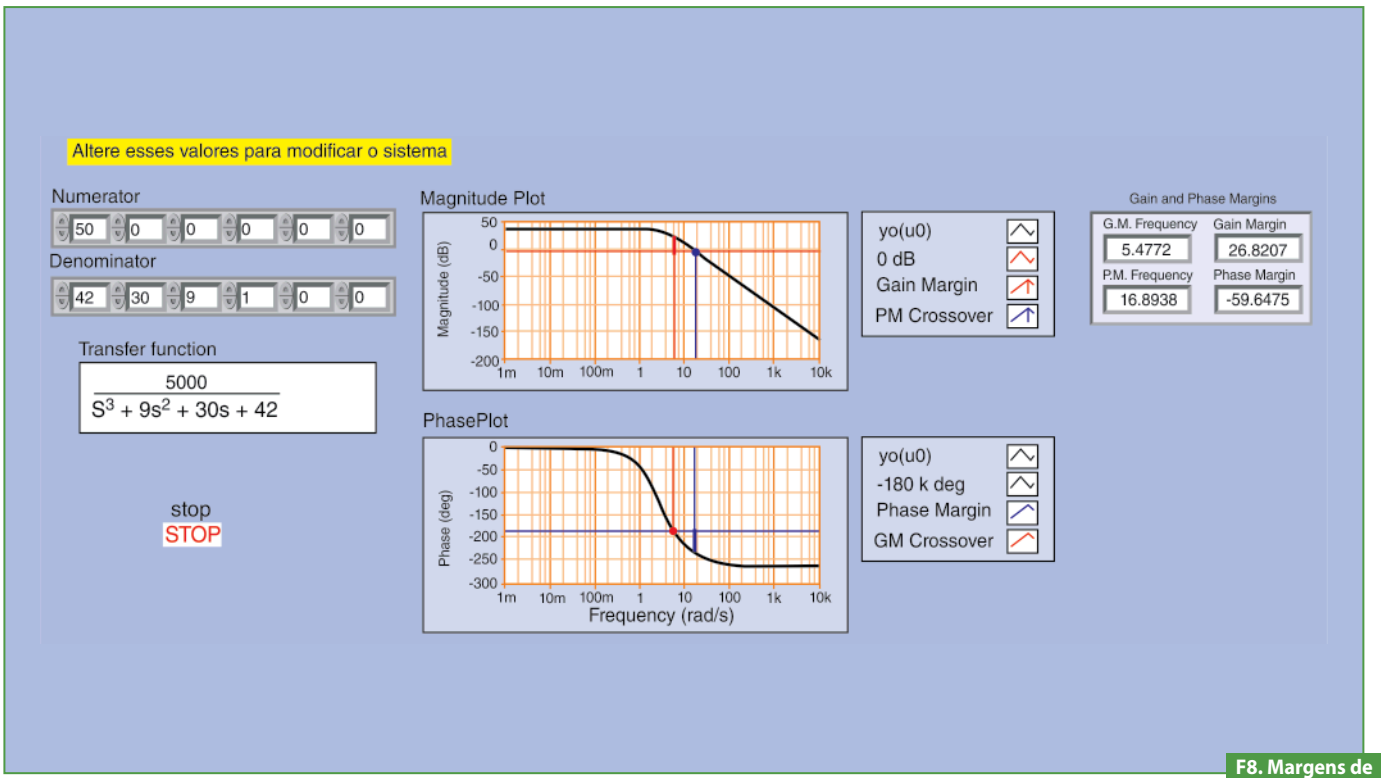
Abordagem com o LabVIEW MathScript

Alternativamente, podemos utilizar o comando lsim na janela MathScript para chegar no mesmo resultado.

```
w = 0.3;
num = 1;
den = [1 0.5 1];
sys = tf(num,den);
t = 0:0.1:100;
u = sin(w*t);
[y,t] = lsim(sys,u,t);
plot(t,y,t,u)
```

Resultado

Devemos ter em mente que queremos visualizar a resposta em regime estacionário. Portanto, ignoramos a resposta transitória quando olhamos para estes diagramas. Veja a **figura 11**. Observe que a saída (branco) segue a



F8. Margens de ganho e fase.

entrada (vermelho) muito bem; ela está talvez alguns graus atrás da entrada como esperado.

Entretanto, se colocarmos a frequência da entrada mais alta que a frequência de largura de banda para o sistema, obteremos uma resposta muito distorcida (com relação à entrada). Observe os efeitos da variação da frequência de 0,3 a 3.

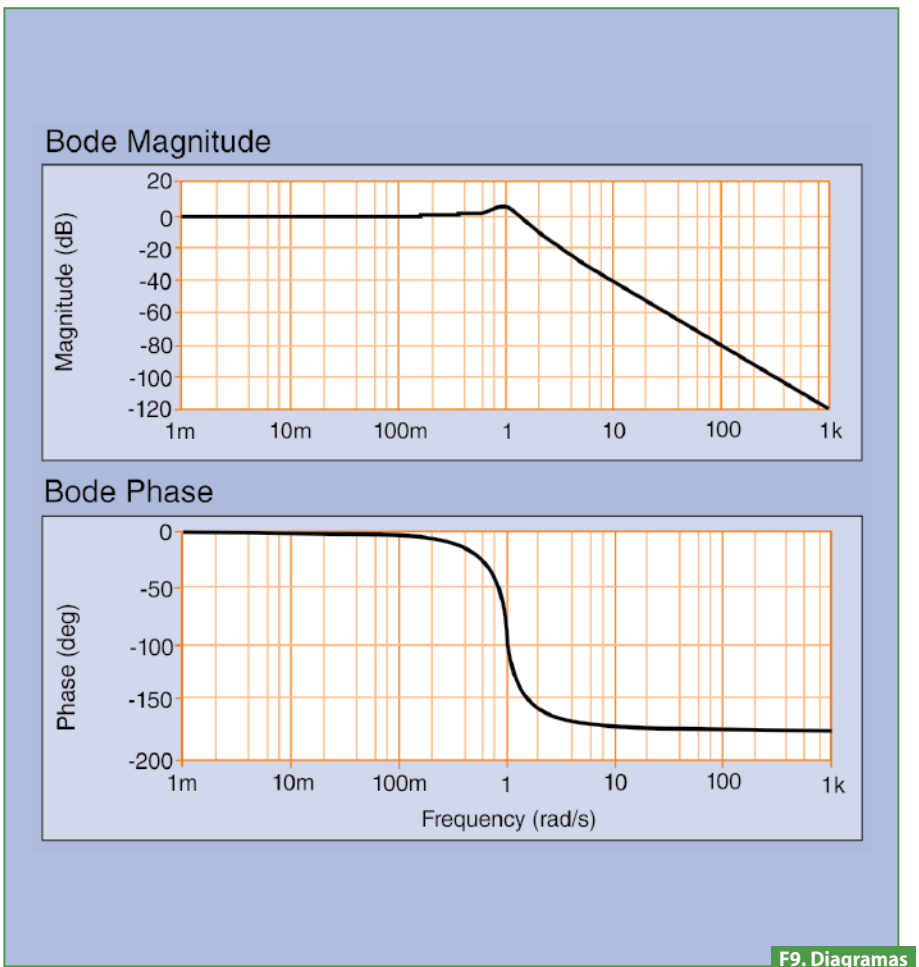
Abordagem gráfica com LabVIEW

Aumente a frequência do sinal de entrada para 3, usando o controle do painel frontal do seu VI.

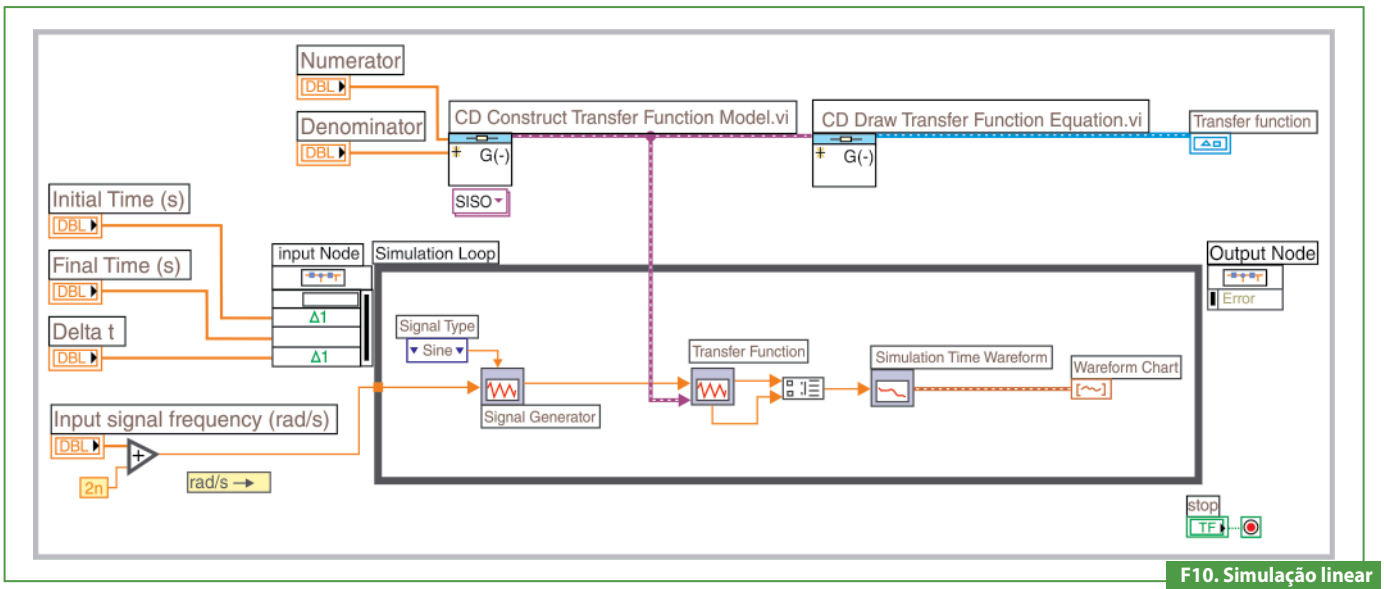
Abordagem com o LabVIEW MathScript

Insira o código a seguir na janela MathScript:

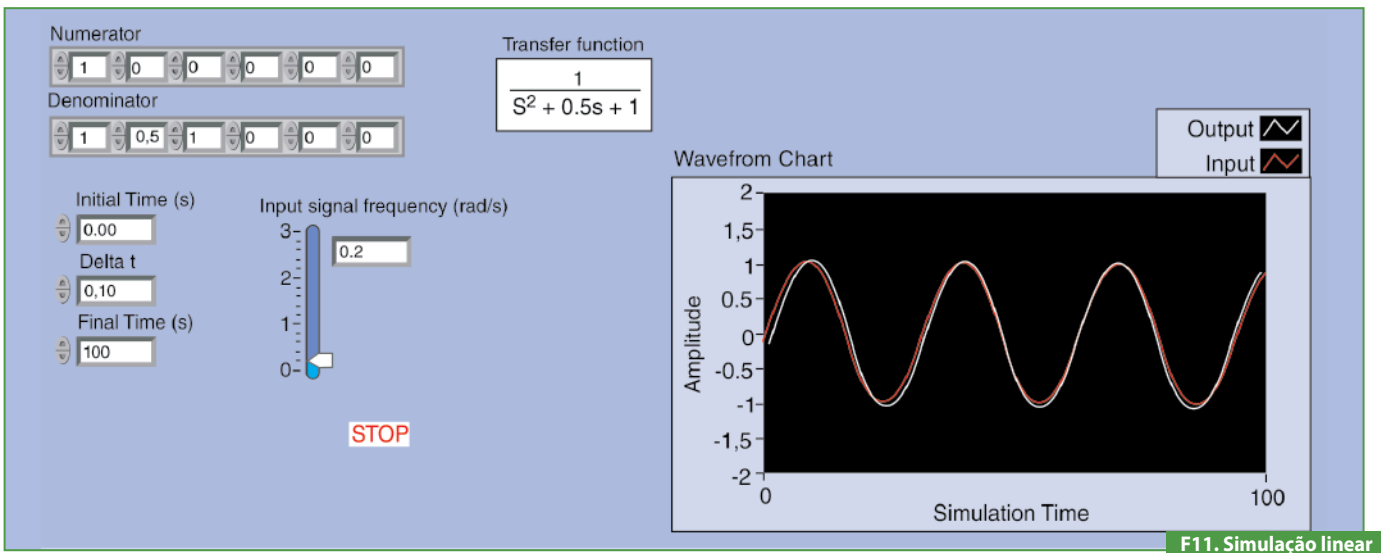
```
w = 3;
num = 1;
den = [1 0.5 1];
sys = tf(num,den);
t = 0:0.1:100;
u = sin(w*t);
[y,t] = lsim(sys,u,t);
plot(t,y,t,u)
axis([90, 100, -1, 1])
```



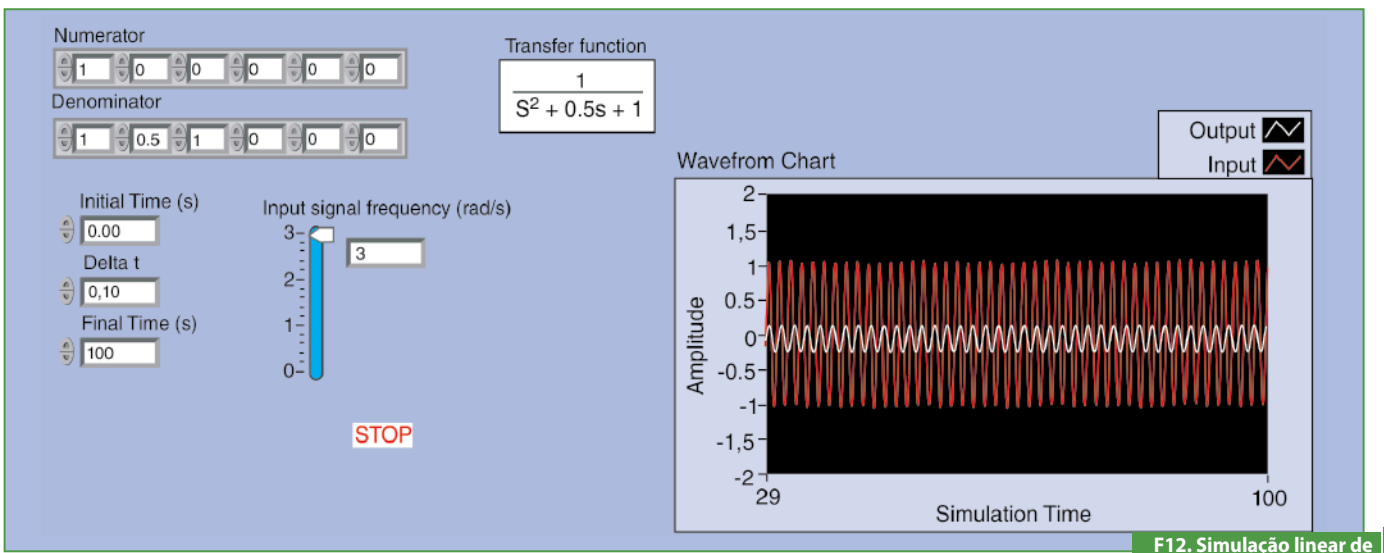
F9. Diagramas de Bode.



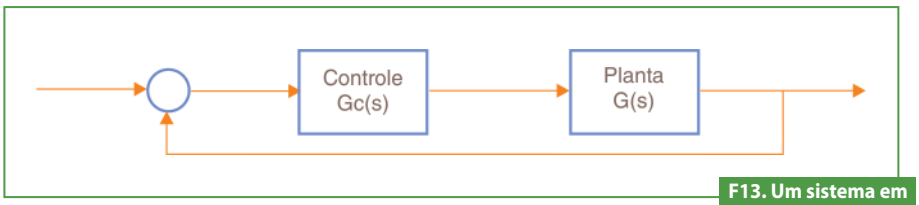
F10. Simulação linear no LabVIEW.



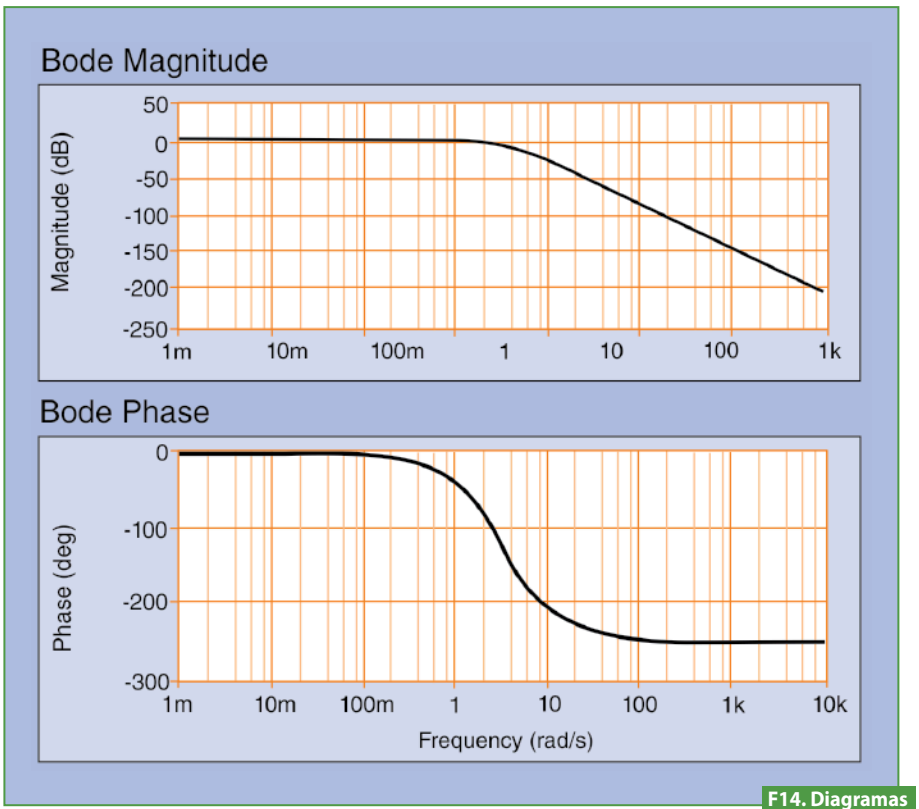
F11. Simulação linear de um sistema.



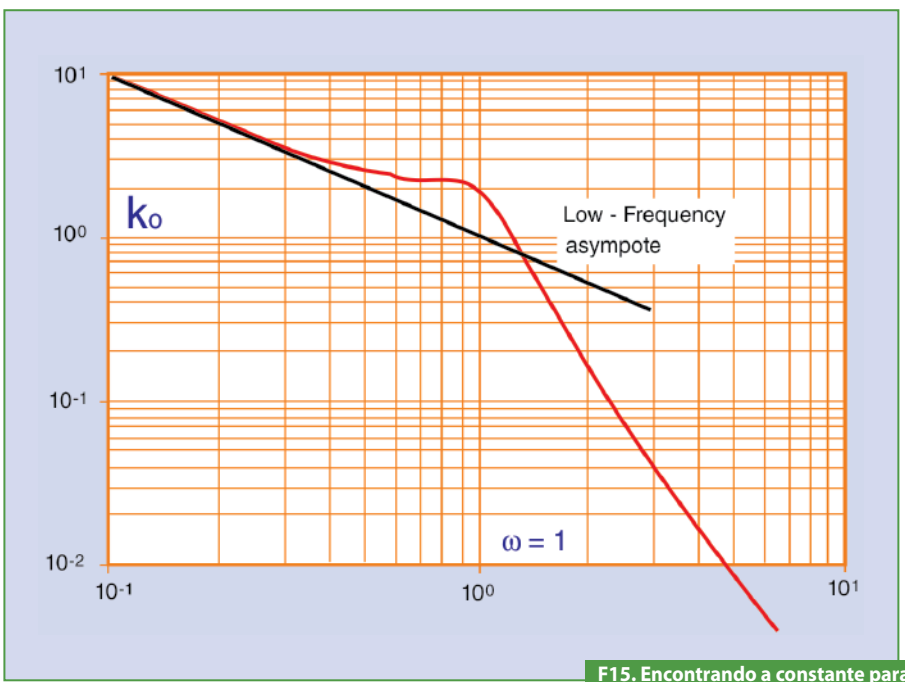
F12. Simulação linear de um sistema, ω=3.



F13. Um sistema em malha fechada.



F14. Diagramas de Bode.



F15. Encontrando a constante para erro de regime estacionário.

Resultado

Novamente, observe que a magnitude é cerca de 1/10 da magnitude da entrada, como previsto, e que está quase exatamente fora de fase (180 graus atrás) com a entrada. Sinta-se à vontade para experimentar e visualizar a resposta para várias frequências diferentes e veja se elas condizem com o diagrama de Bode. Atente para a **figura 12**.

Desempenho em malha fechada

Com o intuito de prever o desempenho em malha fechada a partir da resposta em frequência em malha aberta, precisamos ter vários conceitos esclarecidos:

- O sistema deverá ser estável em malha aberta, se formos projetar via diagramas de Bode;
- Se o intercepto do ganho com a frequência for menor do que o intercepto entre a fase e a frequência ($\omega_{gc} < \omega_{pc}$), então o sistema em malha aberta será estável;
- Para sistemas de segunda ordem, a taxa de amortecimento em malha fechada é aproximadamente igual à margem de fase dividida por 100 se a margem de fase estiver entre 0 e 60 graus. Poderemos usar este conceito com atenção, se a margem de fase for maior que 60 graus;
- Uma estimativa muito grosseira que você pode usar é que a largura de banda é aproximadamente igual à frequência natural.

Vamos usar esses conceitos para projetar um controlador para o sistema mostrado na **figura 13**.

Neste sistema, Gc (s) é o controlador, e G (s) é:

$$\frac{10}{1{,}25\,s+1}$$

O projeto deve atender às seguintes especificações:

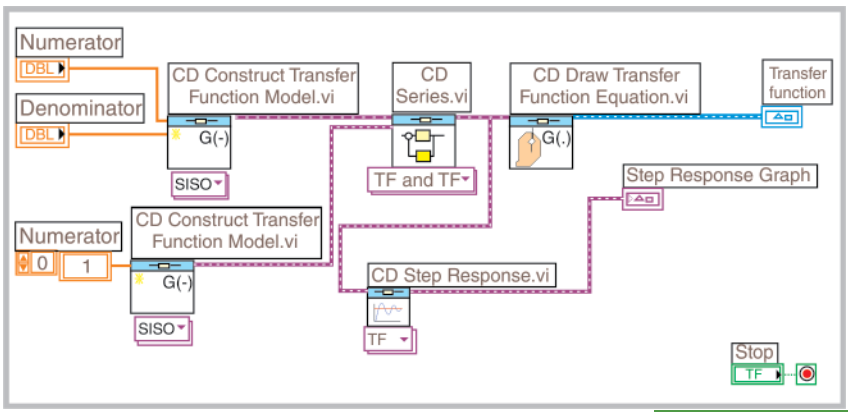
- Erro de regime estacionário: nulo;
- O overshoot máximo deve ser menor que 40%;
- O tempo de estabelecimento deve ser menor que 2 segundos.

Há dois modos de resolver este problema: um é gráfico e o outro é numérico. No LabVIEW, a abordagem gráfica é melhor,

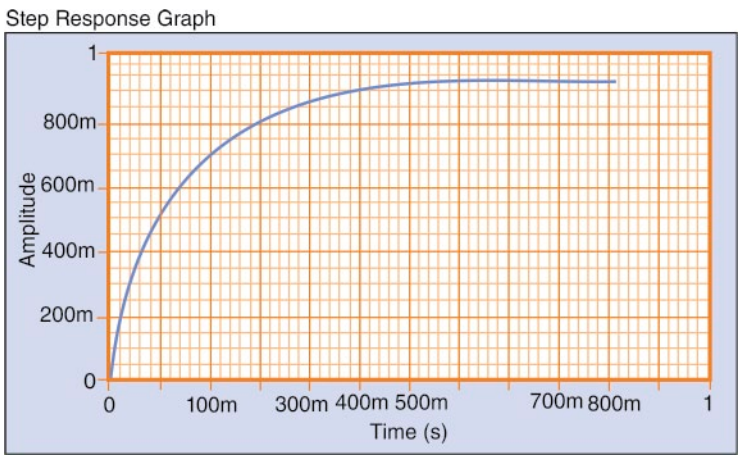
então esta será a abordagem que usaremos. Primeiro, vamos olhar o diagrama de Bode. Use o VI da figura 1 (ou a janela MathScript) para desenhar os diagramas de Bode para a função de transferência acima. Acompanhe na **figura 14**.

Há várias características do sistema que podem ser lidas diretamente no diagrama de Bode. Primeiro de tudo, podemos ver que a frequência de largura de banda é cerca de 10 rad/s. Uma vez que a frequência de largura de banda é grosseiramente a mesma que a frequência natural (para um sistema de primeira ordem deste tipo), o tempo de subida é 1,8/BW =1,8/10 = 1,8 segundos. Isso é uma estimativa grosseira, então diremos que o tempo de subida é cerca de 2 segundos.

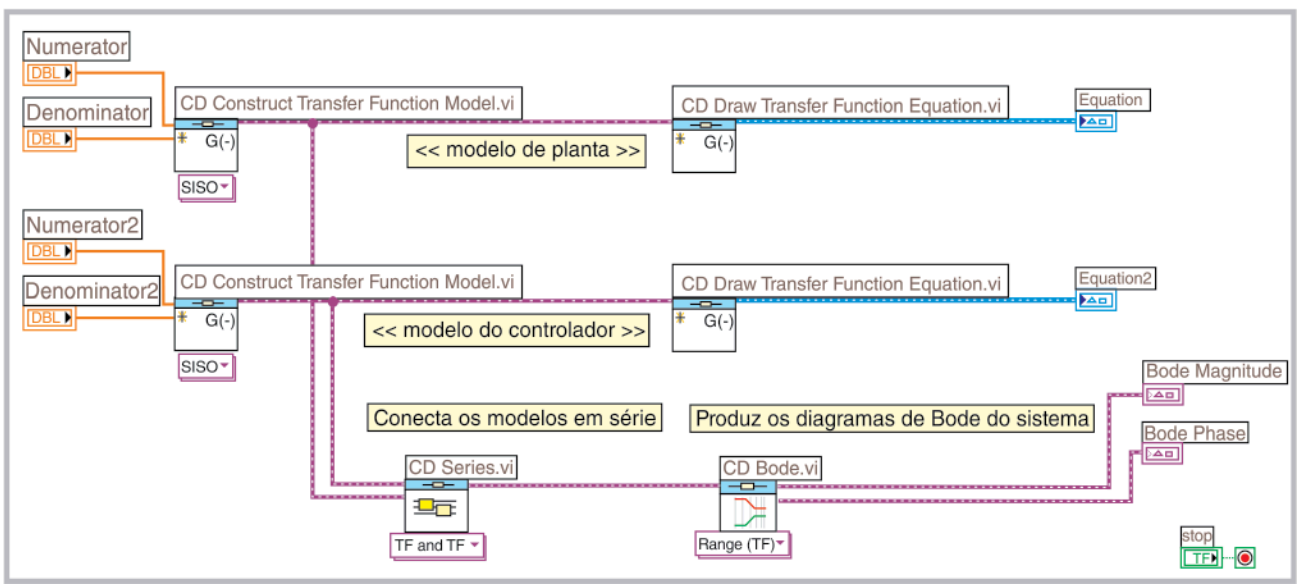
A margem de fase para esse sistema á aproximadamente 95 graus. A relação taxa de amortecimento = (margem de fase)/100 somente é válida para margens fase de abaixo de 60 graus. Uma vez que o sistema é de primeira ordem, não deve haver overshoot.O último ponto principal de interesse é o erro de regime estacionário. Este erro também pode ser lido diretamente no diagrama de Bode. A constante (K_P, K_V ou K_A) é encontrada a partir da intersecção da assíntota da frequência baixa com a linha w=1. Apenas prolongue a linha da baixa frequência até a linha ω=1. A magnitude neste ponto é a constante.



F16. Resposta ao degrau usando realimentação.

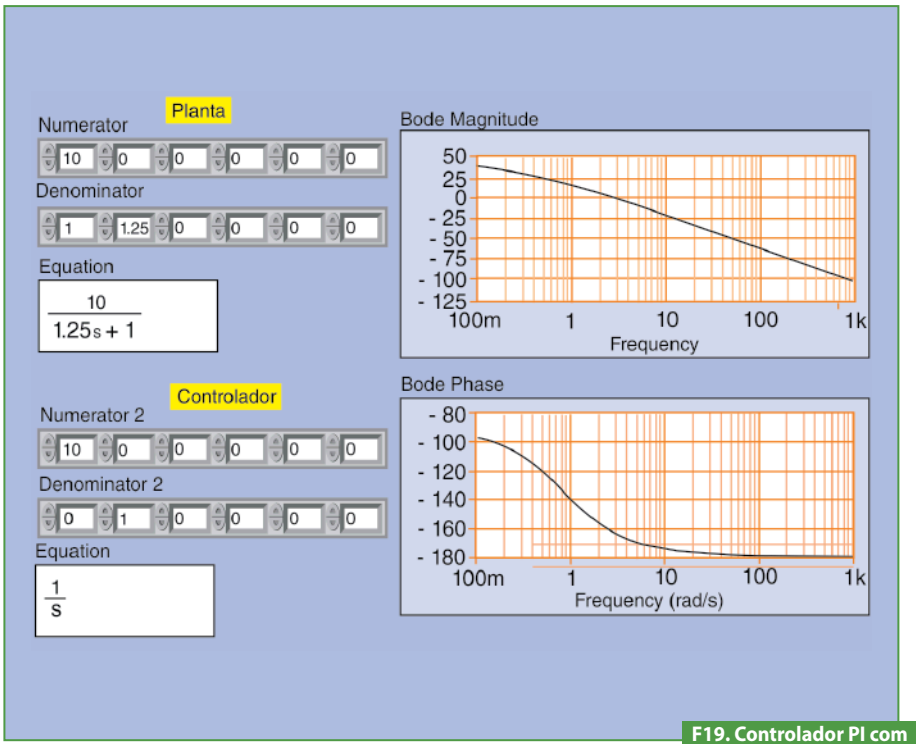


F17. Resposta ao degrau, sem controlador.

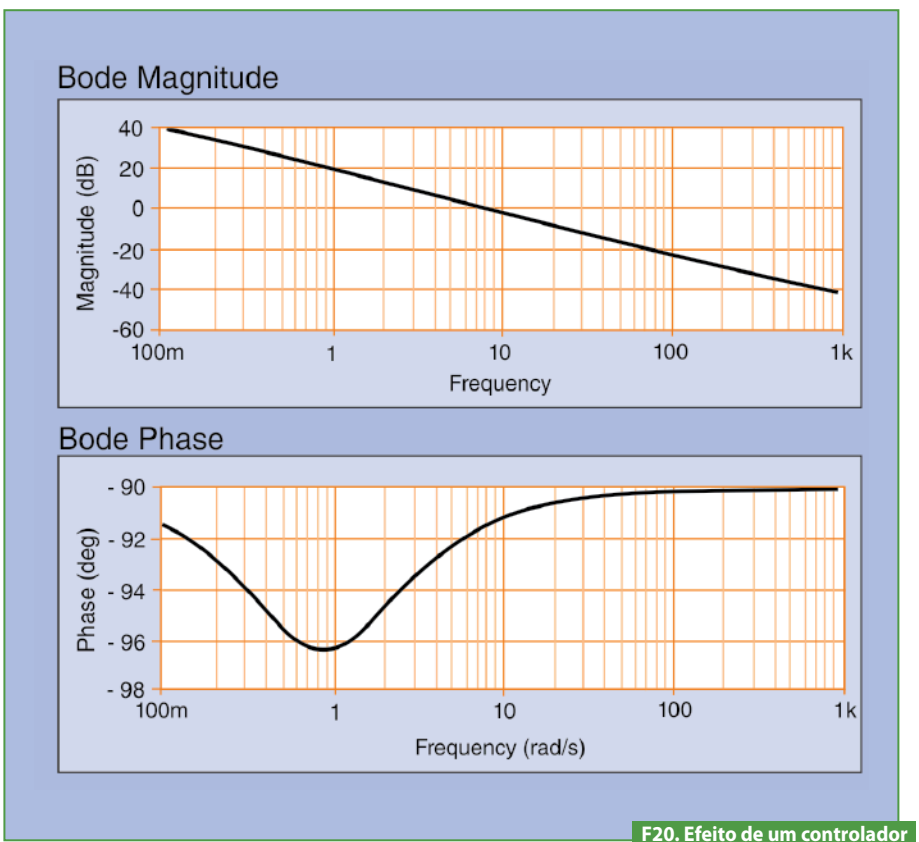


F18. Sistema com controlador PI.

Uma vez que o diagrama de Bode desse sistema é uma linha horizontal a baixas frequências (inclinação = 0), sabemos que este sistema é do tipo zero. Portanto, a intersecção é fácil de ser encontrada. O ganho é de 20 dB (magnitude 10). O que isso significa é que a constante para a função de erro é 10.



F19. Controlador PI com diagramas de Bode.



F20. Efeito de um controlador PI com um zero em 1.

O erro de regime estacionário para este sistema é:

$$1/(1+K_p)=1/(1+10)=0{,}091$$

Se o nosso sistema fosse do tipo um em vez do tipo zero, a constante para o erro de regime estacionário deve ser encontrada em uma maneira similar à seguinte (**figura 15**).

Vamos conferir as nossas previsões olhando um gráfico de resposta ao degrau.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Isso pode ser feito no LabVIEW usando o VI CD Step Response (da sessão Time Response da paleta Control Design), junto com o VI CD Feedback. Observe a **figura 16.**

Abordagem com LabVIEW MathScript

Alternativamente, você pode adicionar duas linhas de código na janela MathScript:

```
sys_cl = feedback(sys,1);
step(sys_cl)
```

Resultado

O gráfico resultante é mostrado na **figura 17,** a seguir.

Como você pode ver, as nossas previsões foram muito boas. O sistema possui um tempo de subida de cerca de 2 segundos, não possui overshoot e tem um erro de regime estacionário de cerca de 9%. Agora precisamos selecionar um controlador que nos permitirá atender aos critérios do projeto. Escolheremos um controlador PI porque ele produzirá erro de regime estacionário nulo para uma entrada de degrau. Ainda mais, o controlador PI possui um zero que podemos posicionar. Isso nos dá flexibilidade adicional de projeto para atender aos nossos critérios. Lembre-se de que um controlador PI é dado por Gc(s) = [K(s+a)] / s.

A primeira coisa que precisamos encontrar é a taxa de amortecimento correspondente a um percentual de overshoot de 40%. Colocando este valor na equação que relaciona o overshoot e a taxa de amortecimento (ou consultando um gráfi-

co dessa relação), descobrimos que a taxa de amortecimento para esse overshoot é aproximadamente 0,28. Portanto, a nossa margem de fase deve ser no mínimo 30 graus. A partir da equação que relaciona Ts . ω_{bw} à taxa de amortecimento, encontramos que Ts. ω_{bw} 21. Devemos ter uma frequência de largura de banda maior ou igual a 12 se quisermos que o nosso tempo de estabelecimento seja menos que 1,75 segundos, o que atende às especificações de projeto.

Agora que sabemos a nossa margem de fase e frequência de largura de banda desejada, podemos começar o nosso projeto. Lembre-se de que estamos olhando para os diagramas de Bode em malha aberta. Portanto, nossa frequência de largura de banda será a frequência correspondente a um ganho de aproximadamente -7 dB. Vejamos como a porção do integrador do controlador PI afeta a nossa resposta.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Para fazer isso, crie modelos de sistemas para a planta e para controlador PI. Conecte esses modelos em série com o VI CD Series, e construa os diagramas de Bode para o modelo resultante usando o VI CD Bode. **Figura 18**.

Abordagem com LabVIEW MathScript

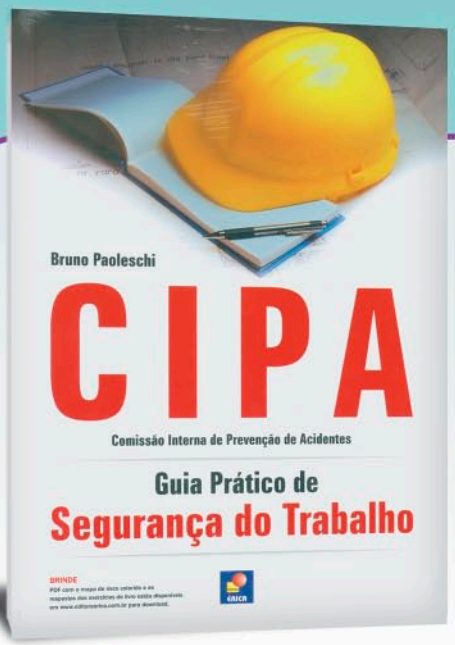
Alternativamente, você pode usar código textual na janela MathScript para modelar o sistema. Altere o seu código para adicionar um termo integral, mas nenhum termo proporcional.

```
num = 10;
den = [1.25 1];
plant = tf(num,den);
numPI = 1;
denPI = [1 0];
contr = tf(numPI,denPI);
bode(contr * plant, logspace(0,2))
```

Resultado

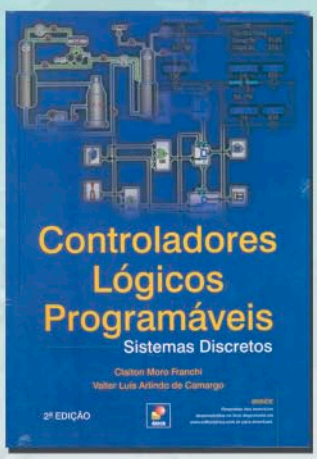
O painel frontal que resulta do VI na figura 18 está mostrado a seguir, na **figura 19**.

Dos gráficos aqui ou do MathScript, vemos que a nossa margem de fase e frequência de largura de banda são muito baixas.



CIPA

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



Controladores Lógicos Programáveis

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



Curso de Eletrônica Digital

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

novasaber
www.novasaber.com.br

Adicionaremos ganho e fase com um zero. Vamos colocar o zero em 1 no momento, e ver o que acontece.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Altere o os controles do painel frontal do seu VI de forma que os termos de Numerator 2 sejam 1,1.

Abordagem com o LabVIEW MathScript

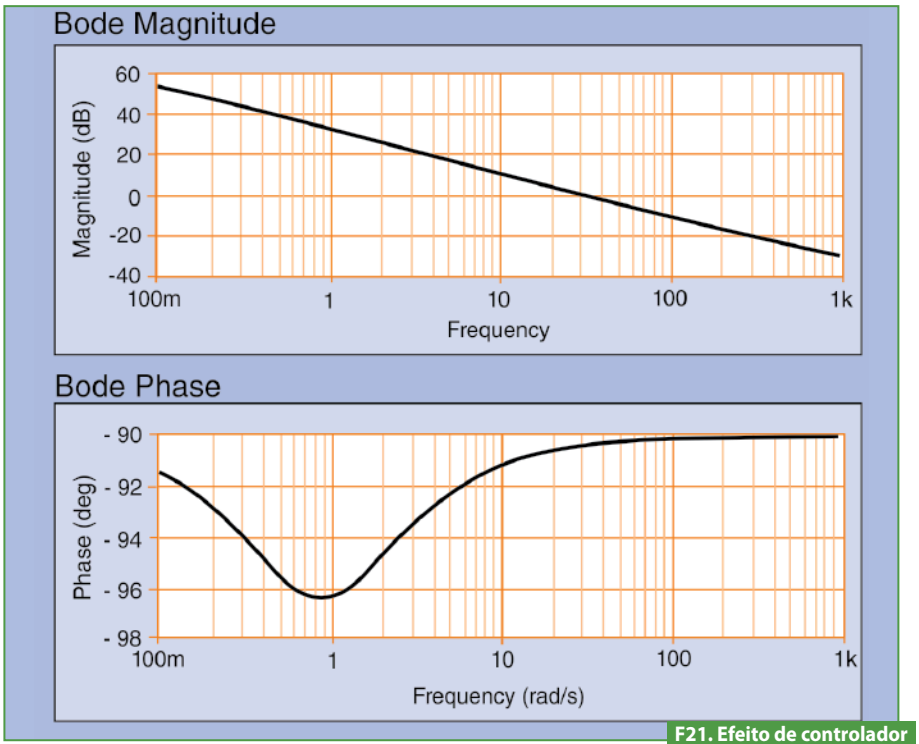
Modifique o seu código para ficar semelhante ao seguinte:

```
num = 10;
den = [1.25 1];
plant = tf(num,den);
numPI = [1 1];
denPI = [1 0];
contr = tf(numPI,denPI);
bode(contr * plant, logspace(0,2))
```

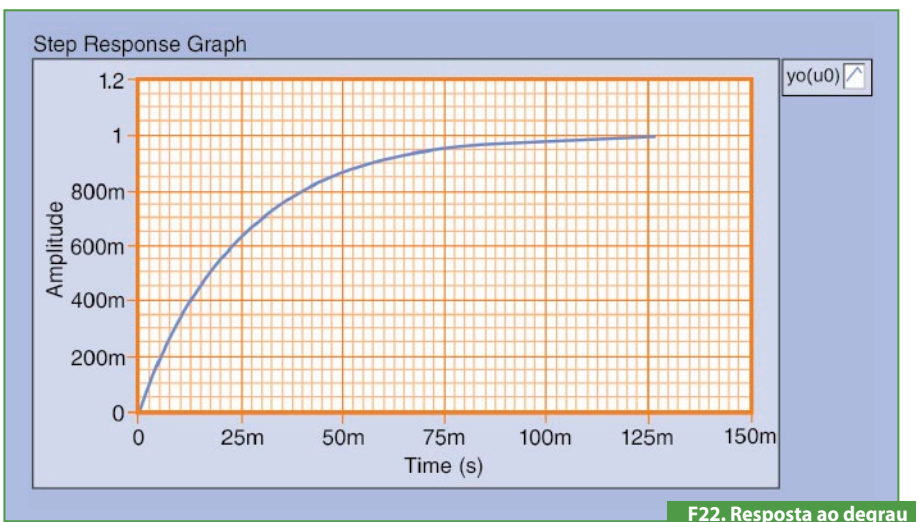
Resultado

Acompanhe na **figura 20.** Acontece que o zero em 1 com um ganho unitário nos dá uma resposta satisfatória. A nossa margem de fase é maior que 60 graus (até menos overshoot que o esperado) e a nossa frequência de largura de banda é aproximadamente 11 rad/s, o que nos dá uma resposta satisfatória. Embora satisfatória, a resposta não está tão boa quanto gostaríamos.

Portanto, vamos tentar conseguir uma frequência de largura de banda maior sem alterar muito a margem de fase. Vamos tentar aumentar o ganho para 5 e ver o que acontece. Isso fará com que o ganho se desloque e a fase continuará a mesma.



F21. Efeito de controlador PI com ganho = 5.



F22. Resposta ao degrau do controlador PI.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Altere os controles do seu VI de forma que os termos de Numerator 2 sejam 5, 5.

Abordagem com LabVIEW MathScript

Se você estiver usando a janela MathScript, altere o numerador do controlador usando o comando numPI = 5*[1 1], no lugar do comando que foi usado anteriormente.

Resultado

Isso parece realmente bom. Vamos ver a nossa resposta ao degrau e verificar os nossos resultados. Observe a **figura 21**.

Abordagem gráfica com o LabVIEW

Como fizemos na figura 16, criamos um sistema com um numerador de 1 e adicionamos o VI CD Feedback e o VI CD Step Response ao nosso diagrama de blocos.

Abordagem com o LabVIEW MathScript

Alternativamente, podemos adicionar as duas linhas a seguir à janela MathScript:

```
sys_cl = feedback(contr * plant,1);
step(sys_cl)
```

Resultado

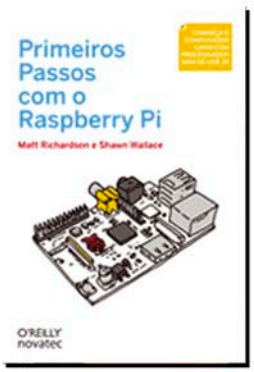
Como você pode ver, a nossa resposta é melhor do que esperávamos (**figura 22**). Entretanto, nem sempre temos essa sorte e normalmente precisamos alterar o ganho e a posição dos polos e/ou zeros a fim de alcançar os requisitos do nosso projeto.

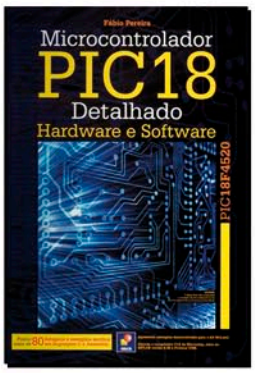
novasaber
www.novasaber.com.br

Sua loja de livros técnicos na internet

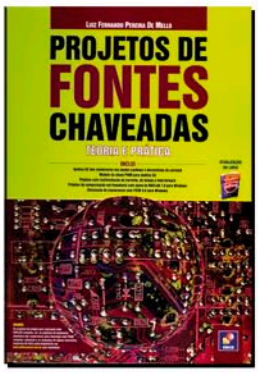
Promoções especiais e brindes



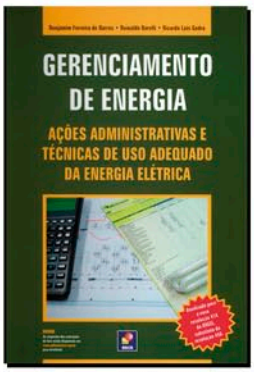


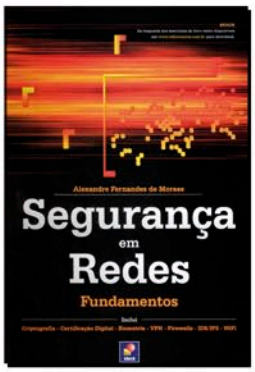


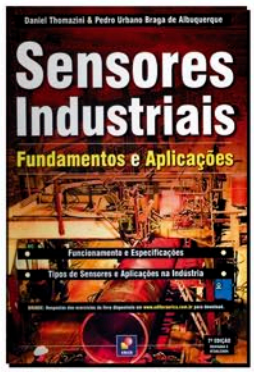


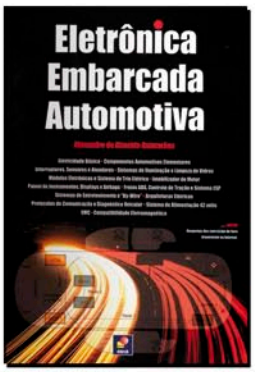


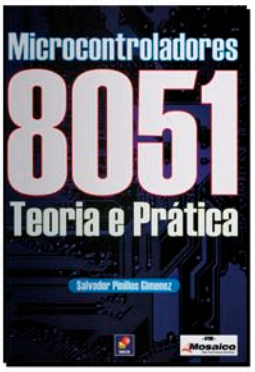


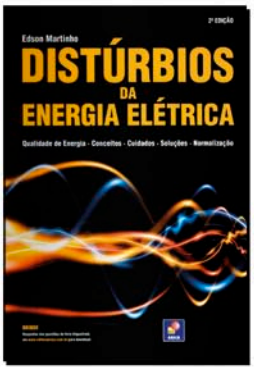


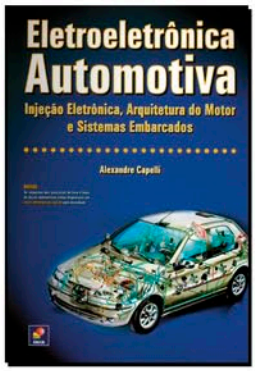






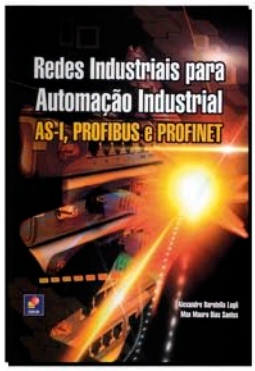






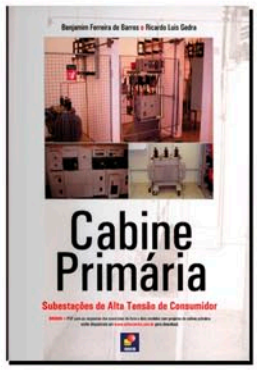














Controladores Step-Down Duplos
com entrada de referência externa alcançam uma precisão de regulação de 0,3%

Sistemas de baixa tensão/alta corrente requerem uma regulação diferencial de precisão. Eles não são incomuns tendo tensão de alimentação de 0,9 V ou menos, demandando correntes de 25 A ou mais, e sofrendo o impacto de transientes rápidos que provocam curtos elétricos intermitentes na fonte de alimentação. Tais sistemas exigem uma precisão na regulação da fonte menor que 1% da tensão DC regulada, ou menor que 3% em razão dos transientes na entrada.

Shuo Chen e Terry Groom
Tradução/Adaptação: Eutíquio Lopez

Processadores "core" e outros CIs digitais como ASICs e FPGAs exigem, cada vez mais, o escalonamento da tensão dinâmica para liberar potência com base na demanda do processador. O objetivo é que o sistema possa reter a alimentação aplicada com um mínimo de tensão necessária para uma operação adequada, baseada na demanda do processamento para conservar a energia. Um exemplo disso é o AVSO – "LSI's adaptive voltage scaling & optimization".

O CI LTC3838-2 foi projetado para possuir requisitos de precisão extremos através do sensoriamento da saída diferencial de precisão, oferecendo escalonamento da tensão dinâmica de saída com o uso da entrada de tensão de referência externa diferencial.

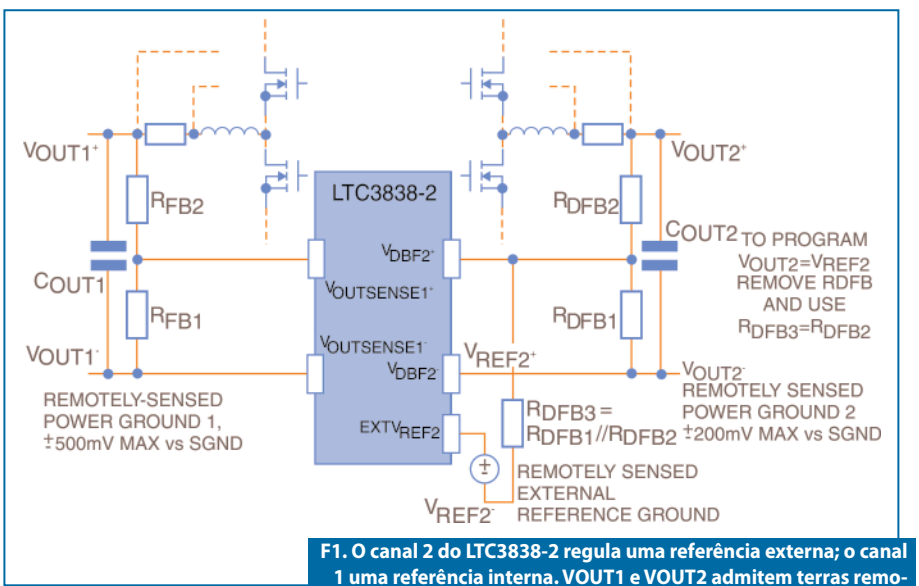
Veja as principais características de precisão de regulação dos LTC3838-1 e -2 na **tabela 1.**

A precisão da V_{OUT} diferencial dupla é o que importa!

Para alcançar uma precisão de regulação superior, muitas vezes os projetistas de fontes de alimentação evitam usar o amplificador com erro interno do controlador e, ao invés disso, usam uma referência discreta de precisão e amplificadores operacionais externos para controlar o estágio de potência. O problema é que o *soft-start* e muitas características comuns de controle de falhas, como a proteção contra sobretensão, podem ser sacrificadas em função da técnica utilizada.

O LTC3838-2 contorna essa dificuldade, uma vez que permite o emprego de uma referência externa de precisão enquanto preserva valiosas características de proteção contra falhas. Com uma referência de tensão de precisão (tal como a LTC6652, da Linear Technologies), ou um DAC programável, a saída do canal 2 do regulador pode ser regulada firmemente desde 0,4 V até 5,5 V em aplicações com correntes até 25 A por canal.

Para um nível de tensão muito baixo como, por exemplo, 0,6 V, o LTC3838-2 é capaz de alcançar uma precisão combinada total de ± 4 mV (ou 0,67%) em todas as condições de funcionamento, incluindo: linha, carga, temperatura externa, e desvio de terra remoto de até ± 200 mV.

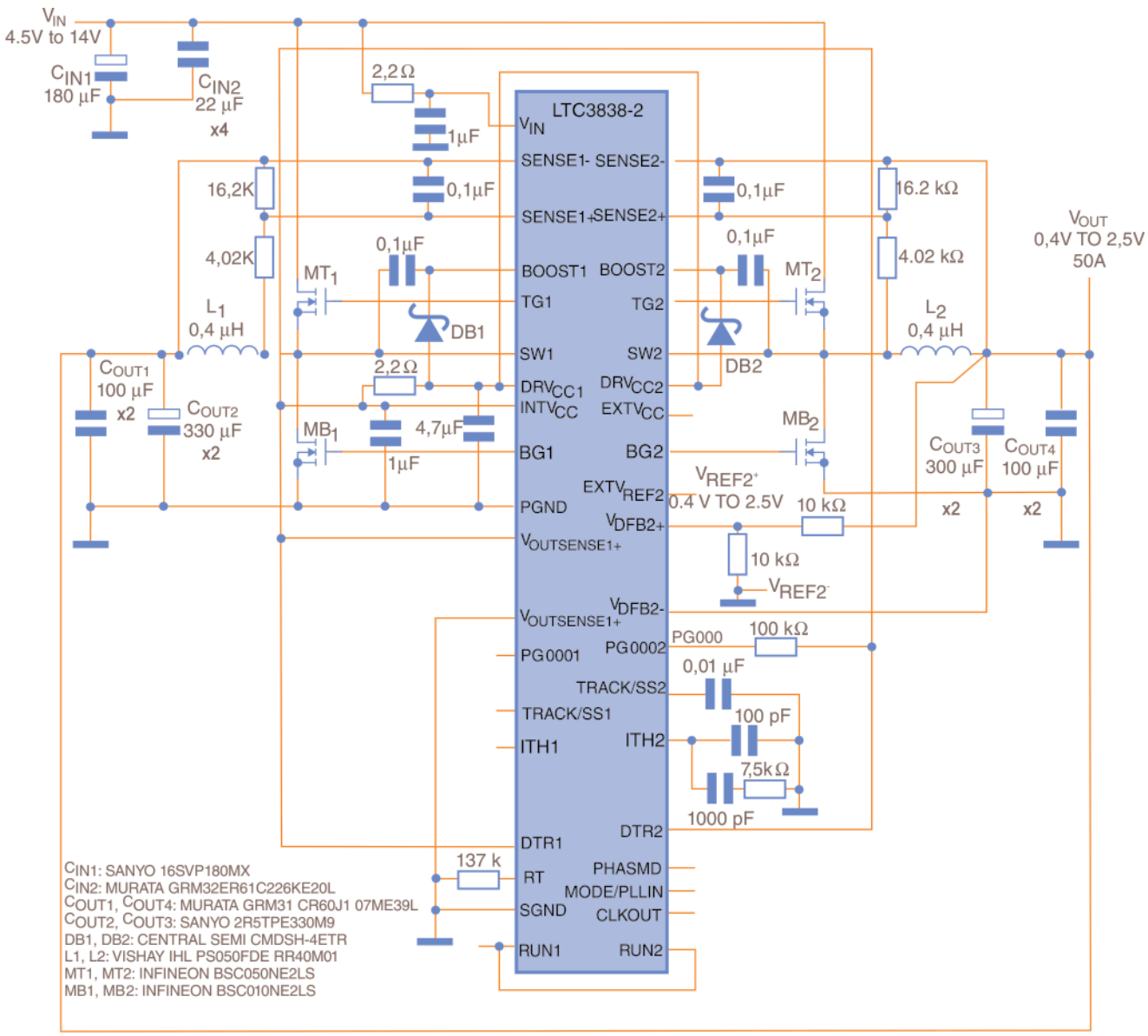


F1. O canal 2 do LTC3838-2 regula uma referência externa; o canal 1 uma referência interna. VOUT1 e VOUT2 admitem terras remotos até ± 500 mV e ± 200 mV, respectivamente.

Part Number	Reference Voltage	Output Voltage	Total combined accuracy (ground, line, load & temp)*
LTC3838-1 /-1 Ch.1 and LTC3838-1 Ch.2	0.6 V Internal	0.6 V to 5.5 V	< ± 0.75% (0°C ≤ TA ≤ 85°C) < ± 1% (-40°C ≤ TA ≤ 125°C)
LTC3838-2 Ch.2 (e.g., with ± 0.1% Linear Technology Voltage References)	0.6 V External	0.6 V to 5.5 V	< ± 0.67% (-40°C ≤ TA ≤ 125°C)
	1.5 V External	1.5 V to 5.5 V	< ± 0.4% (-40°C ≤ TA ≤ 125°C)
	2.5 V External	2.5 V to 5.5 V	< ± 0.3%

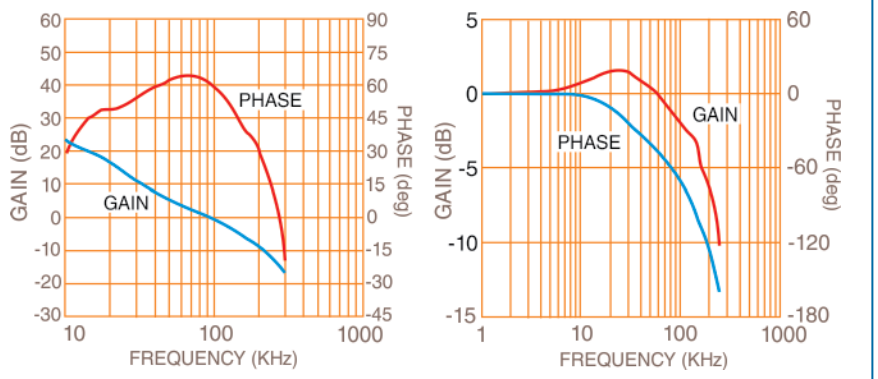
*external resistor divider error not included

T1. Precisão da regulação da tensão de saída.

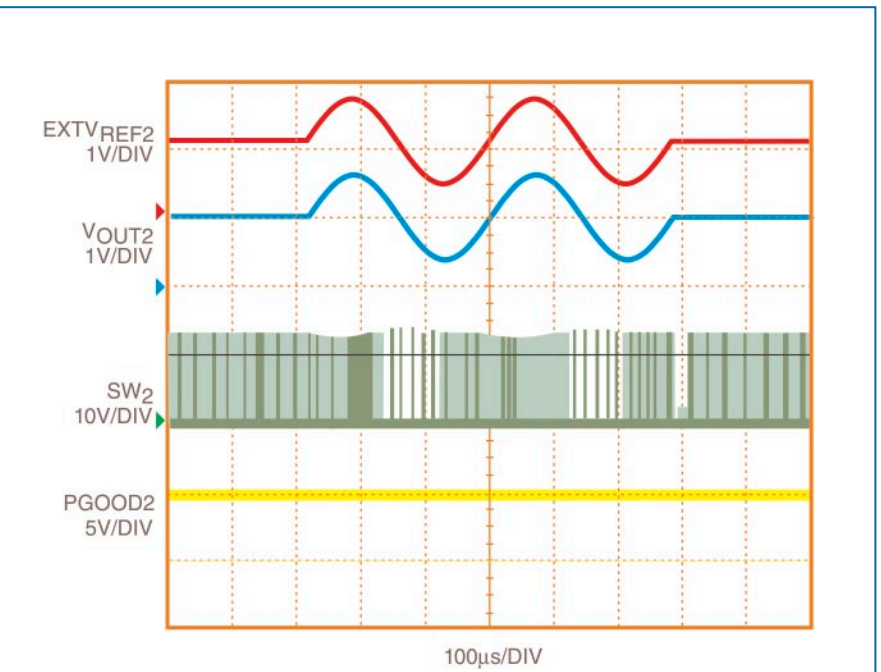


F2. Um conversor duplo, em 300 kHz, o LTC3838-2 com um sensor "indutor-DCR". Esta aplicação converte uma entrada (4,5 V a 14 V) em uma saída dinâmica de 0,4 V a 2,5 V com 50 A.

A precisão relativa melhora com o incremento da referência porque o erro absoluto é uma porcentagem menor fora de uma tensão de referência maior. Isso contrasta com a programação da tensão de saída pela realimentação do escalonamento com relação a uma menor tensão de referência fixada, onde o erro de porcentagem não muda. Por exemplo, com uma referência externa de 2,5 V, a tolerância relativa total é menor que ± 0,3%. O LTC3838-2 de dois canais pode ser configurado para aplicações de uma saída somente, usando referência externa no canal 2 com essa precisão.



F3. Gráfico de Bode – Ganho e Fase – em malha aberta e malha fechada, traçados com um Lab Network Analyser OMICRON sobre VOUT2 de um conversor LTC3838-2, em 350 kHz, com uma referência externa (EXTVREF2).



F4. O LTC3838-2 segue a referência externa: senoide de 3,5 kHz com 1 Vpp.

Seguindo uma referência diferencial externa

Para o sensoriamento de uma referência diferencial externa, o LTC 3838-2 tem somente um pino de entrada de referência externa. O canal 2 possui um amplificador realimentado único, o que elimina a necessidade de um pino separado para sensoriamento do terra remoto da referência externa. Em vez disso, é utilizado um resistor adicional equivalente a dois resistores de *feedback* em paralelo para conectar o terra remoto externamente. Veja a **figura 1**.

Consulte o *data sheet* do LTC3838-2 para entender como essa configuração trabalha.

A **figura 2** mostra uma aplicação típica com o LTC3838-2 usando uma entrada de referência externa. Esse conversor de 2 fases é capaz de fornecer 50 A sobre uma ampla faixa de saída, que vai desde 0,4 V até 2,5 V. Assim sendo, com 1,5 V, esse circuito pode alcançar uma precisão combinada (total) de 0,4% em todas as condições de operação. A alta precisão e performance superior para transientes tornam o LTC3838-2 preferido para atender a maioria das aplicações com "processadores de alta corrente de saída".

Ademais da precisão de regulação, o CI oferece seguimento de uma ampla largura de banda para uma referência externa dinâmica, o que é importante em aplicações com o escalonamento da tensão dinâmica porque a largura de banda determina o quão rapidamente a alimentação pode responder às mudanças na referência externa programada.

A **figura 3** ilustra os gráficos de Bode de um conversor step-down LTC3838-2, em 350 kHz, compensado para uma largura de banda ativa de 1/3 da frequência do chaveamento sem sacrifício da estabilidade. Isso permite que o CI siga uma onda

PART	V_{RNG} = SGND	V_{RNG} = $INTV_{CC}$	V_{RNG} CONTROL	V_{RNG} (PIN(S)
LTC3838 and LTC3839	21 mV to 40 mv	39 mV to 61 mV	30 mV – 200 mV continuous & 30 mV/50 mV fixed	Each per channel
LTC3838-1	24 mV to 36 mV	54 mV to 69 mV	30 mV/60 mV fixed	single
LTC3838-2	24 mV to 36 mV		30 mV fixed only	no

T2. Especificações máximas.

senoidal externa de 3,5 kHz ou 1/100 da frequência de chaveamento com potência total, sem distorção significativa mesmo nos instantes de partida e interrupção da senoide (**figura 4**).

Uma atenção cuidadosa deve ser tomada quanto aos requisitos de largura de banda para qualquer sistema dinâmico. A grande capacidade de seguimento da referência externa com banda larga, somada a um bom desempenho com transientes muito rápidos, tornam o LTC3838-2 como o mais cotado para uso na maioria das aplicações de alimentação dinâmica.

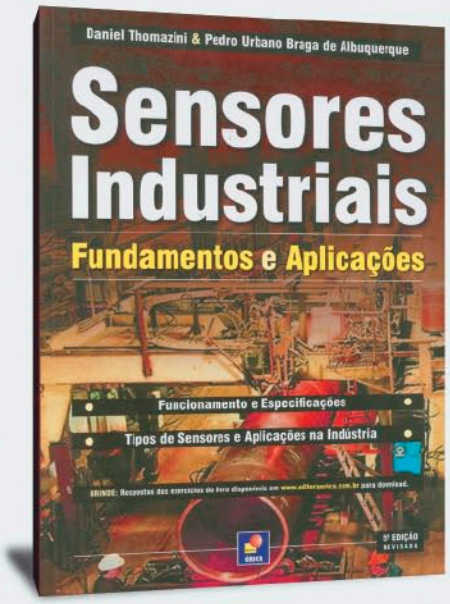
Controlador LTC3838-1: Referência interna em ambos canais

O LTC 3838-1 compartilha as mesmas funções que o LTC3838-2, exceto que o canal 2 do primeiro usa uma referência interna de 0,6 V. Igual aos seus antecessores (LTC3838 e LTC3839), ambos -1 e -2 utilizam *on-time* controlado, arquitetura em modo corrente (de vale), que oferece regulação superior durante rápidos transientes de carga sem o típico atraso da resposta no período de chaveamento dos controladores de frequência fixa, sendo capazes ainda de um chaveamento de frequência constante travado para um *clock* externo de 200 kHz a 2 MHz.

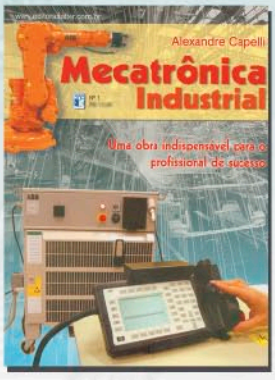
Continuando, os LTC3838-1 e -2 mantêm todas as características do LTC3838, incluindo a DTR (*detect transient release*) proprietária, a qual melhora o desempenho para transientes em aplicações com baixa tensão de saída. Assim como o LTC3838, ambos LTC3838-1 e -2 possuem um conjunto completo de características conhecidas, entre elas: um pino V_{CC} power externo, R_{SENSE} ou sensoriamento de corrente com indutor - DCR, modos de operação com carga leve selecionáveis, proteção contra sobretensão e *foldback* limite de corrente, seguimento de *soft/start/rail*, e pinos de PGOOD e RUN para cada canal.

Além do sensoriamento de saída remoto diferencial nos dois canais, uma melhoria significativa dos LTC3838-1 e -2 em relação ao original LTC3838 é a máxima precisão da tensão de *threshold* (limiar). Diferentemente do LTC3838, que possui dois ranges de corrente fixos (V_{RGN}) e um variável continuamente, o LTC 3838-

Sensores Industriais
Fundamentos e Aplicações

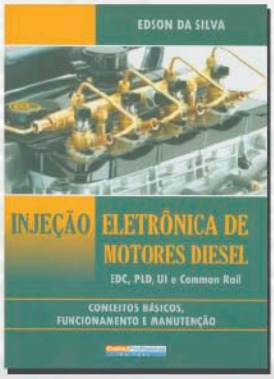


Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações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



Mecatrônica Industrial

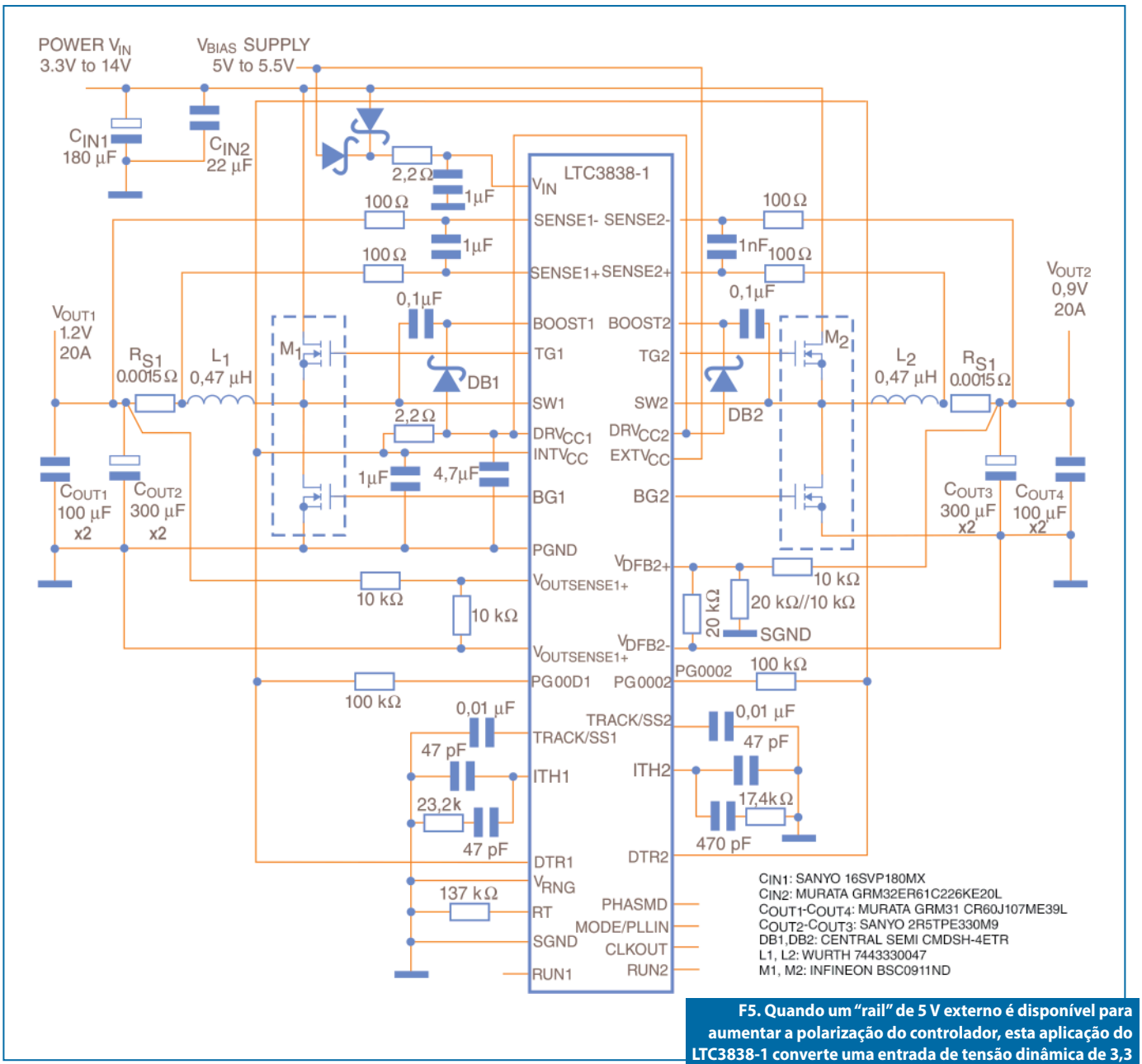
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



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.

novasaber
www.novasaber.com.br



F5. Quando um "rail" de 5 V externo é disponível para aumentar a polarização do controlador, esta aplicação do LTC3838-1 converte uma entrada de tensão dinâmica de 3,3 V a 14 V em uma saída dupla (1,2 V e 0,9 V) com 20 A.

2 tem um V_{RGN} fixo = 30 mV (típico) e sua tolerância com a temperatura é de ± 20%, que foi muito melhorada.

O LTC3838-1 possui os mesmos 30 mV e um setting V_{RGN} adicional de 60 mV cuja tolerância também é significativamente apertada. Acompanhe na **tabela 2** uma comparação nas tolerâncias-limites de corrente e nos controles V_{RGN} da série LTC3838 de controladores duais.

Os controladores LTC3838-1/ -2 requerem uma tensão mínima de 4,5 V no pino V_{IN}, mas isso não limita a entrada de alimentação em 4,5 V. Por exemplo, muitos sistemas digitais dispõem de um *rail* de 5 V regulados que pode ser usado para polarizar o pino V_{IN} e os *gate drivers*, e para entradas de step-down menores que 4,5 V.

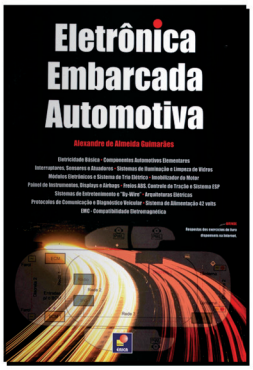
A **figura 5** mostra o pino V_{IN} ligado via diodo-OR em V_{BIAS} = 5 V e em POWER V_{IN} (3,3 – 14 V). Isso permite que POWER V_{IN} chaveie dinamicamente entre um mínimo de 3,3 V e uma tensão mais alta. Quando funcionando com a alimentação de POWER V_{IN} abaixo de 5,5 V, a aplicação exige que a V_{BIAS} supply esteja presente em $EXTV_{CC}$ de modo a manter as tensões DRV_{CC}, $INTV_{CC}$ e no pino V_{IN} nos níveis necessários para que o CI opere adequadamente. A alimentação $EXTV_{CC}$ é opcional, quando POWER V_{IN} supply é ≥ a 5,5 V.

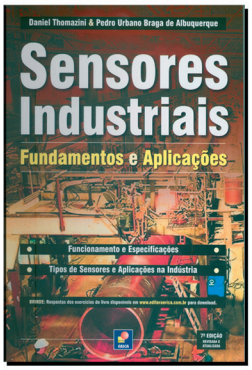
Repare que o range de tensão de entrada de alimentação desta aplicação não pode ser generalizado para outras frequências e tensões de saída, e que cada aplicação que precise de diferente tensão de entrada no pino V_{IN} deverá ser testada individualmente para margem de range, na qual os nodos de chaveamento (SW1 e SW2) travam a fase para a saída de clock (CLKOUT).

novasaber
www.novasaber.com.br

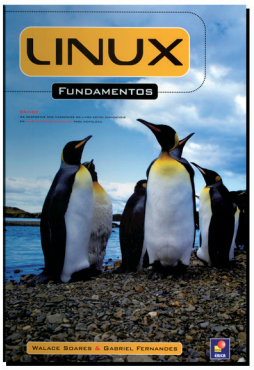
Sua loja de livros técnicos na internet

Promoções especiais e brindes

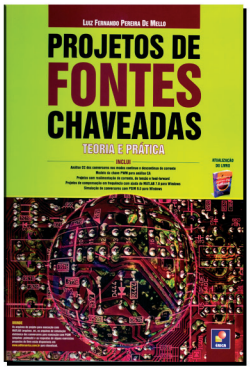








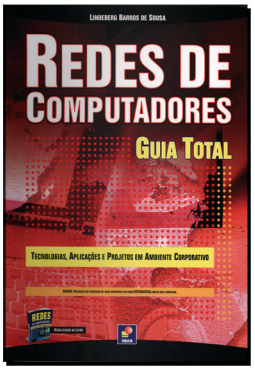






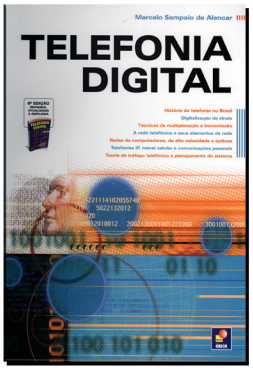






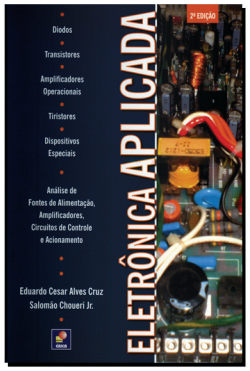








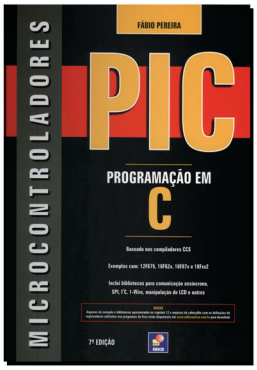












Monitoramento remoto fácil para ambientes desafiadores,

com o NI Wireless Sensor Networks









A plataforma NI Wireless Sensor Networks (WSN) simplifica as aplicações de monitoramento remoto e oferece uma solução de monitoramento completa e personalizável. O NI WSN reduz os custos de instalação e manutenção, além de ser uma solução flexível e confiável que tem por característica a operação em ambientes industriais e nós de medição alimentados por bateria. Usando o ambiente de desenvolvimento gráfico NI LabVIEW, você pode visualizar e analisar os dados, acessá-los via web e programar os nós para processamento local.

PLATAFORMA DE PRODUTOS

Gateway programável
Gateway com comunicação Ethernet
Nós para medição de sinais analógicos
Nós para medição com termopar
Nós para medição de tensão/RTD
Módulo LabVIEW WSN
Chassis para encapsulamento dos nós

>> Aprenda mais sobre as tecnologias do WSN em **ni.com/wirelessdevices** **(11) 3149-3149**

National Instruments Portugal, Unipessoal Lda • Sociedade por Quotas • Sede: Taguspark - Parque de Ciência e Tecnologia n Núcleo Central, 483, 2740-122 Oeiras Portugal • Conservatória do Registo Comercial de Cascais • Nº de Matrícula (NIPC/NIF): 504597892 • Capital social: 5.000,00 Euros

©2012 National Instruments. Todos os direitos reservados. LabVIEW, National Instruments, NI, e ni.com são marcas registradas da National Instruments. Os outros nomes de produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas. 02964

NATIONAL INSTRUMENTS