



www.sabereletronica.com.br

SABER

ELETRÔNICA

Industrial

A Tecnologia dos Microinversores Solares

Extraia o máximo dos painéis solares utilizando inversores específicos



Reduzindo o tempo de configuração dos sensores

com o Padrão IEEE 1451.4



Medição de pressão
com o sensor MPX5700AP em processo industrial

Aplicações automotivas
minimize a corrente de standby de memórias DDR

AD7091
conversor analógico-digital de baixíssima potência

Mais de 4 milhões de componentes eletrônicos oferecidos.



br.mouser.com



Assistência em Português



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



Distribuímos semicondutores e componentes eletrônicos para Engenheiros de Desenvolvimento e Projetistas



MOUSER
ELECTRONICS

SABER Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

SABER
ELETRÔNICA

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

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial

João A. Zuffo

Redação

Rafaela Turiani

Revisão Técnica

Eutíquio Lopez

Designers

Carlos C. Tartaglioni,

Diego M. Gomes

Publicidade

Caroline Ferreira,

Marileide de Oliveira

Colaboradores

Bill Messner,

David Gilbert,

Dawn Tilbury,

Eutíquio Lopez,

Guilherme Kenji Yamamoto,

Gustavo G. L. Peixinho,

Jonathan Harris,

José A. Palazzi,

Renan Airoso Machado de Azevedo,

Vitor Amadeu Souza

Na edição nº 470 da revista Saber Eletrônica, de maio/junho de 2013, o artigo em destaque na capa era sobre os substitutos das lâmpadas tradicionais, os LEDs, com os circuitos de LED Drivers. A energia elétrica, um dos insumos mais preciosos do mundo atual, tende a faltar devido ao crescimento constante da população e à utilização cada vez maior em novos aparelhos. Assim, essa tecnologia que substitui as tradicionais lâmpadas, economiza muito, pois só consome entre 9 a 10% de energia. No entanto, a descoberta de tecnologias como esta, que buscam a economia, não é suficiente e a comunidade internacional sabe que, além de economizar, temos que gerar, também, maior volume de energia. Em vista disso, está em busca de outras fontes de geração que sejam limpas ou melhor, ecologicamente corretas, para não degradar mais ainda o nosso planeta.



Hélio Fittipaldi

Nesta edição, apresentamos o artigo: "A tecnologia dos Microinversores Solares" escrito pelo engenheiro José Palazzi. Nos últimos 10 anos, a tecnologia fotovoltaica evoluiu muito, permitindo a construção de sistemas solares de uso residencial.

Em regiões de difícil acesso e onde existe luz solar abundante, a população tem se beneficiado desta fonte "limpa" de energia. Enquanto as indústrias descobrem células fotovoltaicas de alto rendimento, temos que atentar para extrairmos, o máximo que seja, dos painéis fotovoltaicos, utilizando inversores de frequência especialmente projetados. É isto que você poderá ver neste artigo sobre os microinversores solares, e exercitar sua veia de empreendedor produzindo para o mercado brasileiro e estrangeiro.

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

Capa

Arquivo Editora Saber

Impressão

EGB Gráfica e Editora

Distribuição

Brasil: DINAP

Portugal: Logista Portugal tel.: 121-9267 800

ASSINATURAS

www.sabereletronica.com.br

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

atendimento das 8:30 às 17:30h

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

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

Associada da:

anatec
www.anatec.org.br

Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas

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.



Eletrônica Aplicada – Energia

12 A Tecnologia dos Microinversores Solares

Instrumentação

16 Escolhendo o Barramento Correto para a sua Medição

18 Instrumentos de Alto Desempenho e FPGAs Combinados para Oferecer as Melhores Medições em WLAN

Sensores

25 Reduzindo o Tempo de Configuração de Sensores com o padrão IEEE 1451.4

Projetos

30 Como Projetar um Sistema de Controle: Controle Digital – Parte 6

Microcontroladores

36 Medições de Pressão com o Sensor MPX5700AP e PIC

Componentes

39 AD7091: ADC de 12 bits, 1 MSPS, de Baixíssima Potência, em LFCSP de 8 Terminais

42 Minimiza a Corrente de “Standby” de Memórias DDR em Aplicações Automotivas

48 O que é o JESD204 e por que Devemos Estudá-lo?

03

Editorial

06

Acontece

06 Tramontina Lança Linha de Hastes de Aterramento

06 Energy Logger Elétrico Trifásico Fluke 1730 Simplifica a Descoberta de Desperdício de Energia Elétrica

07 ABB Amplia Faixa de Potência do UPS Modular Newave para até 3 MW

07 Ventoinha Tubo Axial Estabelece novo Padrão de Desempenho para Arrefecimento e Ventilação de Componentes Eletrônicos

08 A Alliance Memory Apresenta Nova Linha de Memórias DRAM Síncronas (DDR1)

08 Agilent Technologies Lança Espectrofotômetro de Medição Universal

09 Honeywell Lança Tecnologias para Atender às Necessidades das Salas de Controle do Futuro

10 Novos Resistores “Flip Chip” para Sensoriamento de Corrente, da Vishay

10 Tubos Traceados com Isolamento, da Swagelok

11 Testes Recentes Provam que a Tecnologia de Estator de PCB para Geradores de Energia Eólica é Mais Confiável

Índice de anunciantes

Cursos Saber	05	Patola	13	Mouser	2ª capa
Keystone	11	National Instruments	15	Infineon	3ª capa
Tato	13	Globtek	23	Cika	4ª capa

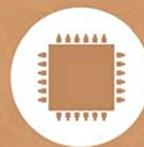


TREINAMENTOS PROFISSIONAIS

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 - Carapicuíba próximo à estação de trem e também em frente de Tamboré e Alphaville.

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

CONSULTE A PROGRAMAÇÃO DE 2013

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

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

Tramontina lança linha de Hastes de Aterramento

A Forjasul Eletrik, fabricante de materiais elétricos com a marca Tramontina, acaba de lançar uma linha completa de Hastes de Aterramento para instalação em qualquer lugar onde se necessita de aterramento de segurança eficaz e com durabilidade. Entre esses locais podemos citar as instalações que envolvem para-raios, colunas de alambrados, edifícios em geral e antenas.

As peças são fabricadas com conexão cobre-cobre, que elimina problemas de contato e corrosão, e com alma de aço trefilado, que confere às hastes maior resistência e robustez, permitindo que elas sejam encravadas no solo diretamente, sem a necessidade de furação prévia.

Para eliminar a possibilidade de corrosão eletroquímica entre as duas camadas, o sistema produtivo adotado pela com-

panhia foi desenvolvido de modo que a parte de cobre seja perfeitamente fixada à alma de aço, comportando-se como um só metal. Outra característica construtiva é que a ponta das Hastes de Aterramento é feita a frio, preservando a dureza e resistência do material.

“Quando desenvolvemos uma nova linha de produtos, procuramos aplicar nela o que há de mais avançado em termos de tecnologia. O objetivo é oferecer ao mercado soluções seguras, duráveis e eficazes de modo que o usuário tenha total confiança na marca Forjasul Eletrik”, comenta Roberto Aimi, diretor da empresa.

Uma recomendação da Forjasul Eletrik é que, após a sua instalação, todos os sistemas de aterramento devem ser inspecionados pelo menos uma vez por ano. “Nesse trabalho de inspeção deve-se

checar se houve aumento de resistência acima de 20%. Se isso ocorrer, é preciso verificar a origem do problema e atuar na sua correção para baixar a resistência, o que poderá ser feito através da substituição ou acréscimo de novas hastes de aterramento ao sistema”, explica Aimi.



Produtos

Energy Logger elétrico trifásico Fluke 1730 simplifica a descoberta de desperdício de energia elétrica

A Fluke Corporation apresentou o Energy Logger trifásico Fluke 1730, uma ferramenta de fácil utilização com capacidades de coleta de dados de energia. Ele inova por permitir que uma categoria mais ampla de profissionais de manutenção de várias áreas coletem dados de energia confidencialmente, enquanto o software de análise de energia que o acompanha abrange da necessidade de análise e relatórios do gerente de unidade até as necessidades analíticas avançadas dos engenheiros elétricos. Mesmo unidades bem administradas podem ter desperdício de energia, mais comumente através de ineficiências do equipamento e do sistema, ou por operarem em horários em que as tarifas da programação da companhia de energia elétrica sejam caras. A detecção desses desperdícios requer o registro do consumo de energia durante o tempo, usando analisadores de qualidade de energia caros e operados por engenheiros com treinamento avançado. Infelizmente, essas

barreiras de custo e habilidade tornaram as auditorias de energia pouco práticas para muitas unidades.

Uma ferramenta de registro de energia simplificada com um *design* intuitivo e objetivo, o instrumento permite que os técnicos carreguem registros de estudo e energia diretamente. Os resultados fornecem aos gerentes de unidade as informações necessárias para identificar e priorizar projetos de economia de energia.

O modelo compacto conduz medições importantes de tensão, corrente, potência e fator de potência para identificar áreas de desperdício de energia. Erros comuns de instalação são retificados através de cabos redesenhados, verificação digital e autoverificação de todas as conexões, e assistente na tela para configuração de intervalos. Ele tem a melhor classificação de segurança do setor (600 V CAT IV/1000 V CAT III), e pode ser carregado diretamente do circuito medido e possui ainda



duas entradas USB para *download* de dados rápido para PCs ou *pen drives* padronizados..

Os dados registrados podem ser importados no software de análise de energia para processamento posterior e arquivamento. O software permite que os usuários analisem a energia ou carreguem perfis, incluindo mais *zoom* e menos *zoom* em detalhes; adicionar comentários, fotos, e outras informações para dados; sobrepor diferentes sessões de registro; criar relatórios; e exportar resultados de medições.

Ventoinha tubo axial para arrefecimento

A AMETEK Rotron lançou uma ventoinha tubo axial para arrefecimento e ventilação com o mais alto nível de desempenho no setor, informa a empresa. As ventoinhas de desempenho radical da Série MIL-XTM são as melhores da classe, produzindo 300 cfm a 1,5 iwg (polegadas de água). Isso representa um aumento de 24% no fluxo de ar em comparação com os modelos anteriores de mesma configuração de pacote.

Com avanços significativos em aerodinâmica, motor e conversor CC, a nova ventoinha mantém-se robusta e confiável para utilização em aplicações de importância crítica para a missão e o pessoal. Por exemplo, pode ser utilizada para arrefecer contramedidas eletrônicas instaladas em veículos blindados para evitar a detonação de artefatos explosivos improvisados. Entre outras aplicações, destacam-se componentes eletrônicos de aeronaves comerciais, telecomunicações, trocadores de calor e ventilação para a tripulação.

Operando a 7500 rpm, a MIL-XTM oferece até 42% de eficiência, o que representa um aumento significativo em comparação com a eficiência de 27% de uma ventoinha tubo axial típica.

Aplicações de destaque: Arrefecimento de componentes eletrônicos militares e comerciais; Comunicações via satélite e de aviação; Telecomunicações • Trocadores de calor; Sistemas móveis de controle ambiental.

Entre os recursos-padrão figuram a construção a prova de choques (atendendo à norma Mil-S-901), capacidade de imersão e lavagem, proteção contra sobretensão e inversão de polaridade, e desativação em caso de bloqueio do rotor (com reinicialização automática).

A AMETEK Rotron é líder mundial em motores de corrente contínua sem escovas, sopradores e bombas para aplicações aeroespaciais e militares, transportes públicos, medicina e computadores.

THINK

SUPORTE VERTICAL PARA BATERIAS DO TIPO BOTÃO®



Pense Suporte Vertical para Baterias do tipo Botão da Keystone

- Suporte com polaridade • Montagem segura para soldagem à onda
- Mola de tensão confiável assegura baixa resistência no contato • Retém a bateria com segurança para suportar choques e vibrações • Faixa de temperatura operacional -50°C até +145°C; Cat. No. 1069 (CR1612, BR1616, CL1620, CR1632)
- Cat. No. 1065 (BR2012, CR2016, CL2020, DL2020, CR2032)
- Cat. No. 1068 (CL2430, CR2450) • Solicite o Catálogo M60.2

O que importa é o que

KEYSTONE
ELECTRONICS CORP.

... está do lado de dentro.

Tel: (718) 956 8900 • (800) 221-5510
e-mail: kec@keyelco.com • Web: www.keyelco.com

Há uma pedra fundamental em toda grande invenção... Siga, Pense & aprenda em:



A Alliance Memory apresenta nova linha de memórias DRAM síncronas (DDR1)

Esta empresa americana acaba de lançar uma nova linha de memórias SDRAM DDR1, CMOS, de alta velocidade abrangendo densidades de 64 MB (AS4C4M16D1), 128 MB (AS4C8M16D1), 256 MB (AS4C16M16D1) e 512 MB (AS4C32M16D1).

Esses componentes recém-apresentados fornecem *drop-in* confiável, podem ser substitutos de outras memórias DRAM similares compatíveis, pino a pino, em aplicações médicas, de comunicações, industriais, etc. e em produtos de consumo que exigem grande largura de banda de memória, sendo particularmente recomendados para aplicações digitais de alta performance.

As SDRAMs DDR1 são configuradas internamente por quatro bancos de 1 M, 2 M, 4 M e 8 M words x 16 bits

com interface síncrona, e funcionam energizadas por fonte de alimentação simples de 2,5 V (+ ou - 0,2 V). Seus terminais são livres de chumbo (Pb) e halogênios.

Os quatro *Part-Numbers* descritos acima se caracterizam por apresentarem um rápido *clock* de 200 MHz, uma faixa comercial de temperaturas (0 a 70 °C), estando disponibilizados em invólucro TSOP II de 66 pinos, com um passo de 0,65 mm.

Part Number	AS4C4M16D1	AS4C8M16D1	AS4C16M16D1	AS4C32M16D1
Densidade	64 MB	128 MB	256 MB	512 MB
Configuração	4M x 16 bit	8M x 16 bit	16M x 16 bit	32M x 16 bit
Taxa de Clock	200 MHz	200 MHz	200 MHz	200 MHz
Taxa de Dados	400 Mbps/pin	400 Mbps/pin	400 Mbps/pin	400 Mbps/pin
Invólucro	66-pin TSOP II	66-pin TSOP II	66-pin TSOP II	66-pin TSOP II

Essas memórias permitem leitura programável ou comprimentos de escrita de 2, 4 ou 8. Uma função de pré-carga automática provê uma pré-carga de linha temporizada, que começa quando termina a sequência de burst. Funções de *refresh* fáceis de usar incluem atualização automática ou *self refresh*, enquanto que um registrador programável permite que o sistema escolha os modos mais apropriados para maximizar o seu desempenho.

Produtos

Agilent Technologies lança espectrofotômetro de medição universal

A Agilent Technologies lança o espectrofotômetro de medição universal Cary 7000 UMS (*Universal Measurement Spectrophotometer*), que proporciona a mais alta qualidade e desempenho de sistema UV-Vis-NIR, incluindo completa caracterização da amostra, menor custo por análise e melhor qualidade de dados para análises de filme fino, material solar, vidro, produtos óticos e outras aplicações para materiais avançados.

O novo sistema representa para os pesquisadores uma ferramenta inédita para a descoberta e o desenvolvimento. Para a indústria significa a possibilidade de redução de custo por rápida colocação de determinado produto no mercado e, também, controles de qualidade mais rigorosos.

O sistema Cary 7000 UMS, que é totalmente automatizado, oferece:

- Medições de transmissão, reflectância absoluta e difusa sem mover a amostra;

- Operação automatizada e sem supervisão, com economia de tempo e redução de custo;
- Desempenho óptico superior que proporciona capacidade de 10 unidades de absorbância para medição das amostras mais complexas.

“O Cary 7000 é uma ferramenta de valor inestimável para todos os laboratórios e empresas que produzem revestimentos ópticos de multicamadas para diferentes aplicações, especialmente os revestimentos de dezenas de camadas, altamente requisitados”, afirmou Michael K. Trubetskov, Ph.D., principal pesquisador do Centro de Pesquisa de Computação da Universidade Estadual de Moscou. “Fiquei particularmente impressionado pelo fato de que, mesmo para grandes ângulos de incidência, os dados ainda são consistentes”.

“Não existe nada no mercado, hoje, como o Cary 7000 UMS”, afirmou Olivier Muller, Ph.D., cientista-pes-



quisador do Instituto de Pesquisa ISL Franco-Germânico de Saint-Louis, na França. “É incrível poder desenvolver luz “s” e “p” polarizada, e reflectância e transmitância em vários ângulos, de forma automatizada, sobre o mesmo ponto da amostra”.

“O nome Cary é sinônimo de alto desempenho e tornou-se o padrão para pesquisadores que desejam ampliar os limites da medição espectrofotométrica,” disse Philip Binns, vice-presidente da Agilent e gerente geral de produtos de espectroscopia.

Honeywell lança tecnologias para atender às necessidades das Salas de Controle futuras

A Honeywell anuncia diversas novas tecnologias que transformarão o futuro das salas de controle, incluindo um avançado painel que auxiliará as plantas industriais a gerenciarem melhor os sistemas de controle de segurança cibernética. O novo *Cyber Security Dashboard* está entre os principais avanços que foram demonstrados no HUG 2013 - Honeywell Users Group Americas, em Phoenix, nos EUA.

Além dessa tecnologia, outras soluções também foram destaques. Entre elas, o *Experion® Collaboration Station* com capacidade expandida; a recém-anunciada *Premium Platform for Experion Virtualization Solutions*; além da última versão do *OneWireless™ Network*.

Adicionalmente a essas novidades, a empresa também apresentou uma console futurista para a plataforma, a *Experion Process Knowledge System (PKS) Orion*. A ferramenta, que só estará disponível para o mercado em 2014, reduz o desgaste do operador, garantindo *design* ergonômico aperfeiçoado, um *display* maior, além de novo alarme luminoso. De acordo com a companhia, a console proporcionará maior mobilidade aos usuários.

“Em muitos casos, a sala de controle do futuro não se limitará a esse ambiente. E esse conceito é perfeitamente ilustrado por meio das tecnologias como o *OneWireless*, na qual o controle se estende para o campo”, explica Jason Urso, chefe de Tecnologia da Honeywell Process Solutions. “Ao mesmo tempo, com o aumento da conectividade, teremos uma necessidade maior de sistemas de gerenciamento de segurança cibernética, como o painel de Segurança Cibernética, e soluções de colaboração, como o *Experion Collaboration Station*. Essas ferramentas se complementam e garantem à planta maior segurança, confiabilidade, eficiência e sustentabilidade.”

O ponto em comum entre todas essas soluções é a capacidade de ajudar a fazer o controle do que está acontecendo nas instalações, de forma mais personalizada e rápida, incluindo:

Cyber Security Dashboard: No ambiente industrial, que conta cada vez mais com sistemas abertos, a solução ajuda a

simplificar as tarefas para manter o sistema de automação atualizado com os requerimentos de segurança cibernética. O painel consolida todos os dados de uma maneira simples e mais fácil de ser visualizado, além de permitir que os usuários tenham acesso mais detalhado com gráficos, tendências, documentos e aplicações. Isso antecipa as análises e possibilita a criação de alertas customizados que ajudam os operadores a tomarem ações antecipadas como, por exemplo, fazer a atualização da proteção de antivírus, gerenciar correções e outras necessidades que possam acontecer na rede. De acordo com a companhia, o produto será lançado globalmente no início de 2014.

Experion® Collaboration Station:

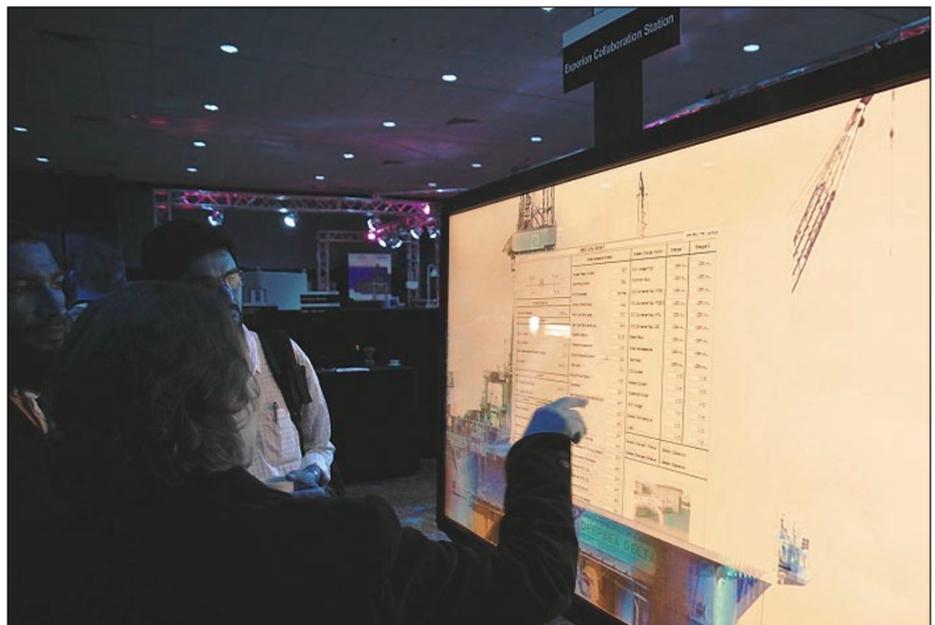
Essa solução permite rápidas respostas tanto no dia a dia, quanto em situações de emergência, mostrando uma visão comum de como os ativos distribuídos em vários locais estão funcionando. Isso possibilita que as plantas estabeleçam comunicações entre as operações centrais, de campo e os especialistas operacionais de diferentes localidades. Essa ferramenta foi especialmente adaptada para sites de produção com operações distribuídas como *offshore*, óleo e gás, oleodutos e grandes refinarias com salas de controle centralizadas.

OneWireless Network R220: Trata-se de uma rede sem fio universal capaz

de acomodar simultaneamente milhares de dispositivos de campo em um único sistema. O novo software apresenta uma interface para a solução *Enraf SmartRadar Flexline*, da Honeywell, que possibilita ao dispositivo comunicar-se com o sistema de aferição de tanque *Enraf Entis Pro*, assim como com a plataforma *Experion Process Knowledge*. Isso permite que os operadores de terminais de armazenamento melhorem a relação custo-benefício de suas operações, com dados de inventário confiáveis, disponíveis na sala de controle. Os operadores podem ainda melhorar em 10% (ou mais) sua produtividade anual, além de melhorar a eficiência da força de trabalho com aplicações móveis inteligentes. Além disso, a novidade também conta com recurso de redundância.

Plataforma Premium para Soluções de Virtualização Experion:

O novo produto foi customizado especificamente para controlar as necessidades de aplicações dos consumidores, tornando-a uma solução virtualizada. De acordo com a companhia, ela reduz o tempo de instalação em até 90%, gera até 40% de economia de energia e garante 22% mais densidade aos servidores virtualizados das plataformas. Além disso, ela tem maior tempo de vida e garante capacidade de gerenciamento remoto em um único pacote pré-configurado.



Novos Resistores “Flip Chip” para Sensoriamento de Corrente, da Vishay

O Vishay Precision Group, Inc. anunciou recentemente que a sua Divisão VFR (de Resistores de folha metálica) acaba de lançar uma nova série de resistores SMD “flip chip” para sensoriamento de corrente, de alta precisão.

Suas principais características são as seguintes: baixo TCR (inferior a + ou - 10 ppm/°C) na faixa de temperaturas de -55 °C a +125 °C; valor de mínima resistência = 0,001 ohm; tolerância apertada (+ ou - 0,5%). Nesta série, o modelo RBH é oferecido com um projeto Kelvin de quatro terminais. Enquanto os resistores de sensoriamento mais usuais apresentam uma estabilidade de vida de 0,5% para uma carga de trabalho de 1000 horas, a série RB possui estabilidade de + ou - 0,05% (em 70 °C) para 2000 h na potência nominal; e opções de *screening* de acordo com as normas militares americanas MIL-PRF 55342 e MIL-PRF 49465 para confiabilidade e performance otimizadas, numa faixa de aplicações que abrange as medidas de corrente de precisão.

A série RB contém os modelos de resistores RBD, RBF e RBH que oferecem

potências nominais de 0,5 W, 1 W e 1,5 W, respectivamente, com tamanhos de invólucro compactados. Outras especificações desses componentes são: *overload* (sobrecarga) de curta duração: 0,03% (300 ppm); coeficiente de tensão menor que 0,1 ppm/V; projeto não capacitivo e não indutivo (< 0,008 µH) e uma faixa de valores entre 0,001 Ω e 1 Ω.

Esta série, construída com base na tecnologia Bulk de folha metálica da VFR, e desenvolvida pela equipe japonesa de R&D da empresa, supera as outras tecnologias disponíveis hoje para aplicações que requeiram alta precisão e grande estabilidade. Ela provê um baixo e prognosticado TCR, assim como uma excelente estabilidade de vida com a carga de trabalho, permitindo a fabricação de produtos direcionados a clientes que satisfaçam desafios e requisitos técnicos específicos.

A configuração dos componentes *flip chip* economiza 35% do espaço em PCI, se comparado aos chips SMD com terminais “wraparound”.

“A escolha de um resistor de alta estabilidade tal como: RBD, RBF ou RBH para uso em determinadas aplicações elimina a necessidade de compensação das mudanças de estabilidade da resistência devidas à instabilidade projetada, e viabiliza o seu emprego com tolerâncias iniciais mais folgadas do que seriam necessárias com resistores de outras tecnologias. Além disso, o custo total do sistema fica geralmente mais reduzido sem a necessidade de circuitaria adicional de compensação ou de circuitos de controle de temperatura”, disse Yuval Hernik – diretor sênior da engenharia de aplicações da VFR.

Amostras e quantidades para produção de componentes da Série RB já se encontram disponíveis aos interessados, com tempos para entrega (*lead times*) de 5 dias para as primeiras ou de 6 semanas para pedidos de compra industriais.

Acesse www.vishayfoilresistors.com para obter maiores informações sobre os produtos RBD, RBF e RBH, e, inclusive, sobre outros resistores de folha metálica da Vishay.

Tubos Traceados com Isolamento, da Swagelok

Os Tubos Traceados com Isolamento Swagelok são projetados para manter a temperatura do fluido, através de uma resistência elétrica ou de uma linha de vapor. Permitem o controle da viscosidade do fluido, o que facilita o escoamento e pode ser aplicado em atmosferas explosivas.

Podem ser utilizados para conectar linhas de processo a analisadores, para proteção contra congelamento, linhas de retorno de condensado, linhas de transferência de amostras em plantas químicas ou refinarias, linhas de instrumentação de ar ou gás, linhas de analisadores, entre outros.

“Estão disponíveis nas dimensões de 1/8” até 3/4” de diâmetro externo, com 1 ou 2 tubos de processo, podendo ser confeccionados em aço inoxidável 316,

316L, latão ou PFA. Os tubos de processo e traceados são montados paralelos uns aos outros, o que possibilita um raio de curvatura menor em relação aos tubos traceados trançados, bem como não ovalizam os tubos durante a dobra.

Com revestimento em PVC ou Poliuretano, suportam temperatura ambiente de -32 °C até 268 °C e mantém a temperatura do traceado até 204 °C. Podem ser fornecidos com termostatos para um controle preciso da temperatura.



Testes recentes provam que a tecnologia de estator de PCB para geradores de energia eólica é mais confiável

A Boulder Wind Power (BWP) anunciou que os resultados dos testes mais recentes da sua tecnologia patenteada de estator de placa de circuito impresso (*printed circuit board* – PCB) revelam uma nítida vantagem em termos de resistência e durabilidade de isolamento em comparação com a isolamento de geradores de energia eólica tradicionais. Além de um desempenho melhor, o peso menor e o design modular de um estator de PCB da BWP diminuem significativamente os custos de operação e manutenção, e aumentam a produção de energia.

Placas de circuito impresso têm sido amplamente utilizadas como estatores de gerador em várias aplicações pela CORE Innovation (CORE), desenvolvedora da tecnologia de estator de placa de circuito impresso. Essa empresa começou a desenvolver as PCBs para estatores de gerador no início dos anos 2.000 com a finalidade de serem usadas em motores de velocidade variável para equipamentos de jardinagem, mas, desde então, têm aumentado constantemente o tamanho e o escopo dessas aplicações".

A CORE Outdoor Power Equipment, empresa associada à CORE Innovation e à Boulder Wind Power, entrega anualmente de 50.000 a 100.000 unidades de produtos elétricos profissionais, incluindo aparadores de grama, sopradores de folhas e cortadores de grama", afirmou Lincoln Jore, presidente da CORE OPE. "Dada a confiabilidade da tecnologia de PCB e a ampla aplicação em vários geradores e motores de velocidade variável, desenvolvemos unidades de até 750 kW e temos vários outros produtos em nossa linha de projetos", complementou o executivo. Desde sua fundação, em 2009, a Boulder Wind Power fez avanços significativos na tecnologia de PCB para uso em aplicações severas de energia eólica. Explorando novas técnicas no processo de fabricação, obteve-se um aumento da densidade de cobre da bobina na placa de circuito impresso e melhor desempenho do sistema. Além disso, a empresa investiu mais de US\$1 milhão em equipamentos de teste de última geração na sua sede

em Louisville, Colorado, onde engenheiros estão testando os estatores de PCB para avaliar o desempenho sob cargas mecânicas e elétricas extremas – tudo isso tendo como objetivo garantir 25 anos de durabilidade para os mesmos.

"Nossa patenteada tecnologia de PCB usa processos comprovados que são padronizados na indústria e que resultam em uma uniformidade sem igual do sistema de isolamento e condutor, enquanto evita os processos tradicionais (e variáveis) de fabricação de enrolamentos de gerador que dependem de mão de obra especializada", afirmou Paulo Guedes Pinto, Vice-Presidente de Engenharia da BWP. "O design modular permite a substituição do tipo 'plug and play' de PCB na torre, sem guindaste, o que diminui bastante o tempo de interrupção das operações e os custos com operação e manutenção", ressaltou ainda o executivo.

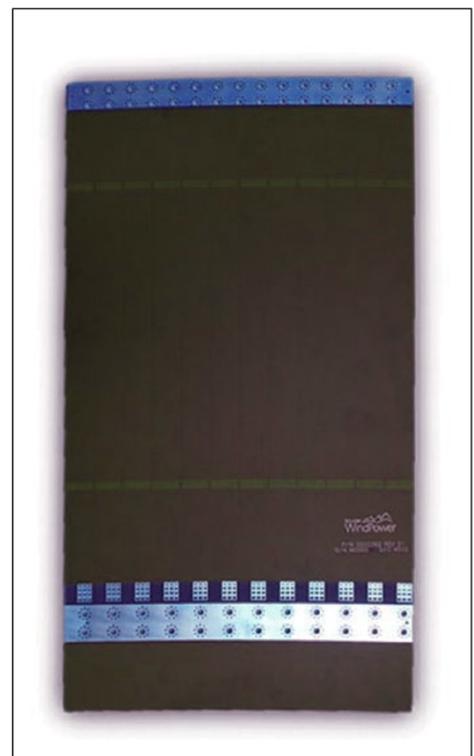
A BWP concluiu recentemente testes de alta tensão nos seus estatores de PCB, comparando a isolamento do estator de PCB com os sistemas tradicionais de isolamento com fita de mica em bobinas pré-moldadas. Os resultados sugerem que a isolamento em um estator de PCB duram de 80 a 100 vezes mais que a isolamento com fita de mica, sob as mesmas condições de tensão dielétrica. A empresa aponta as seguintes vantagens do estator PCB como razões para sua excepcional confiabilidade:

- Ao contrário da fabricação convencional de enrolamentos, o processo de fabricação de PCB é automatizado e praticamente independe da experiência ou habilidade do operador. As cabeças de bobina do enrolamento da PCB são suportadas integralmente pela isolamento da PCB, sem descontinuidade com a seção reta. Isso elimina as tensões mecânicas que ocorrem tipicamente nos enrolamentos convencionais, principalmente na seção em que as bobinas emergem do núcleo de ferro.
- As forças eletromagnéticas que atuam nos condutores da bobina têm melhor suporte e transmissão através da estrutura da PCB. O sistema de

isolamento é quase homogêneo e usa o laminado epóxi FR4 que encapsula completamente todo o enrolamento, incluindo as cabeças de bobina.

- Os materiais isolantes possuem coeficientes de expansão térmica semelhantes, o que reduz substancialmente as tensões de origem térmica nos condutores e na PCB em geral.
- Há um gradiente de temperatura mínimo entre os condutores de cobre e o fluido de resfriamento em comparação com os geradores convencionais, em que a temperatura nas bobinas de cobre é muito mais alta que o núcleo de ferro circundante e o fluido de resfriamento.

"Melhorar a confiabilidade e o rendimento do gerador é importante para o setor de energia eólica porque ele compete com as fontes tradicionais de energia", disse Cukurs. "Incorporar avanços tecnológicos no gerador é um elemento importante para melhorar a confiabilidade e rentabilidade da energia eólica – principalmente em países com requisitos rigorosos de energia renovável e para aqueles que buscam fontes mais limpas de geração de energia."



A Tecnologia dos Microinversores Solares

Regiões de difícil acesso e onde existe abundância de luz solar têm se beneficiado desta fonte "limpa" de energia. Porém, para que seja possível extrair o máximo dos painéis solares em uso residencial, é necessário utilizar inversores especificamente desenvolvidos para tal aplicação.

Jose A. Palazzi
Infineon Technologies

O consumo de energia elétrica no mundo vem subindo impulsionado pelo crescimento demográfico e maior dependência de produtos eletroeletrônicos. De acordo com o IEA - International Energy Agency - é esperado um aumento na demanda de energia elétrica global da ordem de 60% nos próximos 20 anos. Veja a **figura 1**.

A observação das consequências do aquecimento global em virtude dos altos níveis de emissão de CO₂ impactando no perfil dos recursos hídricos e alterando de forma irreversível as condições climáticas, tem levado as nações a buscar formas de uso racional dos recursos naturais e a incentivar novas formas de geração e transmissão da energia elétrica.

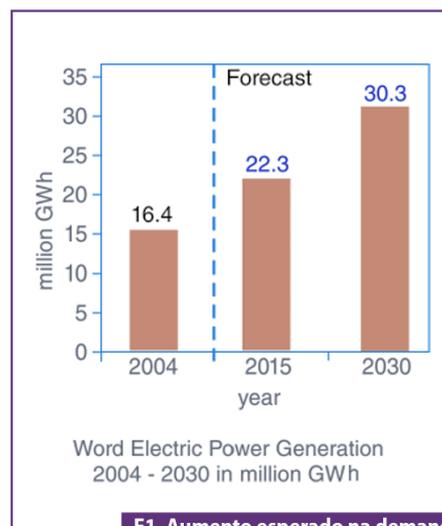
A tecnologia fotovoltaica evoluiu muito nos últimos 10 anos permitindo a construção de sistemas solares de uso residencial, que adicionam capacidade de suprimento a grade (suprimento compartilhado de energia) ou de forma autossuficiente (suprimento individual de energia). Observe a **figura 2**.

Conversores solares de maneira geral recebem energia das células fotovoltaicas (PV) e são compostos por dois blocos conversores básicos:

- Conversor DC/DC para carga das baterias e suprimento de potencial DC ao conversor DC/AC.
- Conversor DC/AC propriamente dito, que gera 110 Vac-220 Vac (50 Hz-60 Hz) para a residência e faz a sincronização de fase com a rede existente no caso do sistema em grade.

Microinversores solares são conversores autossuficientes que executam a conversão de energia das células fotovoltaicas para AC, gerenciam a carga e uso das baterias, se comunicam com o mundo externo e são disponíveis em duas principais categorias:

- **Para suprimento individual de energia:** Operam de forma autossuficiente visando suprir toda a energia requerida pela residência. Do ponto de vista sistêmico se assemelham aos tradicionais inversores também conhecidos como "No-Breaks".



F1. Aumento esperado na demanda de energia elétrica no mundo.

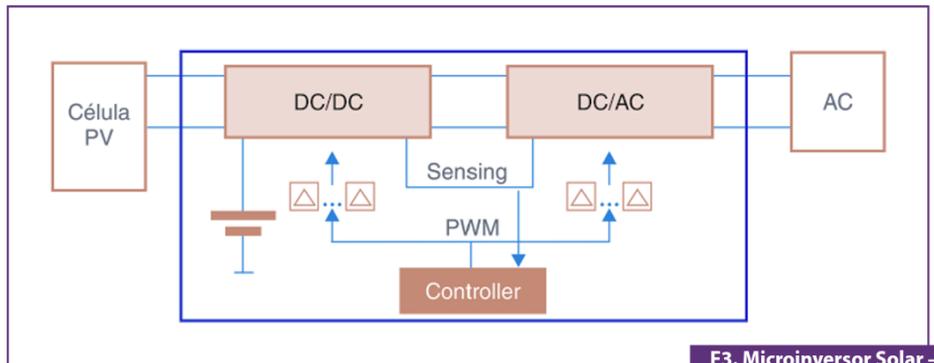


F2. Pannel Solar Residencial.

- **Para suprimento em grade:** Adicionam capacidade de suprimento à rede AC existente. Um sistema de sincronização de fase é adicionado para permitir a operação do Microinversor em conjunto com a rede AC. Oferecem recursos de segurança tal qual o desligamento automático do processo de conversão na eventual falta da energia suprida pela concessionária. Atente para a **figura 3**.

Se de um lado o avanço na tecnologia de difusão de semicondutores em estruturas monocristalina e policristalina já permite a fabricação de painéis solares com excelente eficiência de conversão de luz em energia elétrica e excelente durabilidade para uso residencial, de outro espera-se que os Microinversores Solares que transformam a tensão DC proveniente das células fotovoltaicas em tensão AC própria para alimentar produtos eletroeletrônicos ofereçam:

- **Menor custo:** Os fabricantes de sistemas inversores/conversores são, dia após dia, desafiados a prover otimização contínua na relação preço por watt.



F3. Microinversor Solar – Diagrama de Blocos.

- **Maior eficiência sistêmica:** Eficiência é o ponto fundamental na análise do retorno do investimento em um sistema solar residencial.
- **Robustez:** Garantia de operação sem falhas, uma vez que o sistema deve operar de forma contínua por anos a fio.

O diagrama mostrado na **figura 4** exemplifica uma implementação de Microinversor Solar. A tensão DC proveniente das Células Fotovoltaicas é convertida em um potencial DC estável para posteriormente ser convertida em potencial AC com elevada eficiência.

Variações na intensidade da luz incidindo sobre o painel solar acarretam em significativa variação na tensão x corrente DC que alimenta os Microinversores. Conversores DC-AC que executam a elevação de tensão e geram a forma de onda senoidal tendem a sofrer com variações no potencial de entrada de modo que a melhor eficiência sistêmica é obtida com a estabilização do potencial que alimenta o bloco conversor DC-AC.

O bloco conversor DC-DC em configuração "Full-Bridge" no diagrama acima fornece potencial estável ao conversor DC-AC numa ampla faixa de tensão de

TATUINO

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

TATO
Equipamentos Eletrônicos

www.tato.ind.br

38 Soluções Completas em
Caixas e Gabinetes Técnicos Fabricados
em Polímeros de Engenharia

Para outros modelos visite nosso site

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

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

PATOLA
TECNOLOGIA DE CAIXAS COM QUALIDADE E PREÇO

entrada (proveniente das células foto-voltaicas) e em todo o regime de carga que ele deve operar. O conversor DC-AC, desta forma, opera com suprimento constante de tensão, na máxima condição de eficiência possível.

Vejam algumas possíveis formas de atender requerimentos de sistema acima na especificação sistêmica que antecede o desenvolvimento de um Microinversor Solar:

Redução de custo: Significativa redução de custo pode ser obtida com o aumento da frequência de chaveamento dos conversores DC-DC e DC-AC impactando no menor tamanho dos transformadores e capacitores, menor área de placa e melhor fluxo térmico.

As gerações mais recentes de transistores MOSFET em tecnologia “Super Junction” oferecem características otimizadas para operação em altas frequências, como a menor carga de *Gate* e os encapsulamentos de baixa indutância, conferindo redução das perdas de chaveamento e de condução em altas frequências.

Melhor eficiência: Operando em “Hard Switching” os conversores podem oferecer melhor eficiência de conversão em um amplo regime de carga de operação.

Ainda considerando as gerações mais recentes de transistores MOSFET em tecnologia “Super Junction” observa-se a menor resistência entre Dreno e *Source* e a menor operação na região linear destes dispositivos como formas de se aumentar a eficiência dos estágios conversores.

Melhor Robustez: O perfeito controle dos conversores DC-DC e DC-AC e o gerenciamento das baterias impactam diretamente na confiabilidade e robustez do Microinversor solar.

A malha de estabilização da conversão DC-DC, o gerenciamento de carga e uso da Bateria e o controle da conversão DC-AC requerem cuidados especiais visando manter os componentes de comutação em condições saudáveis de operação, promovendo assim a maior vida útil de todo o sistema.

Embora possam ser tratadas como tarefas individuais, se faz necessário estabelecer a melhor integração possível entre os estágios buscando adaptá-los à

situação de operação. Por exemplo, deve haver limitação de demanda de energia AC logo na manhã quando o sol começa a incidir sobre as células solares e as baterias se encontram em estado mínimo de carga.

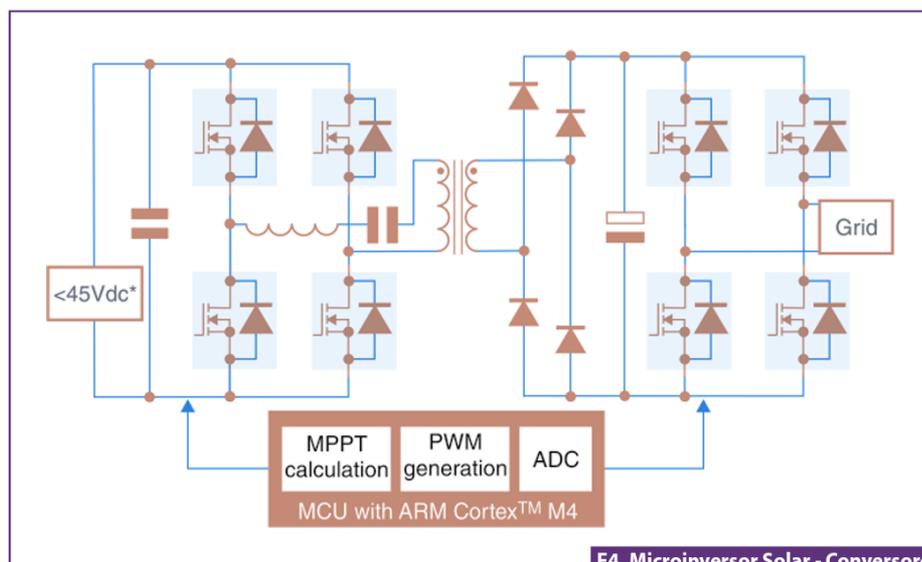
Um poderoso microcontrolador que integra PWMs de alta resolução (150 ps), conversores AD de alta velocidade (até 4 Msp/s) com um *core* de processamento de 32 bits e unidade de ponto flutuante (ARM® Cortex™-M4) permite a execução das tarefas de controle e da operação sistêmica do Microinversor solar.

O diagrama visto na **figura 5** ilustra uma implementação de Microinversor solar de baixo custo, elevada eficiência e extrema robustez com os dispositivos semicondutores da Infineon Technologies.

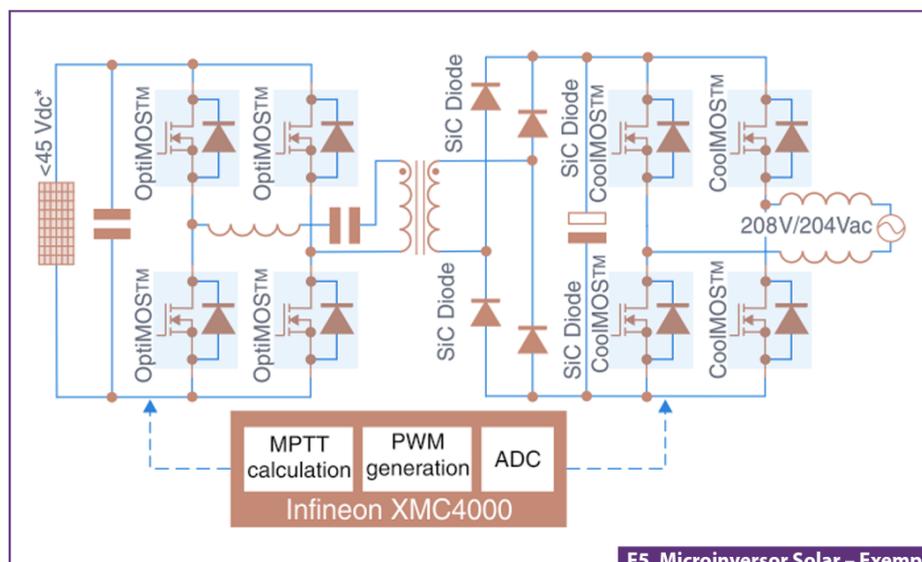
Conclusão

Concluindo, na medida em que aumenta a busca por fontes alternativas de energia para uso residencial, observamos a preferência pela energia solar em função da viabilidade na obtenção dos componentes que permitem sua implementação.

Com o advento de melhores células fotovoltaicas que possibilitam a fabricação de painéis solares para uso doméstico, se faz necessário utilizar Microinversores solares que extraiam o máximo dos painéis solares e das baterias. O desenvolvimento dos estágios dos Microinversores solares irá requerer dos projetistas de circuitos o devido cuidado na especificação e seleção dos componentes que permitam implementar sistemas de menor custo com melhor eficiência e robustez. **E**

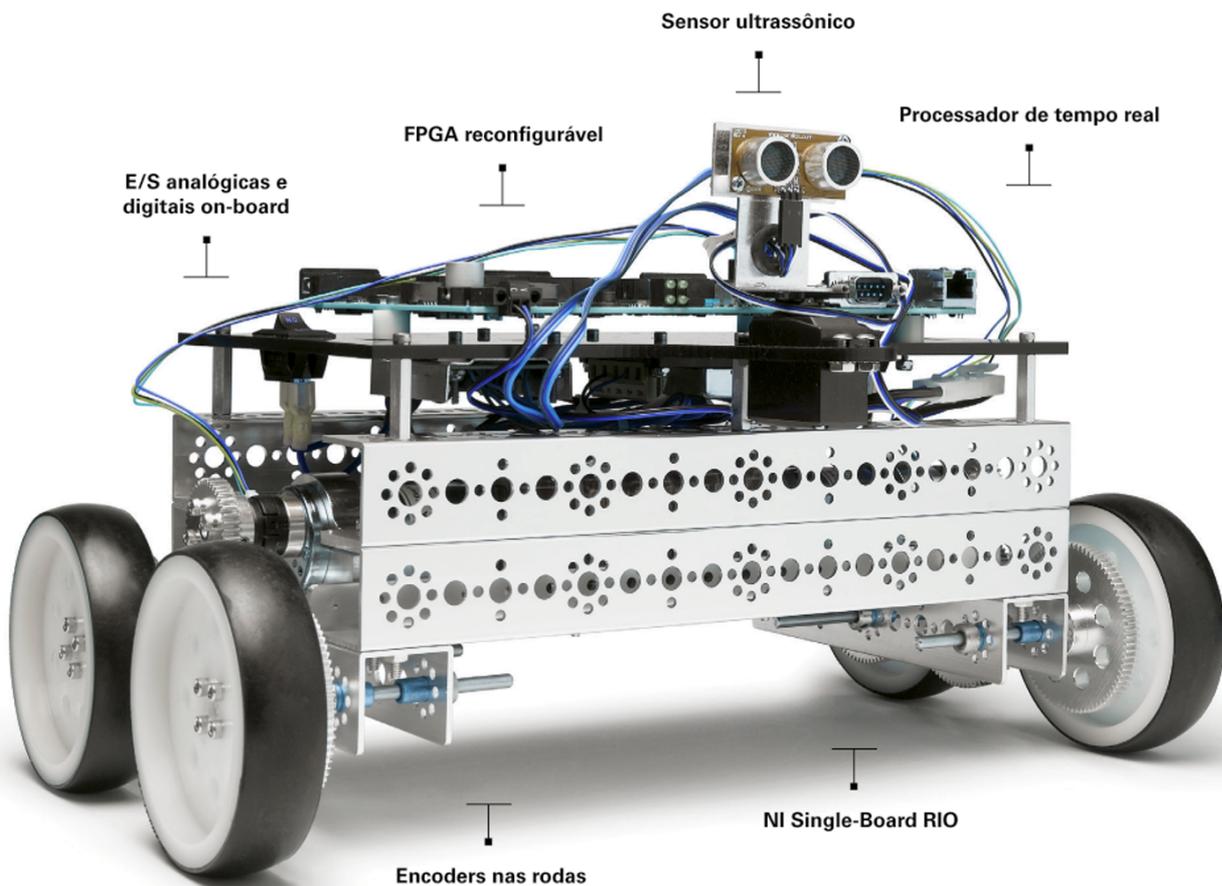


F4. Microinversor Solar - Conversores DC-DC e DC-AC.



F5. Microinversor Solar – Exemplo de implementação.

Leve-me ao seu Professor



Preparar a nova geração de engenheiros e cientistas não é uma tarefa fácil. Mas isso não significa que isso não possa ser feito de uma maneira econômica. O novo LabVIEW Robotics Starter Kit foi projetado especificamente como uma plataforma de padrão industrial e baixo custo para a sala de aula. Esse kit é fornecido com tudo o que os estudantes precisam para as suas primeiras aplicações e para ter o aprendizado prático que lhes ajudará durante todo o curso de engenharia.

>> Veja como a National Instruments apóia a próxima geração de inovação em ni.com/academic

(11) 3149-3149



Escolhendo o barramento correto para a sua medição

Se medições de formas de onda dinâmicas são importantes na aplicação, certifique-se de considerar um barramento com uma largura de banda adequada.

Veremos cinco perguntas a fazer quando formos escolher o barramento correto para medição e um guia de seleção dos barramentos mais comuns.

**Guilherme Kenji Yamamoto
Renan Machado de Azevedo
National Instruments**

Qual a quantidade de dados a ser transmitida através do barramento?

Dependendo do barramento escolhido, a largura de banda pode ser compartilhada por vários dispositivos ou dedicada para um determinado dispositivo. O barramento PCI, por exemplo, tem uma largura de banda teórica de 132 MB/s, que é compartilhada entre todos os dispositivos PCI do computador. Barramentos que oferecem largura de banda dedicada, tais como o PCI Express e PXI Express, fornecem a máxima taxa de transferência de dados para cada dispositivo.

Nas medições de formas de onda, há uma correta taxa de amostragem e resolução que deve ser alcançada com base na frequência máxima do seu sinal. Você pode calcular a largura de banda mínima conhecendo o número de *bytes* por amostra (arredondado para o byte imediatamente acima), multiplicando este valor pela velocidade de amostragem e em seguida multiplicando pelo número de canais.

Por exemplo, um dispositivo de 16 bits (2 bytes) e amostragem de 4 MS/s nos quatro canais seria:

$$\frac{2 \text{ bytes}}{S} \cdot \frac{4 \text{ MS}}{\text{sec}} \cdot 4 \text{ channels} = 32 \text{ MB/s}$$

A largura de banda do barramento precisa ser capaz de suportar a velocidade na qual os dados estão sendo ad-

quiridos, e é muito importante notar que a largura de banda atual será inferior aos limites teóricos do barramento. Esta largura de banda depende do número de dispositivos do sistema e de qualquer outro tráfego que possa sobrecarregar o barramento. Se você precisar realizar o *stream* de uma grande quantidade de dados em um grande número de canais, a largura de banda pode ser a consideração mais importante para a escolha do barramento de aquisição de dados.

Quais são os requisitos para E/S single-point?

Aplicações que fazem leitura e escrita de um único ponto (*single-point*) dependem, muitas vezes, dos valores das E/S para serem atualizadas imediatamente e de maneira consistente. Com base na forma de como os barramentos estão projetados no hardware e no software, os requisitos da E/S *single-point* podem ser o fator determinante para o barramento que você escolher.

A latência do barramento é a resposta das E/S, ou seja, é o tempo entre quando uma função do *driver* é chamada até a atualização do valor das E/S do hardware. Dependendo do barramento, o atraso pode variar entre microssegundos e milissegundos.

Em um sistema de controle PID, por exemplo, a latência do barramento pode causar um impacto na velocidade máxima da malha de controle.

Outro fator importante nas E/S *single-point* é o determinismo, que é

uma medida da consistência dos dados da E/S. Barramentos que sempre têm a mesma latência na comunicação com as E/S são mais determinísticos do que os barramentos que podem variar a sua resposta. O determinismo é importante para aplicações de controle porque impacta diretamente na confiabilidade da malha de controle e muitos algoritmos de controle são projetados com a expectativa de que a malha de controle irá executar sempre a uma taxa constante. Qualquer desvio em relação à taxa esperada irá tornar o sistema de controle menos eficaz.

Analisando agora o lado do software de comunicação de um barramento, é importante ressaltar sua grande influência na latência e no determinismo do barramento. Barramentos e *drivers* que tenham suporte para sistemas operacionais de tempo real apresentarão o melhor determinismo, e portanto o mais alto desempenho. Em geral, barramentos internos como PCI Express e PXI Express são melhores para aplicações de E/S *single-point* de baixa latência que barramentos externos, como USB e Wireless.

Preciso sincronizar vários dispositivos?

Muitos sistemas de medição têm necessidades complexas de sincronização, seja para sincronizar centenas de canais de entrada ou vários tipos de instrumentos. Um sistema de resposta a estímulos, por exemplo, pode exigir que os canais de saída compartilhem o mesmo *sample clock* e *trigger* dos canais de entrada para correlacionar as E/S e realizar uma melhor análise dos resultados. Dispositivos que fazem aquisição de dados em diferentes barramentos fornecem maneiras diferentes de realizá-las. Quase todos os dispositi-

vos de aquisição de dados da NI (DAQ) oferecem acesso às linhas de entrada de função programável (PFI) que podem ser usadas para encaminhar clocks e triggers entre dispositivos diferentes, e podem ser facilmente configuradas através do driver NI-DAQmx. Certos barramentos, contudo, possuem linhas adicionais integradas para o trigger e de temporização, tornando o mais simples possível a sincronização entre os dispositivos.

Dispositivos PCI e PCI Express oferecem barramento RTSI (Integração de Sistemas em Tempo Real), no qual várias placas de um sistema desktop podem ser cabeadas juntas, eliminando a necessidade de cabos adicionais através do conector frontal e simplificando a conectividade das E/S.

A melhor opção de barramento para sincronização de múltiplos dispositivos é a plataforma PXI, incluindo PXI e PXI Express. Este padrão aberto foi desenvolvido especificamente para alto desempenho de sincronização e *trigger*, com diferentes opções para sincronização de módulos de E/S dentro do mesmo chassi, bem como a sincronização de vários chassis.

Quão portátil deve ser este sistema?

A adoção da computação portátil é inegável e proporciona a engenheiros e pesquisadores novas formas de inovar com a aquisição de dados baseada em PC. Portabilidade é um fator importante para muitas aplicações e pode facilmente ser a principal razão na escolha de um barramento em detrimento de outro. Em aquisição de dados de um veículo, por exemplo, é benéfico utilizar um hardware compacto que pode ser facilmente transportado. Barramentos externos como USB e Ethernet são parti-

cularmente bons para sistemas portáteis de aquisição de dados devido à rápida instalação do hardware e compatibilidade com *laptops*. Dispositivos energizados via USB também são convenientes, pois não requerem uma fonte de alimentação separada. Outra opção para portabilidade é utilizar transferência de dados sem fio, pois o hardware de medição em si torna-se portátil enquanto o computador pode ficar em um lugar fixo.

A que distância minhas medições estarão do meu computador?

A distância das medições em relação ao computador pode variar drasticamente de aplicação para aplicação. Para obter o melhor sinal e precisão na medição, você deve colocar o hardware que está adquirindo os dados o mais próximo possível da fonte de sinal. Isto pode ser um desafio para aplicações de medições amplamente distribuídas, como monitoramento de saúde estrutural ou monitoramento ambiental. Utilizar longos cabos através de uma ponte ou cruzando uma fábrica apresenta um alto custo e pode resultar em sinais ruidosos. Uma solução para este problema é utilizar uma plataforma de computação portátil e mover todo o sistema para perto da fonte de sinal. Com a tecnologia sem fio, a ligação física entre o computador e o hardware de medição não existe, permitindo que você distribua as medições e envie os dados de volta para uma localização central.

Guia de seleção dos barramentos mais comuns

Baseada nas cinco questões previamente delineadas, a **tabela 1** mostra um guia de seleção para os barramentos de aquisição de dados mais comuns. **E**

Barramento	Streaming de forma de onda	E/S Single-Point	Sincronização entre dispositivos	Portabilidade	Medição distribuída
PCI	132 MB/s (Shared)	Ideal	Melhor	Bom	Bom
PCI Express	250 MB/s (per lane)	Ideal	Melhor	Bom	Bom
PXI	132 MB/s (Shared)	Ideal	Melhor	Bom	Bom
PXI Express	250 MB/s (per lane)	Ideal	Ideal	Melhor	Melhor
USB	60 MB/s	Melhor	Bom	Ideal	Melhor
Ethernet	12.5 MB/s	Bom	Bom	Ideal	Ideal
Wireless	6.75 MB/s	Bom	Bom	Ideal	Ideal

T1. Guia de seleção de barramento.

Instrumentos de alto desempenho e FPGAs combinados para oferecer as melhores medições em WLAN

Este artigo discute os benefícios do uso do FPGA (Field-Programmable Gate Array) especificamente para o teste do padrão 802.11ac.

Guilherme Kenji Yamamoto
Renan Airosa Machado de Azevedo
National Instruments

Primeiros passos nas medições de WLAN

O NI PXIe-5644R é o primeiro transceptor vetorial de sinais (VST) da indústria. Esse VST possui largura de banda de tempo real de 80 MHz em frequências centrais de até 6 GHz. O instrumento também possui um FPGA programável, que pode ser usado para acelerar os testes ou implementar algoritmos de tempo real, tais como transformadas rápidas de Fourier (FFTs), controle de potência e até mesmo modulação e demodulação. Esse testador de WLAN ocupa três slots PXI Express e inclui uma porta de E/S digital

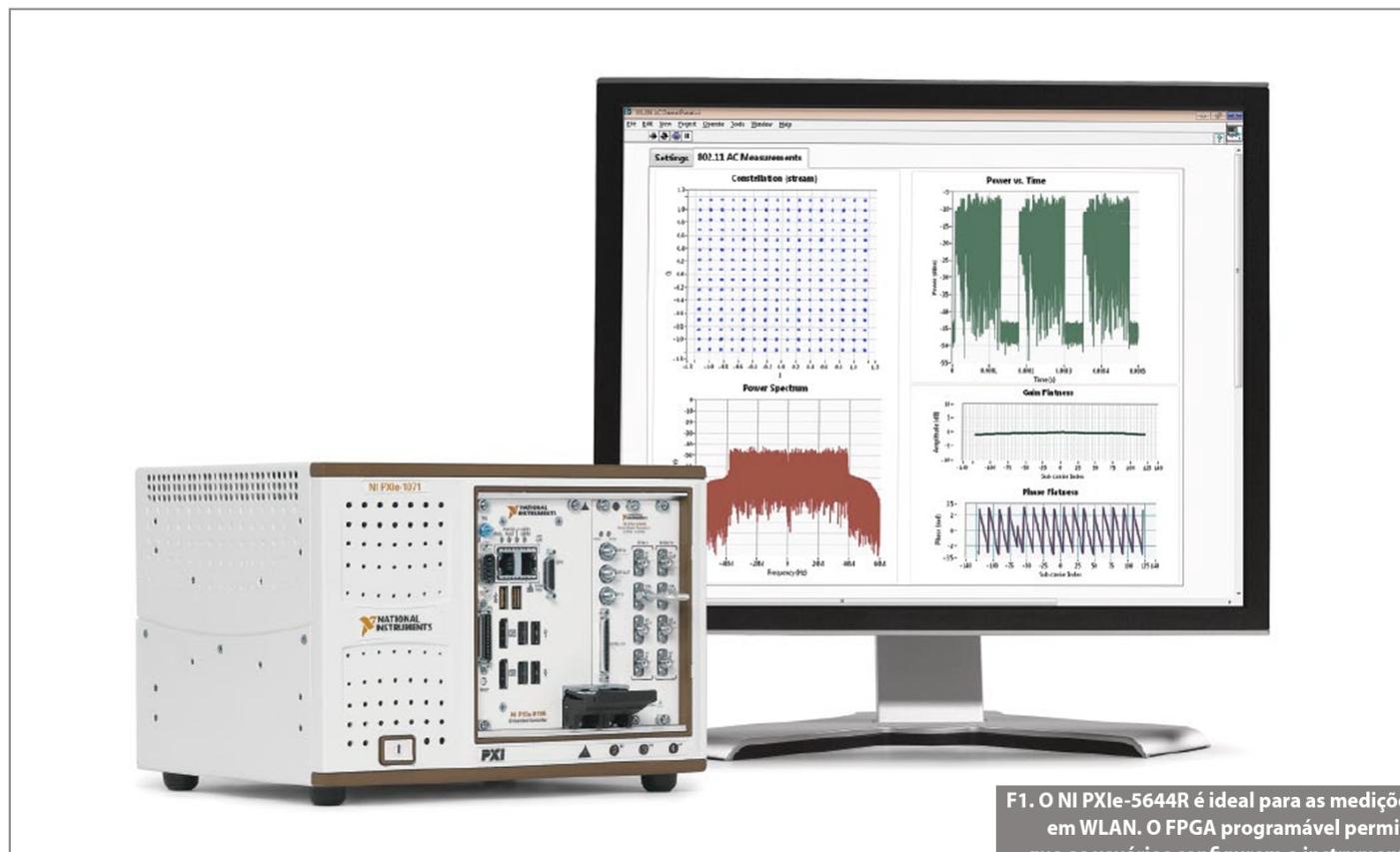
programável para aplicações de controle de dispositivos sob teste (DUT, de *Device Under Test*). Veja a **figura 1**.

Painéis frontais virtuais

O NI WLAN Analysis Toolkit oferece painéis frontais virtuais que podemos utilizar com o NI PXIe-5644R para criar rapidamente suas funções de geração ou aquisição. Você pode usar o painel frontal virtual de análise para fazer medições moduladas ou espectrais, e também usar esses dois painéis com até quatro NI PXIe-5644R em uma configuração MIMO 4x4. Observe as **figuras 2 e 3**.

O padrão 802.11ac opera na banda de 5 GHz, com larguras de banda obrigatórias de 20, 40 e 80 MHz. O suporte a 160 MHz atualmente é opcional. Há também a opção de largura de banda não contígua de Tx e Rx, de 80+80 MHz. Atente para a **figura 4**.

A versão *draft* do IEEE requer que o padrão 802.11ac seja compatível com os padrões 802.11a e 802.11n na banda de 5 GHz, para que todos eles possam operar em conjunto. Algumas das outras especificações obrigatórias são a largura de banda de 80 MHz, modulação 256 QAM, até oito canais espaciais e MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*) multiusuário.



F1. O NI PXIe-5644R é ideal para as medições em WLAN. O FPGA programável permite que os usuários configurem o instrumento conforme suas necessidades.

O padrão 802.11ac permite uma taxa teórica máxima de 6,93 Gbit/s, com o uso da largura de banda máxima de 160 MHz, configuração MIMO 8x8, modulação 256 QAM e um intervalo de guarda reduzido. O caso médio de taxa de dados é 1,56 Gbit/s, com uma largura de banda de 80 MHz, 4 canais de Tx e modulação 256 QAM.

A seguir, mostramos como calcular a taxa de dados para uma largura de banda de 80 MHz, sinal 64 QAM com intervalo de guarda de 800 ns e um canal espacial. Basicamente, há 234 portadoras de dados (242 - 8 piloto). Podemos calcular a taxa de símbolos por: $256/80 \text{ MHz} + 800 \text{ ns}$ (GI) = 4 μs . Usando esses números na fórmula de taxa de dados, teremos:

$$\frac{NBPS \cdot NSD \cdot R}{TSYM} = \frac{6 \cdot 234 \cdot 6/6}{4\mu\text{s}}$$

$$\text{Taxa de dados} = 292,5 \text{ Mbit/s}$$

Onde:

NBPS = Número de bits codificados por subportadora por canal espacial

NSD = Número de símbolos de dados modulados por segmento de frequência

R = Taxa de codificação

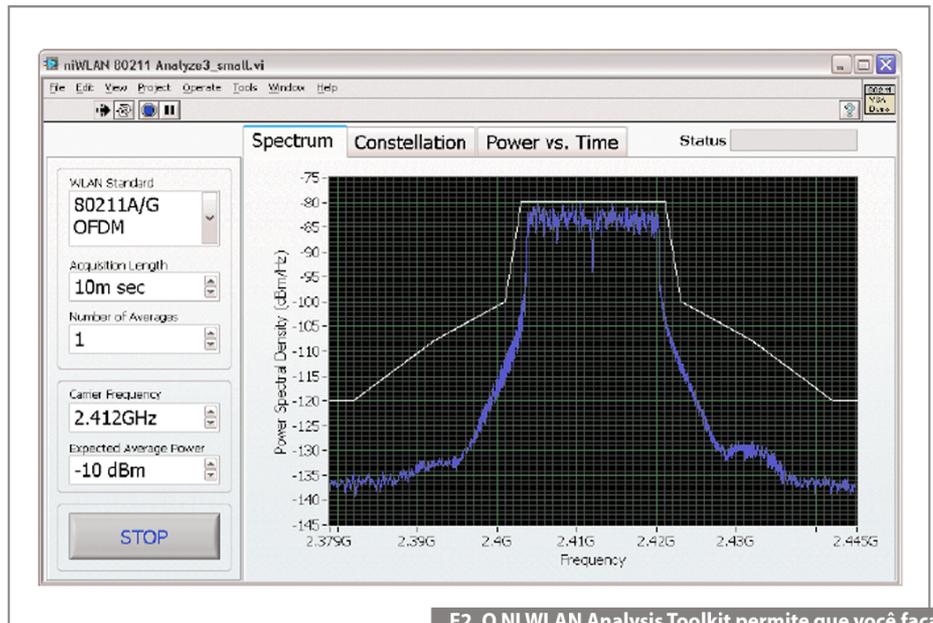
TSYM = Intervalo de símbolos

MIMO multiusuário (MU-MIMO)

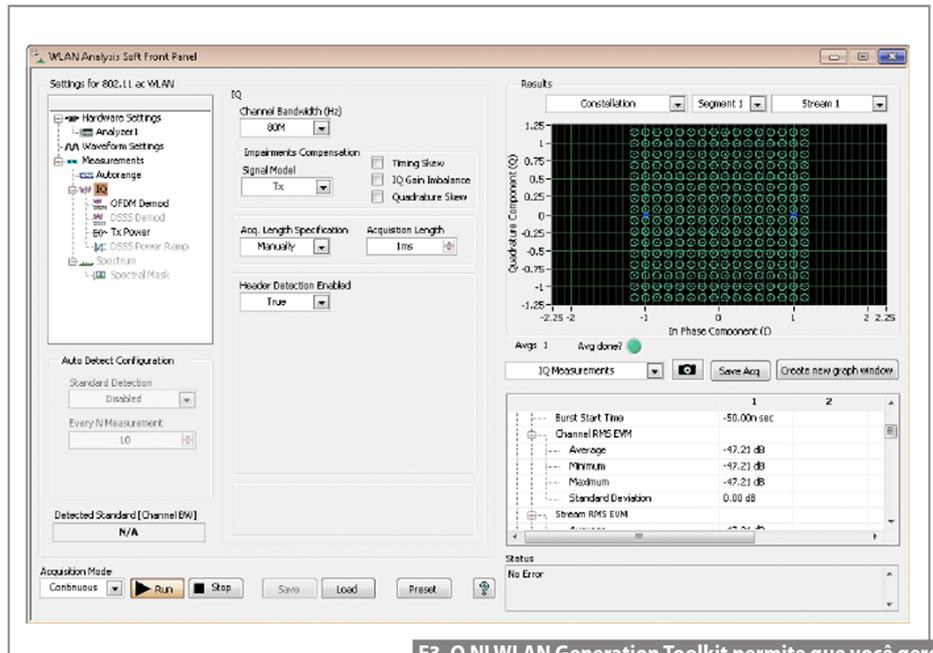
O MU-MIMO permite que um terminal transmita ou receba sinais de/para vários usuários simultaneamente em uma mesma banda. O MU-MIMO é um conjunto de tecnologias MIMO avançadas que explora a disponibilidade de diversos terminais de rádio independentes para melhorar os recursos de comunicação de cada terminal individual. O MIMO monousuário somente considera o acesso a múltiplas antenas que estejam conectadas fisicamente a cada terminal. Acompanhe na **figura 5**.

A plataforma PXI é ideal para o MIMO devido à sua capacidade de sincronização pelo *backplane* e os *chips* de sincronização e memória (SMC) incorporados nos instrumentos PXI da NI. Usando as tecnologias NI-TLCK, você pode conseguir até 0,1 grau de diferença de fase entre vários analisadores ou geradores (e até mesmo entre vários chassis conectados).

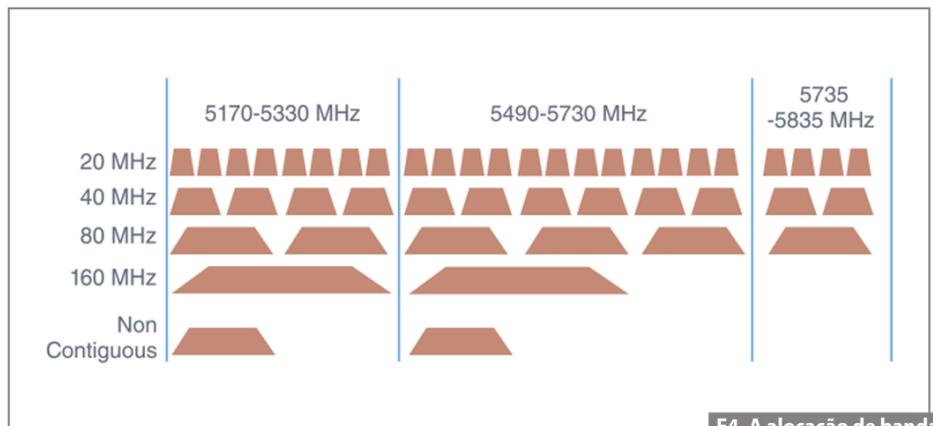
Além disso, as pequenas dimensões do novo VST NI PXIe-5644R permitem



F2. O NI WLAN Analysis Toolkit permite que você faça medições facilmente com o NI PXIe-5644R.



F3. O NI WLAN Generation Toolkit permite que você gere sinais 802.11 com uma largura de banda de 80 MHz.



F4. A alocação de banda do 802.11ac.

que você aloje até cinco VSTs em um único chassi para ter um sistema MIMO 5x5 completo. Se fossemos implementar um sistema desses usando instrumentos tradicionais, teríamos uma montagem de cabos e instrumentos bem complexa. **Figura 6.**

Os benefícios do FPGA programável pelo usuário

O uso de FPGAs em instrumentos de RF não é um conceito totalmente novo. Entretanto, a possibilidade de oferecer aos usuários um FPGA programável é uma inovação exclusiva do NI PXIe-5644R. Você pode usar o FPGA aberto para:

- Servocontrole;
- Controle automático de ganho;
- Modulação e demodulação;
- FFTs e médias;
- Emulação de canais.

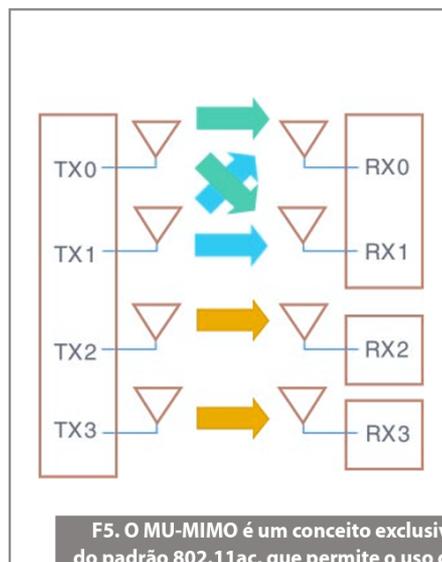
Instrumentos tradicionais restringem o acesso a algoritmos como os de FFT e até mesmo de funções de *trigger*. Pode ser difícil para um usuário customizar a FFT ou as funções de *trigger* de um instrumento tradicional. Mas, agora, a nova era de instrumentos projetados por software permite que os engenheiros customizem seus instrumentos totalmente, conforme as suas necessidades, de forma muito similar aos aplicativos usados para personalizar telefones celulares.

Tenha os melhores valores de EVM da categoria

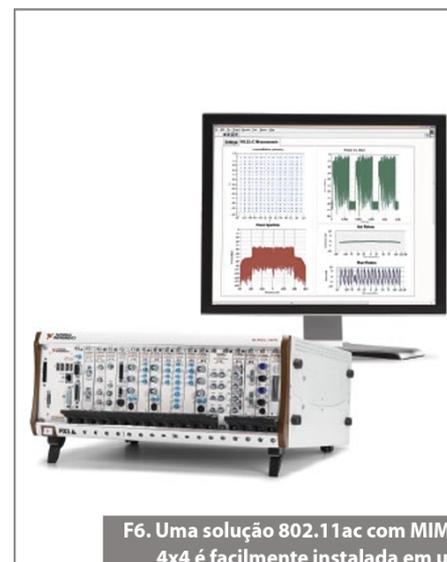
À medida que os esquemas de modulação ficam mais complexos, passa a ser cada vez mais importante manter um sinal de alta qualidade. A **tabela 1**, mais adiante, mostra os requisitos de EVM RMS dos diferentes esquemas de modulação no padrão 802.11ac.

É importante que o equipamento de teste possa fazer medições pelo menos 10 dB melhores que a especificação (-32 dB para 256 QAM), para proporcionar margem suficiente para a caracterização e o teste de produção. Como você pode ver na **figura 7**, o NI PXIe-5644R oferece os melhores valores de EVM da indústria.

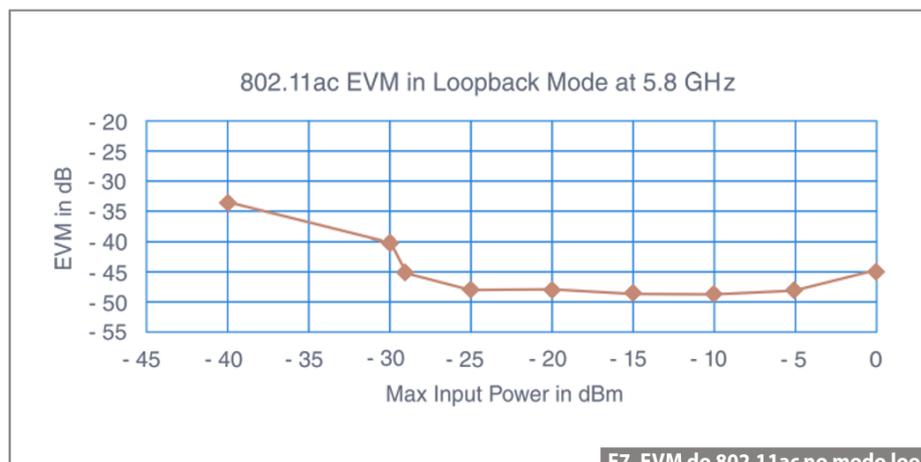
Como ocorre com todos os padrões e equipamentos de teste sem fio, há pequenos ajustes de software e hardware que você pode fazer para otimizar suas medições. Algumas das otimizações de



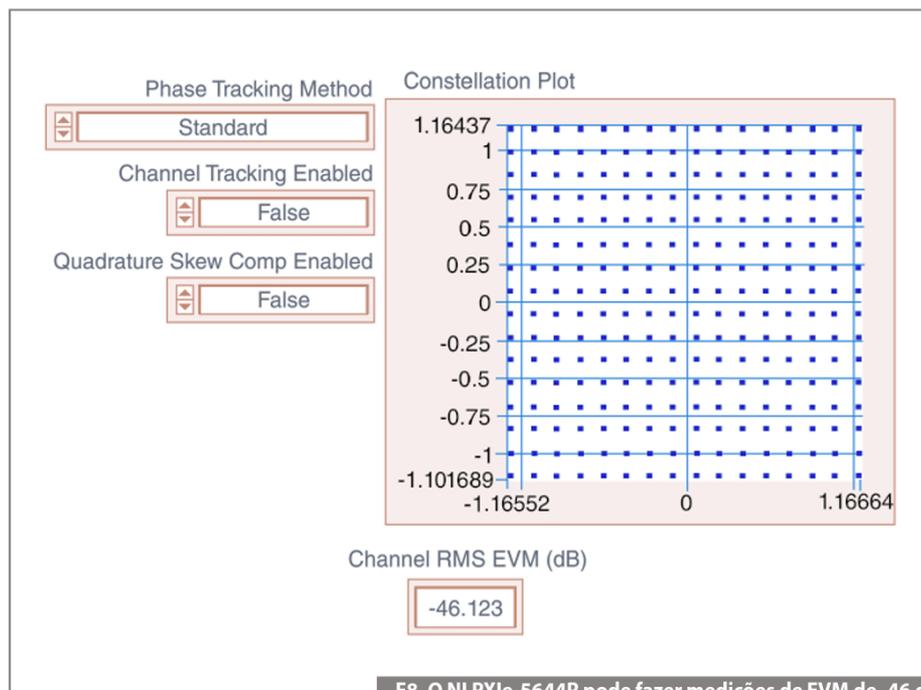
F5. O MU-MIMO é um conceito exclusivo do padrão 802.11ac, que permite o uso de múltiplos receptores.



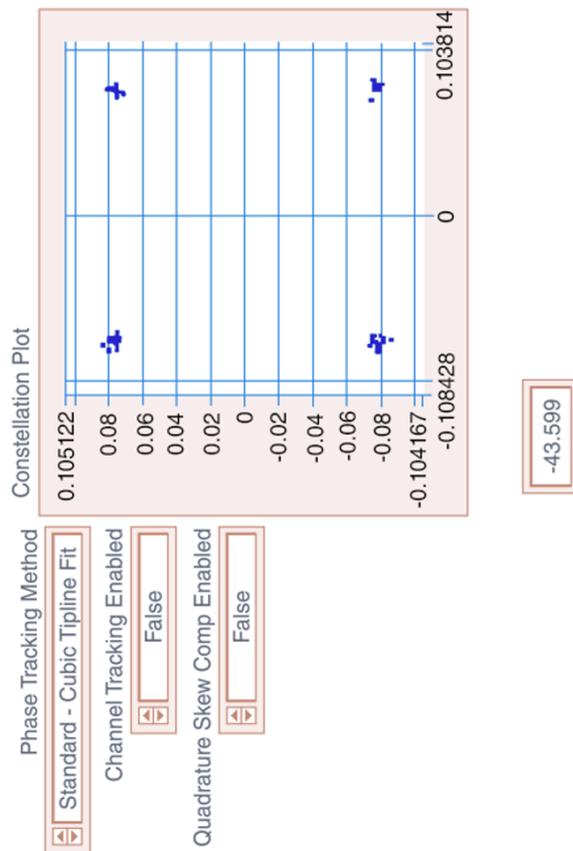
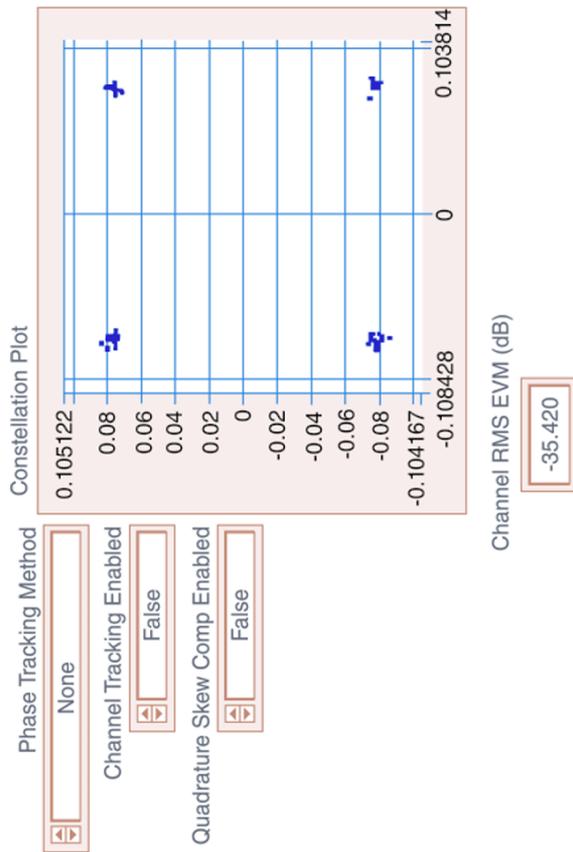
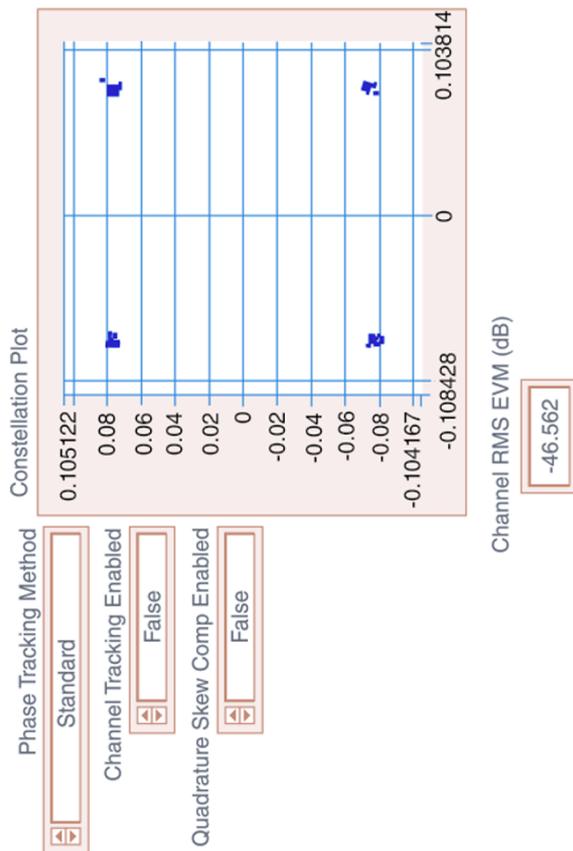
F6. Uma solução 802.11ac com MIMO 4x4 é facilmente instalada em um chassi PXI Express de 18 slots.



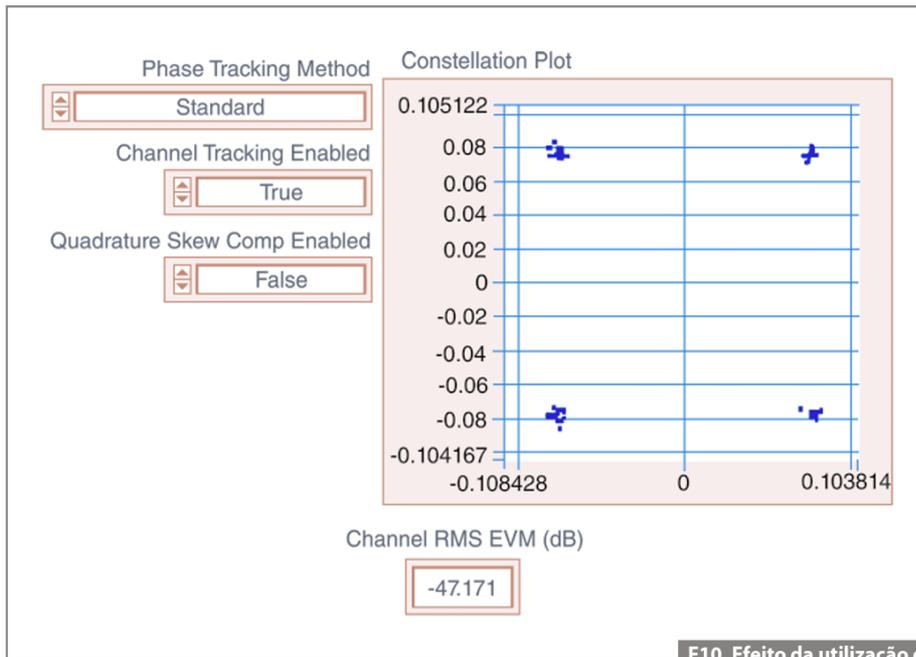
F7. EVM do 802.11ac no modo loopback com um NI PXIe-5644R.



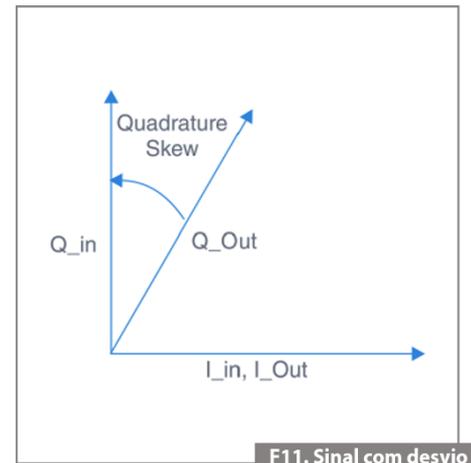
F8. O NI PXIe-5644R pode fazer medições de EVM de -46 dB em um sinal de 80 MHz com modulação 256 QAM.



F9. A imagem acima mostra o impacto do rastreamento de fase nos valores de EVM de um sinal 802.11ac de 80 MHz. O diagrama mostra apenas quatro símbolos na curva da constelação 256 QAM.



F10. Efeito da utilização do rastreamento de canal.



F11. Sinal com desvio de quadratura.

hardware que podemos fazer em um analisador de sinais são discutidas no artigo que trata das medições de distorção no canal adjacente com o VSA NI PXIe-5665.

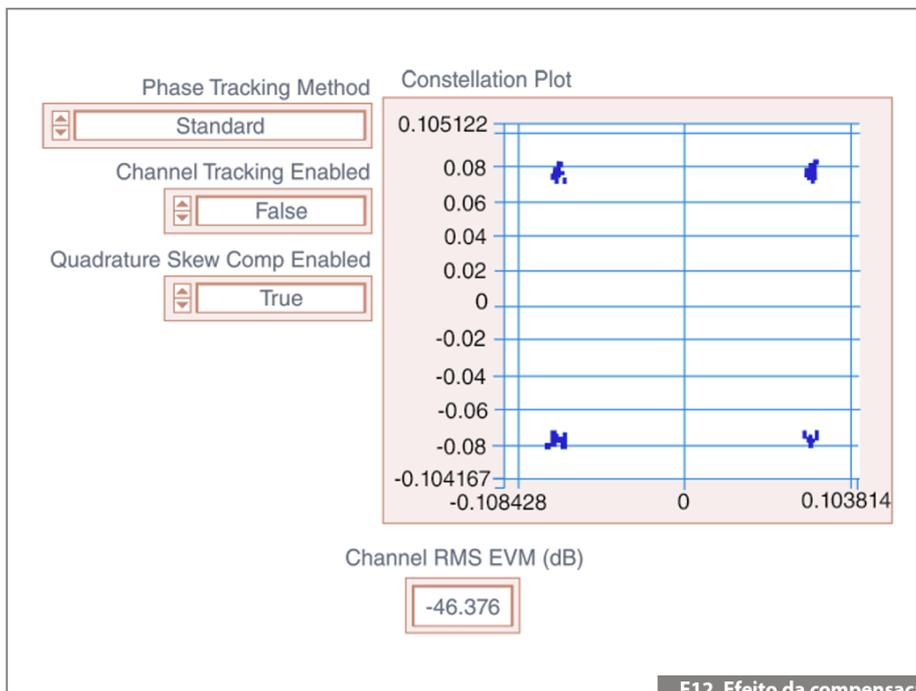
Os efeitos de outras otimizações, como rastreamento de fase, rastreamento de canais e compensação do desvio de quadratura, são discutidos em seguida.

Nota: Para todas as próximas figuras, um sinal 802.11ac MCS 9 (esquema de modulação e codificação 9) de 80 MHz é gerado e adquirido em um NI PXIe-5644R configurado no modo loopback. Observe a **figura 8**.

Rastreamento de fase

O rastreamento de fase é útil para acompanharmos a variação de fase ao longo do símbolo de modulação provocada pelo *offset* de frequência residual e ruído de fase. Se você configurar a propriedade do método de rastreamento de fase da multiplexação ortogonal por divisão de frequência (OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) como *Standard*, o toolkit executará a correção comum do erro de fase no símbolo do OFDM com base no piloto, conforme especificado na seção 17.3.9.7 do IEEE Standard 802.11a-1999 e na seção 20.3.21.7.4 do IEEE Standard 802.11n-2009.

Caso você configure a propriedade do método de rastreamento de fase do OFDM como *Instantaneous*, o WLAN Analysis Toolkit executará a correção de fase comum no símbolo OFDM com base no piloto e também fará a compensação da distorção de fase em cada símbolo de modulação. Essa compensação não é definida no padrão IEEE. Entretanto, ela é útil para determinarmos a distorção de



F12. Efeito da compensação do desvio de fase.

Modulação	Taxa de codificação	EVM RMS
BPSK	1/2	-5 dB
QPSK	1/2	-10 dB
QPSK	3/4	-13 dB
16 QAM	1/2	-16 dB
16 QAM	3/4	-19 dB
64 QAM	2/3	-22 dB
64 QAM	3/4	-25 dB
64 QAM	5/6	-27 dB
256 QAM	3/4	-30 dB
256 QAM	5/6	-32 dB

T1. Requisitos de EVM RMS para esquemas de modulação no padrão 802.11ac.

modulação na amplitude e a contribuição dos erros de fase. Usando esse método de rastreamento de fase, o toolkit calcula apenas a magnitude do vetor de erro (EVM), que é o erro causado pela variação de magnitude do símbolo de modulação complexa por todo o comprimento do pacote e as diferentes subportadoras. O valor *default* é *Standard*.

Nota: A **figura 9**, mostra a visualização ampliada da constelação de um sinal 256 QAM. São mostrados somente quatro sinais para ilustrar melhor o efeito da mudança nos parâmetros.

Rastreamento de canais

Quando o rastreamento de canais é habilitado, o WLAN Analysis Toolkit estima a resposta do canal por todo o preâmbulo e os dados e então, utiliza essa resposta como uma estimativa da resposta em frequência dos canais para todo o pacote. Se você desabilitar o rastreamento de canais, o toolkit estimará a resposta do canal apenas ao longo da sequência de treinamento longa (LTS) e usará essa resposta como estimativa da resposta em frequência dos canais para todo o pacote. **Figura 10.**

Compensação do desvio de quadratura

O WLAN Analysis Toolkit pode também compensar os desvios de fase causados pelos geradores / DUTs. A **fi-**

gura 11 mostra um sinal com desvio de quadratura. A compensação do desvio de quadratura funciona melhor em esquemas de modulação que têm grandes quantidades de pontos, como o 256 QAM.

A constelação 256 QAM (ampliada para mostrar apenas quatro símbolos) mostra o efeito da compensação do desvio de quadratura. Repare na **figura 12.**

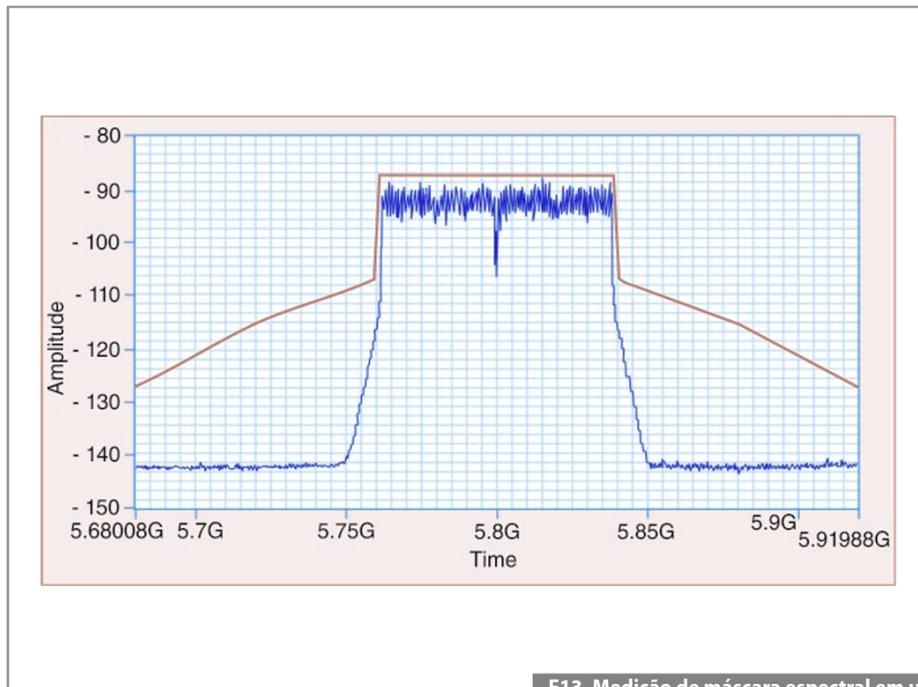
Inserção de erros

O NI WLAN Generation Toolkit também permite que você insira erros no sinal gerado e observe a reação do DUT. Os seguintes erros podem ser incluídos pelo WLAN Generation Toolkit:

- Offset de frequência da portadora;
- Offset do clock de amostragem;
- Descasamentos de IQ;
- Desbalanceamento de ganho;
- Offsets CC;
- Desvio de quadratura;
- Desvio de tempo;
- Relação portadora/ ruído.

Máscara do espectro de transmissão

O 802.11ac requer um teste obrigatório de máscara espectral de 80 MHz. Há também opções para testes de máscara espectral de 80+80 MHz e 160 MHz. Os segmentos de 80 MHz podem ser contíguos ou não contíguos (em diferentes bandas). Veja a **figura 13.**



F13. Medição de máscara espectral em um sinal 802.11ac de 80 MHz.

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



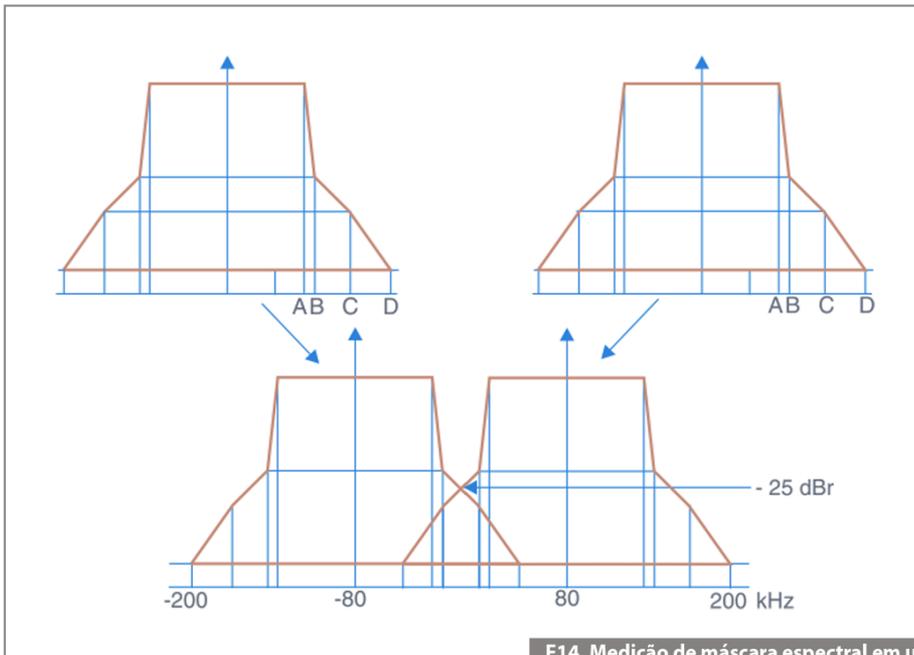
...para mais informações visite www.globtek.com



GlobTek® Inc.
"your power partner"



www.globtek.com



F14. Medição de máscara espectral em um sinal 802.11ac de 80+80 MHz.

Os engenheiros podem usar dois geradores ou analisadores sincronizados para gerar e adquirir o sinal de 80+80 MHz. Se os dois segmentos estiverem em bandas diferentes, então a máscara do espectro de 80 MHz normal poderá ser aplicada em cada segmento. Entretanto, se os dois segmentos forem contínuos, uma máscara de espectro superposta será aplicada ao sinal, conforme ilustra a **figura 14**.

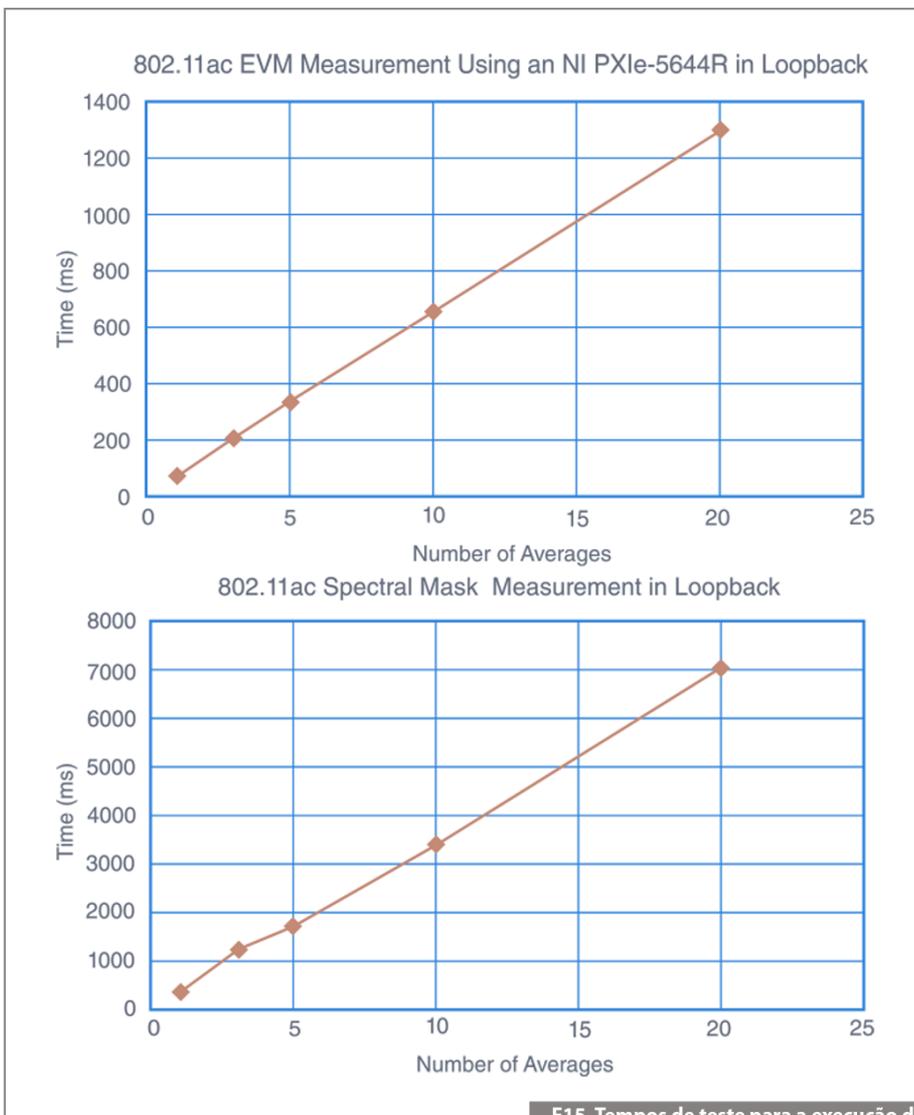
Velocidade da medição

Todo engenheiro de teste enfrenta o desafio de reduzir os tempos de seus testes. Em ambientes de caracterização, eles têm de acompanhar o fluxo constante de novos produtos. Em ambientes de produção, os engenheiros de teste precisam testar o maior número de parâmetros possível, o mais rapidamente possível.

A plataforma PXI oferece uma abordagem modular não apenas aos instrumentos, mas também aos processadores utilizados. A maneira mais simples que os engenheiros de teste têm para aumentar a velocidade do teste é utilizar o processador mais moderno e mais rápido. Tentar fazer o *upgrade* de processadores nos instrumentos tradicionais pode ser bem complicado. Os engenheiros também dependem muito do fornecedor do instrumento para fornecer os processadores mais modernos. Usando sistemas PXI, eles podem adquirir seus próprios PCs de alto desempenho para realizarem todo o processamento.

Os instrumentos de RF da National Instruments implementam toda a modulação/demodulação e processamento em PCs host, que podem estar incorporados no chassi PXI ou em um PC externo que esteja controlando o sistema PXI.

As imagens da **figura 15** exibem os tempos de teste para a execução dos testes de EVM e máscara espectral no padrão 802.11ac para diversas médias.



F15. Tempos de teste para a execução dos testes de EVM e máscara espectral.

Conclusão

O NI PXIe-5644R é o instrumento ideal para o teste de WLAN devido a sua velocidade, desempenho, tamanho e flexibilidade. Com sua arquitetura aberta, os usuários podem customizar o instrumento no nível do FPGA, o que permite que os engenheiros criem soluções complexas de *trigger* e implementem a emulação dos canais no instrumento.

Reduzindo o tempo de configuração de sensores com o padrão IEEE 1451.4

O padrão para sensores, proposto pela IEEE 1451.4, reduz o tempo e os desafios associados à configuração de sensores, determinando um método universal para tornar os sensores “plug-and-play”, similares ao modo como um mouse USB é reconhecido pelo computador.

Guilherme Kenji Yamamoto
Renan Airoso Machado de Azevedo
National Instruments

O IEEE 1451.4 define um mecanismo para adicionar características autodetectáveis através de sinais analógicos. Esta interface mista combina o sinal tradicional dos sensores com um link serial de sinais digitais de baixo custo para acessar os TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) embarcados nos sensores. Para estender os benefícios gerados pelos sensores plug-and-play com relação aos sensores analógicos tradicionais, TEDS virtuais fornecem os mesmos em formato de arquivo eletrônico. Com os TEDS, os sensores se autoidentificam e se descrevem fornecendo seus parâmetros para o sistema ao qual estão conectados.

A implementação de características *plug-and-play* aos sensores traz benefícios reais aos seus usuários e desenvolvedores, como:

- Redução do tempo para parametrização do sistema;
- Diagnósticos avançados;
- Redução do tempo para reparo e reposição;
- Gerenciamento avançado do hardware;
- Automatização da calibração.

Padrão IEEE 1451.4

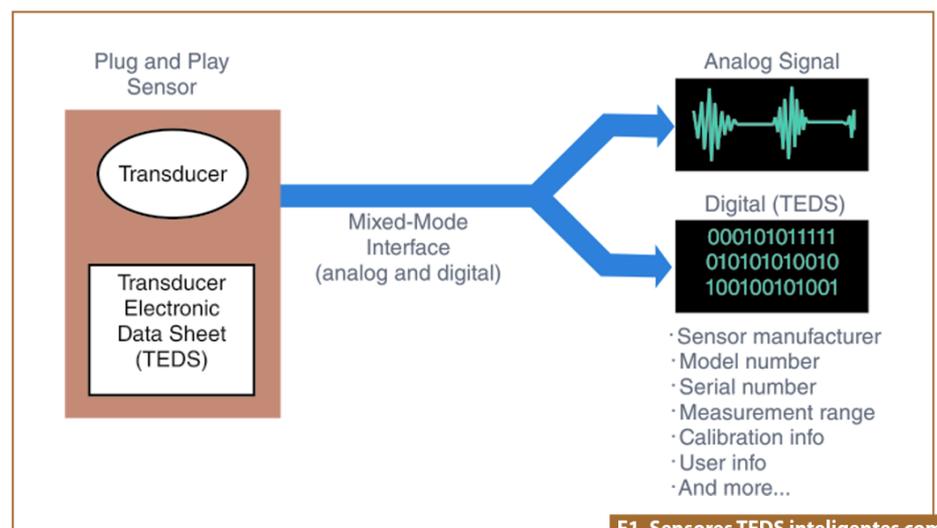
O padrão desta interface mista IEEE 1451.4 para transdutores inteligentes define o mecanismo para adição da tecnologia de autoidentificação aos sensores e atuadores analógicos tradicionais. Desenvolvido em conjunto por fabricantes de

sensores, fornecedores de instrumentos e softwares, além de usuários, o padrão IEEE 1451.4 define o conceito de transdutores com “modo misto”, fornecendo tanto interfaces analógicas quanto digitais. A interface elétrica analógica fornece o sinal que reflete o fenômeno físico (como temperatura, pressão e força) da forma tradicional.

Os sensores inteligentes TEDS IEEE1451.4, entretanto, também fornecem uma interface digital para comunicação com uma área de memória embarcada. Esta área de memória contém informações no formato binário que identificam e descrevem os sensores e atuadores. Os TEDS contêm informações como fabricante, número do modelo do sensor, número serial, valores de máximo e mínimo para as medições, sensibilidade e informações de calibração. Veja a **figura 1**.

Historicamente, quando você parametrizava e configurava um sistema de medição, tinha que entrar manualmente com importantes informações dos sensores como limites da medição, sensibilidade e escalas para que o software pudesse converter e interpretar corretamente os dados dos sensores. Agora, um sistema implementado com a tecnologia dos sensores TEDS pode automatizar este passo de configuração, aumentando também a integridade geral e a confiabilidade do sistema.

Enquanto outras tecnologias de sensores inteligentes também têm características *plug-and-play*, o IEEE 1451.4 é singular porque mantém a saída analógica dos sensores. Dessa maneira, sensores inteligentes TEDS são compatíveis com sistemas que já estão obsoletos que possuem interfaces com



F1. Sensores TEDS inteligentes com TEDS EEPROM embarcadas.

saídas analógicas. E a simplicidade na implementação do padrão IEEE 1451.4 tem as vantagens significativas e pragmáticas do reuso de sensores que já são obsoletos. Os dois principais componentes do IEEE 1451.4 são os “data sheets” padronizados (TEDS) e a interface mista (analógica e digital).

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet)

O coração do padrão IEEE 1451.4 é a definição dos TEDS, a estrutura de informação que contém os parâmetros críticos dos sensores para habilitação de operações *plug-and-play*. Os TEDS, que tipicamente residem em EEPROMs embarcadas nos mesmos, são acessados através do sistema de medição via interface serial.

IEEE 1451.1 define que a estrutura dos TEDS deve ser muito compacta, entretanto, flexível e expansível o bastante para englobar a enorme gama de tipos de sensores. As informações dos TEDS são divididas em seções-chaves. A primeira seção do TEDS, o “TEDS básico”, contém as informações de identificação necessária aos sensores, incluindo fabricante, número do modelo e número serial do sensor. Esta seção básica é seguida por outra chamada “TEDS padrão”, que contém as informações de *data sheet* específicas dos sensores – tipicamente dados necessários para configuração correta da interface elétrica e conversão dos dados de medição para unidades de engenharia. Parâmetros típicos dos TEDS são limites das medições, limites elétricos das saídas, sensibilidade, alimentação e dados

para calibração. A seção “TEDS padrão” descreve tudo que é necessário para realização de uma medição com os sensores.

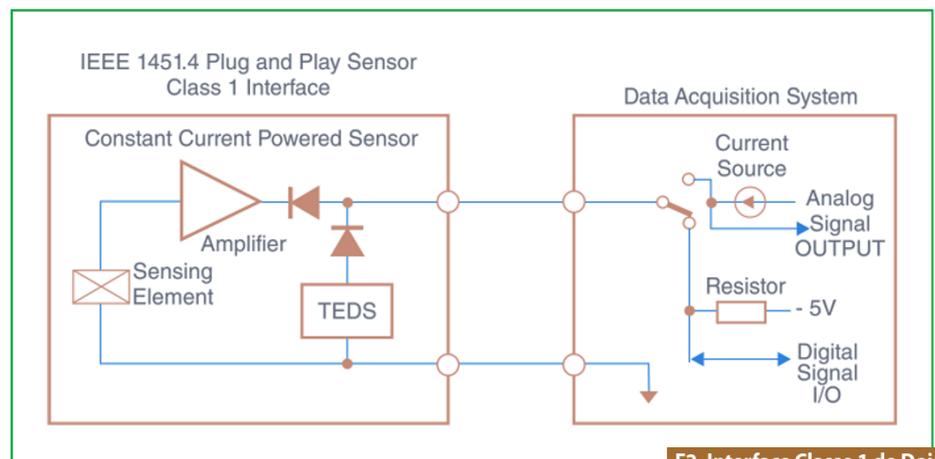
O padrão IEEE especifica uma coleção de padrões para o formato dos “TEDS padrão”, definido como modelo para diferentes tipos de sensores. Estes modelos fornecem os meios para que o sistema de medição possa converter os dados binários armazenados na EEPROM dos sensores inteligentes (ou arquivos virtuais TEDS) em especificações significativas para os mesmos. A coleção destes modelos de padrões IEEE incluem IEPE (corrente constante requerida) de acelerômetros e microfones, IEPE de sensores de pressão, sensores de ponte de Wheatstone, *strain gauges*, transdutores de carga e força, termopares, RTDs, termistores, LVDT/RVTD, sensores resistivos e sensores amplificadores (qualquer tipo) com saída de tensão ou corrente. O padrão também permite que os fabricantes definam sub-

modelos personalizados que podem ser utilizados no lugar dos modelos padrões para utilização de parâmetros especializados. Observe a **tabela 1**.

Finalmente, a última seção dos TEDS está disponível para os usuários armazenarem dados personalizados e informações residentes nos sensores. Esta é uma característica muito útil para armazenamento de localizações dos sensores (codificada como um ID), informações adicionais de manutenção, ou outras informações customizadas presentes nos sensores.

Interface mista IEEE 1451.4

Os sensores inteligentes TEDS definidos pelo IEEE 1451.4 incluem uma interface mista que comporta ambos sinais analógico (para medição do sinal) e digital (para acesso das informações digitais dos TEDS). Existem dois tipos de interfaces mistas definidas pelo padrão – Interface Classe 1 e Classe 2.



F2. Interface Classe 1 de Dois Fios para sensores ICP.

TEDS STRUCTURE	Example A. IEPE Accelerometer		Example B. Bridge (mV/V) Load Cell	
Basic TEDS	Manufacturer ID	42	Manufacturer ID	21
	Model ID	7115	Model	19
	Version Letter	B	Version Letter	D
	Serial Number	00731F	Serial Number	0008451
Standard and Extended TEDS (Fields will vary according to transducer type)	Calibration Date	Jan 29, 2000	Calibration Date	Feb 10, 2001
	Sensitivity @ ref.	1.094E+03 mV/g	Measurement range	± 100 lbf
	Reference frequency	100 D Hz	Electrical output	± 3.01 mV/V
	Reference temp.	23 °C	Bridge impedance	350 Ω
	Measurement range	± 50g	Excitation, nominal	10 VDC
	Electrical output	± 5 V	Excitation, minimum	7 VDC
	Quality factor	300 E-3	Excitation, maximum	18 VDC
	Temp. Coefficient	-0.48 % /°C	Response time	5 ms
User Area	Direction (x,y,z)	x		
	Sensor Location	Strat 3A-p2	Sensor Location	R32-1
	Calibration due date	April 15, 2002	Cal. Record ID	543-01 23

T1. Estrutura dos TEDS IEEE 1451.4, com exemplificação de modelos para IEPE Acelerômetros e Células de Carga baseadas em pontes.

Interfaces Classe 1 são direcionadas, primeiramente, para transdutores piezoelétricos com alimentação de corrente constante (acelerômetros, microfones, etc) e definem um esquema para, sequencialmente, alternarem entre o modo analógico e digital dos TEDS através de um simples par de fios do transdutor. Transdutores

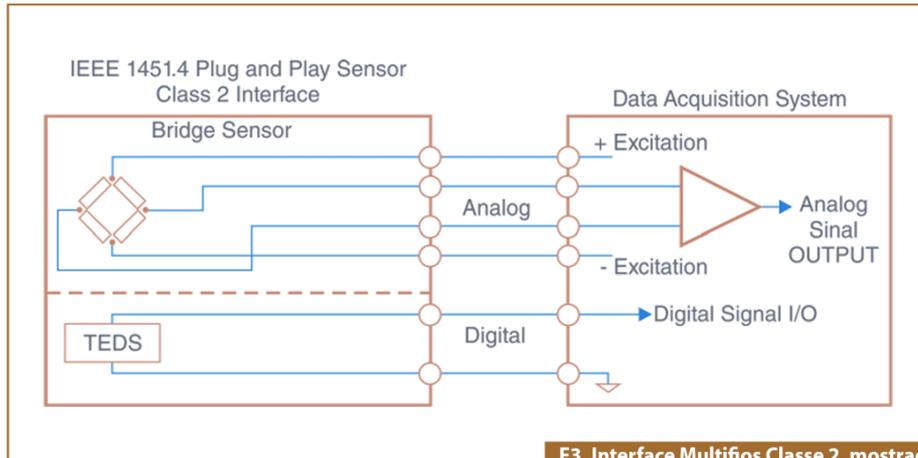
com alimentação de corrente constante, geralmente referenciados como eletrônica integrada de transdutores piezoelétricos (IEPE), incorporam a alimentação interna do condicionamento de sinal através de uma corrente constante fornecida pelo sistema de medição usando fios de sinais. Transdutores da Classe 1 possuem vanta-

gens deste padrão analógico, adicionando TEDS a um chaveamento que é controlado pela direção da fonte de corrente, como mostra o diagrama da **figura 2**.

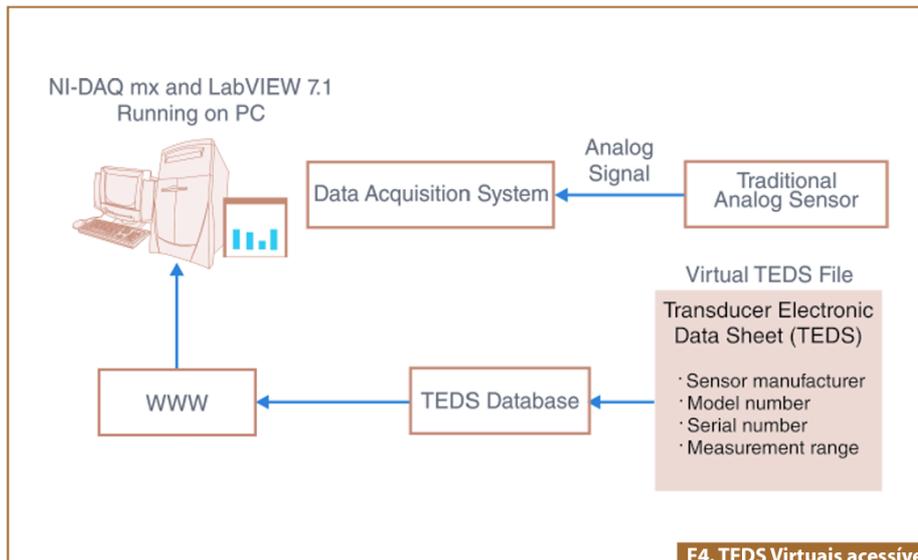
Revertendo a direção da corrente, o sistema do instrumento alterna o sensor para o modo digital dos TEDS.

Na maioria dos diferentes tipos de sensores eles são implementados com interface da Classe 2, a qual necessita fios adicionais para comunicação digital dos TEDS. A entrada/saída analógica dos transdutores é “modificada à esquerda” e a interface de 2 fios dos TEDS é adicionada em paralelo à interface analógica. Usando esta técnica, você pode implementar TEDS virtualmente em quaisquer tipos de sensores ou atuadores amplificados ou não amplificados, incluindo termopares, RTDs, termistores, sensores de pontes, células químicas eletrolíticas e sensores de *loop* de corrente de 4-20 mA. Na verdade, com esta técnica de “add-on” da Classe 2, é muito fácil reformar sensores existentes com uma variedade de opções. A **figura 3** ilustra um exemplo de implementação de uma interface mista Classe 2 com um transdutor de ponte.

A parte digital da interface mista (Classe 1 ou Classe 2) é baseada em um protocolo de 1 Fio da Maxim/Dallas Semiconductor. Este é um protocolo muito simples, de baixo custo, baseado em uma comunicação serial master-slave, necessitando que um simples *device master* (por exemplo, o sistema de medição) que fornece alimentação e inicia cada transação com cada nó, de acordo com a sequência temporização definida da transação em um único fio e retorno.



F3. Interface Multifios Classe 2, mostrada com um sensor de ponte.

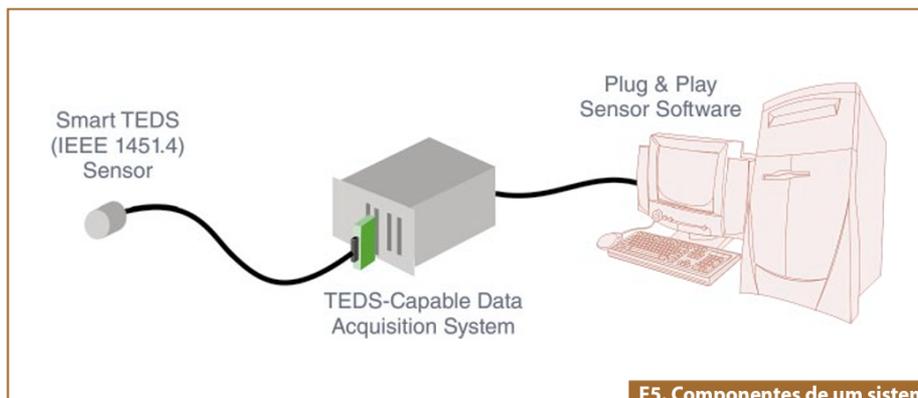


F4. TEDS Virtuais acessíveis por Interface via Web.

TEDS virtuais

A National Instruments e fornecedores de sensores em todo o mundo reconhecem os benefícios implícitos dos conceitos dos TEDS, o que fornece uma linguagem padronizada para descrição dos sensores. A estrutura de dados dos TEDS pode descrever qualquer sensor analógico, indiferente se o TEDS está localizado fisicamente na EEPROM embarcada no sensor.

Um arquivo do TEDS virtual está armazenado em um computador local ou em uma base de dados acessada via Web, ao contrário de uma EEPROM. Isto



F5. Componentes de um sistema de sensores Plug&Play.

proporciona a instalação de uma gama imensa de sensores analógicos obsoletos, destacando o benefício dos TEDS que possibilita a reforma dos sensores sem a utilização de uma EEPROM. TEDS virtuais também são muito úteis em aplicação onde as condições de operação dos sensores não permite a utilização de qualquer eletrônica, como a instalação de EEPROM's nos mesmos. Atente para a **figura 4**.

Hardware Plug&Play para sensores inteligentes TEDS

Sensores virtuais e sensores inteligentes TEDS são rapidamente aplicados em uma grande variedade de aplicações de testes e medições, com muitos fabricantes atualmente oferecendo sensores inteligentes TEDS. A National Instruments fornece tanto hardware quanto software para leitura e escrita de informações TEDS virtuais e inteligentes. Acompanhe na **figura 5**.

Três novos hardwares para sensores *Plug&Play* da National Instruments incluem funcionalidades para comunicação serial de sensores inteligentes TEDS. O NI SCXI-1314T é um bloco de conexões configurável para o módulo de entrada para sensores de pontes NI SCXI-1520. Este bloco de oito canais fornece uma interface entre sensores inteligentes TEDS e o módulo de entrada universal SCXI-1520. O SCXI-1314T introduz uma interface prática de Entrada / Saída para conexão de até 8 sensores de ponte ou strain gauges, com conectores estilo ethernet RJ-50. **Figura 6**.

Para usuários que necessitam um sistema DAQ portátil e uma interface para sensores inteligentes TEDS Classe 2, a National Instruments criou o novo módulo principal SCC ("SCC Carrier"). Compatível com todos os módulos SCC, o NI SCC-2350 incorpora todas as vantagens dos TEDS em um sistema pequeno, portátil para usuários que necessitem de uma quantidade pequena de canais. O SC-2350 é ideal para sistemas portáteis de aquisição de dados através de um *laptop*.

O NI BNC-2096 é um *rack* de blocos de conexões configurável de 19 polegadas para sensores inteligentes TEDS Casse 1, incluindo acelerômetros e microfones inteligentes TEDS. É um hardware ("front-end") para condicionadores de sinais IEPPE como o PXI-4461, PXI-4472



F6. Hardware da National Instruments para Sensores Plug&Play, incluindo BNC-2096, SCXI-1314T Bloco Terminal e Módulo Principal SC-2350.

e SCXI-1530/1 da National Instruments. O BNC-2096 permite o conexão de até 16 sensores inteligentes TEDS.

Software para Sensores Plug&Play

Os maiores fabricantes de sensores e a National Instruments utilizam uma plataforma de software comum para os TEDS, garantindo interoperabilidade para escrita e leitura de hardwares com o padrão IEEE 1451.4. Qualquer produto para aquisição de dados e condicionamento de sinal que possua o logo de sensores *Plug&Play*, mostrado na **figura 7**, é compatível com qualquer outro produto para sensores *Plug&Play*.

Os principais softwares da National Instruments para sistemas de teste e medição, compostos pelos *drivers* de hardware NI-DAQmx e o software de programação gráfica NI LabVIEW, foram modificados para aceitarem a tecnologia dos TEDS, suportando hardware de sensores *Plug&Play*. NI-DAQmx 7.2 suporta completamente sensores virtuais e sensores inteligentes TEDS compatíveis com o padrão IEEE 1451.4. A funcionalidade de leitura dos TEDS foi incorporada no software Measurement & Automation Explorer (MAX), no DAQ Assistant e funções TEDS para LabVIEW. Com isso, você pode automaticamente obter informações relativas aos TEDS de um ou mais sensores virtuais (ou sensores inteligentes TEDS) com apenas uma *click* do mouse.

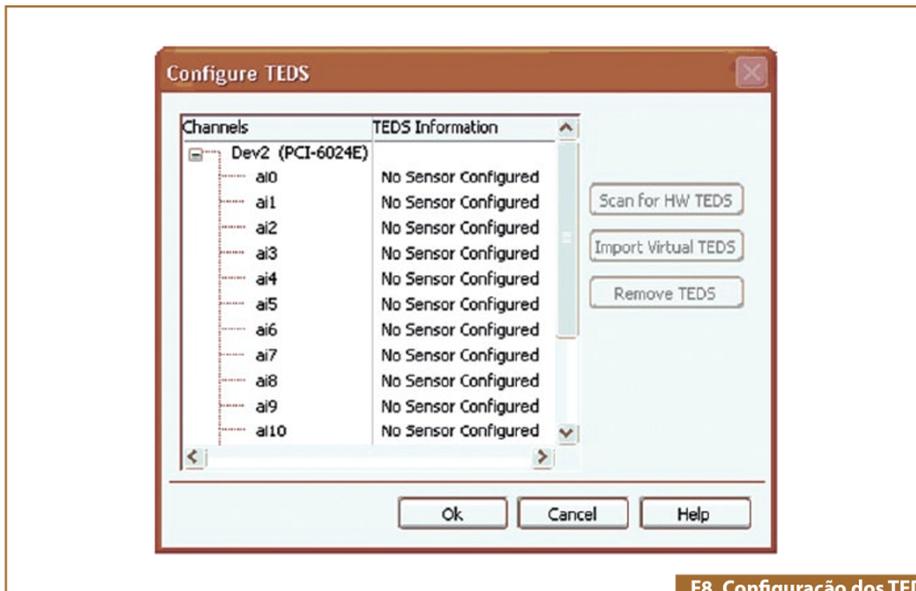


F7. Logo para os produtos de Sensores Plug&Play.

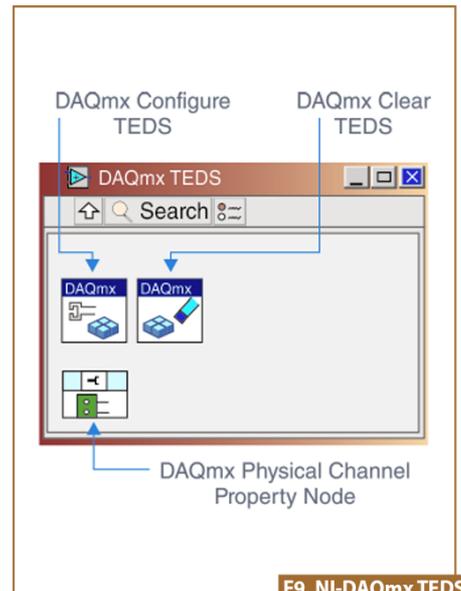
Drivers de Comunicação NI-DAQmx

Enquanto o padrão dos TEDS define a comunicação entre o módulo e os sensores, NI-DAQmx fornece a interface para a leitura de dados dos sensores e escala dos dados automática para unidades de engenharia, eliminando a digitação manual dos parâmetros dos sensores nos "data sheets". Uma vez feita a conexão dos sensores com o hardware de sensores *Plug&Play*, o usuário pode carregar os dados dos sensores inteligentes TEDS apenas com um botão no Measurement & Automation Explorer ou usando a chamada de uma função no ambiente de desenvolvimento do aplicativo. A **figura 8** ilustra a interface do MAX onde é feita a procura e configuração de sensores virtuais e sensores inteligentes TEDS conectados ao SCXI-1314T.

Enquanto o MAX fornece uma forma interativa para procura e carregamento das informações dos sensores inteligentes TEDS na memória do computador, as funções do NI-DAQmx do LabVIEW fornecem uma maneira para, programaticamente, ler, escrever e reprogramar os



F8. Configuração dos TEDS no SCXI-1314T.



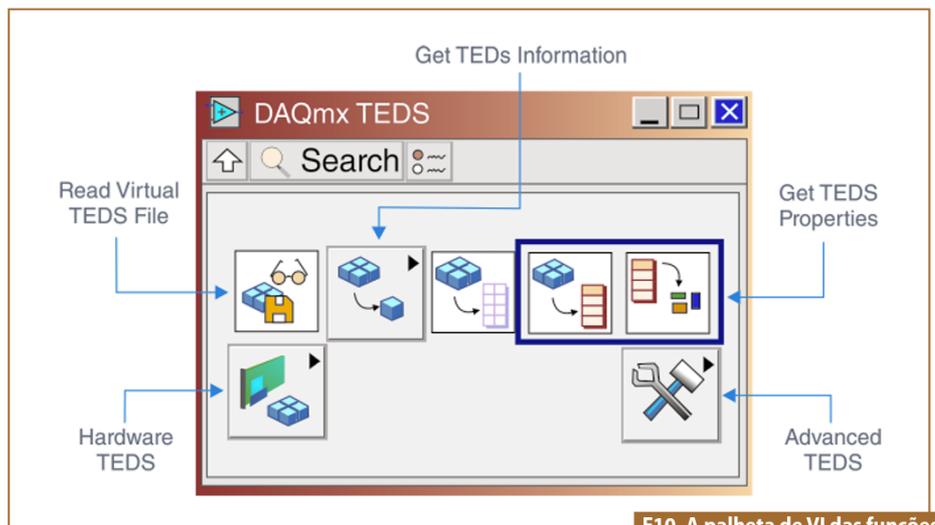
F9. NI-DAQmx TEDS Subpalette.

dados dos TEDS. As funções disponíveis no LabVIEW também fornecem um modo para que os formatos dos dados sejam adquiridos na forma de bits. A funcionalidade de reprogramação dos TEDS do LabVIEW é útil para atualização das informações de calibração ou para armazenamento de informações definidas pelo usuário, incluindo a localização física do sensor. Veja a **figura 9**.

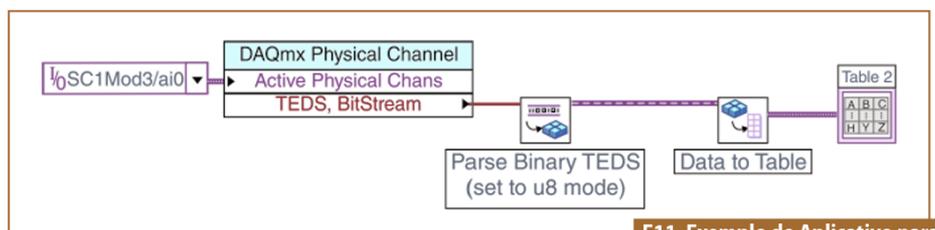
Funções para TEDS do LabVIEW

Enquanto a palheta do NI-DAQmx dos TEDS fornece as chamadas básicas necessárias para, programaticamente, configurar um sistema de medição e automação, existem outras palhetas de funções dos TEDS para manipulação e criação dos TEDS virtuais. Uma vez que as informações dos sensores inteligentes TEDS são lidas pelo LabVIEW, o usuário tem a possibilidade de fazer uma grande variedade de operações específicas nos TEDS, como a aquisição de propriedades específicas, separar as informações e criar novos TEDS. A **figura 10** mostra o nível superior da palheta de funções dos TEDS e outras funções disponíveis.

Usando NI-DAQmx com as funções para TEDS do LabVIEW, você pode facilmente criar uma aplicação para ler as informações dos TEDS de um sensor em específico, quebrar as informações lidas em um padrão apropriado para o sensor e mostrar estas informações em uma tabela, por exemplo. Esta aplicação é exibida na **figura 11**.



F10. A palheta de VI das funções para TEDS do LabVIEW.



F11. Exemplo de Aplicativo para TEDS no LabVIEW.

Conclusão

IEEE 1451.4 define um mecanismo relativamente simples, direto para adição de funcionalidades inteligentes, *plug-and-play* para sensores analógicos tradicionais. Hardware para sensores *Plug&Play*, software e sensores oferecem melhorias substanciais na utilização, precisão e confiabilidade para

sistemas que variam de apenas alguns sensores até sistemas com grandes quantidades de canais, medindo milhares de sensores. Com o apoio desta padronização, muitos fabricantes, incluindo a National Instruments, estão construindo produtos para sensores *Plug&Play* para ambos sensores virtuais e sensores inteligentes TEDS. **E**

Como projetar um Sistema de Controle: Controle Digital

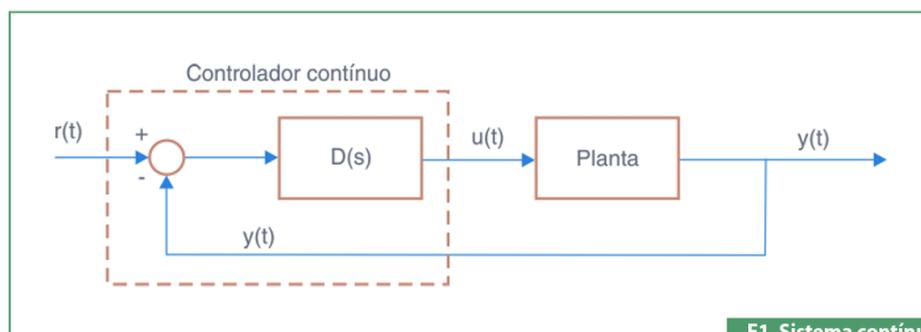


O objetivo deste artigo é mostrar como trabalhar com funções discretas tanto na forma de função de transferência quanto na forma de espaço de estados, para projetar sistemas de controle digital no LabVIEW. O link para download do software NI LabVIEW, do módulo Control Design and Simulation e dos VIs pode ser encontrado no final.

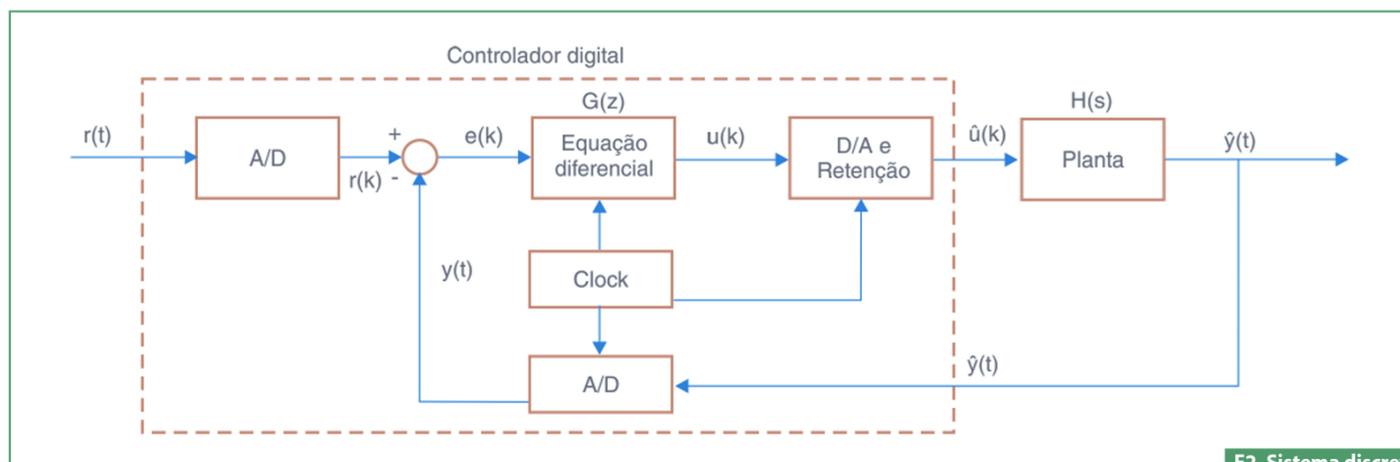
Profº Dawn Tilbury
Profº Bill Messner
Guilherme K. Yamamoto
Gustavo G. L. Peixinho
Renan A. M. de Azevedo
National Instruments

A figura 1 mostra o sistema contínuo com realimentação típico, que nós temos considerado até então neste curso. Quase todos os controladores contínuos podem ser construídos utilizando-se eletrônica analógica.

O controlador contínuo, dentro do quadrado pontilhado, pode ser substituído por um controlador digital, ilustrado na figura 2, o qual realiza a mesma tarefa de controle do anterior. A diferença básica desses controladores é que o sistema digital opera sobre sinais discretos (ou



F1. Sistema contínuo com realimentação.



F2. Sistema discreto com realimentação.

amostras do sinal do sensor) em vez de sinais contínuos.

Diferentes tipos de sinais no esquemático digital anterior podem ser representados pelos gráficos na **figura 3**.

O propósito deste artigo sobre controle digital é mostrar como usar o NI LabVIEW para trabalhar com funções discretas na forma de funções de transferência, ou na forma de espaço de estados para projetar sistemas de controle digital.

Equivalência por retenção de ordem zero

No esquemático dado para o sistema de controle digital vemos que ele contém parcelas discreta e contínua. Ao projetar um sistema de controle digital, precisamos encontrar o equivalente discreto da parcela contínua para lidar somente com funções discretas. Para esta técnica, considerar a parcela a seguir do sistema de controle digital e rearranjar como mostram as **figuras 4 e 5**.

O *clock* conectado aos conversores D/A e A/D fornece um pulso a cada T segundos, e cada conversor D/A e A/D envia um sinal somente quando o pulso chega. O propósito de ter esse pulso é exigir que $H_{zoh}(z)$ tenha somente amostras $u(k)$ para trabalhar e produzir somente amostras de saída $y(k)$; assim, $H_{zoh}(z)$ pode ser realizada como uma função discreta.

A filosofia do projeto é a seguinte: nós queremos encontrar uma função discreta $H_{zoh}(z)$ de forma que para uma entrada constante composta ao sistema contínuo $H(s)$, a saída amostrada do sistema contínuo seja igual à saída discreta. Suponha que o sinal $u(k)$ representa uma amostra do sinal de entrada. Existem técnicas para tirar essa

amostra $u(k)$ e segurá-la para produzir um sinal contínuo $u_{hat}(t)$. O esboço visto na **figura 6** mostra que $u_{hat}(t)$ é mantida constante a $u(k)$ ao longo do intervalo kT para $(k+1)T$. Essa operação de manter $u_{hat}(t)$ constante é chamada de retenção de ordem zero. Observe a **figura 6**.

O sinal de ordem zero retido $u_{hat}(t)$ vai através de $H(s)$ e o A/D para produzir a saída $y(k)$ que será o mesmo sinal composto como se o sinal discreto $u(k)$ fosse para $H_{zoh}(z)$ para produzir a saída discreta $y(k)$. Veja a **figura 7**.

Agora nós redesenharemos o esquemático, colocando $H_{zoh}(z)$ no lugar da parcela contínua, conforme exibe a **figura 8**.

Colocando $H_{zoh}(z)$, podemos projetar sistemas de controle digital lidando somente com funções discretas.

Há certos casos em que a resposta discreta não coincide com a resposta contínua devido a um circuito de retenção

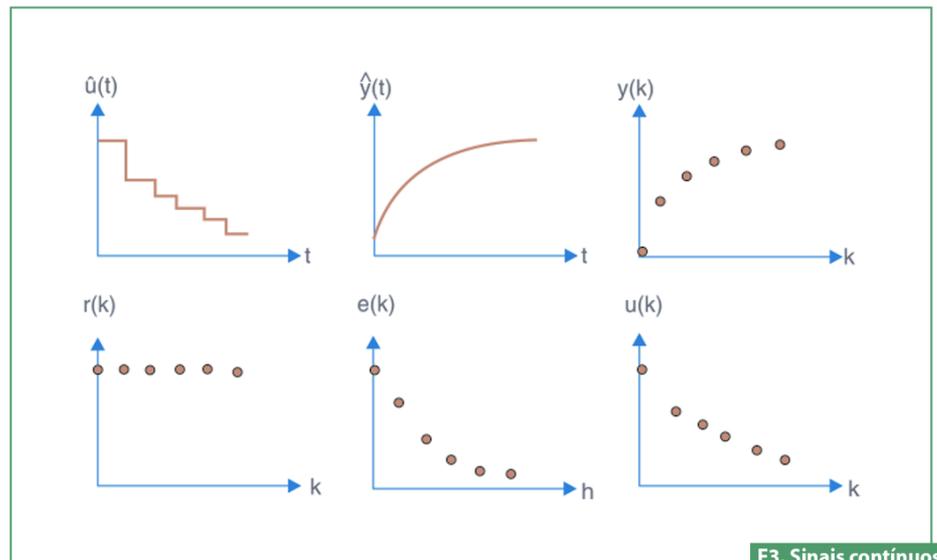
implementado em sistemas de controle digital. Nesses casos, a retenção causa um efeito de latência na resposta discreta. Este efeito pode ser reduzido diminuindo-se o tempo de amostragem.

Conversão de sistemas contínuos para discretos: Abordagem gráfica com LabVIEW

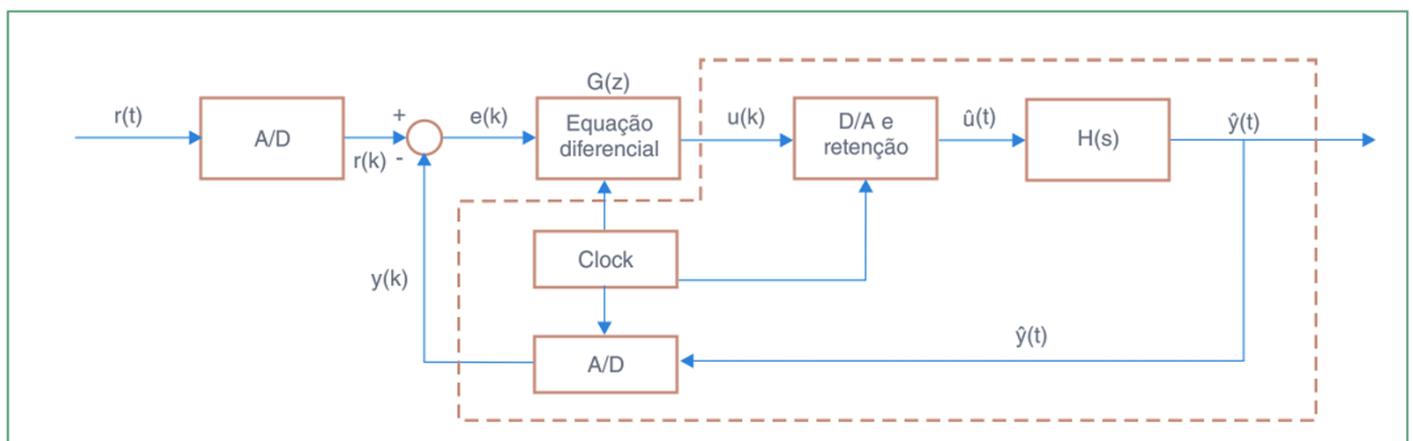
Para converter sistemas contínuos para sistemas discretos, você pode usar o *VI CD Convert Continuous to Discrete* da sessão *Model Conversion* da paleta *Control Design*. Observe a **figura 9**.

Abordagem com LabVIEW MathScript

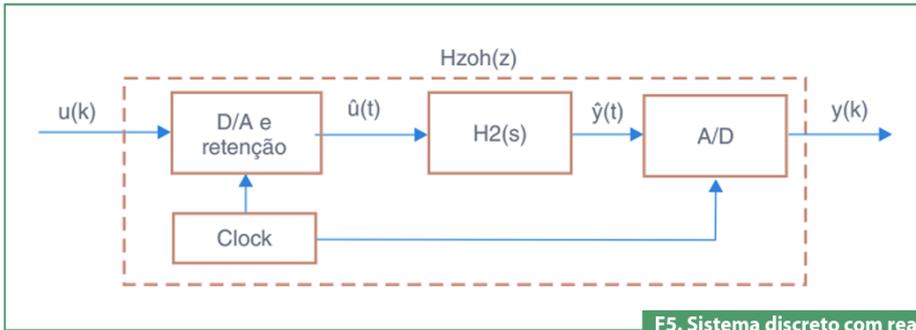
Alternativamente, a função do MathScript chamada "c2d" também converte um dado sistema contínuo para um sistema discreto. Por exemplo: $sys_d = c2d(sys, Ts, 'zoh')$.



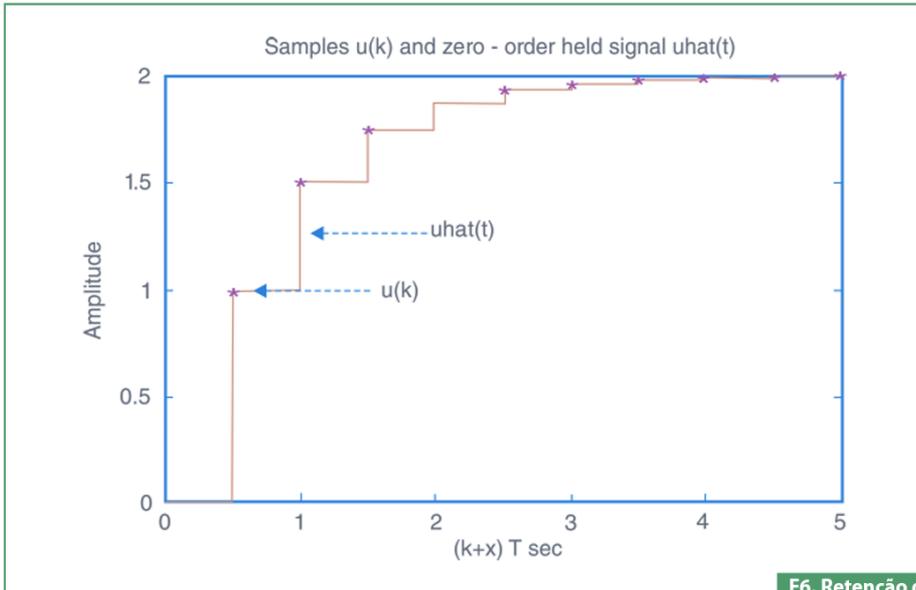
F3. Sinais contínuos e discretos.



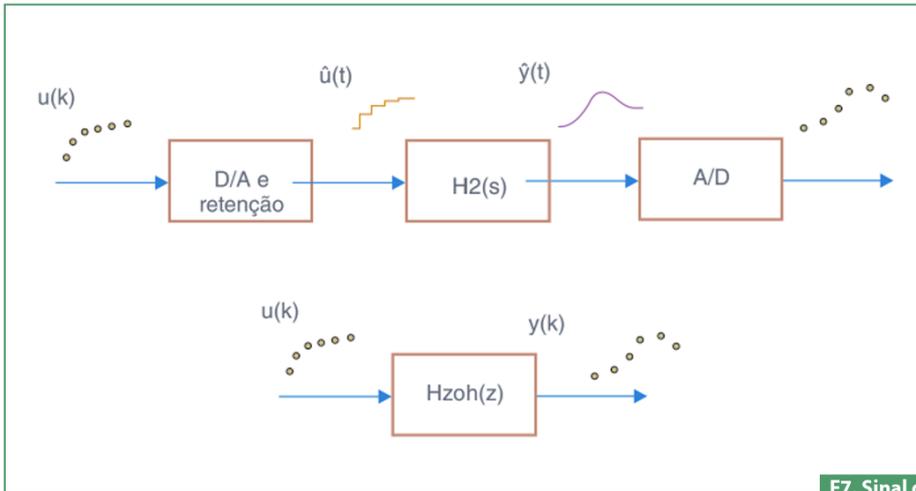
F4. Sistema discreto com realimentação.



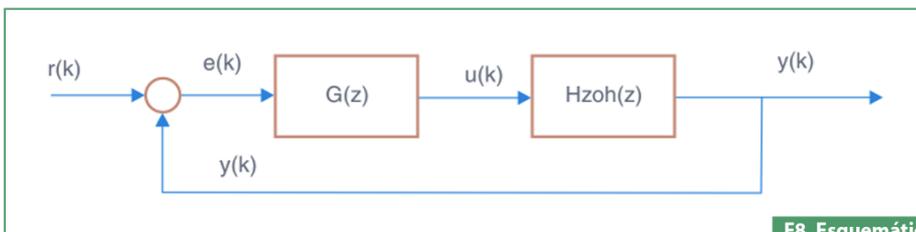
F5. Sistema discreto com realimentação rearranjado.



F6. Retenção de ordem zero.



F7. Sinal de saída.



F8. Esquemático redesenhado.

Resultado

Ambos os métodos usam a operação de retenção de ordem zero explicada acima.

Estabilidade e resposta transitória

Para sistemas contínuos, sabemos que determinados comportamentos resultam de diferentes localizações de polos no plano s. Por exemplo, um sistema é instável se qualquer polo estiver localizado à direita do eixo imaginário. Para sistemas discretos, podemos analisar os comportamentos do sistema de diferentes localizações de polos no plano z. As características no plano z podem ser relacionadas àquelas no plano s pela equação:

$$z = e^{sT}$$

Nesta equação, T = tempo de amostragem (segundo/amostra), s = localização no plano s e z = localização no plano z.

A figura 10 apresenta o mapeamento de linhas de frequência natural (Wn) e taxa de amortecimento (zeta) constante do plano s ao plano z usando a expressão mostrada acima.

Se você olhar o plano z, os limites de estabilidade não estão mais no eixo imaginário, mas agora é o círculo unitário z=1. O sistema é estável quando todos os polos estão localizados dentro do círculo unitário e instável quando qualquer um dos polos está fora dele.

Para analisar a resposta transitória das localizações dos polos no plano z, as três equações a seguir usadas em projetos de sistemas contínuos são aplicáveis:

$$\zeta \omega_n \geq \frac{4,6}{T_s}$$

$$\omega_n \geq \frac{1,8}{T_s}$$

$$\zeta \geq \sqrt{\frac{\left(\frac{\ln M_p}{\pi}\right)^2}{1 + \left(\frac{\ln M_p}{\pi}\right)^2}}$$

Nas equações acima, zeta = taxa de amortecimento, ωn = frequência natural

(rad/s), T_s = tempo de estabelecimento, T_r = tempo de subida e M_p = *overshoot* máximo.

Importante: A frequência natural (ω_n) no plano z tem a unidade de rad/amostra, mas quando você usa as equações mostradas acima, o ω_n deve estar na unidade de rad/s.

Mapeando polos e zeros de um sistema discreto

Suponha que nós tenhamos a função de transferência discreta a seguir:

$$\frac{Y(z)}{F(z)} = \frac{1}{z^2 - 0,3z + 0,5}$$

Abordagem gráfica com LabVIEW

Nós podemos mapear os zeros e polos dessa função usando o VI CD Pole-Zero Map, como mostra na **figura 11**.

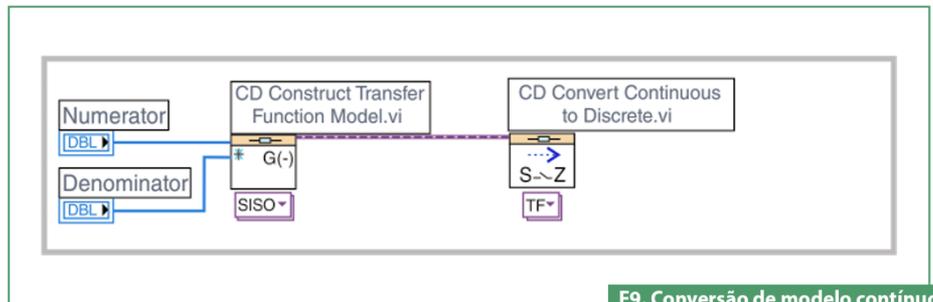
Abordagem com o LabVIEW MathScript

Alternativamente, podemos usar MathScript para mapear os polos e zeros. Abra a janela MathScript e insira os comandos a seguir. A execução deste arquivo .m na janela de comando (*command window*) dá um gráfico dos polos e zeros com as linhas de taxa de amortecimento e frequência natural constante.

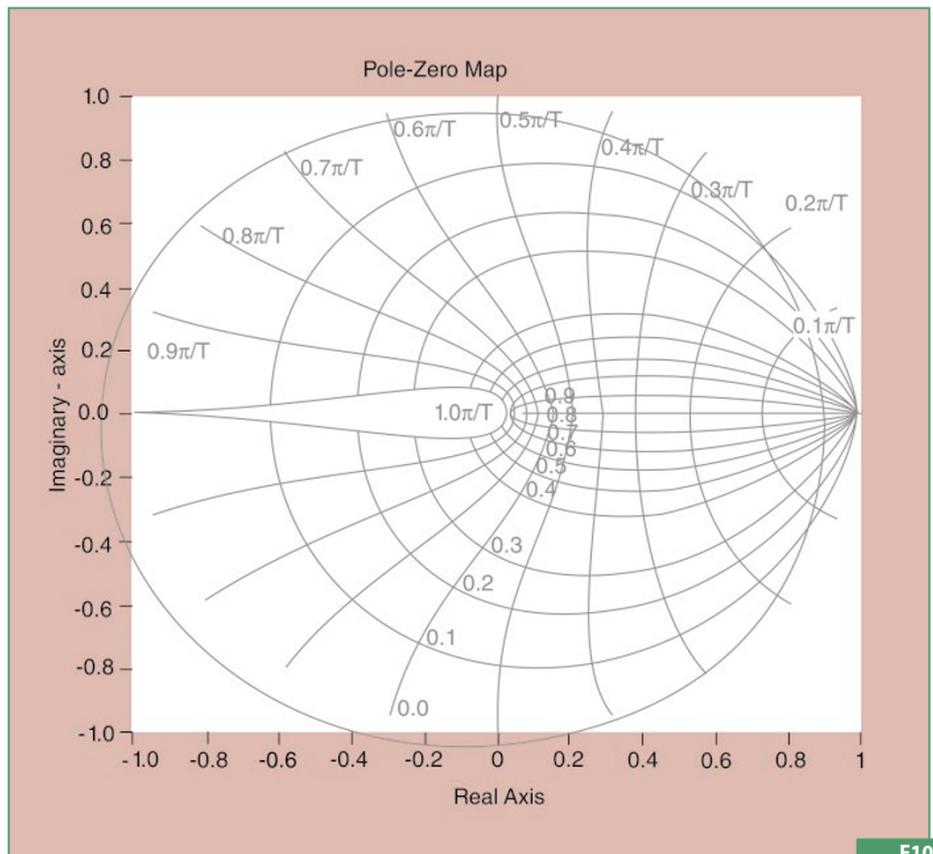
```
numDz = 1;
denDz = [1 -0.3 0.5];
sys = tf(numDz,denDz,1/20)
pzmap(sys)
axis([-1 1 -1 1])
zgrid on
```

Resultado

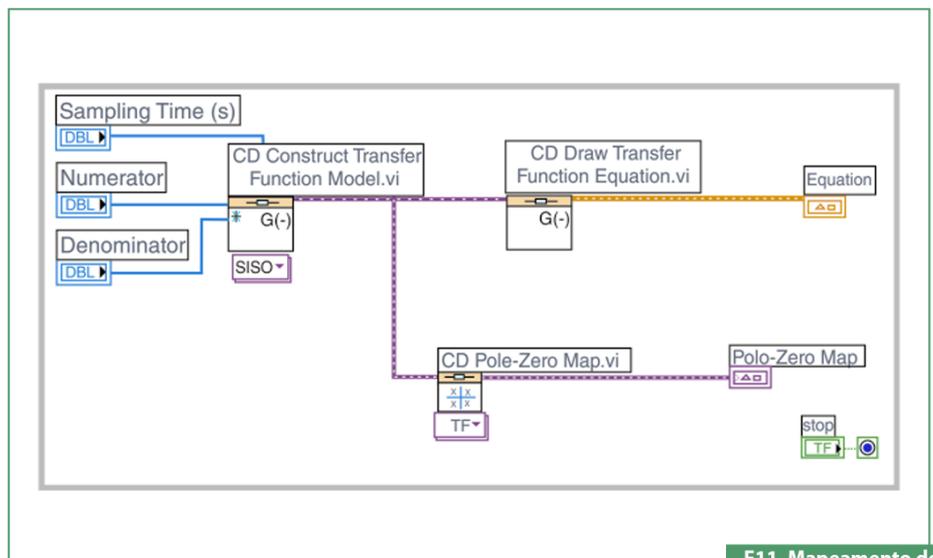
Neste gráfico da **figura 12**, nós vemos que os polos estão localizados aproximadamente na frequência natural de $9\pi/20T$ (rad/amostra) e a taxa de amortecimento de 0,25. Assumindo que temos um tempo de amostragem de 1/20 s (o que nos leva a $\omega_n = 28,2$ rad/s) e usando as três equações mostradas antes, nós podemos determinar que este sistema deve ter tempo de subida de 0,06 s, um tempo de estabelecimento de 0,65 s e um overshoot máximo de 45% (0,45 a mais do que o valor de regime estacionário). Vamos obter uma resposta ao degrau para ver se isto está correto.



F9. Conversão de modelo contínuo para modelo discreto.



F10. Plano z.



F11. Mapeamento de polos e zeros.

Abordagem gráfica com LabVIEW

Adicione o VI CD Step Response ao seu diagrama de blocos. **Figura 13.**

Abordagem com LabVIEW MathScript

Se você estiver usando a janela MathScript, adicione os comandos a seguir à janela de comando.

```
sys = tf(numDz,denDz,1/20);
step(sys,2.5);
```

Resultado

Você deve obter a resposta ao degrau dada na **figura 14.**

Como podemos ver no gráfico apresentado, o tempo de subida, o tempo de estabelecimento e o overshoot vieram a ser o que nós esperávamos. Isso mostra como você pode usar as localizações dos polos e as três equações acima para analisar a resposta transitória do sistema.

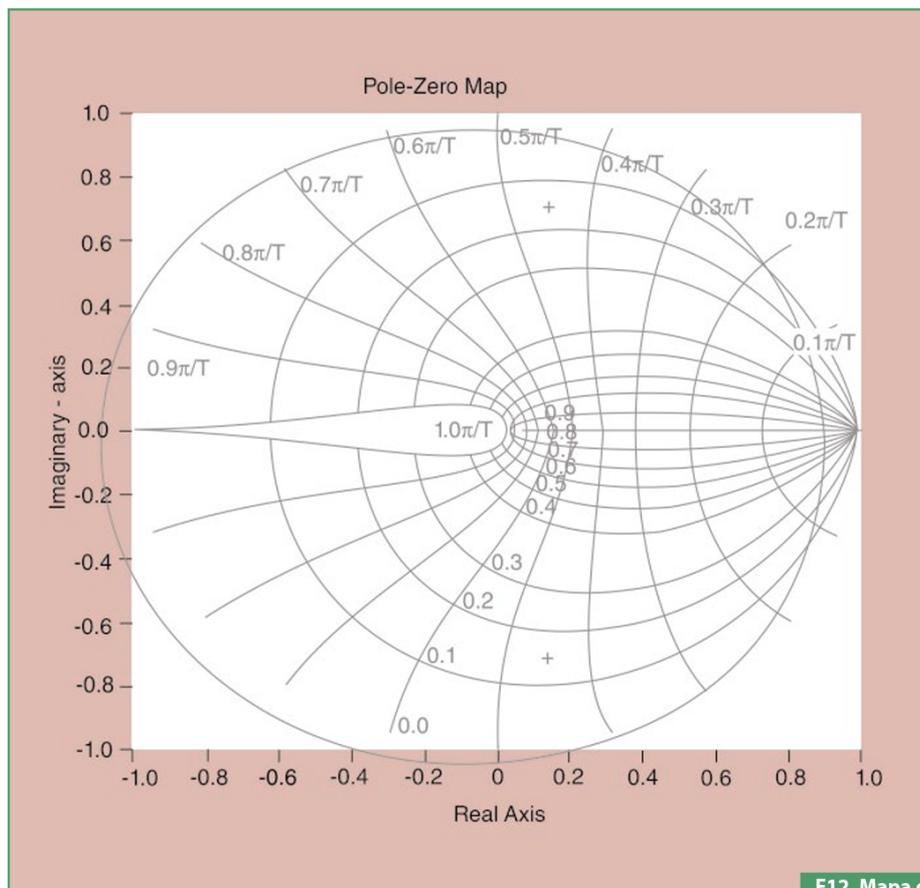
Lugar das raízes discreto

O lugar das raízes é o lugar geométrico dos pontos onde as raízes da equação característica podem ser encontradas, conforme um único ganho é variado de zero ao infinito. A equação característica de um sistema com realimentação unitária é:

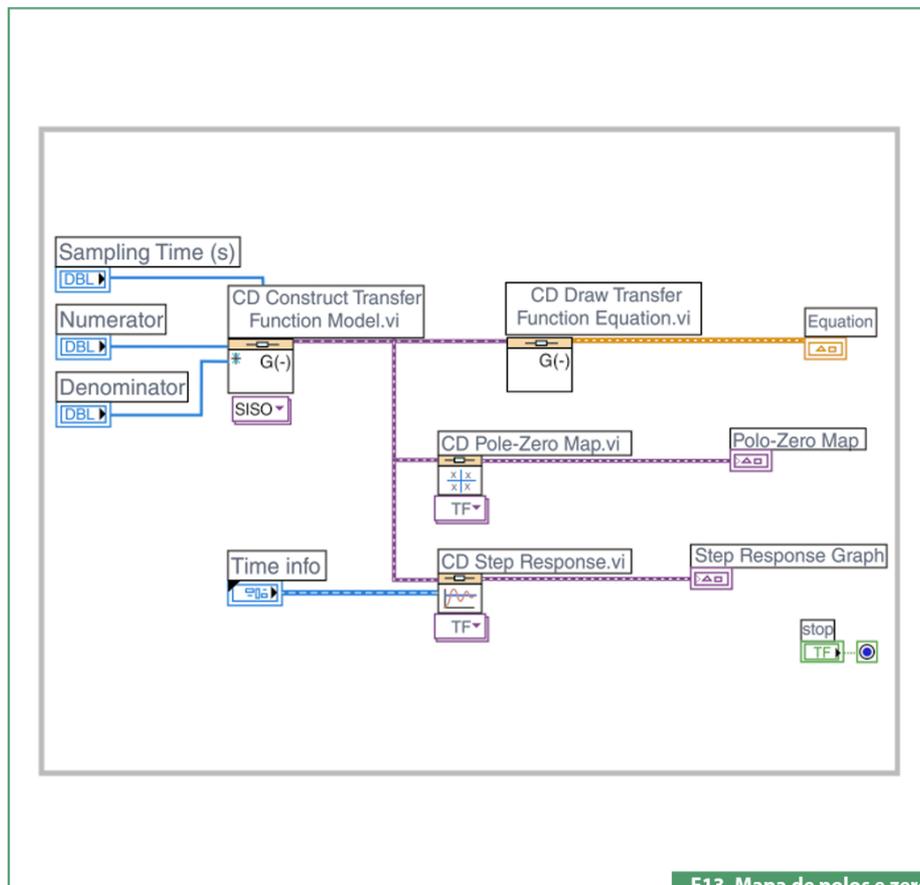
$$1 + KG(z) Hz oh(z) = 0$$

Nessa equação, $G(z)$ é o compensador implementado no controlador digital e $H(z)$ é a função de transferência da planta.

A mecânica de desenhar os lugares das raízes é exatamente a mesma no plano z e no plano s . Lembre-se do tutorial sobre lugar das raízes, nós utilizamos a função MathScript chamada `sgrid on` para ativar as linhas de grade do lugar das raízes a fim de encontrar a região do lugar das raízes que dá um ganho (K) aceitável. Para a análise de lugar das raízes discreto, nós utilizaremos a função `zgrid on`. O comando `zgrid on` desenha linhas de taxa de amortecimento (ζ) e frequência natural (ω_n) constantes. Suponha que nós tenhamos a seguinte função de transferência discreta:



F12. Mapa de polos e zeros.



F13. Mapa de polos e zeros com resposta ao degrau.

$$\frac{Y(z)}{F(z)} = \frac{z - 0,3}{z^2 - 1,6z + 0,7}$$

Os requisitos são uma taxa de amortecimento maior que 0,6 e uma frequência natural maior que 0,4 rad/amostra (estes podem ser encontrados a partir dos requisitos do projeto, tempo de amostragem (segundos/amostra) e das três equações mostradas na sessão anterior).

Abordagem com o LabVIEW MathScript

Na janela MathScript, insira os comandos a seguir. A execução disso deve te dar um gráfico do lugar das raízes.

```
numDz = [1 -0.3];
denDz = [1 -1.6 0.7];
sys = tf(numDz,denDz,1);
rlocus(sys)
axis([-1 1 -1 1])
zgrid on
```

Resultado

A figura 15 mostra o gráfico que você deve visualizar. As linhas vermelha e verde foram sobrepostas no gráfico.

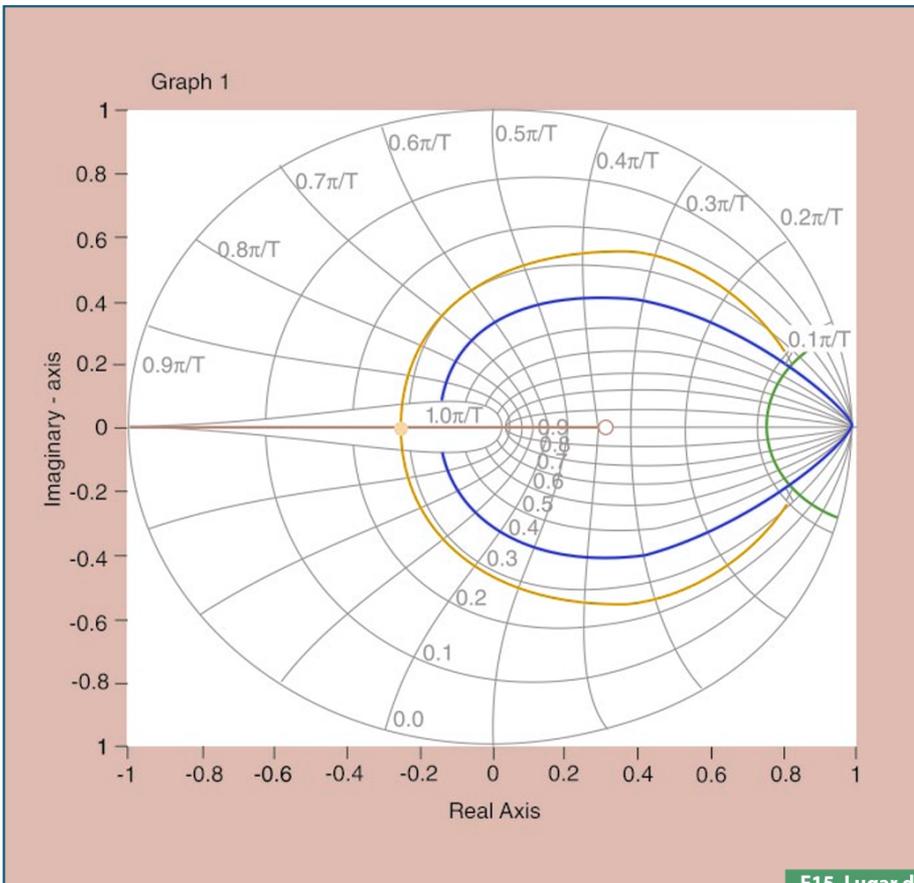
A partir deste gráfico, percebemos que o sistema é estável porque todos os polos estão localizados dentro do círculo unitário. Na figura, a linha vermelha sobreposta no gráfico indica localizações de polo com uma taxa de amortecimento (Zeta) de 0,4. Similarmente, a linha verde mostra localizações com uma frequência natural (ω_n) de 0,3. A frequência natural é maior que 0,3 fora da linha de ω_n constante e a taxa de amortecimento é maior que 0,4 dentro da linha de zeta constante.

Neste exemplo, nós possuímos o lugar das raízes desenhado na região desejada. Portanto, um ganho (K) escolhido de um dos lugares na região desejada deve te dar a resposta que satisfaz os requisitos do projeto. **E**

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



F14. Resposta ao degrau.



F15. Lugar das raízes discreto.

Medição de Pressão com o Sensor MPX5700AP e PIC

Descrição de uma aplicação-exemplo de medida de pressão num processo industrial, utilizando sensor específico e microcontrolador na sua implementação.

Vitor Amadeu Souza
vitor@cerne-tec.com.br
www.cerne-tec.com.br

Para demonstrar o funcionamento do experimento foi utilizado o kit didático Cerne Pressão, com placa mostrada na **figura 1**. Para realizarmos a medição da pressão usaremos o sensor da Freescale MPX5700AP, veja seu aspecto físico na **figura 2**.

Apesar de composto de 6 pinos, apenas 3 destes são usados, neste caso os pinos 1, 2 e 3; os outros pinos 4, 5 e 6 são do tipo NC (não conectado). No pino 3 ligaremos o 5 V, no pino 2 o GND da fonte, e o pino 1 é a saída analógica (Vout) proporcional à pressão injetada no orifício do sensor do sensor.

Este sensor mede na faixa de 0 a 101,5 psi, o que equivale de 0 a 700 kPa. A tensão de saída Vout será proporcional à pressão de entrada, onde caso tenhamos a pressão mínima (neste caso 0 psi) teremos na saída do sensor a tensão de 0,2 V. Se tivermos a pressão máxima 101,5 psi, teremos no pino Vout a tensão de 4,7V, e assim linearmente, conforme sugere a **figura 3**.

O conversor AD do PIC18F1220 é de 10 bits, o que quer dizer que o mesmo é capaz de ter uma resolução de 1024 pontos, já que 2^{10} é igual a este valor. O sensor de pressão estará ligado a uma das entradas analógicas do microcontrolador, no qual retornará como resultado um valor binário que estará na faixa de 0 a 1023. Sendo assim, podemos montar o gráfico da **figura 4**, que converte a escala de psi para os bits referentes à conversão AD.

Desta forma, teremos a relação matemática da **figura 5** e os cálculos a seguir entre o resultado da conversão AD e medição dada em psi.

$$\frac{x-41}{962-41} = \frac{y-0}{101,5-0}$$

$$\frac{x-41}{921} = \frac{y}{101,5}$$

$$y = 101,5 * \frac{(x-41)}{921}$$

Ou seja, após a leitura da entrada analógica, deveremos executar o cálculo matemático mostrado de modo a obtermos o valor da pressão e apresentá-lo no *display*.

Configurando o AD

Para configurarmos o conversor AD do PIC, faremos uso ao todo de três registradores, sendo estes o ADCON0, ADCON1 e ADCON2. Além destes, temos os registradores ADRESH e ADRESL que fornecerão o resultado da conversão em bits. Observe na **figura 6** o registrador ADCON0.

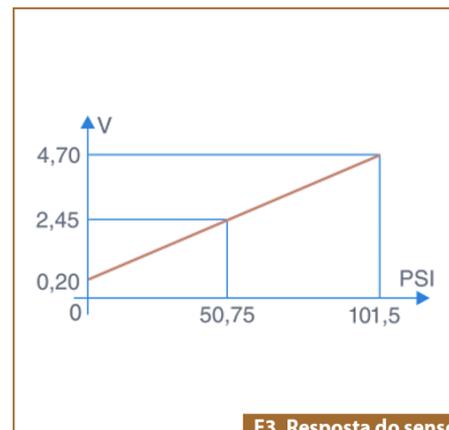
Os bits 7 e 6, chamados de VCFG1 e VCFG0, têm a função de configurar a tensão de referência para o conversor AD. Como no nosso caso a tensão de referência será proveniente da própria alimentação do microcontrolador, devemos deixar ambos em 0. Já os bits CHS2, CHS1 e CHS0 permitem seleccionar qual canal AD iremos usar para a conversão. Como o sensor de pressão está conectado na entrada



F1. Kit Didático Cerne Pressão.



F2. Sensor de Pressão MPX5700AP.



F3. Resposta do sensor MPX5700AP.

AN0, deveremos deixar estes bits em 0, uma vez que a combinação deles permite selecionar um canal para a conversão AD, conforme indica a **tabela 1**.

Já o bit 1, denominado "GO_DONE", tem a função de inicializar a conversão AD. Sempre que formos dar início a conversão, deveremos colocar este bit em 1 e verificar quando o mesmo ficará em 0, pois neste momento será a indicação de que a conversão AD terminou. O bit 0, chamado ADON, permite ligar ou desligar a máquina de conversão AD, ficando no nosso caso em 1 já que nosso interesse é que a máquina de conversão fique ligada. Desta forma, o registrador ADCON0 ficará configurado da seguinte forma no nosso programa: `ADCON0=0b00000001;`

Já o registrador ADCON1 tem a função de configurar quais dos pinos do PIC serão analógicos ou não. Observe na **figura 7** que os pinos RA0, RA1, RA2, RA3, RB0, RB1 e RB4 têm a função especial AN0, AN1, AN2, AN3, AN4, AN5 e AN6 respectivamente.

Através do registrador ADCON1 da **figura 8**, poderemos configurar individualmente quais destes pinos serão analógicos ou digitais.

O bit PCFG0 é referente a entrada AN0, o PCFG1 a AN1, e assim sucessivamente. Caso um destes bits esteja em 1, o pino estará configurado no formato digital e caso esteja em 0, no formato analógico. Como neste exemplo usaremos apenas a entrada AN0 como analógica, deixaremos este registrador da seguinte forma: `ADCON1=0b01111110;`

O registrador ADCON2 apresentado na **figura 9** tem a tarefa de configurar o formato da conversão AD assim como a velocidade de conversão e tempo de aquisição.

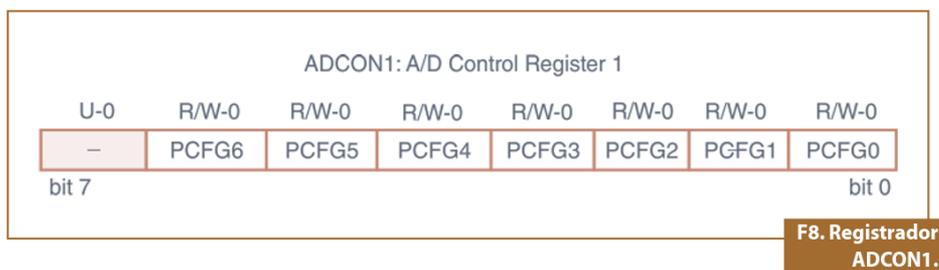
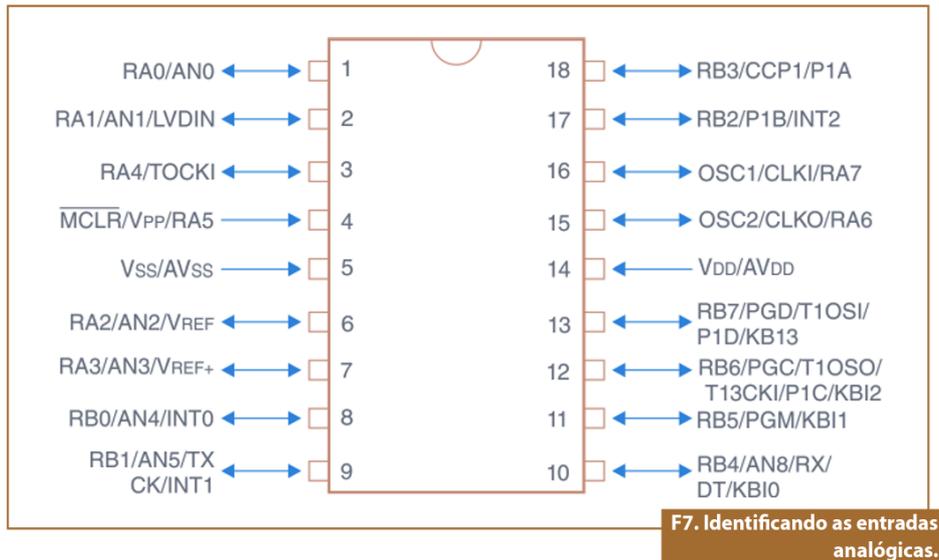
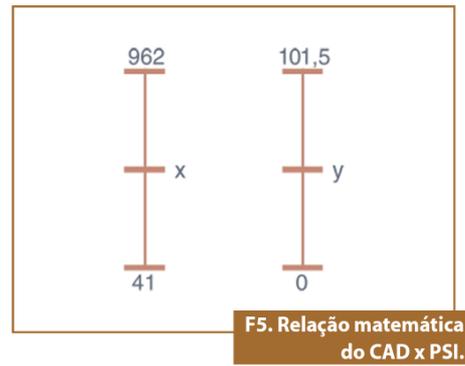
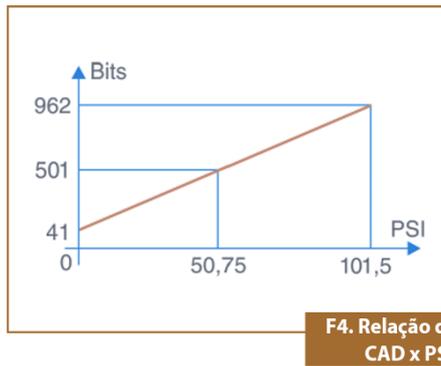
Usaremos este registrador da seguinte forma: `ADCON2=0b11111111;`

Esquema Elétrico

O esquema elétrico para este exemplo está apresentado na **figura 10**, na qual observamos o display LCD que mostrará a pressão medida e o sensor conectado a entrada AN0 do PIC.

Código-fonte

No **box 1** está o código-fonte na linguagem C usando o compilador C18,

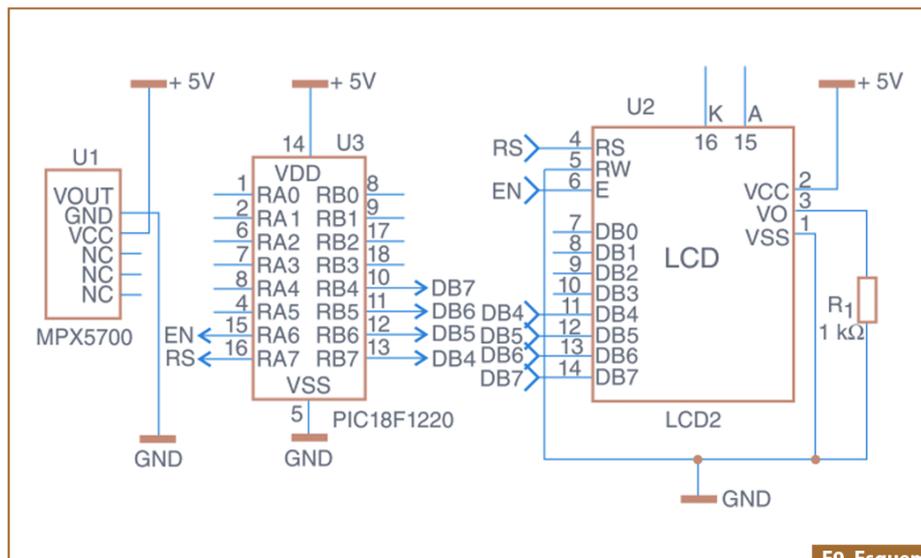


CHS2	CHS1	CHS0	Canal Selecionado
0	0	0	AN0
0	0	1	AN1
0	1	0	AN2
0	1	1	AN3
1	0	0	AN4
1	0	1	AN5
1	1	0	AN6

que permitirá medir o sensor de pressão MPX5700AP e apresentar no LCD o resultado da medição. Após o início da conversão AD, colocando-se o bit GO_DONE em 1, aguarda-se em seguida que este bit vá a 0 e a leitura dos registradores ADRESH e ADRESL é feita, de forma a obter o resultado da conversão. Feito isto, é realizado o cálculo matemático apresentado anteriormente para se obter o resultado em psi, e é apresentado no LCD tal resultado.

Conclusão

Medição de pressão é um recurso muito utilizado em processos e projetos industriais, dentre outras aplicações. Neste artigo, procurou-se desenvolver uma aplicação de medição de pressão de 0 a 101,5 psi utilizando o sensor MPX5700AP com o microcontrolador PIC programado em C. Através desta aplicação, o projetista poderá fazer projetos que estejam próximos de sua realidade, possibilitando assim o monitoramento e controle de unidades de pressão.



F9. Esquema elétrico.



F10. Registrador ADCON2.

Box 1 : Código-Fonte

```
#include <p18f1220.h> //Define o PIC18F1220
#include <stdlib.h> //Biblioteca de conversão
#include <string.h> //Biblioteca de string
#include "lcd.h" //Biblioteca de LCD

#pragma config OSC = INTIO2 //Clock interno
#pragma config WDT = OFF //Desliga Watchdog
#pragma config LVP = OFF //Desliga programação LVP

void lcd_texto(char *texto); //Prototipagem de função

void main(void)
{
    char dado[20]; //Declara variável vetor

    lcd_inic(); //Inicializa o LCD

    ADCON0=0b00000001; //Configura o ADC
    ADCON1=0b01111110;
    ADCON2=0b11111111;

    while(1)
    {
        unsigned long pressao; //Declara variável de pressão
        unsigned long medicao; //Declara variável de medição
        ADCON0bits.GO_DONE=1; //Inicia conversão
        while(ADCON0bits.GO_DONE==1); //Aguarda fim da conversão
        cao=(ADRESH<<8)+ADRESL; //Faz a leitura da conversão
        pressao=(101.5*(medicao-41))/921; //Faz a conversão para psi

        itoa(pressao,dado); //Converte para caracter
        strcatpgm2ram(dado," PSI"); //Adiciona string psi

        lcd_locate(1,1); //Posiciona na 1ªlinha e 1ªcoluna
        lcd_texto(dado); //Apresenta informação no LCD
    }
}

void lcd_texto(char *texto)
{
    do
    {
        lcd_dado(*texto);
        *texto++;
    }while(*texto);
}
```

AD7091:

ADC de 12 bits, 1 MSPS, de baixíssima potência, em LFCSP de 8 terminais

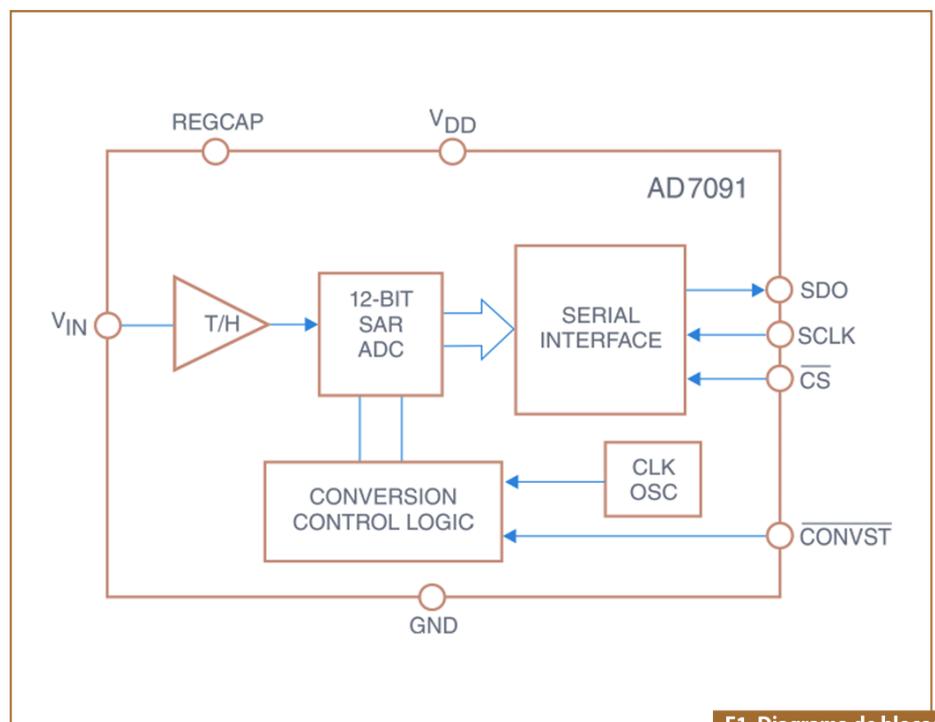
Conversor analógico-digital de baixíssima potência, fabricado pela empresa norte-americana Analog Devices, Inc. É recomendado para uso em sistemas alimentados por bateria (aparelhos portáteis, instrumentos médicos, telefones celulares, etc); sistemas de controle e instrumentação; aquisição de dados; sensores ópticos; funções de monitoração/diagnóstico; entre outras.

Tradução/Adaptação: Eutíquio Lopez

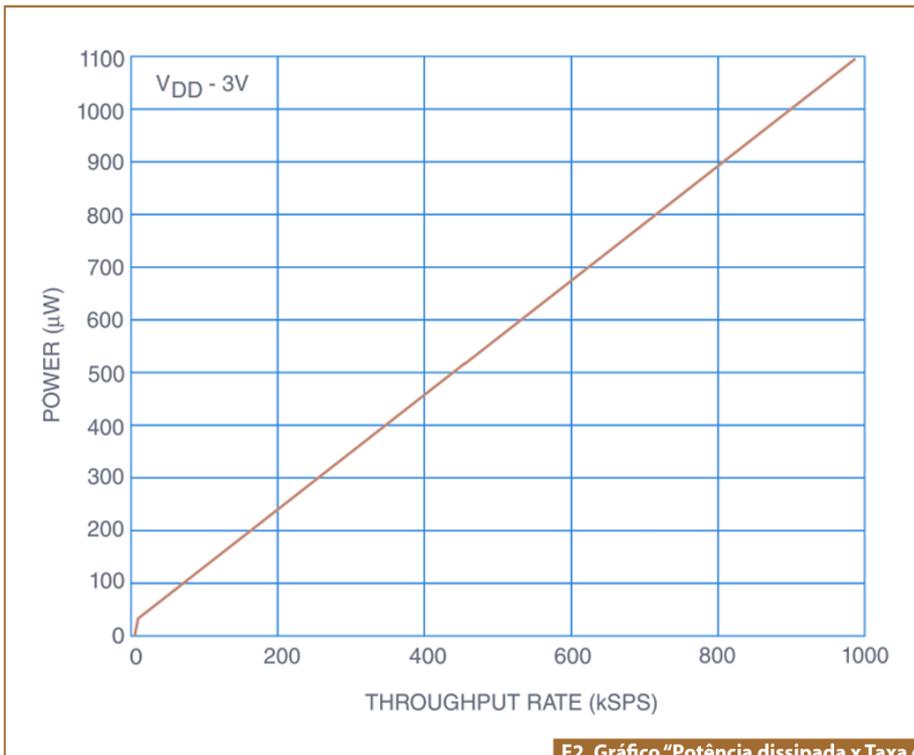
O AD7091 é um conversor analógico-digital registrador de aproximações sucessivas (SAR ADC) de 12 bits, o qual oferece um consumo baixíssimo de potência (367 μ A típico para 3 V e 1 MSPS), alcançando rápidas taxas de transferência (1 MSPS com SCLK de 50 MHz). Ele funciona com fonte única de alimentação entre

2,09 V e 5,25 V. Caracteriza-se também por um *clock* de conversão “on-chip” e uma interface serial de alta velocidade.

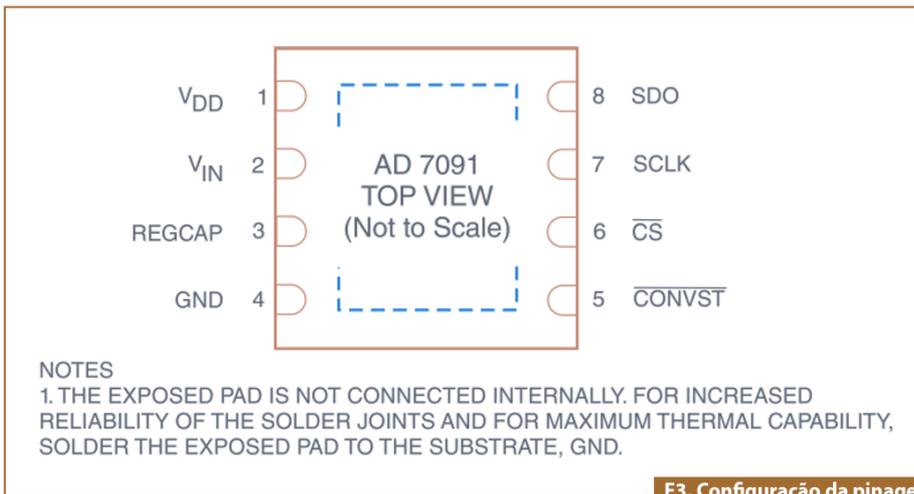
Os processos de conversão e aquisição de dados são controlados usando-se o sinal $\overline{\text{CONVST}}$ e um oscilador interno. O ADC tem uma interface serial que possibilita a leitura dos dados após a conversão, alcançando taxas de transferência de



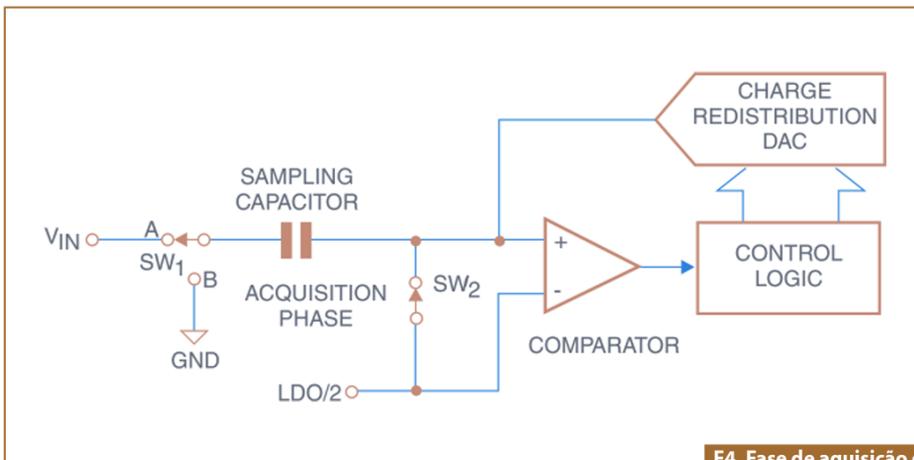
F1. Diagrama de blocos funcional do AD7091.



F2. Gráfico "Potência dissipada x Taxa de transferência" para o AD7091.



F3. Configuração da pinagem do AD7091.



F4. Fase de aquisição de dados do ADC.

1 MSPS. Ele emprega um *design* avançado e técnicas de processo para conseguir-se uma dissipação baixíssima de potência com altas taxas de amostras.

Veja, na **figura 1**, o diagrama de blocos funcional do conversor AD7091.

Acompanhe na **figura 2** o gráfico da potência dissipada pelo conversor em função da taxa de transferência.

A referência de tensão é derivada internamente de V_{DD} . Este projeto permite a mais ampla faixa de entrada dinâmica para o ADC, que é o range de entrada analógica do AD7091 (de 0 V até V_{DD}).

Pinagem e descrições das funções

Observe na **figura 3** a pinagem do AD7091. Na **tabela 1**, adiante, são dadas as descrições das funções dos pinos desse ADC.

Teoria de funcionamento

As informações básicas sobre o circuito, a forma de operá-lo como conversor analógico-digital e as características de transferência são informadas a seguir:

Informação sobre o circuito

O AD7091 possui um amplificador track-and-hold (de seguimento e retenção) *on-chip* e um conversor analógico-digital com uma interface serial, todos alojados em um invólucro miniatura LFCSP de 8 terminais. Esse *package* oferece uma vantagem considerável em termos de economia de espaço, quando comparado a soluções alternativas. A entrada de clock serial acessa os dados a partir do componente. O clock para o SAR ADC é gerado internamente.

O conversor não precisa de nenhuma referência externa. A tensão de referência para o AD7091 é retirada da fonte de alimentação e, assim, provê a mais larga faixa de entrada dinâmica (0 a V_{DD}). Ele oferece também uma opção *power-down* para economizar energia entre as conversões, que é implementada usando-se a interface serial padrão.

Operando como conversor

O AD7091 é um SAR ADC baseado em torno de uma redistribuição de car-

ga por DAC. As **figuras 4 e 5** mostram esquemas simplificados do conversor analógico-digital.

A **figura 4** ilustra o ADC durante sua fase de aquisição. A chave SW_2 está fechada e a SW_1 na posição A. O comparador é mantido em uma condição balanceada e o capacitor de amostragem (*sampling capacitor*) adquire a tensão sobre V_{IN} .

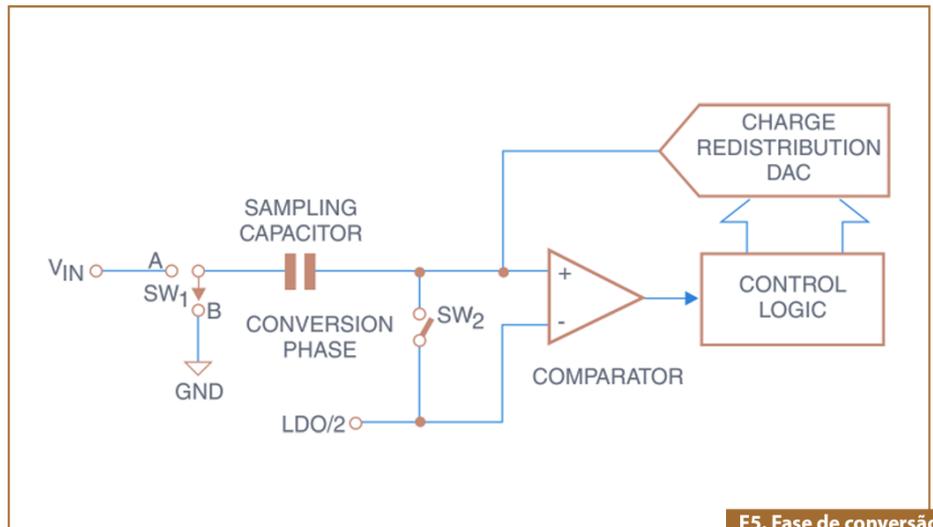
Quando o ADC começa a conversão, SW_2 abre e SW_1 move-se para a posição B, forçando o desbalanceamento do comparador (**figura 5**).

A lógica de controle e o DAC de redistribuição de carga são usados para adicionar e subtrair quantidades fixas de carga do capacitor de amostragem para levar o comparador de volta à condição balanceada.

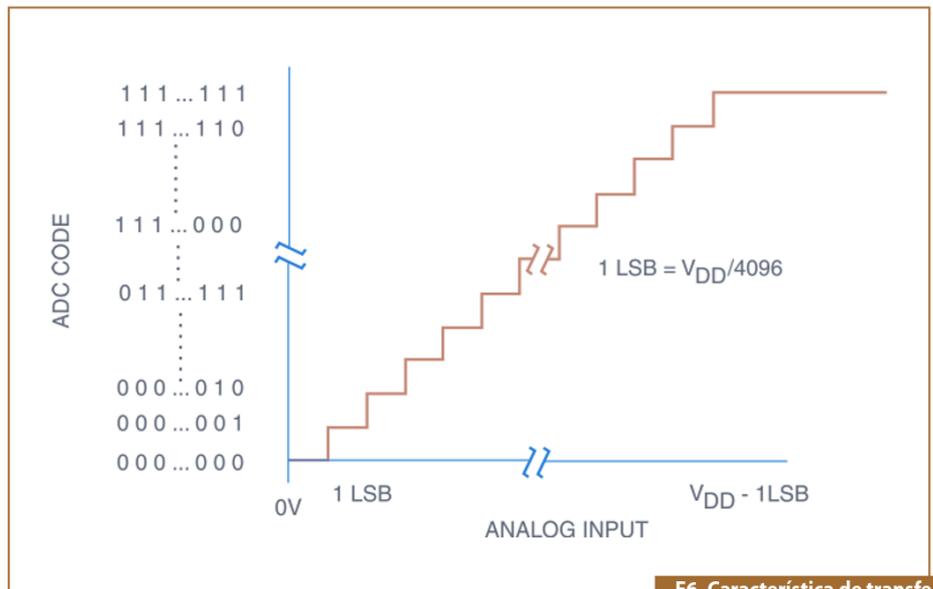
Quando o mesmo é rebalanceado, a conversão está completada. A lógica de controle gera o código de saída do ADC.

Função de transferência do ADC

A codificação de saída do AD7091 é diretamente binária. As transições de código projetadas ocorrem na metade do caminho entre valores LSB inteiros sucessivos, a exemplo de 0,5 LSB – 1,5 LSB, e assim por diante. O tamanho do LSB para o AD7091 é $V_{DD}/4096$. A característica de transferência ideal do conversor é a mostrada na **figura 6**. **E**



F5. Fase de conversão do ADC.



F6. Característica de transferência do AD7091.

Pino nº	Mnemônico	Descrição
1	V_{DD}	(Power Supply Input) – Entrada de Alimentação. A faixa de V_{DD} é entre 2,09 V e 5,25 V. Desacoplar esse pino com capacitores para o GND com valores de 10 μ F e 100 nF.
2	VIN	(Analog Input) – Entrada Analógica. O range de entrada analógica nesse terminal vai de 0 a V_{DD} .
3	REGCAP	(Decoupling Capacitor Pin for Voltage Output) – Pino do Capacitor de Desacoplamento para a Saída de Tensão do Regulador LDO. Desacoplar esse pino separadamente para o GND, usando um capacitor de 1 μ F. A tensão típica no pino é de 1,8 volts.
4	GND	Ground (terra). Esse pino é o ponto de referência do terra para todo o circuito do AD 7091. O sinal de entrada analógica deverá ser referenciado a essa tensão GND.
5	$\overline{\text{CONVST}}$	Conversion Start – Entrada lógica disparada pela borda, ativa em nível baixo. A borda de descida de $\overline{\text{CONVST}}$ localiza o “track-and-hold” no modo hold e dá início a uma conversão.
6	$\overline{\text{CS}}$	Chip Select – Entrada lógica ativa, em nível baixo. O barramento serial é habilitado quando $\overline{\text{CS}}$ é mantido em nível baixo. Nesse modo, $\overline{\text{CS}}$ é usado para ordenar os dados de saída no bus SPI.
7	SCLK	Serial Clock – Esse pino funciona como entrada de clock serial.
8	SDO	Serial Data Output – Os dados de saída convertidos são fornecidos nesse pino como um fluxo de dados seriais. Os bits são retirados na borda de descida da entrada SCLK. O primeiro dado fornecido é o MSB.
9	EPAD	Exposed Pad – Este não é conectado internamente. Para melhorar a confiabilidade das junções soldadas e para a máxima capacidade térmica, faça a soldagem de Exposed Pad no substrato (GND).

T1. Descrições das funções dos pinos do AD7091.

Minimize a Corrente de "Standby" de Memórias DDR em Aplicações Automotivas

"Uma estratégia de projeto utilizada pelos fabricantes de automóveis para encurtar o tempo de start-up da eletrônica embutida (que o motorista tem que aguardar quando liga a chave de partida do veículo) consiste em manter as memórias dinâmicas RAM energizadas durante o tempo todo, inclusive com o motor desligado (estado de ignition-off).

David Gilbert
Linear Technologies
Tradução/Adaptação:
Eutíquio Lopez

A memória DDR3 usada em automóveis funciona alimentada por tensão de 1,5 V, com correntes de carga (de pico) acima de 2 A. Nessas aplicações, o rendimento (ou eficiência) com cargas leves é importante, justamente para preservar a vida da bateria quando o automóvel não estiver rodando. Uma memória DDR pode consumir entre 1 e 10 mA (com tensão de 1,5 V) em *standby*, mas, convenhamos que drenar dez miliampères da bateria é inaceitável quando o carro ficar estacionado por longos períodos.

Um regulador "buck" chaveado, tipo step-down, drena menos corrente de entrada do que corrente de carga, proporcionalmente, pela relação de step-down dada a seguir:

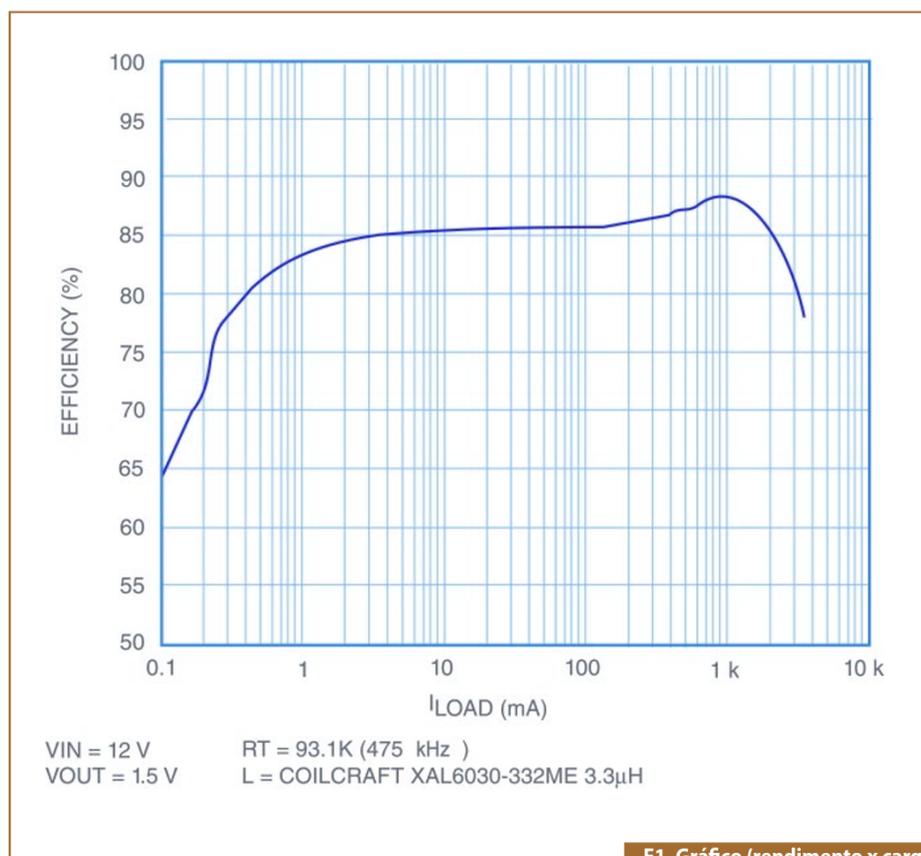
$$I_{IN} = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{IN}}$$

Onde: η é o fator de rendimento (0 a 1).

O gráfico da **figura 1** mostra que o regulador step-down síncrono LT8610AB alcança um rendimento aproximado de 83% com carga de 1 mA. Para uma tensão de bateria de 12 V e uma corrente de carga de 1 mA (em 1,5 V), a corrente de entrada calculada é de apenas 151 μ A.

Conversão DC/DC direta da Bateria do Carro para a Memória DDR de 1,5 V

Os CIs LT8610A e LT8610AB são reguladores step-down síncronos,



F1. Gráfico (rendimento x carga) para o LT8610AB.

monolíticos, que foram projetados especificamente para aplicações em sistemas automotivos. Eles fornecem 3,5 A, enquanto consomem apenas 2,5 μA de corrente quiescente. Com um *on-time* mínimo (típico) de 30 ns, isso permite que os desenvolvedores projetem reguladores buck de alta frequência de chaveamento, compactos, com grandes relações de step-down.

A **figura 2** ilustra uma aplicação que fornece na saída uma corrente de 3,5 A, com 1,5 V. A frequência de operação do conversor step-down é de 475 kHz para otimizar o rendimento e permanecer abaixo da banda de rádio AM.

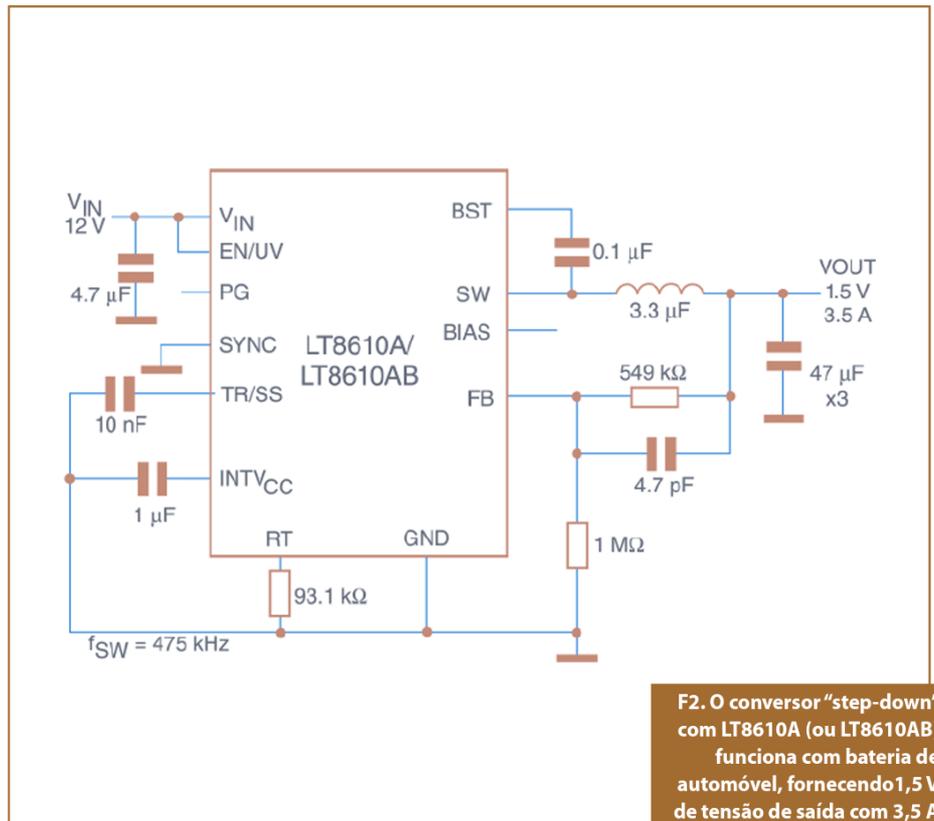
Um projeto de chave eletrônica robusta e um comparador interno de corrente (de alta velocidade) viabilizam a proteção do dispositivo na ocorrência de curto-circuitos na saída. A mínima tensão de entrada é de 3,4 V (no pior caso); o máximo ciclo ativo (*duty cycle*) fica acima de 99%; e a queda de tensão típica (*dropout voltage*) é de 200 mV, com 1 A de corrente de carga. Com essas características, a tensão de saída permanece regulada durante a partida do motor a frio (*cold-crank*).

A mínima tensão de entrada (típica) foi plotada em função da temperatura, conforme exibe o gráfico da **figura 3**.

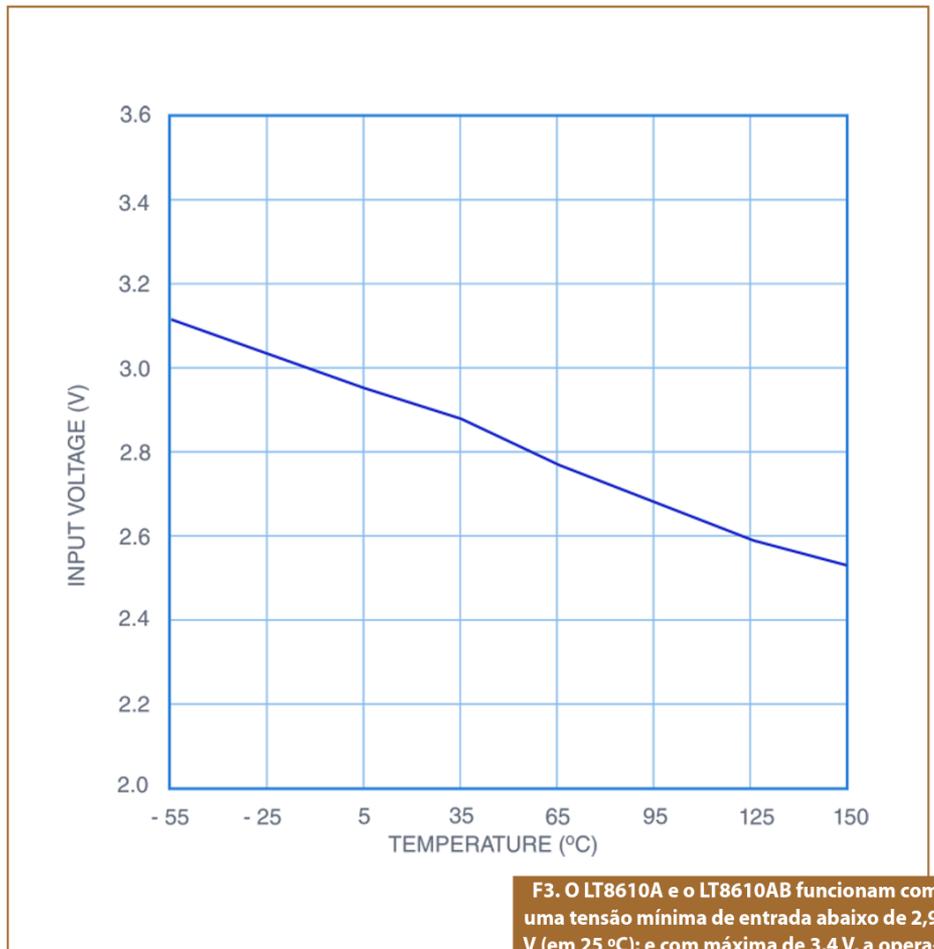
Poupe a Bateria com ripple baixo, operação em Modo Burst e corrente quiescente mínima

O LT8610A e o LT8610AB foram projetados para minimizar o *ripple* da tensão de saída em todo o range de cargas. Para cargas leves, eles mantêm o rendimento total através da redução da frequência de operação e entrada em Modo Burst de funcionamento (rajada).

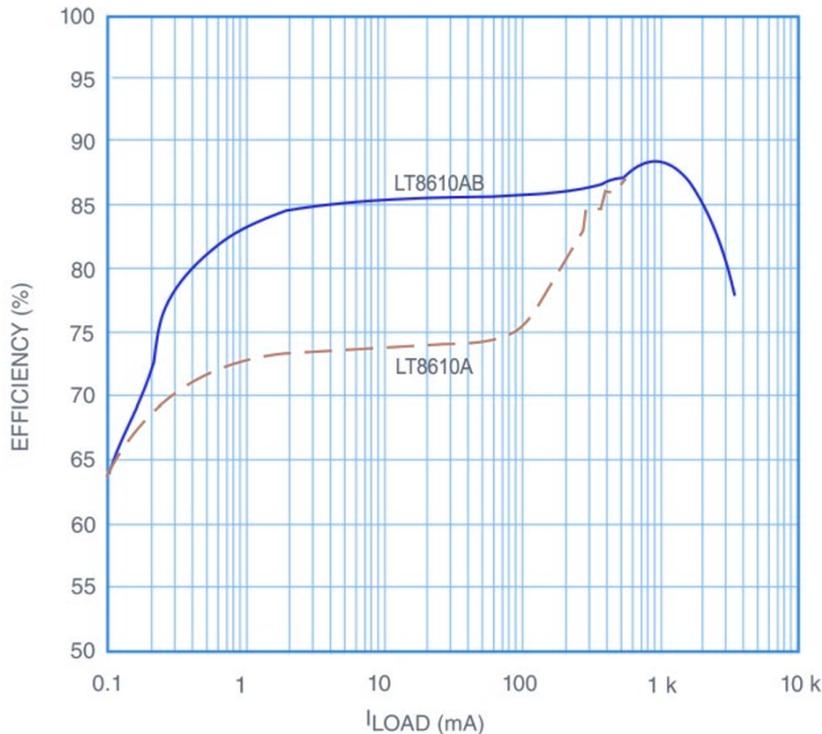
A resposta aos transientes rápidos é garantida mesmo com cargas de saída muito baixas. Essa característica, combinada com uma corrente quiescente muito baixa (2,5 μA), significa que, mesmo com alguns microampères de corrente de carga, tanto o LT8610A quanto o LT8610AB são mais eficientes do que um regulador linear que tenha corrente quiescente nula.



F2. O conversor "step-down" com LT8610A (ou LT8610AB) funciona com bateria de automóvel, fornecendo 1,5 V de tensão de saída com 3,5 A de corrente.



F3. O LT8610A e o LT8610AB funcionam com uma tensão mínima de entrada abaixo de 2,9 V (em 25 °C); e com máxima de 3,4 V, a operação é garantida nas sobretensões.



VIN = 12 V
VOUT = 1.5 V
RT = 93.1K (475 kHz)
L = COILCRAFT XAL6030-332ME 3.3μH

F4. Com um limite de corrente maior, o LT8610AB operando em Modo Burst apresenta um ganho de rendimento substancial com cargas leves, se comparado ao LT8610A.

A diferença entre o LT8610A e o LT8610AB é que este último se caracteriza por um rendimento maior quando funcionando com cargas leves. O gráfico da **figura 4** exibe a diferença dos rendimentos entre os dois reguladores. Para cargas entre 1 e 100 mA, o AB apresenta um rendimento superior (em mais de 10%) quando comparado ao A.

Na **figura 5** compara-se o ripple da tensão de saída dos dois reguladores. Esse parâmetro depende do valor da capacitância de saída (nº de capacitores de 47 μF) e de dois valores distintos do indutor de saída (3,3 μH ou 1μH), para uma carga de 10 mA.

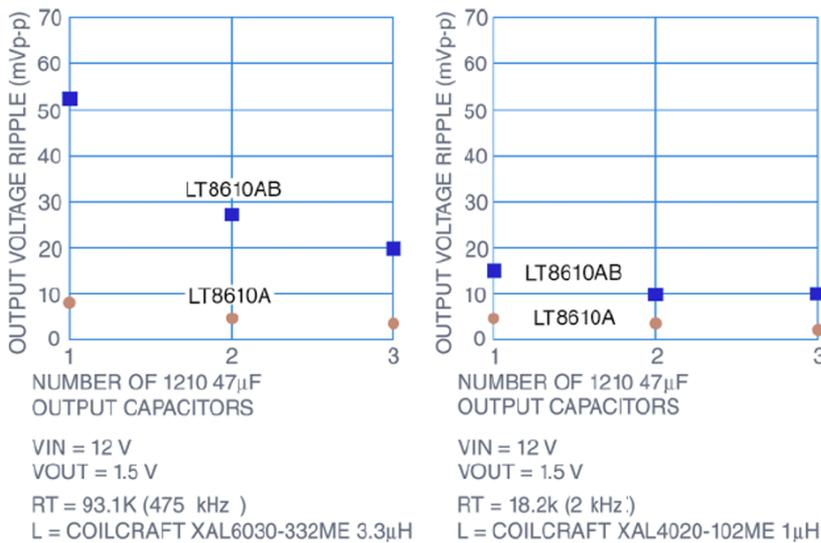
Além do limite de corrente possível, a escolha do indutor de saída afeta o rendimento e a frequência de chaveamento do regulador no Modo Burst de operação. Isso acontece porque para um limite de corrente fixado, um indutor de maior valor pode armazenar mais energia do que outro menor.

Se o alto rendimento do regulador com cargas leves for primordial, então, o valor do indutor de saída pode ser aumentado acima do valor de partida (*starting*) fornecido na folha de especificações (*data sheet*).

Alcance rapidamente uma Solução de Menor Tamanho

Na maioria dos sistemas automotivos, a tensão de entrada usual encontra-se entre 9 V e 16 V. Assim sendo, os circuitos de aplicação são otimizados geralmente para essa faixa de tensões.

A aplicação de 475 kHz, vista na figura 2, funciona para uma frequência calculada sobre todo o range de tensões de entrada (3,5 V a 42 V). No entanto, se restringirmos a tensão de operação normal para 16 V (42 V transient), a frequência de operação pode ser aumentada e o valor e tamanho do indutor de saída reduzidos. Com um tempo de acionamento (*on-time*) mínimo de 45 ns (pior caso), os reguladores LT8610A e LT8610AB podem ser programados para 2 MHz, conforme mostra a aplicação da **figura 6**.



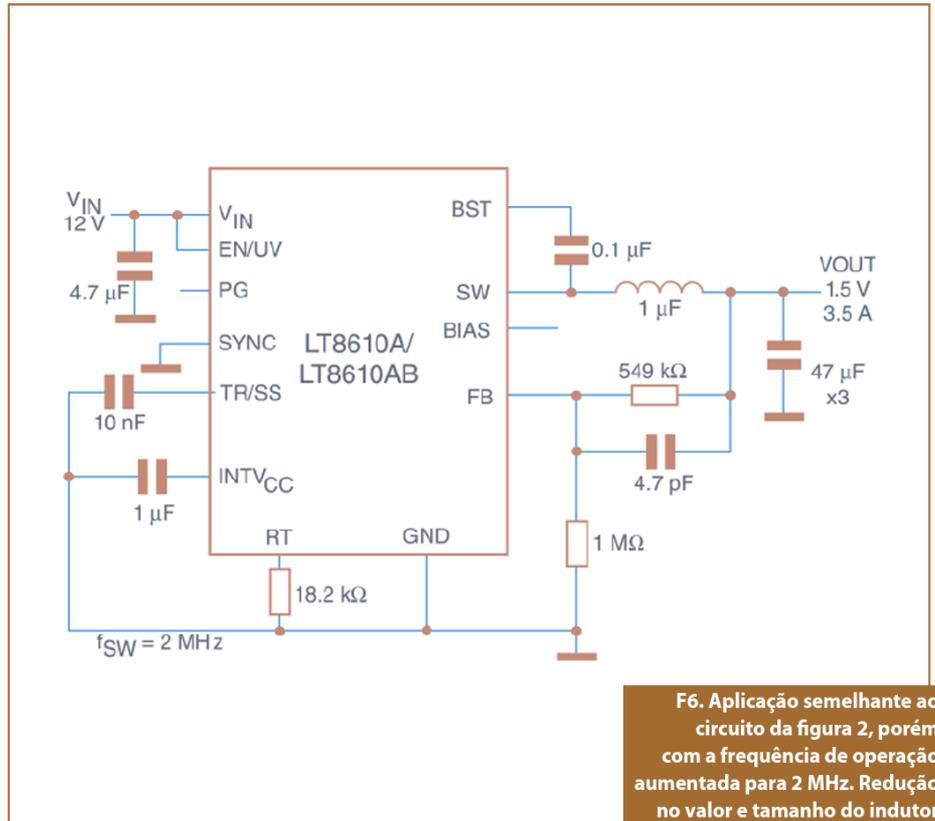
F5. Ripple da tensão de saída x Nº de Capacitores de 47 μF para dois valores de indutor. Carga de 10 mA. a) Ripple para a aplicação de 475 kHz da fig. 2; b) Aplicação de 2 MHz da fig. 6.

Essa solução é quase igual ao circuito da figura 2, com as seguintes diferenças: R_T alterado de 93,1 k Ω para 18,2 k Ω , e o valor (e tamanho) do indutor reduzidos de 3,3 μ H para 1 μ H.

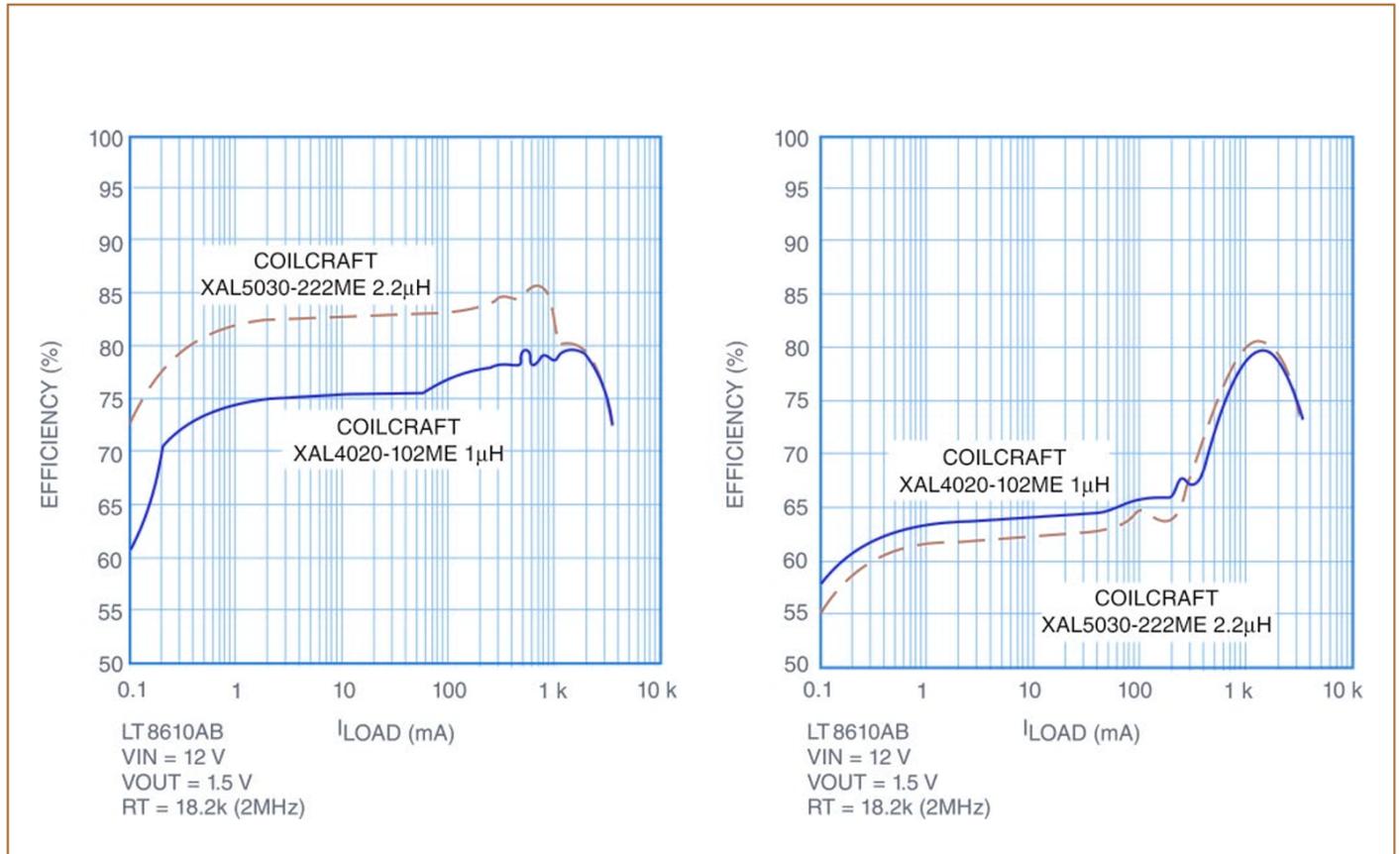
A figura 7 apresenta os gráficos de (rendimento x corrente de carga) para os dois reguladores citados, com dois valores diferentes do indutor de saída (2,2 μ H e 1 μ H).

O pino "BIAS" otimiza o Rendimento

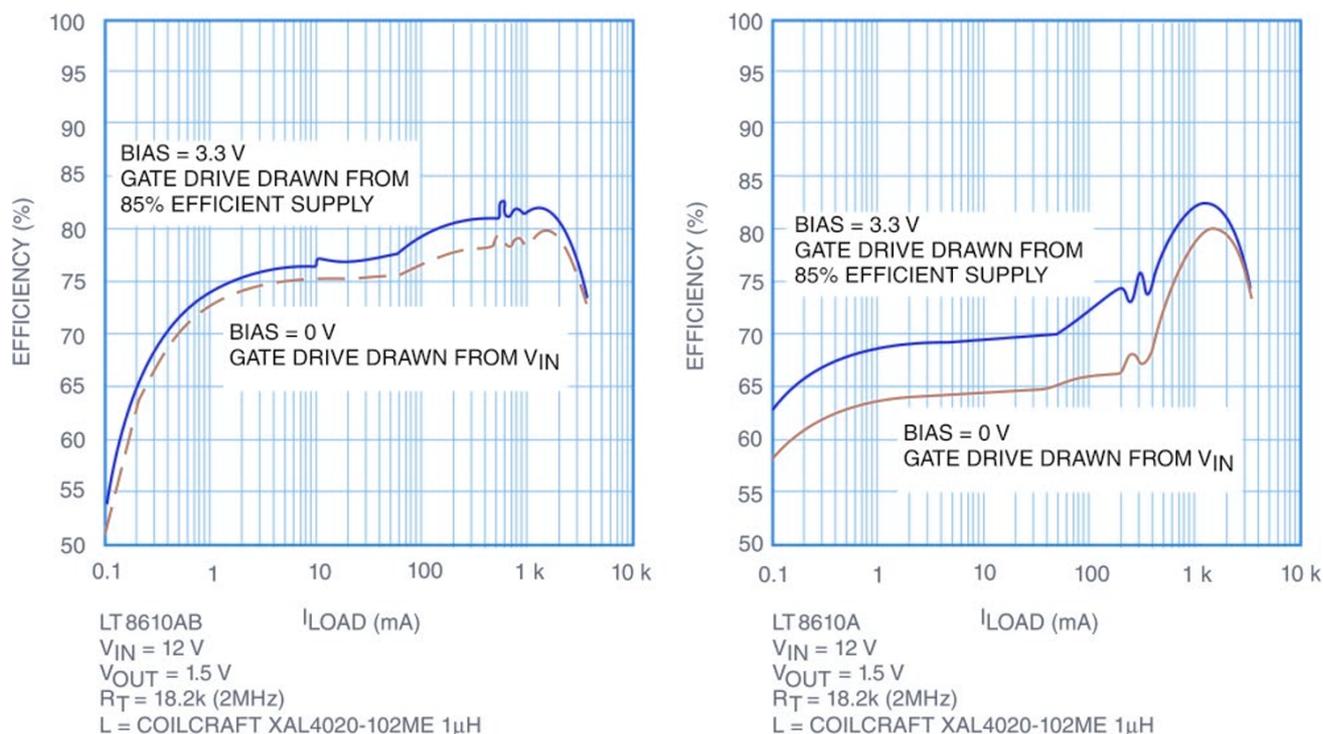
O LT8610A e o LT8610AB utilizam dois MOSFETs – canal N otimizados especificamente para aplicações automotivas. Particularmente, a circuitaria do controle de comporta (*gate drive*) requer menos de 3 V para melhorar a operação dos FETs. Para a geração do gate drive, esses reguladores step-down contêm um regulador de tensão linear interno, cuja saída é o pino INTV_{CC}. (Não carregar INTV_{CC} com circuitaria externa).



F6. Aplicação semelhante ao circuito da figura 2, porém com a frequência de operação aumentada para 2 MHz. Redução no valor e tamanho do indutor de saída.



F7. Gráficos de (rendimento x carga) dos LT8610A e LT8610AB operando em 2 MHz, e com valores diferentes para o indutor de saída.



F8. Gráficos de (rendimento x carga) para os LT8610A e LT8610AB. O rendimento pode ser aumentado, se o pino BIAS for ligado a uma fonte externa de 3,3 V.

Uma característica importante é que esse regulador interno pode drenar corrente tanto do pino V_{IN} quanto do pino BIAS. Se este último for deixado aberto, então a corrente do gate drive será drenada de V_{IN} . Porém, se uma tensão de 3,1 V ou maior for aplicada ao pino BIAS, essa corrente será drenada apenas do BIAS. Caso a tensão BIAS seja menor que V_{IN} , o regulador interno trabalhará eficientemente usando a menor tensão, portanto, elevando o rendimento total do circuito.

A **figura 8** exibe os gráficos de (rendimento x corrente de carga) com (e sem) uma tensão de 3,3 V aplicada ao pino BIAS. Nos cálculos do rendimento total incluímos a potência drenada do rail de 3,3 V e assumimos que ela foi gerada com 85% de eficiência.

Não apenas para as memórias

O LT8610AB é um excelente regulador de tensão para diversas aplicações automotivas, abrangendo fontes de

3,3 V e 5 V com rendimento superior a 90%, conforme pode ser visto na **figura 9**.

Uma consideração importante nas aplicações automotivas é o comportamento da fonte de alimentação durante a ocorrência de eventos do tipo: *cold-crank* (partida do motor a frio) e *idle-stop* (parada-partida), quando a tensão de 12 V da bateria pode cair para abaixo de 4 V.

O LT8610AB funciona corretamente até um *duty cycle* de 99%, fornecendo

Parameter	Conditions	LT8610	LT8610A	LT8610AB
Max Load Current (A)		2,5	3,5	3,5
Minimum On-Time (ns) (Typ)		50	30	30
Efficiency (%)	$V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 1,5\text{ V}$, $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$, $f_{SW} = 475\text{ kHz}$, $L = 3,3\ \mu\text{H}$	73,9	73,9	85,5
Output Voltage Ripple (mV _{p-p})	$I_{LOAD} = 10\text{ mA}$, $C_{OUT} = 47\ \mu\text{F}$, $L = 3,3\ \mu\text{H}$	8,4	8,4	52,5

T1. Comparação de especificações para os conversores buck síncronos da família LT8610.

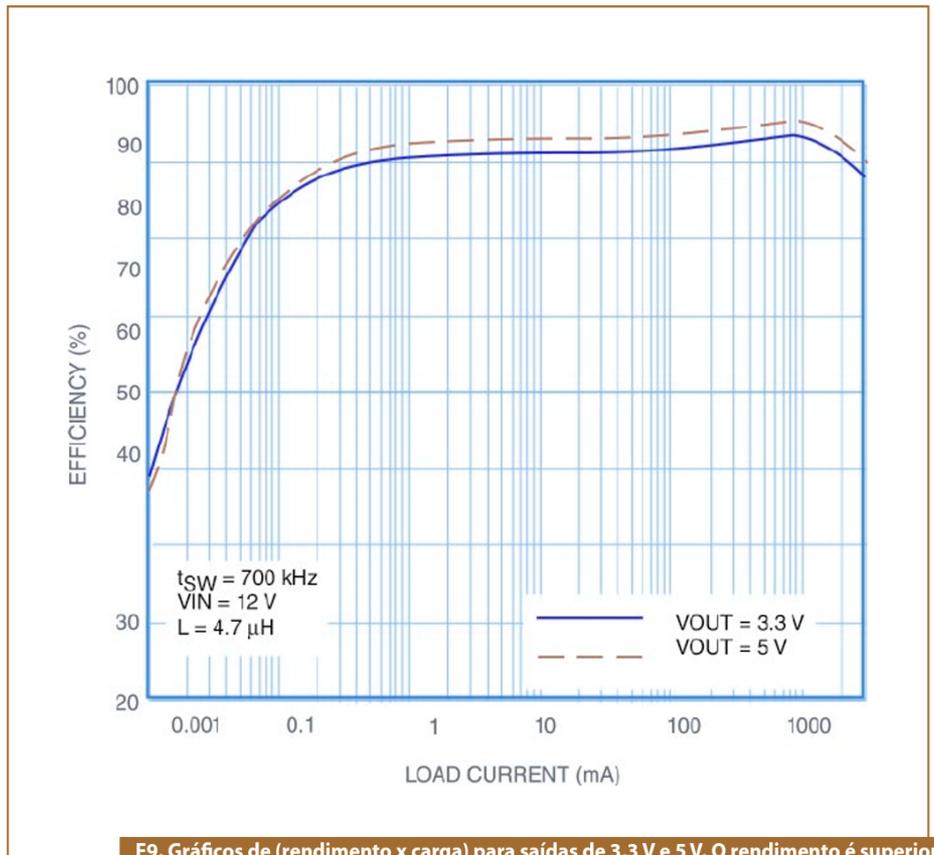
um tensão de saída regulada até a mais baixa tensão de entrada possível. A **figura 10 (a)** mostra a queda da tensão (*dropout voltage*), em mV, em função da corrente de carga (A).

Na **figura 10 (b)** vemos a tensão de saída V_{OUT} quando a tensão de entrada V_{IN} é elevada inicialmente de 0 a 10 V e, depois, reduzida novamente a zero.

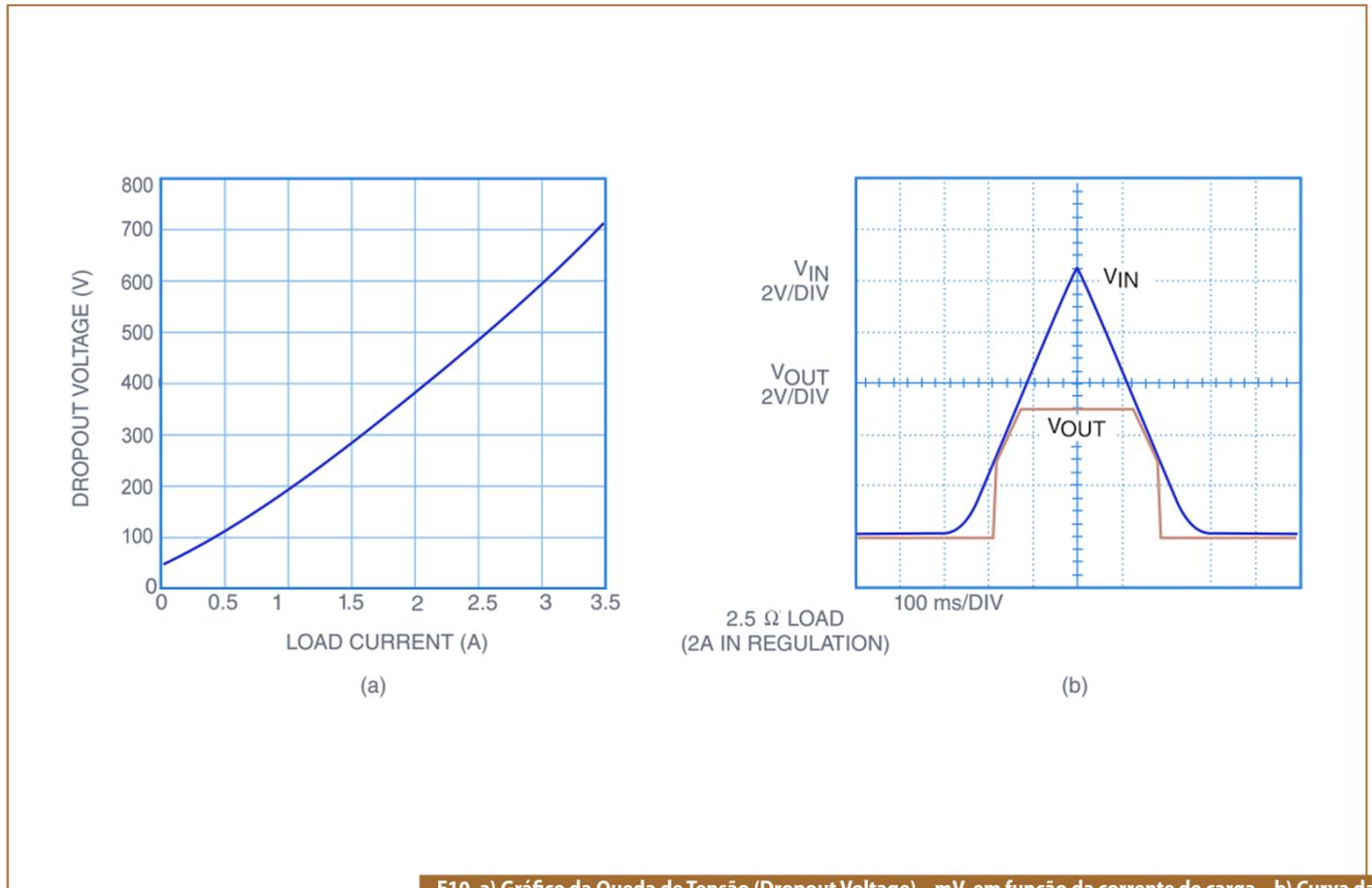
Conclusão

O LT8610A e o LT8610AB possuem poucos componentes, uma tensão de entrada mínima, pequena corrente quiescente e apresentam um alto rendimento para uma grande faixa de cargas. Suas características os tornam preferidos na escolha de soluções que forneçam potência de *standby* para memórias dinâmicas RAM usadas nas aplicações automotivas.

A **tabela 1** resume o desempenho da família LT8610. Acesse www.linear.com/LT8610 para consultar aos *data sheets*, *demo boards* e outras informações das aplicações. **E**



F9. Gráficos de (rendimento x carga) para saídas de 3,3 V e 5 V. O rendimento é superior a 90%, reduzindo-se a dissipação e mantendo-se a temperatura controlada.



F10. a) Gráfico da Queda de Tensão (Dropout Voltage) – mV, em função da corrente de carga – b) Curva da tensão de saída V_{OUT} , quando a tensão de entrada V_{IN} sobe de 0 a 10 V e, depois, retorna a zero.

O que é o JESD204 e por que devemos estudá-lo?

Com a infinidade de conversores de alta velocidade (ADCs e DACs) fabricados pela indústria atualmente, conhecer o padrão (JESD204) utilizado para as interfaces desses componentes torna-se muito conveniente. Neste artigo, apresentamos um primeiro estudo para o conhecimento desse padrão industrial desde a sua versão original até a revisão atual.

Jonathan Harris

Tradução: Eutíquio Lopez

Uma nova interface para conversores está ganhando força e parece que se tornará o protocolo de seleção dos futuros conversores. Essa nova interface, JESD204, foi lançada originalmente há alguns anos, mas ela já foi objeto de duas revisões que a tornaram muito mais atraente como uma eficiente interface para conversores.

Tendo em vista que as especificações de resolução e velocidade dos conversores aumentaram consideravelmente de uns anos para cá, a procura por interfaces cada vez mais eficientes também tem crescido bastante.

Atualmente, os três tipos mais comuns de saídas digitais encontradas em conversores de alta velocidade são CMOS (Semicondutor de Óxido Metálico Complementar); LVDS (Sinalização Diferencial de Baixa Tensão) e CML (Lógica em Modo Corrente).

A interface JESD204 (com drivers CML) mostra sua eficiência e oferece diversas vantagens em relação a suas predecessoras CMOS e LVDS em termos de velocidade, tamanho e custo. Projetos que a utilizam, gozam dos benefícios de uma interface mais rápida, capaz de acompanhar as taxas de amostragens mais rápidas dos conversores atuais.

O padrão JESD204 teve duas revisões desde seu lançamento em 2006, estando agora na Revisão B. Ele é aplicado tanto para os **conversores analógico-digitais (ADCs)** quanto para os **conversores digital-analógicos (DACs)**, tendo sido desenvolvido como interface comum para FPGAs (mas, podendo ser usado também com ASICs).

JESD204 – O que é isso?

A versão original do JESD204 foi apresentada em abril de 2006. O padrão descreve um *link* de dados seriais multi-

gigabits entre conversor(es) e um receptor, que usualmente é um dispositivo tipo FPGA ou ASIC. Nessa versão, o link foi definido para uma linha serial simples entre um conversor (ou múltiplos conversores) e um receptor. Uma representação gráfica da interface original JESD204 é sugerida na **figura 1**.

A linha mostrada é a interface física entre um número M de conversores e o receptor, a qual consiste de um par diferencial de interconexão usando *drivers CML* (de lógica em modo corrente) e receptores. O *frame clock* é roteado para os conversor(es) e o receptor, fornecendo o clock para o link JESD204 entre os dispositivos.

A taxa de dados da linha foi definida entre 312,5 Mbps e 3,125 Gbps com ambas impedâncias (de fonte e de carga) no valor de 100 Ω (+ ou - 20%). O nível da tensão diferencial foi definido como sendo de 800 mVpp (com uma faixa de tensão em modo comum entre 0,72 V e 1,23 V). O link utiliza codificação de 8b/10b que incorpora um clock embutido, evitando a necessidade de rotear outra linha adicional de clock bem como a complexidade associada para alinhar um sinal de clock complementar com dados transmitidos em altas velocidades.

A primeira revisão do padrão JESD204 foi publicada em abril de 2008 e ficou conhecida como JESD204A. Essa revisão acrescentou a capacidade de suporte para múltiplas linhas seriais alinhadas com múltiplos conversores. Isso tornou o padrão viável para conversores com altas taxas de amostragem e altas resoluções, alcançando a máxima taxa de dados suportada no valor de 3,125 Gbps. A **figura 2** mostra uma representação gráfica das capacidades acrescentadas na revisão JESD204A para suporte de múltiplas linhas (*lanes*).

Embora ambos padrões (o original JESD204 e o revisado JESD204A) apresentassem desempenho melhor do que as interfaces legadas, eles ainda careciam de um elemento-chave. Esse elemento ausente era a latência determinística nos dados serializados do link.

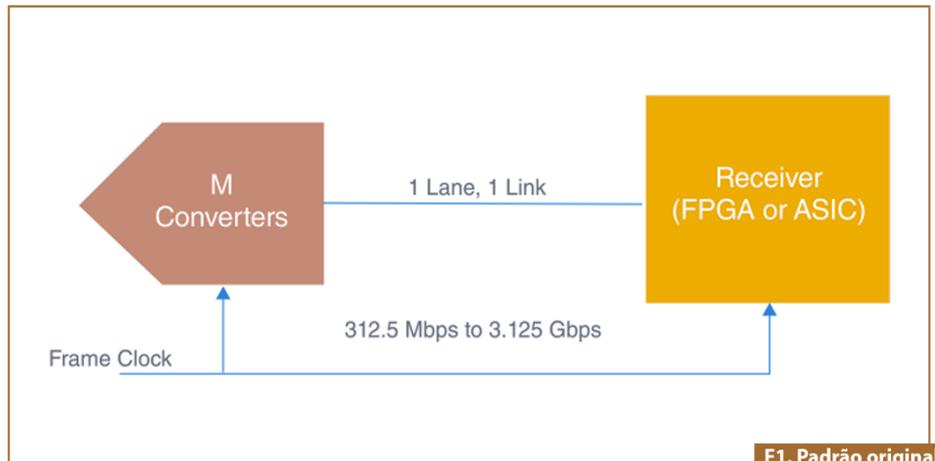
Nesses dois padrões existiam capacidades não definidas que colocariam deterministicamente a latência do conversor e suas entradas/saídas digitais serializadas. Além disso, aumentaram continuamente as características de velocidade e resolução dos conversores. Esses fatores levaram à introdução de uma segunda revisão no padrão JESD204.

Essa segunda revisão do padrão, conhecida como JESD204B, foi apresentada em julho de 2011. Um dos componentes chaves do padrão revisado consistiu na adição de providências para obter latência determinística. Ademais, as taxas de dados suportadas foram elevadas para 12,5 Gbps, separadas em diferentes classes de velocidades (dos dispositivos). Esta segunda revisão do padrão sinaliza a transição do uso do *frame clock* para o uso do *device clock* como a principal fonte de clock. A **figura 3** traz uma representação gráfica das capacidades adicionais acrescentadas pela revisão JESD204B.

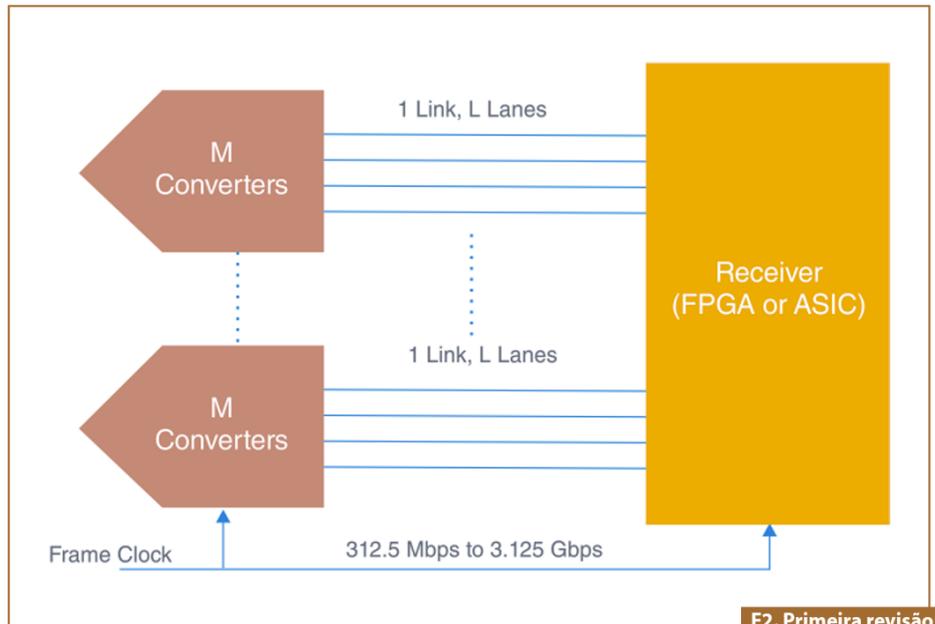
A especificação do JESD204B alerta para três subclasses de dispositivos: **Subclasse 0** – sem suporte para latência determinística; **Subclasse 1** – com latência determinística usando SYSREF; e **Subclasse 2** – com latência determinística usando SYNC-.

A Subclasse 0 pode ser comparada simplesmente ao link JESD204A; a Subclasse 1 é direcionada principalmente aos conversores que operam com 500 MSPS ou mais; e a Subclasse 2 para os conversores funcionando abaixo de 500 MSPS.

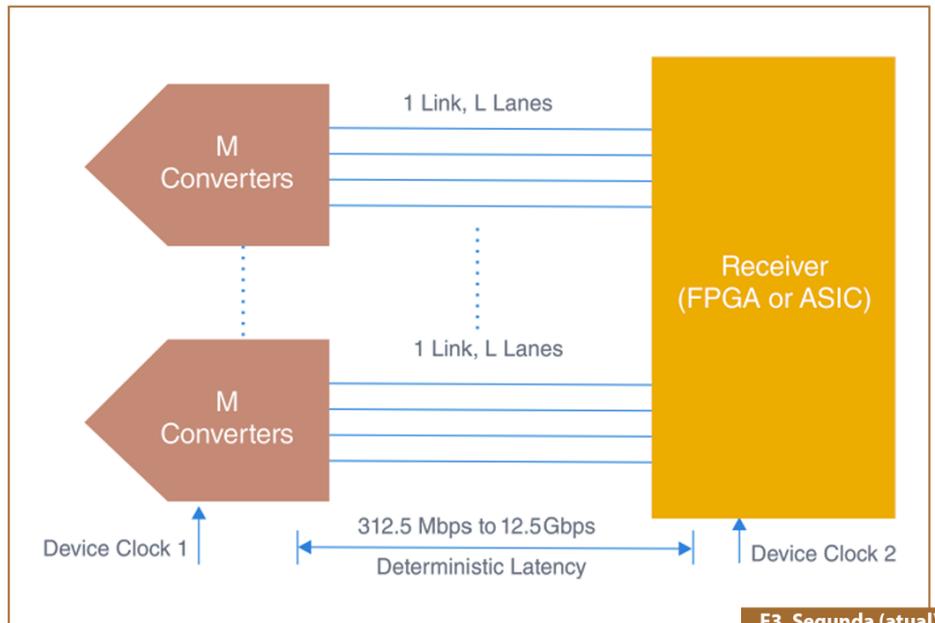
Além da latência determinística, a versão JESD204B eleva as taxas de dados das linhas suportadas para 12,5 Gbps e separa os dispositivos em três classes de velocidades. As impedâncias de fonte e de carga são as mesmas para as três classes, sendo definidas no valor de 100 Ω (+ ou – 20%). A 1ª classe alinha-se com a taxas de dados das linhas do JESD204 e JESD204A e define a interface elétrica para taxas até 3,125 Gbps; a 2ª classe de velocidade no JESD204B define a interface para taxas



F1. Padrão original JESD204.



F2. Primeira revisão: JESD204A.



F3. Segunda (atual) revisão: JESD204B.

de dados até 6,375 Gbps; e a 3ª classe no JESD204B define a interface para taxas de dados de linha até 12 Gbps.

Como as taxas de dados de linha aumentam conforme as classes de velocidade (isto é, aumentam à medida que aumenta a velocidade), o mínimo nível de tensão requerido é abaixado para facilitar a implementação física e, com isso, diminuem também as taxas de subida (*slew rates*) exigidas nos drivers.

Para possibilitar uma maior flexibilidade, a revisão JESD204B transita do frame clock para o device clock. Neste padrão, o device clock é a referência de “timing” para cada elemento do sistema JESD204. Cada um dos conversores e o receptor recebem seus respectivos device clocks de um circuito gerador de clock, o qual é responsável pela geração de todos eles a partir de uma fonte comum.

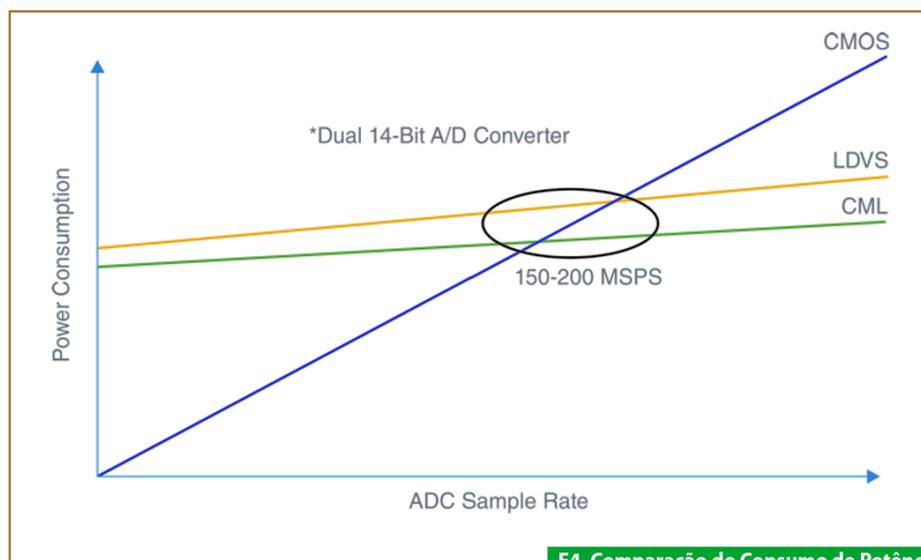
JESD204 – Por que deveríamos estudá-lo?

Ao mesmo tempo que a tecnologia CMOS começa a declinar nos dias de hoje, observa-se que ela vem sendo ultrapassada pela LVDS na maioria das aplicações de conversores. Porém, a velocidade e a resolução dos atuais conversores, bem como o desejo de um consumo de potência menor, tornam eventualmente tanto o CMOS quanto o LVDS inadequados para esses dispositivos.

Tendo em vista que a taxa de dados aumenta com as saídas CMOS, as correntes transientes também se elevam, o que resulta num consumo de potência maior. Já com saídas LVDS, a potência permanece relativamente constante e a interface aceita um incremento maior de velocidade que ela pode suportar. Isso se deve à arquitetura do driver e às numerosas linhas de dados que devem ser sincronizadas com o data clock.

A **figura 4** ilustra uma comparação entre os consumos de potência de um duplo ADC de 14 bits com as saídas de tipos CMOS, LVDS e CML, em função da taxa de amostragem.

Quanto ao consumo de potência, vemos que os drivers com saídas CML começam a ser mais eficientes que os outros dois a partir da faixa de 150 MSPS a 200 MSPS, neste tipo de conversor. A pinagem requerida (para a mesma resolução



F4. Comparação do Consumo de Potência entre os drivers CMOS, LVDS e CML.

e taxa de amostragem do ADC) também é consideravelmente menor, se comparada às pinagens necessárias para os drivers com CMOS e/ou LVDS.

A **tabela 1** mostra uma comparação entre os números de pinos requeridos pelas três diferentes interfaces (CMOS, LVDS e CML JESD204B), usando um conversor de 200 MSPS para diversos números de canais e resoluções.

As razões para o avanço do JESD204B com uso de drivers CML tornam-se óbvias quando olhamos essa tabela e observamos a grande redução obtida nos números de pinos (*pin counts*) necessários, em relação aos drivers LVDS e CMOS.

A Analog Devices já industrializou diversos conversores com saídas compatíveis com os padrões JESD204 e JESD204A, e tem desenvolvido também produtos com saídas compatíveis com o JESD204B.

Citamos, a seguir, alguns exemplos: o AD9639, que é um conversor analógico-digital de 12 bits, 4 canais, 170/ 210 MSPS com interface JESD204; os AD9644 e AD9641 – ADCs de 14 bits, dual e simples, 80/ 155MSPS com interface JESD204A; e o AD128 recentemente lançado, que é um conversor digital-analógico de 16 bits, dual, 1,25 GSPS com interface JESD204A. Mais informações: www.analog.com/jesd204.

Conclusão

Olhando para o futuro das interfaces digitais de conversores, está claro que o padrão JESD204 está destinado a tornar-se a escolha da indústria desses dispositivos. Cada uma das revisões tem respondido às demandas de melhorias na sua implementação e permitiu ao padrão evoluir para reunir novas especificações trazidas pelas mudanças na tecnologia dos conversores de alta velocidade. **E**

Number of Channels	Resolution	CMOS Pin Count	LVDS Pin Count (DDR)	CML Pin Count (JESD204B)
1	12	13	7	4
2	12	26	14	4
4	12	52	28	6
8	12	104	56	6
1	13	15	8	4
2	13	30	16	4
4	13	60	32	6
8	13	120	64	6
1	16	17	9	4
2	16	34	18	4
4	16	68	36	6
8	16	136	72	6

T1. Comparação dos Pin Counts: 200 MSPS ADC

Nova Linha de Sensores Angulares GMR Infineon TLE5010/5012 iGMR Giant Magnetic Resistive Sensor

O TLE5010/5012 é um sensor angular 360° que detecta a orientação de um campo magnético utilizando-se de elementos integrados de resistência magnética gigante (IGMR).



Características principais:

- Baseado no princípio GMR (Giant Magnetic Resistive)
- Sensor de campo magnético integrado para detecção e medição de ângulos
- Totalmente calibrado para medições angulares em 0 - 360° com contador de voltas e medição de velocidade angular
- Dois conversores separados de alta precisão: single-bit SD-ADCs
- Representação de 15 bits do valor absoluto do ângulo na saída (resolução de 0,01°)
- Representação de 16 bits dos valores Seno/Cosseno na interface
- Erro angular de no máximo 1,0° ao longo da vida útil com auto-calibração
- Interface SSC Bi-direcional SSC de até 8 Mbit / s
- Suporta Safety Integrity Level (SIL), com funções de diagnóstico e informações de status
- Interfaces: SSC, PWM, Incremental Interface (IIF), Hall-Switch Mode (HSM)
- 0,25 µm tecnologia CMOS
- Componente qualificado para uso Automotivo: -40 °C a 150 °C (temperatura de junção)
- ESD > 4 kV (HBM)
- RoHS-compliant (Encapsulamento Pb-free)

Aplicações típicas:

O sensor GMR TLE5012 foi projetado para o sensoramento da posição angular em aplicações automotivas e industriais, tais como:

- Comutação de motores elétricos (por exemplo, usado em direção elétrica assistida (EPS))
- Interruptor de rotação
- Medição angular da direção do veículo
- Sensoramento Angular

A Infineon oferece uma variedade de sensores analógicos e digitais para medição de diversos parâmetros: Pressão, campo magnético, posição, distância, direção e velocidade.

Saiba mais sobre a linha de sensores Infineon para aplicações Automotiva, Industrial e de Consumo. Acesse: www.infineon.com/sensors



(11) 3372-9240

vendas.brasil@infineon.com

www.infineon.com

Distribuidores:



ARROW BRASIL S/A.

(11) 3613-9300

vendas@arrowbrasil.com.br

www.arrowbrasil.com.br



(11) 5079-2150

vendas@avnet.com

www.em.avnet.com



(11) 4066-9400

rnetto@farnellnewark.com

www.farnellnewark.com.br

Holtek agora também é **ARM**

NOVA LINHA DE MICROCONTROLADORES HT32Fxxx

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

CARACTERÍSTICAS:

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

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

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

- Keil MDK-ARM
- IAR EWARM

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

HOLTEK 

ANYTEK
conectores

FORDATA
FOR DATA DISPLAY

módulos RF
WENSHING 

GlobalSat
Wired by Wireless

PLUS
CI reproduzidor de sons

FAGOR 

SIMCom
A company of SIM Tech

 **Cika**
Eletrônica

Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

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