Ano 46 Nº 451 - 2011
Europa € 3,90
Brasil R$13,90

www.sabereletronica.com.br

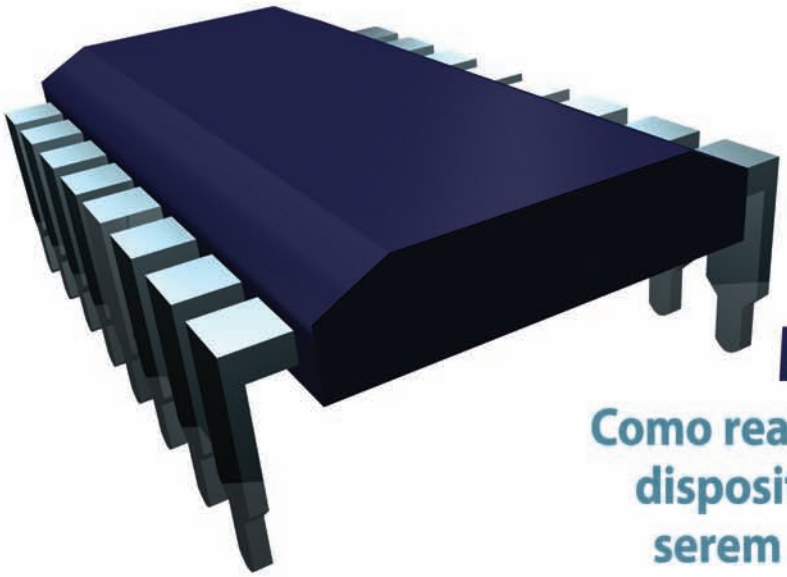
SABER ELETRÔNICA

http://twitter.com/editora_saber

Minicurso Zigbee

As vantagens das soluções de chip único frente às soluções de múltiplos processadores com um chip dedicado à comunicação Zigbee





Microcontroladores

Como realizar interfaces de diferentes dispositivos de entrada e saída para serem ligados ao microcontrolador

ISSN 0101-6717

Educação

O verdadeiro decibel: qual seu significado e o que ele pode oferecer nos cálculos

Industrial

Aplicação de DLPs no aprendizado de Eletrônica Digital

Circuitos Práticos

Implementação de um Conversor Digital-Analógico de baixo custo através de PWM

BR.DIGIKEY.COM
Digi-Key
VOCÊ PRECIS
NÓS TEMOS

DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL... FACILITADA



Digi-Key® CORPORATION

- Mais de **400.000** produtos em estoque.
- Mais de **440** parceiros fornecedores
- Mais de **35.000** novos produtos adicionados nos últimos 90 dias.

A mais ampla seleção de produtos do setor, disponíveis para pronta entrega

br.digikey.com

001.218.681.7979

A Digi-Key é um distribuidor autorizado de todos os parceiros fornecedores. Novos produtos são adicionados diariamente. ©2010 Digi-Key Corporation, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

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

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico
Newton C. Braga

Conselho Editorial
João Antonio Zuffo

Redação
Thayna Santos

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Colaboradores
André Luiz da Rocha Lima,
Bruno Muswieck,
Defferson Rodrigues Martins das Neves,
Eutíquio Lopez,
Filipe Pereira,
Jianyu Huang,
José Carlito de Oliveira Filho,
Newton C. Braga,
Uwe Malzahn,
Victor Roberto Gomes da Cunha,
William Salomão

Designers
Carlos C. Tartaglioni,
Diego M. Gomes

Produção
Diego M. Gomes

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

Capa
Arquivo Editora Saber

Impressão
Parma Gráfica e Editora

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista Portugal tel.: 121-9267 800

ASSINATURAS

www.sabereletronica.com.br
fone: (11) 2095-5335 / fax: (11) 2098-3366
atendimento das 8:30 às 17:30h

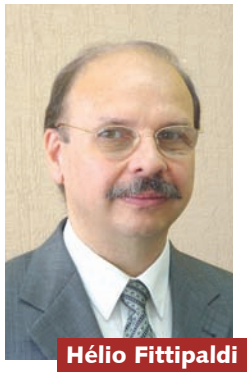
Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

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

Associada da:

anatec
www.anatec.org.br
Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas

Criatividade e competição


Hélio Fittipaldi

O ano que findou foi bom para o setor eletro-eletrônico, apesar de estarmos exportando bem menos que nos anos anteriores. O problema passa principalmente pelo custo Brasil, uma vez que os governos dos últimos 10 anos só cuidaram de gerar custos exorbitantes para as empresas brasileiras e para as estrangeiras que aqui atuam. Além disso, a crise internacional tem criado várias distorções de câmbio e na economia de diversos países.

Para melhorar nossa performance devemos pelo menos cuidar para reduzir o custo Brasil, e isto quer dizer o custo estatal nas três esferas de poder, além de ter uma ação criativa nas empresas com produtos inovativos.

Atenta a isto, a Saber Eletrônica incentiva o setor a ser mais criativo e competitivo. Na próxima edição,você verá o projeto completo de eletrônica embutida, totalmente aberto, em hardware e firmware de um Kart movido a eletricidade. *Embedded Electronics* é o tema, e o artigo de capa de março/abril é um Kart movido a Eletricidade.

Com um kit eletroeletrônico, bateria especial e um fornecedor nacional da parte mecânica de precisão, você poderá montar um robô com características militares dado ao seu robusto projeto eletrônico e mecânico, ou um veículo movido a eletricidade, uma empilhadeira sem barulho e poluição,uma cadeira de rodas, um carrinho de golf etc... EXCLUSIVO! Procuramos os componentes para indicar ao leitor como e onde comprar tudo, para realizar esta magnífica montagem. Aguarde! Em março, na revista Saber Eletrônica.

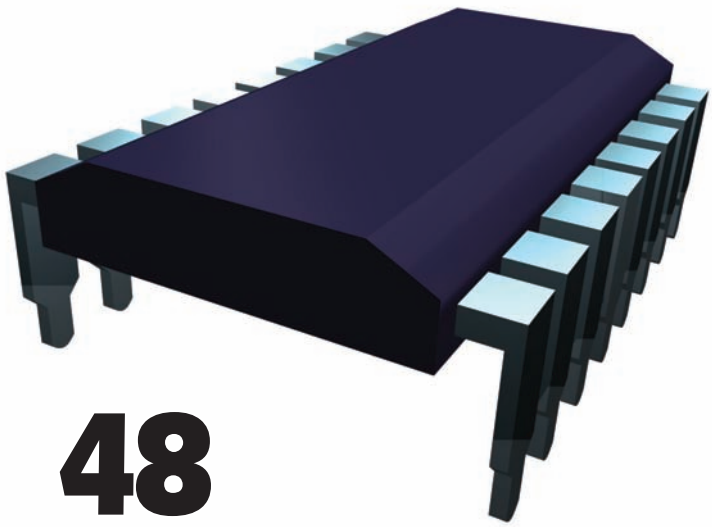
Atendimento ao Leitor: atendimento@sabereletronica.com.br

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

índice



30



48

Tecnologia

12 A menor bateria do mundo

14 Controle de Diodos Laser

Eletrônica Aplicada

18 Controlando motores de corrente contínua de potência

23 Aplicação dos Dispositivos Lógicos Programáveis (DLP) no aprendizado de Eletrônica Digital

30 Minicurso Zigbee – Parte III

35 Fontes de Alimentação Automotivas de Alta Frequência

Circuitos Práticos

42 Conversor Digital – Analógico de baixo custo através de PWM

Microcontroladores

48 Circuitos de Interface para Microcontroladores

Instrumentação

54 O verdadeiro Decibel (db)

Componentes

58 Medidor de Consumo de Energia com o AD7751

60 Regulador Buck de 1,5 A x 1,6 MHz

62 ACPL-P314 e ACPL-W314 – Optoacopladores com Gate Driver para IGBT

63 Regulador Step-Down fornece 2,5 A a partir de 10 V de Entrada

63 Processador AIS (Automatic Identification System)

65 Excitador de amplificador para 200 V (até 500 W)

Editorial 03

Acontece 06

Índice de anunciantes

Megabras 05
Globtek 07
Keystone 11
Honeywell 15
Agilent 17
Metaltex 33
Patola 45
Microtips 45
Arnie 63
Tato 63
Digi-key ..... Capa 2
National ..... Capa 3
Cika ..... Capa 4

Câmeras infravermelho



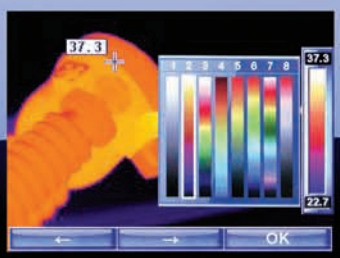
Alto desempenho, Baixo custo

As câmeras infravermelho da série EasIR são as ferramentas ideais para inspeções térmicas de rotina. Desenvolvidas com a mais recente tecnologia de Fusão IR (mescla da imagem visual com a imagem térmica), estas câmeras irão auxiliar na detecção de problemas com maior exatidão e eficiência. As câmeras da série EasIR são a escolha perfeita para inspeção em instalações elétricas, equipamentos eletro-mecânicos, equipamentos HVAC, inspeção predial, etc.

EasIR™-9	EasIR™-4	EasIR™-2	EasIR™-1
Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC (opcional até 1500ºC)	Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC (opcional até 350ºC)	Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC (opcional até 350ºC)	Medição de temperatura: de -20ºC a 250ºC
Imagem de 384 x 288 px	Imagem de 160 x 120 px	Imagem de 160 x 120 px	Imagem de 160 x 120 px
Campo de visão: 21,7º x 16,4º	Campo de visão: 20,6º x 15,5º	Campo de visão: 20,6º x 15,5º	Campo de visão: 20,6º x 15,5º
Display LCD de 3,6"	Display LCD de 3,6"	Display LCD de 3,6"	Display LCD de 3,6"
Memória de 4G (Cartão SD)	Memória de 2G (Cartão SD)	Memória de 2G (Cartão SD)	Memória de 2G (Cartão SD)
Interface USB para descarregar as imagens	Interface USB para descarregar as imagens	Interface USB para descarregar as imagens	Interface USB para descarregar as imagens
Software para análise de imagens e emissão de relatórios	Software para análise de imagens e emissão de relatórios	Software para análise de imagens e emissão de relatórios	Software para análise de imagens e emissão de relatórios
Câmera visual de 2.0 Megapixels	Câmera visual de 2.0 Megapixels	Câmera visual de 2.0 Megapixels	•
Fusão IR (mescla de imagens)	Fusão IR (mescla de imagens)	Fusão IR (mescla de imagens)	•
Grava anotação de voz de até 60 segundos por imagem	Grava anotação de voz de até 60 segundos por imagem	•	•
Vídeo infravermelho	Vídeo infravermelho (USB)	•	•









MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
Rua Gibraltar, 172 - Santo Amaro - 04755-070 - São Paulo - SP
Tel. (11) 5641-8111 / Fax (11) 5641-9755 - www.megabras.com

Zebra desenvolve pulseiras para o entretenimento

A Zebra Technologies, desenvolvedora de impressões especiais e soluções de identificação automática, anunciou o lançamento dos modelos de pulseiras Z-Band® Fun e Z-Band® Splash. Elas são feitas de material resistente à água e com códigos de barra, são destinadas para parques de diversão e parques temáticos, além de atrações como festivais e eventos esportivos. A praticidade de poderem ser impressas na hora é outro diferencial das pulseiras.

A pulseira Z-Band® Splash apresenta um adesivo durável e resistente à água, sendo perfeita para o uso em parque aquáticos, *resorts* e cruzeiros. Já a pulseira Z-Band® Fun utiliza impressão térmica direta e é codificada para ser usada em locais de entretenimento.

"As pulseiras de identificação Z-Band Fun e Z-Band Splash com códigos de barras permitem seu uso para pagamentos eletrônicos e também para a captura de dados dos portadores, de forma similar à tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência), porém com um custo mais baixo", afirma Christine Weber, gerente de Marketing de Produtos da Zebra Technologies. "Essas pulseiras ajudam hotéis e resorts a acelerar as transações de seus hóspedes, além de reduzir fraudes na emissão de entradas para festivais e parques de diversão", conclui.

Pagamentos e informações

As pulseiras Z-Band permitem que as pessoas façam pagamentos com elas e também a captura de informações sobre a preferência de visitantes e hóspedes, coletando dados relevantes e priorizando os clientes. Com isso é possível, através de gráficos e códigos de barras, informar os serviços que a pessoa deseja, e permitir que a empresa ofereça benefícios aos clientes preferenciais, como por exemplo, chapelaria ou bebidas.

Em parques de diversões e atrações, a utilização deste tipo de solução pode ajudar na redução do risco de falsificação de entradas.

Além disso, melhora a velocidade da transação, uma vez que com a pulseira não é preciso que a pessoa ande com dinheiro em um parque de diversões, por exemplo, e tem baixo custo em comparação com as pulseiras com tecnologia RFID.

Produtos

NI TestStand 2010

A National Instruments desenvolveu o NI TestStand 2010, o software de gerenciamento e validação de testes automatizados. O software de execução de teste NI TestStand 2010 foi criado para simplificar alguns desafios que equipes de desenvolvimento de sistemas de testes automatizados vêm enfrentando. Tem suporte para as novas tecnologias baseadas em PC, e possui uma integração com o software de programação gráfica NI LabVIEW. O NI TestStand 2010 é ideal para uma variedade de aplicações de testes automatizados dentro da indústria de telecomunicações, eletrodomésticos, defesa/ aeroespacial, automotiva e outras indústrias.

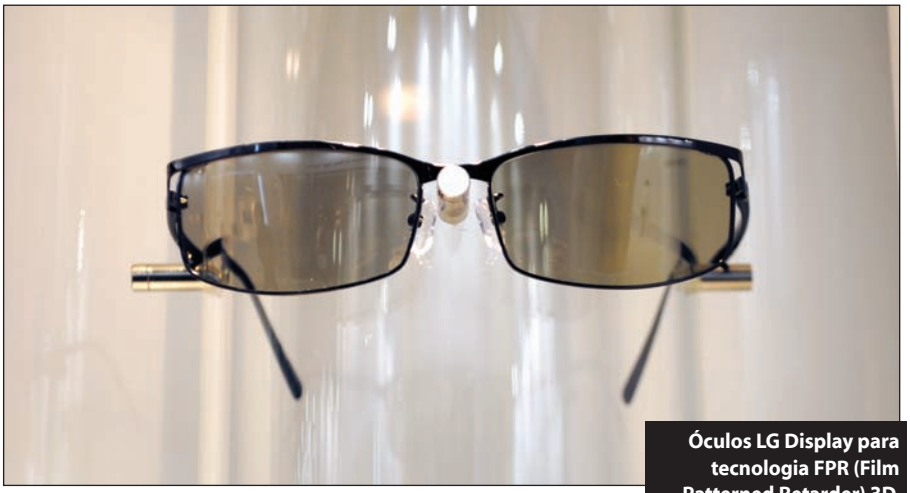
"Já usamos o NI TestStand por mais de seis anos e observei ganhos significativos quando comparados a testes personalizados," afirma o Warren Scott, engenheiro de desenvolvimento de software da Tektroniks e um *Certified Architect TestStand*. "O novo recurso - Analisador de Sequência - reduz drasticamente o tempo para depurar sequências de nossos testes e ajuda-nos a melhor adequar as nossas diretrizes de codificação e melhores práticas para o NI TestStand", conclui.

Com o Analisador de Sequência, as equipes podem colaborar de forma mais eficiente na sequência do desenvolvimento sem gastar muito tempo checando erros de forma manual. Os desenvolvedores podem usar o *Sequence Analyzer* para criar suas próprias regras e suas práticas de desenvolvimento baseadas nos requisitos da aplicação. Um novo utilitário de comparação de arquivos complementa o Analisador de Sequência e fornece funcionalidades para comparação e mescla de diferentes arquivos.

O NI TestStand 2010 também suporta as mais recentes tecnologias de PC, como os recursos do reformulado. NET Adapter, que tira vantagem da flexibilidade do novo .NET Invocation Control, o qual habilita chamadas .NET em cascata através da notação de ponto. Adicionalmente, o NI TestStand 2010 suporta inteiros e ponteiros de 64 bits que simplificam a migração para módulos de códigos de 64 bits, isso significa que é possível desenvolver aplicações que exijam um uso intensivo de memória. Com esses avanços, os engenheiros podem implementar tecnologias mais avançadas em seus projetos de sistemas de teste.

O NI TestStand é otimizado para trabalhar com o LabVIEW. A vantagem de usá-lo com o LabVIEW 2010 são as bibliotecas com pacotes de projetos disponíveis para que os engenheiros possam criar testes mais modulares. O NI TestStand, além de interagir com o LabVIEW, possui exemplos de projetos que ajudam a fazer programação orientada a objeto.

Nova tecnologia possibilita
a utilização de óculos mais leves e confortáveis para TVs 3D



Óculos LG Display para tecnologia FPR (Film Patterned Retarder) 3D.

A LG Display que introduziu a tecnologia IPS (*In Plane Switching*) no mercado brasileiro de TVs, apresentou sua mais nova tecnologia FPR (*Film Patterned Retarder*, *polarized glasses*) para painéis 3D. Considerando os fatores que dificultaram a popularidade da primeira geração de produtos relacionados aos atuais displays 3D SG (que utilizam óculos *shutter glasses*), a FPR, tecnologia de última geração, possibilita maior acessibilidade às TVs 3D, pois permite aos fabricantes produzirem melhores painéis aos consumidores, com óculos mais confortáveis e com custos mais baixos.

Esta tecnologia elimina todos os problemas associados à SG 3D (shutter glasses) e pretende mudar a percepção dos consumidores de TVs 3D, pois o produto não só fornece qualidade de imagem , mas também elimina a instabilidade e interferência, características mais criticadas pelos consumidores. A instabilidade excessiva tem sido fonte das queixas sobre a fadiga ocular, má qualidade de imagem e problemas de saúde graves, como epilepsia fotossensível.

A tecnologia FPR utiliza óculos polarizados, leves e confortáveis, que não emitem ondas eletromagnéticas, permitindo aos consumidores desfrutarem de longas horas de visualização de imagens em terceira dimensão sem desconforto, diferente dos volumosos óculos com baterias usadas pela tecnologia SG. Os óculos polarizados também estarão disponíveis para usuários de óculos de grau, assim não há necessidade de usar dois pares de óculos e, por serem leves, permitem às pessoas maior movimentação, como deitarem em um sofá, sem perderem a visualização da imagem 3D.

Essa tecnologia também diminui os custos associados à necessidade de utilização de substrato de vidro de polarização extra, ligado ao painel de TV LCD, substituindo o vidro por uma película.

Está previsto que o custo dos óculos seja 5 vezes mais barato que o dos anteriores.

A LG Display espera que as TVs 3D atinjam mais de 10% do mercado mundial de TVs LCD este ano, que alcançarão um total de 220 milhões de aparelhos. Painéis com a tecnologia FPR 3D deverão obter mais de 70% do mercado de TVs 3D em 2011, o que está previsto entre 15 a 20 milhões de unidades.

Soluções em Energia para a Indústria de Equipamentos Médicos e TI

Projetos Personalizados a partir de um modelo Padrão.
Projeto & Desenvolvimento Personalizados.
Time-to-Market reduzido.



ENERGY STAR PARTNER

25 Anos de Mercado 1984-2009



Garantia de 5 Anos

RoHS



GlobTek®
sales@globtek.com
+1.201.784.1000
+1.201.784.0111
www.globtek.com
CERTIICADO ISO 9001:2000

Câmeras térmicas vigiam presos no Espírito Santo

O Complexo Penitenciário de Viana, localizado em Vitória (ES), utiliza um sistema de videomonitoramento composto por 106 câmeras térmicas IP de alta definição (HDTV), que oferecem maior alcance na detecção com imagens baseadas na diferença de temperatura entre objetos, veículos ou pessoas.

O objetivo do sistema, que funcionará 24 horas por dia, é evitar nova fugas e identificar tentativas de fuga mesmo à noite ou em meio a fumaça, neblina, poeira ou névoa. Em novembro de 2010, oito detentos fugiram da Penitenciária Agrícola do Espírito Santo (Paes), uma das unidades que compõem o complexo.

As câmeras instaladas para monitorar o perímetro do complexo são da fabricante Axis Communications, desenvolvedora de equipamentos que captam imagens de pessoas mesmo no escuro completo e câmeras IP. O projeto foi implementado pela integradora 7LAN. As imagens captadas pelas câmeras de alta resolução (HDTV) serão armazenadas por até 45 dias.



Sistema de videomonitoramento com câmeras capazes de detectar pessoas e objetos na escuridão através da diferença de temperatura dos corpos.

Segundo a assessoria de imprensa da Secretaria de Justiça do Espírito Santo, o Estado é o primeiro do país a adotar esse tipo de equipamento no sistema penitenciário.

Para a Axis, este projeto deverá se tornar um modelo para outras penitenciárias do país. "Há uma preocupação crescente do poder público com a segurança nos presídios. Por isso, os gestores estão cada vez mais considerando a adoção de câmeras de alta resolução e câmeras térmicas", diz Alessandra Faria, diretora da Axis na América Latina.

Produtos

Plataforma de Memórias de Silício de alta performance para temporização

SiTime Corporation, desenvolvedora de soluções de "timing" com memórias baseadas em silício, acaba de lançar a sua plataforma "Encore" com a mais elevada performance da indústria. Essa plataforma revolucionária oferece excelentes estabilidade, ruído de fase, "jitter", performance de envelhecimento e, assim, habilita os produtos OCXO, TCXO e VCXO para uso em aplicações de Telecom, Networking, Wireless e Armazenamento de Dados.

Da mesma forma que as demais soluções com osciladores da SiTime, a Encore também oferece compatibilidade de pinagem com os dispositivos existentes baseados em quartzo, a melhor flexibilidade e tempo de entrega, o menor tamanho e a mais elevada confiabilidade.

A empresa usou a tecnologia de MEMs de silício, bem como sua experiência em produtos analógicos programáveis para alcançar soluções de "timing" (temporização) com a melhor relação custo/ peformance obtida até hoje, disse Rajesh Vashist, CEO da SiTime. "Nós acreditamos que a plataforma Encore mudou o jogo de forma significativa, o que acarreta um ponto de inflexão quando da adoção de soluções de temporização com MEMs baseadas em silício. Esses produtos oferecem as vantagens inerentes do silício: flexibilidade, tamanho, potência, "lead time", etc., permitindo que os usuários eliminem completamente os cristais de quartzo dos seus circuitos (sistemas).

A performance na plataforma Encore inclui:

- Estabilidade de frequência de ± 0,5 ppm;
- 650 femtosegundos de jitter de fase randômico RMS integrado. Graças a sua performance, os produtos baseados na Encore são perfeitamente adequados para uso em aplicações de Telecom, Networking, Wireless e Armazenamento de Dados (*Storage*);
- 200 femtosegundos de jitter de fase randômico RMS integrado, usando a "máscara" de jitter de 8,5 Gbps (*Fibre Channel*);
- A mais larga faixa de arrasto: até ± 1.600 ppm em produtos VCXO.

A SiTime envia frequentemente amostras de chips Encore aos seus usuários. Para maiores informações, favor acessar o endereço web: **www.sitime.com/produts/encore.**

Vendas de celulares crescem 31,8% no mundo

Segundo a consultoria Gartner, foram vendidos 1,6 bilhão de celulares no ano de 2010, isso representa um aumento de 31,8% em relação ao mesmo período de 2009. A venda de *smartphones* obteve um crescimento de 72,1%, essa porcentagem representa um total de 19% vendas dos aparelhos móveis.

No quarto trimestre de 2010, as vendas de dispositivos móveis ao consumidor somaram 452 milhões de unidades, o que equivale a um crescimento de 32,7% em relação aos três últimos meses do ano anterior. De acordo a consultoria IDC, o mercado global de smartphones expandiu 87,2% no quarto trimestre de 2010, registrando 100,9 milhões de aparelhos vendidos.

O crescimento das vendas de smartphones movimentou o *ranking* de fabricantes. A Apple e a Research In Motion (RIM) - fabricante dos dispositivos BlackBerry, ficaram na quarta e a quinta posição respectivamente, superando Sony Ericsson e Motorola, analisa a vice-presidente de pesquisas do Gartner, Carolina Milanesi. Ao mesmo tempo, de acordo com ela, as empresas Nokia e LG perderam participação de mercado em 2010, de 36,4% para 28,9% e 10,1% para 7,1% respectivamente, e estão revendo as suas estratégias em relação aos smartphones.

Mesmo com a queda de vendas em 2010 de 7,5% em comparação com 2009, a Nokia continua na liderança do mercado mundial de celulares. Na segunda posição está a Samsung, que aumentou as suas vendas de 235,7 milhões de aparelhos vendidos em 2009 para 281 milhões no ano passado, mas mesmo com o crescimento, a sua participação de mercado caiu de 19,5% para 17,6%.

Os aparelhos da RIM obtiveram um crescimento de 38,2% em 2010, fazendo com que a empresa subisse de 6ª posição para a 4ª do mercado mundial com 3% de participação.

A Apple alcançou 87,2% de vendas do seu iPhone, de 24,9 milhões de unidades em 2009 saltou para 46,6 milhões no ano passado, com 2,9% de participação no mercado.

Na 6ª posição está a Sony Ericsson com 2,6% de participação e 41,8 milhões de celulares comercializados, logo em seguida com 2,4% do mercado está a Motorola. Na sequência estão ZTE com 1,8%, HTC e Huawei com 1,5% cada de participação no mercado mundial.

De acordo com a Gartner, o comportamento de vendas da Apple demonstra o crescimento da oferta do iPhone para 185 provedores de serviços de comunicações no mundo e o fim de acordos de exclusividade com operadoras. 'Para 2011, a principal oportunidade de crescimento para a Apple virá da adição da Verizon Wireless à sua lista de operadoras nos Estados Unidos', aponta a consultoria.

Sensor de Imagem oferece múltiplas inspeções

A empresa Banner Engineering lançou um sensor de imagem que oferece recursos aperfeiçoados de reconhecimento, comunicação e rápida configuração. Com a capacidade de salvar até 30 inspeções, o novo sensor iVu Plus TG amplia a plataforma de sensores de imagem iVu da Banner. Monitora tipo, tamanho, orientação, formato e posição de rótulos, peças e embalagens.

Sua tela colorida sensível ao toque e a memória interna agilizam e facilitam a instalação e a configuração da aplicação sem necessidade de conectar um PC. A comunicação Ethernet assegura compatibilidade com a maioria dos sistemas industriais.

Possui ainda um sensor Sort que pode reconhecer até dez padrões diferentes na mesma inspeção. Entre outras aplicações, este novo recurso permite identificar peças em uma linha de produção e verificar a presença de todas as peças necessárias em uma embalagem. Outras funções incluídas na unidade:

Sensor de área para assegurar a existência de certas características em uma peça;

Sensor de imperfeições para detectar defeitos, como arranhões ou variações de cor;

Sensor de comparação para verificar se um padrão, formato ou peça é idêntico a uma referência.

A utilização é facilitada pela iluminação integrada, pelas lentes de foco ajustável, pelo controle automático de exposição e pela alta velocidade de processamento. O encapsulamento do sensor tem classificação IP67 para utilização em ambientes rigorosos.



O posicionamento incorreto de rótulos é detectado e um sinal de rejeição é enviado pelo sensor de imagem iVu Plus na linha de embalagem de alimentos.

Entre as aplicações para a indústria destacam-se: Embalagem; Manuseio de materiais; Robótica; Montagem; Automotiva; Processamento de alimentos; Indústria farmacêutica; Eletrônicos; Metalurgia e plásticos.

National Semiconductor revoluciona
o projeto de Sistemas com Sensores

A National Semiconductor acaba de lançar dois circuitos integrados que consistem de sensores analógicos front-end (AFE) configuráveis, com tecnologia única, os quais trabalham em conjunto com novas ferramentas para agilizar os projetos de sistemas abrangendo uma variedade de sensores dos principais fabricantes mundiais.

Os CIs AFE com sensores configuráveis e a ferramenta WEBENCH Sensor AFE Designer habilitam o engenheiro de projeto a escolher o sensor, projetar e configurar a solução, e baixar os dados da configuração para o sensor AFE. Uma aplicação típica de sensoriamento, que pode exigir hoje até 15 placas e 25 componentes fica reduzida para apenas um destes CIs da National. O tempo de algumas semanas ou meses para criar um projeto de sistema com sensores é reduzido para apenas alguns minutos, empregando-se os novos produtos e ferramentas.

Sistemas com sensores são usados atualmente em aplicações de controle e monitoramento severo em todas as principais indústrias. Eles estão diminuindo de tamanho, devendo consumir menos potência e possuir maior confiabilidade. "Projetos de sistemas baseados em sensores consomem tempo e são complicados para desenvolver", disse Anita Ganti – Diretora da Unidade de Negócios de Sistemas de Precisão da National. "Até o momento, os projetistas desenvolviam soluções analógicas customizadas que demoravam semanas ou meses para ficarem prontas, mas agora nós podemos ajudá-los a chegar ao mercado mais rapidamente".

Os primeiros de uma família de produtos são dois CIs AFE com sensor configurável, cada um customizado para uma aplicação específica e tendo uma variedade de características, incluindo fontes de corrente programáveis, opções de referência de tensão e taxas de amostra ajustáveis. O LMP91000 é o primeiro potenciostato de baixa potência, totalmente configurável, que fornece uma solução integrada completa para o tratamento do sinal entre um sensor e um conversor analógico – digital. O LMP90100 é o primeiro sensor AFE de 24 bits multicanal, de baixa potência da indústria, com calibração contínua do ruído de fundo e diagnóstico para aplicações de transdutores e transmissores de alta performance.

A ferramenta WEBENCH Sensor AFE Designer inclui as especificações técnicas

Curtas

Rede sem fio

O presidente dos Estados Unidos, Barack Obama, anunciou um plano para expandir o acesso sem fio à internet no país para 98% dos norte-americanos. Somaria um investimento de US$ 5 bilhões em um fundo para levar conexões rápidas sem fio à web para regiões rurais. O governo norte-americano apoiou a medida para disponibilizar 500 megahertz de espectro ao longo da próxima década.

A Comissão Federal de Comunicações do país (FCC) espera reescalonar espectro de 120 megahertz por meio de leilões em que emissoras de televisão como CBS vão entregar frequências em troca de uma parte dos recursos levantados nos leilões. A Casa Branca afirma que espera que os leilões e o uso mais eficiente do espectro levantem 27,8 bilhões de dólares na próxima década.

Inauguração

A Oberthur Technologies, provedora mundial de soluções e serviços de segurança e identificação baseados em tecnologias de cartão inteligente, anunciou a inauguração oficial de sua nova fábrica e centro de serviços de 75.000 pés quadrados em Cotia, São Paulo, Brasil. A nova instalação, que já está totalmente operacional, fornece uma solução de vendedor de fonte única para projeto, manufatura, personalização e atendimento de cartões SIM móveis, cartões de pagamentos (incluindo padrão EMV – Europay, MasterCard, Visa) e credenciais de identificação para clientes no Brasil e em toda a América Latina. As atividades de manufatura e personalização que já estavam baseadas em Cotia, foram reagrupadas nesta nova instalação que pode produzir mais de 100 milhões de cartões por ano.

Monopoly Live

É um dos jogos de tabuleiro mais populares no mundo, pensando em revitalizar o produto, a Hasbro, seu fabricante, renovou o Monopoly, dando-lhe um toque de tecnologia. Desse modo, nasce o Monopoly Live.

A novidade dessa nova versão é que ele conta com uma torre vermelha no centro do tabuleiro, que funciona via controles infravermelho, que é uma espécie de "banco eletrônico", rolando os dados e contando o dinheiro dos jogadores, garantindo assim que as "pequenas pilantragens" não aconteçam mais.

Pela sua nova estrutura, como ele se encarrega de rolar os dados, faz o controle de quantas casas o jogador deve andar. Ele se encarrega também da contagem de dinheiro de cada jogador. Com esta tecnologia, o jogo ficou mais justo. O Monopoly Live será lançado em breve, com preço de US$ 50.

de centenas de sensores de temperatura, pressão, químicos, etc. Sua base de dados especifica produtos da Omega, Honeywell, Tempco e All Sensors.

Sobre o National LMP90100

A calibração contínua do ruído de fundo, patenteada pela National, elimina efetivamente o "offset" e o erro de ganho em relação ao tempo e à temperatura. O offset e o erro de ganho são determinados sem perturbar o sinal medido. O LMP90100 caracteriza um ADC sigma-delta de 24 bits com uma configuração de entrada flexível para interfacear com qualquer combinação de entradas diferenciais ou "single-ended". Os ganhos de sinal (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128), taxa de amostra e o diagnóstico são programáveis para cada sensor, e dois "drives" de corrente casados estão disponíveis para controlar os sensores. O LMP90100 puxa menos de 0,7 mA em média, e é garantido para um range de temperatura entre – 40 °C e 125 °C, tornando-se ideal para transmissores de temperatura ou aplicações 4 – 20 mA.

Para maiores informações ou para encomendar amostras ou uma placa de avaliação, favor acessar **http: //bit.ly/LMP90100**

Sobre o National LMP91000

O AFE programável é bem adequado para uso em aplicações de sensoriamento de gases ou produtos químicos, tais como sensores de oxigênio de dois terminais ou sensores de gás com três eletrodos. O LMP91000 mede a corrente num potenciostato, que é proporcional à concentração do gás. Ele gera uma tensão de saída proporcional à corrente da célula, usando um amplificador de transimpedância. O ganho de transimpedância é programável pelo usuário através de uma interface compatível I²C, possibilitando ao LMP91000 operar numa faixa de sensibilidades a gases tóxicos entre 0,5 nA/ppm e 9,5 nA/ppm. Sua baixíssima potência o torna um sensor ideal para sistemas alimentados por bateria, assim como para aplicações de transmissores (4 mA a 20 mA). Tanto a tensão quanto o ganho de saída da célula são escolhidos pelo usuário, usando programabilidade "on-board", o que permite suporte a uma ampla faixa de gases e concentrações com um consumo total de corrente tão baixo quanto 10 µA, em média. A interface I²C permite que o usuário verifique a performance do sensor, além do que um sensor de temperatura embutido fornece uma saída adicional para monitorar a temperatura. O LMP91000 funciona para uma faixa de tensões entre 2,7 V e 5,5 V.

Para maiores informações ou para encomendar amostras ou uma placa de avaliação, favor acessar: **http://bit.ly/LMP91000**

Sobre o WEBENCH Sensor AFE Designer

Esta nova ferramenta junta-se ao portfólio de "WEBENCH tools online". Uma ferramenta de avaliação em bancada com uma interface de hardware está disponível para minimizar o tempo de projeto de engenharia e facilitar a avaliação de protótipos. O sistema permite ao usuário baixar os dados de configuração do seu projeto para o sensor AFE, juntar sensores e iniciar sua avaliação. Assista uma demonstração em vídeo, acessando **http://bit.ly/afevideo**



A Menor Bateria do Mundo

Jianyu Huang
Tradução: Eutíquio Lopez

Confira nesse artigo a tecnologia desenvolvida no centro de nanotecnologia CINT pelo Sandia National Laboratories

Confira

Acesse o site e assista um vídeo mostrando a visualização in-situ do processo de carga da bateria: **www.youtube.com/watch?v=u0ns6otbC2E**

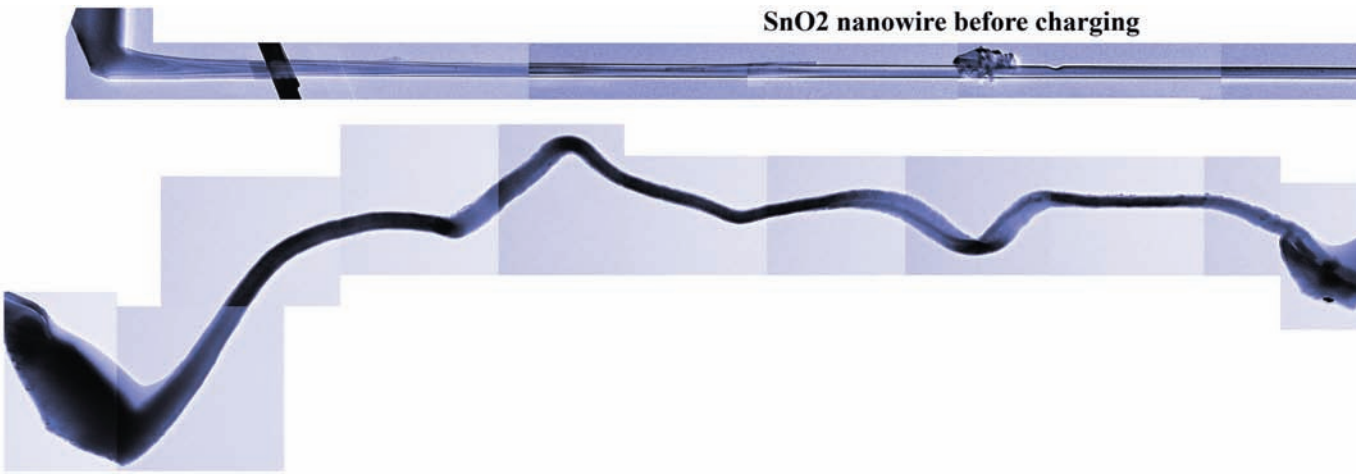
Uma versão experimental da menor bateria do mundo – seu anodo é um único nanofio com espessura igual a 1/7000 de um fio de cabelo - acaba de ser criada por uma equipe liderada pelo pesquisador Jianyu Huang, do Sandia National Laboratories.

Para um estudo melhor das características do anodo, a minúscula bateria recarregável de lítio foi formada no interior de um microscópio eletrônico de transmissão (TEM) do *CINT – Center of Integrated Nanotechnologies*, um departamento de pesquisas de Energia utilizado conjuntamente pelos laboratórios Sandia e Los Alamos.

A respeito do trabalho, Huang reportou ao jornal Science, de 10/12/2010, o seguinte: "Este experimento nos permite estudar a carga e descarga de uma bateria em tempo real e numa resolução em escala atômica, aumentando desse modo nosso conhecimento dos mecanismos básicos de funcionamento desse dispositivo".

Em virtude dos materiais de base do nanofio nas baterias de Li-Íon possuírem potencial para melhorias significativas na potência e densidade de energia em relação aos eletrodos volumosos, investigações mais estritas de suas propriedades de operação poderiam melhorar as novas gerações de "plug-ins" para veículos elétricos híbridos, *laptops* e celulares.

O que incentivou nosso trabalho, continua Huang, "é que as LIBs – Baterias de Li-Íon têm aplicações muito importantes, mas as suas baixas densidades de energia e potência atuais impedem de atender à demanda. Para melhorar sua performance, nós quisemos entendê-las de forma completa e imaginamos que uma experiência "in-situ TEM" poderia acrescentar novas ideias ao problema.



Grupos de pesquisas de baterias usam normalmente nanomateriais como anodos, mas em quantidade e não individualmente – um processo, diz Huang, que se assemelha a "olhar uma floresta e tentar entender o comportamento de uma árvore individual".

A minúscula bateria criada por Huang e seus colaboradores consiste de um anodo de nanofio de óxido de estanho com 100 nm de diâmetro e 10 µm de comprimento, um catodo de óxido de Li-Co com 3,0 mm de comprimento, e um eletrólito líquido iônico. O dispositivo oferece a capacidade de observar diretamente alterações na estrutura atômica durante a carga e descarga das "árvores" individuais.

Um inesperado achado dos pesquisadores revelou que a haste do nanofio de óxido de Sn dobra de comprimento (aproximadamente) durante a carga – seu diâmetro também aumenta, mas não tanto – um fato que poderia ajudar a evitar curto-circuitos que diminuem o tempo de vida da bateria. "Os fabricantes deveriam levar em conta esse alongamento para os seus projetos de bateria", disse Huang. (A convicção geral (errada) dos técnicos de campo é que as baterias "incham" ao longo de seu diâmetro, e não longitudinalmente).

A equipe de Huang descobriu essa falha ao seguir como se dava a progressão dos íons de lítio transportados ao longo do nanofio, criando o que os pesquisadores chamaram de "Medusa front" - uma área onde a alta densidade de deslocamentos provoca no nanofio torções e meneios. A teia de deslocamentos é causada pela penetração do lítio da rede cristalina. "Essas observações provam que os nanofios podem suportar um grande estresse (> 10 GPa) induzido pela "lithiation", sem romper-se, indicando que eles são candidatos excelentes para eletrodos de bateria", falou ainda o Sr. Huang.

"Nossas observações – as quais, nos surpreenderam inicialmente – mostram aos pesquisadores de baterias como são gerados esses deslocamentos, como eles evoluem durante a carga, e oferecem uma orientação de como aliviá-los", acrescentou Huang. Essa é a visão mais próxima do que acontece durante o processo de carga da nanobateria, que se conseguiu até agora.

Expansão de volume induzida por "lithiation", plasticidade e pulverização dos materiais de eletrodo são os principais defeitos mecânicos que afetam o desempenho e a vida útil das baterias de Li-Íon, comentou Huang. "Então, nossas observações a respeito da cinética estrutural e amorfização (alteração da estrutura cristalina normal) têm importantes implicações para o projeto de baterias de alta energia e para a diminuição de suas falhas".

O nível de ruído eletrônico gerado pelo sistema de medidas dos pesquisadores foi muito alto para poder medir as correntes elétricas, mas John Sullivan – coautor Sandia – estimou a corrente de 1,0 picoampère circulando pelo nanofio durante o processo de carga e descarga. O nanofio foi alimentado por uma tensão próxima de 3,5 volts, segundo afirmou Huang.

Um pA corresponde a um milionésimo de µA. Um µA é igual a um milionésimo de 1 ampère.

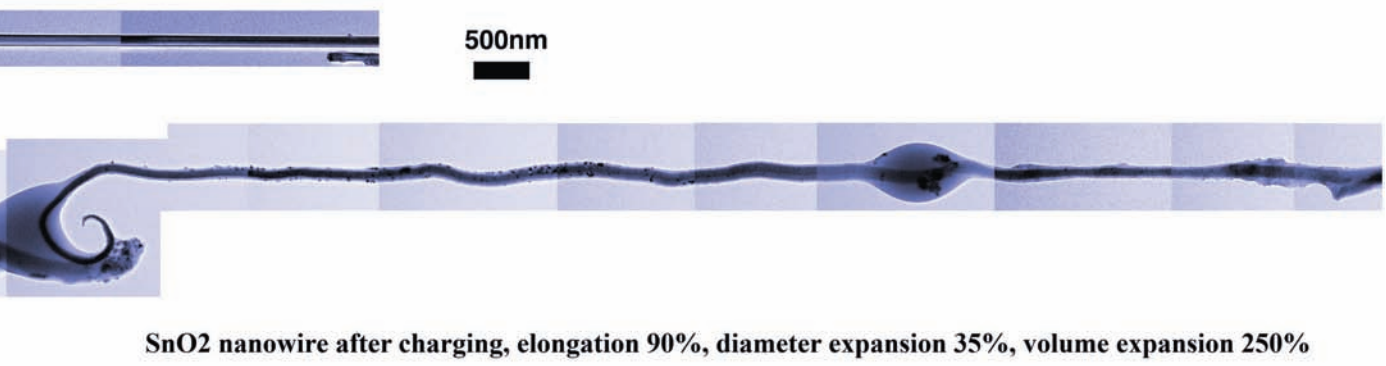
O motivo pelo qual, o exame em escala atômica do processo carga - descarga de um simples nanofio não ter sido possível, deve-se a que é muito difícil empregar um eletrólito líquido em ambiente de alto vácuo como no microscópio TEM. Uma parte das realizações da equipe de Huang é a demonstração de que o líquido iônico – sal liquefeito, em essência – poderia funcionar numa experiência de vácuo.

Embora o trabalho tenha sido realizado usando-se nanofios de óxido de estanho (SnO_2), as experiências podem ser estendidas a outros materiais, tanto para estudos de anodos quanto de catodos , comentou Huang.

" A metodologia que nós desenvolvemos poderia estimular estudos em tempo real mais extensivos sobre os processos microscópicos em baterias, e conduzir a um conhecimento mais amplo dos mecanismos que controlam a performance e confiabilidade desses dispositivos", lembrou ele. Nossos experimentos sugerem também uma fundação para estudos "in-situ" de reações eletroquímicas, os quais terão um grande impacto no campo de pesquisas como: armazenamento de energia, corrosão, eletrodeposição, e síntese química geral.

Outros pesquisadores que contribuiram neste trabalho: Xiao Hua Liu, Nicholas Hudak, Arunkumar Subramanian, e Hong You Fan – todos do Sandia; Li Zhong, Scott Mao, e Li Qiang Zhang (University of Pittsburgh); Chong Min Wang e Wu Xu (Pacifc Northwest National Laboratory); e Liang Qi, Akihiro Kushima e Ju Li (University of Pennsylvania).

O financiamento das pesquisas veio do Sandia National Laboratories através do "Center for Integrated Nanotechnologies" e do Programa "Energy Frontier Research Centers".



F1. "The Medusa twist": aumento de comprimento (não observado formalmente) e torção do anodo em uma nanobateria. Cortesia: DOE Center for Integrated Nanotechnologies

Controle de Diodos Laser

Uwe Malzahn
Tradução: William Salomão
contato@ic-br.com
www.ic-br.com

Entendendo e controlando diodos laser

Controlar *diodos laser* não é nenhum segredo, desde que algumas regras básicas sejam observadas. A **figura 1** mostra uma representação de um diodo laser, com suas diferentes camadas semicondutoras. A distância entre extremidades é de apenas algumas centenas de µm. A luz laser é originada na região ativa, de apenas alguns nm de espessura, e é emitida através da superfície semiespelhada frontal (seta). Os espelhos dessa superfície geram uma fonte de luz constante na zona ativa (ressoador óptico segundo Fabry-Perot). Isso possibilita a chamada emissão induzida, provocando assim a "amplificação luminosa", que é o efeito laser em si (LASER = *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*).

Abaixo de uma determinada corrente limiar, o diodo laser emite luz LED (emissão espontânea). Acima desse nível, o diodo passa a emitir luz laser através da emissão estimulada. Nessa região, a potência desenvolvida sobe intensamente com o aumento da corrente no diodo (o grau de eficiência passa a ser maior). A relação entre a potência óptica e a corrente no diodo é linear até a potência máxima - tanto na operação CW (*Continuous Wavelength*), como na pulsada (**Figura 2**).

Medidas de precaução

A potência máxima definida pelo fabricante do componente nunca deve ser ultrapassada. Sobretensão ou sobrecorrente, ainda que por curtos períodos de tempo, podem danificar ou destruir completamente o diodo laser. O ajuste da potência óptica deve ser sempre conduzido com a ajuda de um medidor de potência ou um fotodiodo calibrado. Devido às grandes tolerâncias, não é suficiente ajustar a corrente no diodo de acordo com os dados no *datasheet* do componente. Uma curta sobrecarga já pode danificar seus espelhos (esse efeito pode ser observado através de um feixe falho e um aumento significativo na corrente drenada). Diodos laser também são extremamente sensíveis a descargas eletrostáticas (ESD = *Electrostatic Discharge*). Por isso, recomenda-se utilizar uma pulseira antiestática e uma superfície aterrada no seu manuseio.

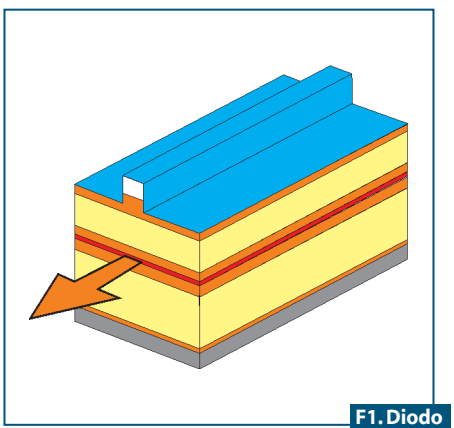
Temperatura

Um efeito frequentemente ignorado, mas muito importante, é a influência da temperatura na relação entre potência óptica e corrente no diodo (**figura 2**). A corrente limiar aumenta junto com a temperatura, enquanto a potência óptica e a eficiência diminuem. Assim, um circuito de controle deve possuir um limitador ou um mecanismo de desligamento, para evitar que uma grande variação de temperatura possa danificar o diodo laser.

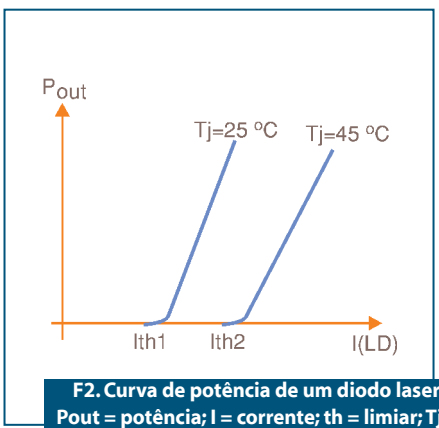
Controle

Um circuito de controle (*driver*) para diodos laser deve ter uma fonte de alimentação capaz de filtrar cargas indutivas e outros tipos de interferência. O uso de uma bateria contorna esse problema, mas não é viável em muitas aplicações industriais. Manter as conexões físicas curtas entre o diodo laser e o circuito de controle auxiliam na redução de interferências.

É essencial que diodos laser sejam sempre utilizados em conjunto com um driver, seja por corrente constante (ACC = *Automatic Current Control*) ou potência



F1. Diodo Laser.



F2. Curva de potência de um diodo laser. Pout = potência; I = corrente; th = limiar; Tj = temperatura da junção.

constante (APC = A*utomatic Power Control*). Uma fonte de alimentação de laboratório não é apropriada para alimentar um diodo laser diretamente!

Circuitos integrados para controle de diodos laser possuem claras vantagens em relação a soluções com componentes discretos. Os CIs drivers disponíveis oferecem uma ampla gama de funcionalidades e mecanismos de proteção para o diodo e requerem poucos componentes externos. O ponto de operação pode ser definido com o uso de um simples resistor *trimmer*.

Operação ACC - Corrente Constante

O comprimento de onda de um diodo laser varia com a temperatura, mas não de forma linear, e sim em "saltos" pelo espectro. Esse fenômeno é conhecido como *Mode Hopping*.

Em modo de operação com corrente constante, com controle preciso de temperatura do diodo, consegue-se a melhor estabilidade da potência óptica. Devido ao comportamento acima descrito, não se recomenda a operação com corrente constante sem controle de temperatura - a potência desenvolvida não seria constante e poderia facilmente ultrapassar os valores limites.

Operação APC - Potência Constante

Em aplicações industriais, como barreiras de luz ou sensores de distância, nas quais a temperatura ambiente pode variar, é preferível a simplicidade da operação APC. *Drivers APC* típicos possuem ainda uma inicialização suave e filtram picos de tensão e outros transientes.

A regulagem APC garante uma potência óptica constante. Contudo, sem controle de temperatura, pode haver deslocamento do comprimento de onda e Mode Hopping. Mesmo em aplicações nas quais esses efeitos não são críticos, deve-se atentar à dissipação de calor. Caso contrário, a eficiência do diodo laser diminui com o aumento da temperatura, o que o circuito de controle tenta compensar com uma corrente cada vez maior, a fim de manter a potência óptica constante. Sem limitação de corrente ou um mecanismo de desligamento, pode-se danificar ou destruir o diodo laser.

A grandeza proporcional à potência óptica necessária para a operação APC costuma ser medida através de um diodo monitor, integrado ao invólucro do diodo laser. Existem três tipos de diodos laser com diodo monitor integrado. O terminal comum é conectado à carcaça do diodo laser, a qual, também por razões térmicas, é ligada ao terra (GND). Veja a **figura 3**.

Essas diferentes configurações devem ser levadas em conta na escolha do circuito de controle. A **figura 4** mostra os diferentes princípios de controle, considerando a carcaça do laser ligada ao terra. O diodo tipo N requer um driver com tensão negativa, além de uma conexão VEE (-) para o diodo monitor.



O diodo tipo P, por sua vez, requer um driver com tensão positiva e conexão VCC (+) para o monitor. Já o diodo tipo M precisa de uma fonte de alimentação dupla, com o driver em VCC e o monitor em VEE. Estritamente falando, cada configuração necessita de um tipo de driver otimizado. Contudo, alguns componentes implementam 2 ou até as 3 possíveis configurações, através de uma entrada de monitor complementar, sem a necessidade de uma fonte dupla. Desta forma, entretanto, a carcaça do laser não poderá ser conectada ao terra em todas as situações.

Resfriamento

Na maior parte das aplicações, especialmente em operação CW, é indispensável dispor de um dissipador de calor, a fim de se evitar um aumento muito grande da temperatura do *chip*, que por sua vez pode danificar o laser. Normalmente, a manutenção de uma baixa temperatura de operação aumenta a vida útil do diodo. Uma redução de cerca de 10 °C pode dobrar esse tempo.

Lidando com erros

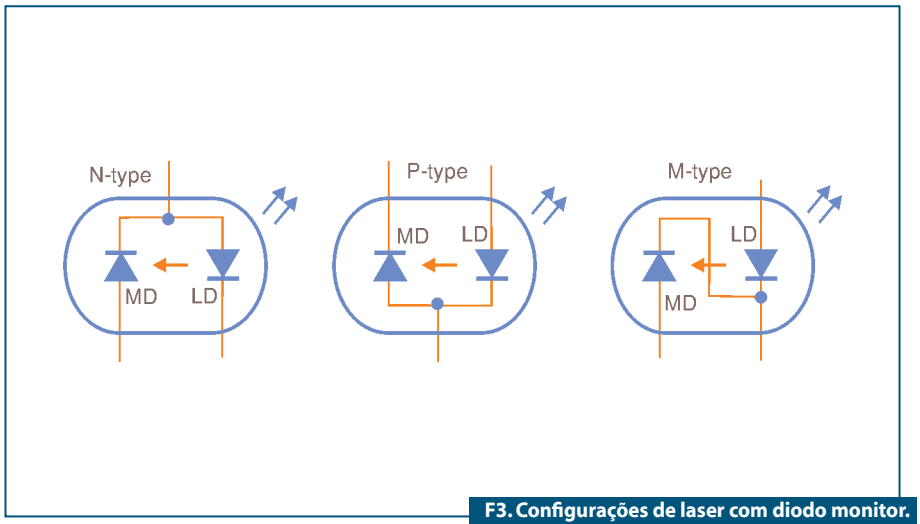
Mesmo utilizando-se um CI driver apropriado, deve-se atentar para alguns pontos. Se o driver não possuir um mecanismo de desligamento ou limitação de corrente, uma eventual quebra de circuito na trilha do monitor pode provocar sobrecorrente no diodo laser. Ao utilizar-se um resistor trimmer para ajuste da potência ou corrente de operação, deve-se evitar erros de montagem (curto-circuito, mau contato, etc). A conexão entre o driver e o diodo laser não deve nunca ser interrompida por um interruptor ou um relé. O próprio driver é responsável por ligar, desligar e pulsar o diodo.

Conclusão

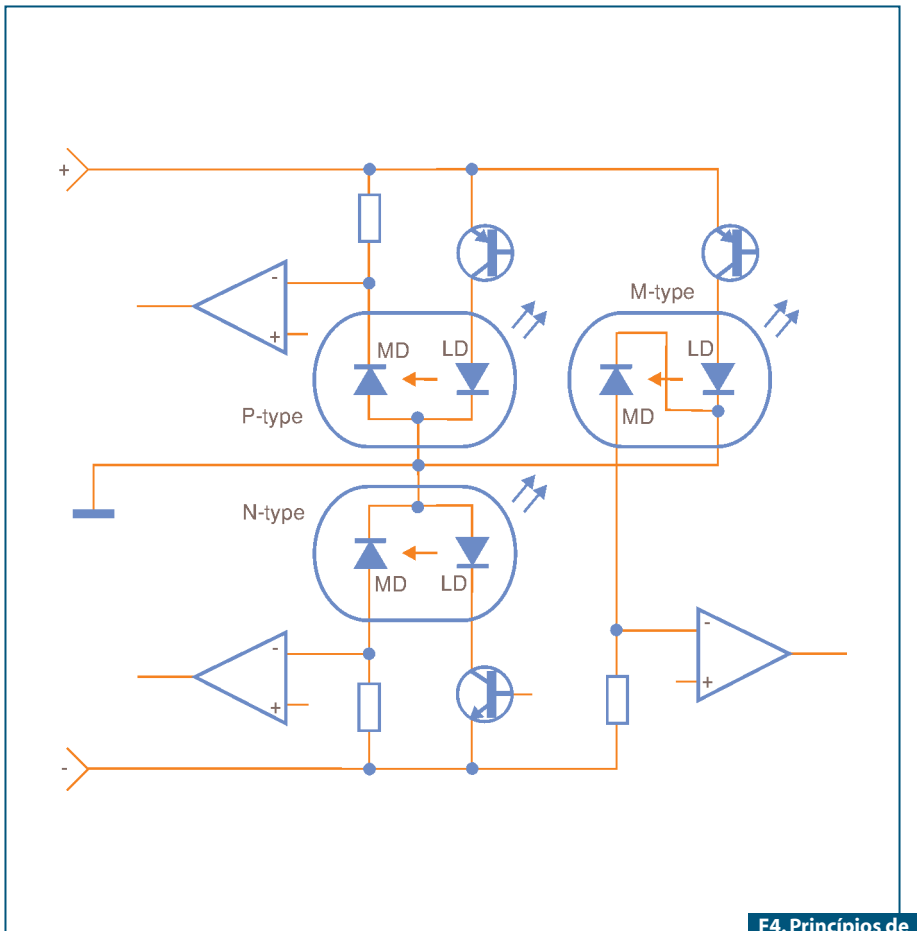
Para maximizar a vida útil e a estabilidade de operação de um diodo laser, deve-se utilizar uma combinação de corrente constante e controle de temperatura ou, como alternativa, controle de potência. Assim, é importante observar que, acima da corrente limiar, pequenos aumentos na corrente podem provocar um aumento substancial na potência e, dessa forma, ultrapassar rapidamente os limites do componente. Medidas de resfriamento são necessárias para uma operação estável e uma vida útil maior, tanto em ACC, quanto em APC.

A iC-Haus oferece uma ampla linha de drivers laser, tanto para operação CW, quanto pulsada (até 200 MHz), implementando modos de operação ACC e APC para variados níveis de potência, e até mesmo modelos especiais para lasers azuis. Adicionalmente, todos esses CIs possuem os mecanismos de proteção discutidos neste artigo.

Saiba mais em **http://iC-BR.com/products/laser.htm**



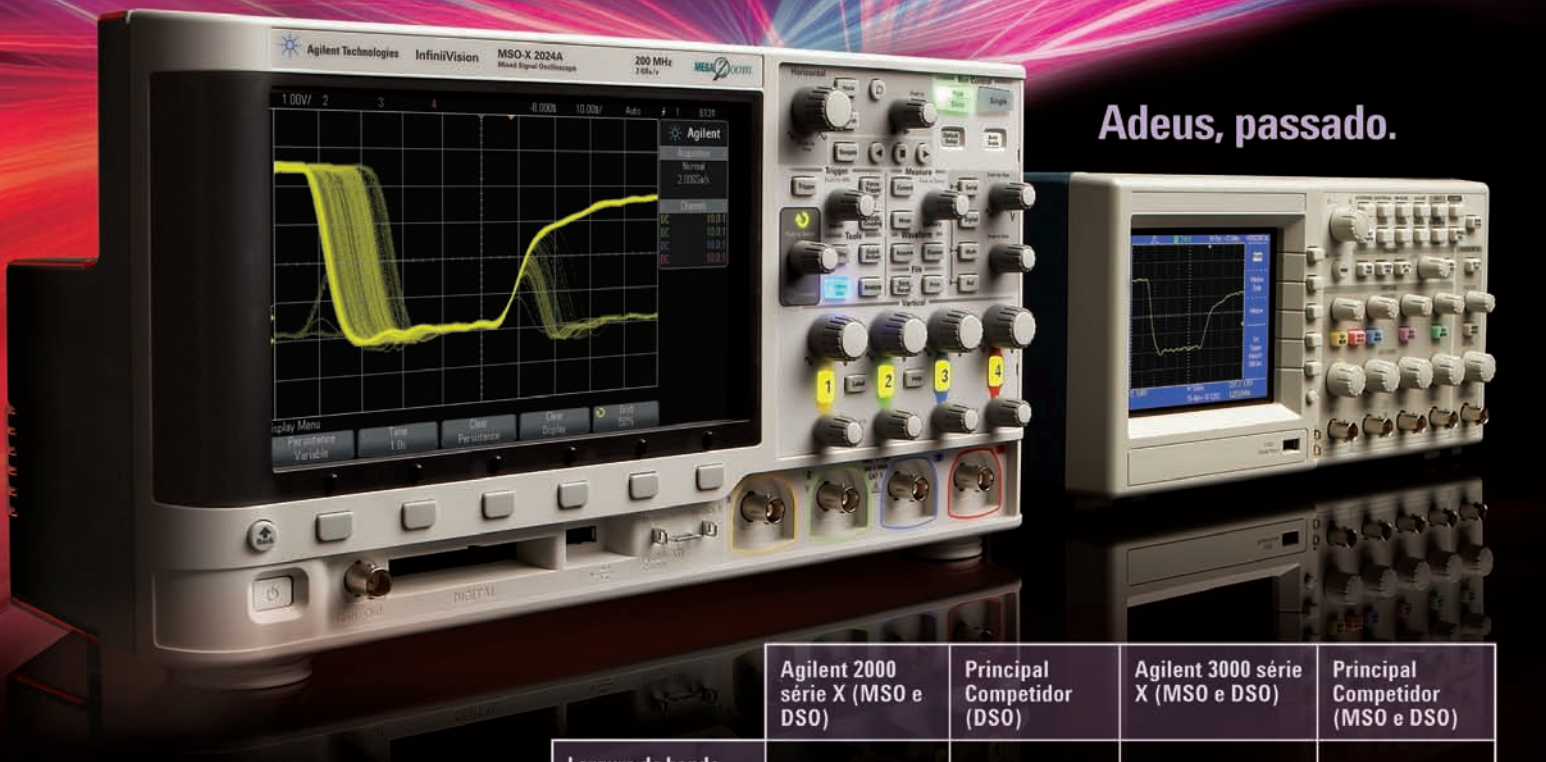
F3. Configurações de laser com diodo monitor. LD = diodo laser; MD = diodo monitor.



F4. Princípios de controle.

Agilent Technologies

Olá, futuro.



Adeus, passado.

Reinventando os osciloscópios

	Agilent 2000 série X (MSO e DSO)	Principal Competidor (DSO)	Agilent 3000 série X (MSO e DSO)	Principal Competidor (MSO e DSO)
Largura de banda (MHz)	70, 100, 200	50, 70, 100, 200	100, 200, 350, 500	100, 200
Taxa de amostragem máx.	2 GSa/s	2 GSa/s	4 GSa/s	1 GSa/s
Profundidade de memória máx.	100 kpts	2.5 kpts	4 Mpts	1 Mpt
Taxa de atualização máx. (formas de onda/s)	50.000	200**	1.000.000	5.000
Upgrade total	Sim	Não	Sim	Não
Gerador de funções	Sim	Não	Sim	Não
Notas:	** Veja mais sobre as medições das taxas de atualização na publicação Agilent 5989-7885EN Dados dos osciloscópios concorrentes obtidos nas publicações Tektronix 3GW-25645-0 e 3GW-22048-1 Medições de um mesmo sinal com o Agilent MSOX2024A e o Tektronix TDS2024B As imagens mostradas são capturas de tela reais e os osciloscópios são mostrados em escala			

A Agilent e a nossa Rede de Distribuidores

O instrumento certo.
O conhecimento certo.
Entrega imediata.

Veja a diferença ainda hoje.
www.agilent.com.br/find/morescope

© 2011 Agilent Technologies, Inc.

Para saber mais consulte o seu distribuidor Agilent

Datasonic
PB - (83) 3343-0078
datasonic@datasonic.com.br
www.datashop.com.br/agilent

Farnell Newark
SP - (11) 4066-9400
vendas@farnellnewark.com
www.farnellnewark.com.br/agilent

FLK
RJ - (21) 2224-1801
flk@flk-rio.com.br
www.flk-rio.com.br/agilent

KARIMEX
SP - (11) 5189-1900
vendas@karimex.com.br
www.karimex.com.br/agilent

NORTRON
PE - (81) 3427-3445
nortron@nortronne.com.br

pares
PR - (41) 3014-3600
vendas@pares.com.br
www.pares.com.br/agilent

QUART
SP - (11) 2198-5500
quart@quart.com.br
AM - (92) 3644-2699
quart.am@quart.com.br

Agilent Technologies
Authorized Distributor
www.agilent.com.br

Controlando motores de corrente contínua de potência

Circuito de controle de motores CC (de potência) para acionamento/desacionamento; reversão da rotação e controle da velocidade

Defferson Rodrigues Martins das Neves

O controle de motores, sejam de corrente contínua ou alternada, é uma área da eletrônica que merece um estudo especial, pois, são tantos os métodos e as tecnologias empregadas para essa finalidade, que o assunto pode ser considerado uma ciência à parte. Existem desde controles simples como uma chave de contatos ou um reostato, até controles mais sofisticados a exemplo dos que fazem uso da tecnologia PWM, dentre outros muito mais complexos.

Seja qual for o tipo de controle, o circuito concebido deverá ser dimensionado para suportar as características próprias de um determinado motor, principalmente no que tange à tensão e corrente nominais, sempre lembrando que as correntes de partida do motor sem carga e do motor com carga são bem diferentes, e o projetista deverá estar atento a estas especificações.

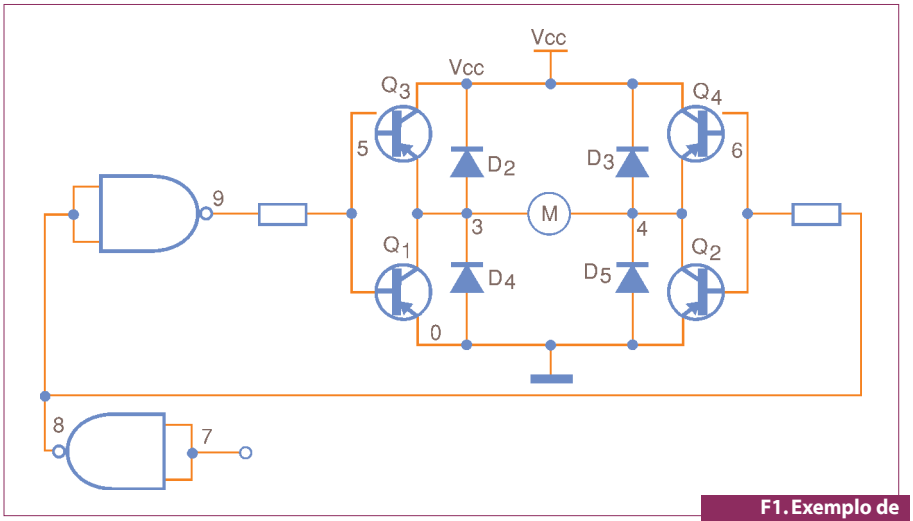
As publicações da Editora Saber, revistas e livros, já apresentaram excelentes projetos de controle de motores com as mais diversas características, e podemos destacar uma configuração para controle de motores DC, bem conhecida de nossos leitores, trata-se da **ponte H**, com o exemplo dado na **figura 1**, que pode controlar o sentido de rotação do motor, e acrescentado-se alguns componentes ainda pode controlar se o motor estará ou não ligado, e controlar sua velocidade através de circuitos como o já mencionado PWM.

O presente artigo tem como finalidade apresentar um circuito para controle de motores de corrente contínua, com características semelhantes às de uma ponte H, ou seja, poderá ligar ou desligar o motor, reverter seu sentido de rotação e ainda controlar sua velocidade. Na prática, nosso circuito poderá controlar motores de

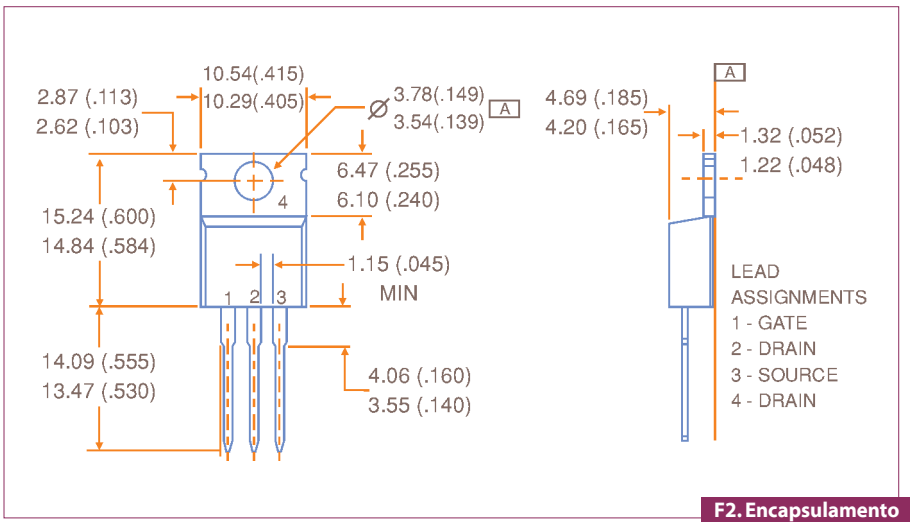
correntes bem altas, dependendo somente dos componentes principais que suportem tais correntes.

O circuito possui as seguintes características:

- Controle de motores DC de altas correntes, bastando utilizar um relé, um MOSFET de potência e um diodo de potência de alta frequência de acordo com a corrente que se pretenda controlar;
- Pode efetuar a reversão do motor;
- Pode ser utilizado em conjunto com um controle PWM, controlando assim a velocidade do motor;
- Possui isolação entre o circuito de potência e o circuito de controle, podendo desta forma ser utilizado com microcontroladores ou PCs, sem o risco de danificá-los.



F1. Exemplo de ponte H com transistores.



F2. Encapsulamento TO-220AB com pinagem – IRLZ44N.

Componentes "quase" críticos

O circuito apresenta alguns componentes "não comuns" aos leitores de nossas revistas, no entanto eles são de fácil obtenção nas lojas de componentes eletrônicos (com preços bem próximos aos dos componentes mais comuns), e podem inclusive ser substituídos por outros desde que mantidas algumas características que serão listadas a seguir.

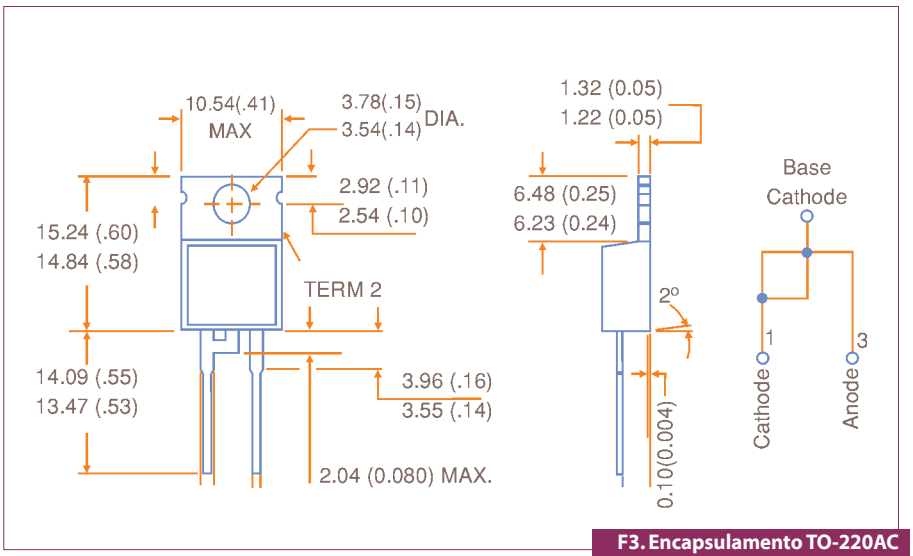
Aproveito a oportunidade para incentivar nossos leitores a acostumarem-se a buscar na internet informações sobre componentes, existem excelentes *sites* que podem fornecer os datasheets (folhas de dados) de inúmeros componentes eletrônicos, como por exemplo o **www.alldatasheet.com**, e de posse destes *datasheets* o projetista, ou hobista, poderá verificar as características de um determinado componente e realizar comparações com outro, percebendo muitas vezes que um componente pode ser substituído por outro sem problemas para o projeto ou montagem.

Para o caso do nosso projeto, teremos três componentes relativamente não comuns, que são os seguintes:

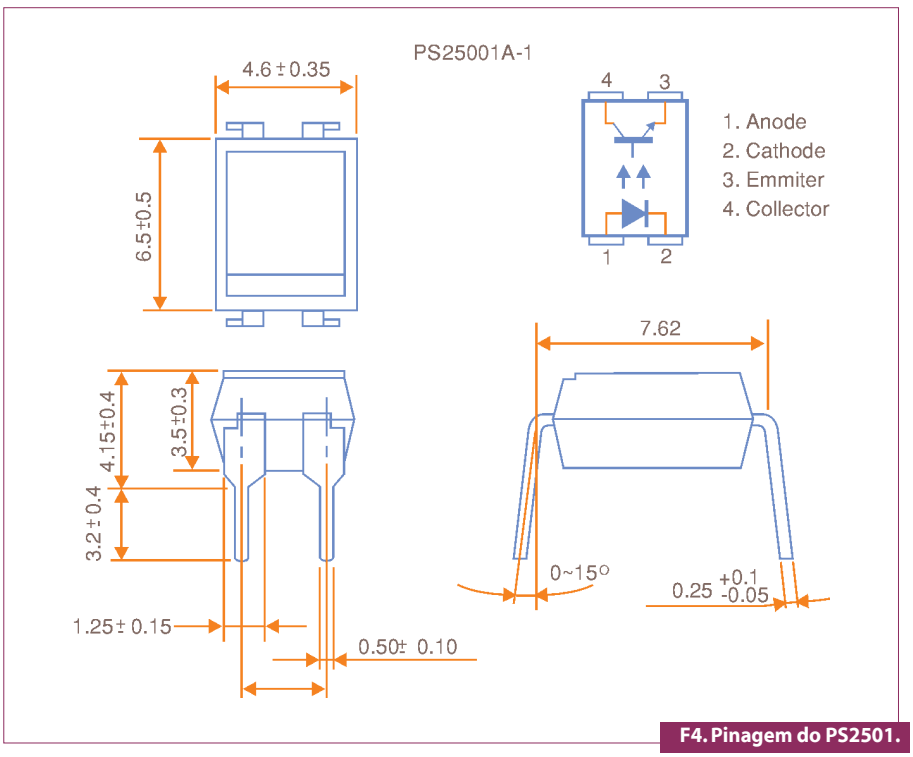
O MOSFET de potência de canal N, IRLZ44N (com pinagem apresentada na **figura 2**), com Vdss=55V, Rds(on)=0,022Ω, Id=47A e uma dissipação de potência de 110 W em 25° C. Obviamente, como já explanado em outros artigos dessa revista, não podemos utilizar um componente nos extremos de sua capacidade, e vários fatores determinam a forma como ele deve operar, como por exemplo: a temperatura, a tensão e a frequência de trabalho influenciam diretamente na quantidade de corrente que o MOSFET poderá controlar.

Podemos substituir este componente por qualquer outro MOSFET de potência de canal N, porém a corrente do motor ficará limitada à corrente do MOSFET (sempre lembrando para que se mantenha uma boa margem de segurança), por exemplo, se utilizarmos um MOSFET que suporte uma corrente de 30A, e 90W, uma boa limitação seria utilizar motores de até 5A e com tensões de até 12V. A resistência entre dreno (*drain*) e fonte (*source*) quando o MOSFET está conduzindo, Rds(on), influencia diretamente na potência que será dissipada pelo componente, ou seja, quanto menor a Rds(on), menos o MOSFET vai esquentar, por este motivo, recomenda-se escolher componentes com baixos valores;

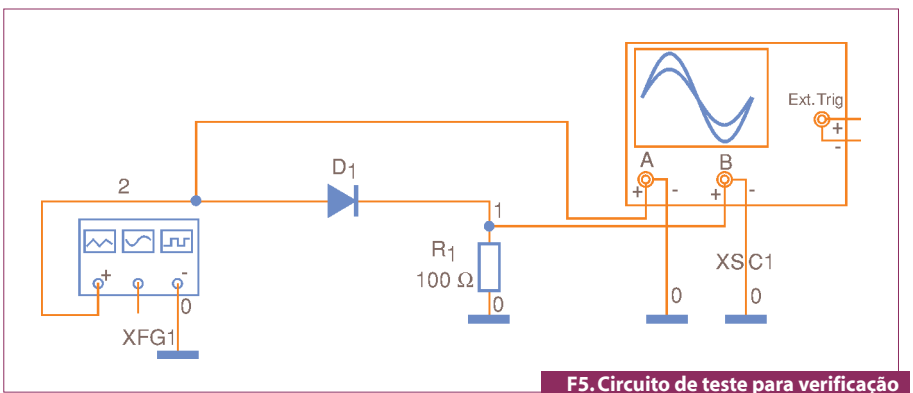
- **O diodo Schottky de potência para altas frequências**, 30ETH06 (com pinagem vista na **figura 3**), com trr (*reverse recovery time*=tempo de recuperação reversa) = 28 ns (esse é um valor médio, podendo variar conforme a corrente, tensão e temperatura de trabalho), If(av)=30A (corrente média que o diodo pode suportar) e V_R=600V (tensão de pico reversa). As duas principais características deste diodo são o tempo de recuperação reversa e a corrente que



F3. Encapsulamento TO-220AC com pinagem – 30ETH06.



F4. Pinagem do PS2501.



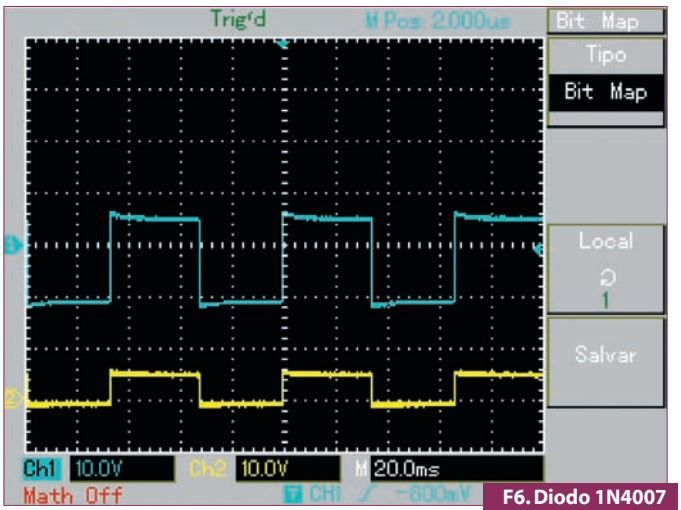
F5. Circuito de teste para verificação do tempo de recuperação reversa.

o diodo pode suportar; os diodos comuns de silício, como os da série 1N4000, são relativamente lentos e em frequências altas tendem a continuar conduzindo, mesmo quando inversamente polarizados, devido a uma característica dos diodos chamada **tempo de recuperação reversa**. Como será visto mais à frente no circuito, a função deste diodo é proteger o MOSFET de potência da tensão reversa gerada pelas bobinas do motor, quando retirada a alimentação do mesmo. Para o caso de nosso circuito ser utilizado em um controle PWM, o MOSFET comutará o motor em frequências que podem chegar a 20 kHz, sendo necessário para protegê-lo, um diodo que possa entrar em condução e corte com a mesma velocidade. Este componente também poderá ser substituído, porém nunca por um diodo que não tenha um tempo de recuperação reversa da mesma ordem de grandeza;

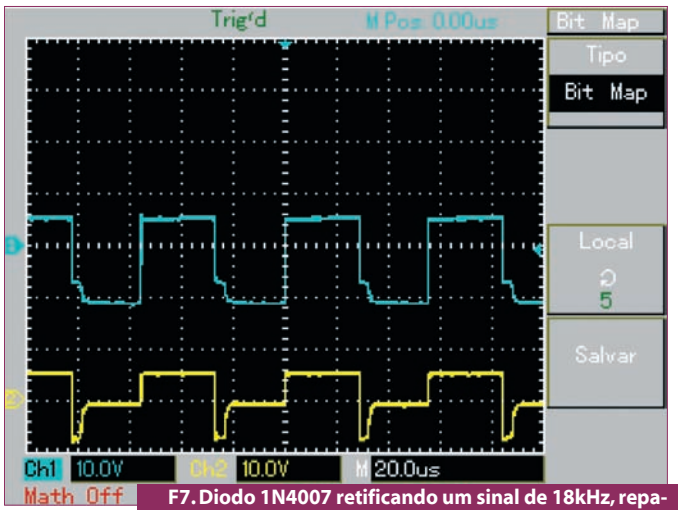
- **O acoplador ótico PS2501** (com pinagem mostrada na **figura 4**), que tem como principal característica a velocidade de resposta, assim como o diodo Schottky, previamente mencionado. Muitos de nossos leitores já viram, com certa frequência, nos projetos publicados nesta revista o acoplador ótico 4N25, porém este componente é relativamente lento, e se nosso projeto trabalhar com sinais PWM, o PS2501 atenderá melhor nossas necessidades com o mesmo custo. O acoplador ótico tem a função de isolar o circuito de potência do circuito de controle, inclusive podendo ser suprimido do sistema, no entanto é altamente recomendável sua utilização principalmente se os sinas de controle forem gerados por um computador ou microcontrolador.

O tempo de recuperação reversa

Para que nosso leitor possa entender como funciona o **tempo de recuperação reversa**, montamos o circuito da **figura 5**, onde XFG1 é um gerador de sinais, configurado para gerar uma tensão alternada de onda quadrada com amplitude de 10V, primeiro



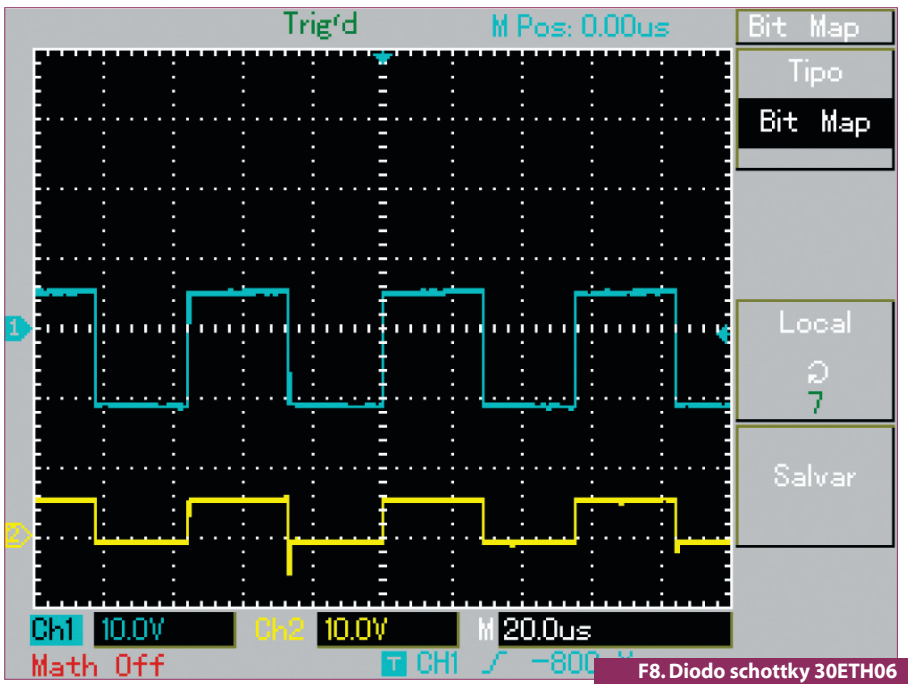
F6. Diodo 1N4007 retificando um sinal de 10 Hz.



F7. Diodo 1N4007 retificando um sinal de 18kHz, repare que durante um determinado intervalo de tempo a tensão negativa da fonte chega ao resistor de carga.

em 15Hz e depois em 18 kHz. Para o diodo comum 1N4007 temos as formas de onda antes e após o diodo para as frequências de 15Hz e 18kHz, respectivamente nas **figuras 6 e 7**, e na **figura 8** vemos as formas de onda para o diodo schottky 30ETH06, na frequência de 18kHz.

Você pode perceber pelos gráficos, que o diodo Schottky recupera-se muito mais rápido durante a transição de uma polarização direta para uma polarização reversa. Este fenômeno ocorre devido à características construtivas dos diodos.



F8. Diodo schottky 30ETH06 retificando um sinal de 18kHz.

O circuito

O circuito proposto está ilustrado na **figura 9**.

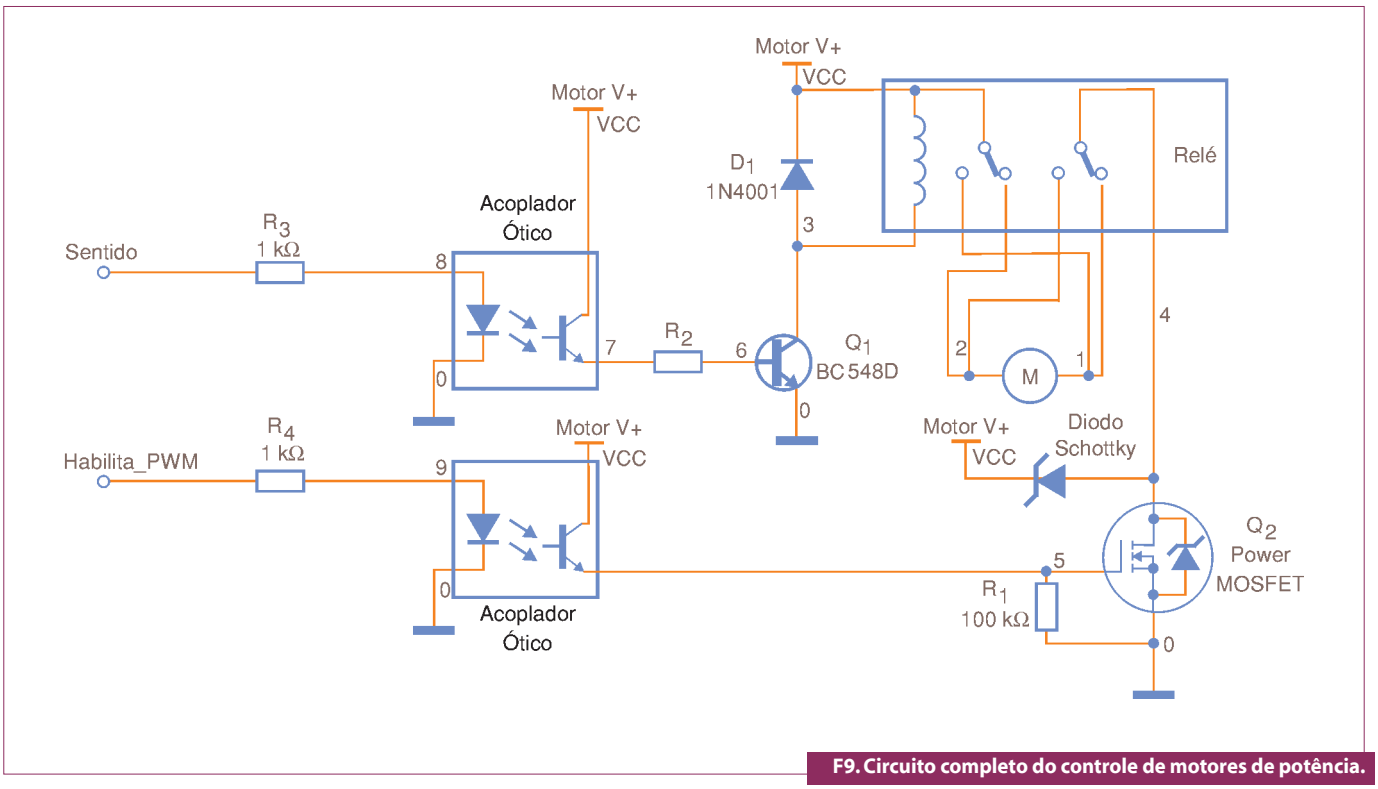
Além do MOSFET de potência, do diodo Schottky e do acoplador ótico, todos discutidos anteriormente neste artigo, encontramos no circuito um relé com tensão de bobina e corrente de contatos de acordo com as características do motor; no caso específico deste projeto foi utilizado um relé de tensão de bobina de 12V e corrente de contatos de 16A.

Como dito no início do artigo, a combinação das características do MOSFET, do diodo Schottky e do relé determinarão a potência do motor que poderá ser controlado, o circuito proposto está sendo utilizado para controle de um motor DC que opera com tensão de 12V, drenando uma corrente de 400mA, sem carga, e de 2,1A, com carga, porém, poderíamos utilizar um motor que drenasse 5A de corrente, sem problemas.

Não esquecer que tanto o diodo Schottky, quanto o MOSFET de potência, trabalharão com altas correntes, e tendem a aquecer-se, devendo então serem providos de bons radiadores de calor, e que no caso da confecção de uma placa de circuito impresso, as trilhas por onde passarão correntes elevadas devem ter uma largura conveniente. Os pontos de GND do circuito de potência devem ser isolados dos pontos de GND do circuito de controle, para evitar que haja qualquer caminho para surtos de tensão atingirem componentes sensíveis.

R_3 e R_4 são resistores limitadores de corrente para os diodos internos dos acopladores óticos e para sinais de controle com tensões de 5V, podem ter seus valores alterados para 470Ω. Como o MOSFET de potência, possui uma elevada impedância de entrada, o resistor R_1 ajusta a sensibilidade do mesmo, e ao mesmo tempo serve como carga para o transistor do acoplador ótico, desse modo R_1 deve ter seu valor alterado de acordo com a tensão de funcionamento do motor (para controles ON/OFF e reversão) e, para o caso do circuito ser utilizado juntamente com um controle PWM, a frequência de oscilação do circuito PWM também irá influenciar na escolha de R_1.

Para o motor do exemplo citado acima, que funciona com 12V, R_1 pode ter um valor



F9. Circuito completo do controle de motores de potência.

de 100kΩ, caso o circuito de acionamento seja apenas ON/OFF e reversão do motor, porém, caso o circuito seja acionado por um controle de PWM, com uma frequência de oscilação de, por exemplo, 18 kHz, o valor de R_1 deverá ser reduzido para 10kΩ, pois com valores de R_1 muito altos, o sinal de PWM na saída do acoplador ótico (entrada do MOSFET) tende a não oscilar, e permanecer sempre no nível alto de tensão.

Um osciloscópio seria o ideal para verificar se o sinal na entrada corresponde ao de saída, no acoplador ótico, mas como muitos de nossos leitores não possuem esse instrumento, podemos utilizar o método de tentativa e erro para verificar qual o melhor valor para R_1 (dependendo da tensão e frequência do sinal PWM), podendo ser utilizados valores como 1kΩ, 5kΩ, 10kΩ, 15kΩ, 50kΩ e 100kΩ.

Funcionamento

O funcionamento do circuito é simples, a entrada "habilita_PWM" ligará o motor se receber um sinal positivo de tensão; para um sinal positivo contínuo, o motor permanecerá ligado ininterruptamente, e se for aplicado um sinal positivo variável, como por exemplo, um sinal PWM, o motor responderá de acordo com a frequência e o *duty cycle* deste sinal.

Já a entrada "sentido", controlará o sentido do motor: sem um sinal positivo na entrada, o transistor BC548 estará em corte, não excitando a bobina do relé, e fazendo com que a corrente circule por um determinado sentido no motor; com um sinal positivo na entrada "sentido": o transistor BC548 estará saturado, excitando a bobina do relé, fazendo com que o mesmo inverta a posição dos contatos, e determinando que a corrente circule através do motor no sentido inverso.

Conclusão

Acreditamos que além do prazer de realizar uma determinada montagem ou projeto, e vê-lo funcionando perfeitamente, essa atividade possa agregar outras experiências também gratificantes, como por exemplo conhecer novos componentes e tecnologias. Seja uma montagem para realizar uma tarefa simples ou complexa, conhecer como os componentes que fazem parte do projeto trabalham também é importante. Por isso, voltamos a salientar a necessidade dos nossos leitores buscarem sempre as folhas de dados dos componentes para conhecerem a fundo suas características. Esperamos que o presente projeto possa agregar mais conhecimentos aos nossos leitores. Até a próxima! E

Bibliografia

ALBUQUERQUE, R. O.; SEABRA, C. S. **Utilizando Eletrônica com AO, SCR, TRIAC, UJT, PUT, CI 555, LDR, LED, FET e IGBT**. 1 ed. São Paulo: Érica , 2009.

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. **Laboratório de Eletricidade e Eletrônica**. 16 ed. São Paulo: Érica, 1999.

CLARK, D.; OWINGS, M. **Building Robot Drive Trains**. 1 ed. USA: Mc Graw Hill, 2003.

MALVINO, A. P. **Eletrônica Volume 1**. 4 ed. São Paulo: Makron Books, 1997.

BRAGA, N. C. **Eletrônica Básica para a Mecatrônica**. 1 ed. São Paulo: Saber, 2005.

Aplicação dos Dispositivos Lógicos Programáveis (DLP)
no aprendizado de Eletrônica Digital

Neste artigo será apresentado um novo método de aprendizado de eletrônica digital, em particular sua importância dentro de uma metodologia para projeto de sistemas digitais. O principal objetivo é propor e desenvolver mecanismos que orientem, estimulem, facilitem e otimizem o processo de aprendizado por meio do desenvolvimento e implementação de projetos de sistemas digitais. A verificação desse método tem como base a parte experimental, que consiste na aplicação de técnicas de simulação de circuitos digitais com o auxílio da ferramenta de software QUARTUS II da Altera e a programação de projetos em dispositivos lógicos programáveis.

Conclui-se que, com o método proposto, os objetivos relacionados à orientação serão alcançados como estímulo e motivação dos alunos para o estudo dos conceitos básicos de eletrônica digital, incluindo a otimização do aprendizado

André Luiz da Rocha Lima

A realização do projeto de um sistema digital consiste em determinar a função lógica do sistema que se quer projetar e apresentar respostas aos estímulos recebidos, e então construir um circuito lógico complexo que execute essa função a partir de circuitos lógicos básicos como, por exemplo: portas AND, OR, NOT, NAND e outras.

Em razão da complexidade dos sistemas digitais atuais, esse tipo de projeto está se tornando inviável devido a vários problemas que o projeto, utilizando portas lógicas dedicadas acarreta.

Alguns dos problemas mais comuns que as portas lógicas dedicadas apresentam são: alto número de circuitos integrados (portas lógicas), alto custo do projeto, necessidade de um grande *layout* físico para acomodar todos os componentes, possíveis erros de conexão ou mau contato. Tudo isso interfere na confiabilidade do sistema, sendo assim necessários protótipos para testes.

Junto aos problemas já mencionados soma-se a evolução tecnológica que vem crescendo nos últimos anos, e que também vem aumentando a complexidade de processamento dos sistemas digitais. Estes sistemas ainda exigem um número maior de portas lógicas necessárias para o seu projeto, ficando assim mais uma vez inviável projetar sistemas digitais através de portas lógicas básicas.

Diante desta inviabilidade, surgiu um dispositivo que contém milhares de portas lógicas internamente, e que permite ao usuário implementar a função lógica desejada.

Com o rápido desenvolvimento desse dispositivo na área de eletrônica digital, como um todo e em algumas subáreas, tais como: controle e automação de processos, processamento e transmissão de dados e sinais, dentre outras, tornou-se possível o surgimento da lógica programável.

Com o surgimento da lógica programável e esse novo dispositivo, surgiu a necessidade de uma nova forma de projetar sistemas digitais, pois as formas tradicionais de projetos baseadas em protótipos de teste, em software de projeto lógico a partir de portas lógicas como, por exemplo, com os softwares: *crocodile, circuit marker,* entre outros, já não são mais viáveis.

Essa nova forma de projetar sistemas digitais é conhecida como "descrição de hardware". Nesta nova forma de projetar o aluno faz o projeto com o auxilio do computador, descrevendo o hardware a ser projetado, ou seja, o seu sistema digital, utilizando uma linguagem de programação, chamada de linguagem de descrição de hardware.

A HDL (*Hardware Description Language*) é muito parecida com uma linguagem de programação de alto nível, como exemplo a linguagem C ou PASCAL.

No projeto utilizando a HDL, o aluno não se preocupa a princípio com a tecnologia que vai ser implantada no projeto, e sim com a funcionalidade lógica do projeto.

Ao ser feita a descrição em HDL, deve-se fazer a simulação para testar a funcionalidade do projeto antes da sua implantação. Isso é importante por que reduz o tempo de testes, visto que não é necessária a construção de protótipos e que na ocorrência de um erro ou mudança no projeto, é bastante simples fazer essa modificação ou mudança usando a HDL.

Após testar a função lógica, aí sim é escolhido o dispositivo que mais se adéque ao projeto, e utilizando-se um software de síntese lógica, converte-se o arquivo escrito em HDL em um arquivo de dados necessário para a programação do dispositivo. Uma vez feita a programação, o dispositivo está pronto para funcionar de acordo com projeto executado.

Deve-se ressaltar que existem dispositivos programáveis que só podem ser programados uma única vez, e os que podem ser programados e reprogramados diversas vezes.

Com esse dispositivo e a linguagem HDL, fica mais fácil e mais viável de projetar sistemas digitais, visto que nessa nova forma de projetar só é necessário um *chip*, e na forma tradicional com portas lógicas são exigidos vários chips.

Apesar dessa evolução tecnológica, os conceitos básicos de eletrônica digital como, por exemplo: os conceitos de lógica booleana, portas lógicas, simplificação de expressão, Mapa de Karnaugh entre outros, utilizados no projeto de sistemas digitais tradicional e a compreensão da grande maioria dos circuitos digitais como portas lógicas básicas, derivadas, *flip-flops*, e outros circuitos existentes permanecem inalterados.

Estes conceitos básicos de eletrônica digital, que são ensinados através de exercícios manuais, práticas e projetos já prontos, utilizam circuitos digitais dedicados para a solução de muitos problemas no dia a dia, todavia analisando e comparando esses circuitos empregados nos modelos didáticos para o ensino de eletrônica digital, se podem citar alguns problemas encontrados, tais como:

- Falta de motivação dos alunos para o aprendizado, visto que o que é ensinado nas aulas tradicionais são conceitos teóricos, em forma de exercício, sem enfoque em alguma aplicabilidade realística;
- Os circuitos didáticos tradicionais não estimulam os alunos para o estudo, pois não apresentam para os alunos aplicações reais, e os mesmos não estimulam os alunos a buscar o conhecimento adequado para o projeto que irão fazer.

Diante dos problemas citados, este artigo foi desenvolvido como uma forma de solução, propondo um novo método de aprendizagem de eletrônica digital.

Este método tem como objetivos:

- Incentivar os alunos para o estudo de eletrônica digital;
- Facilitar e otimizar os conceitos básicos de eletrônica digital;
- Formar profissionais que tenham capacidade de realizar atividades complexas de estudo, tais como: projetar, desenvolver e programar sistemas digitais em HDL.

Lógica Programável

"São dispositivos que possuem em sua estrutura interna centenas e até milhares de portas lógicas, flip-flop, registradores entre outros, interligados internamente" (OLIVEIRA, 2010, p. 11).

Essas interconexões são os pontos programáveis da lógica e podem ser programadas para permanecerem fechadas ou abertas, dependendo da necessidade do projeto de sistema digital.

As interconexões podem ser entendidas como fusíveis que, dependendo da necessidade do projeto, serão ou não queimados, ou seja, desfazendo ou não a interconexão das portas lógicas. Essa queima é feita pelo aluno quando utilizado o software de programação.

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)

São componentes eletrônicos usados para construir circuitos digitais internamente.

Segundo Costa (COSTA, 2009; p. 23) os PLDs são circuitos integrados que podem ser configurados pelo próprio usuário, e não apresentam uma função lógica definida.

Nesses componentes podem ser implantadas uma grande variedade de funções lógicas, podendo ser lógica combinacional, lógica sequencial ou ambas.

Essa função a ser implementada, é feita pelo próprio aluno, usando um software que permita a entrada de projeto para especificar o estado dos pontos de programação interna.

Esses pontos nada mais são do que os fusíveis (conexões) que interligam os elementos internos do dispositivo lógico programável, e é através da queima, ou não, desses pontos que programamos os dispositivos lógicos programáveis.

Composições do dispositivo lógico programável

O dispositivo lógico programável é composto, basicamente por: bloco lógico, bloco de entrada e saída e matriz de interconexão:

- Bloco lógico: circuitos idênticos, construídos pelo agrupamento de flip-flops, que permitem a criação de elementos lógicos funcionais;
- Bloco de entrada e saída: Permitem a comunicação dos sinais entre os blocos lógicos e a saída do componente;
- Matriz de interconexão: São chaves e trilhas usadas para interligar os blocos lógicos e os blocos de entrada e saída.

Dispositivos lógicos programáveis e suas tecnologias de programação

Os autores Tocci, Widmer e Moss (TOCCI; WIDMER e MOSS, 2007, p. 731) afirmam que as tecnologias de programação dos dispositivos lógicos programáveis basicamente são três: SRAM (RAM estática), *Antifused* (Queima de fusíveis) e EPROM (ROM apagável).

Os dispositivos que usam essas tecnologias são confeccionados baseados em outra tecnologia, conhecida por CMOS, que se estabeleceu por gastar menos espaço e potência, visto que são fatores importantes na miniaturização dos dispositivos, com isso obtêm mais lógica em menos espaço.

Tecnologia SRAM: O principal aspecto da SRAM é que são memórias voláteis, ou seja, com a falta de energia, perdemos todas as informações contidas nelas (Zeros e uns da programação).

Por isso é necessário outro local onda fiquem guardadas as informações para programar a SRAM toda vez que a ligamos. Pode ser reprogramada.

Tecnologia Antifused: Essa tecnologia é baseada na programação por queima de fusíveis. Esses fusíveis, queimados ou não, é que colocam o dispositivo em um ou zero.

A queima é feita aplicando-se uma sobre tensão ou sobre corrente ao fusível, em determinado intervalo de tempo.

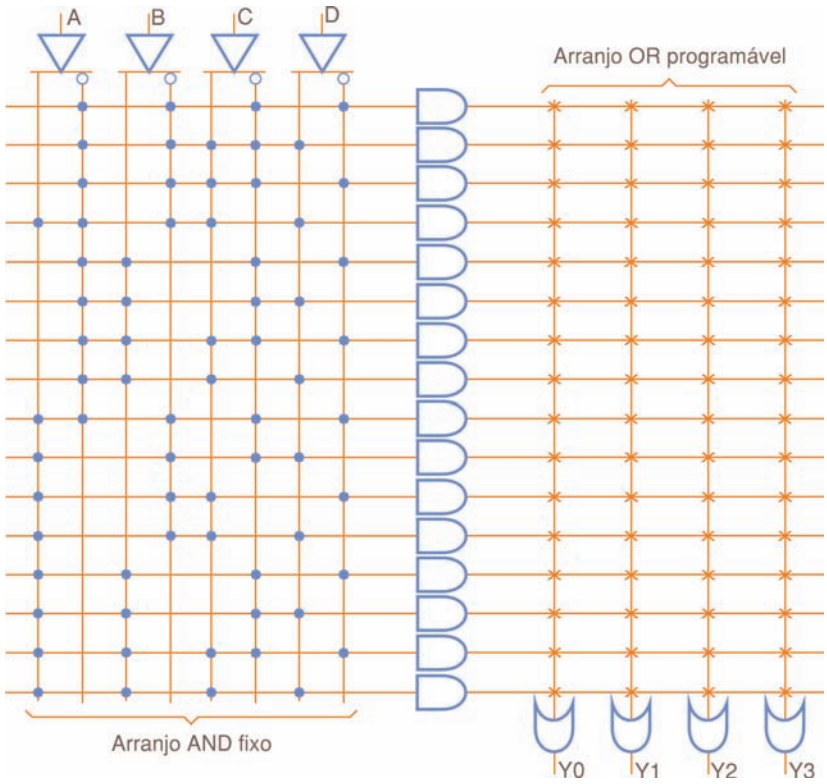
Não pode ser apagada e reprogramada. Não é volátil.

A tecnologia por queima de fusíveis apresenta alguns problemas, tais como:

- O material: Nos primeiros materiais usados como fusíveis, havia um problema de religação com o tempo através do processo de difusão, o qual foi resolvido usando-se um novo material o ONO (*oxide – nitride – oxide*).
- O controle da queima do fusível: A queima deve ser muito precisa, no tempo e valor de sobre tensão e sobre corrente aplicada ao fusível.
- Tecnologia EPROM: A EPROM é programada através do aprisionamento de elétrons no transistor, e é esse aprisionamento que determina o nível lógico programado no transistor, um ou zero.

As principais características dessa tecnologia é que pode ser programada, pagada e reprogramada, e mesmo que falte energia o dispositivo mantém o programa. A programação da EPROM é realizada eletricamente.

O apagamento do dispositivo é realizado com a exposição do componente à luz ultravioleta.



F1. Arquitetura de uma PROM.

Arquiteturas dos dispositivos lógicos programáveis

Segundo Mesquita (MESQUITA, 2005, p.21) as arquiteturas dos dispositivos lógicos programáveis são divididas em duas: Arquitetura básica e arquitetura avançada.

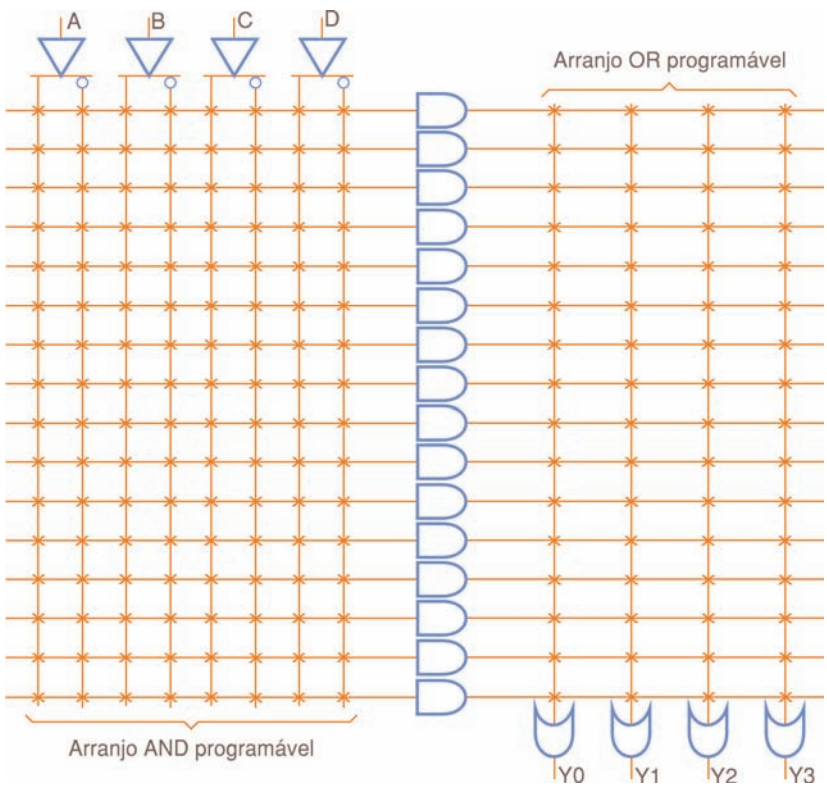
- Na arquitetura básica temos: A PROM, a PLA e a PAL.
- Na arquitetura avançada temos: O CPLD e o FPGA.

PROM: Programmable Ready Only Memory

a) Primeiro chip programado pelo usuário; b) É constituído por um arranjo de portas AND – OR; c) O arranjo AND é fixo, enquanto o arranjo OR é programável; d) Usada principalmente para implementação de circuitos lógicos; A **figura 1** mostra um exemplo de uma PROM.

PLA: Programmable Logic Array

a) Introduzido no mercado pela Philips na década de 70; b) É constituído por um arranjo de portas AND – OR; c)



F2. Arquitetura de uma PLA.

Ambos os arranjos são programáveis; d) São adequados para implementação de funções na forma soma de produtos, sendo muito versáteis; e) Problemas de alto custo de fabricação e baixo desempenho em termos de velocidade (Devido aos dois níveis de lógica programável). A **figura 2** ilustra um exemplo de uma PLA.

PAL: Programmable Array Logic

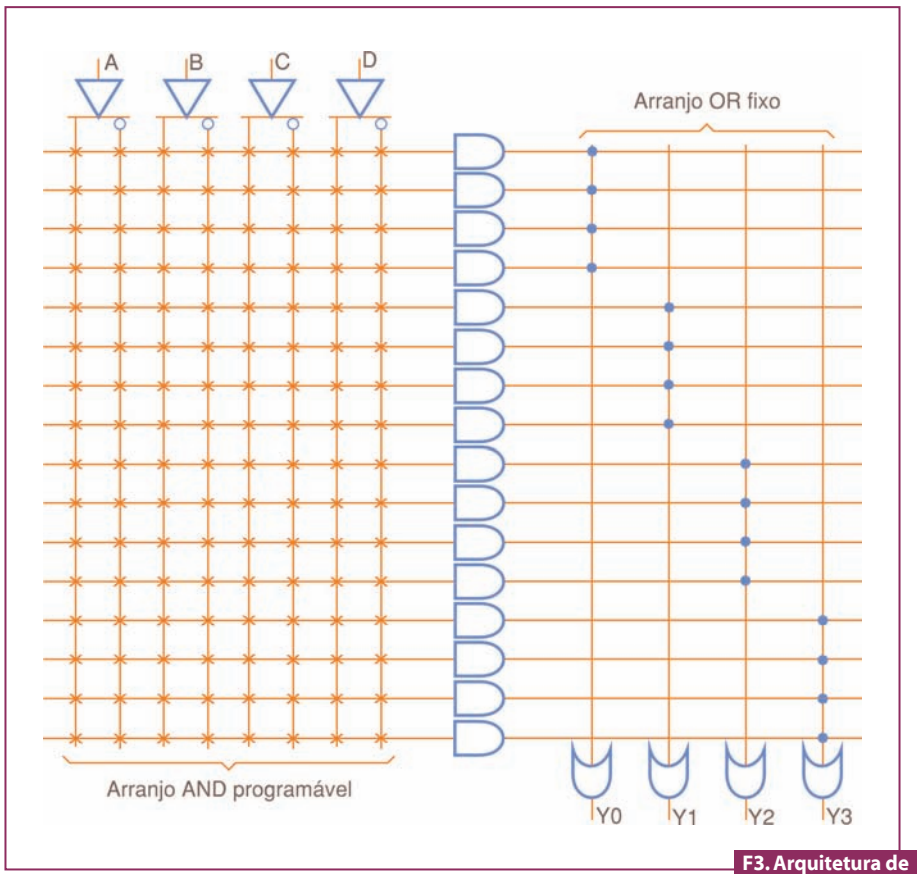
a) Introduzido no mercado por Monolithic Memories em 1978; b) É constituído por um arranjo de portas AND – OR; c) Arranjo AND programável, e arranjo OR fixo; d) Custo mais baixo e melhor desempenho que as outras arquiteturas apresentadas anteriormente. A **figura 3** exibe um exemplo de uma PAL.

CPLD: Complex Programmable Logic Devices

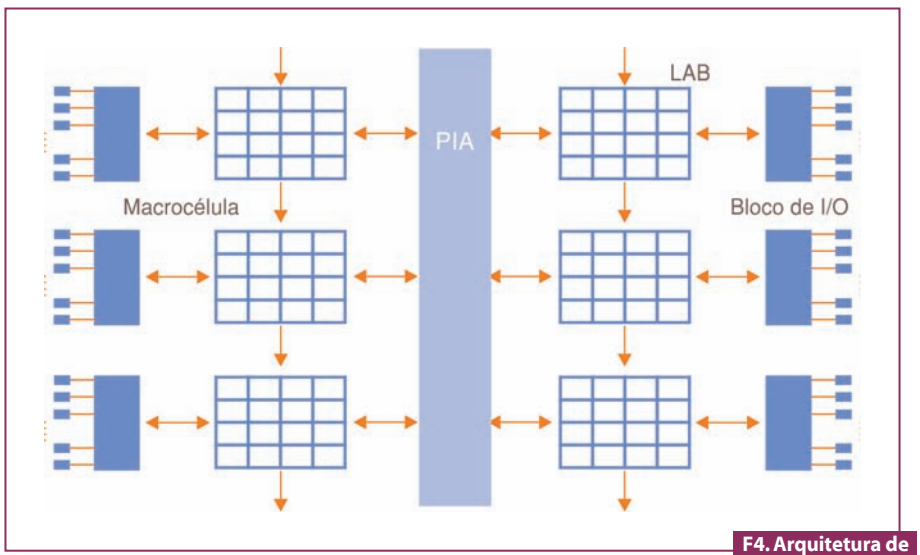
De uma maneira genérica, os CPLDs podem ser vistos como dispositivos que agregam em sua estrutura vários PLDs (PLA ou PAL) interligados por conexões programáveis, como indica a **figura 4**.

Na realidade, sua estrutura interna é formada por centenas de macrocélulas programáveis, interligadas por conexões também programáveis (Cada PLD da figura anterior seria, na verdade uma macrocélula). Cada macrocélula é composta por uma matriz AND – OR (Com matriz AND programável e a OR fixa como nos PALs) para implementar as funções lógicas combinaionais, cujas saídas ativam módulos de entrada/saída (Compostos por flip-flops e realimentações com funções e interligações programáveis). Os pinos de entrada/saída podem ser configurados como apenas saída, apenas entrada, ou como entrada/saída.

Os CPLDs são programáveis em campo, e podem ser reprogramados quantas vezes seja necessário.



F3. Arquitetura de uma PAL.



F4. Arquitetura de um CPLD.

FPGA: Field Programmable Gate Array

Os FPGAs (*Field Programmable Gate Array* – Arranjo de Portas Programáveis em Campo), em comparação com os PLDs, possuem uma arquitetura mais flexível baseada no conceito de blocos lógicos. Um bloco lógico (BL) consiste de certo número de portas lógicas capazes de implementar uma grande variedade de funções lógicas dependendo de sua programação, e pode ou não conter registradores. Temos na **figura 5** a estrutura de um FPGA.

Tipicamente, os blocos lógicos de um FPGA são idênticos e cada um deles pode ser programado individualmente para realizar um pedaço da lógica do projeto (decompondo a função lógica geral do projeto em funções menores que serão implementadas pelos blocos lógicos). A complexidade de um bloco lógico pode consideravelmente entre diferentes FPGAs variar (Não se limita a estrutura típica mostrada acima), indo desde um bloco de

"granularidade fina" implementado uma ou duas funções lógicas de duas ou quatro variáveis, até bloco de "granularidade grossa" implementando diversas funções lógicas de quatro a dez variáveis.

Cada FPGA contém um grande número de blocos lógicos, tipicamente entre 50 e 250, e algumas vezes mais. Cada bloco lógico é conectado aos outros blocos lógicos e aos pinos de E/S por interconexões programáveis.

Linguagem de Descrição de Hardware

A linguagem de descrição de hardware descreve o que um sistema digital faz e como faz com o auxílio de um software.

Surgimento da linguagem de descrição de hardware

Ao longo dos anos, foram criadas linguagens de programação para descrever programas para computador, como por exemplo: FORTAN, PASCAL e C, no campo de projetos digitais, houve a necessidade de uma linguagem especifica para descrever sistemas digitais.

"Surgiram então as HDLs (Linguagem de descrição de hardware), as HDLs podem descrever um sistema digital de várias maneiras, como por exemplo: o layout dos fios, resistores e transistores sobre um circuito integrado, ou o layout das portas lógicas ou flip-flop" (OLIVEIRA, 2010, p. 23).

Tipos de HDLs

Diagrama lógico ou esquemático: Utiliza portas lógicas e macroinstruções para projetar sistemas digitais. Os componentes lógicos estão em biblioteca de macroinstruções fornecida pelo software, ou podem ser definida pelo próprio usuário. Como exemplo da linguagem de bloco lógico a **figura 6**.

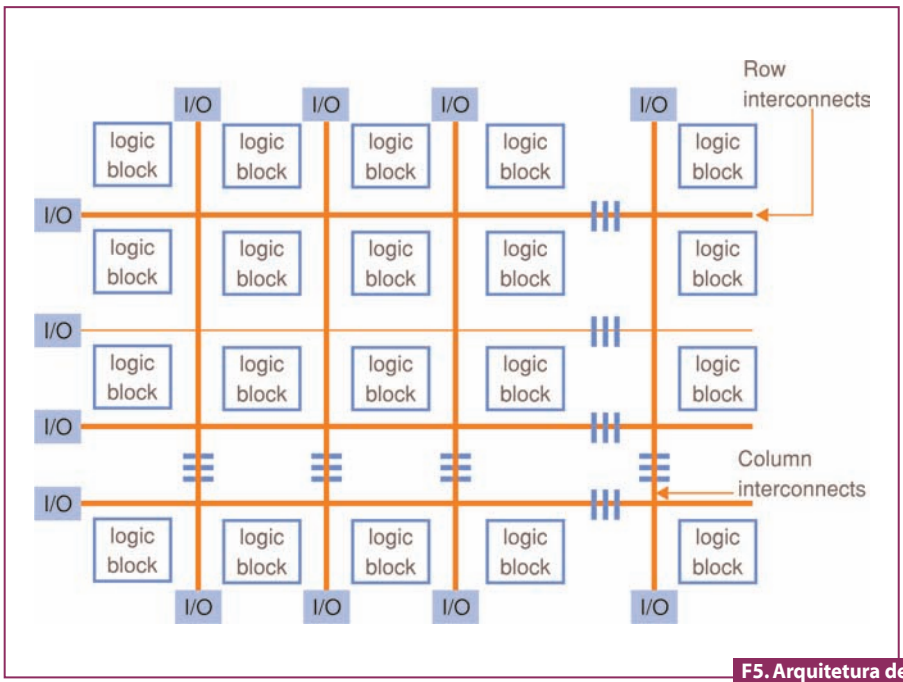
VHDL: É uma linguagem textual para descrever sistemas digitais, e significa linguagem de descrição de hardware com ênfase em circuitos de altíssima velocidade (*Very high speed integrated circuit hardware description language*).

A linguagem VHDL foi desenvolvida por empresas americanas e virou um padrão para todos os ASICS (*Application specific integrated circuits*). A linguagem VHDL foi padronizada pelo IEEE em 1987 (Padrão 1076-1987 ou VHDL 87) e atualizada em 1993(Padrão 1076-1993 ou VHDL 93). Os trabalhos do IEEE continuam para uma nova revisão da linguagem VHDL (VHDL 20xx).

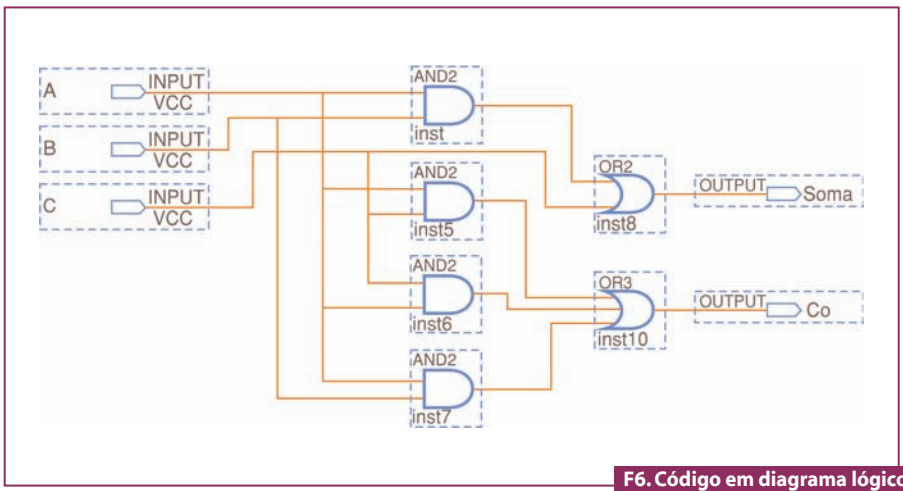
A linguagem VHDL tem no mínimo duas estruturas, que são: Entidade e arquitetura.

Entidade: Define os aspectos externos da função VHDL, isto é, os nomes das entradas e saídas e o nome da função.

Arquitetura: Define os aspectos internos, isto é, como as entradas e saídas influem no funcionamento e como relacionam com os outros sinais internos. Como no código apresentado no **box 1**.



F5. Arquitetura de um FPGA



F6. Código em diagrama lógico de um somador total.

BOX1: Somador de 4 bits: descrição comportamental VHDL

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;
entity somador_4bits is
port(B, A : in std_logic_vector(3 downto 0);
C0 : in std_logic;
S : out std_logic_vector(3 downto 0);
C4 : out std_logic);
end somador_4bits;
architecture comportamental of somador_4bits is
signal soma : std_logic_vector(4 downto 0);
begin
soma <= ('0' & A) + ('0' & B) + ("0000" & C0);
C4 <= soma(4);
S <= soma(3 downto 0);
end comportamental;
```

Verilog: Também é uma linguagem textual como a VHDL, e que se tornou também virou um padrão pelo IEEE 1364-1995, tem semelhança com a linguagem C, porém, ao contrário da linguagem VHDL, há uma diferença entre o uso de letras maiúscula e minúscula.

A construção básica do Verilog é o module, os sinais de entrada e saída que são chamadas de *ports*, e cada sinal de um port pode ser declarado como *input*, *output* ou *inout*. Como no código no **box 2**.

BOX2: Somador de 4 bits: descrição comportamental Verilog

```
module somador_4bits(A, B, C0, S, C4)
input[3:0] A, B;
input C0;
output[3:0];
output C4;
assign {C4, S} = A + B + C0;
endmodule
```

Ambiente de Software EDA (Eletronic Design Automation)

O software de programação é responsável por capturar a implementação lógica que o aluno faz e colocá-lo dentro do dispositivo lógico programável.

Esse software suporta entrada de informação sob a forma de diagrama lógico, diagrama de tempo, equações booleanas e HDLs.

O software segue os seguintes passos para programação: Captura do diagrama lógico ou HDLs, identificação do dispositivo em uma biblioteca do próprio software, alocação e roteamento dos blocos e geração de um arquivo para programar o dispositivo lógico programável.

O QUARTUS II "é um exemplo de software EDA e trata-se de uma ferramenta computacional de análise e síntese de projetos, que reduz o tempo de desenvolvimento dos sistemas digitais" (COSTA, 2009; p. 39).

Nesse software, pode ser utilizada a linguagem de diagrama lógico, VHDL e Verilog, simulando circuitos e sistemas digitais e, configurando e sintetizando circuitos para os dispositivos lógicos programáveis.

A versão do QUARTUS II a ser utilizada será a 9.0 Web Edition, é uma versão livre (*free*) e é encontrada no *site* do fabricante Altera (**www.altera.com**), como visto na **figura 7**.

Aprendizado Tradicional

Os autores Amaral e Martins (AMARAL; MARTINS, 2007, p.3) realizaram uma pesquisa onde analisam os métodos usados no ensino e aprendizado de eletrônica digital em cursos técnicos de eletrônica e de graduação em engenharia.

Este método compõe de aulas teóricas ou aulas práticas, onde os problemas colocados têm apenas fins didáticos e de fácil solução. Estão bem distantes da realidade de trabalho que será encontrada. Ainda Segundo estes autores:

O aprendizado tradicional teórico não faz com que os alunos participem das discussões ativamente; Os alunos não são estimulados a estudar o assunto antes e após o final da aula; Os assuntos são repassados para os alunos de forma mecanizada, ficando difícil o entendimento e comportamento dos circuitos digitais; Os exercícios e avaliações são feitas manualmente, havendo uma possibilidade de erros de projeto e ficando difícil de serem identificados.

Isto cria um desestímulo para os alunos, gerando um obstáculo ao aprendizado da eletrônica digital.

Amaral e Martins ainda entendem que:

O aprendizado tradicional prático é caracterizado por uma avaliação do funcionamento de circuitos digitais didáticos, não apresentando para o aprendizado um complemento; é representado por prática de circuitos digitais simples e não reais; os alunos não são estimulados a procurar novidade no mercado para novas práticas de montagem; os projetos e as montagens de circuitos digitais são na maior parte dos casos proposto pelo professor, no desenvolvimento e montagem desses circuitos, são observados os níveis lógicos nas saídas dos circuitos, através de LEDs, quando feita algumas combinações com níveis lógicos nas entradas, não usando para a medição um equipamento adequado como multímetro ou osciloscópio.

Assim no método de aprendizado tradicional, as aulas possuem muitas teorias e práticas isoladas, fazendo com que o aluno não associa essa teoria, cheia de informações, com as possíveis aplicações dos circuitos.

Dessa forma, o aluno se sente incapaz de analisar e de sintetizar projetos normalmente utilizados na indústria eletrônica.

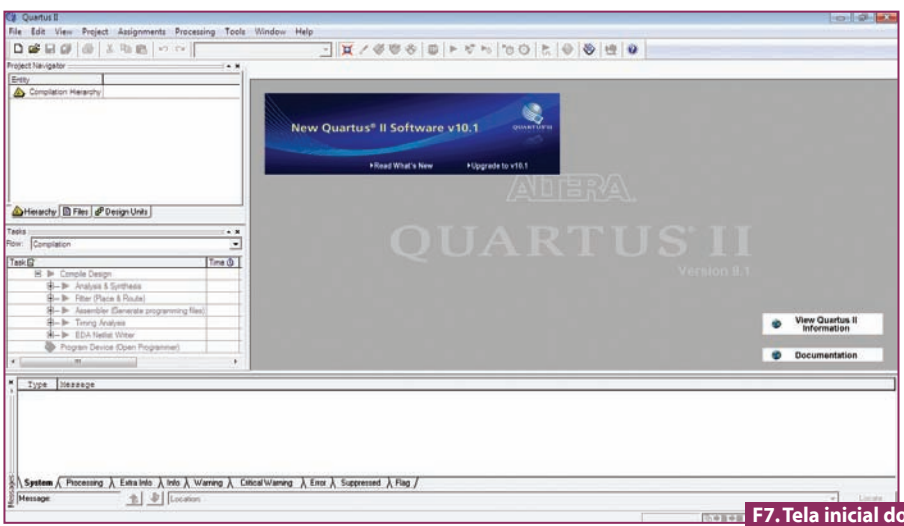
Aprendizado Proposto

Segundo Amaral e Martins (AMARAL; MARTINS, 2007, p.3) este método proporciona "uma nova abordagem para o ensino, estudo e consequente aprendizado de eletrônica digital, baseado no projeto, desenvolvimento e implementação de circuitos digitais que resolvem problemas realísticos".

O objetivo principal deste método é incentivar o estudo dos conceitos básicos por meio de suas aplicações em circuitos digitais adequados às tecnologias disponíveis.

Nele, os alunos poderão resolver uma situação problema real, utilizando ferramentas e tecnologias de simulação, chegando a implementação do mesmo.

As principais vantagens da aplicação desse método são (AMARAL; MARTINS 2007):



F7. Tela inicial do QUARTUS II.

- Os alunos sentem-se motivados para a busca de problemas que seriam interessantes para o seu próprio aprendizado;
- O aprendizado dos conceitos pertinentes ao problema escolhido torna-se um desafio que, para ser vencido, o aluno deve buscar referências bibliográficas e estudar;
- Uso de problemas reais relacionados a eletrônica digital, como forma de aprendizado;
- Uso de simulações computacionais como ferramenta de aprendizado.

Principais diretrizes do método proposto

O método tem suas diretrizes estruturadas em onze etapas, segundo a classificação de Amaral e Martins (AMARAL; MARTINS, 2007). O método é baseado em aprendizado por situação problema (Problem Based Learning PBL). As oito etapas que se adéquam a este artigo são:

- Apresentação dos principais conceitos básicos de eletrônica digital. Estes poderão ser empregados nos trabalhos e definição das principais etapas que os alunos irão seguir;
- Estudo dos conceitos necessários: Utilizados no projeto e desenvolvimento dos circuitos. Os alunos que tiverem dificuldade no processo de aprendizado dos conceitos do projeto poderão pedir uma nova orientação ao professor;
- Projeto e desenvolvimento dos circuitos: Ficando a critério dos alunos a definição dos métodos de projeto, assim como as ferramentas de desenvolvimento e simulação. No entanto, é necessário respeitar as devidas limitações de estrutura, apresentada pela instituição, para testes e verificação do funcionamento dos circuitos;
- Montagem e implementação dos circuitos: Os alunos usarão o software QUARTUS II para implementação e simulação dos sistemas digitais e montarão os circuitos, em *prot-o-board* respeitando as limitações de estrutura da instituição;
- Teste e funcionamento dos circuitos: Será realizado pelos alunos, por meio de equipamentos como osciloscópio, multímetro e LEDs para efetuar os testes nas entradas, nas saídas e nos módulos parciais que compõem o circuito;
- Avaliação dos resultados obtidos: O aluno tomará a decisão de finalização do projeto ou retorno de alguma das etapas anteriores do projeto se o comportamento do circuito não estiver semelhante ao esperado;
- Finalização do projeto: Analisando os resultados obtidos, e caso não haja nenhuma pendência, finaliza-se então o projeto, sendo dessa forma deverá ser elaborada uma documentação final, que será entregue ao professor;
- Avaliação do projeto: Quando for avaliar os trabalhos, o professor deverá considerar o conhecimento adquirido pelos alunos durante as etapas acima citadas, a organização e estruturação do projeto, o funcionamento parcial e total do circuito, e a documentação final onde relata o desenvolvimento do projeto.

Conclusão

Este artigo mostra que com a implantação do método de aprendizado proposto, poderão ser resolvidos os problemas causados pelo aprendizado tradicional.

Também se conclui que, com a utilização deste método de aprendizado, os alunos e futuros profissionais terão que se manter atualizados naquilo que diz respeito às novas tecnologias de projeto, desenvolvimento, implementação e testes de sistemas digitais, assim como a problemas reais e suas possíveis soluções.

Para os professores, a implantação do método de aprendizado proposto, proporciona um aprendizado com os alunos, fazendo com que as aulas passem a ser uma troca de experiência, mais dinâmica e uma maior participação do professor no desenvolvimento do projeto de sistemas digitais, colocando seus pontos de vista e os conceitos adquiridos com o estudo da situação problema proposta e suas possíveis soluções.

Finalmente conclui-se que, com o auxílio de ferramentas computacionais e a simulação de sistemas digitais, em um mesmo ambiente, o aluno terá uma chance maior de êxito bem como a redução de tempo no desenvolvimento de sistemas digitais.



Redes de
Comunicação
Automotiva

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

novasaber
www.novasaber.com.br

Minicurso Zigbee

Parte 3

O terceiro artigo da série Minicurso Zigbee aborda a definição de perfil de rede, clusters e pontos finais na rede Zigbee e como estas especificações são importantes na interoperabilidade de produtos de diferentes fabricantes. Mostraremos as vantagens das soluções de chip único frente às soluções de múltiplos processadores com chip dedicado à comunicação Zigbee.

José Carlito de Oliveira Filho

O Minicurso

Na primeira parte do Minicurso apresentamos onde e o porquê de utilizar o Zigbee, pela sua

normalização, confiabilidade e interoperabilidade. Entramos em detalhes das camadas da pilha que

garantem a confidencialidade, integridade e autenticidade dos dados transmitidos.

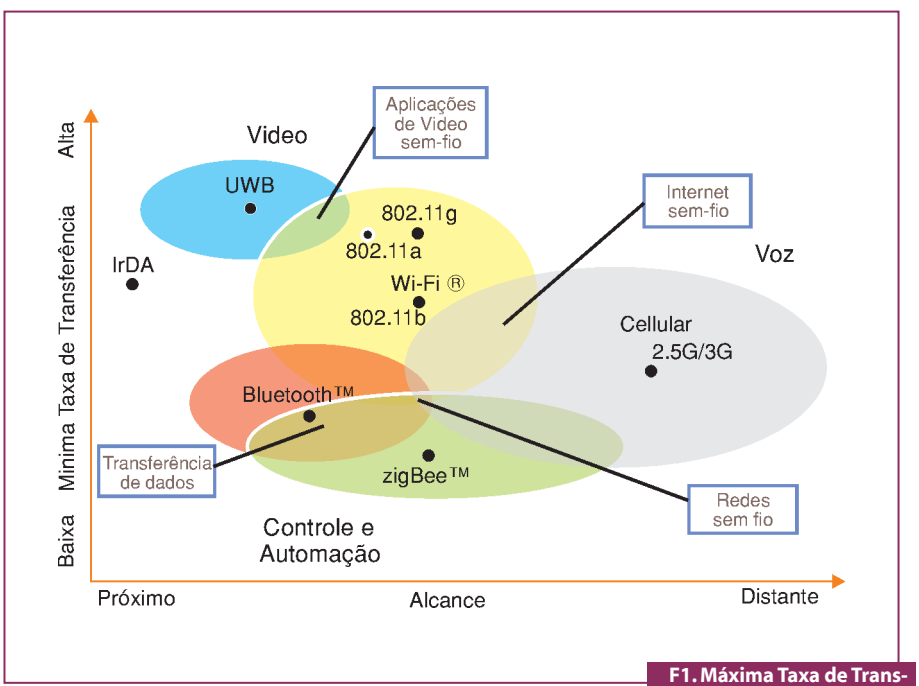
Mostramos onde o Zigbee completa os outros protocolos existentes comparando suas máximas taxas de transferência com seus alcances máximos, utilizando-nos da **figura 1**.

Apresentamos a Zigbee Alliance e sua responsabilidade de definir as camadas de rede, segurança e software; prover as especificações de interoperabilidade e certificação e, principalmente, gerenciar a evolução da tecnologia para novos produtos Zigbee.

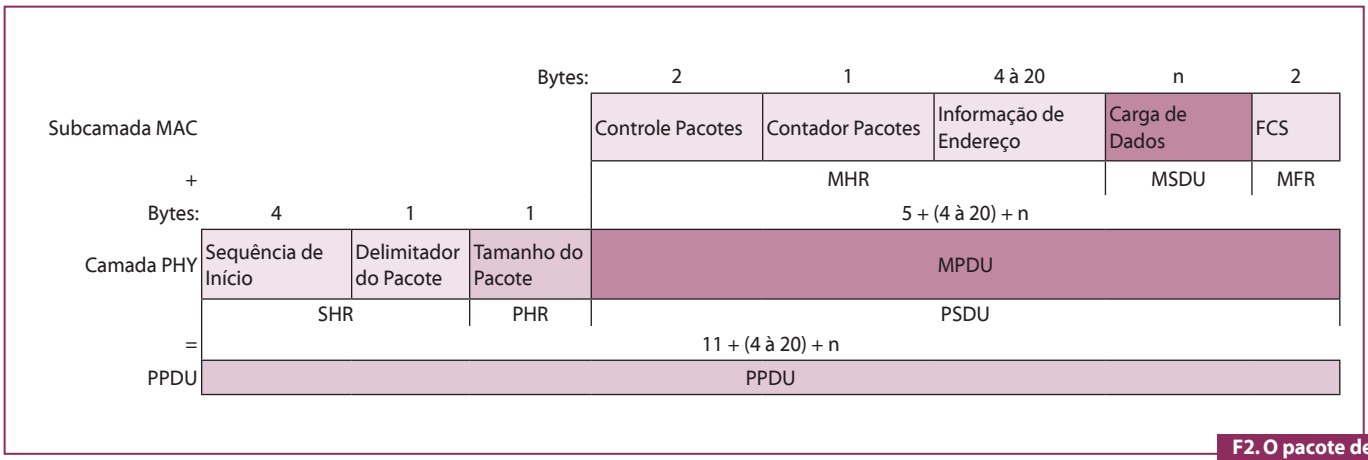
Ressaltamos a importância das camadas da pilha ao detalhar os pacotes de dados e seus cabeçalhos gerenciados nas camadas de nível mais baixo (PHY e MAC) como mostra a **figura 2**.

Na segunda parte do Minicurso exibimos as possíveis topologias de rede com o padrão Zigbee, suas vantagens e aplicações. Também discutimos sobre os dispositivos de função reduzida e como o padrão Zigbee lida com as transmissões de dados neste perfil.

As topologias apresentadas foram: Estrela, Árvore e Mesh; veja a **figura 3**.



F1. Máxima Taxa de Transferência X Alcance.



F2. O pacote de Dados.

Foram apresentados os dispositivos da rede Zigbee e suas funções de coordenar, rotear e utilizar a rede para transmitir os dados de interesse. A **figura 4** ilustra a trajetória de uma mensagem entre dispositivos finais na topologia de rede Mesh.

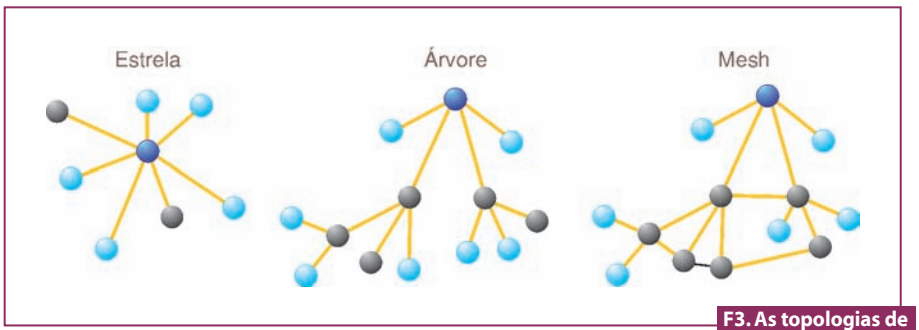
Mostramos que diferentemente da topologia Árvore a topologia de rede Mesh permite que os dispositivos finais tenham mais de um roteador, desta forma a entrega da mensagem é otimizada, o que se torna muito importante em aplicações onde o número de estações Zigbee é alto.

Nesta edição discutiremos sobre o que são os perfis de rede Zigbee, seus Clusters, Bindings e Endpoints. Mostraremos como implementar um produto no padrão de interoperabilidade Zigbee.

Utilizaremos o SDK Duodigit Pro-Bee Regulated para desenvolver uma aplicação de controle de servo-motor com a leitura de um potenciômetro e o acionamento remoto de LEDs no artigo prático desta edição. O SDK possibilita o controle remoto de dois servos, dois LEDs, além de ler a entrada de dois botões e um potenciômetro, e é a ferramenta ideal para reduzir o tempo de desenvolvimento de qualquer sistema de chip único utilizando transferência de dados Zigbee.

Os Perfis de Aplicação Zigbee

No artigo "Minicurso Zigbee Parte I", apresentamos a pilha Zigbee e nela mostramos a **figura 5**. Observe o IEEE 802.15.4 na base (PHY e MAC), o protocolo Zigbee no meio, e as aplicações e



F3. As topologias de Rede Zigbee.

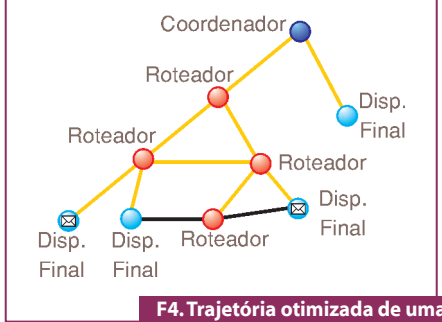
o perfil de rede (APL) no topo da pilha. Neste artigo vamos discutir sobre o topo da pilha e como os perfis de rede Zigbee facilitam criar aplicações com interoperabilidade entre fabricantes.

O Zigbee é um padrão aberto que além de ser ideal para aplicações que requerem longa vida de bateria, baixo custo, tamanho reduzido e grande número de dispositivos em rede; ele também é um padrão que determina a interoperabilidade de seus dispositivos em um ambiente de aplicações variadas.

A interoperabilidade de dispositivos é muito importante tanto para o pequeno quanto para o grande fabricante, uma vez que permite que produtos simples comuniquem-se com produtos mais sofisticados de forma padronizada, facilitando a instalação e configuração da rede.

Uma das formas de padronização que permite atingir a interoperabilidade de dispositivos são os

chamados perfis de aplicação. Estes perfis são definidos pela Zigbee Alliance e definem uma lista de dispositivos para aplicações específicas e para cada aplicação um esquema de mensagens



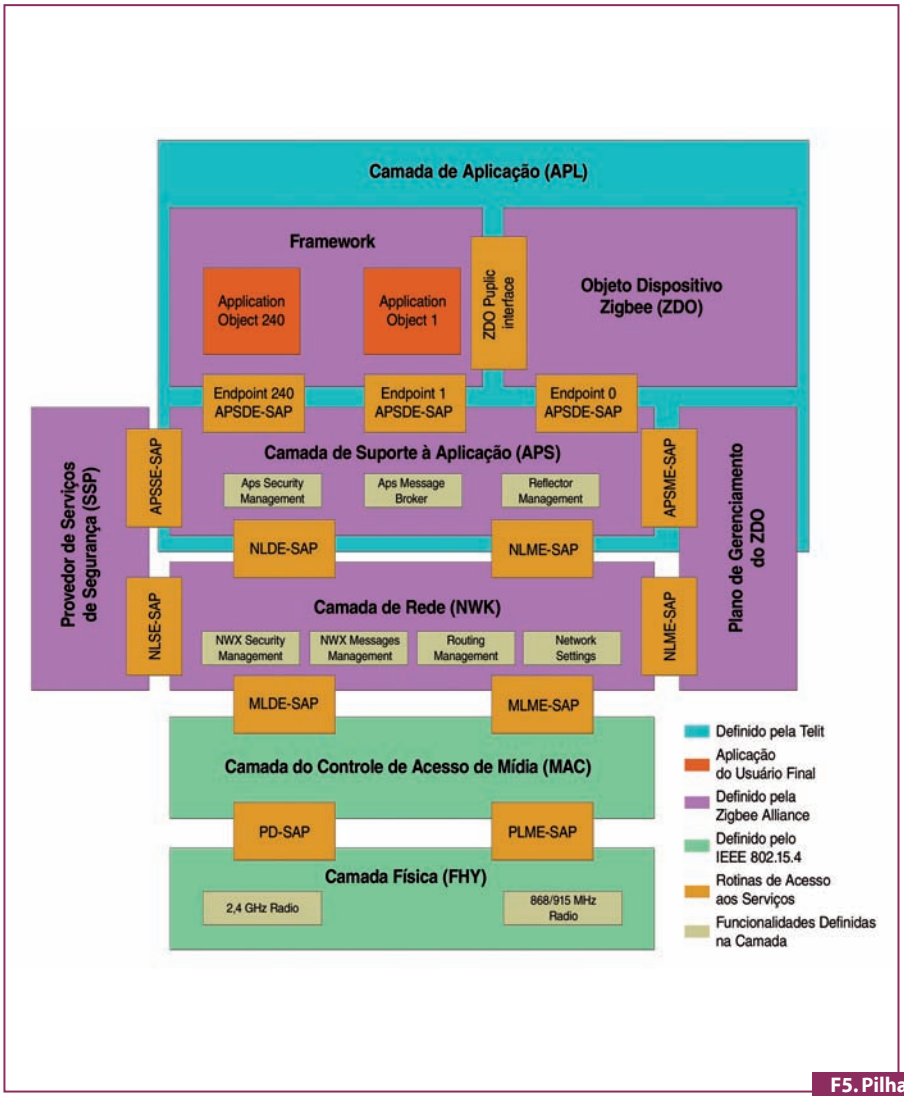
F4. Trajetória otimizada de uma mensagem na topologia Mesh.

usadas para estes dispositivos se comunicarem.

Utilizando-se das semelhanças entre aplicações esses perfis definem o tipo, forma e característica da

rede. Isto significa que o desenvolvedor não precisa começar a sua aplicação do zero, ele pode seguir o padrão que já foi definido pela Zigbee Alliance para aquela aplicação específica, abrindo portas para a comercialização e integração a outros produtos de fabricantes diferentes.

Cada perfil de aplicação satisfaz as necessidades de mercados específicos.



F5. Pilha Zigbee.

Os perfis que estão disponíveis atualmente ou em desenvolvimento são para os seguintes tipos de aplicação (**figuras 6 e 7**):

- Sensoriamento Sem Fio;
- Automação Residencial;
- Aplicações em Telecomunicações;
- Automação de Prédios Comerciais;
- Automação Hospitalar e Monitoramento de Pacientes.

Endpoints e Clusters

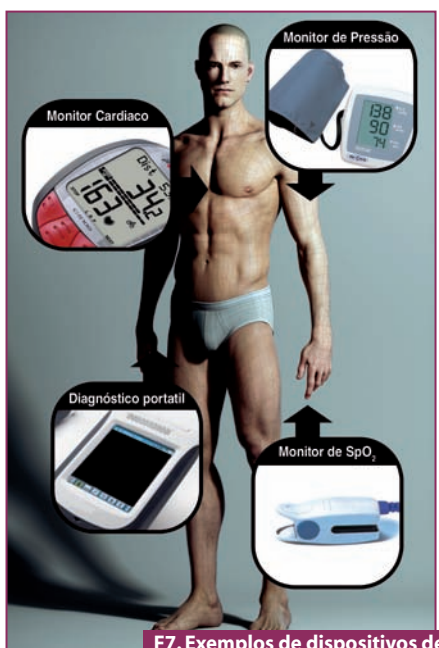
Os Endpoints e Clusters foram criados partindo do modelo de abstração da programação orientada a objetos. Esse tipo de abstração permite que o programador pense de forma mais objetiva e padronizada na hora de desenvolver seus programas.

Os dispositivos que são definidos por perfis de rede Zigbee são implementados como objetos de aplicação (AO). Cada AO é conectado ao resto da pilha Zigbee por um Endpoint (EP), que é um componente de entrada/saída com um endereço particular e aleatório para cada dispositivo.

O exemplo da **figura 8** exibe uma aplicação em robótica chamada AO1, que utiliza dois servos designados EP1 e EP2, um switch liga/desliga designado EP3 e duas lâmpadas designadas EP4 e EP5. Isto



F6. Exemplos de dispositivos de autoação recidencial.



F7. Exemplos de dispositivos de monitoramento de pacientes.

permite um controle remoto se comunicar independentemente com cada um destes componentes e identificar quais pacotes são direcionados para cada EP e para cada AO, no caso de múltiplos robôs.

A comunicação é feita de EP a EP através de estruturas de dados chamados Clusters. Os Clusters contêm uma série de atributos que representam os estados do dispositivo junto com comandos que habilitam a comunicação entre os AOs. Cada Cluster é identificado com um ID único definido pela Zigbee Alliance e estão listados na Biblioteca de Clusters Zigbee.

Um Cluster é uma série de comandos e atributos que servem para uma função específica, por exemplo, servem um Cluster On/Off terá comandos para alterar um estado (ligado ou desligado) e atributos representando o estado atual e outros parâmetros de configuração relevantes.

Cada Cluster tem dois terminais:

- O cliente/saída que recebe e manipula os dados.
- O servidor/entrada que transmite e possui os dados. /entrada

Como todos os comandos têm um remetente e um destinatário, cada Cluster é descrito em duas partes: a parte do servidor e a parte do cliente. Um dispositivo que tem a metade servidor de um Cluster se que comunicará com um ou mais dispositivos que tem a outra metade cliente do mesmo Cluster, observe a **figura 9.**

No exemplo do Cluster On/Off da figura 9, o servidor tem o atributo de ligar e desligar alguma coisa, seja um LED, uma fechadura automática, etc. e pode receber o comando remoto para ligar, desligar ou alterar o estado.

O Cluster servidor On/Off pode ser implementado em um lâmpada, e o Cluster cliente On/Off pode ser implementado em um botão. Clusters mais complexos terão mais atributos tanto no cliente como no servidor e os comandos poderão ser enviados nas duas direções.

A Biblioteca de Clusters ZigBee (ZCL)

Todos os perfis de aplicação Zigbee são definidos utilizando Clusters da Biblioteca de Clusters Zigbee.

Esta biblioteca permite Clusters em comum serem reutilizados em diferentes aplicações, por exemplo, o mesmo Cluster de iluminação pode ser utilizado em qualquer aplicação que exija controle de iluminação, como Automação Residencial e Automação de Prédios Comerciais.

Os Clusters dentro da ZCL são organizados em diferentes perfis de aplicação, incluindo: iluminação, HVAC(Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado), sensoriamento e medição, segurança, e um perfil de aplicação geral que contém Clusters de utilidade comum a todos os outros perfis.

Cada especificação de Cluster na ZCL define:

- Atributos obrigatórios e opcionais;
- Comandos específicos aos clusters;
- Descrição funcional.
- Também cada especificação dentro de um perfil de aplicação define:
- Utilização obrigatória e opcional de Cluster;
- Valores de parâmetros livres na ZCL.

SENSORES FOTOELÉTRICOS

METALTEX

Os sensores fotoelétricos da Metaltex são fabricados com a mais alta tecnologia e atendem a diversas aplicações.



PA

Compacto: 12 x 31 x 7,5 mm. Com 3 modelos disponíveis: reflexão difusa (distância de até 30 cm), retroreflectiva (até 2m) ou barreira (até 5m). Alimentação 12 a 24VCC, com opções de saída NPN ou PNP (NA ou NF configurável por fio). Grau de proteção IP65 e ajuste de sensibilidade por potenciômetro.

Destaque para o sistema de fixação por rosca em ângulo 90º e comprimento inferior a 32 mm a partir da lente do sensor.



PN

Tamanho reduzido. Conexão por conector M12. Possui 3 modelos: reflexão difusa (distância de até 40 cm), retroreflectiva (até 2 m) ou barreira (até 20 m). Alimentação 12 a 24VCC. Opções de saída NPN ou PNP (NA ou NF configurável por fio). Grau de proteção IP66. Possui ajuste de sensibilidade no modelo difuso.

PK



Sensor retangular para uso geral. Possui 3 modelos: reflexão difusa (distância de até 50 cm), retroreflectiva (até 5 m) ou barreira (até 10 m). Alimentação 90 a 260VCA / 20 a 30VCC. Grau de proteção IP64. Com ajuste de sensibilidade, saída a relé NA para comutação de cargas até 2,5A - 250VCA/ 30VCC e função de temporização. Cabo de 2m incorporado.

PZ



Sensor para fibra óptica com cabo de ligação de 2m e várias opções de fibras. Alimentação de 12 a 24VCC, saídas NPN ou PNP. Possui ajuste de sensibilidade por potenciômetro e temporizador incorporado. Pode ser montado em espaços reduzidos e usado em ligações em série.



Conheça também nossa linha completa de sensores indutivos, capacitivos e fotoelétricos.

www.metaltex.com.br

Matriz - São Paulo: (11) 5683-5706
Campinas: (19) 3741-3590
Espírito Santo: (27) 3340-7967
Goiás: (62) 3249-2474

Minas Gerais: (31) 3384-9476
Paraná: (41) 3357-3370
Pernambuco: (81) 3342-0235

Rio de Janeiro: (21) 3872-3227
Rio Grande do Sul: (51) 3362-3652
Santa Catarina: (47) 3435-0439

Bindings (Ligações)

Nas camadas de alto nível, o binding é o processo de estabelecer uma relação entre dois dispositivos

que podem se comunicar logicamente, por exemplo, um botão que controla uma luz específica ou um eixo do joystick que controla um servo específico. Cada binding suporta um perfil de aplicação e cada tipo de mensagem é representado por um Cluster naquele perfil.

Os bindings podem ser criados individualmente ou em grupos de EP, por exemplo, um botão pode acender varias luzes se estas tiverem Clusters de entrada e saída compatíveis (com o mesmo Cluster ID).

Os dispositivos Zigbee podem ter até 240 EPs, desta forma cada dispositivo físico pode ter múltiplos bindings.

Observe que os bindings serão feitos na instalação da rede Zigbee, por exemplo, o usuário poderá configurar que um botão na parede não somente acenda a luz, mas também ligue o Ar-condicionado e a TV simplesmente adicionando bindings entre esses dispositivos e o botão na tabela de Bindings.

Veja na figura 10, o uso de uma lista de três entradas na tabela de bindings para o botão EP1, permite que ele controle três lâmpadas, que também poderiam estar em nós diferentes do AO Pro-Bee 2.

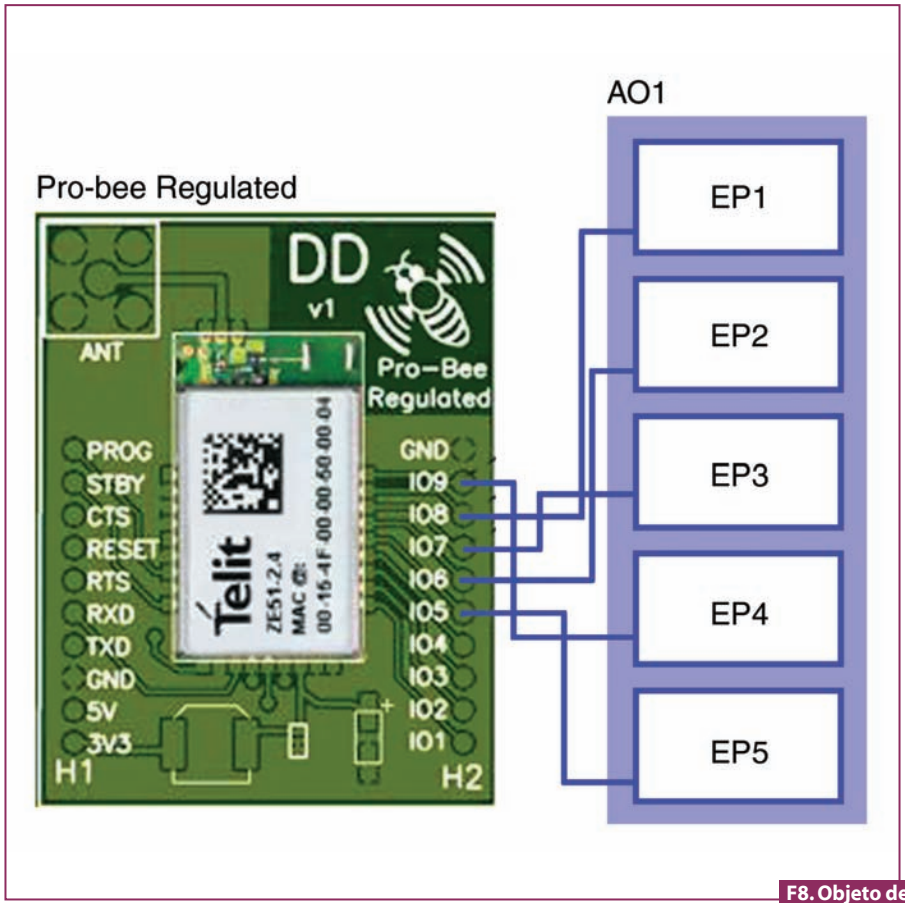
Também é possível que uma lâmpada seja controlada por vários botões: neste caso existiriam três entradas para cada botão, todos ligados à mesma lâmpada.

Conclusão

Ao definir a Biblioteca de Clusters Zigbee e os Perfis de Aplicação, a Zigbee Alliance já fez todo o trabalho duro por você.

Ao criar um novo dispositivo para uma função específica, não há a necessidade de criá-lo do zero. O desenvolvedor pode simplesmente implementar um Cluster Zigbee que já existe para aquele propósito.

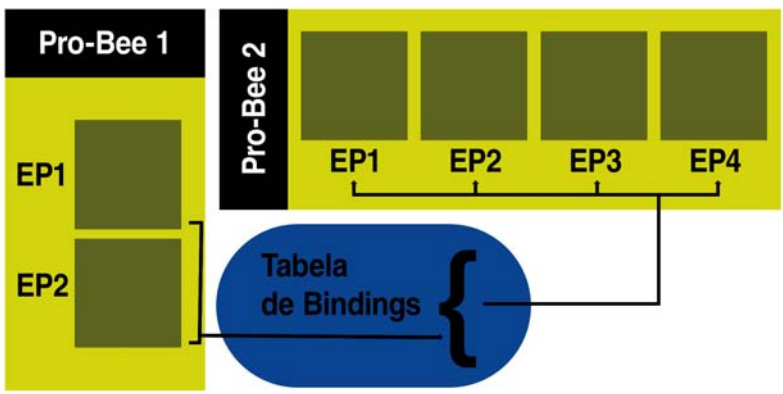
Aderir aos perfis de aplicação e à ZCL também ajuda na certificação Zigbee para garantir a interoperabilidade com outros dispositivos Zigbee, facilitando a comercialização dos seus produtos em conjunto com os produtos de outros fabricantes.



F8. Objeto de Aplicação 1.

	Servidor	Cliente
Atributos	On/Off	
Comandos Recebidos	On/Off/Toggle	
Comandos Gerados		On/Off/Toggle

F9. Definição de Cluster On/Off.



F10. Tabela de Bindings.

Fontes de Alimentação Automotivas de Alta Frequência

Este artigo é baseado no "Application Note 3893" da Maxim Produts, Inc. e aborda as diversas possibilidades para proteger os circuitos eletrônicos de baixa tensão contra os efeitos danosos do ambiente elétrico automotivo. Inclui também alguns resultados de testes de laboratórios para a imunidade ao ruído

O aumento na quantidade de componentes eletrônicos empregados nos automóveis apresenta desafios e oportunidades sem igual ao projetista de fontes de alimentação. A maior parte dos módulos automotivos requer baixas tensões como 5 V ou 3,3 V, mas o emprego de reguladores lineares de tensão para baixar a tensão da bateria dissipa potência considerável. Como resultado, o aumento nas exigências de potência de processadores mais velozes e de ASICs vem forçando a troca do ineficiente método dos reguladores lineares de tensão pelos mais eficientes e complexos "conversores chaveados".

Vantagens do Conversor Chaveado

Componentes passivos como os capacitores e indutores de potência podem ser fisicamente menores em altas frequências de chaveamento, de modo que o tamanho de um conversor chaveado depende de sua frequência de chaveamento. Pela redução da dissipação de potência, os conversores de alta eficiência também eliminam a necessidade de radiadores de calor grandes e caros. Sendo assim, o uso de conversores chaveados pode reduzir o tamanho da fonte de alimentação. Essas vantagens do conversor chaveado fazem dele uma opção atraente para o gerenciamento de energia nas aplicações automotivas, tais como eletrônica embutida, sistemas de fontes e módulos de controle de motores.

Considerações para a escolha de um Conversor Chaveado

A escolha da frequência de chaveamento é crítica, uma vez que o conversor chaveado apresenta seu próprio conjunto de problemas. O ruído eletromagnético gerado pela frequência fundamental de chaveamento e pelas altas harmônicas poderá interferir com outras eletrônicas. Receptores de rádio AM, por exemplo, são sensíveis a interferências na faixa de 530 kHz a 1710 kHz. A escolha de uma frequência de chaveamento maior que 1710 kHz eliminará, portanto, a interferência das harmônicas e da fundamental na banda de frequências AM. Resultados de testes mostrarão que configurações para alta frequência usando um simples protetor, trabalhando com tensões moderadas, a exemplo dos CIs da Maxim, consistem em excelentes soluções para os desafios do gerenciamento de potência nas aplicações automotivas. Ultimamen-

te, ficou bastante claro que os projetistas não precisam dos controladores de alta tensão para desenhar os seus conversores chaveados.

O chaveamento em alta frequência também aumenta as perdas de potência, o que, em parte, diminui a vantagem de utilizar-se um conversor chaveado. Pelo fato das perdas de chaveamento serem proporcionais à tensão de operação elevada ao quadrado, elas são bem maiores com tensões de entrada mais altas. Infelizmente, um CI de controle de potência automotiva demanda um sistema de alta tensão (40 V ou mais) para resistir aos despejos de carga e outros transientes de sobretensão. Circuitos de alta tensão incorporam geometrias maiores, "gates" mais espessos, e maiores comprimentos de canal, os quais acarretam atrasos de propagação maiores. Esses circuitos inerentemente lentos tornam-se ineficientes, porque os longos tempos de subida/ descida na chave causam perdas de transição mais elevadas.

Os avançados circuitos já disponíveis para os projetistas da Maxim são apropriados para conversores de altíssima velocidade operando com níveis de tensão moderados. O MAX5073, um conversor buck- boost de 2 MHz com saída dupla, por exemplo, pode suportar tensões de entrada de até 23 V. A operação do conversor com defasagem possibilita que ele alcance um frequência de chaveamento efetiva de 4,4 MHz.

Considerando-se que os conversores chaveados são supostamente imunes a interferências vindas da fonte de energia, o leitor poderia perguntar: "As aplicações automotivas precisam realmente de CIs com alta capacidade de tensão?" A discussão a seguir responde essa questão descrevendo os distúrbios comuns que surgem nos sistemas de potência automotivos, e as soluções para proteger os sistemas eletrônicos de baixa tensão dessas perturbações.

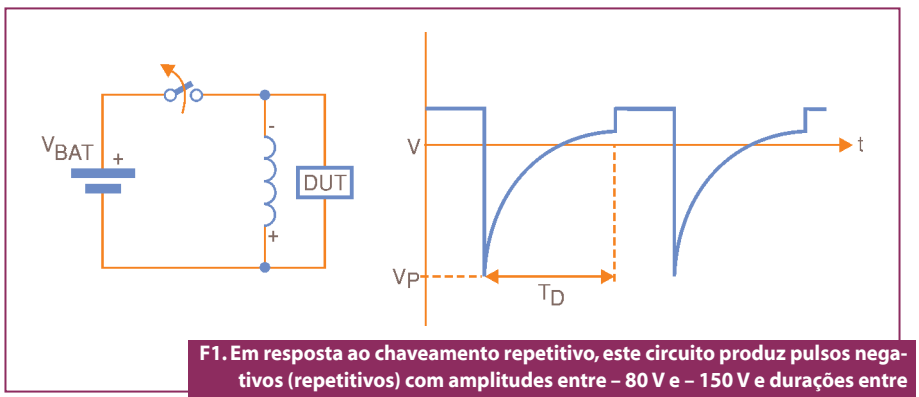
Condições de Estresse de Sobretensão na Linha de Potência

Dispositivos com proteção contra sobretensão (*overvoltage* – OV) isolam e protegem os circuitos eletrônicos de tensões excessivas conduzidas pelas conexões elétricas para o sistema elétrico automotivo, em particular aquelas conexões para a principal tensão de alimentação. A capacidade de opor-se às perturbações conduzidas é conhecida como "imunidade conduzida".

Fabricantes de automóveis e organizações de padronização especificam diversos métodos de testes para avaliação da imunidade conduzida de componentes e circuitos. Enquanto as OEMs automotivas tendem a apresentar exigências específicas, a maioria das normas deriva da ISO 7637. A seguir, um breve sumário das condições "OV" de sobretensão típicas que são relevantes para aplicações automotivas. Esse sumário não pretende ser uma descrição abrangente de todas as exigências de imunidade conduzida.

Condição de Sobretensão (OV) Estáveis

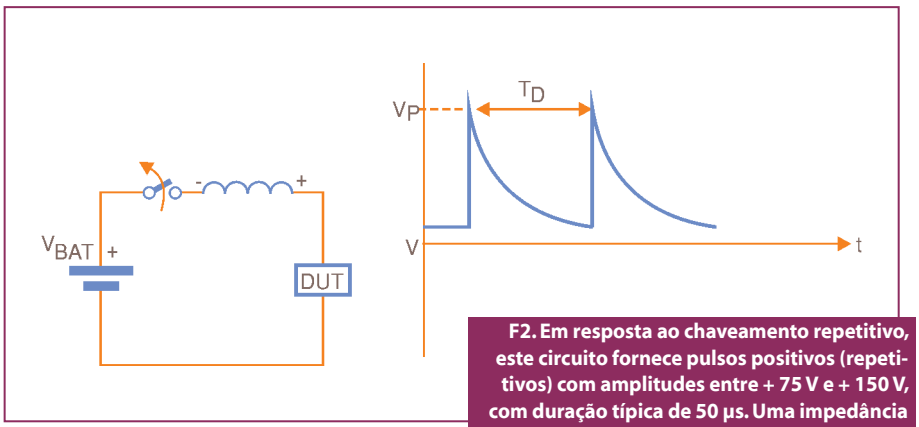
Certas condições de sobretensão (OV) têm duração suficientemente longa para



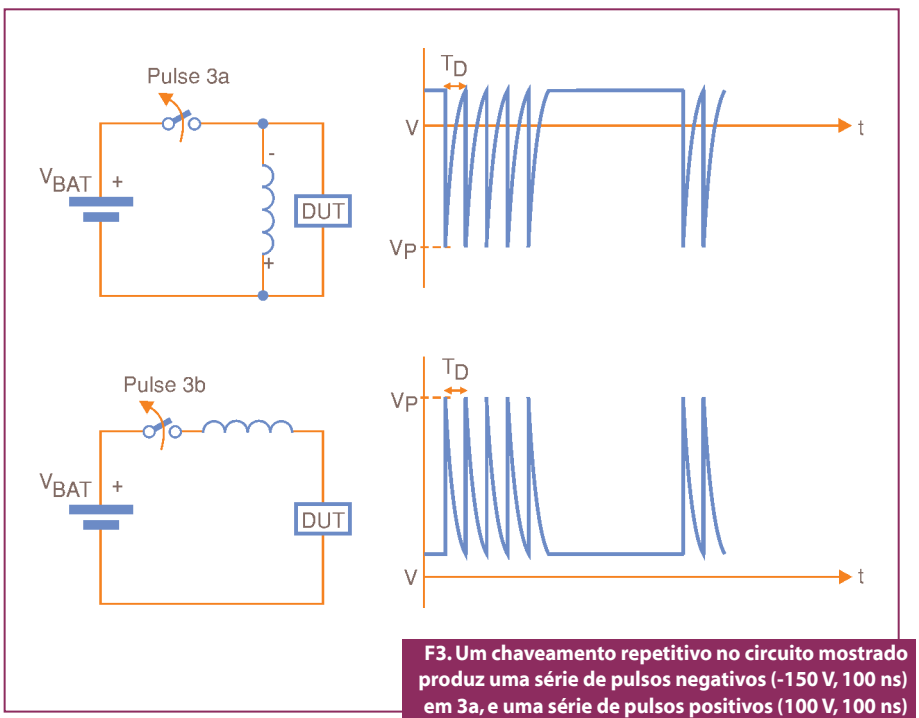
F1. Em resposta ao chaveamento repetitivo, este circuito produz pulsos negativos (repetitivos) com amplitudes entre – 80 V e – 150 V e durações entre 1 ms e 140 ms. Uma impedância de fonte típica varia entre 5 Ω e 25 Ω.

Pulse	Type	OEM#1	OEM#2	OEM#3	OEM#4	OEM#5	OEM#6	OEM#7	OEM#8
Pulse 1	Td	2ms	2ms	2ms	2ms	5ms	50µs	140ms	46ms
	Vp	-100V	-100V	-100V	-150V	-100V	-100V	-80V	-80V
	Rs	10 Ω	10 Ω	10 Ω	10 Ω	25 Ω	10 Ω	5 Ω	20 Ω
Pulse 2	Td	50µs	50µs	50µs	50µs		2ms	5,7µs	
	Vp	150V	50V	100V	75V		200V	110V	
	Rs	4 Ω	2 Ω	10 Ω	2 Ω		10 Ω	0,24 Ω	
Pulse 3a	Td	100ns	100ns	100ns	100ns		100ns	4,6ms	
	Vp	-150V	-150V	-150V	-112V		-150V	-260V	
	Rs	50 Ω	50 Ω	50 Ω	50 Ω		50 Ω	34 Ω	
Pulse 3b	Td	100ns	100ns	100ns	100ns		100ns		
	Vp	100V	100V	100V	75V		100V		
	Rs	50 Ω	50 Ω	50 Ω	50 Ω		50 Ω		
Pulse 5	Td	300ms	400ms	300ms		120ms		500ms	380ms
	Vp	50V	100V	43,5V		80V		70V	60V
	Rs	0,5 Ω	2 Ω	0,5 Ω		2,5 Ω		0,5 Ω	0,75 Ω

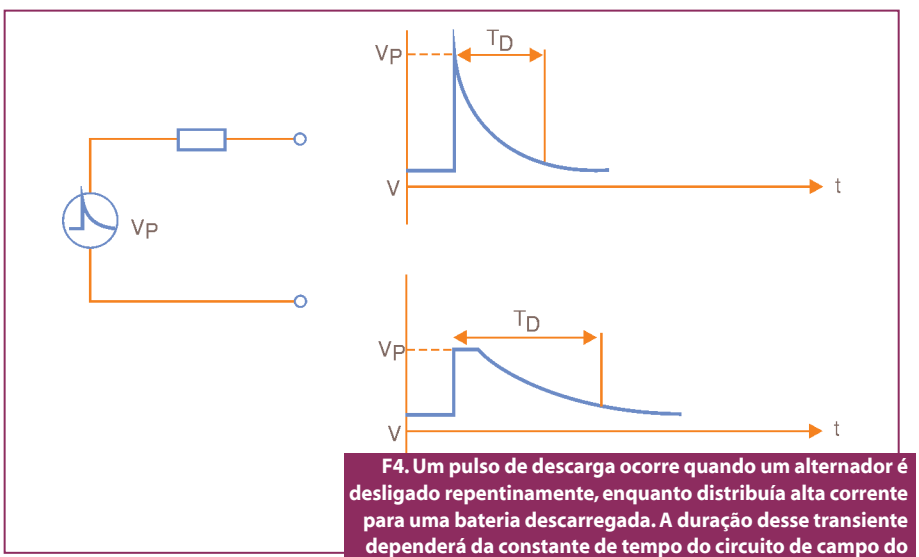
T1. Os Testes de Imunidade Conduzida diferem de acordo com a OEM*. (*)As tensões e os tempos indicados são apenas para orientação. Os valores reais podem variar.



F2. Em resposta ao chaveamento repetitivo, este circuito fornece pulsos positivos (repetitivos) com amplitudes entre + 75 V e + 150 V, com duração típica de 50 µs. Uma impedância de fonte típica está entre 2 Ω e 10 Ω.



F3. Um chaveamento repetitivo no circuito mostrado produz uma série de pulsos negativos (-150 V, 100 ns) em 3a, e uma série de pulsos positivos (100 V, 100 ns) em 3b. A impedância de fonte vale tipicamente 50 Ω.



F4. Um pulso de descarga ocorre quando um alternador é desligado repentinamente, enquanto distribuía alta corrente para uma bateria descarregada. A duração desse transiente dependerá da constante de tempo do circuito de campo do alternador e do tempo de resposta do regulador.

serem consideradas estáveis (*steady-state*) do ponto de vista de um circuito eletrônico. Um exemplo seria qualquer condição OV que dure mais do que a constante de tempo térmica de um componente eletrônico associado. Nesses casos, a dissipação contínua e a subida de temperatura resultante constituem as principais preocupações. Condições "steady-state" poderiam ser: um regulador de alternador com falha, uma partida de bateria com o dobro da tensão, ou conexões de bateria invertidas. Em seguida, uma breve descrição de cada uma delas.

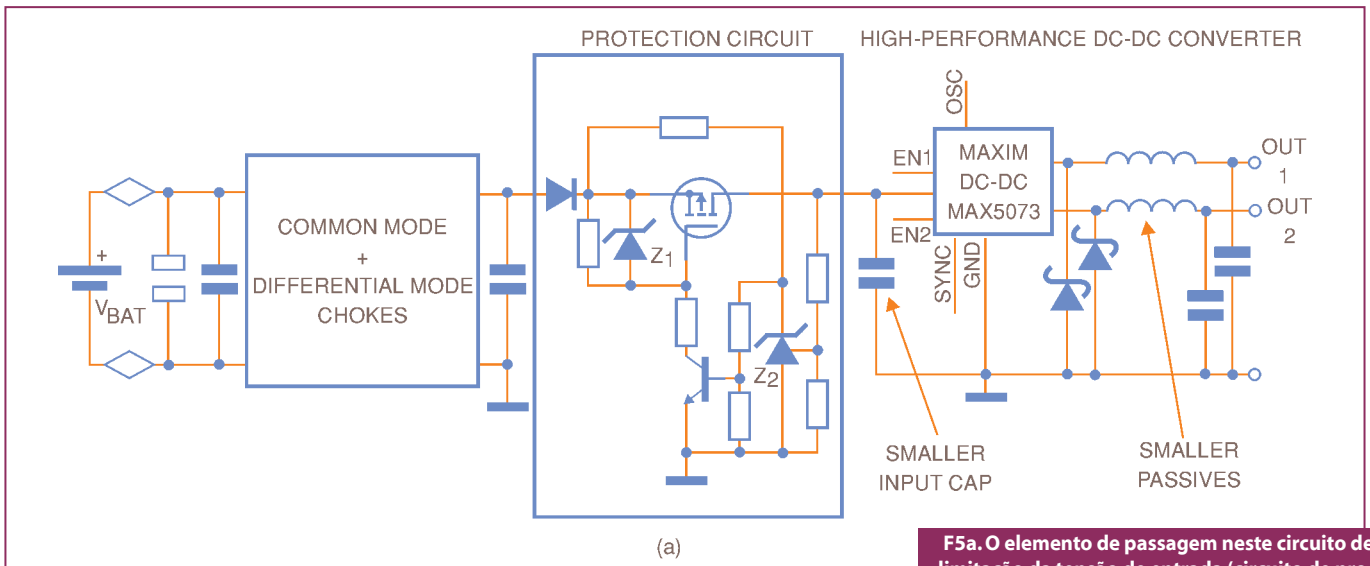
Regulador do Alternador com Falha

A saída de um alternador é ajustada para velocidade, carga e temperatura pela regulação da intensidade da corrente no seu enrolamento de campo. Esse ajuste é obtido geralmente por um regulador de tensão, o qual garante uma saída constante e regulada do alternador através da modulação PWM da sua bobina de campo. Um "set point" típico para a saída do regulador de tensão é 13,5 V. No entanto, o regulador poderá falhar em um modo que aplique a corrente de campo máxima, por negligência de carga ou pelas condições da tensão de saída.

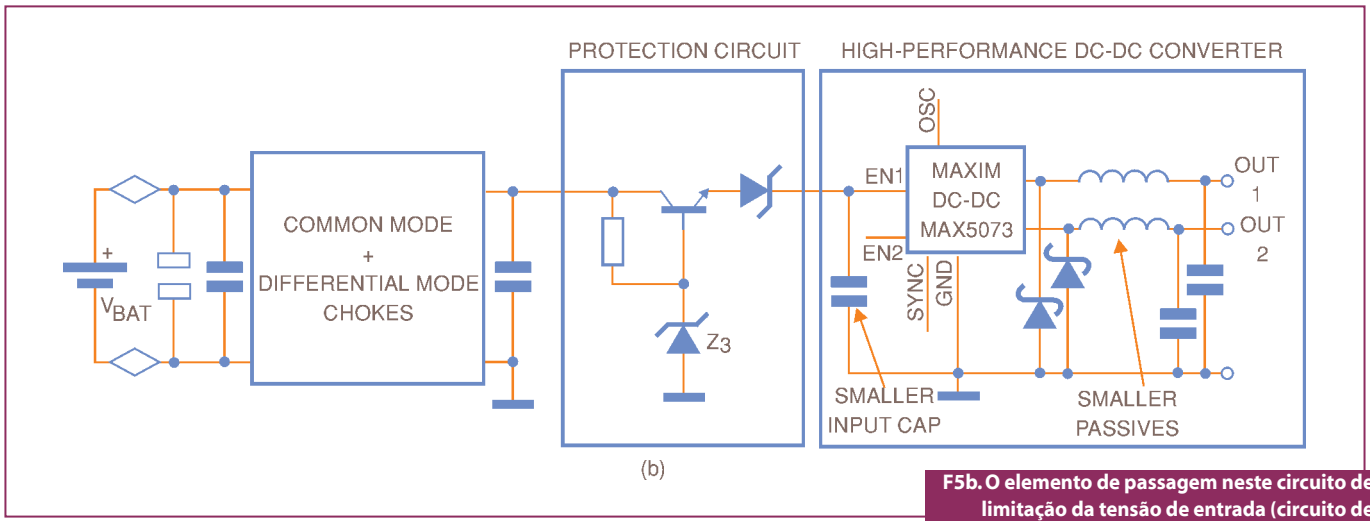
Quando a falha ocorre, o sistema todo pode ficar sujeito a tensões acima dos típicos 13,5 V. (Os níveis de tensão reais dependem da velocidade do veículo, carregamento, e outras condições). Uma especificação OEM típica de teste para reguladores com falhas é a aplicação de 18 V por uma hora. A maior parte dos sistemas é especificada para resistir ao estresse desse teste.

Partida com Nível de Bateria dobrado

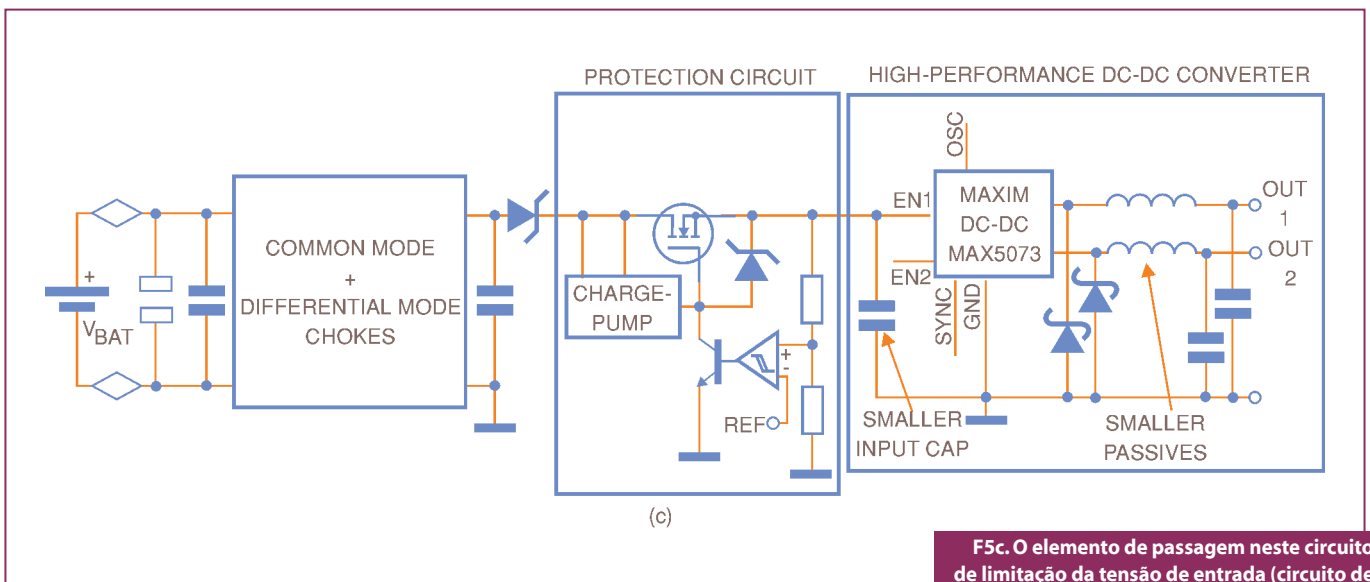
Outra condição de sobretensão estável é a "double-battery jump start" ou "partida com nível de bateria dobrado", a qual ocorre quando um caminhão-reboque ou outro serviço do pessoal utiliza 24 V para dar a partida num veículo incapacitado, ou ainda carregar uma bateria "morta". A exigência de teste OEM (típica) para esta condição é de 24 V por dois minutos. Alguns sistemas voltados para segurança e gerenciamento de motores são especificados para operarem sob estas condições.



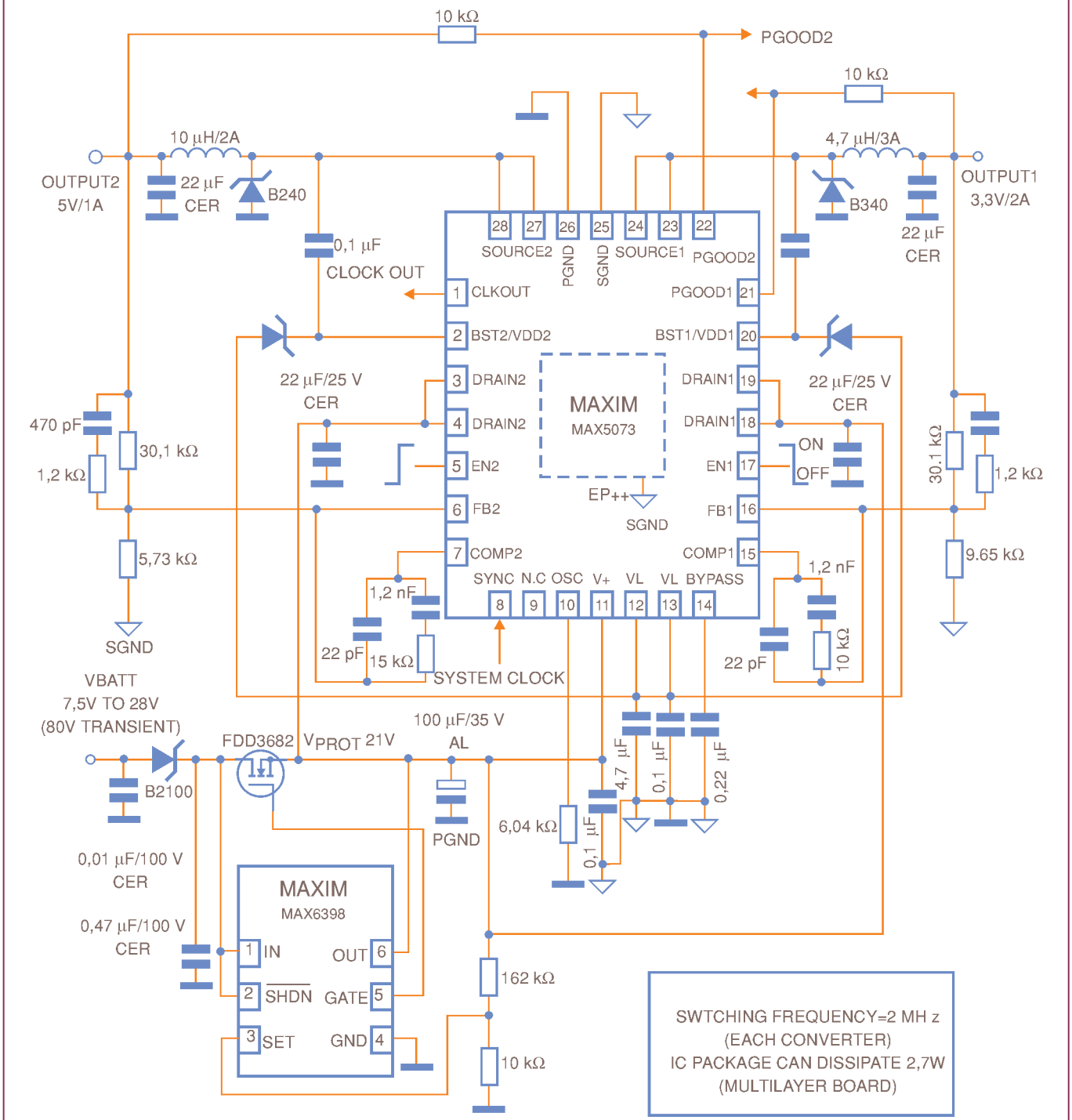
F5a. O elemento de passagem neste circuito de limitação da tensão de entrada (circuito de proteção) é um transistor MOSFET – Canal p.



F5b. O elemento de passagem neste circuito de limitação da tensão de entrada (circuito de proteção) é um transistor NPN.



F5c. O elemento de passagem neste circuito de limitação da tensão de entrada (circuito de proteção) é um MOSFET – Canal n.



F6. O conversor buck de 2 MHz (MAX5073) é mostrado com a chave de proteção (MAS6398) conectada. O projeto combina alta performance com alta imunidade a interferências.

Condição de Bateria Invertida

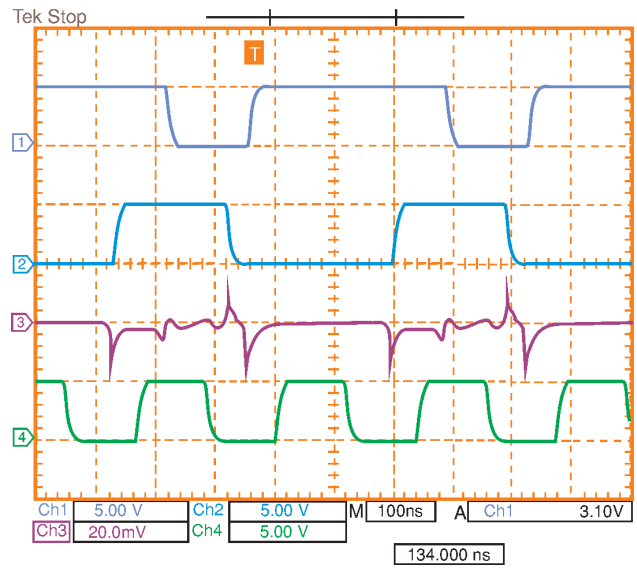
Uma tensão invertida estável poderá ser aplicada inadvertidamente num sistema elétrico de um veículo durante a fabricação ou serviço. Sob esta condição, a maior parte dos sistemas é especificada para sobreviver mas não operar. A tensão típica exigida é de –14 V aplicados durante 1 minuto. Este teste pode ser um desafio para sistemas que requerem altas correntes ou uma queda de tensão pequena.

Condições de Sobretensão (OV) Transitórias

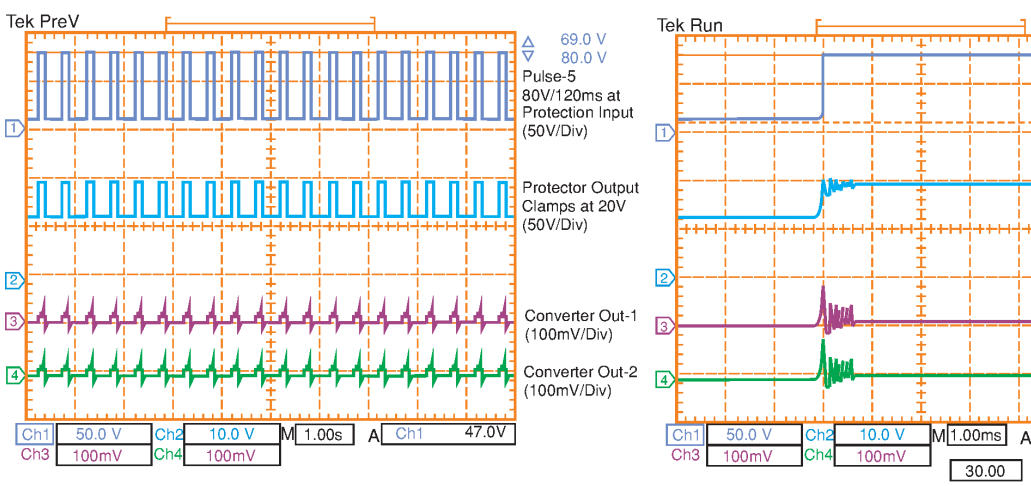
Em um automóvel , a maioria das condições de sobretensão transitórias é causada pelo chaveamento de cargas indutivas. Tais cargas incluem o motor de partida, a bomba de combustível, motores para os vidros, bobinas de relés, solenoides, componentes de ignição, e indutâncias distribuídas. O bloqueio da corrente em qualquer uma dessas cargas produz um pulso de sobretensão (*OV pulse*). Filtros, varistores de óxido metálico – MOVs, ou supressores de transientes de tensão são utilizados para eliminar tais transientes de OV, especificados de acordo com as amplitudes e tempos envolvidos. As **figuras de 1 a 4** mostram as características da supressão de transientes na norma ISO7637. A **tabela 1** apresenta um sumário representativo das atuais especificações OEM, as quais são baseadas fortemente na norma ISO7637.

Conforme já foi mencionado, a tensão da bateria não pode ser suprida diretamente ao conversor chaveado de alta performance. Em vez disso, a bateria é ligada geralmente num supressor de transientes (MOV), ou em um capacitor "bypass" seguido pelo tradicional limitador de tensão. Esses circuitos simples são montados em torno do MOSFET – Canal p (**figura 5a**). O transistor MOSFET – Canal p deverá ser especificado para 50 V ou 100 V, dependendo do nível de tensão dos transientes que é esperado na entrada VBAT.

Um diodo zener de 12 V (Z1) é colocado para prevenir a tensão "gate-source" do MOSFET de um valor excessivo VGSMAX . O MOSFET opera saturado quando a tensão de entrada (VBAT) está abaixo da tensão de "breakdown" do zener Z2. Durante um transiente de tensão na entrada, o MOSFET bloqueia tensões



F7. Resultados de testes mostrando as formas de onda chaveadas e o ripple de entrada para o conversor buck duplo MAX5073. A frequência de chaveamento do conversor foi de 2,2 MHz, enquanto a frequência do ripple sobre o capacitor era de 4,4 MHz. (CH1 = Source 2; CH2 = Source 1; CH3 = Ripple no Capac. Entrada; CH4 = CLKOUT).



F8. O pulso 5 (80 V, 120 ms, OEM # 5) foi aplicado na entrada do protetor. O MAX5073 é ligado na saída do protetor e as saídas do conversor Output - 1 e Output – 2 são monitoradas.

superiores à tensão breakdown de Z2. A desvantagem dessa configuração é que ela requer um MOSFET – Canal p caro e numerosos componentes associados a ele. Uma outra abordagem utiliza um transistor NPN. A tensão de base do NPN é fixada por VZ3, que regula a tensão de emissor em (VZ3 – VBE). Esta solução é barata, mas a queda VBE causa uma perda de potência P_{LOSS} = IIN x VBE . A queda de tensão VBE também aumenta o parâmetro crítico da mínima tensão de bateria exigida, especialmente durante operações com manivela (**figura 5b**). Uma 3ª opção emprega um transistor _ MOSFET- Canal n. Este componente é fácil de encontrar, mais econômico, sendo usado como elemento de bloqueio. Entretanto, o controle de "gate" é complicado devido à necessidade de VG ser maior que a tensão de "source".

O diagrama de blocos da **figura 5c** ilustra o uso de uma chave MOSFET-Canal n como dispositivo de bloqueio. Durante a descarga, o MOSFET corta completamente quando VBAT aumenta acima do limite da bateria. Então, o MOSFET permanece no corte enquanto a tensão de bateria se mantiver acima do limite mencionado. Um controlador – protetor contra sobretensão (MAX6398) protege a fonte de alta performance de "overvoltages" automotivas (por exemplo: despejos de carga ou nível de bateria dobrado) através do controle do MOSFET – Canal n. A **figura 6** exibe esta configuração. As figuras seguintes (de **7 a 9**) apresentam os resultados dos testes de imunidade ao ruído obtidos em laboratório com um protetor de transientes usando MOSFET – Canal n.

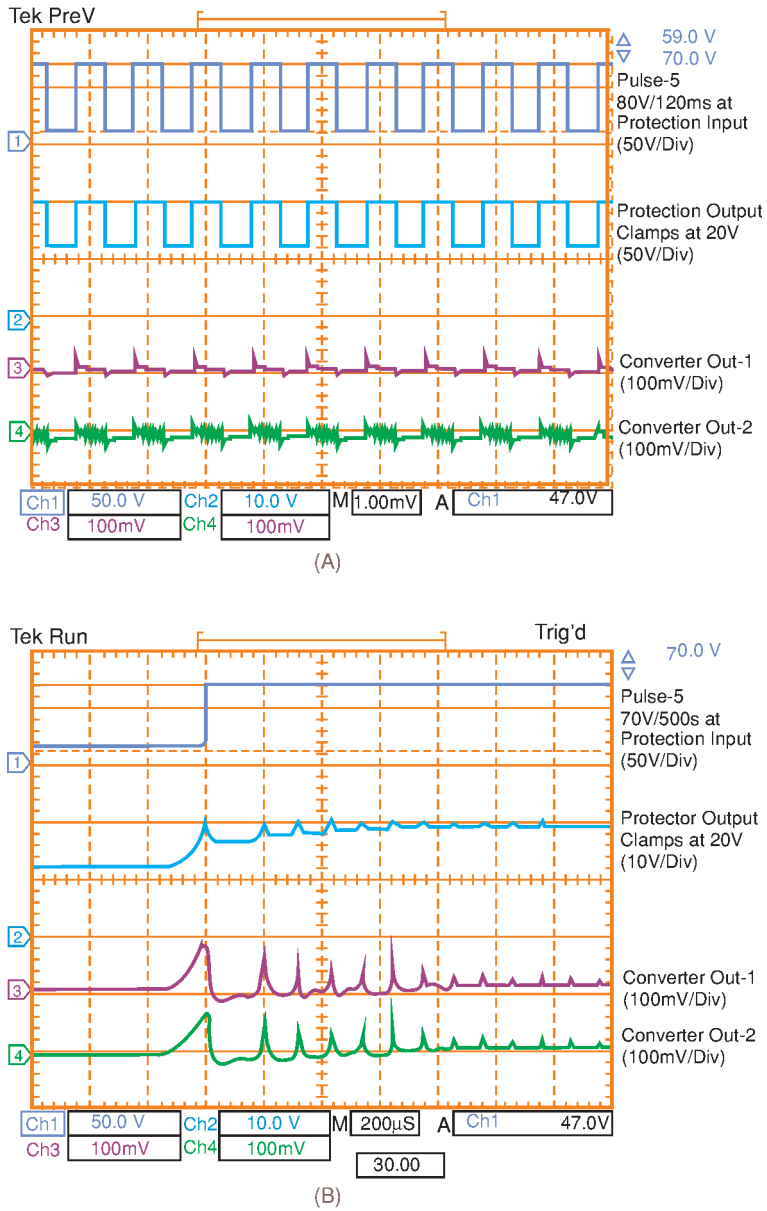
Essas formas de onda (**figuras 7 e 8**) mostram a resposta na saída do protetor da figura 6 e nas duas saídas do conversor, para 1 s/cm (A) e 1 ms/cm (B).

(CH1 = VBAT; CH2 = VPROT; CH3 = Output1; CH4 = Output2).

As formas de onda (**figuras 9a e 9b**) exibem a resposta na saída do protetor e nas duas saídas do conversor, para 1 s/cm (A) e 200 µs/cm (B).

(CH1 = VBAT; CH2 = VPROT; CH3 = Output 1; CH4 = Output2)

Conforme visto na **figura 9**, o MAX6398 bloqueia efetivamente os pulsos de descarga automotivos e regula a tensão da seção eletrônica de alta performance e baixa tensão. A estratégia de utilizar a combinação de um circuito protetor e uma eletrônica de alta performance/ baixa tensão poupa espaço e diminui custos, quando comparada a uma solução de alta tensão operando em frequência significativamente mais baixa. E



F9. O pulso 5 (70 V, 500 ms) foi aplicado na entrada da chave protetora (figura 6). O MAX5073 é ligado na saída do protetor, e as saídas do conversor Output – 1 e Output – 2 foram monitoradas.

Conversor Digital -Analógico de baixo custo através de PWM

Este artigo visa demonstrar a implementação de um conversor de grandeza digital para analógica por meio da filtragem de um sinal PWM através de um filtro passa-baixa. O intuito é de construir um conversor de baixo custo que, apesar de não possuir ótima precisão e velocidades, satisfaz à necessidade de desenvolvedores em diversas aplicações gerais. O trabalho foi realizado com base em aplicações para microprocessadores/microcontroladores que possuem gerador de sinal PWM integrado

Victor R. Gomes da Cunha

Uma decisão importante a se tomar no desenvolvimento de aplicações que se comuniquem com o meio externo é a interface entre o sistema de controle e os dispositivos que irão, de alguma forma, ser controlados. Neste âmbito existe a necessidade do projetista do circuito conhecer as técnicas de conversão das grandezas utilizadas pelos circuitos digitais, código binário, para as grandezas analógicas do mundo, e vice-versa.

Em processos industriais, onde se utilizam equipamentos mais robustos, atuadores e válvulas inteligentes, com comunicação digital, são comuns, e por isso, as conversões de dados ficam mais abstratas ao desenvolver, pois o próprio equipamento já disponibiliza de forma digital os seus valores para o sistema de controle.

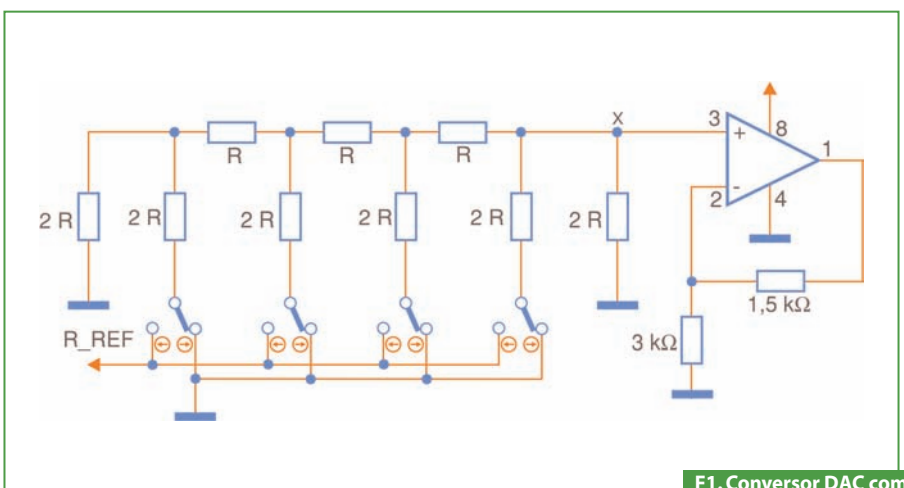
Nos casos em que não disponibilizamos da tecnologia empregada nos componentes inteligentes, ou nos casos em que a aplicação não envolve robustez a esse nível, a comunicação com o mundo externo se faz através de conversores D/A, ou *DAC - Digital to Analog Converters*.

Apesar de já existirem muitos microcontroladores que já possuem um conversor DA integrado, essa solução ainda não é muito utilizada para aplicações de baixo custo. Atualmente existem diversas tecnologias para a conversão DA, as mais conhecidas são a rede resistiva R-2R e a rede R-2nR ou por pesos ponderados. A conversão por filtragem de sinal PWM é um método antigo, mas que não é muito difundido. O grande problema é que os dois primeiros métodos, apesar de serem rápidos, são mais caros que o último, que é mais lento.

A tecnologia de conversores DAC pode ser encontrada dentro de circuitos integrados com grande facilidade, por exemplo, um conversor de 8 bits muito conhecido é o DAC0808 que possui rede resistiva na topologia R-2R, porém, será feita uma abordagem dos circuitos conversores de forma discreta.

Conversores DAC

Os conversores digitais para analógico possuem características que permitem avaliar se o DAC é adequado à aplicação. As principais características são monotonicidade, precisão, erro de *offset*, resolução e tempo de estabilização. (TOCCI, 2007)



F1. Conversor DAC com rede resistiva R-2R.

Em seguida, um breve descritivo das tecnologias citadas.

Rede resistiva R-2R

Um conversor D/A em rede resistiva R-2R é o método mais utilizado em CIs DAC. O circuito de uma rede nessa topologia é apresentado na **figura 1**, o bit mais significativo é o mais próximo da entrada não inversora do AOP:

Neste esquema, a tensão de saída é dada por:

Eq. 1

$$V_o = \frac{VrefB}{2^n}$$

Onde: B = valor binário nas entradas.

O circuito apresenta uma boa estabilidade e sua grande vantagem é que a impedância vista do ponto X ao terra é constante, ou seja, não existem transientes de tensão durante a operação do circuito, tornando-o menos suscetível a variação do sinal de saída. Pelos mesmos motivos citados anteriormente o circuito possui uma resposta mais rápida na conversão, mas, o seu principal problema é que para um conversor de 10 bits, por exemplo, seria necessário no mínimo 21 resistores.

Rede resistiva R-2nR

O que ocorre neste circuito é que cada resistor tem seu valor proporcional ao peso binário do bit que este corresponde, esse peso é o valor em decimal ao qual o bit corresponde dentro da palavra binária. Então, em uma palavra de 3 bits, o primeiro algarismo possui peso 2^0, logo o valor do resistor é $R1=2^0.R$, já o segundo algarismo possui peso 2^1, portanto, $R2=2^1.R$, e assim por diante. Este circuito pode ser visto na **figura 2**.

O grande problema deste circuito, como já se pode notar, é que o valor das resistências vai variando de forma geométrica e esses valores não são encontrados facilmente no mercado, pois não são valores comerciais. Outro problema é que com o aumento ou diminuição das resistências, o ruído acaba por ser um grande obstáculo.

Para iniciar a análise em cima da conversão por filtragem de sinal PWM, é necessário, inicialmente, relembrar alguns conceitos de um filtro passabaixa.

Filtro Passabaixa

Filtros são circuitos eletrônicos que permitem a passagem de um sinal com frequência dentro de uma gama de seleção e amortece sinais que possuem frequência fora dessa gama. Sendo assim, um filtro passabaixa é aquele circuito que atenua sinais com frequência superior à frequência mínima estabelecida, também conhecida como frequência de corte ou frequência de média potência.

A frequência de corte de um filtro é definida como a frequência em que o circuito eletrônico reduz a potência do sinal de entrada pela metade, o que em níveis de tensão corresponde a 70,7% do sinal de entrada.

A atenuação que um filtro impõe a um sinal depende da sua frequência, e existem classificações diferentes para a taxa de atenuação do filtro em relação à frequência. Uma forma de medir essa taxa é através do conhecimento da ordem do filtro, quanto maior a ordem do filtro, maior será a taxa de atenuação do mesmo. Por exemplo, um filtro de primeira ordem produz uma atenuação de 20 dB/década de frequência e um filtro de segunda ordem produz uma atenuação de 40 dB/década.

Conversão por filtragem de sinal PWM

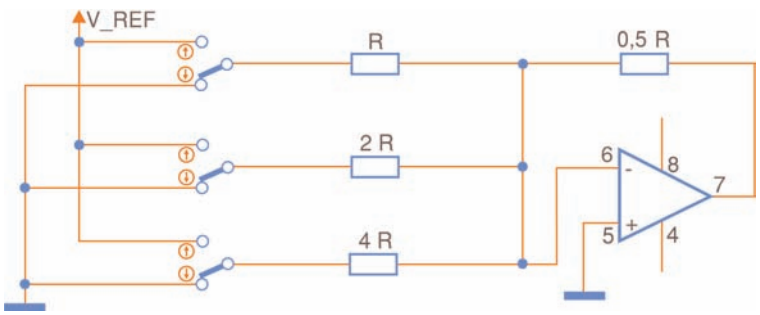
Esta topologia é de grande interesse devido ao seu baixo custo e versatilidade. O principal problema desta tecnologia, como já mencionado, é a velocidade de conversão que é reduzida devido às capacitâncias presentes no circuito e ao tempo de resposta do amplificador operacional, porém, esta técnica pode ser utilizada em aplicações onde a frequência de conversão não precisa ser maior que aproximadamente 1 kHz. A proposta deste trabalho visa demonstrar como aumentar a eficiência e velocidade desse tipo de conversão.

A conversão ocorre previamente na transformação do sinal binário em um sinal de onda retangular, com frequência fixa, e tempo em nível alto variável, um sinal PWM. Num microcontrolador isso é facilmente realizado com os circuitos PWM encapsulados. A resolução da conversão vai depender da resolução do gerador de sinal PWM, quanto mais a sua resolução, maior será a resolução do DAC. Por exemplo, um gerador PWM de 10 bits, gerará um conversor digital analógico de 10 bits, o que para um conversor com tensão de referência em 5 volts significa que a variação mínima da saída é de 4,882 mV.

De forma geral, o circuito conversor é composto por um filtro passabaixa que anula as harmônicas que compõem o sinal quadrado, amortecendo-o e transformando-o em um sinal CC puro.

Para identificar matematicamente o que ocorre neste tipo de conversão, é interessante o conhecimento da Série de Fourier.

Essa técnica matemática foi criada por Jean Fourier e permite transformar uma função periódica em uma soma infinita de funções sinusoidais que compõe essa primeira, ou seja, um sinal periódico pode ser decomposto em uma soma de sinais senoidais e cossenoidais.



F2. Conversor DAC com rede 2nR.

Na **figura 3** é possível ver uma onda quadrada decomposta em 21 harmônicas (sinal azul). Em destaque, também, as três primeiras harmônicas do sinal quadrado.

Dentro da série de Fourier, para uma onda quadrada, existe um termo que não está relacionado com a frequência do sinal, e é esse termo que está relacionado com o duty cycle da forma de onda e com o nível de tensão DC proporcional a esse *duty cycle*. Logo, se forem excluídos os sinais harmônicos do sinal original, é obtido como resultado um sinal que é independente da frequência, um sinal CC.

Para que seja realizada a filtragem desses harmônicos é utilizado um filtro passabaixa. Quando o sinal entrar no filtro, este reduzirá, mas não anulará a influência desses harmônicos no sinal de saída.

Das topologias de filtros que poderiam ser utilizadas nessa aplicação, optou-se por uma topologia simples, de baixo custo e que fornece uma maior qualidade de conversão, com o mínimo de ajuste, um filtro passabaixa de segunda ordem utilizando a célula de Sallen-Key, como pode ser visto na **figura 4.**

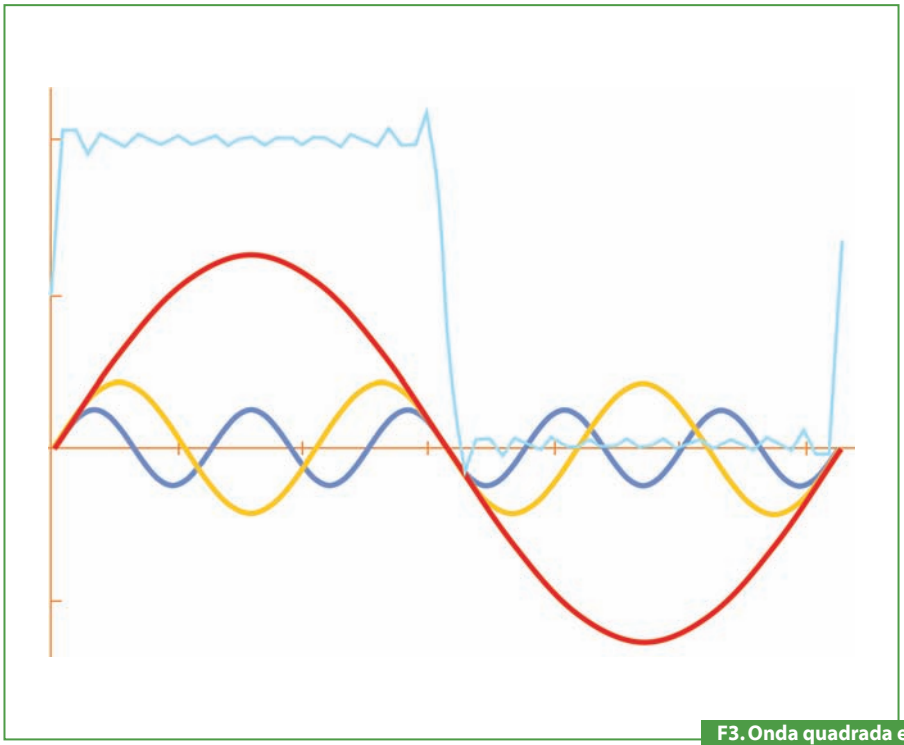
A primeira etapa do projeto deste conversor é definir o valor da frequência de corte do filtro. Essa escolha irá depender da frequência do sinal PWM que irá ser aplicado na entrada do filtro. A prática mostrou que a frequência de operação do PWM deve ser em média, 30 vezes a frequência de corte para uma resposta satisfatória.

Já tendo definido a frequência de corte do filtro passabaixa, agora resta o cálculo dos componentes através da fórmula:

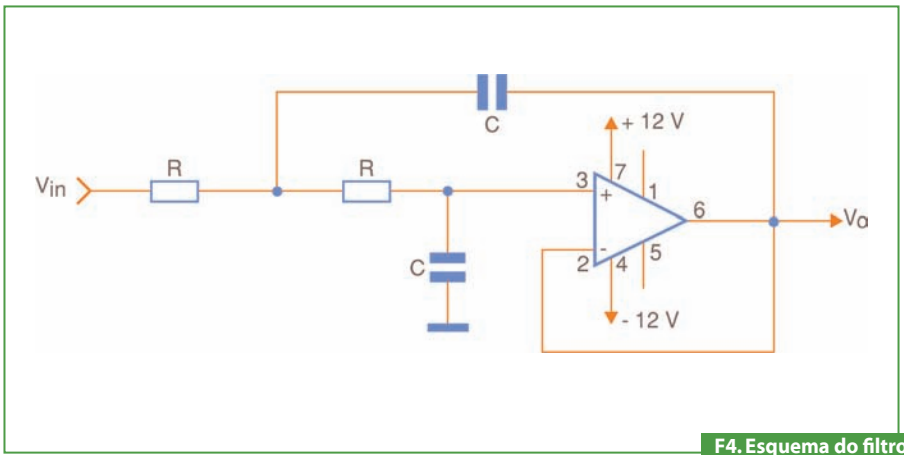
$$fc = \frac{1}{2.\pi.R.C} \quad \text{Eq. 2}$$

Note que o capacitor que está realimentando o sinal do amplificador possui valor igual a C.

Um aspecto importante a ser observado é a velocidade da conversão. Esta varia com o valor das resistências e capacitâncias aplicadas no circuito, ou seja, quanto menor os valores dos resistores e capacitores, mais rápida será a conversão, porém, maior deverá ser a frequência do sinal PWM, portanto, para obter uma velocidade de conversão razoável, faz-se:



F3. Onda quadrada e seus harmônicos.



F4. Esquema do filtro passa baixa.

$$R.C \leq 0{,}15ms \quad \text{Eq. 3}$$

O capacitor de saída evita os *ripples* e serve como filtragem adicional. O seu valor não é crítico. Sendo assim, podem ser utilizados capacitores dentro da faixa de 1µF a 100 µF.

Como se pode imaginar, devido ao capacitor de saída, é importante que haja um estágio de saída em alta impedância, para não alterar na carga do capacitor. Este último estágio poderá ser criado com outro amplificador operacional operando como *buffer* de tensão.

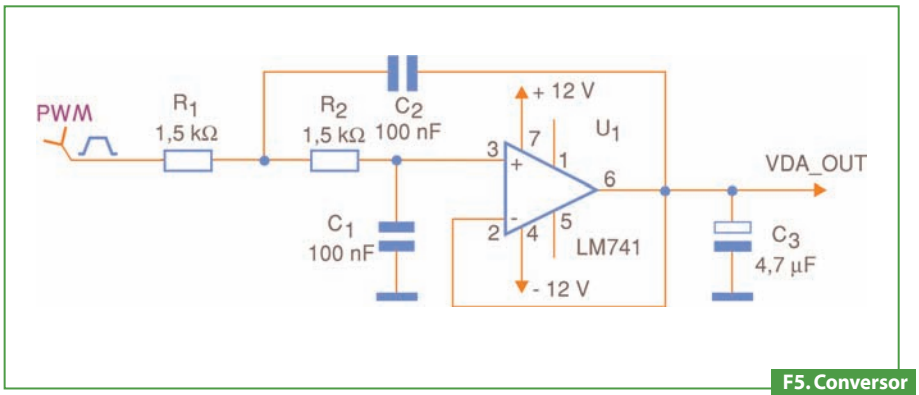
Metodologia de testes

Os testes deste artigo foram realizados utilizando instrumentos da Agilent Technologies. O multímetro usado foi o da série U1252A com precisão de 0,025%, já o osciloscópio usado foi da série DSO1014 com 2GSa/s e frequência de 100 MHz. Um ponto importante em conversores DAC é a estabilidade da fonte de tensão, neste trabalho utilizou-se a fonte digital da Minipa MPL 3303M.

Veja o pequeno quadro comparativo da rede resistiva R-2R (discreta) e da filtragem de sinal PWM (**Quadro 1**):

	Rede R-2R	Filtragem PWM
Velocidade de conversão?	Alta. A variação da saída quase não possui estágios intermediários	Baixa. A resposta do filtro dita a velocidade máxima de conversão
Quantidade de componentes	Muitos. Quanto maior a resolução do conversor mais componentes serão usados.	Poucos. O tamanho do circuito é o mesmo para diferentes resoluções.
Espaço ocupado na PCI	Depende da resolução do conversor.	Tamanho fixo. (±400mm²)
Precisão	Depende da tolerância das resistências e da referência de tensão.	Média. Pode ser afetada por resistências e capacitâncias parasitas.
Custo	Alto.	Baixo.

Q1. Quadro comparativo das topologias.



F5. Conversor DAC prático.

Resultados obtidos

Na **figura 5** é apresentado um exemplo do conversor descrito neste artigo. A frequência do PWM de entrada é da ordem de 32 kHz e a frequência de corte do filtro foi selecionada para 1100 Hz. O capacitor de saída foi escolhido em 47µF.

Na **tabela 1** é possível verificar a precisão da conversão e na **tabela 2** é apresentado o resultado do teste de monotonicidade do conversor. O tempo de conversão do DAC foi capturado para diferentes valores de duty cycle, sendo o tempo máximo de conversão da ordem de 1,2 ms. Na **figura 6 e 7** é possível visualizar as formas de onda durante a conversão, e na **figura 8** vê-se o tempo de resposta entre a conversão de diferentes valores de duty cycle.

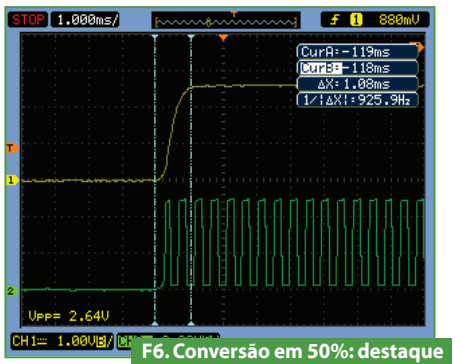
Pela observação das figuras, é possível perceber que os casos mais críticos de conversão ocorrem quando a tensão de saída varia a partir do zero.

Conclusão

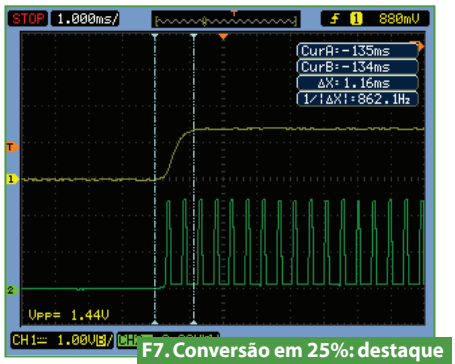
O circuito apresentado executou de forma satisfatória a conversão e demonstrou resultados surpreendentes quanto à



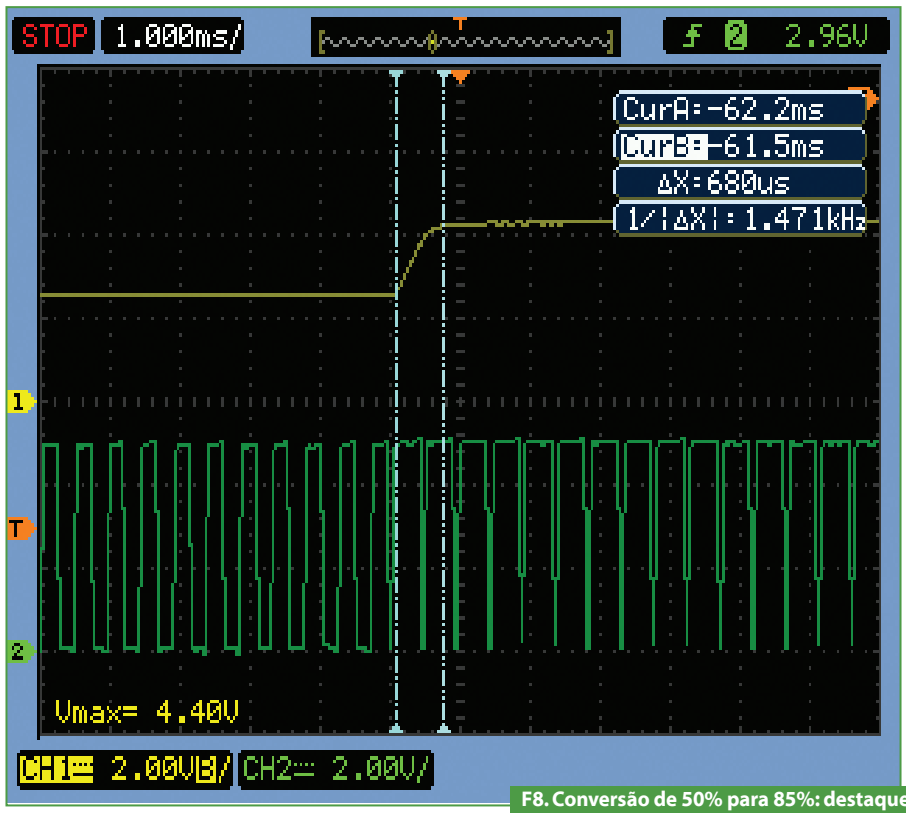




F6. Conversão em 50%: destaque para o tempo de conversão.



F7. Conversão em 25%: destaque para o tempo de conversão.



F8. Conversão de 50% para 85%: destaque para o tempo de conversão de 680µs.

precisão. Logo é aceitável utilizar conversores de 11 bits nessa topologia – apesar de conversores de 10 bits serem mais comuns – e com uma pequena perda de precisão pode-se usar conversores de 12 bits.

Sem dúvida nenhuma, existem diversas formas de realizar a mesma operação dentro da eletrônica, mas, vale lembrar que fica a cargo do desenvolvedor avaliar qual das alternativas deve ser implementada, visando o melhor custo x benefício para sua aplicação. Outro ponto importante é que, via de regra, circuitos integrados são muito mais precisos que circuitos discretos.

Uma forma prática e barata de produzir um conversor DAC, essa é uma boa descrição da topologia apresentada neste trabalho.

Referências Bibliográficas:

TOCCI, Ronald J. et al. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 8 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

JOHNSON, Curtis. **Process Control Instrumentation Technology**. 3 ed. Nova Iorque, 1988.

Ton	Vsaída (volts) Teórico	Vsaída (volts) Real	Erro (%FS)
0,00%	0	X	X
10,00%	0,5	0,5001	0,002%
20,00%	1	1	0%
30,00%	1,5	1,5001	0,002%
40,00%	2	2,0018	0,036%
50,00%	2,5	2,5024	0,048%
60,00%	3	3,0021	0,042%
70,00%	3,5	3,5028	0,056%
80,00%	4	4,0024	0,048%
90,00%	4,5	4,5041	0,082%
99.87%	4,9935	4,9984	0,098%

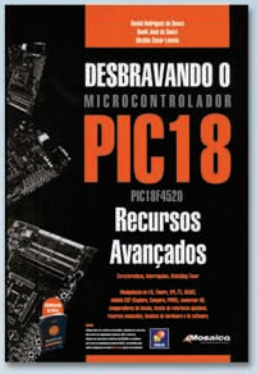
T1. Resultado dos testes.

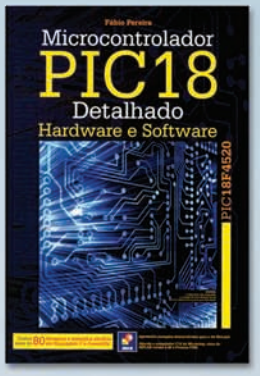
Ton	Vsaída (volts) Teorico	Vsaída (volts) Real
15,00%	0,75	0,7495
15.2%	0,76	0,7589
15.25%	0,7625	0,7621
15.3%	0,765	0,7638
15.4%	0,77	0,7669
15.5%	0,775	0,7734
16%	0,8	0,7989

T2. Monotonicidade do conversor.

Ótimos livros por um excelente preço





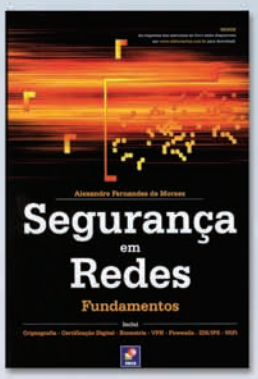






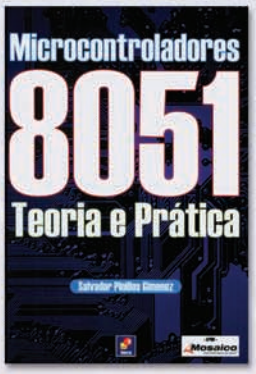


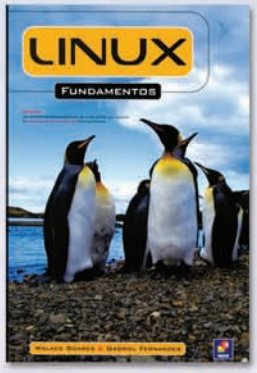


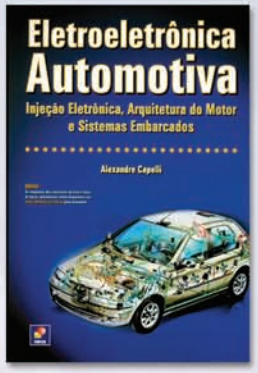


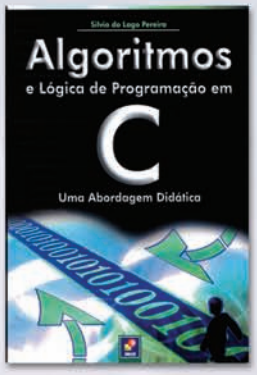










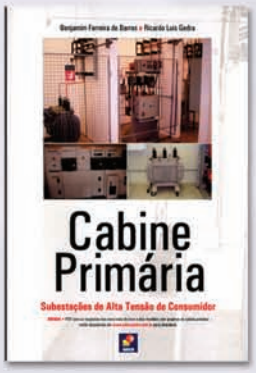








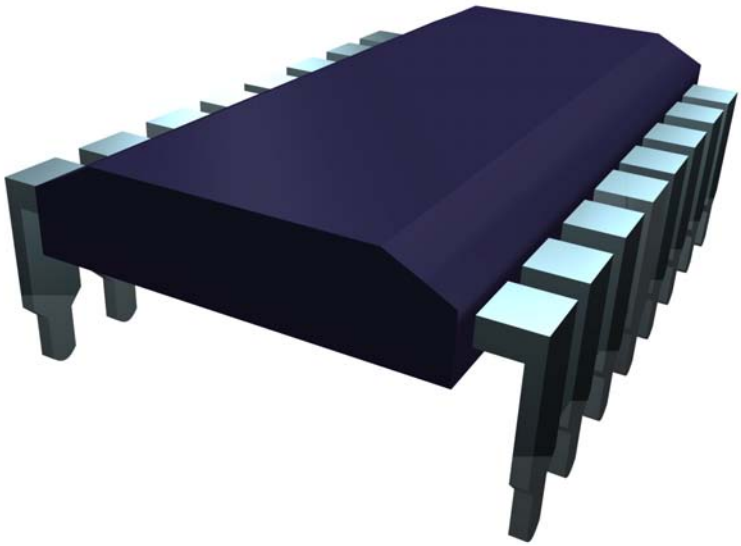






novasaber
www.novasaber.com.br

Circuitos de Interface para Microcontroladores



Parte 1

Adaptação livre de parte do documento AXE001_pic_electronics.pdf da Revolution Education Ltd.

Eng.º Filipe Pereira

O que é um Microcontrolador PIC ?

Os equipamentos controlados por microprocessadores são normalmente constituídos por vários circuitos integrados ou *chips*, cada um com a sua função, a saber: o microprocessador (CPU), uma memória EPROM com o programa, uma memória RAM para armazenamento de dados e interfaces de entrada/saída (*I/O input/output*) para ligação ao exterior. Pelo contrário, os sistemas baseados em microcontroladores possuem um único *chip* – o microcontrolador. Um microcontrolador PIC é um circuito integrado de pequenas dimensões e que contém num único chip, a CPU, RAM, ROM e circuitos de interface. A grande variedade destes componentes possibilita que o mesmo fabricante ofereça modelos com mais ou menos RAM, com outros dispositivos como portas de comunicação, conversores analógico/digitais, etc.

Os microcontroladores PIC podem ser utilizados como "cérebro" para controlar uma enorme variedade de equipamentos, desde máquinas de lavar a telemóveis ou automóveis, etc. Existem, portanto, aos milhões por todo o lado, sendo o seu custo muito reduzido. São, por isso, excelentes companheiros para a tarefa a que nos propomos: conceber um robô móvel autônomo, dotado de vários sensores. Para isso as informações provenientes desses sensores, de toque, de detecção de obstáculos, de distância, etc, devem ser adaptadas de forma a serem interpretadas pelo nosso PIC. Por outro lado, o controle de dispositivos como motores ou relés também exige adaptação de sinal. É desse assunto que iremos tratar nos próximos capítulos.

Interfaceamento do Microcontrolador

Neste artigo iremos explicar como realizar as interfaces para que diferentes dispositivos de entrada e de saída possam ser ligados ao microcontrolador. Nesta 1ª parte iremos tratar dos seguintes dispositivos: interfaces standard e interfaces com dispositivos de saída.

Circuitos de interface standard

Circuito de interface com transistor

Muitos dos dispositivos de saída irão necessitar de um circuito de comutação por transistor. Para a maioria dos casos um par Darlington formado por dois transistores é ideal.

Contudo, este circuito necessita de dois transistores separados. É possível adquirir um dispositivo contendo os dois transistores num único encapsulamento. Estes transistores designam-se Darlington e possuem elevado ganho. Um transistor como o BCX38B pode acionar correntes até 800 mA, o qual será utilizado em todos os exemplos deste manual. **Figura 1**.

Note que é comum colocar um diodo invertido em paralelo com o dispositivo controlado (diodo de roda - livre). Isto é essencial para cargas indutivas, como são os casos de motores e relés. Sempre que se desliga um destes dispositivos, cria-se uma corrente inversa que iria destruir o transistor. Poderá ser usado um vulgar diodo 1N4001. **Figura 2**.

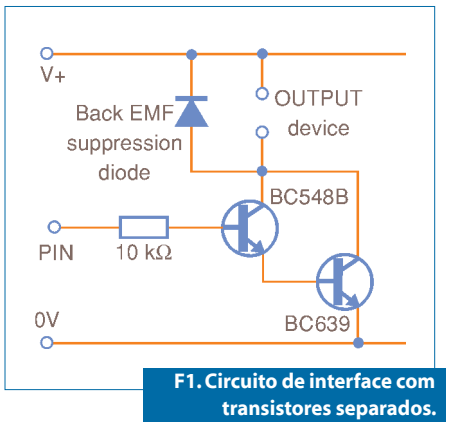
Circuito de interface com CI

Se for necessário controlar mais do que um dispositivo, poderá ser aconselhável usar um integrado específico, o ULN2003 *Darlington driver IC*, que contém 7 transistores Darlington e ainda os diodos de roda livre num único invólucro na **Figura 3**.

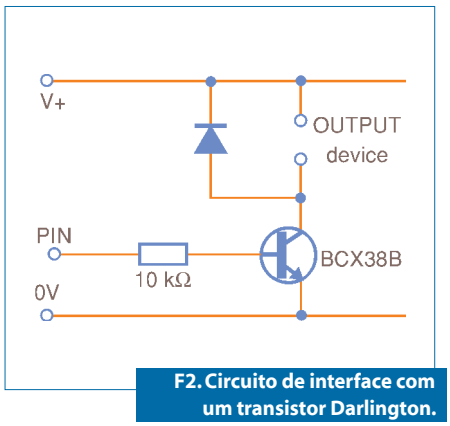
A versão ULN2803 contém 8 transistores. Se for preciso controlar correntes mais elevadas, poderão ser ligadas duas saídas como na **Figura 4**.

Circuito de interface com relés

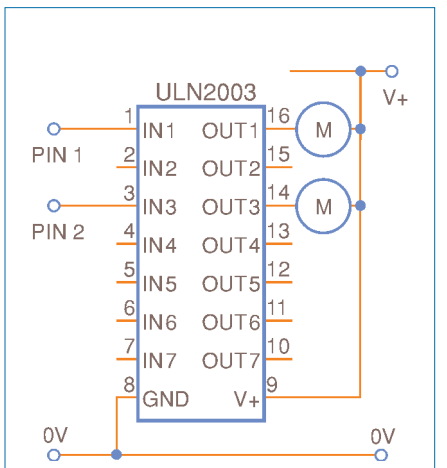
Os relés podem ser utilizados para acionar dispositivos de maior potência como motores e solenoides. Nesse caso, o relé pode ser alimentado por uma fonte de alimentação separada, por exemplo 12 V. Note o uso do diodo de roda livre em paralelo com a bobina do relé. **Figura 5**.



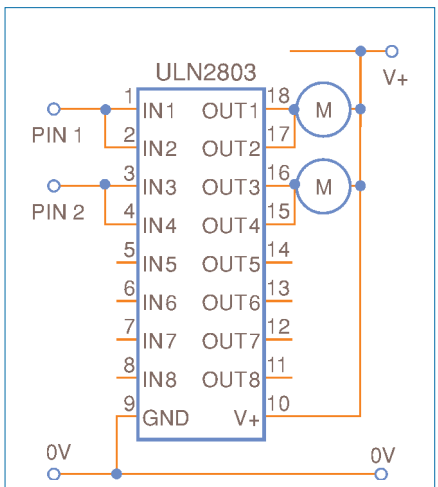
F1. Circuito de interface com transistores separados.



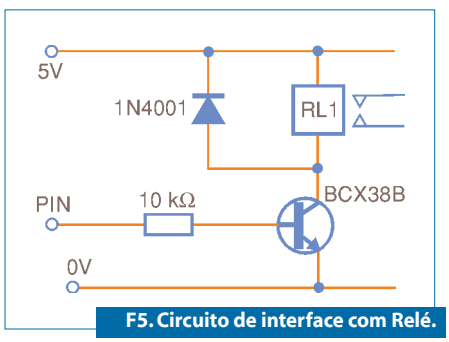
F2. Circuito de interface com um transistor Darlington.



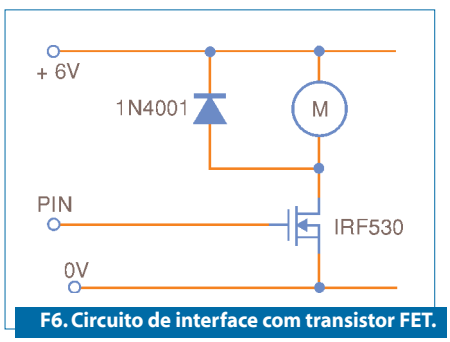
F3. Circuito de interface com o CI ULN2003.



F4. Circuito de interface com o CI ULN2803.



F5. Circuito de interface com Relé.



F6. Circuito de interface com transistor FET.

Circuito de interface com transistor FET

Os transistores de Potência MOSFET podem ser usados em vez dos pares Darlington para acionamento de dispositivos de média potência. O circuito a utilizar é o da figura 6. Repare-se no uso do diodo de roda - blivre.

Os MOSFETs apresentam uma resistência interna muito baixa (décimos de ohm), pelo que a queda de tensão no transistor é muito reduzida. **Figura 6**.

Interface com Dispositivos de saída

LED

Os pinos do microcontrolador PIC podem deixar passar (*sink*) ou fornecer (*source*) correntes de 20 mA, o que significa que é possível ligar diretamente um LED a um pino de saída. Lembre-se de que os pinos de um microcontrolador como o PICAXE já

vêm configurados, uns como saídas e outros como entradas. Alguns são reprogramáveis. Para limitar a corrente usa-se em série uma resistência de 330 ohms.

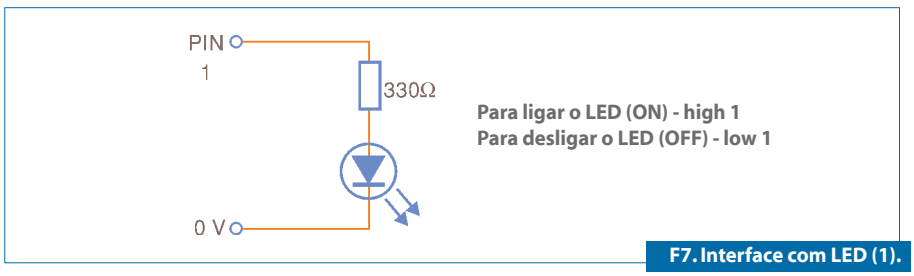
Veja o LED ligado à massa (**Figura 7**) e o LED ligado à alimentação (**Figura 8**).

Lâmpada de sinalização

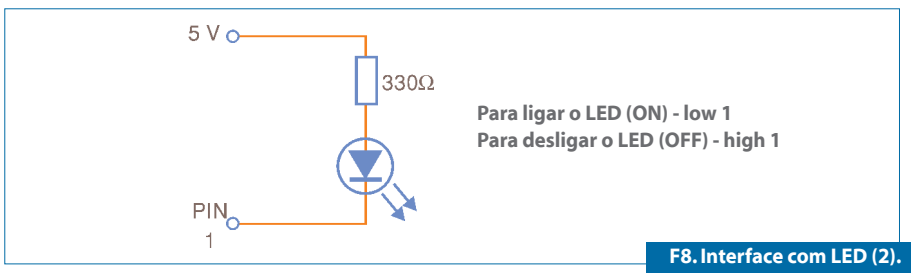
Para interfacear uma lâmpada de sinalização é necessário o circuito com o transistor já referido. Isso resulta nomeadamente da elevada corrente utilizada pela lâmpada, mas também pode ser frequente esta precisar de uma alimentação diferente da do microcontrolador. Nesse caso é necessário garantir que a massa (0 V, GND) é comum às duas alimentações. Convém referir que como o nosso circuito vai ser alimentado por baterias ou pilhas, a melhor solução é usar um LED, pois consome menos corrente. **Figura 9**.

Besouro ou Buzzer

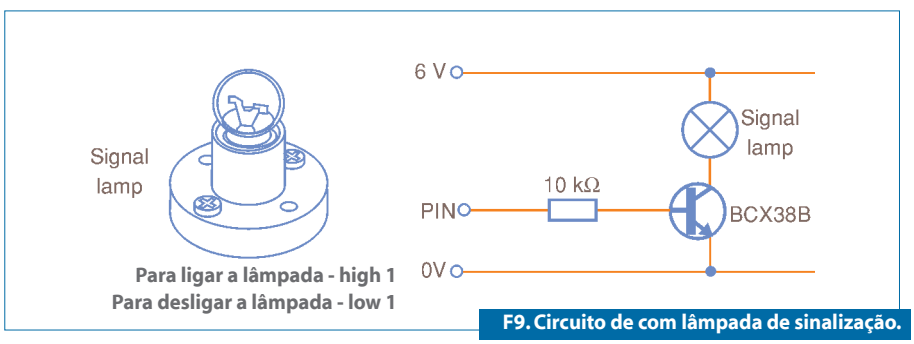
Para interfacear um besouro (*buzzer*) é necessário empregar o circuito a transistor *standard*. No caso de se utilizar uma alimentação separada, é recomendável garantir que a massa (0 V, GND) é comum às duas alimentações. No caso de se usarem baterias ou pilhas como fonte de alimentação, convém lembrar que os alto-falantes piezoelétricos consomem menos corrente. Além disso, os besouros apenas produzem uma frequência, ao contrário dos alto-falantes piezoelétricos que permitem reproduzir diferentes frequências. **Figura 10**.



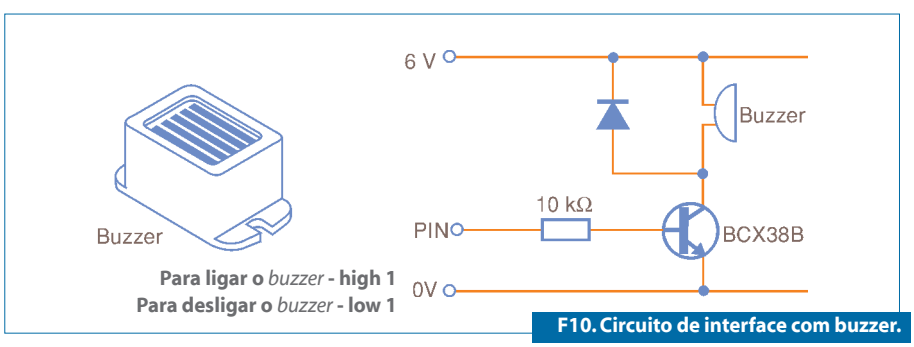
F7. Interface com LED (1).



F8. Interface com LED (2).



F9. Circuito de com lâmpada de sinalização.



F10. Circuito de interface com buzzer.

Alto-falantes piezoelétricos

Pode usar-se um alto-falante piezoelétrico para produzir dieferentes sons. Os besouros produzem som (ruído) quando são alimentados, enquanto que os alto-falantes exigem um sinal pulsado (onda quadrada) para gerar o som. Felizmente isso é fácil de produzir no PICAXE, pois existe uma instrução *sound*. **Figura 11**.

Para produzir uma nota de tom 100, duração 50 no pino 1:

```
sound 1, (100,50)
```

Para produzir um som variado usando a variável b1:

```
for b1 = 1 to 100
; a instrução sound é repetida tomando os valores de tom
sound 1, (b1,25)
 ; de 1 a 100
next b1
```

Micromotores

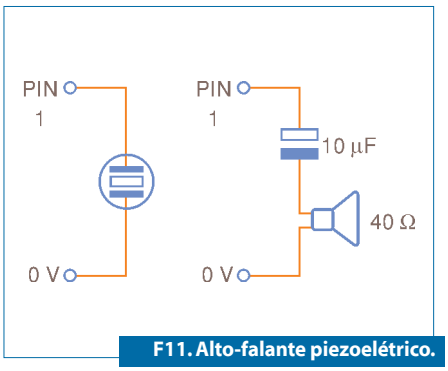
Muitos projetos requerem a utilização de motores de corrente contínua (CC) baratos para criar movimento circular. Existem várias possibilidades de interfacear motores ao microcontrolador.

O circuito da figura utiliza transistores Darlington para acionar o motor. Este circuito funciona bem com motores CC de brinquedos baratos. No entanto, importa acautelar o fato de que os motores produzem muito ruído elétrico nas linhas de alimentação do microcontrolador, podendo levá-lo a deixar de funcionar. **Figura 12**.

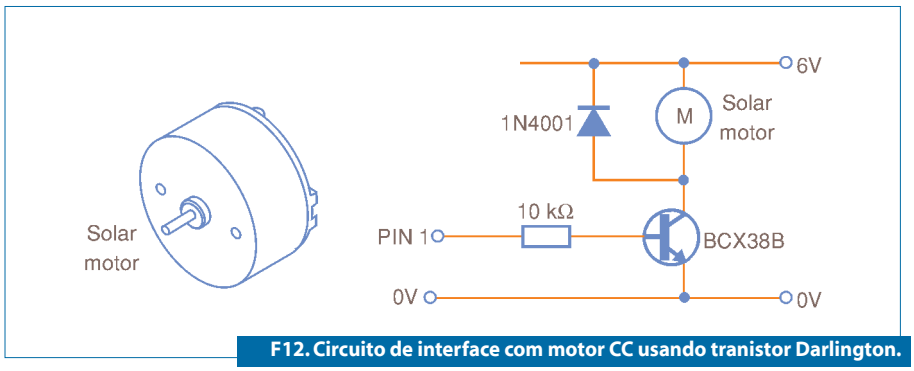
Uma solução para o ruído elétrico consiste em colocar entre os terminais do motor um capacitor de poliéster (não polarizado) de 220 nF.**Figura 13**.

Para acionar motores de maior potência, pode usar-se o circuito a MOSFET anteriormente descrito. **Figura 14**.

Em várias circunstâncias poderá ser necessário acionar mais do que um motor, como é o caso dos robôs móveis. A solução mais simples e barata consiste em utilizar um integrado *motor driver* como o L293D. Este integrado possibilita o controle de dois motores CC, usando quatro pinos de saída



F11. Alto-falante piezoelétrico.



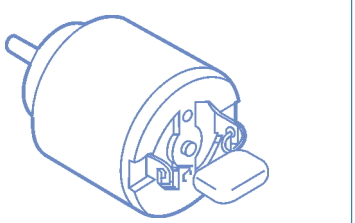
F12. Circuito de interface com motor CC usando tranistor Darlington.

do microcontrolador. Naturalmente, se tivermos um só motor, bastarão dois pinos. Esta solução irá ser utilizada nos nossos robôs, pois, além de permitir o acionamento nos dois sentidos dos dois motores, permite ainda o controle de velocidade por PWM, como se verá mais à frente. **Figura 15**.

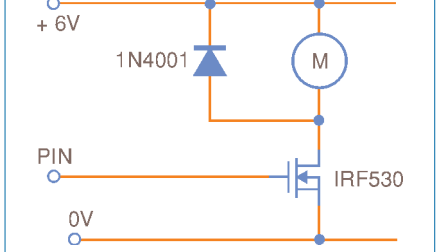
A mudança dos sinais nos pinos de entrada tem o efeito de produzir a alteração do sentido da corrente no enrolamento do motor, logo do seu sentido de rotação. **Figura 16**.

Note que o L293D aquecerá com uso intenso. O emprego de um dissipador colocado no topo do integrado pode ajudar ao arrefecimento. No caso de montagens em placas pré-perfuradas (*stripboard*) a soldagem às pistas dos quatro terminais de massa centrais pode ajudar a dissipar.

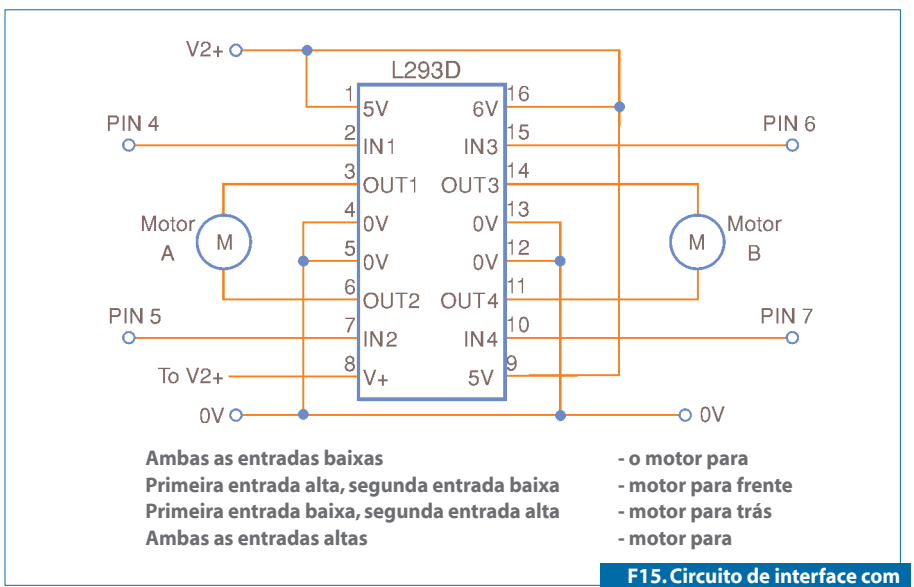
Uma maneira de reduzir os efeitos do ruído elétrico sobre o microcontrolador consiste em usar fontes de alimentação separadas para a parte de controle (microcontrolador) e para os motores. No caso dos robôs que iremos construir, pode usar-se uma simples pilha de 9 V com regulador de tensão para 5 V para a eletrônica e um *pack* de baterias de modelismo (NiCad ou NiMH de 9,6 V) para os motores. Naturalmente continua a ser fundamental manter um terminal de massa comum às duas alimentações. A separação total de circuitos pode ser realizada usando circuitos optoeletrônicos, mas apenas se justifica, face à sua complexidade, no caso de ruído elétrico excessivo, resultante de comutação de relés ou motores.



F13. Capacitor de poliéster contra ruído no motor.



F14. Circuito de interface para motor CC usando MOSFET (para maior potência).



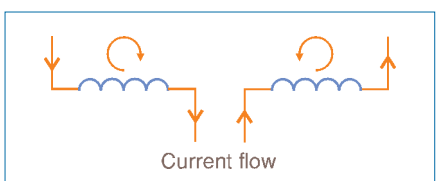
F15. Circuito de interface com CI L293D (motor driver)

Motor passo-a-passo unipolar

Os motores passo-a-passo são motores muito precisos com aplicação corrente em leitores de discos de computadores, impressoras e relógios. Ao contrário dos motores CC, que rodam livremente quando a alimentação é aplicada, os motores passo-a-passo requerem que a alimentação seja aplicada segundo um determinado padrão. Para cada impulso, o motor passo-a-passo roda um passo (*step*), normalmente 7,5 graus (o que dá 48 passos para uma rotação completa).

Existem dois tipos principais de motores passo-a-passo - Unipolares e Bipolares.

Os motores unipolares possuem normalmente quatro enrolamentos que são ligados (*on*) e desligados (*off*) numa sequência determinada. Os motores bipolares possuem dois enrolamentos nos quais a corrente é invertida numa sequência idêntica. O uso de motores bipolares será tratado no item seguinte.



F16. Alteração do sentido da corrente no enrolamento do motor.

Cada um dos quatro enrolamentos de um motor unipolar tem que ser comutado *on* e *off* numa certa ordem para que o motor rode. Muitos sistemas controlados por microprocessador utilizam quatro pinos de saída para controlar cada um dos quatro enrolamentos. **Figura 17**.

Como o motor passo-a-passo é alimentado a 12 V, é necessário um circuito a transistor para cada enrolamento. Como os enrolamentos são indutivos, é preciso proteger cada transistor com um díodo de roda livre. O uso do integrado ULN2003 (ou 2803) é neste caso de particular relevância, simplificando o número de componentes e as ligações. **Figura 18**.

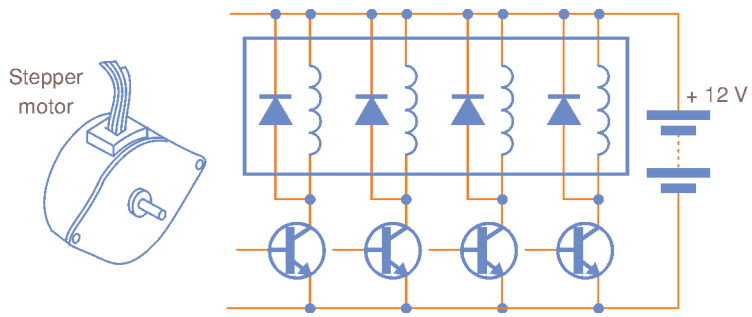
A **tabela 1** apresenta os quatro passos necessários para que o motor rode.

Analisando com cuidado a tabela, reparamos que existe um padrão. O enrolamento 2 é sempre o oposto (operação lógica NOT) do enrolamento 1. O mesmo se aplica aos enrolamentos 3 e 4. É possível assim reduzir à metade o número de pinos do microcontrolador necessários para controlar o motor, desde que se acrescentem duas portas lógicas NOT.

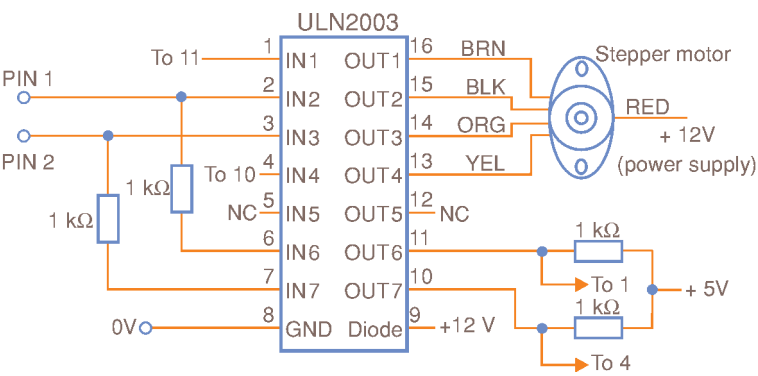
Nota: Existem várias normas quanto às cores dos condutores do motor.

Antes de começar a programar, existe um outro padrão a verificar na sequência de passos. Analise a **tabela 2**, que mostra os enrolamentos 1 e 3.

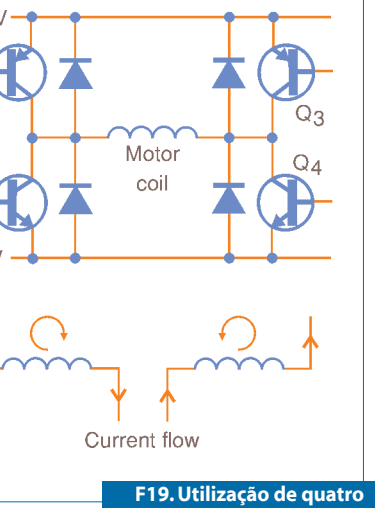
Repare que na passagem do passo 1 para o passo 2, apenas muda o enrolamento 3. Note agora no passo seguinte – só o enrolamento 1 muda. De fato, os dois enrolamentos mudam "à vez" de alto para baixo sucessivamente. Esta passagem alto-baixo-alto pode ser descrita como um estado de "toggling". Isso torna a programação ainda mais simples – basta usar a instrução *toggle*.



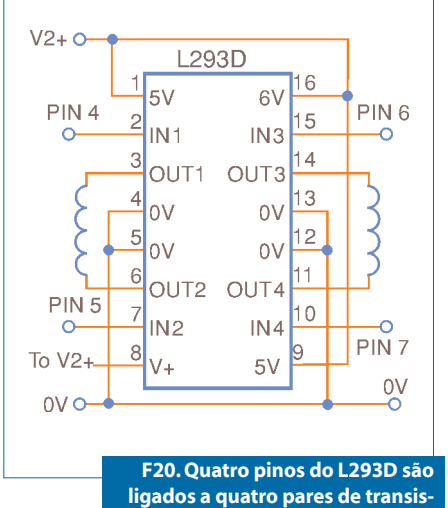
F17. Circuito de interface com Motor de Passo.



F18. Circuito interface para Motor de Passo com uso do CI ULN2003.



F19. Utilização de quatro transistores de controle.



F20. Quatro pinos do L293D são ligados a quatro pares de transistores (pinos 2,7,10 e 15)

```
steps:
toggle 1        ; Toggle pino 1
pause 200       ; Espera 200 ms
toggle 2        ; Toggle pino 2
pause 200       ; Espera 200ms
goto steps      ; Ciclo
```

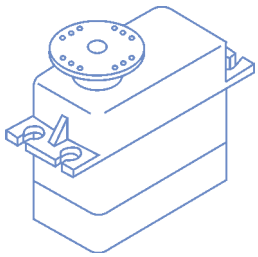
Nota: Se o motor 'trepidar', verifique a ordem de ligações dos condutores (cores).

Motor passo-a-passo bipolar

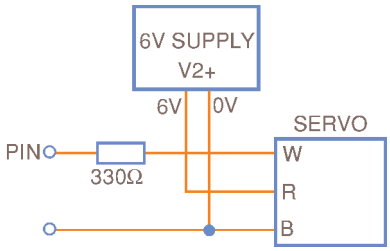
Os motores bipolares possuem dois enrolamentos que têm que ser acionados de modo que a corrente circule nos enrolamentos pela sequência adequada. A mudança de campo magnético que esses enrolamentos produzem faz com que o motor (rotor) rode por passos. O circuito normalmente utilizado para cada enrolamento é o apresentado na figura seguinte. Observe que existem quatro transistores de controle, que são ativados "aos pares". Assim, para dois enrolamentos existem quatro pares de transistores de controle (Q1-Q4) que têm que ser ativados *on* e *off* numa determinada sequência. **Figura 19**.

Veja que como os enrolamentos são indutivos, para proteger os transistores da extra-corrente de rotura, são exigidos díodos de roda livre em paralelo com cada um deles.

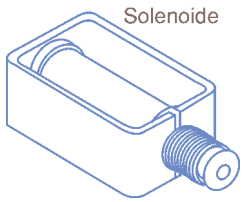
A **tabela 3** mostra os quatro passos necessários para fazer rodar o motor.



F21. Aspecto físico de um servo.



F22. Fonte de Alimentação separada.



F23. Aspecto de um solenoide.

```
main:
for b3 = 0 to 99                    ; inicia um ciclo for...next
gosub lstep                         ; chama subrotina left step
next b3                             ; ciclo seguinte

for b3 = 0 to 99                    ; inicia um ciclo for...next
gosub rstep                         ; chama subrotina  right step
next b3                             ; ciclo seguinte

lstep: let b1 = b1 + 1              ; soma 1 à variável b1
goto step                           ; salta para tabela lookup
rstep: let b1 = b1 - 1              ; subtrai 1 da variável b1
step: let b1 = b1 & 2               ; mascara os 2 bits menos pesados de b1
lookup b1,(%1010,%1001,%0101,%0110),b2 ; guarda o código lookup em b2
let pins = b2                       ; faz sair o valor de b2 para os pinos de
controlo
return
```

```
loop:
servo 4,75          ; move servo para um dos lados
pause 2000          ; espera 2 segundos
servo 4,150         ; move servo para posição central
pause 2000          ; espera 2 segundos
servo 4,225         ; move servo para o outro lado
pause 2000          ; espera 2 segundos
goto loop           ; volta para o início
```

Step	Coil 1	Coil 2	Coil 3	Coil 4
1	1	0	1	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
1	1	0	1	0

T1.

Step	Coil 1	Coil 2	Coil 3	Coil 4
1	1	0	1	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
1	1	0	1	0

T2.

Step	Coil 1	Coil 2	Coil 3	Coil 4
1	1	0	1	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
1	1	0	1	0

T3.

Afortunadamente, o *motor driver L293D* foi desenhado especificamente para esta função de comutação. Cada L293D possui 8 transistores e os respectivos diodos num encapsulamento de 16 pinos.

Quatro pinos do microcontrolador são ligados aos quatro pares de transistores (pinos 2, 7, 10 e 15). **Figura 20**.

O programa junto faz o motor rodar 100 passos para a esquerda e a seguir 100 passos para a direita, utilizando duas sub-rotinas. A sub-rotina *lstep* faz o motor rodar um passo para a esquerda, a sub-rotina *rstep* faz o motor rodar um passo para a direita. A variável b1 é empregada para guardar a posição do passo e deverá ser utilizada em qualquer outra parte do programa.

Servo radiocontrolado

Os servos (**figura 21**) são vulgarmente utilizados nos carros e aviões radiocontrolados para controlar mecanismos de direção. Trata-se de dispositivos muito precisos que rodam sempre o mesmo ângulo para um dado sinal, pelo que são ideais para utilização em automatismos. Um servo típico possui três condutores de ligação, normalmente preto, vermelho e branco (ou amarelo). O condutor preto é a referência de massa da alimentação (0 volts), o condutor vermelho é a alimentação de 5 V (de 4,8 V a 6 V) e o condutor branco (ou amarelo) é o sinal de posicionamento. Este sinal de posição é um impulso de 0,75 a 2,25 milissegundos (ms), repetido cada 18 ms aproximadamente (portanto, temos 50 impulsos por segundo). Com o impulso de 0,75 ms, o servo move-se (roda) para uma das extremidades e com o impulso de 2,25 ms para a extremidade oposta. Desse modo, com um impulso de 1,5 ms, o servo roda para a posição central. Se os impulsos terminarem, o servo mover-se-á ao acaso. Lamentavelmente, os servos consomem correntes elevadas (de 200 mA a 1 A) e introduzem ruído elétrico nos condutores de alimentação. Deverão, portanto, ser alimentados por fonte de alimentação separada, como se mostra na **figura 22**. Lembre-se que o condutor de massa (referência) deve ser comum às duas alimentações.

Solenoides e válvulas solenoides

Um solenoide (**figura 23**) consiste num êmbolo de ferro colocado no interior de uma bobina (indutância) elétrica, enrolada em torno de um tubo. Quando se alimenta eletricamente a bobina, cria-se um campo magnético que atrai o êmbolo para dentro do tubo. Quando se retira a alimentação, uma mola empurra o êmbolo para fora do tubo. O controle de um solenoide pode ser efectuado com o circuito a MOSFET atrás descrito.

Filipe Pereira é Diretor do Curso de Eletrônica, Automação e Computadores da Escola Secundária D. Sancho I - Departamento Eletrotecnia. filipe.as.pereira@gmail.com

O Verdadeiro Decibel (dB)

V, A, W, Ω, são alguns dos símbolos bem conhecidos para interpretarmos valores de grandezas físicas, porém muitas vezes travamos, paramos ou pensamos quando vemos dB, dBm, dBV, dB (μV), ou seja, dB, não é verdade? Esse é o decibel, mas o que é realmente o decibel?

Bruno Muswieck

História e utilização

Na década de 20, Harvey Fletcher nos laboratórios da Bell Telephone Laboratories estabelecia as primeiras normas de unidades do sistema de telefonia. No final dessa década, o mesmo publicou um artigo "Decibel: o nome para a unidade de transmissão", de onde o Comitê Europeu Internacional começou a recomendar a várias companhias telefônicas a utilizarem as unidades, decibel (bel) ou neperian (neper). Em relação ao nome da unidade, bel, é uma homengem ao inventor do telefone, Alexandre Grahan Bell, e esse foi o início do decibel. Mas, e por que utilizar o decibel e por que é tão empregado?

Engenheiros trabalham com números todos os dias e uma maneira de facilitar os cálculos é a utilização do decibel. Vamos ao exemplo, sendo três amplificadores de potência e seus ganhos, G1 = 2, G2 = 7 e G3 = 13, ligados em série, o ganho total do sistema é 2 x 7 x 13 = 182, correto? Mas vamos calcular diferente, sendo G1 = 3 dB, G2 = 8,5 dB e G3 = 11,1 dB, o ganho é calculado como GT = G1 + G2 + G3 = 23 dB, ou seja, um ganho de potência de 23 dB, é igual ao ganho de 182. Outro exemplo: um receptor tem uma sensibilidade de 0,000000001W, ou seja, -90dB, mais fácil não? Estes são alguns exemplos que tornaram a unidade dB largamente usada na engenharia. E como calculamos o dB?

Os cálculos

O decibel (dB) é um décimo de bel, que significa a relação entre dois níveis de potências, ou seja, dB é a relação entre P1 e P2, na escala logarítmica.

$$\text{Ganho de potência} = \log_{10} \frac{P1}{P2} \text{ bel}$$

Lembre-se, é logaritmo na base 10 e como dB é um décimo de bel, então:

$$\text{Ganho de potência} = 10 \log_{10} \frac{P1}{P2} \text{ dB}$$

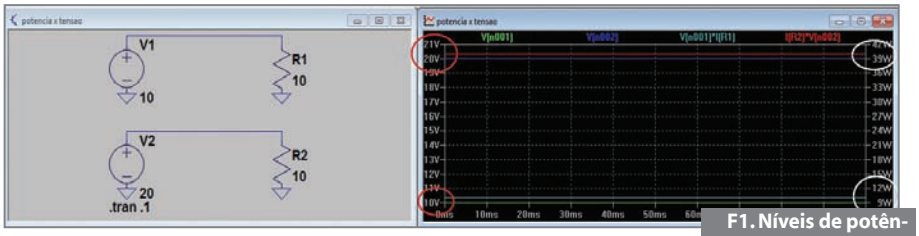
A potência pode ser expressa de diferente maneira, se substituirmos por tensão, caso soubermos a resistência, então a fórmula fica de acordo:

$$\text{Ganho de tensão} = 10 \log_{10} \frac{V1^2/R1}{V2^2/R2}$$

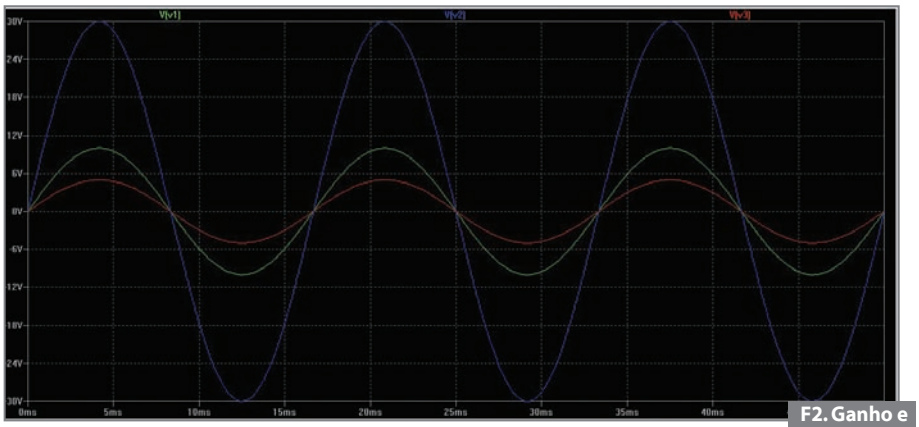
$$\text{Ganho de tensão} = 20 \log_{10} \frac{V1}{V2} \text{ dBV}$$

Para que a expressão acima seja válida, R1 deve ser igual a R2, o que acontece na maioria das vezes, pois você vai comparar um circuito com o outro (mesmas resistências); caso sejam resistências diferentes, apenas deve ser considerada a fórmula sem anular as resistências. Para deixar mais claro, no caso de um amplificador de sinal, que tenha um ganho de 2 dBV, 2 vezes o sinal de entrada, podemos considerar que R1 = R2, devido a impedância de entrada do amplificador e do A/D serem altas e então é válida a expressão acima.

Quando estivermos utilizando tensão ou corrente deveremos utilizar o multiplicador 20, caso contrário utilizamos o 10. Outro fato é quando o ganho de tensão (dBV) duplica, o ganho em potência quadruplica (dB), como pode ser visto na **figura 1**. Para o sistema 1, temos 10 V e 10 W e para o sistema 2 temos 20 V e 40 W, e ambos temos ganhos de 6 dBV e 6 dB, respectivamente.



F1. Níveis de potência x tensão



F2. Ganho e atenuação

E no caso de termos a informação que um amplificador operacional, poderá proporcionar um ganho de 80 dBV? Qual o valor linear de 80 dBV? Nas equações abaixo fazemos o inverso, obtemos a escala linear a partir da escala logarítmica.

Ganho de potência dB = $10^{P/10}$

Ganho dBV = $10^{V/20}$

Ganho e Atenuação

Palavras comuns na eletrônica, e que muitas vezes o nosso amigo dB vem junto, são então o ganho é quanto o sinal foi amplificado, e atenuação é o quanto de perda ocorreu no sinal. Ou seja, ganho ou amplificar e perda ou atenuação. Na **figura 2**, sendo V1 = 10 V, V2 = 30 V e V3 = 5 V a amplitude dos sinais e V1 como nosso referência, podemos dizer que V2 tem um ganho de 9,54 dBV e V3 uma atenuação de -6 dBV. E se fossemos calcular o ganho e atenuações em potência, quanto seria? Lembre-se, potência o multiplicador é 10, então é a metade, ou seja, 4,77 dB e -3 dB respectivamente.

Referência

No exemplo da **figura 2** nossa referência de cálculo foi o sinal V1, e para dBm, dB A, dB μV e dB W/m² ? Muda-se a referência para 1mW, 1A, 1uV e 1 W/m², respectivamente. Então quando tiver a informação que um amplificador tem um ganho de 20 dBm, significa um ganho de 250 mW, valor absoluto, diferente da situação da figura 2 onde a referência é dada, V1.

Em telecomunicações o dBm é em relação a 1 mW, e é mensurado em uma resistência de 50 Ω, consequentemente a referência de tensão é 0,224 V. Em acústica e na norma americana a resistência é 600 Ω, gerando uma referência em potência de 1,66 mW e em tensão de 1 V.

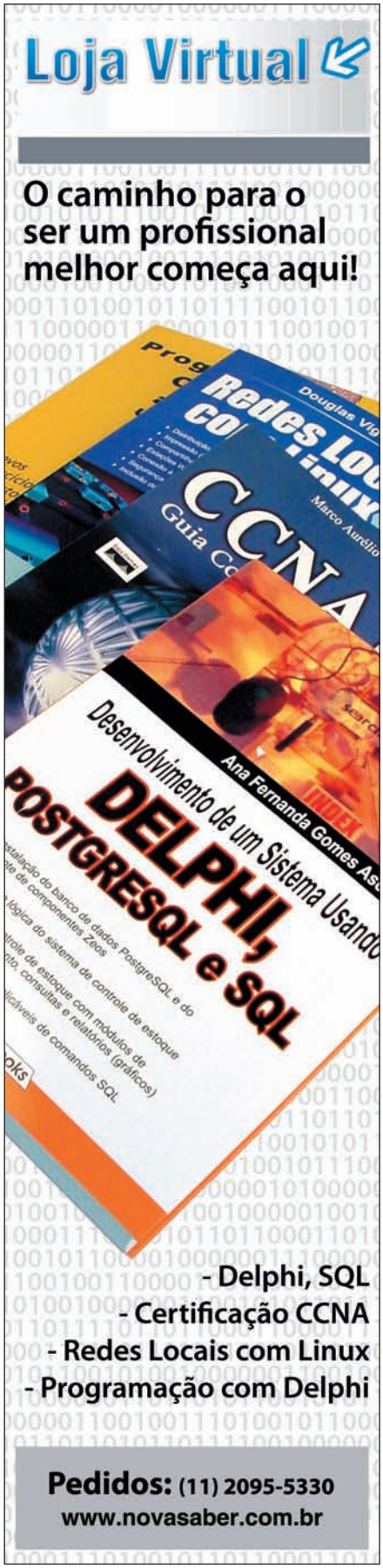
Valores quando referenciados a valores absolutos, são conhecidos como níveis. Para o caso do amplificador, um nível de 20 dBm significa que é acima de 1 mW.

Vale lembrar que as unidades dBV, dBA, dBμV, etc, nas normas devem ser acrescidas de parênteses, exemplo dB (V), mas usualmente são utilizadas sem.

Exemplos e aplicações

Vamos sujar nossas mãos agora, e fazer alguns cálculos, não é isso que os engenheiros gostam?

Um amplificador tem um ganho de 14 dB e a potência do sinal de entrada é de 15 mW, qual será sua potência de saída?





$$14dB = 10 \log (Ps/15)$$
$$10^{(14/15)} = Ps/15$$
$$Ps = 376\ mW$$

Temos dois sistemas iguais (resistências iguais), em um a corrente de saída é de 10 mA e no outro é de 140 mA, qual o ganho de um em relação ao outro?

$$20 \log \frac{140}{5} = 28\ dBV$$

Ruídos: podemos verificar a relação entre sinal e ruído (S/R), que nos indica o quanto de ruído tem em um sinal. No caso de termos um sinal de amplitude de 2 V e um ruído de 10 mV, temos um S/R de 46 dB.

Linear	dB	dBV
1000	30	60
500	26,99	53,98
100	20	40
50	16,99	33,98
25	13,98	27,96
10	10	20
5	6,99	13,98
2	3,01	6,02
1	0	0
0,5	-3,01	-6,02
0,2	-6,99	-13,98
0,1	-10	-20
0,04	-13,98	-27,96
0,02	-16,99	-33,98
0,01	-20	-40
0,002	-26,99	-53,98
0,001	-30	-60

F1. Valores comuns

No *datasheet* do LM358, dois amplificadores operacionais no mesmo CI, a razão de rejeição de ruído de modo comum é de 85 dB (típico), ou seja, esse ruído de modo comum na saída é atenuado na ordem de 17000, isso para um, impedância de entrada (RS) menor de 10 kΩ. A atenuação entre os canais de saída é de 120 dB, ou 1000000.

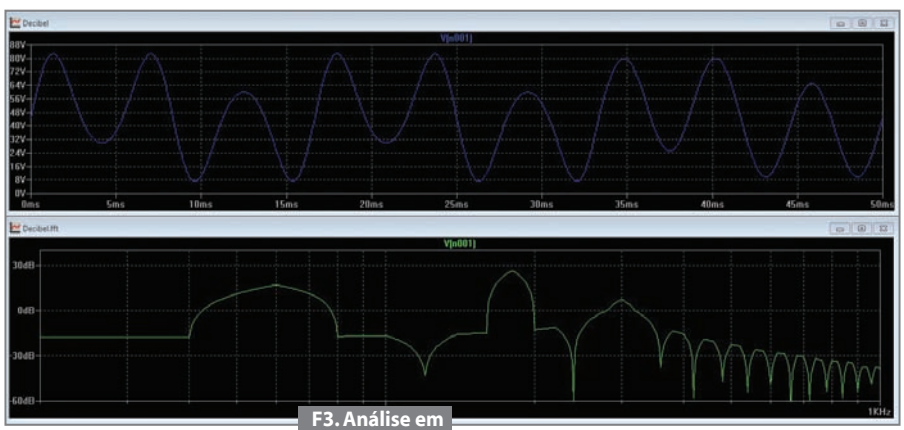
Outro local onde vimos bastante a sua utilização é quando fazemos a análise de um sinal em frequência. Na **figura 3**, a onda senoidal tem as harmônicas 3ª (180 Hz) e 5ª (300 Hz) além da fundamental (60 Hz). Na análise de espectro é possível ver que o nível da 3ª está mais alto que a fundamental em aproximadamente 10 dB, ou seja, 3 vezes maior que a fundamental.

Valores comuns

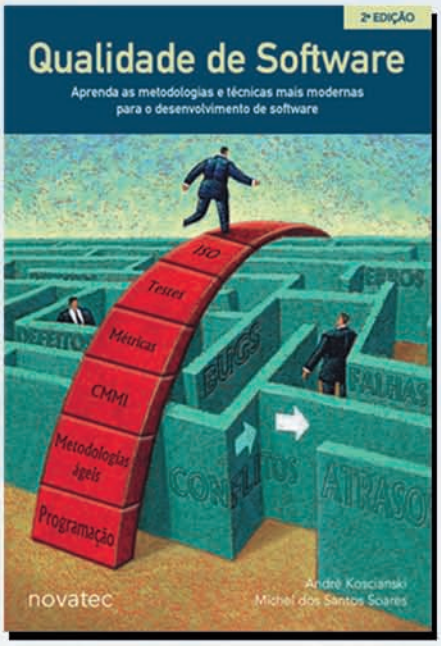
Em nossos laboratórios ou num arquivo de fácil acesso, onde possamos fazer uma consulta rápida, poderíamos acrescentar uma tabela de valores de dB comuns, que talvez não contenha o valor exato, mas que tenha um valor próximo em que possamos estimar o valor linear aproximado do valor logarítmico, dB, a **tabela 1** pode ser utilizada como referência. Os cálculos referentes a tabela 1 podem ser obtidos no endereço: **http://migre.me/3Ord6**.

Conclusão

Espero que agora você já possa adicionar o símbolo dB para a sua gama de símbolos conhecidos da engenharia, e não tenha que parar e pensar quando o mesmo apareça em algum manual ou artigo, e também ajude a você fazer cálculos rápidos. Por fim, agora você está pronto para o decibel.



F3. Análise em Frequência



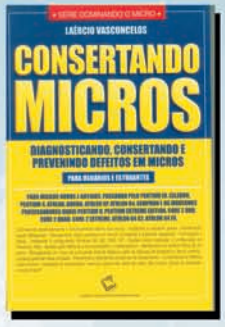
Qualidade de Software

Desenvolver software com qualidade não é mais um fator de diferenciação no mercado, e, sim, condição essencial para empresas e profissionais serem bem-sucedidos.
Este livro aborda as principais tecnologias, metodologias e processos utilizados atualmente em desenvolvimento de software. Os fatores que influenciam a qualidade são discutidos em amplitude, com ênfase nos aspectos práticos, mas sem deixar de mencionar a fundamentação teórica essencial.
São apresentados diversos softwares de apoio, além de ampla bibliografia e referências a sites



Noções básicas
Fios e cabos de cobre
Fibra em LAN
Infra-estrutura
Energia e Aterramento elétrico
Projetos de redes
Cabeamento em automação residencial
PABX Digital
Profissionalismo

Construção de PCs, O micro em detalhes, Processadores e placas mãe, Jumpers, Instalação do Windows, Configuração do Windows, Memória, Disco rígido, Placas de vídeo e monitores, Eliminando conflitos de hardware, Interfaces, Modems e Internet, Placas de som etc...





Basta observar os anúncios de empregos em jornais para se perceber a importância atual desse ramo da Ciência: em todos os casos onde encontramos ofertas relacionadas com a informática, manutenção de computadores, telecomunicações, equipamentos mecatrônicos e muitos outras funções

Este guia de consulta rápida contém uma referência completa do TCP/IP. Inclui tópicos como: arquitetura, roteamento, DNS, WINS, DHCP, FTP, TELNET, PING e muito mais. O conhecimento do TCP/IP traz um grande diferencial profissional àqueles que utilizam redes de computadores.



novasaber
www.novasaber.com.br

Medidor de Consumo de Energia com o AD7751

Em application note, a Analog Devices (www.analog.com) descreve o projeto prático de um medidor de consumo de energia baseado no circuito integrado AD7751 e dois sensores de corrente. O circuito de precisão é bastante simples e pode ser empregado em instalações de uma fase com cois fios.

Neste artigo apresentamos os aspectos básicos do projeto. Informações adicionais podem ser encontradas no documento original disponibilizado em nosso site

Newton C. Braga

Apesar de ter sido projetado para instalações de uma fase (monofásicas) com dois fios, o circuito pode ser facilmente adaptado para outros tipos de aplicação como, por exemplo, monofásicas de três fios e outras. O circuito tem por base o AD7751, o qual monitora cotinuamente a corrente de fase e neutro. Ele acusará uma condição de falha se uma diferença maior do que 12,5 % das correntes vier a ocorrer.

O CI AD7751 consiste de dois ADCs, um circuito de referência e ainda contém todo o processamento de sinal necessário ao cálculo da potência real (ativa). O dispositivo possui inclusive recursos para excitação direta de contadores eletromecânicos, ou seja, registradores de energia. Uma saída de pulso de alta frequência é disponível para calibração e comunicação.

O projeto se baseia nas recomendações do padrão internacional IEC1036 para Medidores Watt-Hora de Corrente Alternada para Energia Efetiva (Classes 1 e 2). No documento original há uma comparação entre este padrão e o ANSI C12.16 que também é utilizado em algumas situações. No caso, o projeto supera as exigências de precisão no fator de potência unitário e a faixa de performance dinâmica do medidor foi estendida para 500. Na **figura 1** temos o diagrama do projeto.

O sensoriamento da corrente é feito por dois transformadores de corrente (CT) ligados diretamente nas linhas de energia, mas isolados da mesma. Estes transformadores atuam como conversores tensão/corrente enviando o sinal para rede divisora, que atenua seu valor de acordo com o exigido pelo circuito.

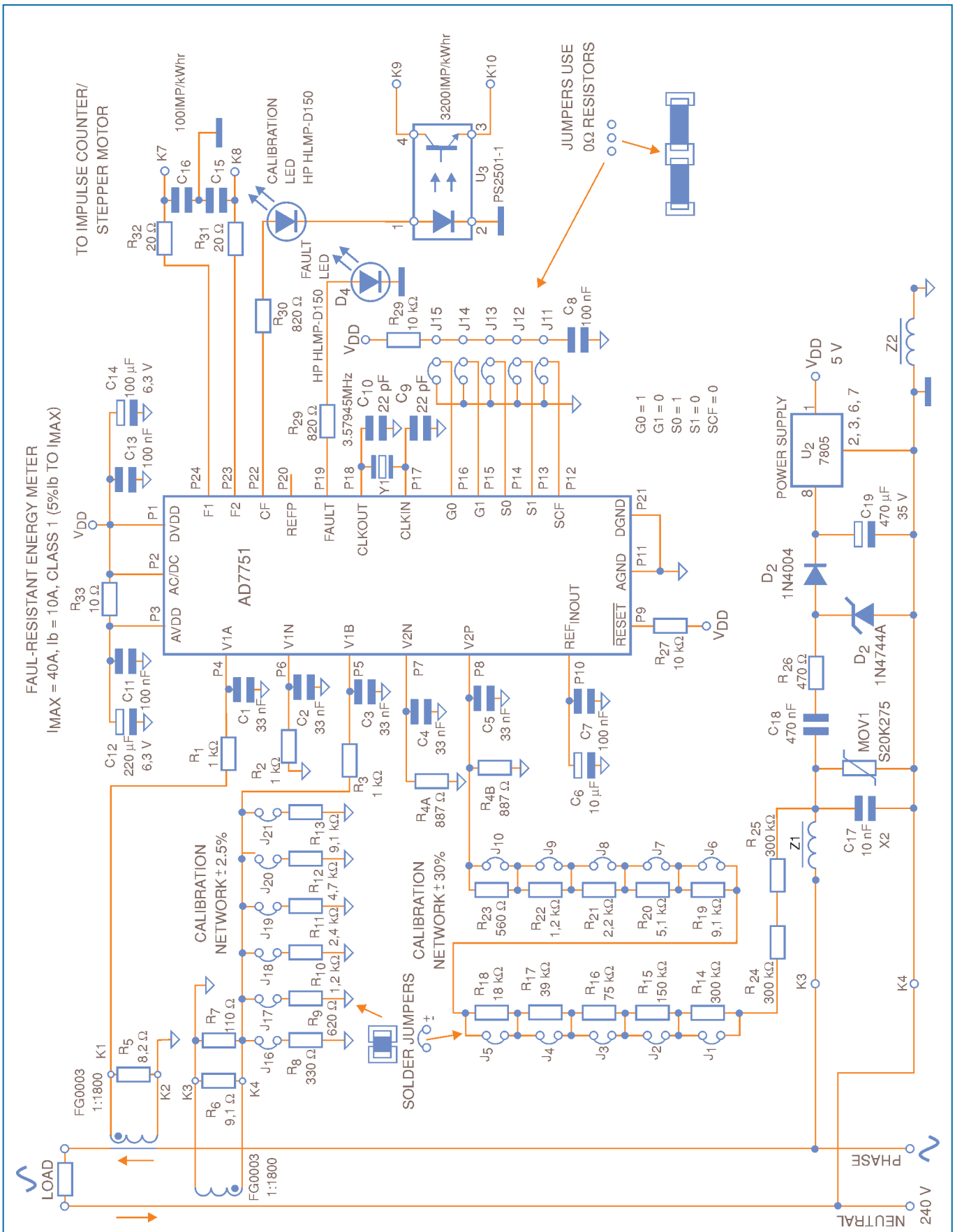
O registrador de energia é do tipo eletromecânico, que emprega um motor de passo de duas fases. O AD7751 pode excitar diretamente este motor pelo pino CF que fornece um sinal para a constante do motor de 3200 impulsos por kW.h. Desta forma, dispõe-se de um sinal de alta frequência na saída do isolador óptico com LED. Esta saída pode ser empregada para calibrar o medidor e inclusive para se verificar a funcionalidade do circuito.

A calibração é feita em duas etapas. Numa primeira, com a corrente passando através apenas do canal V1A de CT, o medidor é calibrado variando a atenuação da linha de tensão, empregando para isso a rede de resistores de R_{14} a R_{23}. Na segunda etapa, com corrente passando pela canal V1B de CT, o pequeno descasamento de ganho entre V1A e V1b pode ser eliminado curto-circuitando-se os resistores apropriados entre R_8 e R_{13}. Detalhes completos deste processo de calibração estão disponíveis no documento da Analog Devices.

O circuito apresentado foi projetado para operar numa rede de 240 V com corrente máxima de 40 A. No entanto, com o correto escalamento dos canais 1 e 2, o medidor pode operar com qualquer tensão e qualquer corrente que o projetista deseje. Como o AD7751 possui quatro frequências de opção para excitar o medidor, uma corrente de até 120 A pode ser conseguida. A corrente básica para este projeto é de 10 A com uma precisão de 1% e uma faixa dinâmica de 400, ou seja, capacidade de registrar correntes de 100 mA a 40 A. O medidor eletromecânico usado tem uma constante de 100 impulsos por kW.hora.

Outro fator a ser considerado é que o AD7751 tem um coeficiente de temperatura de 30 ppm/ °C, o que significa que na faixa de -20 °C a +60 °C o erro introduzido será de aproximadamente 0,65%, assumindo-se uma calibração em 25 °C.

As características dos transformadores de corrente determinam a faixa de consumo medida. No documento original da Analog Devices estão disponíveis as equações que permitem calcular estes transformadores. Da mesma forma, também devem ser ajustadas as frequências do AD7751 para a amostragem de modo a se obter uma escala apropriada para o indicador. Isso pode ser feito em duas opções que são 64 x F1, em que se obtém 6400 impulsos por kW.h, e 32 x F1 em que se consegue 3 200 impulsos por kW.h . O documento para maiores informações é o AN-563. Nele, o leitor também encontrará o *layout* para a placa de circuito impresso.



F1. Diagrama completo do medidor de consumo de energia da Analog Devices com o AD7751.

Regulador Buck de 1,5 A x 1,6 MHz

Newton C. Braga

A Intersil (**www.intersil.com**) lançou o ISL8009, que é considerado o conversor buck mais eficiente em termos de energia disponível no mercado. Com a finalidade de estender a durabilidade da bateria e economizar espaço, o novo componente integra o FET regulador, sendo ideal para aplicações como comunicação de dados, telecom, sistemas alimentados por bateria, instrumentação médica, e muitas aplicações industriais.

O novo componente consiste em um controlador integrado para correntes até 1,5 A, operando em 1,6 MHz no modo *step-down* (redutor) sendo ideal para gerar tensões de saída desde 0,8 V a partir da faixa de tensões de entrada entre 2,7 V e 5 V. O ISL8009 está disponível em invólucro 8 LD DFN, conforme a pinagem mostrada na **figura 1**.

A baixa tensão de operação desse dispositivo torna-o ideal para aplicações que usam uma bateria Li+ até 3 baterias LiMH, ou ainda uma fonte regulada de 5 V na entrada.

Na **figura 2** temos um gráfico que ilustra a regulagem típica desse dispositivo numa aplicação prática.

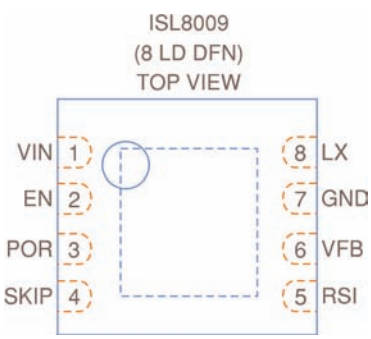
O ISL8009 inclui um par de MOSFETs de canal P e canal N (de baixa resistência de condução) para maximizar a eficiência e minimizar o número de componentes externos.

Com esses componentes pode-se obter uma queda de tensão de apenas 400 mV com uma corrente de operação de 1,5 A.

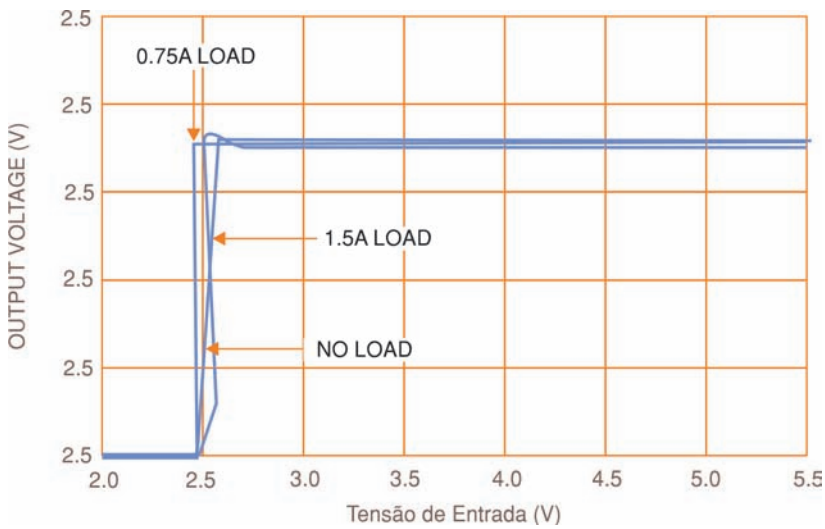
Temos ainda a destacar um *power-on reset* de 200 ms e no modo shut-down o dispositivo descarrega o capacitor de saída através de um resistor de 100 ohms. *Soft-start* interno, proteção con-

V_{OUT}	C_{OUT}	L
0,8 V	10 µF	1,0 µH ~ 2,2 µH
1,2 V	10 µF	1,2 µH ~ 2,2 µH
1,6 V	10 µF	1,8 µH ~ 2,2 µH
1,8 V	10 µF	1,8 µH ~ 3,3 µH
2,5 V	10 µF	1,8 µH ~ 3,3 µH
3,3 V	10 µF	1,8 µH ~ 4,7 µH
3,6 V	10 µF	1,8 µH ~ 4,7 µH

T1. Valores de V_{OUT}, C_{OUT} e L



F1. Pinagem do ISL 8009.



F2. Regulagem para V_0=1,8 V com corrente a partir de 0,75 A.

Educação a distância do SENAI-SP. Excelência que acompanha você onde você estiver.

Frequente aulas de educação profissionalizante do SENAI-SP sem sair de casa. O SENAI-SP oferece recursos didáticos especialmente desenvolvidos para cada curso, além de acompanhamento on-line com professores altamente capacitados. Com 30 anos de tradição em educação a distância, o SENAI-SP tem tudo o que você precisa para encontrar um emprego melhor com todo o conforto e a comodidade de estudar onde e quando você quiser.

Acesse **www.sp.senai.br/ead** e conheça nossos cursos nas áreas de:

- Automação
- Construção civil
- Educação
- Eletroeletrônica
- Gráficas e editorial
- Metal Mecânica
- Refrigeração
- Saúde e segurança no trabalho
- Têxtil e vestuário



Ogilvy

www.sp.senai.br/ead • 0800 55 1000 • ead@sp.senai.br • (11) 3227 1009

FIESP SENAI

Crescem as pessoas. Cresce o Brasil.

tra sobrecorrente e *shutdown* térmico são alguns outros recursos disponíveis nesse CI.

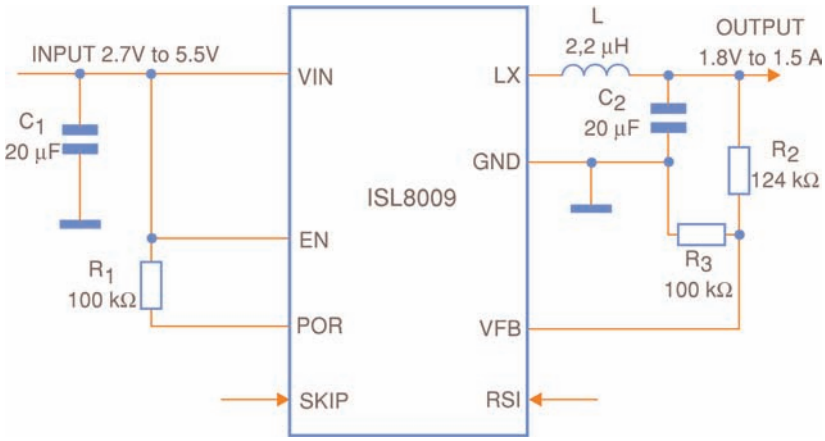
Na **figura 3** é exibido um diagrama de aplicação típico desse componente.

O diagrama de blocos com todas as funções disponíveis nesse circuito integrado é mostrado na **figura 4**.

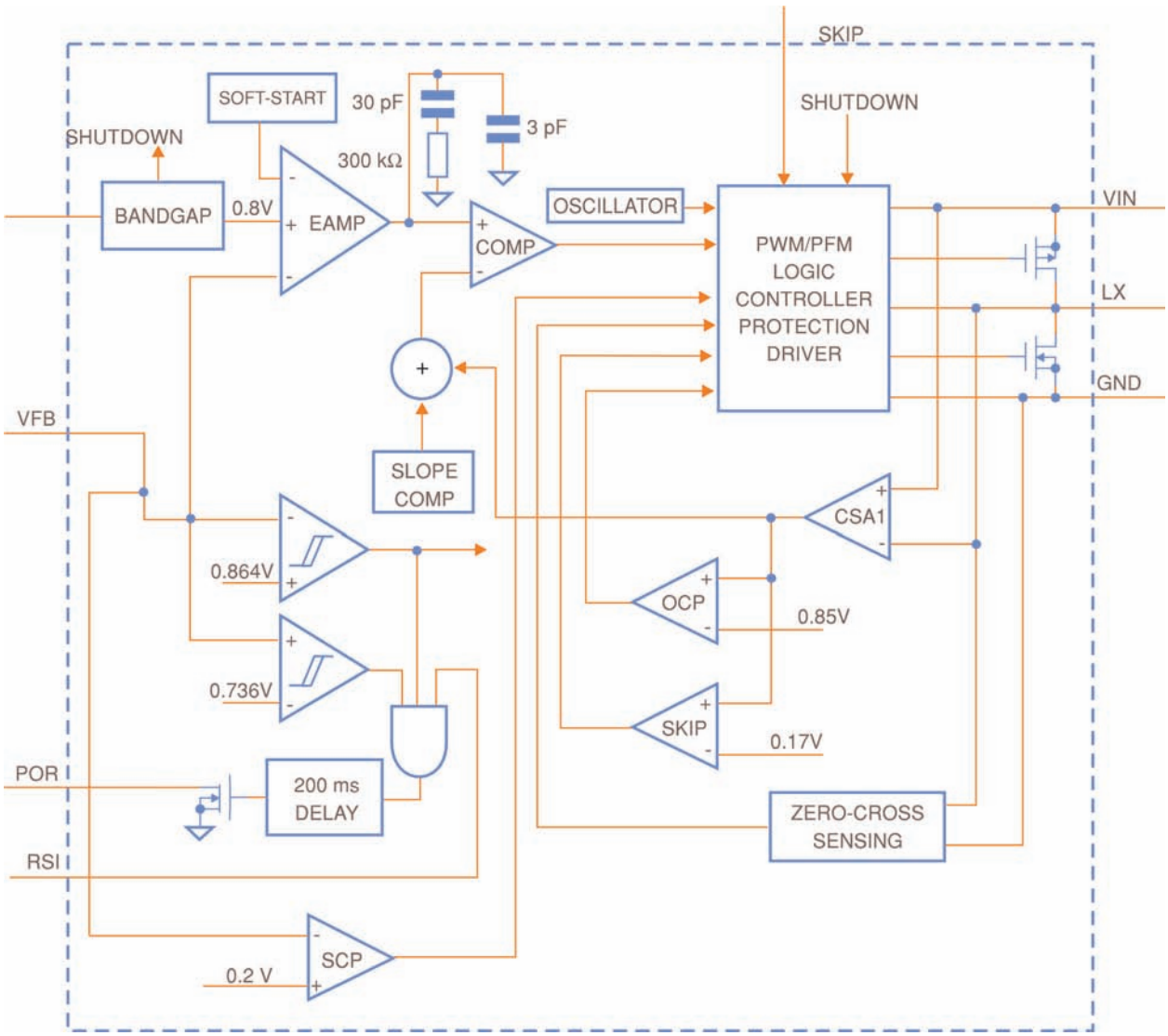
Os valores típicos do indutor e do capacitor para as diferentes tensões de saída são dados na **tabela 1**.

Outros destaques:

- Alta eficiência: 97%;
- 3% de precisão de saída;
- Entrada de habilitação;
- Livre de chumbo;
- 17 µA de corrente quiescente no modo PFM.



F3. Diagrama típico de aplicação do ISL 8009.



F4. Diagrama de blocos do ISL 8009.

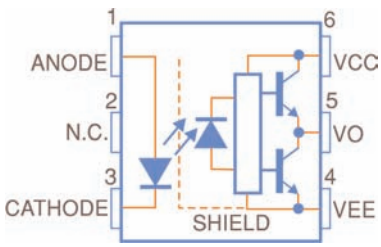
ACPL-P314 e ACPL-W314 – Optoacopladores com Gate Driver para IGBT

A Avago Technologies (**www.avago.com**) possui na sua linha de produtos de optoeletrônica dois acopladores ópticos que incluem *gate-drivers* para IGBTs. Estes componentes são o ACPL-P314 e ACPL-W314, que têm o diagrama funcional mostrado na **figura 1**.

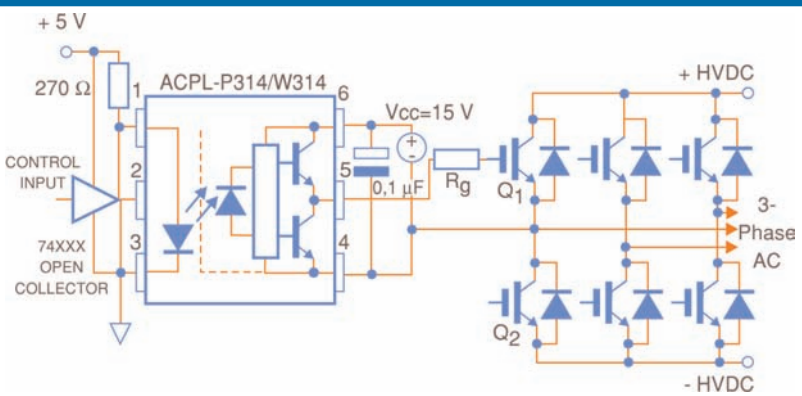
O circuito integrado capaz de excitar IGBTs e MOSFETs pode operar com uma faixa ampla de tensões, o que amplia sua gama de aplicações. Dentre as aplicações sugeridas pela Avago temos os dispositivos que necessitam isolamento no disparo, *drives* de motores AC e DC sem escovas, inversores industriais, fornos de indução, inversores para aplicações domésticas, fontes chaveadas etc.

A corrente máxima de pico de saída é de 0,6 A e a corrente mínima de pico de 0,4 A. O tempo de propagação máximo é de 0,7 µs em toda a faixa de temperaturas de operação. A faixa de tensões de operação (Vcc) vai de 10 V a 30 V. Na **figura 2** temos um circuito típico de aplicação.

No datasheet do componente é possível encontrar mais informações sobre a sua utilização, incluindo cálculos de componentes periféricos e curvas de desempenho.



F1. Diagrama funcional do aptoacoplador.



F2. Circuito típico de aplicação do oploacaplador.





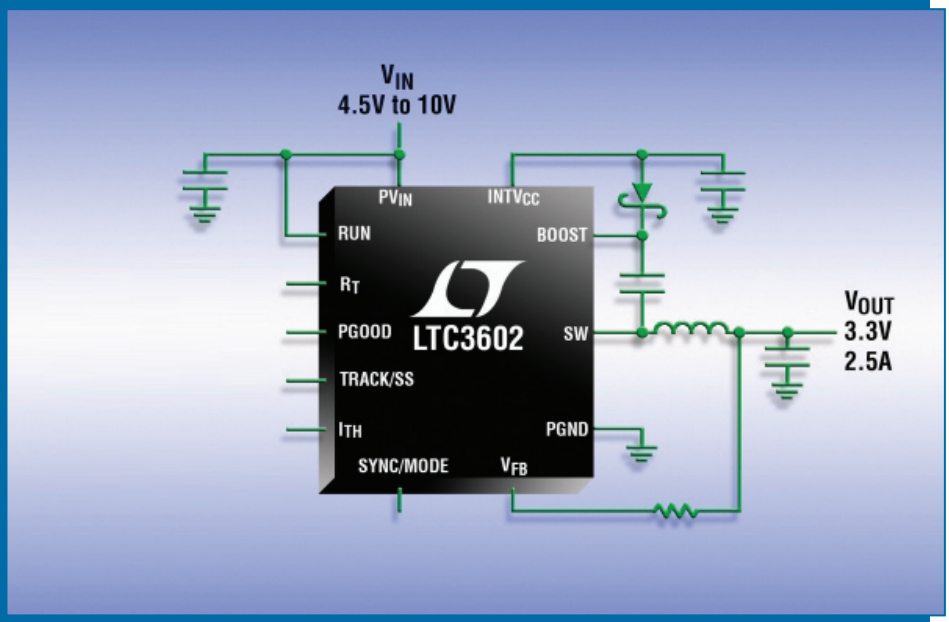
Regulador Step-Down Fornece 2,5 A a partir de 10V de Entrada

A Linear Technology (**www.linear.com**) lançou o componente LTC3602, um regulador que fornece corrente até 2,5 A com frequência de comutação de 3 MHz, com tensões de saída que podem ser tão baixas quanto 0,6V. O invólucro é o QFN de apenas 4 mm x 4 mm, ou então um TSSOP-16 termicamente melhorado.

Este novo componente opera com tensões de entrada na faixa de 4,5 V a 10 V, o que o torna ideal para aplicações alimentadas por células Li-Íon, assim como sistemas de uso geral. A frequência de comutação pode ser programada pelo usuário entre 300 kHz e 3 MHz.

O LTC3602 usa chaves internas com uma Rds(on) de apenas 65 mohms e 90 mohms, de modo a alcançar uma eficiência da ordem de 95%. Ele também utiliza um ciclo ativo de baixa queda de 99%, que permite obter tensões de saída muito próximas da tensão de entrada.

A corrente quiescente sob a condição de ausência de carga é de apenas 75 µA e menos do que 1 µA na condição de shutdown, o que o torna interessante para aplicações alimentadas por bateria.



Nas aplicações sensíveis ao ruído o LTC3602 pode ser levado a uma operação em modo contínuo, o que impede a produção de ruído e RF.

Processador AIS (Automatic Identification System)

A CML Microcircuits (**www.cmlmicro.com**), fornecedora de componentes para o mercado de comunicações sem fio e com fio de baixa potência, anunciou recentemente o lançamento do circuito integrado CMX7032, um processador marítimo AIS (*Automatic Identification System*) visando atender as necessidades desse mercado em crescimento.

O CMX7032 utiliza uma tecnologia patenteada que configura, *on-chip,* subsistemas via uma *Function Image* (tm), ou seja, um arquivo de dados que é carregado durante a inicialização formando a função do dispositivo e o conjunto de características.

A Function Image (tm) FI-2.0 é a última do mercado, oferecendo aos fabricantes de equipamentos de receptores marítimos AIS a funcionalidade de dois canais Rx-only (somente recepção) para o CMX7032. A Function Image (tm) pode ser carregada automaticamente de uma EEPROM externa ou de um microcontrolador hospedeiro através do C-BUS interno por uma interface serial, facilitando os melhoramentos que ocorrerem. O CMX7032 inclui dois sintetizadores auxiliares de RF *on board* com dois receptores discriminadores-limitadores e um NMEA 0183-HS no estilo RS-232 compatível com 38400 bauds.

O dispositivo realiza a demodulação do sinal com as funções AIS associadas, tais como a detecção de sequência de treinamento, conversão NRZI e processamento HDLC (*flags, dib de-suffing, check CRC etc*).

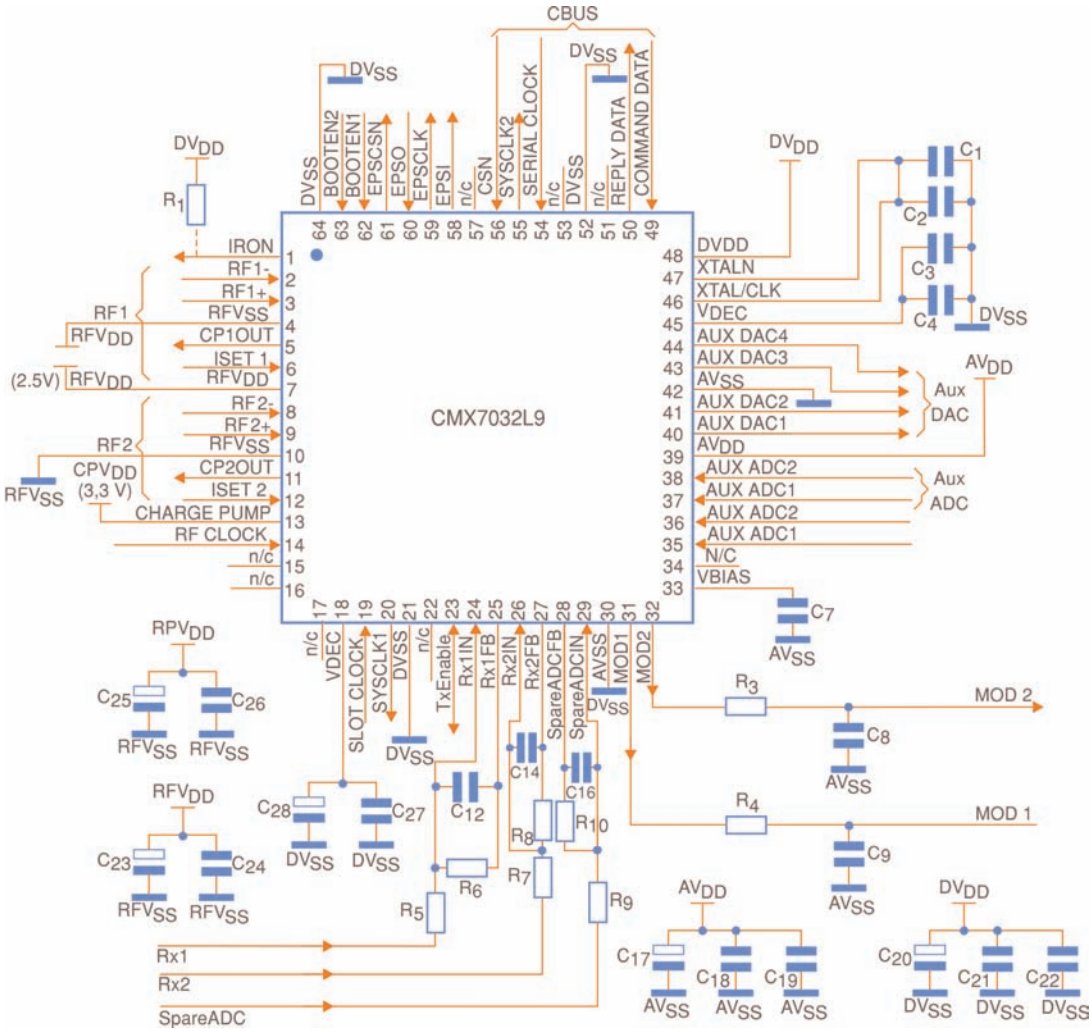
Na **figura 1** temos um circuito de aplicação com os componentes externos típicos.

Buffers de dados Rx também estão incluídos, o que elimina a necessidade de um CI hospedeiro. A inclusão de um certo número de áreas programáveis pelo usuário no Function Image (tm) permite que os sintetizadores de RF do CMX7032 sejam programados diretamente, o que simplifica o projeto do hardware do sistema, reduzindo o tamanho e o custo do mesmo.

DACs e ADCs auxiliares são incluídos para proporcionar maior simplificação do sistema e permitir a utilização de uma interface RS-232 para um dispositivo GPS externo, o qual pode ser conectado para reduzir a proliferação de conexões de interface no projeto do produto final.

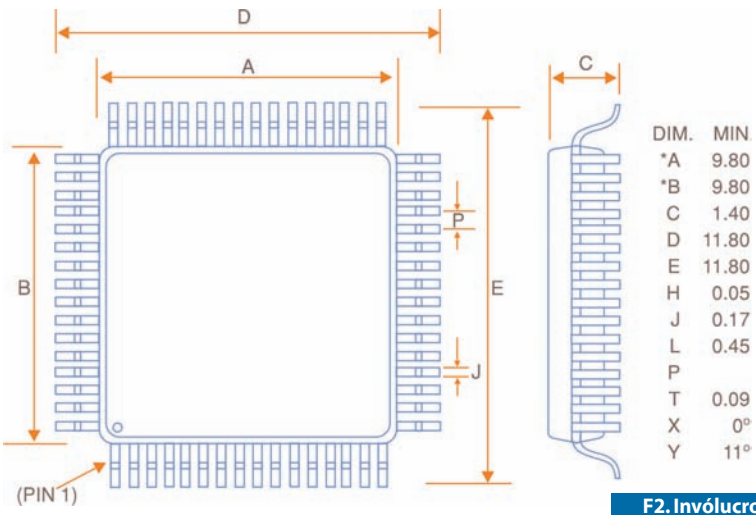
Para avaliar completamente o CMX7032 e o CMX7042 (que não possui os circuitos de RF) a CML oferece a DE7032, um demonstrador que abrange a tecnologia AIS Classe completa (IEC62287), destinado a aumentar a velocidade de projeto para os fabricantes de *transponders AIS Classe B* e produtos receptores AIS usando os componentes indicados.

A DE70321 oferece uma plataforma flexível para permitir aos usuários configurar e avaliar com facilidade os produtos visados. Todos os circuitos de RF necessários como VCOs, um PA de 2 W, filtro harmônico, chaveamento de antena e LNA são fornecidos na DE70321 de modo a facilitar uma fácil avaliação e demonstração



F1. Circuito de aplicação típico.

de um projeto como uma unidade Classe B. A existência de uma interface C-BUS é feita para controle do CMX7032 através de um microcontrolador hospedeiro (necessário para realizar as funções do protocolo de alto nível na implementação Classe B). O projeto foi criado para um número mínimo de componentes de tipos comuns e baixo custo. Os processadores CML atendem a todas as exigências dos transponders AIS, AIS Rx-only e sistemas Aton (*Aids to Navigation*), tanto em embarcações grandes como pequenas. Operando a partir de uma fonte simples de 3,3 V, o CMX7032 está disponível em invólucros VQNF de 64 pinos ou LQFP de 64 pinos, enquanto o CMX7042 é fornecido em invólucro VQNF de 48 pinos, conforme mostra a **figura 2**.



F2. Invólucro VQFN de 48 pinos.

Excitador de amplificador para 200 V (até 500 W)

O circuito integrado LME49811 da National Semiconductor (**www.national.com**) consiste numa etapa excitadora de transistores de potência para 200 V, sendo capaz de fornecer potências de saída até 500 W.

O LME49811 foi projetado para aceitar uma ampla gama de tensões de alimentação e de transistores de saída. Em uma carga de 8 ohms, a potência alcança os 500 W com excelente qualidade de som, conforme pode-se ver pelas curvas mostradas neste artigo.

A documentação completa sobre os circuitos práticos com esse componente pode ser baixa da no *site* da National.

O circuito integrado inclui diversos recursos importantes para esse tipo de aplicação como o *shutdown* térmico, que é ativado quando a temperatura ultrapassa os 150° C.

Dentre as aplicações para esse componente temos:

- *Subwoofers* de potência
- Equipamentos de áudio de qualidade
- Monitores de estúdios
- Receptores de áudio e vídeo
- Amplificadores guitarra
- Aplicações industriais de alta tensão

As características de destaque são:

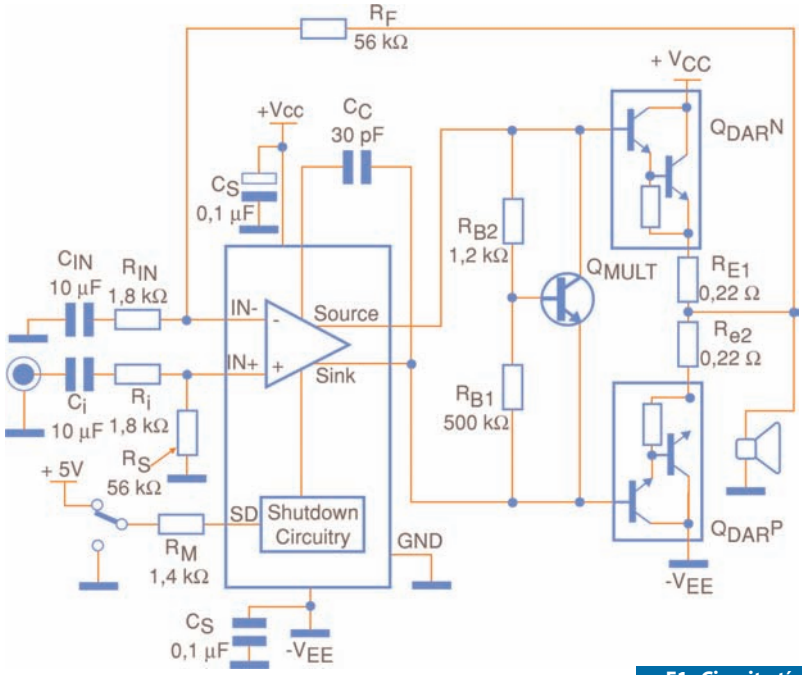
- Faixa de tensões de operação +/- 20 V a +/- 100 V
- PSRR (f=DC): 115 dB (tip)
- THD+N (f=1 kHz): 0,00035% (tip)
- Corrente de saída: 9 mA

Na **figura 1** temos um circuito de aplicação típico, onde a tensão de alimentação e os transistores Darlington usados determinam a potência final de saída.

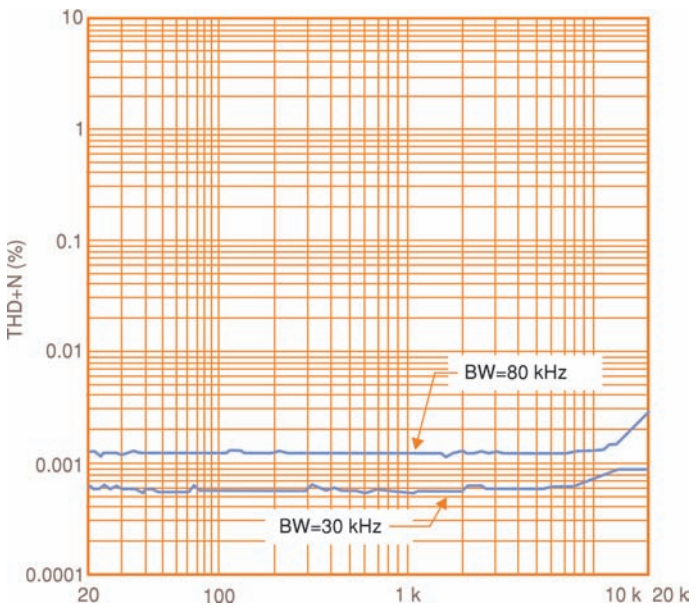
A impedância de saída desse circuito é de 8 ohms, e o que temos é uma versão monofônica.

Na **figura 2** observamos a curva de desempenho do componente, mostrando sua baixíssima taxa de distorção até os 10 kHz.

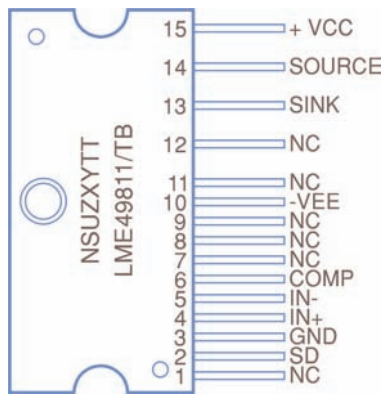
O invólucro SIL com recursos para a montagem em dissipador de calor, é exibido na **figura 3**.



F1. Circuito típico de aplicação.



F2. Curva de desempenho do LME49811.



F3. Invólucro SIL p/o LME 49811.


NIDays 2011
Conferência Tecnológica sobre Projeto Gráfico de Sistemas
Participe desse encontro anual de Engenheiros, Cientistas e Educadores
24 de Março de 2011
Expo Center Norte - São Paulo - SP
Informações e inscrições: ni.com/nidays/br
11 3149-3149
NATIONAL INSTRUMENTS

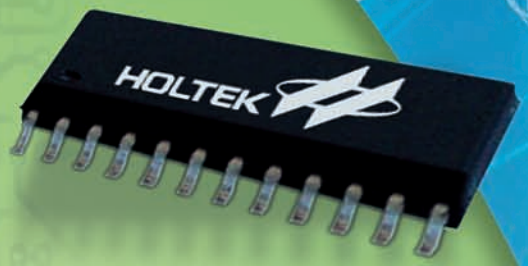
microcontroladores
FLASH
de Baixo Custo

HOLTEK

Holtek lança nova série

HT66Fxx
HT68Fxx

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



Características:

- Arquitetura RISC – Ótimo Desempenho;
- Memória de Programa Flash de 1 Kbyte a 12 Kbytes;
- Memória de Dados RAM de 64 bytes a 576 bytes;
- EEPROM de 32 bytes a 256 bytes;
- Disponibilidade de 18 a 50 portas I/Os;
- Encapsulamentos disponíveis: 16DIP/NSOP/SSOP, 20DIP/SOP/SSOP, 24SKDIP/SOP/SSOP, 28SKDIP/SOP/SSOP, 44QFP, 40/48QFN;
- Interface SPI/I^2C, UART, USB
- A/D de 12 bit para HT66Fxx
- Excelente para aplicações em áreas de eletroeletrônicos, segurança, automação industrial, automotiva, produtos de consumo, etc.

HOLTEK
ANYTEK conectores
FORDATA FOR DATA DISPLAY
módulos RF WENSHING
GlobalSat Wired by Wireless
APLUS CI reprodutor de sons
FAGOR
SIMCom A company of SIM Tech

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

Cika Eletrônica
Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

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