Ano 47 Nº 455 - 2011
Europa € 3,90
Brasil R$13,90

www.saboreletronica.com.br

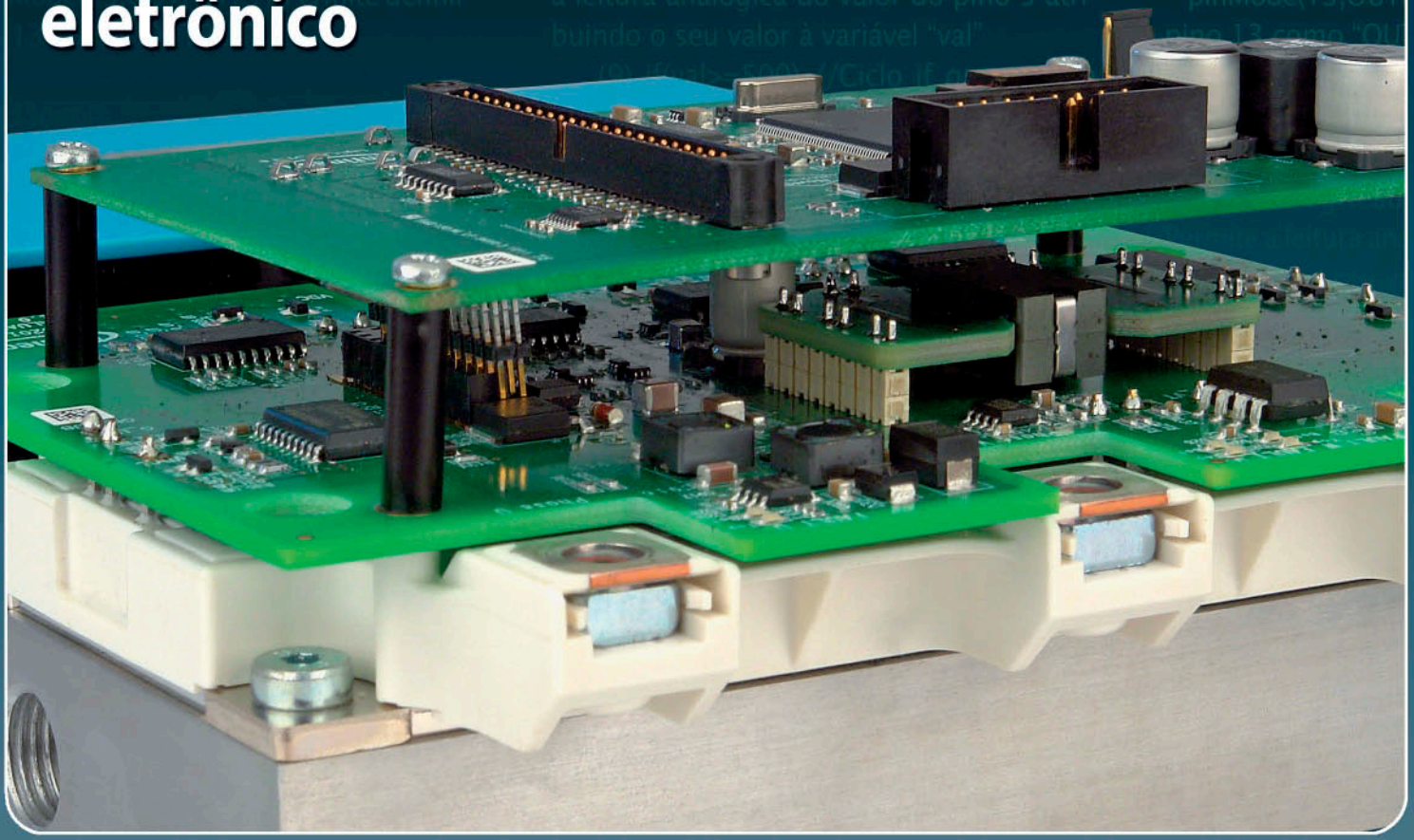
SABER ELETRÔNICA

http://twitter.com/editora_saber

Industrial

E-Kart: Veículo Elétrico

Conheça o software do kit de controle eletrônico



Curso Arduino Parte 2:

Software de Desenvolvimento - Instalação e Utilização

Arranjo de Antenas

Para TV, FM e Sistemas de Telecomunicação

Gerador de sinais PWM

Use um gerador de funções para criar sinais PWM

10 Circuitos para Filtros

Sintonize melhor ou filtre ruídos e sinais indesejáveis

ISSN 0101-6717



É de baixo consumo. É integrado. E é flutuante.

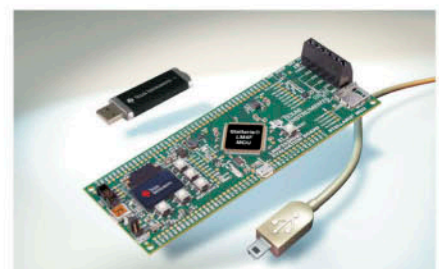
Os microcontroladores Stellaris® LM4F com ponto flutuante chegaram!

Stellaris® ARM® Cortex™-M4F microcontroladores (MCUs) oferecem:

- **O mais baixo consumo de energia em sua classe**
- **Liderança na integração analógica**
- **Performance de um Ponto flutuante**
- **E a facilidade de utilização que você espera dos microcontroladores Stellaris**

Os MCUs Stellaris LM4F são os primeiros MCUs Cortex-M construidos com tecnologia de 65 nanômetros, abrindo caminho para velocidades mais altas, maior quantidade de memória e mantendo o baixo consumo de energia.

Suas configurações incluem memória flash embarcada de 32KB até 256KB, USB, diversos periféricos de comunicação serial e PwMs para controle de movimento. Para completar o kit de avaliação LM4F232, o software gratuito StellarisWare®, disponível para download, inclui exemplos de projetos, aplicações, biblioteca de periféricos e códigos abertos para você começar a desenvolver hoje.



Avalie agora com o LM4F232 Kit!

www.ti.com/cortexm4f

TEXAS INSTRUMENTS

Texas Instruments: www.ti.com/brasil - email: texas-suporte@ti.com - tel 0800-891-2616 Distribuidores: Arrow (11) 3613-9300 Avnet (11) 5079-2150; Farnell Newark (11) 4066-9400 Desenvolvedores (3rd Parties): www.ti.com/wwdevelopers e www.ti.com/brasil3p

A barra vermelha é marca registrada da Texas Instruments. © 2011 Texas Instruments incorporated.

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
Elizabete Rossi

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Colaboradores
Alexandre Capelli,
Cesar Manieri,
Dante J. S. Conti,
Eutíquio Lopez,
Filipe Pereira,
Márcio Soares,
Luis F. Bernabe,
Newton C. Braga.

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

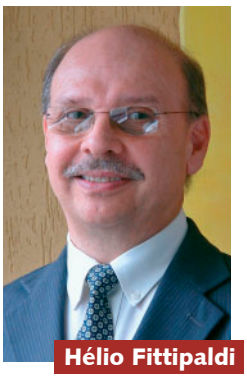
Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

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

Buscando outras alternativas


Hélio Fittipaldi

Na edição anterior citamos que, além de publicar o projeto da Infineon(Alemanha), sobre o E-Kart, veículo movido a eletricidade, iríamos montar o protótipo para mostrarmos ao público as dificuldades que enfrentamos para isso e que não serão menores para os leitores que se aventurarem.

Mesmo com os contatos que temos em várias áreas, estamos com algumas dificuldades que nos ocasionam atrasos. A maior dificuldade no momento é referente às baterias de Li-Íon, que possuem prazos de entrega muito dilatados por fornecedores europeus. A legislação brasileira a respeito também é muito rígida e o tempo que se demora para obter autorização para importação é considerável.

Buscamos outras alternativas como, por exemplo, uma bateria feita aqui no Brasil, mas esta só estará disponível em meados de 2012 e não é de Li-Íon. De toda forma, pretendemos ter o protótipo montado para expor na próxima edição da ESC Brazil 2012 que se realizará em São Paulo, no Transamérica Expo Center, nos dias 26 e 27 de junho. O ESC Brazil (*Embedded Systems Conference*) é o ponto de encontro de especialistas, fornecedores e profissionais envolvidos com sistemas eletrônicos embutidos/embarcados.

Nas próximas edições mostraremos a evolução deste projeto que estamos montando. Em relação ao projeto original que apresentamos nestes artigos até agora, haverá pequenas modificações para adequá-lo a um protótipo que pode ser usado como diversão e, portanto, não precisa ter 2 motores para disputar corridas de Super Kart. Assim, montaremos o nosso protótipo com 1 motor apenas, o que é suficiente para demonstrarmos toda a tecnologia eletrônica que possui o KERS e o Controle de Tração. Os *links* para o leitor poder baixar o arquivo na internet em nossa página são fornecidos nesta edição e solicitamos que todos o façam a partir da nossa página no portal Saber Eletrônica, e não através dos links diretos passados por seus colegas ou amigos.

Para nos mantermos e disponibilizarmos a revista em PDF gratuito, precisamos comprovar aos anunciantes o número de pessoas que a acessam, para que elas continuem a patrocinar com publicidades a revista.

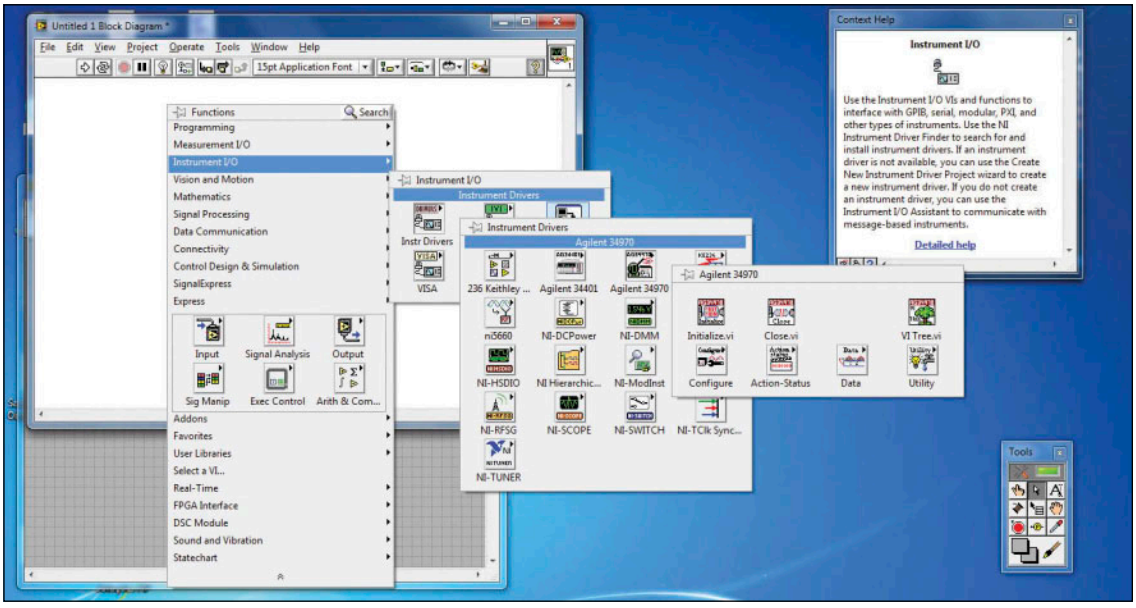
Artigos de nossos leitores, parceiros e especialistas do setor serão bem-vindos em nossa revista. Vamos analisar cada apresentação e determinar a sua aptidão para a publicação na Revista Saber Eletrônica. Iremos trabalhar com afinco em cada etapa do processo de submissão para assegurar um fluxo de trabalho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

Atendimento ao Leitor: atendimento@sabereletronica.com.br

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

índice

44



08



Eletrônica Aplicada

08 E-Kart

22 Curso sobre Arduino

28 PWM na prática

32 O que você precisa saber sobre fator de potência

35 Detecção de descargas atmosféricas

38 Arranjo de Antenas

Desenvolvimento

44 Dez circuitos de filtros

Sensores

48 Sensores de deslocamento

Microcontroladores

52 Controle de acesso microcontrolado com código de barras

44 Minicurso LabVIEW - Parte 3

Instrumentação

58 Usando o gerador de funções para criar sinais PWM

58 LabVIEW: Aprenda fazendo

Editorial 03

Acontece 06

Índice de anunciantes

Anatec 05
Nova Saber 07
Infineon 21
Patola 27
Tato 27
Mesago 29
Samtec 31
Globtec 33
Cika 43
Metaltex 51
Mosaico 59
Nova Saber 61
Texas ..... Capa 2
National ..... Capa 3
Tektronix ..... Capa 4

LIGHT



Publicações segmentadas. Leia quem escreve sobre o que você precisa saber.

Prefira sempre uma publicação especializada no seu setor de atividade. Ela vai tratar com maior profundidade dos temas que mais interessam a você. Saiba mais sobre as revistas segmentadas: www.anatec.org.br – 011 3034 4566 e 3034 2550. Nós entendemos disso há 25 anos.

25 anos

anatec
www.anatec.org.br

Texas Instruments anuncia
o menor ADC de 16 bits da indústria

A Texas Instruments anunciou a introdução do menor conversor analógico-digital delta-sigma (ADC) com amplificador de ganho programável integrado (PGA), referência, sensor de temperatura e multiplexador de quatro entradas. Medindo 2 mm x 1,5 mm, o *ADS1118* é 65% menor que qualquer outro ADC disponível hoje. Ele oferece medidas diretas e linearizadas com erro não calibrado garantido abaixo de 0,5 °C, de 0 a 65 graus Celsius, uma melhora de 75% com relação à concorrência. Ele é, inclusive, o ADC de 16 bits de mais baixa potência com uma referência interna integrada compatível com taxas de dados de 860 amostras por segundo. Principais recursos e benefícios do ADS1118:

- Integração reduz o tamanho geral da solução: Integra um ADC de 16 bits, PGA, sensor de temperatura, referência de baixa dispersão e um multiplexador de 4 entradas para aquisição de dados de sinais múltiplos de uma variedade de sensores.
- Tamanho pequeno economiza espaço em placa: A opção de encapsulamento pequeno QFN permite a proximidade dos sensores, reduzindo o número de componentes ao simplificar a compensação de junção a frio para termopares.
- Baixa potência estende a duração da bateria: Compatível com fontes de alimentação de 2,0 V a 5,5 V ao mesmo tempo que consume apenas 150 µA (típico), para estender a duração da bateria de dispositivos industriais para medição de temperatura, monitoramento de gás, controle de processos industriais, instrumentação e muito mais.
- Oferece uma solução completa de aquisição de dados quando emparelhado com um microcontrolador MSP430.

Medidor
eletromagnético

A Instrutherm, especializada em equipamentos de medição e referência no segmento de segurança do trabalho, apresenta o medidor de campo eletromagnético digital portátil DRE-050. Trata-se de um aparelho que mede a tensão eletromagnética em ambientes, gerada por computadores, televisores, lâmpadas, entre dispositivos eletroeletrônicos etc capazes de prejudicar a saúde, conforme sua intensidade, sendo potenciais causadores de lesões celulares.

O equipamento tem display de cristal líquido LCD, mede escala de até 2000 mG (miligauss) e resolução até 1 mG, com banda de alcance que chega a 300 Hz, eixo simples e tempo de resposta de no máximo quatro segundos. Além de ter função data logger e interface serial RS-232, que permite descarregar as informações em um computador. Custa, em média, R$ 510,00.

Curtas

LED para turbinas eólicas da Weidmüller

O mais recente LED FieldPower desenvolvido pela Weidmüller foi criado para a implementação em condições adversas. Estas características de concepção garantem uma iluminação básica com eficiência energética, bem como uma vida útil prolongada e a possibilidade de uma ligação rápida e sem erros ao bus de alimentação.

Desenvolvida para as condições mais adversas, a solução de iluminação consegue resistir até aos choques e temperaturas extremos característicos da central do rotor de turbinas eólicas. Permitindo operações em temperaturas dos -40 °C aos +55 °C e garantindo uma elevada resistência ao choque e vibração.

A grande amplitude de entrada de 110 a 265 VAC significa que se adequa à implementação em aplicações de todo o mundo.

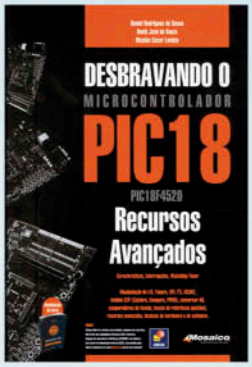
Novo painel iX da série TxA, da Beijer Electronics

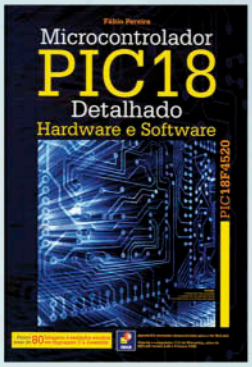
A Beijer Electronics amplia a sua gama de produtos HMI com os painéis iX da série TxA. A caixa de alumínio, robusta e leve, garante uma longa vida útil, mesmo em condições industriais mais rigorosas. Equipadas com uma CPU-ARM e pré-instalação de Windows CE OS, as unidades HMI oferecem um bom desempenho e realismo dos monitores gráficos. A parte frontal totalmente plana garante uma superfície isenta de poeira. O tela de TFT com intensidade de luz ajustável está equipada com um LED de iluminação de fundo.

A série TxA de painéis iX apresenta três tamanhos de tela distintos: 4,3", 7" e 10,4". A ampla tela disponível nos tamanhos de 4,3" e 7" assegura uma área de visualização 30% superior, o que amplia as capacidades de visualização para telas operacionais complexas. Todos os painéis iX TxA incluem um software de execução iX ilimitada. Os painéis táteis versáteis são fornecidos com iX Designer, uma ferramenta de programação intuitiva baseada no Windows com uma amplo espectro de operação. O usuário faz uso de elementos vetoriais gráficos predefinidos existentes numa biblioteca extensa para criar os seus próprios objetos. Todos os elementos podem ser armazenados e reutilizados em projetos futuros. Isto permite uma redução do precioso tempo de engenharia, transformando o conceito de iX numa solução HMI econômica.

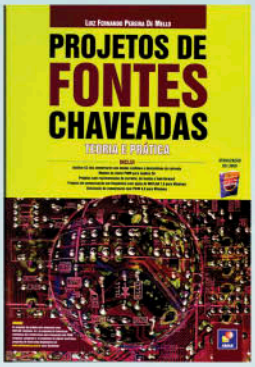
Ótimos livros por um excelente preço



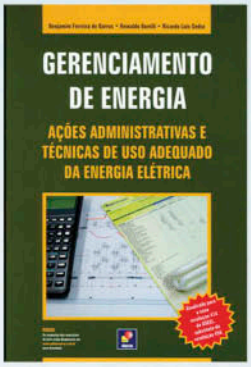


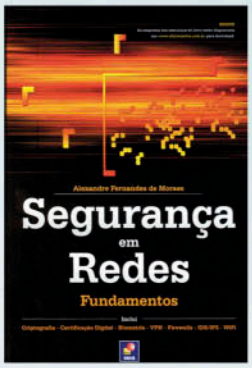


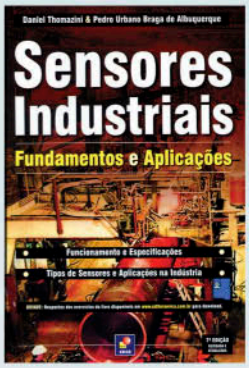


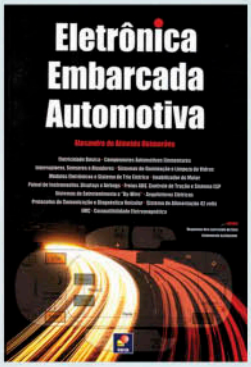




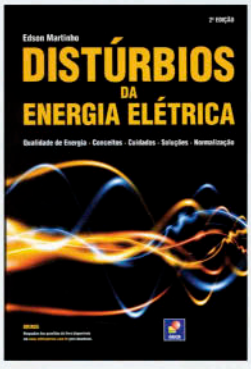


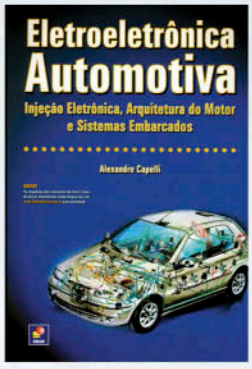






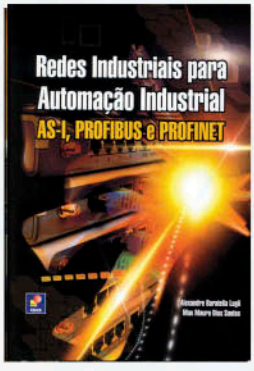






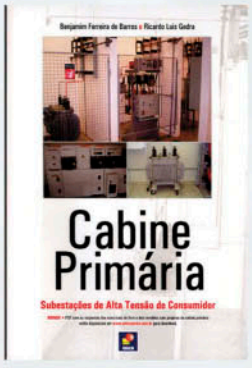














novasaber
www.novasaber.com.br

Embarcada

E-Kart
Parte 4



Na edição anterior demos uma visão geral do sistema de controle do Kit e do seu sistema de funcionamento básico. Nesta edição disponibilizaremos o software de controle do Kit e as regras para a montagem do mesmo. Apesar de todas as dificuldades em se conseguir os componentes básicos como baterias e motores, após uma série de reuniões e pesquisas conseguimos coletar todas as informações necessárias para construir o nosso E-Kart de forma tecnicamente segura.

Cesar Manieri

Como estamos lidando com tensões da ordem de 300 VDC, devemos ter em mente que o item segurança não deve, de forma nenhuma, ser negligenciado nesta montagem. Se alguma vez, por acaso, alguns de vocês tentaram abrir um simples contato com 60 VDC e 22 A de carga, viram o resultado ocorrido: um enorme arco voltaico. **Figura 1**.

Especificações elétricas

Apenas como ilustração, vejam as consequências de um simples choque elétrico de alguns mA até 1A.

Efeito da corrente no ser humano:

- **0,2 até 1 mA:** Alteração da percepção
- **10 até 15 mA:** Reação Muscular
- **15 até 25 mA:** Espasmo no diafragma
- **65 até 100 mA:** Fibrilação Ventricular
- **1 A:** Parada Cardíaca

Exemplos:

- Pessoa usando botas de borracha: R= 50 000 ohms, V = 230 volts, I = 4,6 mA
- Pessoa descalça em chão úmido: R= 1 500 ohms, V = 230 volts, I = 153 mA

Fatores que influenciam os ferimentos:

- Tipo de corrente (AC ou DC)
- A intensidade da corrente
- O caminho que ela percorre
- Duração
- Resistência do corpo
- Tensão

Resistência do corpo humano varia com:

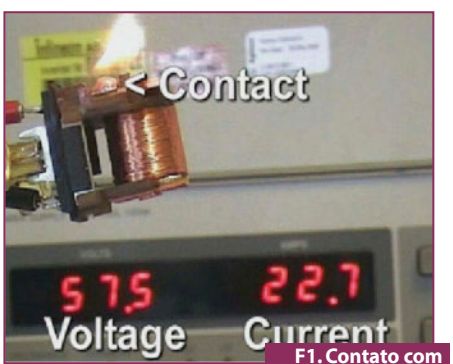
- Área de contato
- Pressão de contato
- Espessura da pele
- Presença de umidade
- Peso e tamanho

Nesta montagem estamos tratando de tensões que variam entre 250 VDC e 400 VDC, e correntes de até 30 A nominais (que podem chegar a 60 A dinâmicos), portanto: Cuidado! **Figura 2**.

Montagem Elétrica: Sistema de controle e tração

O sistema de tração do E-Kart é definido pelas partes que são eletricamente conectadas ao motor a partir do ponto de vista sistêmico. Já o sistema de controle do E-Kart é definido como cada parte elétrica que não faz parte do sistema de tração.

O sistema de tração é composto por circuitos de alta tensão que devem ser totalmente isolados do chassi e de qualquer outra parte condutiva do veículo.



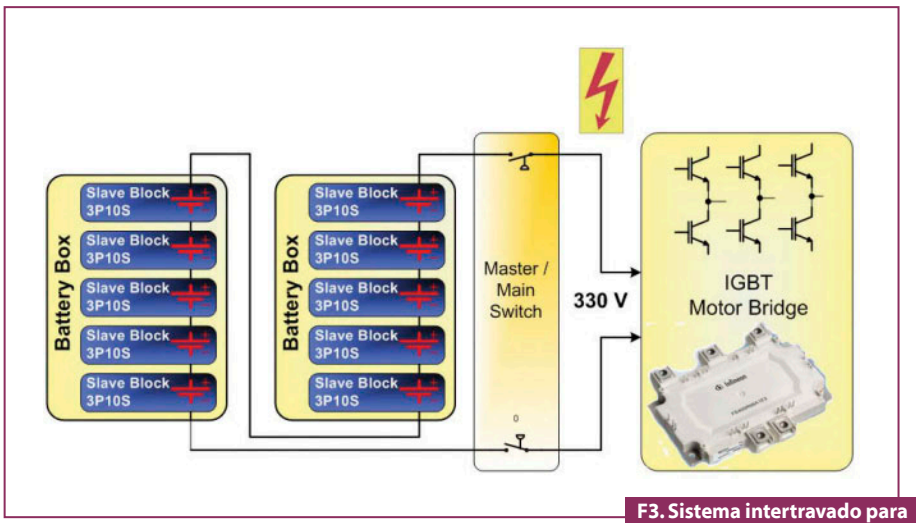
F1. Contato com 60V/22A de carga.



F2. Estamos lidando com tensões que podem chegar a 400 VDC. Cuidado!

O sistema de controle é um sistema de baixa tensão e o mesmo deve estar aterrado ao chassi do E-Kart. Tanto o sistema de tração como o de controle devem estar separados galvanicamente, por completo. Portanto os dois sistemas devem usar um circuito de isolamento galvânico, o que limitará a fronteira entre eles. De qualquer forma, alguns componentes podem fazer parte dos dois sistemas ao mesmo tempo, por isso os sistemas de segurança devem ser projetados de acordo com as normas de segurança atuais. Não recomendamos de forma alguma conectar as baterias diretamente ao sistema de controle ou ao sistema de tração.

Sugerimos também energizar o controle do *driver* apropriadamente, utilizando-se um sistema intertravado para evitar arcos voltaico (como visto antes) que podem causar danos ao sistema de controle de acordo com o diagrama mostrado na **figura 3**. É necessário também prever um sistema de desativação geral de emergência em caso de falhas graves no sistema.



F3. Sistema intertravado para evitar arcos voltaicos.

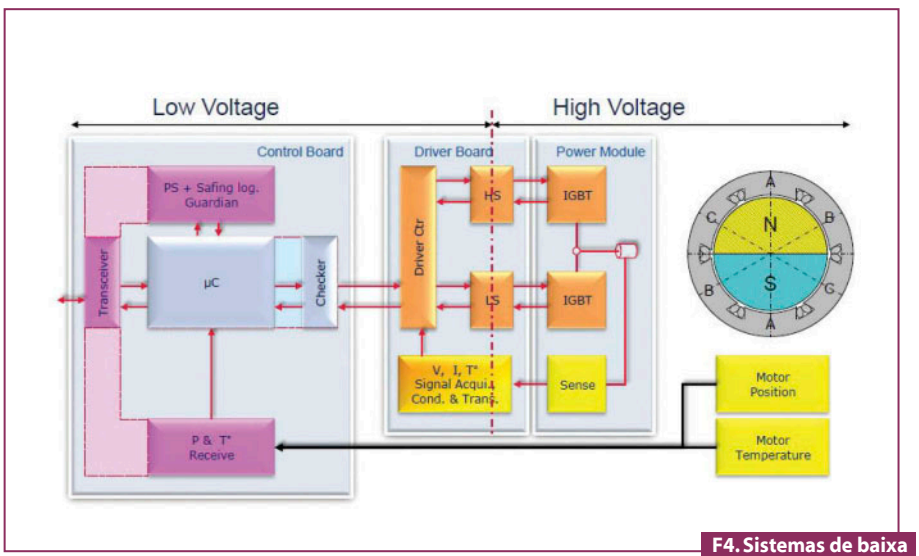
Sistemas de baixa tensão e alta tensão

O sistema de alta tensão é definido sempre que um circuito carregar mais do que uma tensão de operação nominal, a partir de 40 VDC (ou 25 VAC RMS). O sistema de baixa tensão é definido sempre que os limites de tensão ficarem abaixo de 40 VDC, ou 25 VAC RMS. Na **figura 4** vemos uma exemplo deste sistema.

Neste tipo de aplicação a tensão máxima necessária é de 600 VDC e a mesma deve ocorrer apenas entre duas conexões elétricas. No caso do E-Kart a máxima tensão de operação é de cerca de 300 V. Esta tensão é suficiente para a energização do sistema de controle e tração e também para acionar o motor elétrico escolhido.

Os sistemas de baixa e alta tensão devem ser separados e isolados galvanicamente. Estes sistemas deverão utilizar-se de cabos apropriados, conectores e chaves de intertravamento para que o piloto tenha acesso a eles de forma segura e sem riscos.

O Kit possui todos os elementos que isolam a parte de baixa tensão da de alta tensão. Isso garante uma operação segura e sem grandes riscos. A **figura 5** exemplifica os circuitos integrados de isolação galvânica.



F4. Sistemas de baixa tensão e alta tensão.

Posicionando os sistemas de tração e de controle

Os sistemas de tração e controle são mostrados na figura seguinte.

A configuração que temos como exemplo considera o uso de dois motores elétricos, dois conjuntos de baterias e dois kits de controle. Para efeitos de redução de custo, nossa sugestão é o uso de apenas um motor elétrico, um conjunto de baterias e um kit.

Neste exemplo podemos ver os detalhes mecânicos dos eixos dianteiros e traseiros e o sistema de radiador para a refrigeração da parte de potência do Kit. **Figura 6.**

O chassi pode ser fornecido por empresas fabricantes de kart tradicional e, em alguns casos, a estrutura tem que ser feita de forma exclusiva para o projeto. Aí fica a critério do projetista que tipo de aplicação ele deseja. No nosso caso, como é um kit de demonstração e não estamos desenvolvendo um veículo de alta performance, apesar de desejável, novamente por causa dos custos, utilizaremos componentes o mais padronizados possível.

Aterramento

Todas as partes elétricas e condutivas do veículo (por exemplo: pedais, volante, suspensão) e que estão em contato com qualquer parte da fiação elétrica, seja ela de alta ou baixa tensão, devem ter uma resistência menor que 300 mΩ para o sistema de aterramento.

Isolamento

Devido ao alto risco de curto-circuito, desaterramento ou sobrecargas , sugerimos a instalação de um dispositivo chamado: Dispositivo de Monitoramento de Isolação ou IMD (*Insulated Monitoring Device*). Detalhes do produto no link: **http://migre.me/5N8FQ**

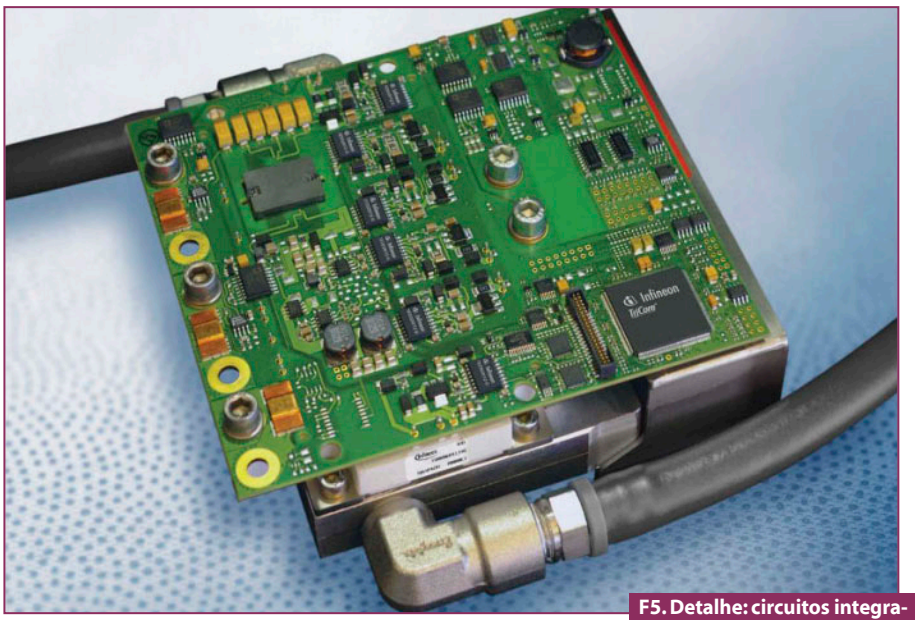
O valor de resposta do IMD deve ser ajustado em 500 ohms por volt, valor este relacionado com a tensão de operação máxima do sistema de tração. No caso de uma falha no sistema de isolação ou no IMD, o sistema irá desconectar o fluxo de corrente elétrica desligando o sistema de tração. Normalmente, este sistema é independente de qualquer sistema lógico via microcontrolador por exemplo. Caso o projetista queira, é possível sinalizar através de um LED no painel o *status* do sistema IMD (o sistema possui uma saída de status) se ele detectar alguma anomalia no sistema de isolação do veículo ou se o sistema perder a referência de terra.

Teste do sistema IMD

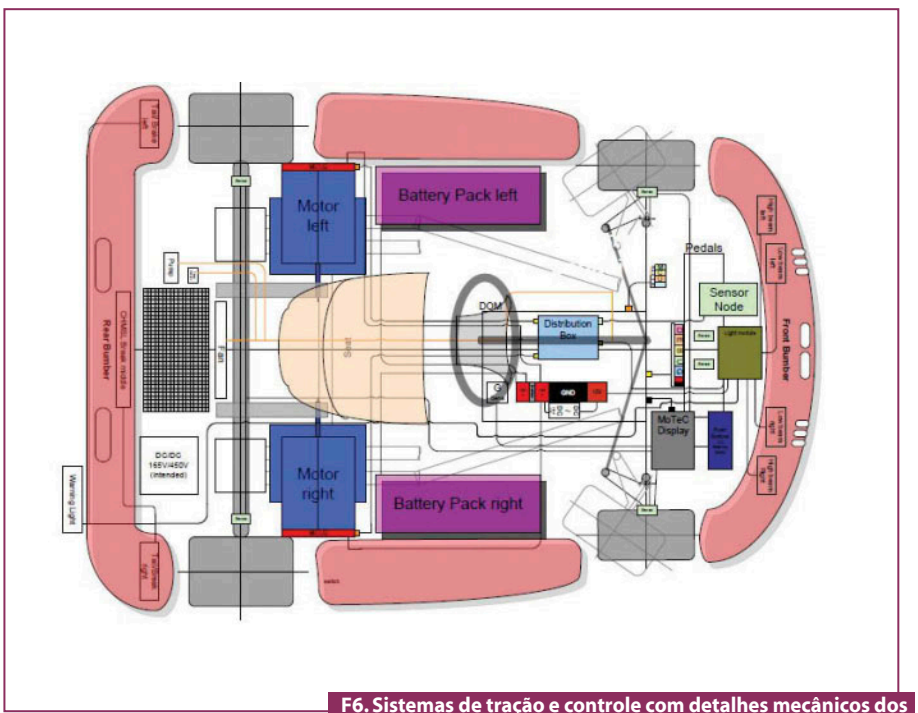
Para testar o sistema IMD, o seguinte procedimento deverá ser seguido:

- Conecte um resistor de 200 ohms entre os pontos de medição do IMD;
- Teste diferentes pontos do sistema de tração e de pontos eletricamente condutivos enquanto o sistema de tração estiver ativo. Ver **figura 7.**

O sistema passará no teste se o IMD desligar o sistema de tração dentro de 30 segundos caso a resistência esteja 50% abaixo, ou seja, um valor correspondente a 250 ohms/volt. Isso serve para garantir a segurança elétrica de todo o sistema do E-Kart. Um vez passado no teste, o sistema deverá ser selado e não mais alterado.



F5. Detalhe: circuitos integrados de isolação galvânica.



F6. Sistemas de tração e controle com detalhes mecânicos dos eixos e o sistema de refrigeração da parte de potência.

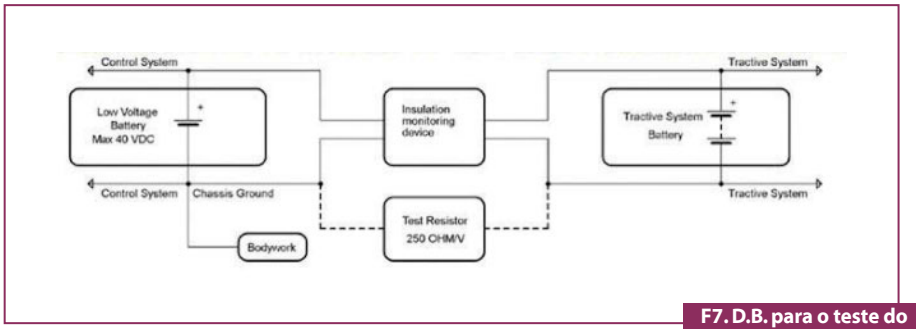
Sob condições adversas

Normalmente este veículo não deverá ser utilizado sob chuva nas condições apresentadas neste projeto, mas cabe aqui uma explicação de como estes veículos devem se comportar em tais situações. Sabemos que em algumas aplicações o projetista poderá considerar o uso do veículo em ambientes totalmente adversos como este. Se for o caso, pode-se testar o conjunto do veículo sob chuva. Aqui deve ser considerada a proteção IP65 de todos os sistemas eletroeletrônicos envolvidos, o que causará um aumento do custo final do protótipo. Depois de todos os sistemas protegidos, o veículo deverá ficar sob respingos de água em todas as direções por pelo menos 120 segundos, e o sistema IMD não deverá acusar nenhuma anormalidade neste meio tempo. Estes respingos de água não devem ser jogados diretamente no veículo e nem estarem sob pressão.

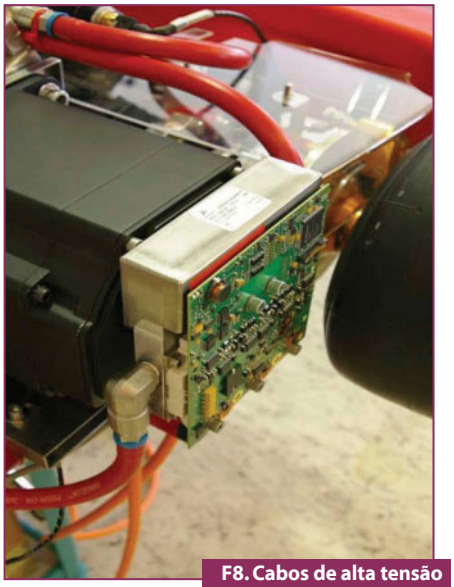
O veículo passará neste teste caso nada aconteça durante os 120 segundos iniciais e nos 120 segundos adicionais sem água. No total, o veículo ficará em teste por 240 segundos.

Isolação, fiação e conduítes

Neste projeto é recomendado apenas o uso de materiais isolantes apropriados e preparados para suportar altas temperaturas. Não recomendamos o uso de fitas



F7. D.B. para o teste do sistema IMD.



F8. Cabos de alta tensão na cor laranja.

isolantes ou qualquer outro dispositivo isolante não certificado. Todas as fiações e terminais utilizados deverão ser de tamanhos adequados a sua utilização e deverão ter as especificações de temperatura, tensão e isolação estampadas em seu encapsulamento.

Não custa aqui salientar que toda a fiação deverá ser profissionalmente montada de forma a evitar desconexões e estresse mecânico.

Todos os cabos de alta tensão que não estiverem enclausurados, ou de certa forma protegidos, deverão ser na cor laranja. Veja um exemplo na **figura 8**.

No exemplo, podemos ver também as conexões do sistema de refrigeração a água da placa de potência do KIT.

Chaves principais

O nosso projeto contempla dois sistemas de chaves principais: a chave para o controle principal e a chave para o controle do sistema de tração. O sistema de controle principal desabilita a potência do sistema e tem uma ação direta no circuito, portanto, não usa relés ou qualquer lógica para isso. No nosso projeto a chave se encontra na posição frontal ao piloto, como vemos na foto mostrada na **figura 9.**

A outra chave é a que liga o sistema de controle propriamente dito. Para ligar o veículo, o sistema de emergência deve estar desabilitado.

Conexão das baterias

A parte mais problemática deste projeto está relacionada com o armazenamento de energia. Inicialmente, nosso projeto suporta uma ampla variedade de diferentes tipos de baterias. O fator principal a ser observado é a capacidade de entrega de energia que estas baterias têm que fornecer ao sistema DC do Kit. Para se dimensionar estas baterias, como já sabemos, temos que considerar as cargas dinâmicas do sistema, seu peso completo, incluindo-se aí o peso do piloto. No caso do E-Kart estamos prevendo um peso inicial de 130 kg para o veículo completo. Estamos considerando um peso médio para o piloto de uns 80 kg. Isso totaliza um peso de 210 kg para o E-Kart.

A velocidade máxima do veículo foi limitada em 60 km/h. Para movimentar toda essa carga em uma dinâmica não tão elevada (aqui estamos considerando uma aceleração de 0 a 60 km/h em aproximadamente 3 s), dimensionamos um motor tipo PMSM (ímã permanente) com aproximadamente 10 Nm a 3000 RPM. Este motor é alimentado por uma tensão de 230 V e tem uma corrente nominal de 18 A rms e uma corrente de pico 56 A. O seu peso é de aproximadamente 20 kg. Ele tem a capacidade de fornecer energia regenerativa para o acionamento. O Kit tem a capacidade de fornecer 20 kW de potência e fornece uma corrente nominal de até 30 A. E pode ser alimentado com tensões que variam de 250 a 350 VDC (dependendo da carga e da dinâmica envolvidas no processo). Isso é mais do que suficiente para acionar este motor sem grandes complicações.

Mas para que isso seja possível, necessitamos de um conjunto de baterias que nos forneça as tensões e correntes necessárias para que os sistemas de controle e de tração façam seu trabalho corretamente. As baterias do E-Kart foram dimensionadas para entregar a energia necessária de acordo com as dinâmicas pré- estabelecidas.

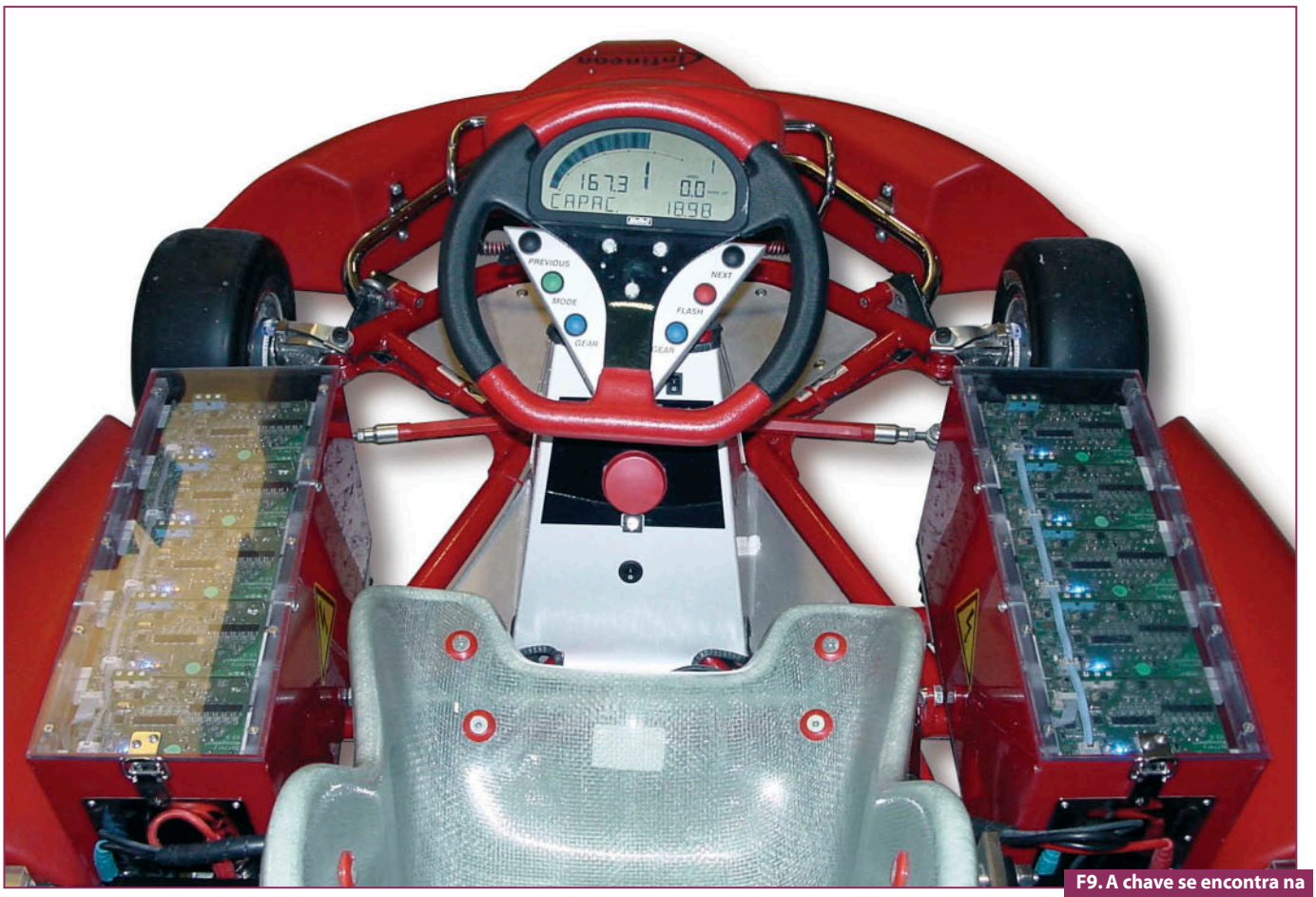
Na **figura 10**, vemos o sistema das baterias utilizadas no projeto.

As baterias estão conectadas de acordo com a configuração exibida na **figura 11**, as quais formam um bloco.

Aqui estamos considerando o uso de um sistema BMS *(Battery Management System*) para o controle eficaz das cargas e descargas da bateria. Como pudemos ver nas 5 figuras mencionadas, um sistema eletrônico controla cada bloco de 12 células de baterias de Lítio - Íon. A comunicação entre eles é feita via rede CAN. No nosso projeto utilizaremos 5 blocos com 10 células, de cada lado do E-Kart. Os modelos de células utilizados são High Power Lithium Ion ANR26650M1A, da A123. Devido à dificuldade em adquirirmos estas baterias, pedimos que considerem a utilização de qualquer tipo de bateria disponível desde que as mesmas atendam as normas de segurança, tenham uma boa relação peso/potência e forneçam a energia necessária para alimentar o Kit.

No caso do E-Kart necessitaremos de um fornecimento de cerca de 300 VDC. Cada célula fornece uma tensão de 3,3 V – 2,3 Ah, portanto, são necessárias em torno de 100 células para fornecer a grosso modo 330 V/2,2 kWh com 230 Ah de energia. Isso nos dá uma autonomia de 20 km nas condições pré- estabelecidas do veículo.

A seguir, o circuito de conexão da bateria ao Kit, considerando o sistema BMS e IMD e suas devidas proteções e intertravamentos (**figura 12**).



F9. A chave se encontra na posição frontal ao piloto.

O projeto completo do sistema BMS+treinamento pode ser encontrado em: **http://migre.me/5N8FQ**

Conexão do Kit ao motor elétrico

Uma vez que as conexões da bateria estejam dominadas e devidamente protegidas, chegou o momento de fazer a conexão do kit ao motor elétrico. No projeto nós definimos, justamente por falta de motor elétrico automotivo apropriado, um servomotor elétrico industrial. Conforme especificação SEW, este motor usa uma tensão de 230 VCA de alimentação que será fornecida pelo inversor IGBT do Kit. As baterias fornecem 330 VDC para o circuito intermediário de CC do Kit. Esta tensão irá alimentar o IGBT que fornecerá as tensões trifásicas para o servomotor.

O servomotor, por sua vez, irá gerar um sinal de realimentação via *resolver* (sinal de posição e velocidade) para o Kit. Os cabos de potência devem respeitar as normas descritas acima em Isolação, Fiação e Conduítes.



F10. Sistema de baterias do projeto.



F11. Conexão das baterias formando um bloco.

Diagrama das conexões para o sistema de controle

O Kit disponibiliza para o projetista um conector Harwin M80-5125042P (macho) para que se tenha o acesso aos sinais de controle. Este conector faz a interface com todos os sistemas externos: motor, *encoder*, *resolver*, sensores Hall, sensores de corrente, interface CAN e RS-232 e finalmente com as entradas analógicas e digitais. Na **figura 13** vemos a placa lógica e o conector-fêmea Harwin a ser adquirido no mercado.

A placa lógica possui todos os componentes necessários para o controle total do Kit. A **figura 14** mostra o diagrama em blocos em detalhes. Em seguida, na **figura 15**, a pinagem completa do conector Harwin M80 (Conector X1 SIG1 da placa).

Para fazer estas conexões é necessário adquirir o conector-fêmea (não vem com o Kit), onde os cabos de controle serão

soldados. Estes cabos deverão ser ligados como segue:

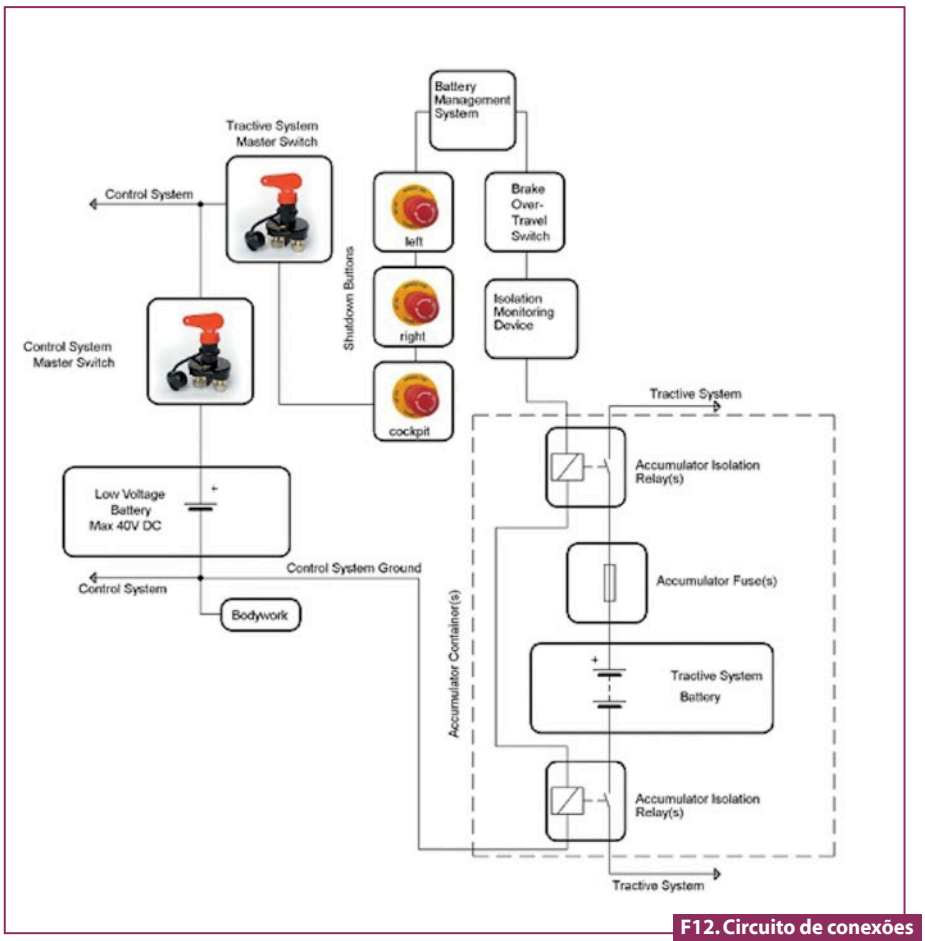
Pinos 2, 4, 6 , 8, 10 e 12: São os sinais vindos do resolver. Este último é um transdutor de velocidade e posição que fica na parte de trás do servomotor e conectado ao eixo. Normalmente, este tipo de motor oferece um conector na parte superior da carcaça onde é possível acessar estes sinais. Os fabricantes destes motores vendem os cabos separadamente por metro, já devidamente preparados. O inconveniente é que eventualmente será necessário desmontar um dos lados para a montagem no Kit. O resolver enviará os seguintes sinais para a placa lógica:

Seno e cosseno – em alta e baixa resolução e o sinal de modulação e excitação do sistema de transdução que vem da placa lógica. O resolver, como sabemos, é um transdutor de velocidade e posição que gera uma tensão e corrente induzidas e que, com o uso de sensores Hall, gera os sinais analógicos de controle seno e cosseno. O cabo do resolver do motor virá montado com conector industrial e o mesmo deverá ser desmontado para que a ponta do cabo, livre do conector industrial, seja adequadamente montada no conector Harwin fêmea a ser adquirido em loja especializada .

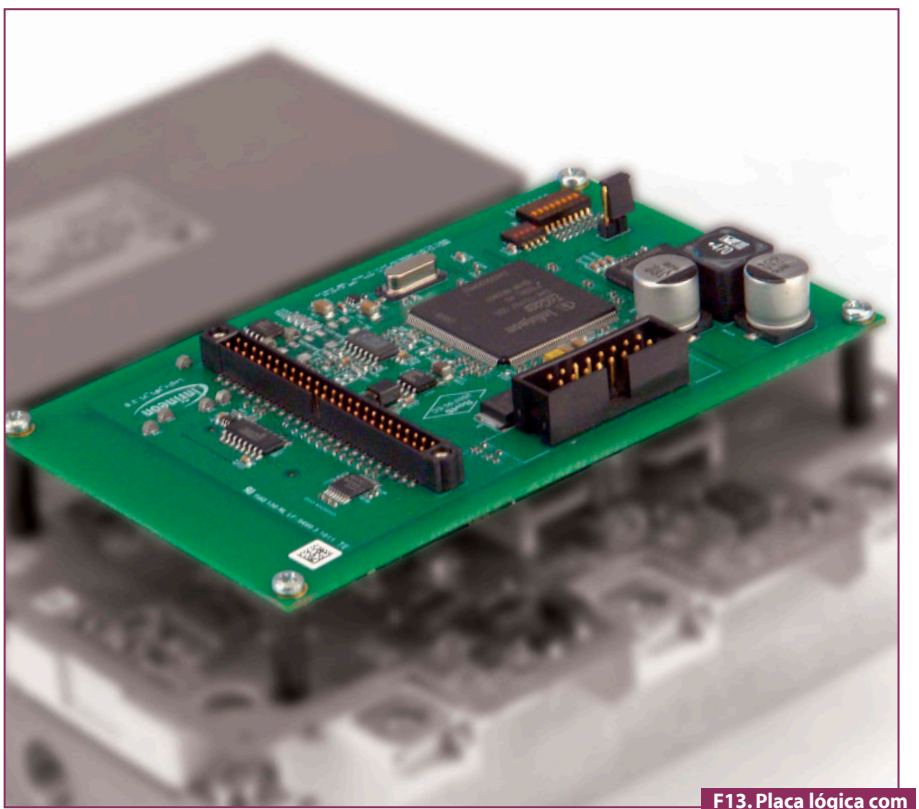
Na **figura 16** vemos os sinais em cada pino do conector.

Pinos 14 e 16: Sinal vindo da fonte de alimentação analógica de 5 V positivo e terra. Necessário para uso em sistemas externos, tais como os sensores de corrente.

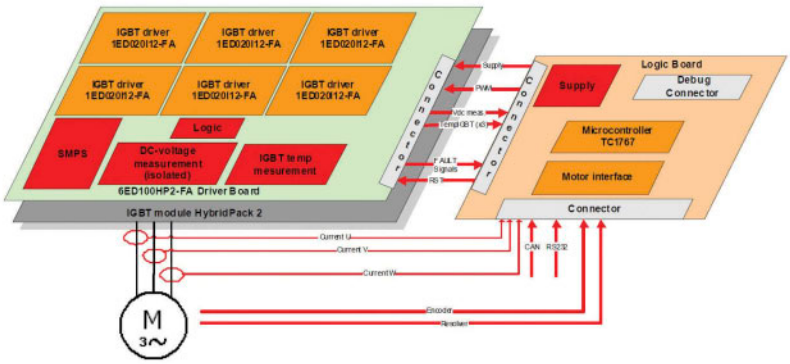
Pinos 18, 20, 22: Entrada dos sinais vindos do sensor de corrente. A placa lógica foi projetada para trabalhar com transdutores de corrente (estes sensores não são fornecidos com o kit). Estes sensores geram uma tensão de saída proporcional à corrente *(LEM Sensors)* . O projetista pode usar a fonte de 5 V (analógica) disponível no conector X1-SIG1 para alimentar estes transdutores de corrente. O tipo certo do transdutor dependerá muito dos parâmetros da aplicação. O mais importante deles é o consumo de corrente do motor. Note que, se você controlar um motor síncrono balanceado trifásico e medir apenas duas fases já será suficiente, desde que a corrente da terceira fase seja calculada como uma combinação algébrica além das medidas



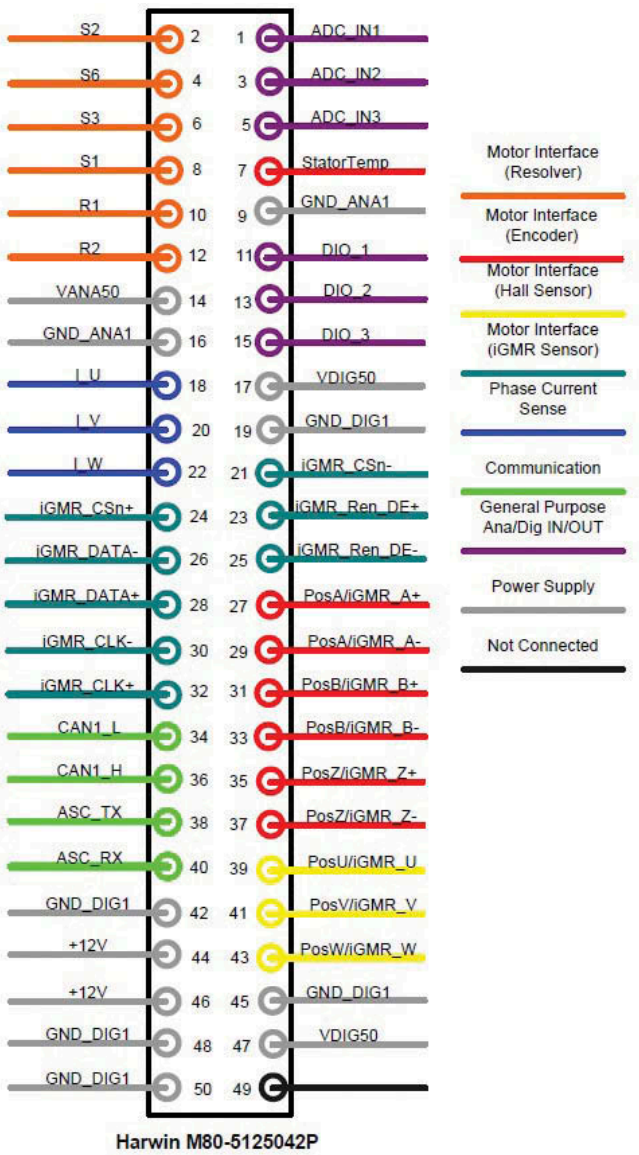
F12. Circuito de conexões da bateria ao kit.



F13. Placa lógica com conector fêmea.



F14. Diagrama de blocos da placa lógica.



F15. Pinagem completa do conector.

das duas outras fases. Apesar do microcontrolador conseguir fazer este cálculo, recomendamos usar os três sensores para uma medição mais precisa.

São 3 sensores que deverão ser instalados no cabo de potência que alimenta o servomotor. Neste cabo temos a identificação U, V, W que representa cada fase do motor. Cada sensor envolverá um destes cabos. Eles medirão a corrente elétrica de cada fase e o sinal será lido pela placa de controle. Este sinal é muito importante, pois ele indicará o nível de corrente consumida e efetuará o controle preciso do motor, seu desligamento em caso de sobrecorrente e o correto fornecimento de corrente dinâmica em caso de necessidade.

Pinos 24, 26, 28, 30, 32: Entrada do sensor GMR – Não utilizaremos este sensor mas apenas para registrar, ele pode ser usado como sensor angular para gerenciar o grau de rotação do volante por exemplo. Seu funcionamento está baseado no princípio magnético - resistivo e gera um sinal de tensão proporcional de 0 a 360° sob determinadas condições através da variação do campo magnético de um ímã. Na **figura 17** vemos a placa que gera o sinal já tratado do sensor para a placa lógica. A seguir, na **figura 18**, temos o diagrama eletrônico do circuito GMR:

- Pinos 34, 36, 38, 40: Sinais de comunicação CAN/ RS-232 para interface com outros sistemas embarcados no veículo;
- Pinos 42, 44, 48, 50: Fonte de alimentação 12 V. A Placa lógica deve ser alimentada com o sinal de 12 V vindo de uma fonte externa. Esta fonte pode ser um conversor DC/DC, e não necessariamente uma bateria de 12 V. Este sinal será enviado para a placa de potência pelo conector K1. Nas duas placas existe um circuito de proteção que evitará problemas em caso de sobretensão ou polaridade reversa. O bloco de alimentação do Kit gera todas as tensões necessárias (5 V, 3,3 V e 1,5 V) para o correto funcionamento do sistema. Os 5 V para os sinais analógicos e digitais do conector X1 SIG1 são fornecidos para alimentar sistemas externos, tais como os sensores de corrente;

- Pinos 1, 3, 5: Entradas / Saídas Analógicas de uso geral;
- Pino 7: Sinal de medição da temperatura do estator do motor;
- Pino 9: Terra das E/S analógicas;
- Pinos 11, 13, 15: Entradas/ Saídas Digitais de uso geral;
- Pinos 17, 19: Fonte 5 V Digital;
- Pinos 21, 23, 25: Sensor GMR;
- Pinos 27, 29, 31, 33, 35, 37: Sinais do encoder A- A+ B- B+ N-N+ se for usado na aplicação. Se a opção for usar um motor de indução trifásico, será necessário o emprego de um encoder acoplado ao eixo para a realimentação de posição e velocidade;
- Pinos 39, 41 43: Sinais dos sensores Hall do motor (caso seja usado um motor nestas condições);
- Pinos 45, 47: Fonte de alimentação digital de 5 V;
- Pino 49: Sem conexão;

As entradas e saídas analógicas e digitais têm como função receber os sinais de controle do veículo, tais como: Sinal vindo do pedal de aceleração e do sensor de velocidade vindo das rodas. Neste caso utilizaremos sensores Hall Lineares: TLE4990, por exemplo, para o pedal do acelerador. Este sensor possui saída analógica. Na **figura 19** temos a aplicação do TLE4990 no E-Kart.

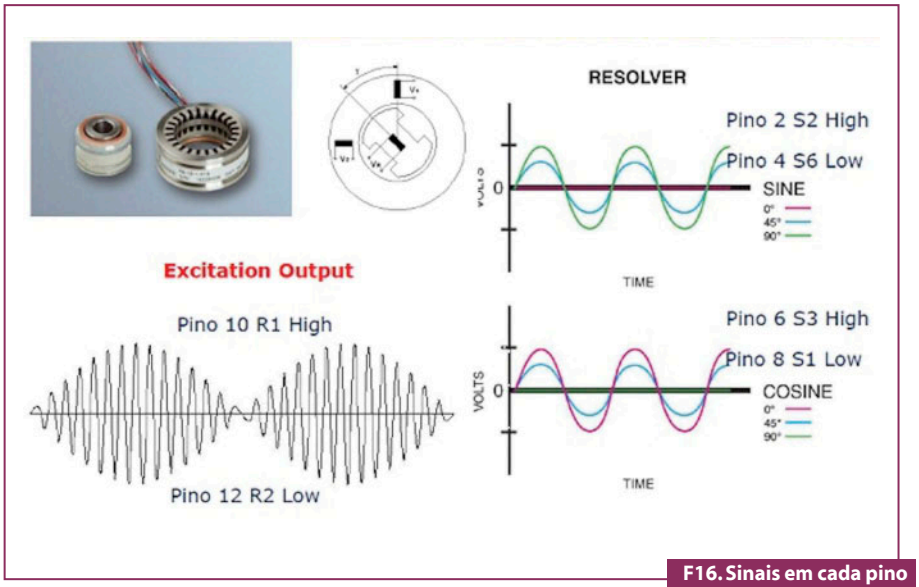
No exemplo na **figura 20**, o pedal funciona movimentando um ímã rotativo em torno do sensor. Desta forma, o sensor detecta a variação do campo magnético e gera uma saída analógica proporcional conforme ilustra a **figura 21**.

O sinal do sensor é enviado a uma das entradas analógicas do Kit e a mesma é definida através do software de controle, e uma vez escolhida qual entrada física será usada, definiremos a sua função como receptora do sinal de aceleração para o motor.

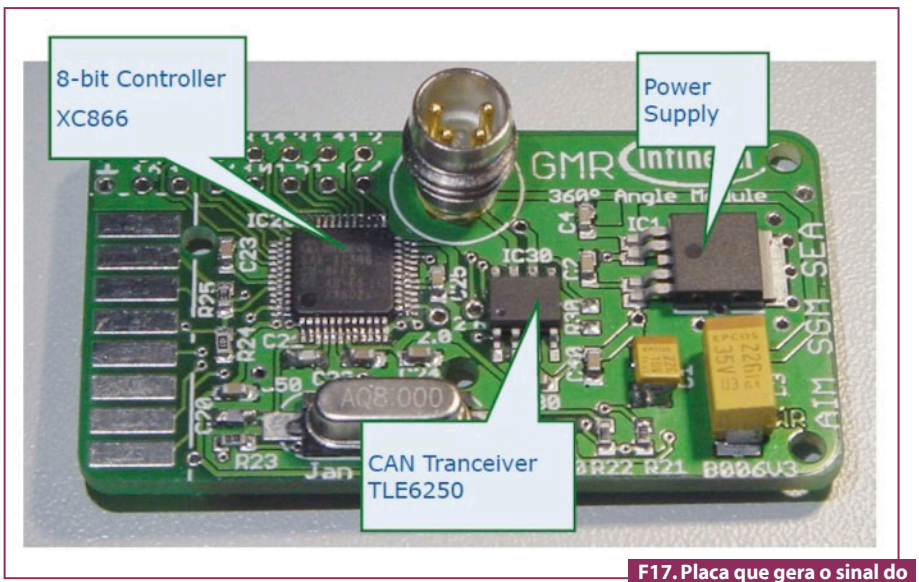
Mais informações sobre o sensor TLE4990 em **http://migre.me/5N8FQ**

Sensor de temperatura do Kit

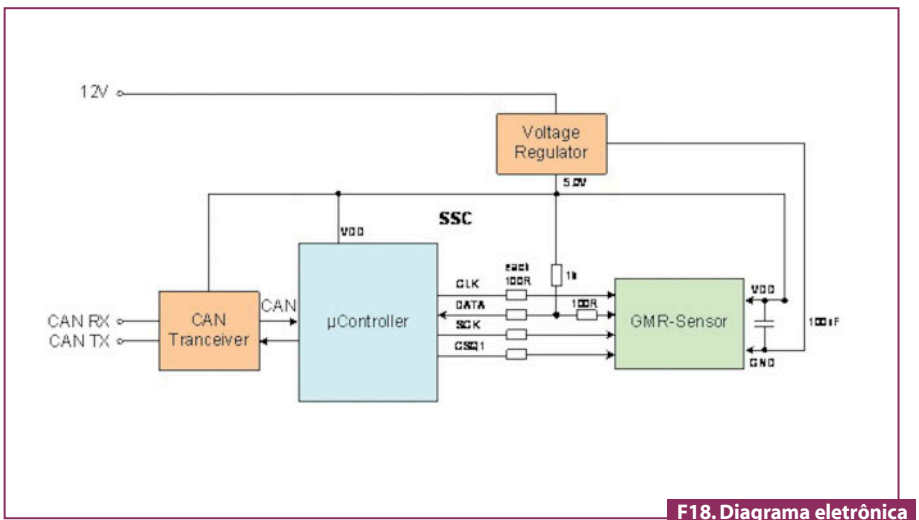
A placa lógica tem um sensor que mede a temperatura do ar entre ela e a placa de potência. Na **figura 22**, é possível ver os valores de saída caso seja necessário o uso deste recurso.



F16. Sinais em cada pino do conector.



F17. Placa que gera o sinal do sensor p/ a placa lógica.



F18. Diagrama eletrônica do circuito GMR.

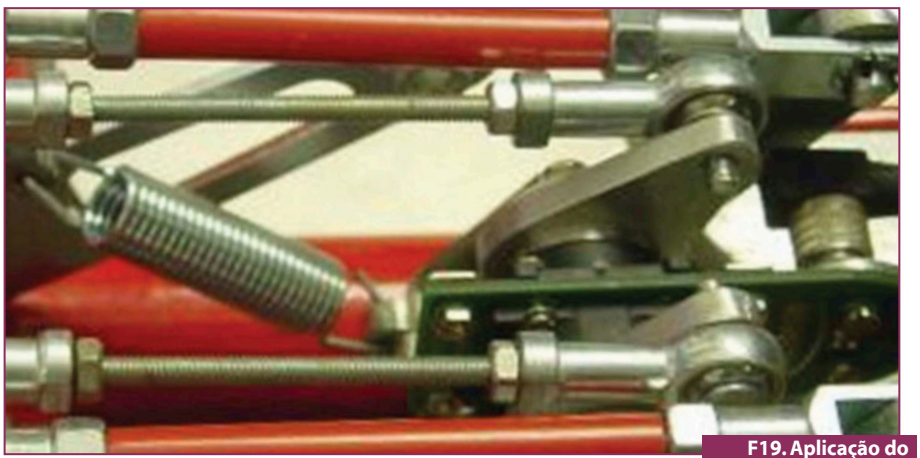
O Microcontrolador

Para controlar o Kit foi necessário a utilização de um poderoso microcontrolador e outros periféricos. Estes componentes contêm os seguintes elementos:

O poderoso TC1767: É um microcontrolador de 32 bits da família AUDO FUTURE, da empresa Infineon Technologies, e que foi projetado exclusivamente para aplicações automotivas. Sua arquitetura baseada na CPU TRICORE tem uma alta performance que, combinada com sofisticadas capacidades de um DSP, o transforma numa unidade microcontroladora única no mercado. Mais informações no *datasheet:* **http://migre.me/5N8FQ**

Filtro de Entrada

Filtro passivo para sinais analógicos e digitais e divisores de tensão resistivos para adaptação de tensões elétricas.



F19. Aplicação do TLE4990 no E-Kart.

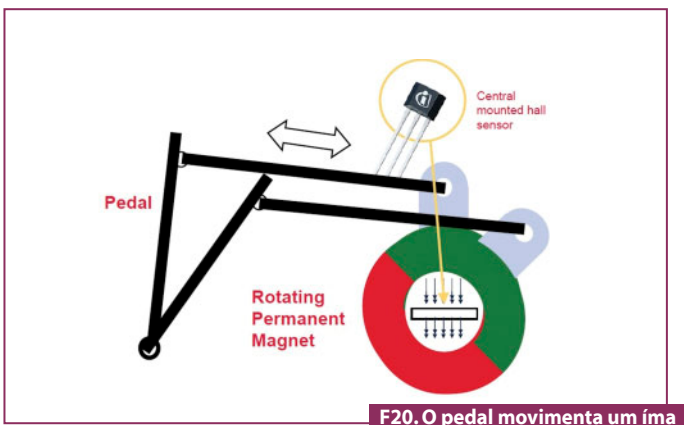
- **EEPROM**: Com capacidade de 256 KB, esta memória é otimizada para aplicações automotivas onde o baixo consumo e operações em baixíssimas tensões são essenciais. A comunicação com o microcontrolador é feita por uma interface SSC0 – High Speed Syncronous Serial Interface compatível com SPI)
- **RS-232 e Transceivers CAN:** Para aplicações automotivas modernas, a utilização de comunicação CAN é fundamental.

Configurando o TC1767

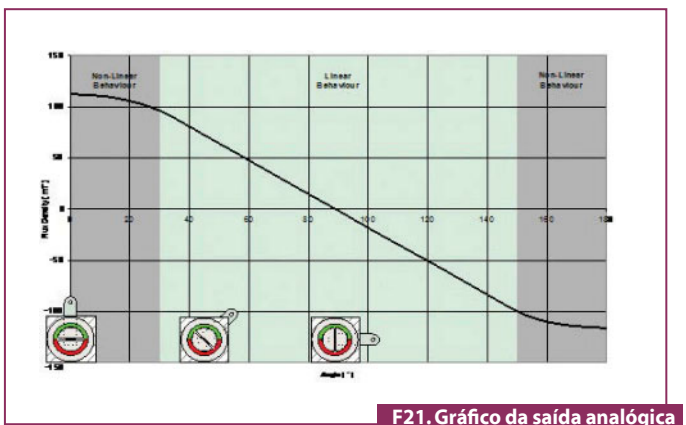
O TC1767 pode ser configurado inicialmente por seus diferentes modos de *boot* e pelas diferentes interfaces (Serial/Paralela), dependendo do sensor de posição utilizado: resolver ou sensor GMR.

Configurando o Boot do TC1767

A **figura 23** mostra a definição das diferentes configurações via hardware do boot (DIP Switch SW1)



F20. O pedal movimenta um íma rotativo em torno do sensor.



F21. Gráfico da saída analógica gerada pelo sensor.

CFG[7...0]	Type of Boot TC1767	1	2	3	4	5	6	7	8
11XXX11X	Internal Start from Flash	Off	Off	X	X	X	Off	Off	X
010XX110	Bootstraps Loader Mode, Generic Bootloader at CAN pins	On	Off	On	X	X	Off	Off	On
10101110	Bootstrap Loader Mode, ASC Bootloader	Off	On	Off	On	Off	Off	Off	On
10100110	Alternate Boot Mode, ASC Bootloader on fail	Off	On	Off	On	On	Off	Off	On
n1011X11X	Alternate Boot Mode, Generic Bootloader at CAN pins on fail	Off	On	Off	Off	X	Off	Off	X
All others	Reserved: don't use this combination								

T1. Significado das posições das chaves.

SW2[4...1]	Interface to the Resolver/iGMR	4	3	2	1
0000[2]	IGMR enabled (SPI and Incremental mode) Resolver in Parallel Mode	Off	Off	Off	Off
1111	Resolver in Serial Mode iGMR disabled	On	On	On	On
All other	Reserved; don't use this combination				

T2. Selecionando a interface c/ o sensor de posição (Resolver/iGMR)

A posição ligada da chave significa sinal lógico baixo. O significado das posições da chave é apresentado na **tabela 1.**

- Os números de 1 a 8 representam as chaves da DIP Switch
- A linha mais escura representa os valores *default*
- X significa valores sem importância no sistem.

Selecionando as interfaces paralela e série

A DIP Switch 4 (SW2) é usada para selecionar a interface com o sensor de posição (Resolver/iGMR) como é mostrado na **tabela 2.**

Os números de 1 a 4 representam os números das chaves da DIP Switch

0 é igual a chave aberta e 1 é igual a chave fechada

X significa valores sem importância no sistema

A seguir, na **figura 24**, vemos a localização da DIP Switch 4 (SW2) no Kit.

Resolver interface

A placa lógica contém um conversor A/D de 12 bits de resolução que tem como função integrar o oscilador senoidal programável da placa para fornecer a excitação de uma onda senoidal para o resolver do motor. (Pinos 10 e 12 – Sinal R1 e R2 no conector X1-SIG1). Para mais informações, consulte o datasheet do componente: AD2S1200YST e o esquemático completo no documento: Hybrid Kit AN

Através dos resistores R155, R156, R157, R158, R159 e R160, o projetista pode ajustar o valor da tensão de saída do LMH6672 dual amp-op (excitação do resolver). Isso pode ser feito através de potenciômetros (R483, R484, R485), mas os mesmos não são fornecidos na placa e caso o projetista queria usá-los deverá fazer a soldagem deles na placa. Consulte a documentação do resolver utilizado no motor escolhido para ajustar estes valores de maneira apropriada. O sinal de resposta do resolver deve ser conectado nos pinos S1 e S3 Seno e S2 e S6 Cosseno no conector X1-SIG1.

Software

O Kit vem com um pacote de software completo para a parametrização do sistema do E-Kart.

O primeiro a ser instalado é o Motor Control GUI Versão 201003. O arquivo é o MotorControl_GUI_201003.exe

Após a instalação, será aberto um "application note" em PDF explicando detalhes da instalação.

No link abaixo você poderá fazer o *download* do software do Kit: **http://migre.me/5N8Fe**

Sequência de instalação do software

Antes de rodar o aplicativo Motor Control, baixe e instale os seguintes softwares:

- LABView Runtime Engine 8.6.1: **http://migre.me/5KCPI**
- NI VISA Runtime 4.4.1: **http://migre.me/5KCQ5**

Atenção: Para instalar estes pacotes de software acesse o link acima *(site* da National Instruments)

Instale o pacote de software Motor Control GUI na pasta de sua escolha.

Incializando o Hybrid Kit

Siga as instruções das conexões elétricas.

- Certifique-se que os seguintes subsistemas estejam corretamente ligados:
  - Cabo do motor: UVW
  - Sensores de corrente.

Atenção: Verifique se o sentido da corrente e as respectivas polaridades estão corretas. Solicite suporte da empresa fabricante dos sensores de corrente em caso de dúvida.

  - Sensor de posição: Resolver
  - Fontes de alimentação: corretamente polarizadas e conectadas.
- Alimente o sistema com as tensões e correntes especificadas no projeto
- Certifique-se de que o sistema RS-232 esteja conectado entre o PC e o Kit.

Atenção: Esta interface gráfica GUI pode apresentar problemas quando utilizada com determinados conversores USB Serial. Recomendamos o uso da porta COM diretamente.

Inicializando o GUI

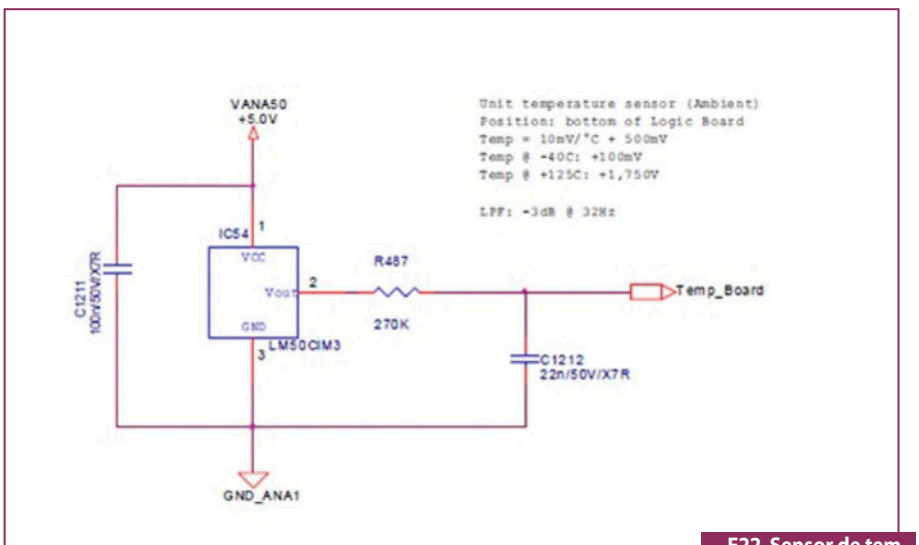
Inicialize o GUI clicando 2x no arquivo 'MotorControl_GUI.exe', Selecione a porta COM desejada conforme a janela (**figura 25**).

Tela principal do GUI

Esta tela (**figura 26**) possui três partes. O lado esquerdo é responsável pela comunicação e o controle. A parte central funciona como um osciloscópio e mostra o status da velocidade, torque e valores de corrente. O lado direito o status de falhas e outros parâmetros. Clicando no botão "Connect to Controller", a comunicação com o controlador se estabelecerá. Neste instante o sinal de porta ativa se tornará verde.

Tela de configuração

Clincado no botão "Configure Parameters" na tela principal do GUI, a tela de



F22. Sensor de temperatura do kit.

configuração 1 aparecerá (**figura 27**). E, caso a comunicação esteja perfeita, teremos o acesso a todos os botões de configuração.

Se usarmos o botão *"Read from XML Files"*, poderemos escolher entre dois ajustes pré- definidos na tela de configuração 2:

Ajuste dos sensores

Veja na **figura 28**, a seguir:

- Configuration.Resolver.xml
- Configuration.Encoder.xml
- Nestes dois parâmetros é possível escolher: (no nosso caso usaremos Resolver)
- Tipo de sensor
- Sensor Offset
- Resolução do Encoder
- Motor Pole Pairs to Sensor Poles Ratio

Ajuste dos parâmetros do controlador PID

Esta parte da configuração é muito importante e estabelecerá a forma como o motor irá se comportar dinamicamente. **Figura 29**. Os parâmetros são:

- Ajuste do controlador de velocidade de PI (proporcional e Integral)
- Ajuste da corrente Q e da corrente D
- Ajuste dos ganhos (**fig. 30**)
- Ajuste do ganho e do offset da tensão DC
- Ajuste de ganho e do offset dos sensores de corrente
- Ajuste dos sensores de temperatura

Compilando o software com os novos parâmetros

Clicando em "Write to the Configuration.h" será possível gravar um novo arquivo Configuration.h do Kit no diretório "Config\Common". O arquivo antigo será substituído pelo novo e estará pronto para a compilação. Para esta tarefa, pode-se usar compiladores Tasking por exemplo. **Figura 31**.

Posição dos sensores: Ajustes da estimativa da posição

Este é um controle de malha fechada, por isso é tão importante o ajuste da direção dos sensores de posição. Estes sensores são responsáveis pela estabilidade do sistema e pela corrente com que o *driver* vai alimentar o motor elétrico. Este sistema utiliza uma configuração estrela. Esta configuração estabelece uma correlação de 90° entre a corrente e o campo magnético do ímã permanente do motor. É uma relação estabelecida mecanicamente entre o resolver, o eixo do motor e o estator. Para que tenhamos a correta circulação de corrente elétrica, todos os elementos deste sistema de tração deverão estar muito bem ajustados. O resolver tem a função de informar a posição do eixo e a velocidade. Caso a relação entre eles esteja ligeiramente desajustada, a performance da malha ficará comprometida. Nesta tela (**figura 32**) é possível fazer alguns ajustes para evitar qualquer falha neste sentido. É possível diagnosticar a direção do sensor usando os botões:

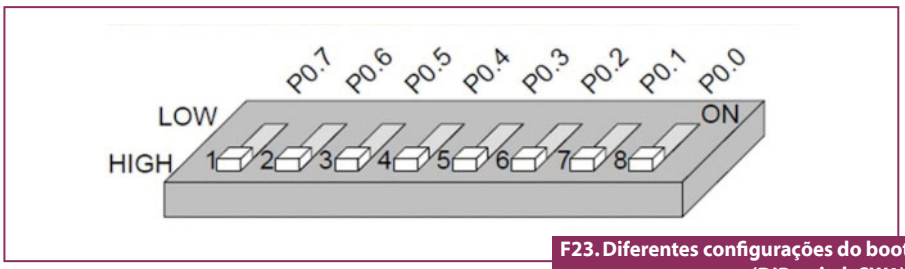
- Open Loop Drive
- Offset reset

Detalhes da Janela principal (**Figuras 33, 34 e 35)**

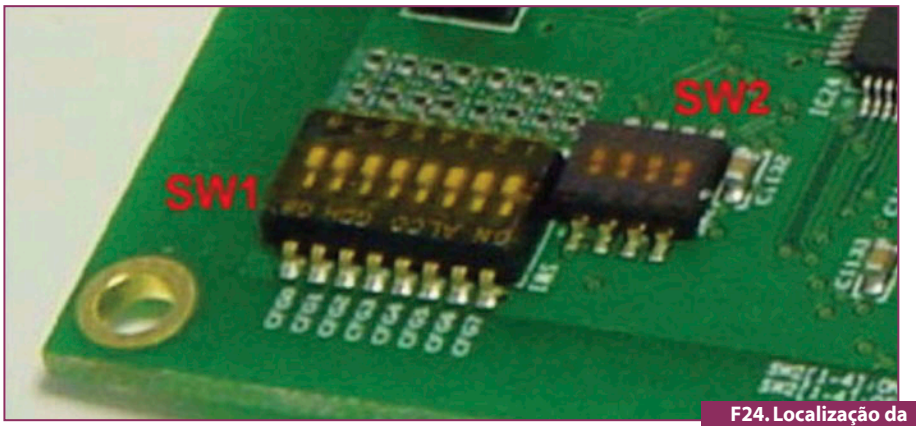
Funções Principais

Depois de estabelecida a comunicação, é possível tomar as seguintes ações:

- Mudança entre o controle de torque e o controle de velocidade
- Usar o botão "*Enable Motor*": iniciar ou parar o motor
- Caso o Kit esteja com o sinal "*Enable Control*" em verde (motor em funcionamento), não é possível



F23. Diferentes configurações do boot (DIP switch SW1).



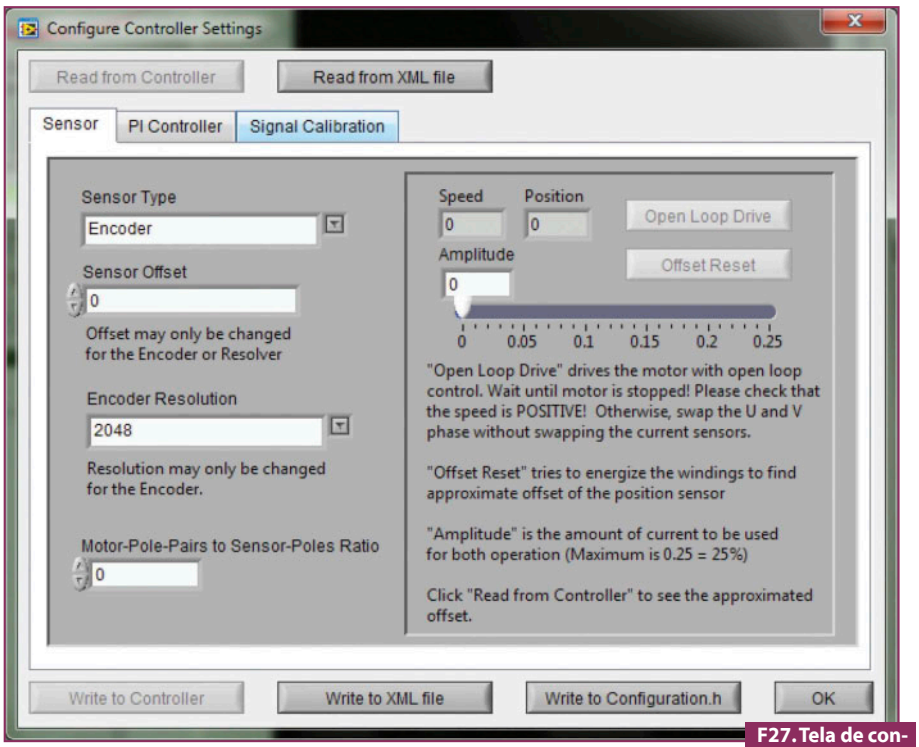
F24. Localização da DIPSwitch 4 do kit.



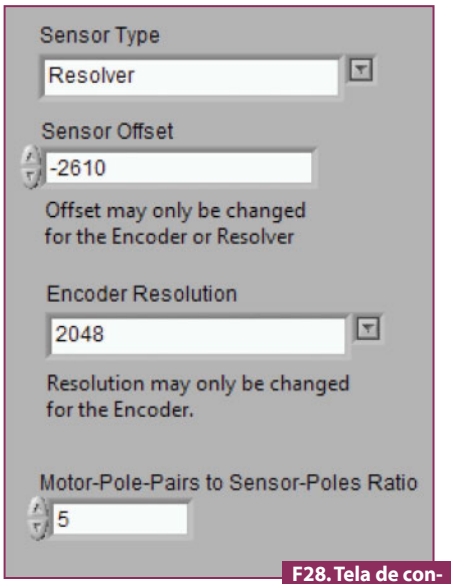
F25. Inicializando o GUI.



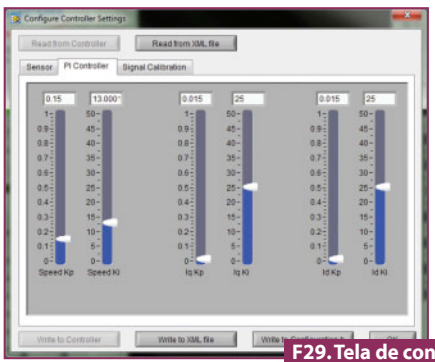
F26. Tela principal da GUI.



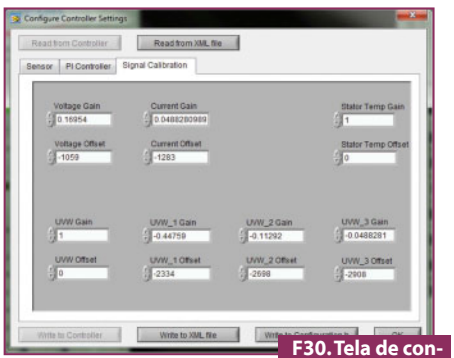
F27. Tela de configuração 1.



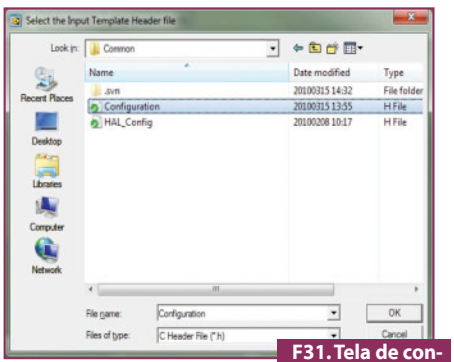
F28. Tela de configuração 2.



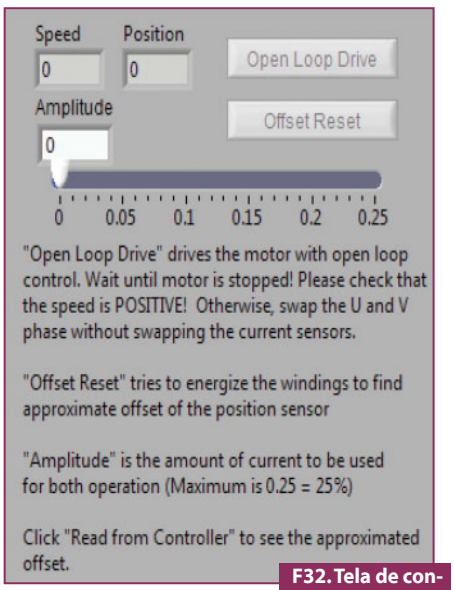
F29. Tela de configuração 3.



F30. Tela de configuração 4.



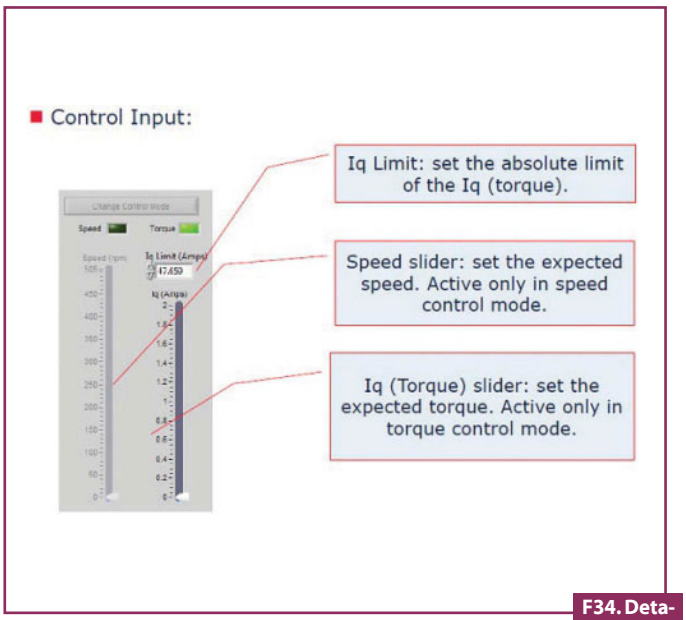
F31. Tela de configuração 5.



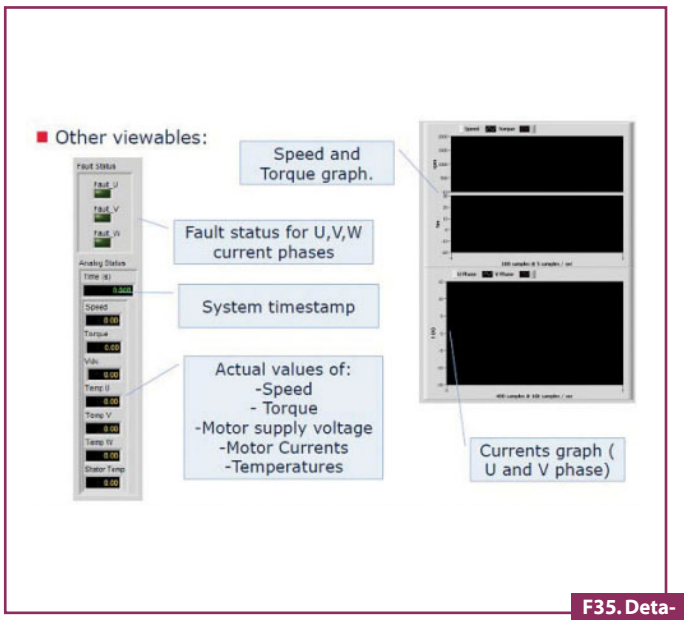
F32. Tela de configuração 6.



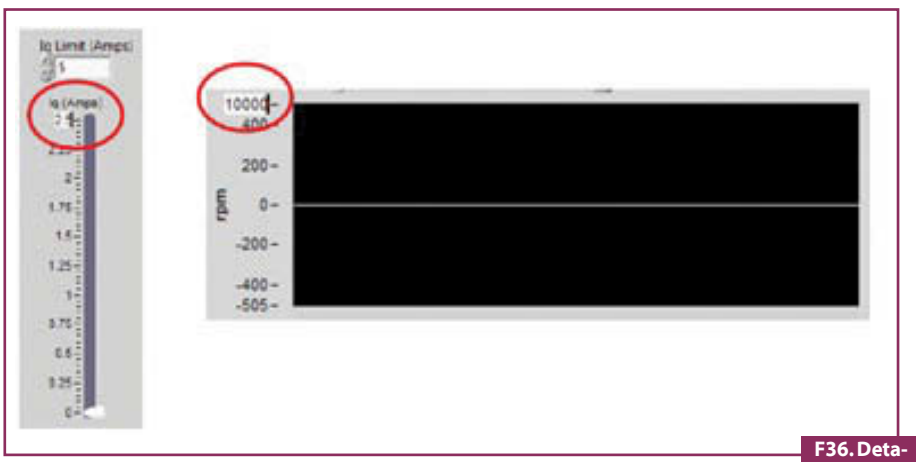
F33. Detalhe 1.



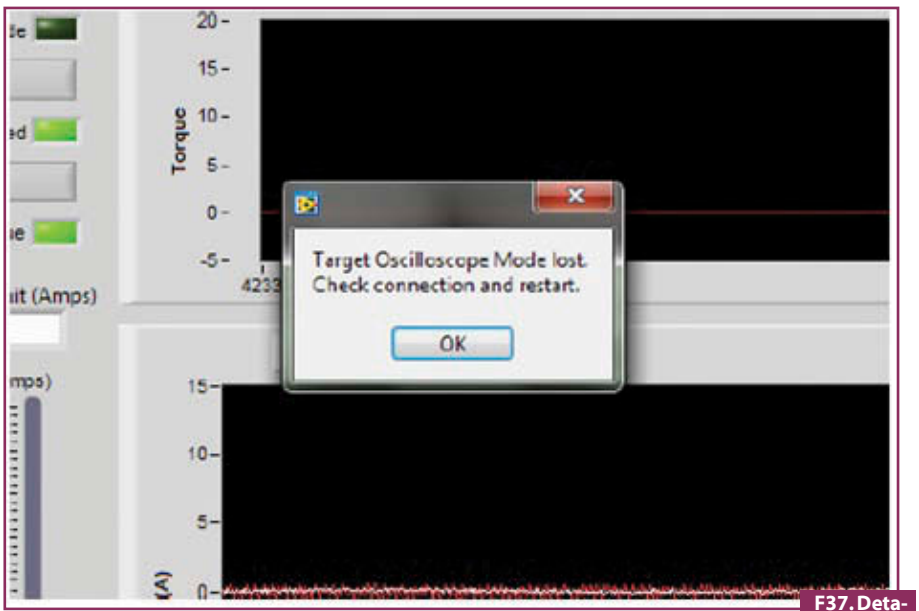
F34. Detalhe 2.



F35. Detalhe 3.



F36. Detalhe 4.



F37. Detalhe 5.

alterar entre o controle de torque e de velocidade até que o motor esteja totalmente parado.

- Quando apertar o botão "enable motor", os parâmetros Iq (Torque) e a referência de velocidade serão ajustados para zero.
- Use o controle "slider" dos parâmetros Iq ou Velocidade para ajustar a velocidade e o torque desejados.

Dicas e truques

- Use um limite de torque Iq bem baixo durante a primeira operação, por exemplo, menos que 5 ampères.
- Os valores máximos e mínimos dos "sliders" e diagramas podem ser editados diretamente clicando sobre a parte superior e inferior do diagrama. **Figura 36.**

Recomendamos o uso de uma porta COM direta ao invés de usar um conversor USB-to-Serial. Pode ocorrer uma falha na Comunicação como mostra a f**igura 37**, mas normalmente a reconexão é facilmente restabelecida sempre que possível.

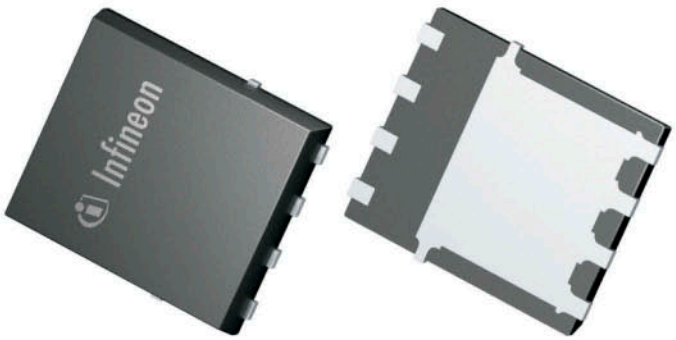
O arquivo "read-me" original está disponível em: **http://migre.me/5N8FQ**

Todos os arquivos, softwares e informações detalhadas da estrutura deste incrível Kit também estão disponíveis para download através do *site* da revista Saber Eletrônica.

Nova Linha de Sensores de Corrente **INFINEON**

TLE/TLI4970 Coroless Magnetic Current Sensor

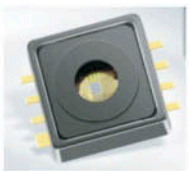
O TLE/TLI4970 é um sensor de corrente de alta precisão baseado na tecnologia Hall da Infineon.
Permite uma perfeita isolação galvânica entre o lado primário (a linha de corrente) e o lado secundário (interface com um microcontrolador).
Este sensor usa o conceito coroless sem um concentrador de fluxo e nenhum efeito de histerese.
Isso permite uma miniaturização do componente significativa se compararmos com as atuais soluções existentes.
É possível utilizar uma saída digital opcional. Portanto, não é necessário o uso de medidores de temperatura, conversores A/D e outras referências, evitando-se assim erros adicionais no sistema.



Características Principais:
Princípio de medição de baixa resistência.
Solução Coroless livre de histerese.
Faixa de medição AC/DC:± 50A.
Precisão melhor que ± 1%.
40Khz / 16bit de resolução.
Isolação Galvânica de até 5kV.
Interface SPI.
Adequado para aplicações automotiva e industrial.
Robustez contra interferência eletromagnética.
Dispositivo plug-and-play de fácil utilização em aplicações automotiva e industriais
Não necessita de calibração na fabricação/aplicação. Isso reduz os custos e o esforços de implementação.
Baixo consumo devido ao seu tamanho reduzido e seu sistema de medição de corrente.
Medição livre de contato. Não gera perdas de potência e se ajusta perfeitamente em sistemas de alta performance.

Aplicações:
Carregadores de Bateria "ON Board" para veículos elétricos.
Inversores fotovoltaicos.
Fontes de alimentação.
Drives, etc.

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

















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

Infineon

(11) 3372-9230

vendas.brasil@infineon.com

www.infineon.com

Distribuidores:

ARROW BRASIL S/A.

(11) 3613-9300

vendas@arrowbrasil.com.br

www.arrowbrasil.com.br

AVNET do Brasil

(11) 5079-2150

vendas@avnet.com

www.em.avnet.com

Farnell Newark

(11) 4066-9400

rnetto@farnellnewark.com

www.farnellnewark.com.br

Curso sobre Arduino

Parte 2

Neste segundo artigo da série "Curso sobre a Tecnologia Arduíno", apresentamos o Software de Desenvolvimento Arduino

Eng. Filipe Pereira

Software - Instalação e Utilização

O Software de desenvolvimento do Arduino é bastante fácil e intuitivo de utilizar, não havendo qualquer nível de dificuldade. Foram estruturados passos de forma a simplificar a sua utilização e instalação.

- O 1º passo consiste em efetuar o *download* do respectivo software de desenvolvimento, através do *site* oficial Arduino (**www.arduino.cc**). A última versão disponível aparecerá na parte superior da página, como mostra a **figura 1**, sendo só necessário escolher a versão apropriada para o sistema operativo com que estamos trabalhando. Atualmente, a versão mais recente é a 0016, mas quando o leitor estiver lendo este tutorial muito provavelmente já deve haver uma versão mais avançada. Veja a **figura 2**.
- O 2º passo consiste em descompactar o fichário ".ZIP" (versão Windows e Mac OS) ou ".tgz" (versão Linux) para uma pasta de sua escolha. Selecione uma pasta de destino final, pois o programa não necessita de instalação. Utilizando o sistema operacional Windows, o conteúdo da pasta, mostrado na **figura 3**, deverá ser o seguinte:
- O 3º passo consiste em ligar a placa de desenvolvimento ao computador e instalar os *drivers FTDI* para permitir uma conversão de USB para série. A representação do *pinout* de um FTDI é a ilustrada na **figura 4**:
- Os drivers encontram-se disponíveis na pasta do Software Arduino – que foi descompactado no passo 2 - ou se preferir pode sempre retirar os drivers mais atualizados do site oficial FTDI - **www.ftdichip.com.**
- O 4º passo consiste em configurar a porta série a ser usada e qual o tipo de modelo Arduino, que estamos utilizando. Para tal, necessitamos de abrir o Software de desenvolvimento e escolher na barra de separadores a opção "Tools". Observe a **figura 5.**
- O 5º e último passo para a utilização do Software consiste em elaborar o seu Sketch, compilar e, caso não tenha erros, fazer o *uploading* para a placa de desenvolvimento Arduino. **Figura 6.**

Referências:

Apontamentos de sistemas digitais, Eng. Filipe Pereira

Arduino datasheets

www.arduino.cc

Ciclo de Desenvolvimento

Um resumo do referido anteriormente pode ser encontrado na figura seguinte, que demonstra os passos necessários para elaborar uma aplicação (após ter feito a instalação do Software) de uma forma esquemática e a qual se pode designar por Ciclo de Desenvolvimento (**figura 7**).

A análise da figura anterior permite fazer um resumo possível de todas as fases necessárias até a execução do programa criado, sendo muito importante a sua compreensão e apreensão. A **figura 8** visa dar outra perspectiva ao exposto na figura 7, tentando fazer compreender uma vez mais qual é o ciclo de desenvolvimento da plataforma de desenvolvimento Arduino.

Caso se pretenda interagir com outro tipo de Software com a plataforma de desenvolvimento Arduino, pode-se recorrer ao separador "Playground" (**figura 9**), podendo encontrar inúmeras referências de interação do Arduino com outro Software de desenvolvimento (por exemplo: Processing, Mathematica, MatLab, entre outros).

Índice de Instruções

Neste curso, vão ser referidas as mais importantes instruções básicas do ambiente de desenvolvimento Arduino, sem recorrer a bibliotecas externas, sendo estas enumeradas por tipo de aplicação. Antes de abordar algumas das instruções possíveis numa linguagem de alto nível, podemos fazer uma breve abordagem para analisar qual a classificação a atribuir ao microcontrolador em estudo.

Podemos classificar os processadores tendo em conta o seu conjunto de instruções em duas categorias:

- **CISC** (*Complex Instruction Set Computers*);
- **RISC** (*Reduced Instruction Set Computers*).

Baseando-se a arquitetura CISC num conjunto de instruções com modos de endereçamento bastante complexos. Ao utilizar este tipo de arquitetura, é permitido elaborar programas bastante compactos e codificáveis quando recorremos a um uso reduzido de instruções. Alguns dos inconvenientes deste tipo de arquitetura são baseados no elevado tempo de ciclos de relógio, necessário para executar cada uma das suas instruções. Outro inconveniente é a existência de variados modos de endereçamento.



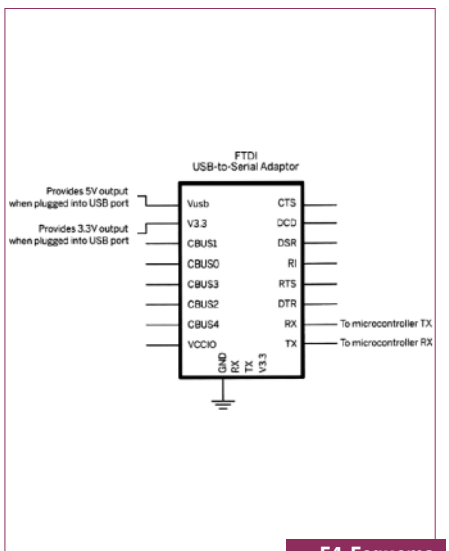
F1. Arduino - Parte superior do site oficial.



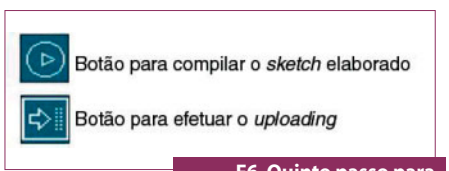
F2. Arduino 0022 - versão mais avançada.



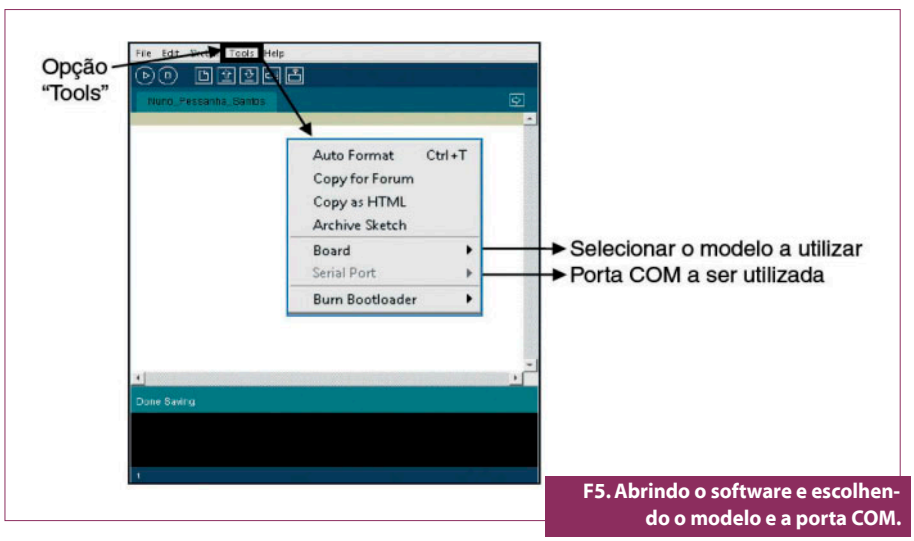
F3. Conteúdo da pasta que contém o software.



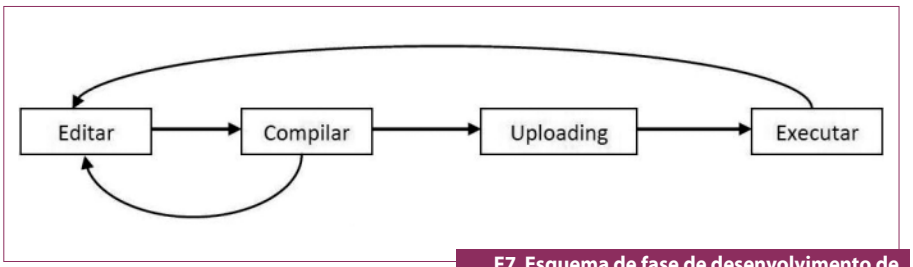
F4. Esquema de um FTDI.



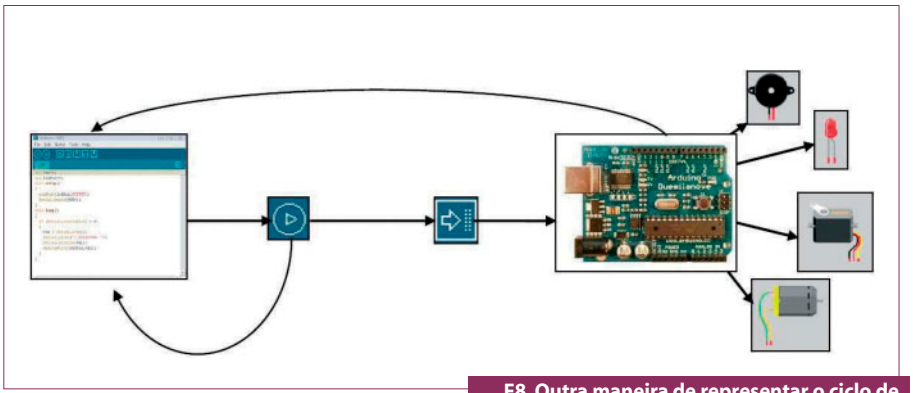
F6. Quinto passo para utilização do software.



F5. Abrindo o software e escolhendo o modelo e a porta COM.



F7. Esquema de fase de desenvolvimento de uma aplicação (ciclo de desenvolvimento).



F8. Outra maneira de representar o ciclo de desenvolvimento de uma aplicação.



F9. Separador "Playground" na parte superior do site oficial do Arduino.

Por outro lado, os processadores baseados em arquiteturas do tipo **RISC** apresentam um conjunto de instruções bastante reduzido, possibilitando assim obter uma enorme simplicidade e um tempo de execução menor por instrução que a arquitetura CISC, conseguindo, então, com um conjunto de instruções básicas com tempos de execução menores, obter, no final, velocidades de processamento mais elevadas que a arquitetura CISC.

Na sua versão mais simples, pode afirmar-se que os processadores **RISC possuem os seguintes tipos de instruções:**

- Instruções lógicas e aritméticas sobre registros;
- Instruções de transferência de dados entre memória e registros;
- Instruções de controle.

No *datasheet* dos microcontroladores utilizados nos modelos do Arduino, pode-se perceber que estamos perante microcontroladores baseados numa arquitetura "advanced **RISC".**

Funções Base - void setup()

Descrição: Esta função é executada apenas uma vez e é normalmente utilizada para executar a inicialização de variáveis, a inicialização da utilização de bibliotecas (não confundir com declaração de bibliotecas), a definição dos pinos (como *input* ou *output*), o início do uso de comunicação série, entre outros. Esta função apenas volta a ser executada ao ser efetuado o *reset*, ou quando se desligar e voltar a ligar a placa de desenvolvimento Arduino.

Exemplo:

```
(1) int botao=3; // Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "botao" inicializada com o valor "3".
(2) void setup() {
(3) Serial.begin(9600); // Permite a inicialização da comunicação Série.
(4) pinMode(botao,INPUT); // Permite definir o pino 3 como "INPUT".
(5) }
(6) void loop(){
(7) (.....)
(8) }
```

Funções Base - void loop()

Descrição: Esta função faz um "loop" sucessivo (como o próprio nome indica), ou seja, todos os comandos existentes no interior desta função são sucessivamente repetidos, o que pode permitir a leitura sucessiva de portas, a leitura sucessiva de parâmetros provenientes de sensores externos e atuar de acordo com as condições estabelecidas, entre muitas outras aplicações, bastando apenas ter criatividade.

Exemplo:

```
(1) int botao=3,val; // Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "botao" inicializada com o valor "3" e de uma variável do mesmo tipo com o nome "val"
(2) void setup() {
(3) Serial.begin(9600); // Permite a inicialização da comunicação Série
(4) pinMode(botao,INPUT); // Permite definir o pino 3 como "INPUT"
(5) pinMode(13,OUTPUT); // Permite definir o pino 13 como "OUTPUT"
(6) }
(7) void loop(){
(8) val=analogRead(botao); // Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"
(9) if(val>=500){ // Ciclo if que testa a condição - "val>=500" (maior ou igual a 500)
(10) digitalWrite(13,HIGH); // Se a condição for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "HIGH" (5 V)
(11) }
(12) }
```

Nota: As funções atrás descritas têm de ser necessariamente do tipo "void", ou seja, não podem retornar qualquer valor depois da sua execução.

Resumindo

As funções "void setup()"e "void loop()" são de caráter obrigatório, ou seja, mesmo que não necessária a sua utilização, deverão constar no código utilizado. E apenas serão chamadas funções externas que constem na função "void loop()". Um resumo dos subcapítulos anteriores encontra-se expresso no exemplo seguinte:

Exemplo:

```
Declaração de variáveis globais;
void setup(){
Instrução 1;     Conjunto de intruções
Instrução 2;     apenas executados
```

```
(...)                    uma vez, na inicialização
}                        do programa a executar

void loop (){            Conjunto de instruções
Instrução 6;             que é executado
Instrução 9;             em "loop"
Função1();
(...)
}
```

Tipos de variáveis disponíveis

Variável do Tipo Boolean

Descrição: Uma variável deste tipo apenas pode tomar dois valores distintos - "true" ou "false". Esta variável reserva 1 byte de memória para a sua utilização.

Sintaxe:

```
boolean variável = "valor";
```

Quando é referido acima a "valor", nos referimos a "true" ou "false".

Exemplo:

```
(1) int entrada_analogica=3,val,i=0,f[10];
```
// Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "entrada_analógica" inicializada com o valor "3", de uma variável do mesmo tipo com o nome "val" não inicializada, "i" inicializada com o valor "0" e de um vetor "f[]" com 11 posições de memória do mesmo tipo (integer).

```
(2) boolean teste = false;
```
// Definição de uma variável do tipo boolean inicializada com "false"

```
(3) void setup() {
(4) Serial.begin(9600);
```
// Permite a inicialização da comunicação Série

```
(5) pinMode(entrada_analogica,INPUT);
```
// Permite definir o pino 3 como "INPUT"

```
(6) }
(7) void loop(){
(8) do{
```
//Permite definir o início do ciclo

```
(9) val=analogRead(entrada_analogica);
```
// Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"

```
(10) f[i]=val:
```
//Atribui o valor da variável "val" ao vetor "f[i]", ou seja, permite preencher o vetor com valores provenientes do pino analógico 3

```
(11) i++;
```
// Incremento do valor de "i" inicialmente a zero, instrução semelhante a "i=i+1"

```
(12) teste = !teste;
```
//modifica o valor atribuído à variável booleana "teste" o seu oposto (se "true" fica "false", e vice-versa)

```
(13)}
(14) while(i<=10);
```
// Se a condição se verificar repete o ciclo, caso não se verifique o ciclo termina

```
(15) }
```

Variável do tipo float vs double

Descrição: A variável do tipo float apresenta uma maior resolução, face às variáveis do tipo integer. São reservados em memória 4 bytes (32 bits), para armazenar o seu conteúdo. Este tipo de variável pode conter valores no intervalo de $-3{,}4028235*10^{38}$ e $3{,}4028235*10^{38}$. Paralelamente, o conceito de *double* leva-nos a considerar uma variável que possua o dobro da precisão de uma variável do tipo float, apesar de no contexto de estudo a declaração de uma variável do tipo float ou do tipo double ser igual. Ou seja, não existe um incremento de precisão mantendo-se o mesmo espaço reservado de memória para ambos os tipos no Arduino.

Sintaxe:

```
float variável = valor;
double variável = valor;
```

Exemplos:

```
float exemplo = 1.589;
```
// Declara uma variável do tipo "float" e atribui-lhe o valor de "1.589"

```
double exemplo_1 = 1.589;
```
// Declara uma variável do tipo "double" e atribui-lhe o valor de "1.589"

Variável do Tipo array e a Noção de string

Descrição: É considerado um array, um vetor de variáveis do mesmo tipo ao qual se pode acessar através do seu respectivo índice. O conceito de *string* é comumente utilizado para designar um vetor de variáveis do tipo char.

Sintaxe:

```
tipo_variável nome_variável[índice] = valor;
```

Ao declarar um índice de valor 10, estamos na verdade reservando 11 espaços na memória para a variável do tipo declarado. Pois, também, temos de contar com o índice zero, este fator torna-se muitas vezes objeto de erro.

Exemplos:

```
float exemplo[10];
```
//Declaração de um vetor com 11 "espaços", do tipo "float"

```
float exemplo_2[]={1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
```
//Declaração de um vetor do tipo" float", que vai ter um índice compreendido entre 0 e 9

```
char exemplo_3[11]="Hello World";
```
//Declaração de uma string

```
char exemplo_4[11]={'H','E','L','L','O',
' ','W','O','R','L','D'};
```
//Declaração de uma string, com o conteúdo semelhante ao exemplo anterior, mas com outra forma de colocar o mesmo conteúdo

Funções - Input/ Output digital

pinMode()

Descrição: Ao recorrer a esta instrução, é possível configurar o modo de comportamento de um determinado pino, possibilitando assim defini-lo como input ou output, esta definição normalmente é efetuada recorrendo à função "void setup()".

Sintaxe:

```
pinMode(Número do pino, Modo);
```

O "Modo" acima descrito pode ser definido da seguinte forma:

"INPUT"

Exemplo:

```
(1) int botao=3,val;
```
//Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "botao" inicializada com o valor "3" e de uma variável do mesmo tipo com o nome "val" não inicializada com nenhum valor

```
(2) void setup() {
(3) Serial.begin(9600);
```
//Permite a inicialização da comunicação Série

```
(4) pinMode(botao,INPUT);
```
//Permite definir o pino 3 como "INPUT"

```
(5) pinMode(13,OUTPUT);
```
//Permite definir o pino 13 como "OUTPUT"

```
(6) }
(7) void loop(){
(8) val=analogRead(botao);
```
//Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"

```
(9) if(val>=500)
```
//Ciclo if que testa a condição – "val>=500" (maior ou igual a 500)

```
(10) digitalWrite(13,HIGH);
```
//Se a condição for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "HIGH" (5 V)

```
(11) }
(12) }
```

digitalWrite()

Descrição: Possibilita, nos pinos configurados como output através da instrução "pinMode", estabelecer a saída dos respectivos pinos com o valor lógico 1 (HIGH – 5 V) ou com o valor lógico 0 (LOW – 0 V).

Sintaxe:

digitalWrite(Número do pino, Modo);

O "Modo" acima descrito, pode ser definido como:

"HIGH"

"LOW"

Exemplo:

```
(1) int botao=3,val; //Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "botao" inicializada com o valor "3" e de uma variável do mesmo tipo com o nome "val" não inicializada com nenhum valor
(2) void setup() {
(3) Serial.begin(9600); //Permite a inicialização da comunicação Série
(4) pinMode(botao,INPUT); //Permite definir o pino 3 como "INPUT"
(5) pinMode(13,OUTPUT); //Permite definir o pino 13 como "OUTPUT"
(6) }
(7) void loop(){
(8) val=analogRead(botao); //Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"
(9) if(val>=500) //Ciclo if que testa a condição - "val>=500" (maior ou igual a 500)
(10) digitalWrite(13,HIGH); //Se a condição for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "HIGH" (5 V)
(11) }
(12) }
```

digitalRead()

Descrição: Possibilita a leitura de uma entrada digital específica, retornando um valor no formato integer (int). Se obtivermos um valor de retorno de "1", estamos perante uma leitura do tipo "HIGH" (valor lógico 1). Se tal não se verificar, e tivermos um valor de retorno igual a "0", estaremos perante uma leitura do tipo "LOW" (valor lógico 0).

Sintaxe:

Variável do tipo integer = digitalRead(Número do pino);

Exemplo:

```
(1) int botao=3,val; //Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "botao" inicializada com o valor "3" e de uma variável do mesmo tipo com o nome "val" não inicializada com nenhum valor
(2) void setup() {
(3) Serial.begin(9600); //Permite a inicialização da comunicação Série
(4) pinMode(botao,INPUT); //Permite definir o pino 3 como "INPUT"
(5) pinMode(13,OUTPUT); //Permite definir o pino 13 como "OUTPUT"
(6) }
(7) void loop(){
(8) val=digitalRead(botao); //Permite a leitura do valor do pino 3 digital atribuindo o seu valor à variável "val"
(9) if(val==1) //Ciclo if que testa a condição - "val>=500" (maior ou igual a 500)
(10) digitalWrite(13,HIGH); //Se a condição for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "HIGH" (5 V)
(11) }
(12) else{ //Caso a condição do ciclo if não se verifique
(13) digitalWrite(13,LOW); //Se a condição não for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "LOW" (0 V)
(14) }
(15) }
```

Ciclo If...else

```
(1) int botao=3,val; //Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "botao" inicializada com o valor "3" e de uma variável do mesmo tipo com o nome "val"
(2) void setup() {
(3) Serial.begin(9600); //Permite a inicialização da comunicação Série
(4) pinMode(botao,INPUT); //Permite definir o pino 3 como "INPUT"
(5) pinMode(13,OUTPUT); //Permite definir o pino 13 como "OUTPUT"
(6) }
(7) void loop(){
(8) val=analogRead(botao); //Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"
(9) if(val>=500) //Ciclo if que testa a condição - "val>=500" (maior ou igual a 500)
(10) digitalWrite(13,HIGH); //Se a condição for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "HIGH" (5 V)
(12) else
(13) digitalWrite(13,LOW); //Se a condição não for verificada, é atribuído ao pino digital 13 a condição "LOW" (0 V)
(14) }
```

Ciclo for

```
int entrada_analogica=3,val,f[10],i; // Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "entrada_analógica" inicializada com o valor "3", de variáveis do mesmo tipo com o nome "val" e "i" não inicializada, e de um vector "f[ ]" com 11 posições de memória do mesmo tipo (integer).
void setup()
{
Serial.begin(9600); // Permite a inicialização da comunicação Série
pinMode(entrada_analogica,INPUT); // Permite definir o pino 3 como "INPUT"
}
void loop(){
(7) for(i=0;i<=10;i++) // Ciclo for que é percorrido 11 vezes, "i<=10" com i a começar no valor "0"
{
val=analogRead(entrada_analogica); //Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"
(9) f[i]=val; //Atribui o valor da variável "val" ao vetor "f[i]", ou seja, permite preencher o vetor com 11 valores do pino analógico 3
}
}
```

Ciclo switch/case

```
int entrada_analogica=3,val; // Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "entrada_analógica" inicializada com o valor "3" e de uma variável do mesmo tipo com o nome "val"
void setup()
{
Serial.begin(9600); // Permite a inicialização da comunicação Série
pinMode(entrada_analogica,INPUT); //Permite definir o pino 3 como "INPUT"
pinMode(13,OUTPUT); // Permite definir o pino 13 como "OUTPUT"
}
void loop()
{
val=analogRead(entrada_analogica); //Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"
switch(val){ // Ciclo switch, sendo "val" a variável a "testar"
case 500: // condição de "teste", se val == 500 (igual a 500)
digitalWrite(13,HIGH); // Se a condição da linha 10 se verificar, esta instrução é executada
break; // Instrução que permite terminar o ciclo
default: //Se nenhuma das condições se verificar (o seu uso é opcional)
digitalWrite(13,LOW); //Instrução que
```

é executada se a condição do ciclo switch não se verificar

}

}

Ciclo while

(1) int entrada_analogica=3,val,i=0,f[10]; // Declaração de uma variável do tipo inteir0, com o nome "entrada_analógica" inicializada com o valor "3", de variáveis do mesmo tipo com o nome "val" não inicializada, "i" inicializada com o valor "0" e de um vetor "f[ ]" com 11 posições de memória do mesmo tipo (inteiro).

(2) void setup() {

(3) Serial.begin(9600); //Permite a inicialização da comunicação Série

(4) pinMode(entrada_analógica,INPUT); //Permite definir o pino 3 como "INPUT"

(5) }

(6) void loop(){

(7) while(i<=10){ // ciclo while, com a condição "i<=10"

(8) val=analogRead(entrada_analogica); // Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"

(9) f[i]=val; //Atribui o valor da variável "val" ao vetor "f[i]", ou seja, permite preencher o vetor com valores provenientes do pino analógico 3

(10) i++; // Incremento do valor de "i" inicialmente a zero, instrução semelhante a "i=i+1"

(11) }

(12) }

Ciclo do...while

(1) int entrada_analógica=3,val,i=0,f[10]; //Declaração de uma variável do tipo integer, com o nome "entrada_analógica" inicializada com o valor "3", de uma variável do mesmo tipo com o nome "val" não inicializada, "i" inicializada com o valor "0" e de um vetor "f[]" com 11 posições de memória do mesmo tipo (integer).

(2) void setup() {

(3) Serial.begin(9600); //Permite a inicialização da comunicação Série

(4) pinMode(entrada_analógica,INPUT); //Permite definir o pino 3 como "INPUT"

(5) }

(6) void loop(){

(7) do{ //Permite definir o início do ciclo

(8) val=analogRead(entrada_analógica); // Permite a leitura analógica do valor do pino 3 atribuindo o seu valor à variável "val"

(9) f[i]=val: //Atribui o valor da variável "val" ao vetor "f[i]", ou seja, permite preencher o vetor com valores provenientes do pino analógico 3

(10) i++; // Incremento do valor de "i" inicialmente a zero, instrução semelhante a "i=i+1"

(11)}

(12) while(i<=10); // Se a condição se verificar repete o ciclo, caso não se verifique o ciclo termina

(13) }





PWM, na prática

Como esse parâmetro pode influenciar o desempenho dos inversores de freqüência

Alexandre Capelli

Definição de PWM

PWM (*Pulse Width Modulation*), ou modulação por largura de pulso, é uma técnica que permite o controle da potência aplicada a uma carga através da largura dos pulsos de excitação da sua etapa de potência (transistores drivers, tiristores, módulos IGBTs, etc.). A **figura 1** mostra um resumo do processo.

Notem que, quanto mais largo for o pulso de excitação, maior será a potência na carga, e quanto mais estreito, menor será ela.

Essa técnica é aplicada em uma infinidade de circuitos e dispositivos, sendo os mais populares as fontes chaveadas e os inversores de frequência. Nas fontes a frequência de chaveamento PWM é fixa, isto é, determinada no projeto. Já nos inversores ela pode ser alterada através dos parâmetros do equipamento. Ainda neste artigo veremos as implicações na performance do inversor em função dessa frequência.

"Mas, como posso obter um circuito PWM?"

Existem vários circuitos integrados projetados para essa função. Algumas vezes, o próprio processador do equipamento já fornece o sinal PWM, porém, a **figura 2** ilustra o diagrama simplificado desse circuito em sua versão analógica e discreta. Conforme podemos observar, um amplificador operacional em malha aberta (sem realimentação) compara dois sinais: dente de serra, e nível DC. Como o sinal dente de serra está aplicado à entrada inversora, enquanto o sinal DC (aplicado à entrada de referência) tiver amplitude menor que ele, a saída do amplificador operacional será zero volt (limite inferior da fonte de alimentação). Quando o nível DC ultrapassar a amplitude do sinal dente de serra, a saída do amplificador operacional será +Vcc (limite superior da fonte de alimentação). Controlando a amplitude do nível DC, portanto, controlamos também a largura do pulso, vide **figura 3**.

Estrutura do Inversor de Frequência

Agora que já temos uma ideia sobre PWM, vamos a uma breve explanação sobre a estrutura dos inversores de frequência.

A **figura 4** apresenta o diagrama de blocos típico de um inversor.

A etapa de potência é constituída por seis transistores IGBTs que, normalmente, vêm todos integrados em um único módulo.

Esses transistores são ativados três a três, de modo a proporcionar a forma de onda exibida na **figura 5** ao motor. Através dessa sequência de chaveamento, é que podemos "converter" a tensão contínua presente no barramento DC do inversor em uma tensão AC para o motor. O módulo da lógica de disparo é responsável por esta função.

Como já sabemos, a velocidade de um motor de corrente alternada depende da frequência da sua tensão de alimentação segundo a fórmula:

$$n = 120 \cdot f/p$$

onde:

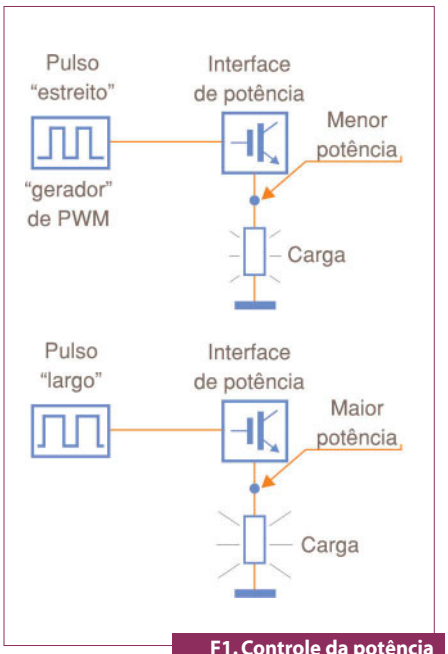
n = velocidade de rotação, em rpm.

f = frequência da tensão de alimentação, em Hz.

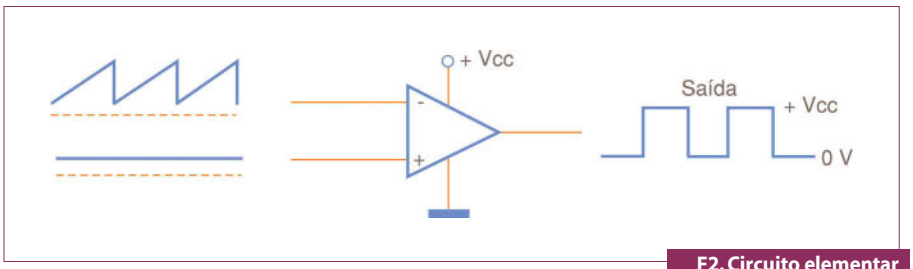
p = número de polos do motor.

Ora, uma vez que a velocidade é diretamente proporcional à frequência, controlando a frequência com que os IGBTs são disparados, estaremos controlando também a velocidade de rotação do motor.

"Mas, qual é a relação do PWM com tudo isso?"



F1. Controle da potência através do PWM.



F2. Circuito elementar de PWM.

Até agora nenhuma, porém, para que o torque do motor se mantenha constante temos que respeitar a curva V/f (tensão sobre frequência).

Nos inversores escalares, quando aumentamos ou diminuímos a frequência da alimentação do motor a fim de variar sua velocidade, temos de aumentar ou diminuir a tensão de alimentação na mesma proporção. Caso contrário, o motor não terá uma variação suave. Isso é o que chamamos de curva V/f, e caso essa razão não permaneça constante, o motor mudará sua velocidade "aos trancos".

"Mas, como variar a tensão sobre o motor se ela tem um valor fixo, oriundo da retificação da rede elétrica?"

Através do PWM. Quando mudamos a velocidade com que os IGBTs são ativados, mudamos, na mesma proporção, a velocidade de rotação do motor.

O módulo de controle do inversor ao fazê-lo, também altera a largura de cada pulso. Assim, com a modulação da largura do pulso, controlamos a tensão aplicada ao motor.

Aspectos da Frequência PWM em Inversores

Conforme já visto, a frequência de PWM pode ser alterada através de um parâmetro de inversor. Valores típicos estão na faixa 2,5 kHz a 15 kHz.

"Mas, qual o melhor valor a ser usado?" Esse é um assunto polêmico, visto que não há nenhuma norma específica de padronização. Portanto, o valor ideal dependerá de cada aplicação.

A seguir, mostraremos os quatro principais aspectos a serem considerados na escolha da frequência de PWM: ruído, vibração, rendimento, e corrente nos mancais.

Produtos e soluções,
inovações e tendências

Experiência na Europa # 1 plataforma para automação elétrica ...

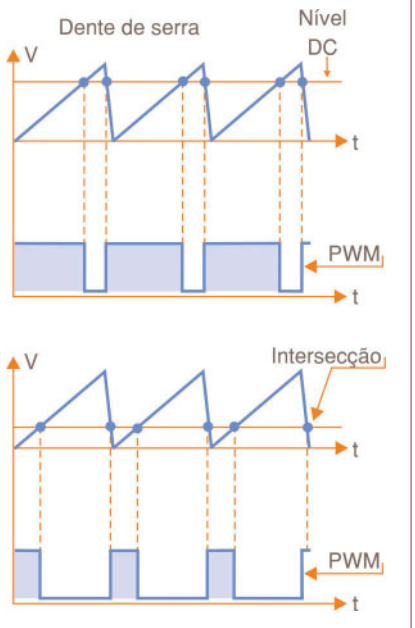
- Tecnologia de controle
- IPCs
- Sistemas de drives e componentes
- Dispositivos interface-máquina-homem
- Componentes eletromecânicos e equipamentos periféricos
- Comunicação industrial
- Software industrial
- Tecnologia de interface
- Tecnologia de sensores

SPS/IPC/DRIVES/
Automação Elétrica
Sistemas e componentes
Exposição e conferência
22 - 24 Nov. 2011
Nuremberg

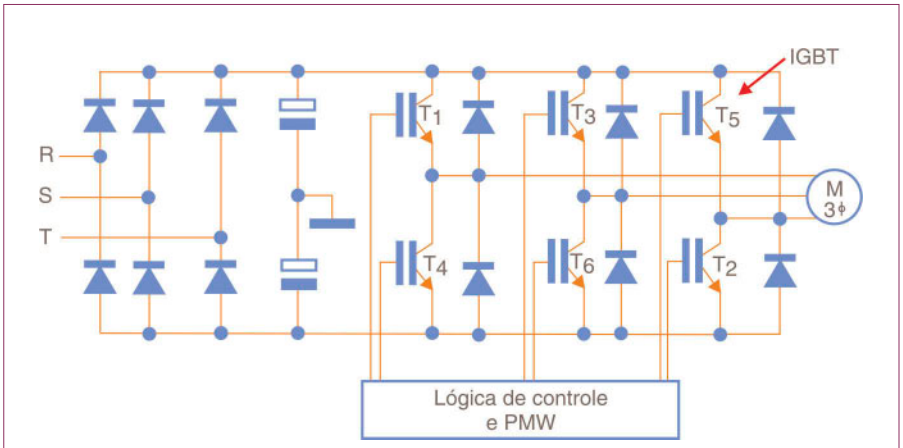
Seu bilhete para entrada gratuita
www.mesago.com/sps/tickets

Você pode receber mais informações no telefone +49 711 61946-828 ou sps@mesago.com

Mesago Messe Management



F3. Comparação entre o sinal dente-de-serra e o nível DC na geração de PWM.



F4. Estrutura do inversor.

a) Ruído:

Quando acionamos um motor AC através de um inversor de frequência, logo notamos um ruído sonoro característico do motor. Isso ocorre devido às harmônicas da tensão fornecida ao motor pelo inversor.

Quando aumentamos a frequência de PWM para valores acima de 10 kHz, notamos uma melhora significativa. Isso se deve ao fato de que, em alta frequência, a forma de onda sintetizada pelo inversor aproxima-se mais de uma onda senoidal.

"Isso significa que quanto maior a frequência de PWM, mais silencioso roda o motor?"

Sim, mas estamos falando de ruído sonoro. Infelizmente, ao aumentarmos a frequência de PWM diminuímos o ruído sonoro, porém, aumentamos o ruído eletromagnético (EMI).

Muitas vezes, a EMI pode causar mau funcionamento na máquina onde o inversor está, ou até em sistemas próximos a ele. Portanto, ao aumentarmos a frequência de PWM, devemos ter cuidado extra na proteção contra EMI (filtros, blindagem, etc.)

b) Vibração:

A vibração mecânica, analogamente ao ruído sonoro, é inversamente proporcional à frequência de PWM. Portanto, melhora ao se elevar a frequência de chaveamento.

c) Rendimento:

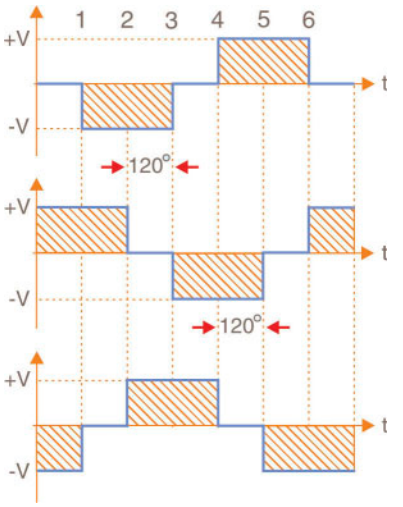
Além da alta EMI (*eletromagnetc interference*), um outro fator que "sofre" com o aumento da frequência PWM é o rendimento do inversor. Quanto mais alta for a frequência de chaveamento, pior será o rendimento do inversor. Isso significa que a potência de saída diminui, pois a corrente na saída do inversor ("entrada" do motor) é menor.

d) Corrente nos mancais:

As harmônicas geradas pela alta frequência de PWM geram um acúmulo de carga estática no rotor do motor. Isso ocorre porque a graxa dos rolamentos impede que o rotor se descarregue continuamente.

Ora, chegará um momento que as cargas acumuladas atingirão tamanho potencial que a descarga para o terra será inevitável. O único caminho disponível entre o rotor e o terra, entretanto, são os rolamentos dos mancais.

Uma vez que a capacidade dielétrica se rompa, e haja a descarga, a superfície dos rolamentos será danificada causando a falha prematura desse elemento.



	Vrs	Vst	Vtr	
T_1,T_2,T_3	0	+V	-V	(1º tempo)
T_2,T_3,T_4	-V	+V	0	(2º tempo)
T_3,T_4,T_5	-V	0	+V	(3º tempo)
T_4,T_5,T_6	0	-V	+V	(4º tempo)
T_5,T_6,T_1	+V	-V	0	(5º tempo)
T_6,T_1,T_2	+V	0	-V	(6º tempo)

F5. Formas de onda do inversor de freqüência.

Conclusão

Como o leitor pôde notar, a escolha do valor da frequência de PWM não é simples. Se o aumento dela melhora alguns aspectos, piora outros.

Dependendo do caso, talvez, um valor intermediário seja a melhor solução (7,5 kHz, por exemplo). Porém, esse valor deve ser "calculado" de acordo com os pontos fracos e fortes da máquina ou sistema.

Acredito até que "calculado" não é bem o melhor termo, visto que sua determinação será um processo empírico.

Dado que é impossível prever em que condições o inversor irá operar, bem como a sensibilidade do ambiente ao seu redor, não há uma fórmula ou uma norma específica para a determinação do valor desse parâmetro. O método de tentativa e erro, ainda é a melhor solução. E

VARIEDADE.
VERSATILIDADE.
VELOCIDADE.

PRODUTO

- Ampla variedade de interconexões de placas com empilhamento
- Passo de 0,4 mm a 5,08 mm
- Perfil baixo (4 mm) a elevado (30 mm)
- Sistemas robustos
- Alimentação para a placa
- IDC, fiação discreta, circuitos flexíveis
- Alta velocidade e micro

CONNECTORS · MICRO · SIGNAL INTEGRITY · CUSTOMS · CABLES · PANEL & I/O · RUGGED

SUDDEN SERVICE®

ATENDIMENTO

WORLD DIRECT

- Remessas diretas para todo o mundo, 3-4 dias úteis até sua porta
- Os menores prazos de entrega da industria
- Liberação na alfândega pela Samtec America Latina
- Preços globais/amostras globais
- Todas as amostras enviadas em 24 horas
- Solutionator on-line de projeto/construção/ pedidos

SUDDEN samtec SAMPLE

SOLUTIONATOR®
DESIGN IN A MINUTE • SHIP IN A WEEK



www.samtec.com

SAMTEC AMERICA LATINA COMERCIO EXTERIOR LTDA
Rua Alagoas Nr 1460 • Sala 805 • Bairro Savassi • 30130-160 Belo Horizonte / MG • Brasil
Tel: +55 31 3786 3227 • Fax: +55 31 3786 3229 • E-mail: brazilsales@samtec.com

O que você precisa saber sobre Fator de Potência

A eficiência de um sistema de distribuição de energia elétrica depende da forma como os dispositivos alimentados se comportam nesse circuito. O comportamento de um dispositivo alimentado por uma rede de corrente alternada pode ser avaliado pelo que se denomina "fator de potência". Um fator de potência baixo significa perdas que devem ser levadas em conta em qualquer tipo de instalação. O fator de potência é especialmente importante quando se trata da alimentação de um motor, e qualquer alteração que o leve a valores indesejáveis deve ser corrigida. O que é o fator de potência e como fazer sua correção são os assunto deste artigo.

Newton C. Braga

O fator de potência é dado pela relação entre os quilowatts (kW) e os quilovolt-ampères (kVA) drenados por uma carga ligada a uma rede de corrente alternada, conforme mostra a **figura 1**.

Ora, dirá o leitor, W = V x A, o que significa que kW é o mesmo que kVA. Não é verdade, se num circuito de corrente alternada a tensão (V) e a corrente (A) estiverem defasadas.

É justamente este defasamento que determina a eficiência de uma carga ao aproveitar a energia que lhe é fornecida. A carga ideal deve ser resistiva, ou seja, se comportar como um resistor puro, não havendo defasamento entre a corrente e a tensão. No entanto, na prática, as cargas se comportam como indutores (como os motores) ou como capacitores, e aí temos os problemas.

A potência em kW mede a energia que realmente é consumida pela carga, enquanto que os kVA medem a potência aparente.

A divisão de um valor por outro, que resulta sempre em um número igual ou menor a 1, nos dá o que denominamos fator de potência, conforme ilustra a **figura 2**.

Os valores baixos do fator de potência, são devidos normalmente a cargas que possuem bobinas, ou seja, altamente indutivas como, por exemplo, motores, transformadores, reatores, fontes chaveadas e muitos outros dispositivos elétricos e eletrônicos.

Na maioria dos casos, um fator de potência pobre se deve a uma simples defasagem entre a corrente e a tensão. Todavia, existem casos em que esse fator baixo se deve a deformação das formas de onda causadas pela presença de harmônicas.

No primeiro caso, a correção do problema é simples, uma vez que basta usar um banco de capacitores na maioria dos casos. Entretanto, para o segundo caso, a correção é mais complexa exigindo o uso de filtros de harmônicas que são caros, ou mesmo uma alteração no projeto do equipamento.

A correção do fator de potência

O caso mais comum de correção do fator de potência é o que se aplica quando se tem uma carga indutiva, por exemplo, um motor, observe a **figura 3**.

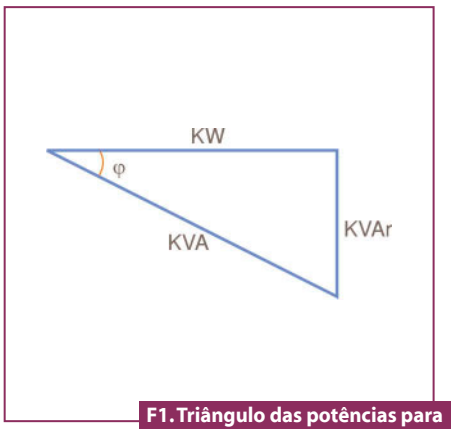
O que se faz é associar capacitores de modo a reduzir a componente indutiva da corrente no circuito e, com isso, reduzir as perdas na alimentação. Este procedimento normalmente não afeta a operação do motor.

Um motor de indução comum drena uma corrente da fonte que tem duas componentes: uma indutiva e outra resistiva. A componente resistiva é formada pela corrente de carga e corrente de perda. Já

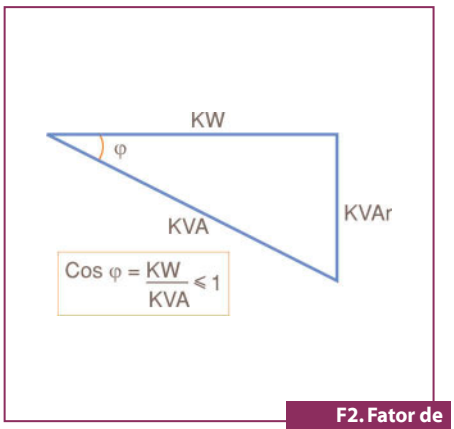
a componente indutiva é formada pela corrente de fuga e a corrente de magnetização. Na **figura 4** mostramos isso na forma de um gráfico.

A corrente devido à fuga de reatância depende da corrente total drenada pelo motor. No entanto, a corrente magnetizadora é independente da carga do motor. Essa corrente está tipicamente entre 20% e 60% da corrente do motor a plena carga.

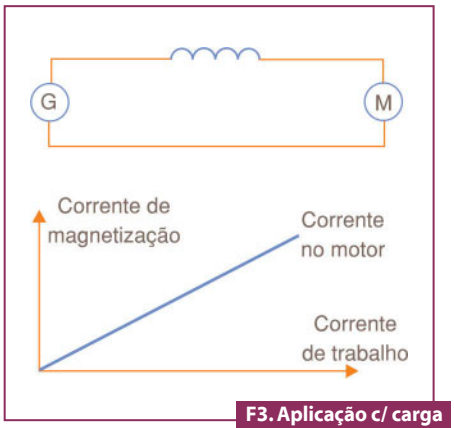
A corrente de magnetização tem por função estabelecer o fluxo no núcleo que determina as forças magnéticas que movimentam o motor, não contribuindo realmente para que o motor opere apropriadamente. Isso faz com que essas componentes não sejam consideradas como potência drenada pelo motor, con-



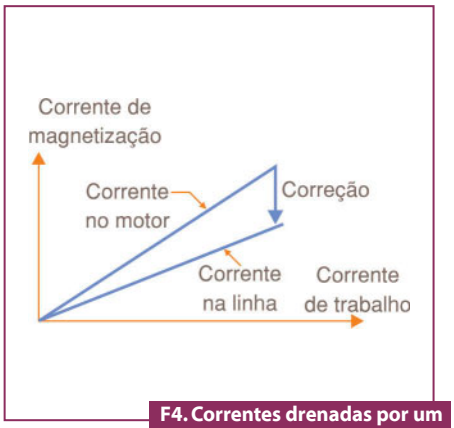
F1. Triângulo das potências para uma carga numa rede CA.



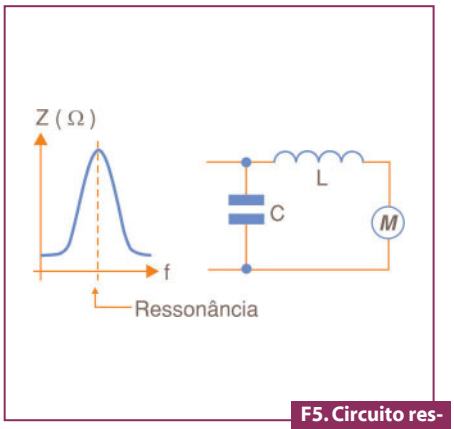
F2. Fator de potência = cosθ



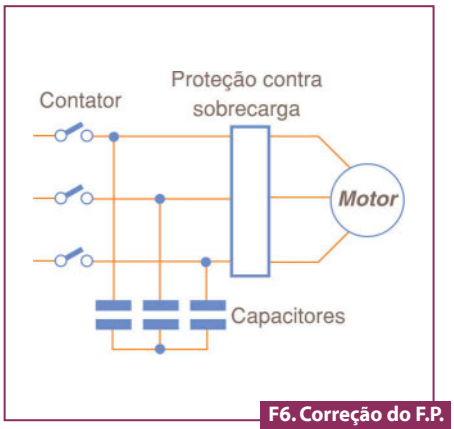
F3. Aplicação c/ carga indutiva (motor).



F4. Correntes drenadas por um motor de indução comum.



F5. Circuito ressonate LC.



F6. Correção do F.P. com um contator.

tudo, elas afetam a potência dissipada no sistema de distribuição.

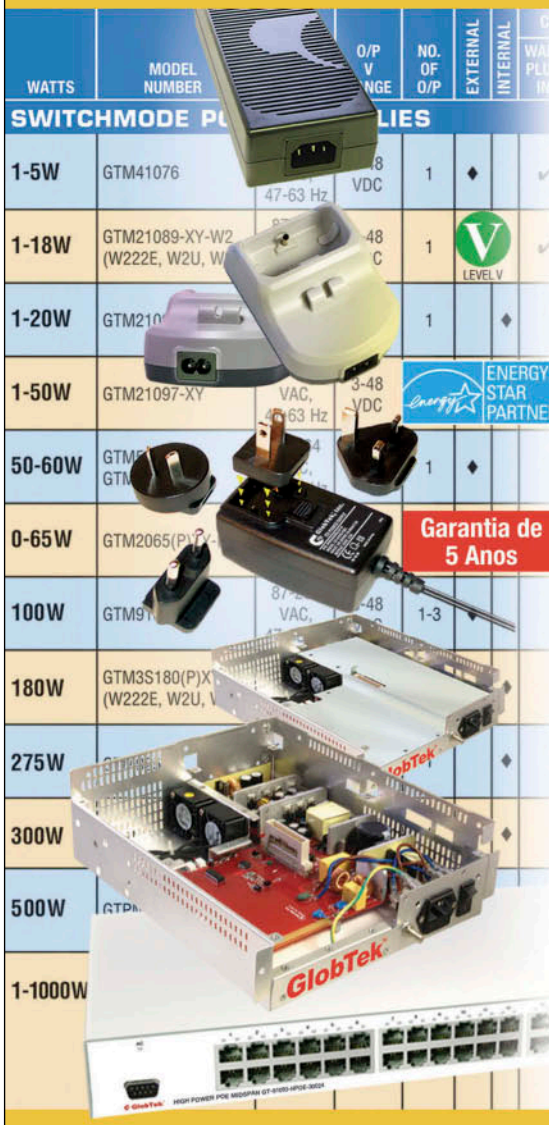
Para corrigir um fator de potência baixo de modo a reduzir as perdas no sistema de distribuição, deve-se neutralizar uma parte da corrente de magnetização do motor. Geralmente, a correção deve ser feita para se levar esse fator a valores entre 0,92 e 0,95.

A correção é feita adicionando-se capacitores em paralelo com o circuito do motor, ou ainda em paralelo com os circuitos de comutação no painel de distribuição. A corrente capacitiva é usada para corrigir a corrente indutiva, conforme exibe o gráfico da figura 4, aumentando assim o fator de potência.

Os capacitores conectados aos *starters* são denominados "Capacitores de Correção do Fator de Potência Estáticos", enquanto que capacitores ligados no

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.



GlobTek®

sales@globtek.com
+1.201.784.1000
+1.201.784.0111

www.globtek.com

CERTIICADO ISO 9001:2008

quadro de distribuição e controlados de forma independente dos starters são denominados corretores "bulk".

Quando o motor é acionado, os capacitores são também alimentados, evitando-se assim a necessidade de qualquer dispositivo de monitoramento ou controle externo do fator de potência. Todavia, existe o problema de que, quando o motor é desligado, os capacitores permanecem ligados em paralelo com seus enrolamentos. Isso significa que a tensão gerada pelas bobinas quando o motor desacelera é aplicada aos capacitores, que então formam um circuito ressonante, veja a **figura 5**.

Se a reatância capacitiva e a reatância indutiva dos dois elementos desse circuito forem iguais quando ocorrer esse fenômeno, ou seja, houver ressonância, podem ser geradas tensões muito altas causando danos tanto aos capacitores como ao próprio motor. Isso quer dizer que a correção do fator de potência não deve levar o circuito a esse ponto crítico. A frequência de ressonância do motor deve estar abaixo da frequência da rede de energia.

A correção estática é utilizada normalmente usando-se um contator para controlar tanto a tensão aplicada ao motor quanto aos capacitores, conforme ilustra a **figura 6**.

Na prática, é melhor usar dois contatores, um para o motor e outro para o banco de capacitores, observe a **figura 7**.

Dada a elevada corrente inicial do banco de capacitores, os contatores devem ser superdimensionados para esta aplicação. Com o uso deste recurso, o problema da ressonância quando o motor é desligado pode ser eliminado.

Inversores de frequência

Corretores estáticos do fator de potência nunca devem ser usados quando o motor é controlado por um inversor ou por um controle variável de velocidade. A conexão dos capacitores na saída de um circuito desse tipo pode causar danos ao circuito, dada a alta frequência de comutação em que eles operam.

A corrente drenada dos inversores pelas cargas que alimentam tem geralmente um fator de potência pobre, principalmente quando a carga está num nível de operação de baixa potência. Mas, a vantagem disso é o isolamento da corrente do motor em relação à rede de energia.

O fator de potência desses dispositivos é pobre, dada a forma de onda não senoidal que fornecem sobre cargas indutivas como são os motores.

Na realidade, a colocação de capacitores de correção de fator de potência próximos da entrada de inversores também pode causar danos. Os capacitores tendem a produzir transientes que são amplificados, resultando em impulsos de alta tensão. Esses impulsos são aplicados à entrada dos circuitos do inversor, o que pode causar sua queima. Dado o armazenamento da energia nos capacitores, esses pulsos podem atingir intensidades elevadas.

Recomenda-se que os capacitores sejam instalados antes dos inversores, mas em distâncias que sejam bem grandes (pelo menos 75 metros) de modo a elevar a impedância entre o inversor e o banco de capacitores.

Soft starters

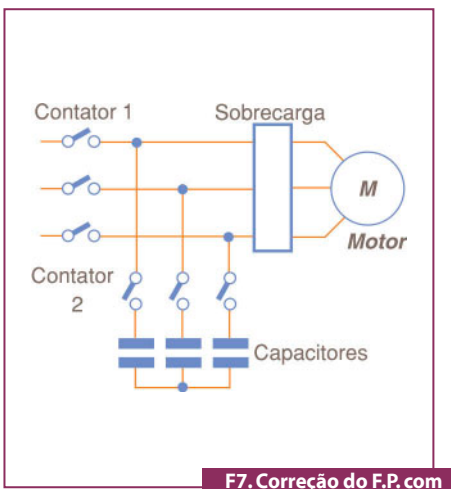
Os bancos de capacitores de correção do fator de potência não devem ser conectados na saída de *soft starters* de estado sólido. Quando tal dispositivo é usado, os capacitores devem ser controlados por um contator separado, conforme ilustra a **figura 8.**

Os capacitores são conectados ao circuito somente após a tensão na saída do soft starter alcançar a tensão de linha. Muitos soft starters possuem saídas "*top of ramp*" (topo de rampa) ou "*Bypass Contactor Control*" (Controle de Contator Bypass) que podem ser empregados para ativar os capacitores de modo automático.

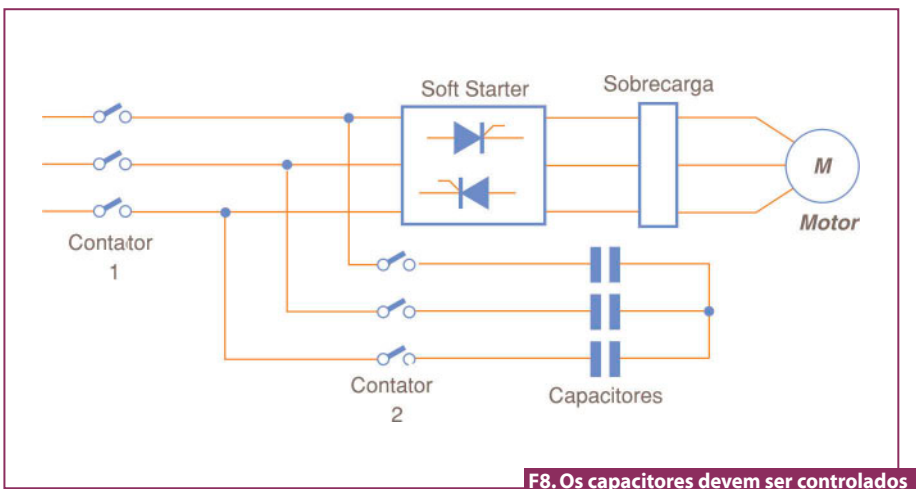
Da mesma forma que no caso dos inversores, a conexão dos capacitores próximo da entrada dos soft starters não deve ser feita, caso um contato de isolamento não seja usado. Os transientes causados pelos capacitores também podem provocar danos pela sua amplificação e atuação sobre os circuitos do soft starter.

Conclusão

Muitos fabricantes de capacitores para correção de fator de potência fornecem elementos que permitem calcular quais devem ser os valores desses componentes para uma determinada aplicação. O importante é saber como usá-los corretamente e como eles podem causar problemas se forem indevidamente instalados. E



F7. Correção do F.P. com dois contatores.



F8. Os capacitores devem ser controlados por um contator separado.

Detecção de Descargas Atmosféricas

Newton C. Braga

Um dos problemas que mais afeta a distribuição de energia (e também sua qualidade) é o causado pelas descargas elétricas - raios - nas linhas de transmissão ou mesmo nas instalações de distribuição. Por esse motivo, a preocupação das empresas geradoras e distribuidoras de energia é muito grande, sendo importante saber onde e quando estão ocorrendo descargas atmosféricas. Isso é possível através de sistemas de detecção como o RINDAT (no Brasil) que usa detectores sensíveis capazes de determinar, em tempo real, o local de uma descarga com uma precisão da ordem de 500 metros. Veja tudo isso neste artigo.

Uma descarga atmosférica em uma linha de transmissão ou estação de distribuição de energia não apenas causa transientes que podem afetar num amplo raio os aparelhos alimentados, como até pode causar danos físicos a esses elementos do sistema de distribuição de energia.

Por esse motivo, preocupar-se com os locais em que estão ocorrendo essas descargas é muito importante para as empresas de geração/distribuição de energia.

Para que o leitor entenda como é possível saber onde estão acontecendo as descargas, analisemos em primeiro lugar o que sucede quando um raio se manifesta.

A detecção de descargas

Quando ocorre uma descarga elétrica na atmosfera (raio), a circulação da corrente de grande intensidade gera um forte campo magnético. Esse campo gera sinais cuja maior parte da energia se concentra na faixa das ondas muito longas, longas e médias, ou seja, na faixa de 2 kHz a 450 kHz.

Durante uma tempestade ou quando raios são vistos à distância, podemos captar esses sinais com facilidade, bastando para isso sintonizar um rádio de ondas médias entre estações, conforme mostra a **figura 1**.

Em um rádio comum de AM percebemos essas descargas na forma de um ruído seco, mas analisando melhor esses sinais ou usando um receptor de ondas longas e muito longas, os sinais se assemelham a um silvo prolongado.

Para detectar o local em que acontece uma descarga podemos justamente aproveitar esses sinais, dispondo sensores em diversos locais conforme ilustra a **figura 2**.

Ligando esses sensores a um sistema capaz de analisar a forma de onda captada, e tomando como referência os picos do sinal, é possível (por triangulação) determinar o local onde as descargas ocorrem. Evidentemente, para que o sistema funcione é necessário que os sensores estejam sincronizados com precisão, o que pode ser feito com sinais de temporização GPS.

Na **figura 3** indicamos como os diversos tempos que os sinais demoram para chegar aos sensores podem ser gravados e comparados, determinando-se então exatamente a localização da descarga.

Veja que o uso de três sensores é importante, pois apenas dois não definem um local, mas somente uma linha possível de localização, observe a **figura 4**.

É por esse motivo que pelo menos 3 sensores são necessários no registro de cada raio.

LPATS

O sistema que permite localizar exatamente o ponto em que ocorre um raio se baseia numa rede denominada *Lightining Positioning And Tracking System* ou LPATs. Podemos traduzir o acrônimo como Sistema de Localização e Acompanhamento de Raios. Trata-se de um sistema que se baseia no tempo de recepção dos sinais.

O equipamento consiste de sensores e equipamentos que, na maior parte dos casos, são fornecidos por uma empresa chamada Global Atmosferics Inc.

Esse equipamento, de acordo com a **figura 5**, consiste de sensores, sistemas de comunicação via satélite e Internet, interligados, de modo a haver uma central onde os dados são computados e disponibilizados para consulta.

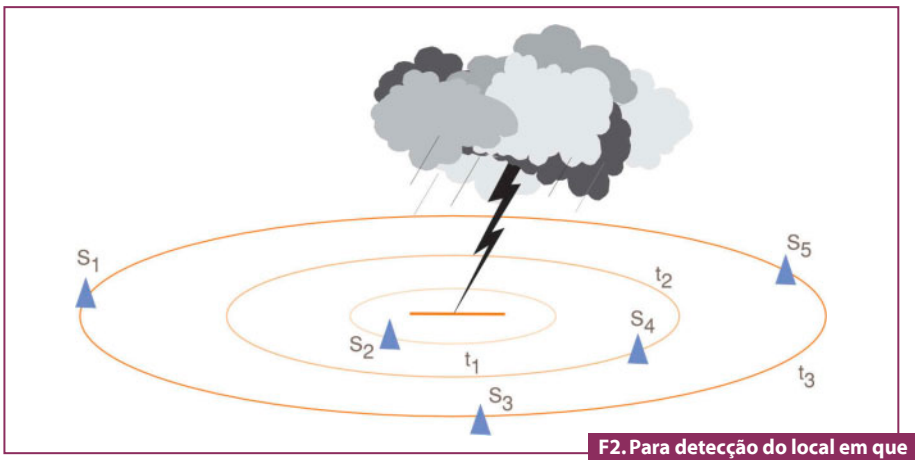
Anteriormente a esse sistema existia o LLP ou *Lightning Location and Protection System*, que se baseava na determinação da direção em que aconteciam as descargas. Isso é possível pela medida do campo magnético gerado pela descarga, veja a **figura 6**.

O LPP é formado por duas ou mais estações separadas por distâncias entre 200 e 300 km que enviam seus sinais a uma central de análise.

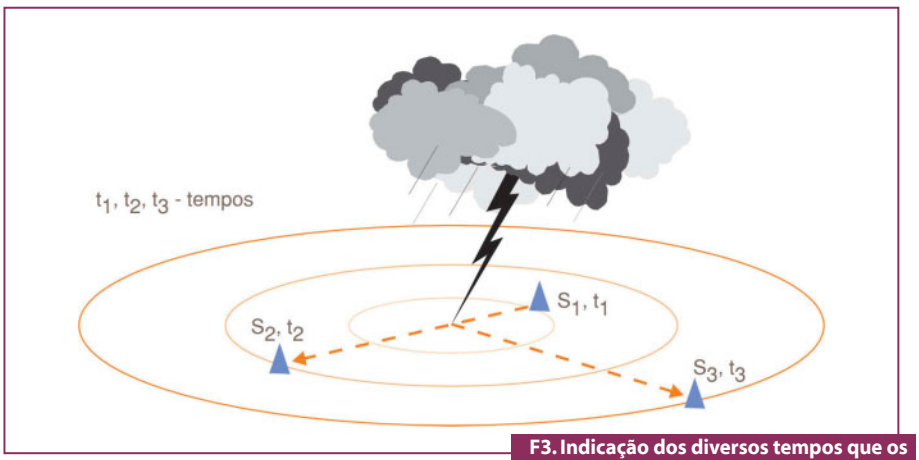
Um outro sistema usado na detecção de descargas é o IMPACT (*Improved Accuracy*



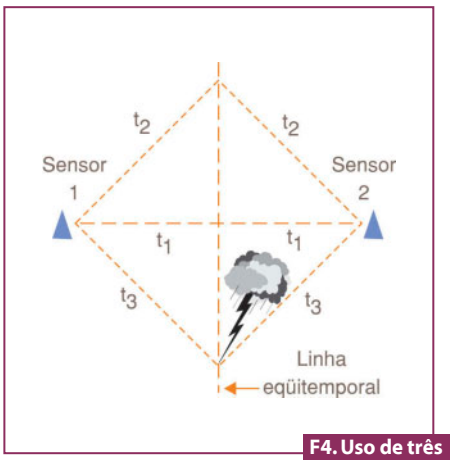
F1. Captação dos sinais com um rádio de ondas médias.



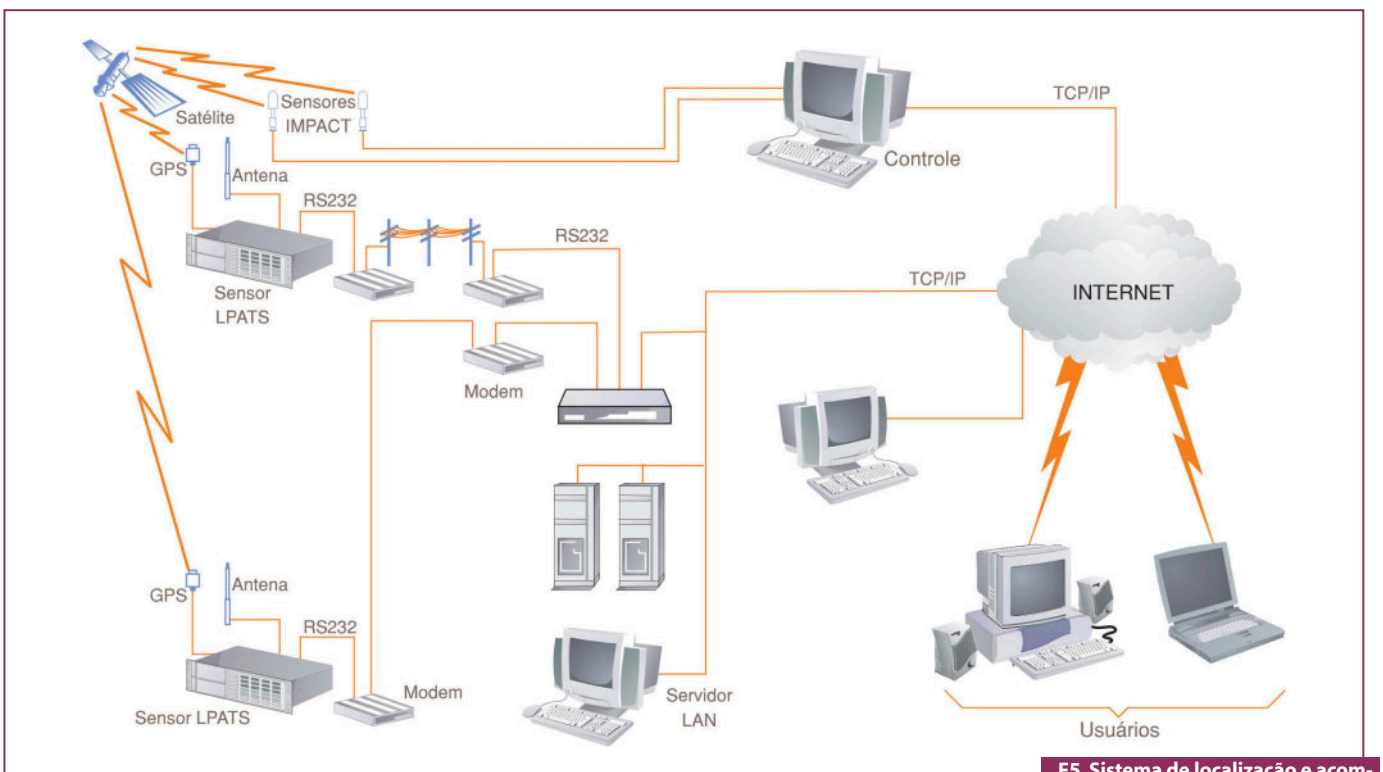
F2. Para detecção do local em que ocorreu uma descarga elétrica.



F3. Indicação dos diversos tempos que os sinais levam para chegar aos sensores.



F4. Uso de três sensores.



F5. Sistema de localização e acompanhamento de raios - LPATS.

from Combined Technology). Esse sistema, criado em 1994 pela fusão das empresas de tecnologia de indicação de direção (LLP) e tempo de chegada (LPATS) baseia-se tanto nas informações sobre a direção do local da descarga quanto nas do tempo.

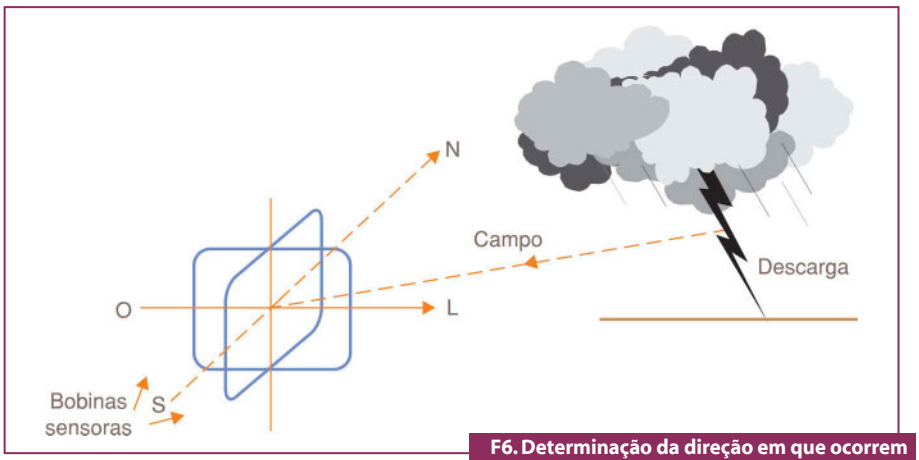
A RINDAT

Para a detecção de descargas atmosféricas no Brasil, foi feito em 1994 um convênio de cooperação técnico-científica entre a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), a COPEI (Companhia Paranaense de Energia) através do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) e FURNAS (Furnas Centrais Elétricas S.A.) com a finalidade de se integrar os sistemas de detecção de descargas atmosféricas operados por essas empresas, resultando assim na RIDAT – Rede Integrada de Detecção de Descargas Armosféricas no Brasil.

Em 2003, com a inclusão do INPE, essa rede passou a ser chamada RINDAT ou Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas. Na **figura 7** temos um mapa de distribuição das estações sensoras, obtido no próprio *site* da RINDAT **(www.rindat.com.br)**.

As centrais de processamento ficam em Curitiba, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, sendo empregados 3 tipos de sensores, conforme a **tabela 1**.

As diferenças entre os sistemas LPATS III e IV estão principalmente na forma de processamento da localização de descargas e no número mínimo de sensores usados.



F6. Determinação da direção em que ocorrem as descargas pelo sistema LPP.



F7. Mapa de distribuição das estações sensoras da RINDAT.

Conclusão

O monitoramento constante das descargas atmosféricas é de fundamental importância para as empresas de geração e distribuição de energia. Tanto pelo aspecto corretivo como preventivo, saber que um problema foi causado ou poderá ser causado em determinado local, permite colocar em alerta as equipes de manutenção já próximas desse local.

Os leitores interessados no assunto podem encontrar no site da RINDAT mais informações sobre o tema e, além disso, ter acesso a uma imagem que mostra os locais onde ocorreram descargas elétricas nos últimos 15 minutos.

Além da informação sobre a aproximação de tempestades ou sua localização, a disposição dessas descargas também permite delinear a atividade mais intensa de frentes ou linhas de instabilidades. E

Cidade	UF	Empresa	Sensor	Cidade	UF	Empresa	Sensor
Belo Horizonte	MG	CEMIG	LPATS III	Lavras	MG	CEMIG	LPATS III
Brasília	DF	FURNAS	IMPACT	Manoel Ribas	PR	FURNAS	IMPACT
Cachoeira Paulista	SP	INPE	IMPACT	Paranaguá	PR	SIMEPAR	LPATS III
Campo Grande	MS	INPE	IMPACT	Paranavaí	PR	SIMEPAR	LPATS III
Capitão Enéas	MG	CEMIG	LPATS III	Pirassununga	SP	INPE	IMPACT
Chavantes	PR	SIMEPAR	LPATS III	Rio de Janeiro	RJ	FURNAS	LPATS IV
Curitiba	PR	SIMEPAR	LPATS III	Rio Verde	GO	FURNAS	LPATS IV
Emborcação	MG	CEMIG	LPATS III	São José dos Campos	SP	INPE	IMPACT
Foz do Areia	PR	SIMEPAR	LPATS III	Serra da Mesa	GO	FURNAS	LPATS IV
Foz do Iguaçu	PR	SIMEPAR	LPATS III	Três Marias	MG	CEMIG	IMPACT
Ibiúna	SP	FURNAS	LPATS IV	Vitória	ES	FURNAS	LPATS IV
Ipatinga	MG	CEMIG	LPATS III	Volta Grande	MG	CEMIG	IMPACT
Jupiá	SP	FURNAS	LPATS IV				

T1. Cidades brasileiras e respectivos sensores .

Arranjo de Antenas

Dante J. S. Conti

Nesta série de artigos em que tratamos de antenas, nas edições anteriores abordamos os tipos de antenas e suas propriedades. No entanto, as antenas podem ser combinadas em "arranjos" ou "arrays" de modo a obtermos maior ganho e diretividade, de uma forma que não é possível quando se utiliza uma única antena. Trata-se, portanto, de uma nova antena gerada pela combinação de um conjunto de antenas. Este tipo de configuração é muito usada nos sistemas de telecomunicações, principalmente em TV e FM. Neste artigo e no próximo da série, veremos como os arranjos de antenas são obtidos e utilizados. Lembramos que estes artigos são baseados em material da Trans-Tel (www.transtelconti.com.br).

Pode-se configurar arranjos com qualquer tipo de antena tomado como elemento básico do arranjo. Em aplicações de radiodifusão opera-se na maior parte dos casos com arranjos de antenas tipo yagi, logperiódica, painel, superturnstile, slot, anel FM, seta FM.

Usualmente, não se opera com arranjos de parábolas, e tampouco se trabalha com arranjos de antenas que sejam de tipos diferentes como, por exemplo, a combinação de uma antena painel com uma antena slot, embora possa ser teoricamente possível desenhar um arranjo deste tipo.

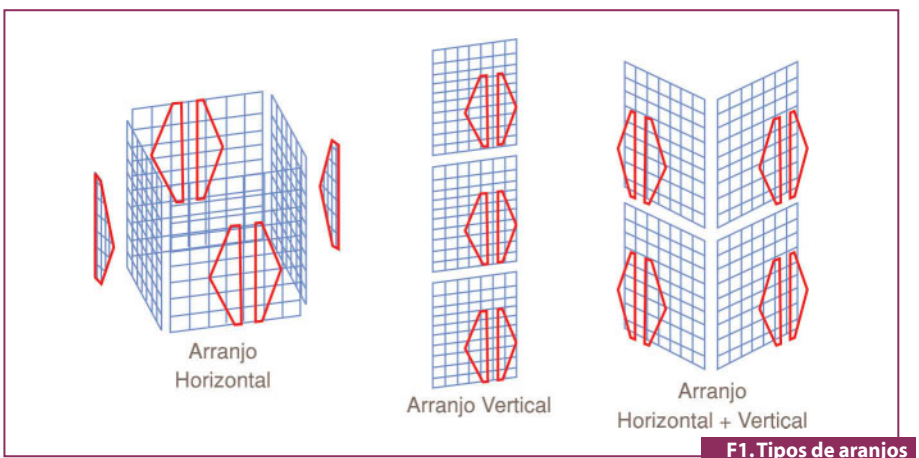
Genericamente, o desenho e análise de um arranjo de antenas pode ser separado em duas partes: uma que trata do arranjo horizontal, isto é, a manipulação da quantidade das faces do sistema, e outra que trata do arranjo vertical, ou seja, a manipulação da quantidade dos níveis de empilhamento do sistema. O diagrama e o ganho da antena (arranjo) resultante irá aproximar muito bem o diagrama e o ganho obtido a partir da análise dos arranjos horizontal e vertical separadamente.

A **figura 1** apresenta três ilustrações dos possíveis tipos de arranjos que ocorrem na prática.

À esquerda tem-se um arranjo de painéis H ao redor das quatro faces de uma torre, existe neste caso o interesse pela manutenção do diagrama vertical (elevação) do elemento básico do arranjo e a geração de um novo diagrama horizontal (azimute) que seja diferente do diagrama horizontal do elemento básico do arranjo, logo tem-se por definição um arranjo horizontal, o que implicará na manipulação do ganho horizontal ou ganho de azimute desta nova antena.

Ao centro temos o empilhamento vertical de 3x painéis H ao longo da face de uma torre, existe aqui o interesse pela manutenção do diagrama horizontal do elemento básico do arranjo e a geração de um novo diagrama vertical que seja diferente do diagrama vertical do elemento básico do arranjo, portanto, tem-se por definição um arranjo vertical, o que implicará na manipulação do ganho vertical ou ganho de elevação desta nova antena.

À direita tem-se um arranjo de painéis H em duas faces com dois níveis de empilhamento vertical por face, existe agora



F1. Tipos de aranjos de antenas.

o interesse pela geração de diagramas de radiação horizontal e vertical que sejam diferentes dos diagramas nativos do elemento básico do arranjo, e assim tem-se por definição um arranjo combinado horizontal + vertical, o que implicará na manipulação simultânea dos ganhos de azimute e de elevação desta nova antena.

Embora a ilustração tenha utilizado a representação de painéis H, o conceito é genérico e pode ser aplicado para qualquer tipo de antena.

Trabalhar com arranjo de antenas significa liberdade e flexibilidade para atingir as especificações de antena requeridas pelo projeto de viabilidade técnica da Emissora. Emprega-se invariavelmente solução com arranjo onde existem restrições de montagem na torre e/ou restrições de cobertura, pois nestes casos as especificações nativas de antenas-padrão não são suficientes para lidar com estas restrições.

Como parte integrante de um arranjo de antenas existe necessariamente um sistema de distribuição de potência, responsável por garantir as potências e fases projetadas por elemento além de estar dimensionado para garantir o casamento de impedância do arranjo com a linha de transmissão e suportar a potência de entrada especificada para o sistema. Os diversos graus de liberdade relacionados são:

- Quantidade de faces
- Quantidade de níveis
- Quantidade de níveis por face
- Potência e fase por elemento.

A disposição mecânica do elemento pode ser manipulada ou não de acordo com a arquitetura escolhida para o arranjo, isto é se o mesmo se trata de um arranjo horizontal, vertical ou horizontal + vertical.

O grau de liberdade "disposição mecânica" refere-se à situação de montagem individual de cada antena do arranjo, onde pode-se operar deslocamentos mecânicos no sentido horizontal e/ou vertical, bem como recuos, afastamentos e inclinações mecânicas com relação às faces da torre.

À esquerda da **figura 2** tem-se a foto de dois arranjos empilhados sobre um mesmo mastro, no topo um arranjo de duas faces de painéis faixa larga de UHF, abaixo o arranjo de duas faces com dois níveis por face de painéis de VHF banda alta. Em ambos os arranjos foi aplicado *tilt* mecânico.

No centro da figura tem-se a foto de um arranjo vertical de dois níveis de superturnstile de VHF banda baixa. À direita, a foto superior mostra um arranjo composto horizontal + vertical de painéis faixa larga UHF com a aplicação do grau de liberdade "disposição mecânica" conforme a definição apresentada na figura anterior. Abaixo, tem-se a foto de um arranjo de quatro faces com dois níveis por face de antenas tipo painel dipolos de VHF banda baixa.

Nas próximas figuras serão exercitados os vários graus de liberdade oferecidos por arranjo de antenas do tipo horizontal.

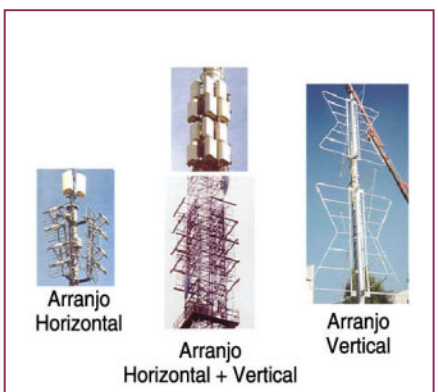
Arranjos horizontais são, na maioria das vezes, desenhados a partir da situação mecânica da torre disponível para alojar as antenas; o mais usual é o emprego de antenas separadas axialmente de 90 graus, em geometrias de 2, 3 ou 4 faces como ilustradas na parte superior da **figura 3**, entretanto conformações do tipo triângulo (separação axial em 120 graus) ou pentágono (separação axial em 72 graus) podem ser imaginadas, bem como outras.

Para tornar a análise despolarizada e representativa dos compromissos que se quer ilustrar, adotar-se-á nas próximas figuras como elemento básico do arranjo horizontal uma antena descrita matematicamente no plano horizontal pela função cos^2(phi) e com relação frente-costa de 20 dB, esta antena apresenta HPBWH= 66 graus e tem diagrama de radiação de azimute conforme o diagrama polar no centro superior da **figura 4**.

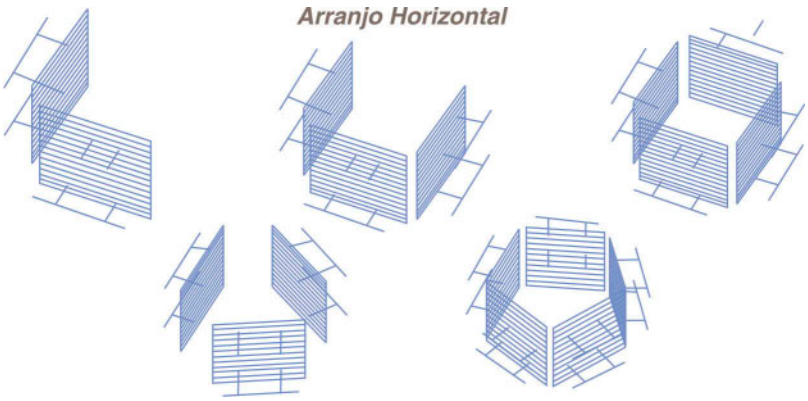
Como geometria básica do arranjo horizontal, será considerado um círculo imaginário de raio r centrado ao redor de uma torre e dispostas sobre este círculo imaginário quatro antenas iguais componentes do arranjo segundo as posições e nomenclaturas da ilustração superior esquerda da **figura 4** (antena 1 @ 0 graus, antena 2 @ 90 graus, antena 3 @ 180 graus e antena 4 @ 270 graus).

Para ensaiar os efeitos da variação da quantidade de faces sobre o diagrama de azimute resultante de um arranjo horizontal deve-se supor r constante, distribuição de potência simétrica e fase de alimentação também simétrica (todos os elementos pertencentes ao arranjo alimentados com a mesma potência e fase).

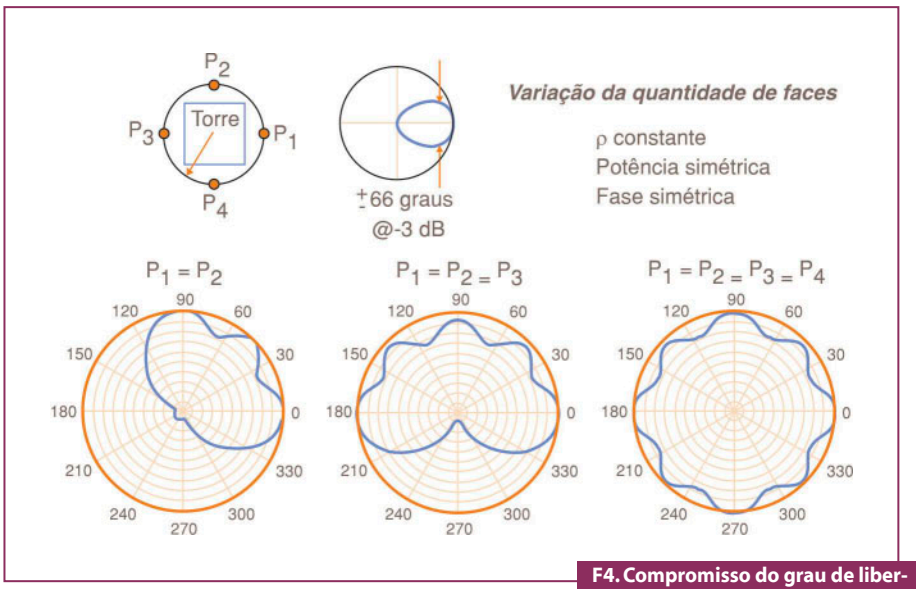
Para o caso de um arranjo de duas faces com separação axial de 90 graus tem-se $P_1=P_2$, para arranjo de três faces tem-se $P_1=P_2=P_3$ e para quatro faces tem-se $P_1=P_2=P_3=P_4$. Os diagramas de azimute resultantes destes arranjos estão



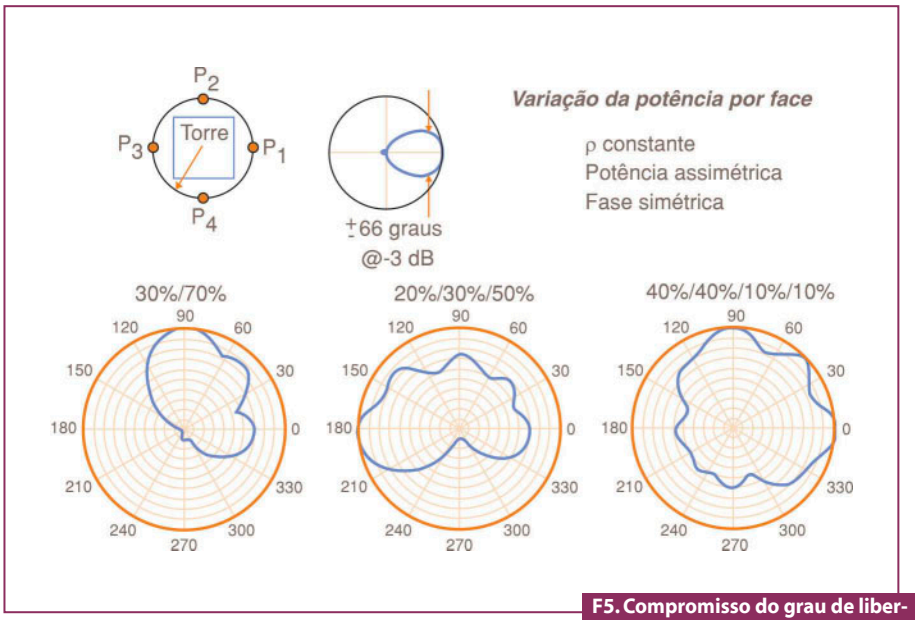
F2. Aspectos de diversos arranjos de antenas montadas.



F3. Arranjos horizontais em geometrias de 2, 3 ou 4 faces.



F4. Compromisso do grau de liberdade "quantidade de faces".



F5. Compromisso do grau de liberdade "potência por face".

apresentados na parte inferior da **figura 4**, para o caso de 2 ou 3 faces tem-se um diagrama direcional tipo cardióide e para 4 faces o diagrama resultante é do tipo ominidirecional. Nesta figura foi ilustrado o compromisso do grau de liberdade = "quantidade de faces".

Para ensaiar os efeitos da variação da potência por face sobre o diagrama de azimute resultante de um arranjo horizontal deve-se supor r constante e fase de alimentação simétrica, sendo a potência aplicada a cada face o parâmetro de teste.

Para cada situação de 2,3 ou 4 faces foram arbitrados valores de potência distintos para cada uma das faces do arranjo e os diagramas resultantes apresentados na parte inferior da **figura 5**. Comparando o diagrama de azimute da **figura 4** anterior para P_1=P_2 contra o ensaio de assimetria de potência P_1=30 % e P_2=70 % mostrado na **figura 5** verifica-se imediatamente a influência deste parâmetro (assimetria de potência) e como o mesmo pode ser útil em situações onde se deseja otimizar e/ou restringir coberturas em determinadas radiais.

Ensaios de assimetria de potência para 3 faces e para 4 faces também estão apresentados na **figura 5**, e proporcionam uma ideia das variações de cobertura possíveis empregando-se esta técnica. Nesta figura foi ilustrado o compromisso do grau de liberdade = "potência por elemento".

Para ensaiar os efeitos da variação da fase por face sobre o diagrama de azimute resultante de um arranjo horizontal deve-se supor r constante e a potência de alimentação simétrica, sendo a fase de alimentação aplicada a cada face o parâmetro de teste. Para cada situação de 2,3 ou 4 faces foram arbitrados valores de fase distintos para cada uma das faces do arranjo e os diagramas resultantes apresentados na parte inferior da **figura 6**.

Comparando o diagrama de azimute da figura 4 anterior para P_1=P_2 contra o ensaio de assimetria de fase P_1=0 graus e P_2=+70 graus mostrado na **figura 6,** verifica-se imediatamente a influência deste parâmetro (assimetria de fase) e como o mesmo pode ser útil em situações onde se deseja otimizar e/ou restringir coberturas bem como quando se deseja provocar nulos em determinadas radiais (este último caso é bastante útil para lidar com limitações impostas pelo projeto em situações de operação co-canal).

Ensaios de assimetria de fase para 3 faces e para 4 faces também estão apresentados na nessa figura, e proporcionam uma ideia das variações de cobertura possíveis empregando-se esta técnica. Nesta figura foi ilustrado o compromisso do grau de liberdade = "fase por elemento".

Embora não apresentado, torna-se imediato e de fácil compreensão imaginar a infinidade de possíveis combinações e a versatilidade para a síntese de diagramas de radiação de azimute que resultam em se poder operar simultaneamente os valores de potência e de fase de alimentação para cada elemento de um arranjo horizontal, note ainda que até este ponto lidamos com apenas dois graus de liberdade simultaneamente.

Para ensaiar os efeitos da variação do afastamento dos elementos da face da torre sobre o diagrama de azimute resultante de um arranjo horizontal deve-se supor a potência e a fase de alimentação simétricas, sendo r variável o parâmetro de teste. Para a situação de um arranjo de 4 faces foram arbitrados três valores de afastamento distintos valendo respectivamente 0,5 l, 1 l e 1,5 l

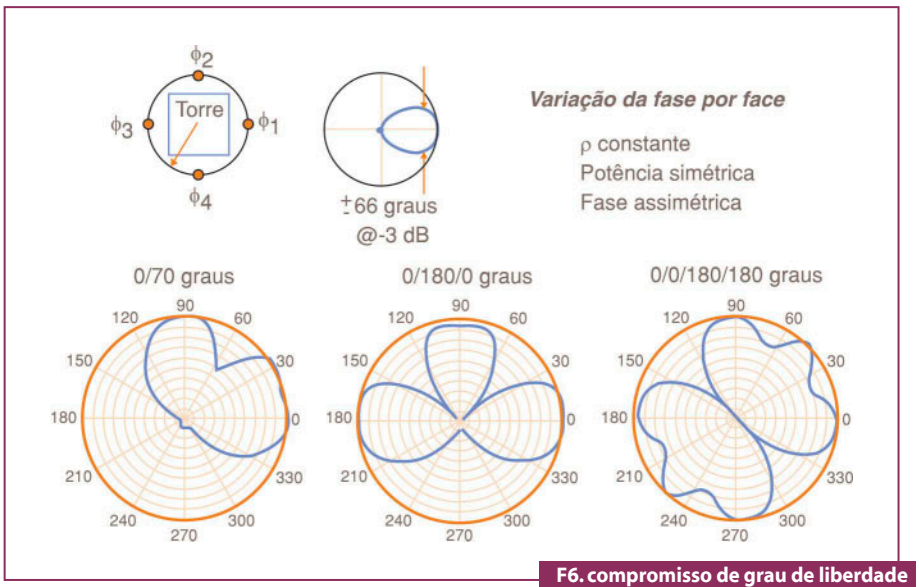
entre os elementos do arranjo e o centro da torre, os diagramas resultantes para cada caso estão apresentados na parte inferior da **figura 7**.

Note a deterioração do diagrama ominidirecional, isto é a redução de circularidade e surgimento de penetrações no diagrama de azimute à medida que os elementos vão se afastando, o que indica que para antenas de UHF (onde a seção da torre facilmente é do tamanho ou ultrapassa 1l do canal de operação) não é recomendável trabalhar com torres de seção muito grandes, e para o caso de antenas de VHF ao redor de torres pequenas deve-se projetá-las mecanicamente para fora, sempre procurando trabalhar ao redor de r =0,5 l para sintetizar diagramas ominidirecionais.

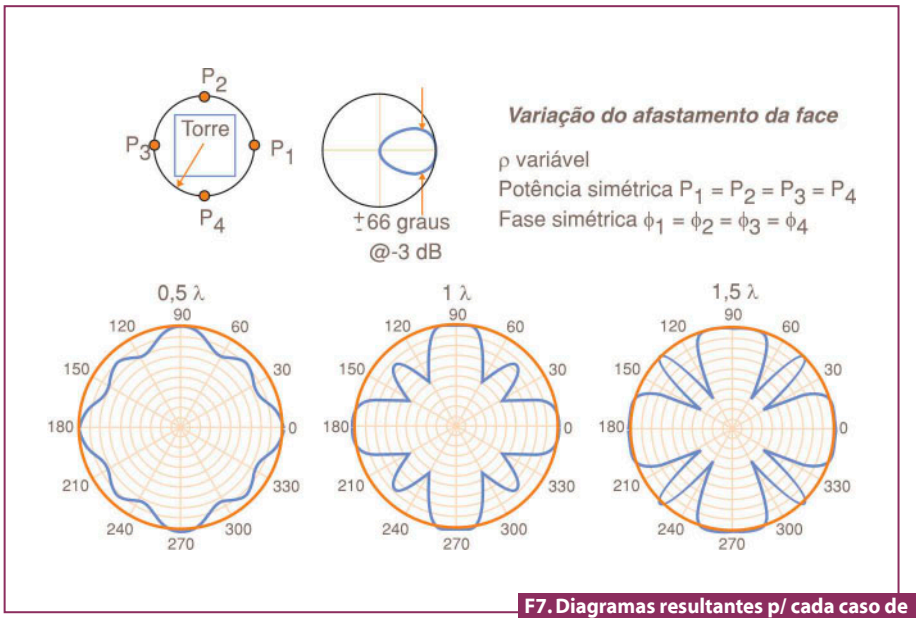
Em situações onde a seção da torre é menor mecanicamente do que a dimensão lateral da antena que será instalada nesta seção (situação bastante comum em antenas tipo painel em que a largura do quadro refletor é maior do que a largura da torre) recorre-se ao artifício de instalação de acomodar os elementos do arranjo aplicando-se um ligeiro deslocamento lateral, ou como também denominado "offset mecânico", aos elementos; a **figura 8** ilustra esta situação de montagem onde para cada elemento do arranjo operou-se um deslocamento entre o seu centro e o centro da torre, este deslocamento lateral é o "offset".

Embora esta técnica proporcione um ganho de imediato na ferragem agregada de instalação, independentemente desta situação prática como apresentada, a técnica de "offset" é também e muito mais frequentemente utilizada para se proporcionar redução de estacionária em um arranjo de antenas quando este arranjo é instalado, pois ocorre que cada antena passa a apresentar individualmente um descasamento de impedância provocado pelas impedâncias mútuas originadas pelas demais antenas do arranjo e pela própria torre, desequilibrando os divisores de potência e consequentemente piorando o VSWR do arranjo.

Como será visto na **figura 9** a seguir, a técnica de "offset" é um recurso empregado em arranjo de antenas para a otimização do VSWR dentro da faixa de operação.



F6. compromisso de grau de liberdade "fase por elemento".



F7. Diagramas resultantes p/ cada caso de afastamento dos elementos da face.

A **figura 8** apresenta em sua parte inferior os diagramas de azimute resultantes de um arranjo de 4 faces alimentados em simetria de potência e ensaiados, respectivamente, sem *offset* (diagrama à esquerda), com *offset* e com o respectivo faseamento dos elementos F_1=0 F_2=90 F_3=180 F_4=-90 (diagrama ao centro) e com *offset* sem o necessário faseamento dos elementos, isto é F_1=0 F_2=0 F_3=0 F_4=0 (diagrama à seguir).

Verifica-se que a montagem com offset não duplica o diagrama ominidirecional gerado pelo arranjo sem offset, bem como caso não seja efetuado a devida compensação, de fase o diagrama gerado irá apresentar distorções significativas.

Como afirmado na **figura 8**, a técnica de *offset* é um recurso empregado em arranjo de antenas para a otimização do VSWR dentro da faixa de operação, porém o deslocamento mecânico do eixo do elemento com relação ao eixo da torre deve ser compensado eletricamente nos cabos e esta combinação de efeitos gera, na prática, ligeiras deformações no diagrama de radiação do arranjo que emprega *offset*.

O diagrama resultante de um arranjo empregando *offset* somente seria igual ao diagrama resultante de um arranjo sem

offset caso os elementos do arranjo apresentassem relação frente-costa infinita e reproduzissem a função cos^2(phi), imposições não realizáveis na prática.

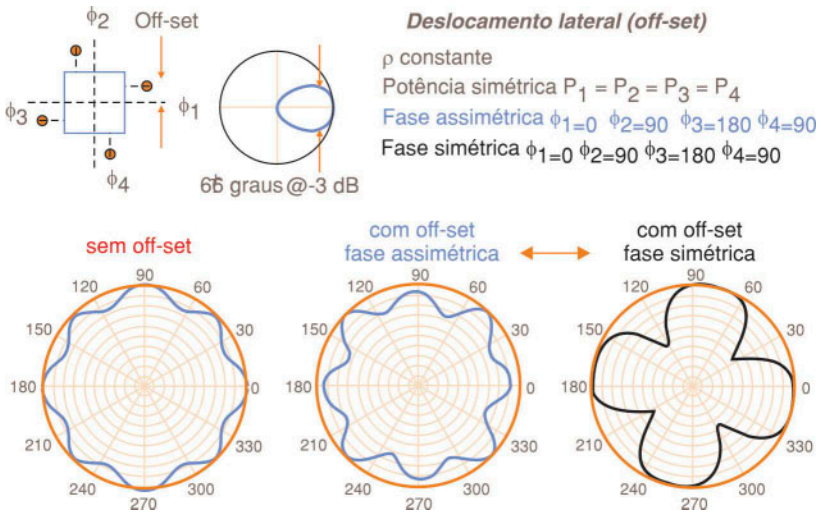
Mesmo apresentando compromissos, a técnica de *offset*, entretanto, é de grande valia e bastante empregada pois permite, na prática: melhorar ligeiramente a circularidade de arranjos ominidirecionais; reduzir o VSWR de arranjos de antenas provocados por "build up" de estacionária de cada elemento quando o mesmo entra no arranjo, ou quando condições atmosféricas deterioram o casamento de impedância da antena (frequente em antenas alimentadas de forma balanceada e/ou alta impedância).

A **figura 9** pretende explicar o mecanismo de redução de VSWR quando se emprega *offset*, recorrendo ao circuito mostrado no extremo superior esquerdo tem-se duas antenas iguais, denominadas ant1 e ant2 e alimentadas por um mesmo gerador por intermédio de duas linhas de transmissão distintas e de comprimento elétrico L (para ant1) e L+D (para ant2).

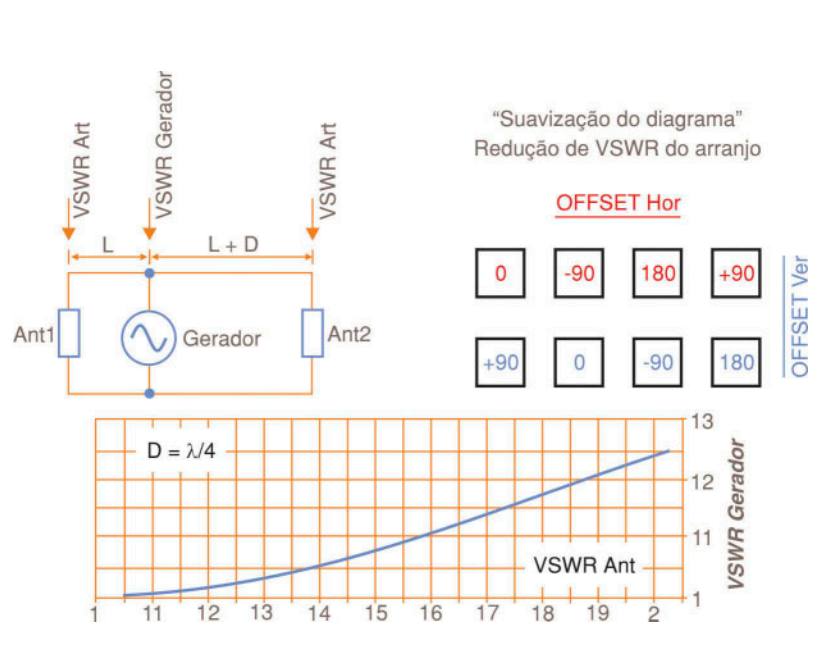
Se a diferença de comprimento elétrico entre estas duas linhas (o parâmetro D) é feito D= l/4, esta diferença de 90 graus irá se transformar em 180 graus sobre o gerador para a onda refletida em ant2 por ocasião de um descasamento de impedâncias sofrido simultaneamente por ant1 e ant2, ora as ondas refletidas de ant1 e ant2 irão somar-se sobre o gerador com uma diferença de fase de 180 graus, cancelando-se teoricamente e "simulando" para o gerador uma situação de VSWR inferior àquela que efetivamente está estabelecida sobre os terminais de cada antena ant1 e ant2.

O gráfico na parte inferior da **figura 9** mostra o VSWR resultante sobre o gerador versus o VSWR desenvolvido na antena, onde pode-se observar que, por exemplo, com o emprego desta técnica variações de VSWR na antena até 1,6:1 se traduzem em variações no gerador de no máximo 1,1:1.

Esta técnica pode ser empregada tanto para arranjos horizontais como para arranjos verticais conjuntamente (neste caso chamado de " double step phase compensation") em arranjos complexos; como ilustrado na **figura 9,** se tomarmos como exemplo um arranjo de 4 faces com dois níveis de empilhamento por face e procedermos à aplicação de *offset* mecânico nos dois níveis alimentando o nível superior com as fases/face indicadas (0, -90, 180,+90) e o nível inferior com as fases/face indicadas L + D L (+90,0,-90,180), deveremos obrigatoriamente alimentar o nível inferior com –90 graus de defasagem com relação ao nível superior para garantir a mesma fase / face para o arranjo como um todo, esta introdução deliberada da defasagem de 90 graus entre o nível superior e nível inferior fará com que o VSWR do divisor 1:2 que alimenta os dois níveis seja inferior àquele caso esta técnica não tivesse sido utilizada.



F8. Diagramas resultantes com a variação (ou não) de deslocamento lateral.



F9. Otimização do VSWR com aplicação da técnica de offset.

Conclusão

Em breve, continuaremos a ver outras formas segundo as quais as antenas podem ser configuradas em "arranjos". Não percam. E

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

10 Circuitos de Filtros

Newton C. Braga

Filtros ativos, principalmente os que fazem uso de amplificadores operacionais, são úteis numa infinidade de aplicações práticas. Podemos utilizá-los em circuitos de áudio para rejeitar ruídos, em instrumentos para rejeitar sinais de frequências indesejáveis ou ainda para sintonizar uma frequência que nos interessa. Reunimos neste artigo 10 circuitos de filtros tradicionais que podem ser de utilidade para os leitores que necessitam deste tipo de circuito.

Existem basicamente 4 tipos de filtros que são usados nas aplicações práticas, não importando o modo como funcionam.

Os filtros passabaixas são aqueles que deixam passar apenas os sinais que estão abaixo de uma certa frequência. Os filtros passa-altas que deixam passar os sinais que estão acima de uma certa frequência, os filtros passafaixa ou passabanda que deixam passar os sinais apenas de uma certa faixa de frequências e os filtros rejeitores de faixa ou "notch" se adotarmos o termo em inglês, que rejeitam os sinais de uma certa faixa de frequências. A **figura 1** mostra as curvas características desses filtros.

Observe que nos filtros passabaixas e passa-altas os sinais não são cortados de forma absoluta a partir da frequência para a qual estão sintonizados, mas sofrem uma atenuação gradual. Essa atenuação, especificada em dB por oitava, depende do circuito usado, e do número de vezes em que as redes utilizadas na filtragem são empregadas.

Filtro sintonizado rejeitor de faixa

Um circuito de filtro bastante interessante e versátil, sugerido pela National Semiconductor, é o mostrado na **figura 2**, com base nos amplificadores operacionais LM107 e LM102, que devem ser alimentados por fonte simétrica.

Os valores dos componentes usados devem manter as relações indicadas no diagrama e, para melhor desempenho, devem ser de baixas tolerâncias. Também junto ao diagrama temos a fórmula que permite calcular a frequência de sintonia do filtro. Veja que ela depende basicamente do produto C_1 x C_2.

Uma aplicação importante para este circuito é na rejeição de ruídos de linha (60 Hz), uma vez que ele pode ser facilmente sintonizado de modo a compensar as características dos componentes.

Passa-Altas

O filtro ilustrado na **figura 3**, sugerido pela National Semiconductor, deixa passar apenas as frequências acima de 100 Hz com os valores dos componentes usados. Esses componentes, basicamente C_1 e C_2, podem ter seus valores alterados para outras frequências de corte.

Trata-se de filtro de ganho unitário com topologia Sallen-Key, se caracterizando por um fator Q relativamente baixo. A fonte de alimentação deve ser simétrica e os valores indicados são para componentes de tolerâncias menores. Valores comerciais mais próximos podem ser usados, se não for desejável uma precisão grande na frequência de corte.

Ao escolher os valores dos componentes, devem ser levadas em conta as características de frequência do amplificador operacional utilizado.

Passa-Baixas

Na **figura 4** temos um filtro passabaixas, com frequência de corte em 10 kHz, sugerido também pela National Semiconductor em seu manual de aplicações lineares.

Os valores dos componentes C_1 e C_2 que determinam a frequência de corte podem ser alterados. Esses valores, de série numérica que o leitor pode estranhar, são de tolerâncias baixas. Valores comerciais de séries comuns de 5% podem ser usados, se a tolerância do projeto assim o permitir.

A fonte de alimentação é simétrica e o amplificador operacional LM102 pode ser substituído por equivalentes. O leitor também deve estar atento para a máxima frequência que o amplificador operacional usado pode operar.

Filtro rejeita-faixa de alto Q

Uma estreita faixa de frequências em torno de 1 kHz é rejeitada pelo filtro de alto Q mostrado na **figura 5**, sugerido pela Texas Instruments.

O amplificador operacional usado é do tipo com transistor de efeito de campo na entrada e a fonte de alimentação empregada deve ser simétrica.

Observe que os valores dos componentes do duplo T que determina a frequência de rejeição devem manter uma relação de valores muito bem definida.

A fórmula que permite calcular a frequência de rejeição em função dos valores

dos componentes é dada junto ao diagrama. Outros amplificadores operacionais com FET na entrada podem ser usados na mesma configuração.

Filtro passafaixa

O circuito exibido na **figura 6** é sugerido pela Texas Instruments em seu Linear Circuits Applications. Trata-se de um filtro com um fator Q, relativamente baixo, menor do que 5.

Com os valores dos componentes mostrados no diagrama, a frequência sintonizada é 1 kHz. Os capacitores podem ser empregados para sintonia em outras frequências.

Os valores indicados são componentes de baixas tolerâncias. Se a aplicação permitir, valores comerciais podem ser utilizados. A fonte de alimentação é simétrica e operacionais equivalentes, com transistores de efeito de campo na entrada também podem ser utilizados.

Filtro rejeitor com Q ajustável

Na **figura 7** temos uma configuração interessante que permite, a partir de um filtro de duplo T, alterar o fator Q através de uma tensão de referência dada por um segundo amplificador operacional. O circuito é sugerido pela Texas Instruments em seu Linear Circuits Applications, fazendo uso de um amplificador operacional com FET na entrada.

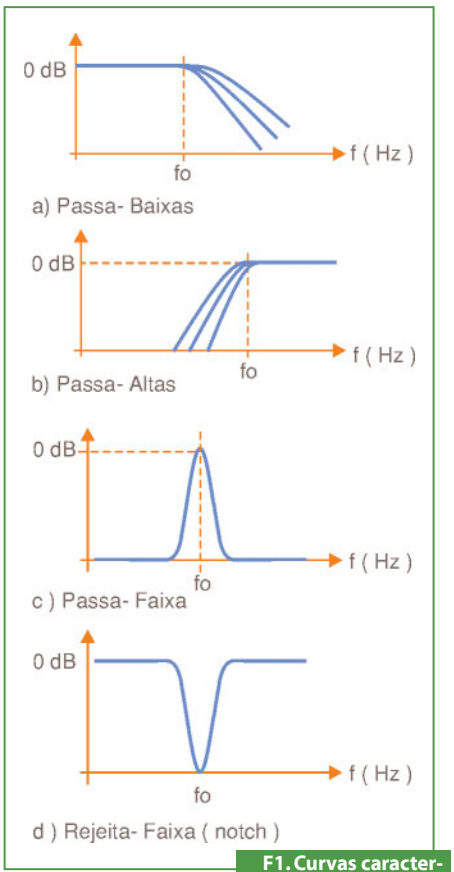
Observe que os componentes do duplo T devem manter uma relação determinada de valores. Para os valores do circuito, a frequência que o filtro rejeita é de 50 Hz. Evidentemente, esses valores podem ser alterados para operação em outras frequências.

Uma sugestão de uso é modificar os valores dos componentes para sintonizar 60 Hz, e com isso o circuito pode ser utilizado como um eficiente rejeitor de ruído da rede de energia.

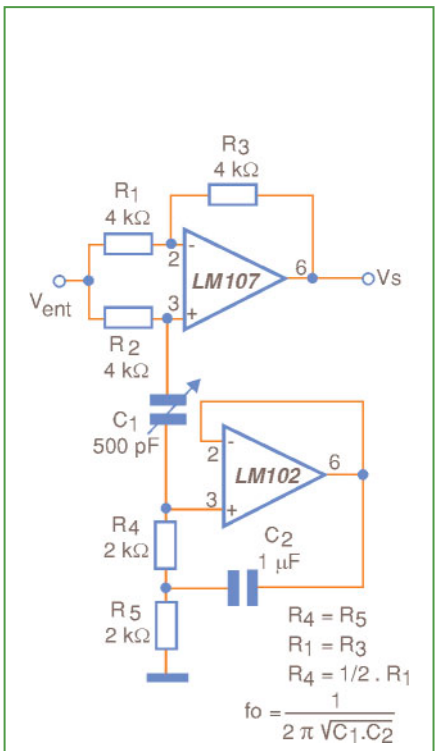
O operacional é o TL272 da Texas Instruments que faz uso de transistores de efeito de campo na entrada e a fonte de alimentação deve ser simétrica. O ajuste do fator Q é feito no *trimpot*.

Controle de tom

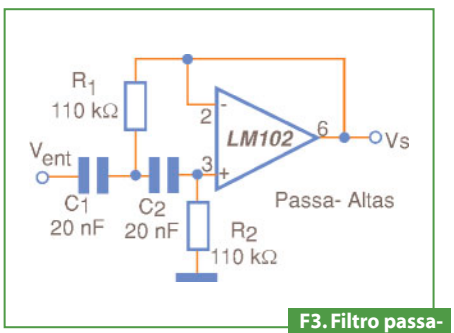
Os controles de tom para aplicações em áudio também podem ser considera-



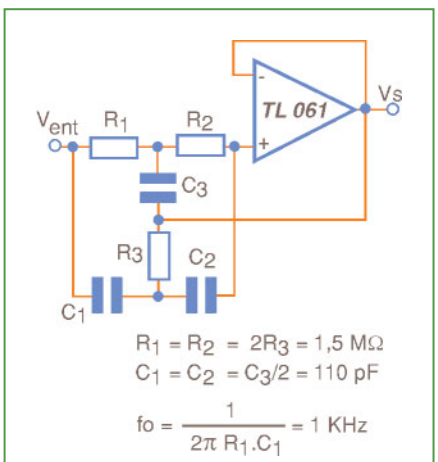
F1. Curvas características de filtros.



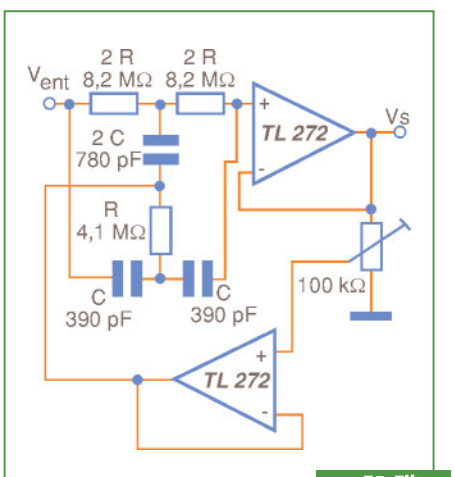
F2. Filtro rejeitor de faixa.



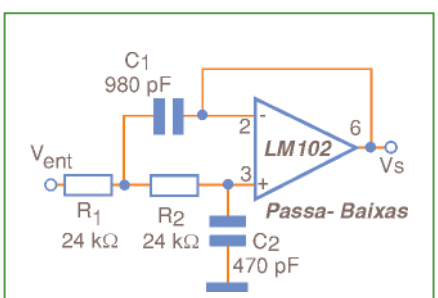
F3. Filtro passa-altas



F4. Filtro passa-baixa.



F5. Filtro rejeita-faixa.



F6. Filtro passa-baixa.

dos filtros que devem atenuar determinadas faixas de frequências ou reforçar, dependendo da reprodução.

O circuito ilustrado na **figura 8** é sugerido pela Motorola em seu *Linear and Interface Integrated Circuits* fazendo uso de um amplificador operacional com FET na entrada TL071. Esse amplificador operacional também é fabricado pela Texas Instruments, além de outros, e existe uma versão dual para uma aplicação em um sistema de som estéreo.

A atenuação em 20 Hz para o controle de graves é de –20 dB e o reforço para agudos de +19 dB em 20 kHz. A frequência de transição é de 1 kHz. Os potenciômetros de controle de graves e agudos devem ser do tipo linear. A fonte de alimentação deve ser simétrica.

Filtro rejeitor de banda de alto Q

Uma configuração interessante de filtro rejeitor de banda sugerida pela Texas Instruments em seu Linear and Interface Circuits Applications – Volume 1 é a exibida na **figura 9**.

Trata-se de um circuito que usa um filtro passivo na entrada (duplo T) seguido de um filtro ativo com um amplificador operacional 741. O circuito é sintonizado para uma frequência de 2 kHz e sua curva de resposta é vista na **figura 10**.

Essa frequência é dada basicamente pelo duplo e pelo simples T no circuito de realimentação negativa do operacional.

O ganho do circuito é 0 dB para as frequências que não estejam em torno de 1 kHz. Na frequência de 2 kHz a atenuação chega aos - 30 dB. O fator Q resultante está em torno de 23.

Evidentemente, os componentes podem ter seus valores alterados para que o filtro opere centralizado em outras frequências. Lembramos, ainda, que a fonte de alimentação deve ser simétrica.

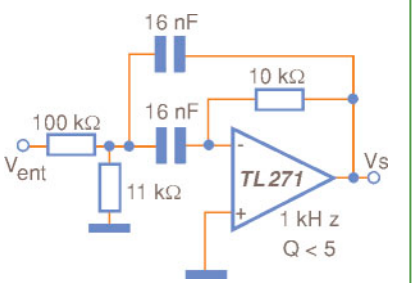
Usando a simulação por computador bode plotter

Muitos programas de simulação, como o Electronics Workbench, possuem recursos que facilitam bastante a simulação do desempenho de filtros.

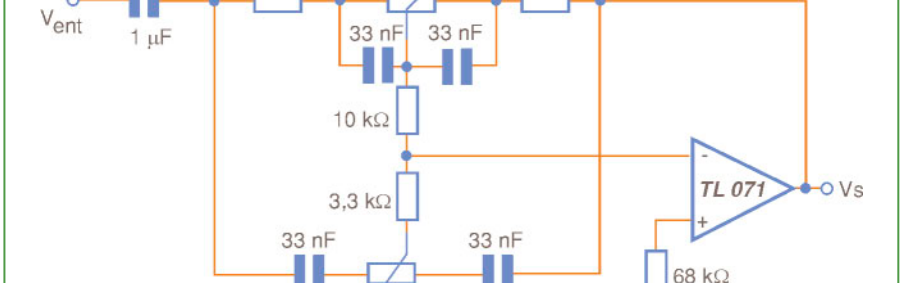
Um desses recursos é o Bode Plotter que permite levantar de forma gráfica a curva de resposta de um circuito. Para que o leitor veja como funciona a simulação com este recurso, vamos dar nossos dois últimos circuitos de filtros simulados em computador.

O Bode Plotter é usado para medir o ganho de tensão de um sinal e também o deslocamento de fase. Basta ligar o instrumento virtual ao circuito para que ele faça automaticamente uma análise espectral do seu comportamento.

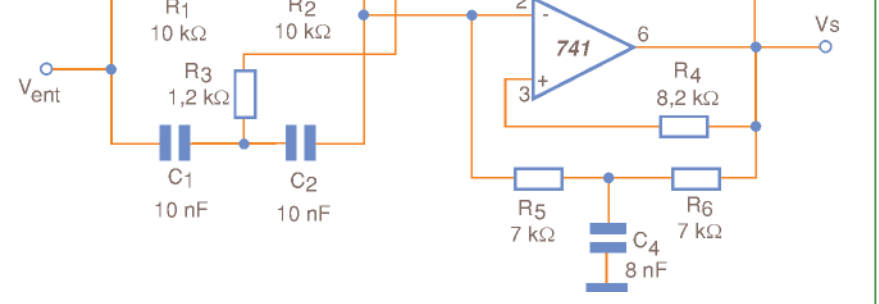
O que ele faz é gerar uma faixa de frequências em um espectro que pode ser ajustado no seu painel. No EWB, por exemplo, o espectro pode ser ajustado entre 1 mHz e 1 GHz.



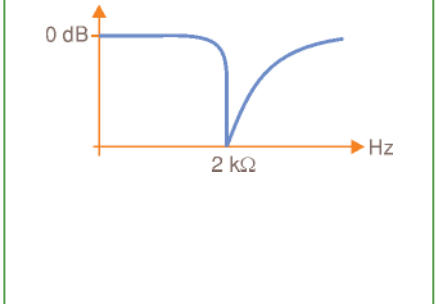
F5. Filtro passafaixa.



F8. Circuito de controle de Tom.



F9. Filtro rejeitor de banda de alta Q.



F10. Curva do filtro de resposta.

Filtro passa-altas com simulação

O primeiro circuito, mostrado na **figura 11**, já levantado a partir da simulação, é um filtro passa-altas de segunda ordem, também usando um amplificador operacional genérico.

Conforme podemos ver pela figura, o gerador de sinais, ajustado para sinais de forma de onda senoidal, é ligado na entrada do filtro e na entrada do Bode Plotter.

A saída do Plotter é ligada à saída do filtro, enquanto sua entrada é ligada à saída do gerador de sinais. A faixa de frequências a ser analisada é ajustada no Plotter. No caso, como o filtro está sintonizado em uma baixa frequência, em torno de 1 kHz, escolhemos a faixa de 1 Hz a 10 kHz.

Na **figura 12** temos o gráfico obtido no Plotter quando a simulação é feita.

Note que, no diagrama, trabalhando com um amplificador operacional genérico ideal, não precisamos nos preocupar com sua fonte de alimentação. O próprio programa supõe que a alimentação desse dispositivo seja ideal.

Por outro lado, trabalhando com as frequências do Bode Plotter e com as atenuações, pode-se ter uma visão detalhada do comportamento do circuito.

Filtro passabaixas – Simulação com o bode plotter

Na **figura 13** temos um filtro passa-baixas genérico com um amplificador operacional convencional. A figura já é obtida diretamente da simulação no computador.

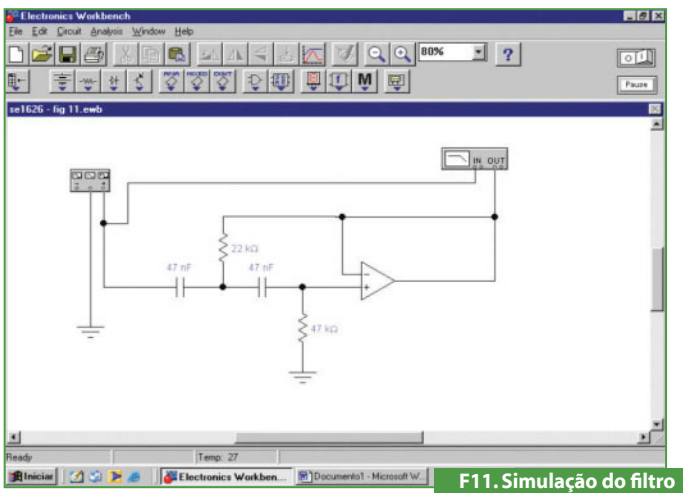
Veja que, da mesma forma que no caso anterior, o gerador de sinais é ligado na entrada do filtro e na entrada do Bode Plotter. A saída do filtro é ligada na saída do Bode Plotter. O resultado da simulação é ilustrado na **figura 14.**

Observe que pode-se ter uma ideia clara da forma como o sinal é atenuado na frequência de transição. Neste caso também, como se trabalha com um amplificador operacional genérico ideal, a fonte de alimentação é omitida, uma vez que o próprio software a considera na simulação.

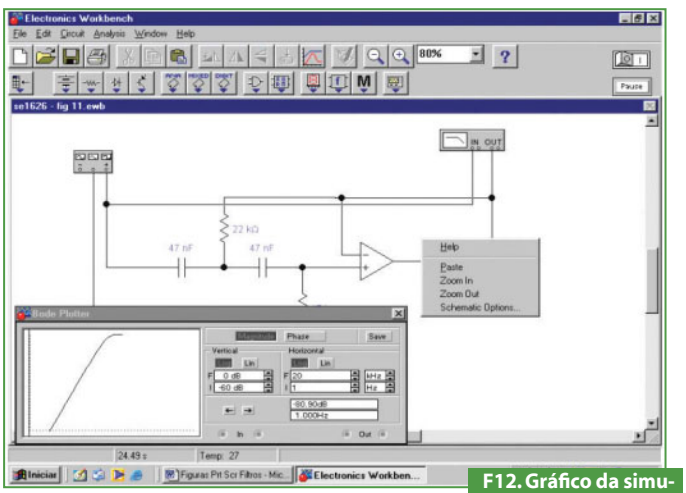
Conclusão

Os filtros ativos que se baseiam em amplificadores operacionais são simples e eficientes. Diversos amplificadores operacionais podem ser combinados resultando em filtros de vários estágios, o que permite melhorar sua curva de resposta ou ainda o fator Q.

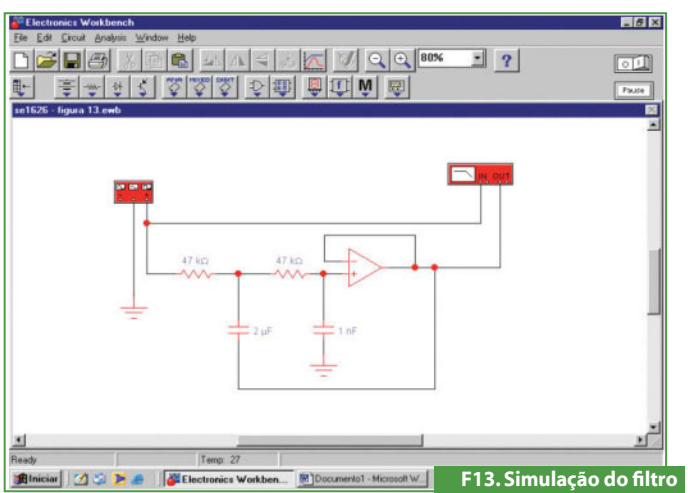
A possibilidade desses circuitos serem simulados com facilidade em programas que possuam o Bode Plotter facilita ainda mais o trabalho do projetista. O que vimos neste artigo foram apenas algumas configurações básicas que o leitor poderá alterar à vontade segundo às suas necessidades. E



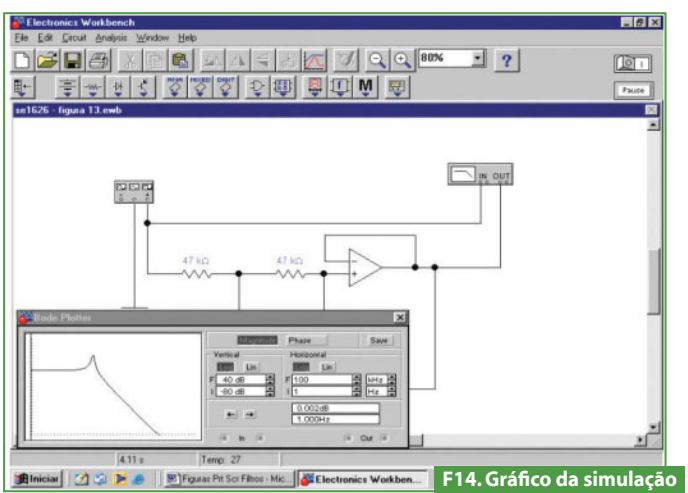
F11. Simulação do filtro passa-altas.



F12. Gráfico da simulação da FPA.



F13. Simulação do filtro passabaixas.



F14. Gráfico da simulação do FPB.

Sensores de Deslocamento

Um tipo de sensor de grande importância para a indústria é o sensor óptico de deslocamento. Esse sensor é capaz de detectar o movimento de produtos numa linha de produção ou de partes de uma máquina, produzindo um sinal que pode ser processado para que decisões sejam tomadas. Neste artigo explicamos o princípio de funcionamento desses sensores, fornecendo informações úteis para os profissionais que os empregam

Newton C. Braga

Os sensores ópticos de deslocamento se baseiam numa complexa disposição de elementos que permite detectar o deslocamento de um objeto a partir da luz que ele reflete. Essa detecção é baseada na medida da distância do objeto através de um processo de triangulação que ficará mais claro se partirmos do diagrama de blocos mostrado na **figura 1**.

Na parte emissora temos um sistema que condensa a luz de uma fonte de modo que ela possa incidir em uma área muito pequena do objeto no qual se pretende monitorar o movimento. Em outras palavras, o sistema emissor produz um feixe estreito de luz na direção do deslocamento do objeto, como ilustra a figura.

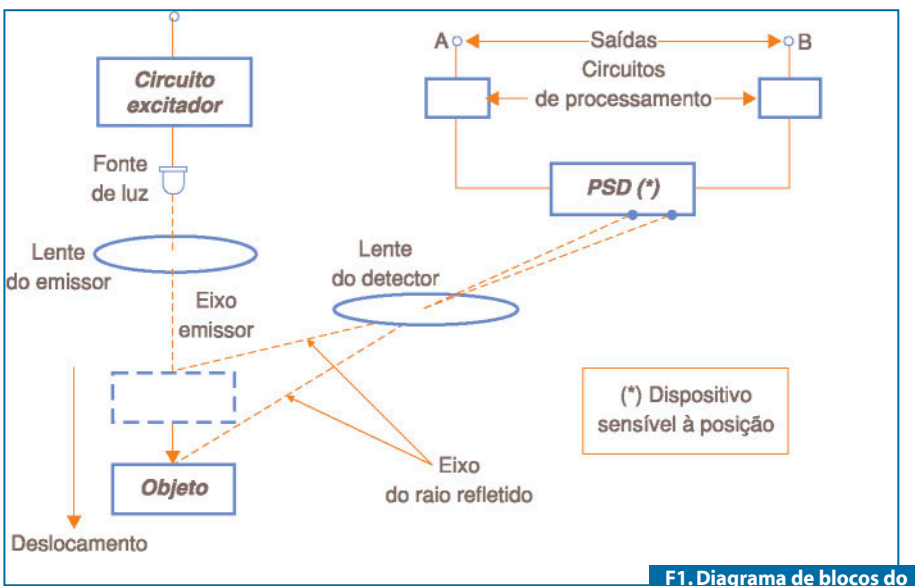
A luz refletida pelo objeto é captada por um sistema óptico que basicamente consiste numa segunda lente, sendo então enviado ao circuito PSD ou *Position Sensitive Device* (Dispositivo Sensível à Posição).

O que esse circuito faz é medir a diferença entre as posições do objeto no seu deslocamento através de triangulação. Observe pela **figura 1**, que quando o objeto se desloca, a luz refletida incide num ponto do sensor PSD que depende de sua posição.

Essa variação permite determinar a mudança de posição do objeto que está sendo monitorado. As variações da posição do objeto detectadas pelo PSD são processadas pelo circuito, aparecendo na forma de sinais nas saídas A e B.

A partir dos níveis dos sinais fornecidos pelas saídas A e B é possível calcular o deslocamento do objeto. Isso é feito conhecendo-se o valor de k, ou coeficiente de espalhamento, conforme a seguinte fórmula:

deslocamento = {[A/(A+B)]x k} + C, onde C é "offset" do sistema.



F1. Diagrama de blocos do processo de triangulação.

Observe que o valor obtido não tem nada a ver com a luminância, mas sim com o deslocamento do objeto. Por esse motivo mesmo que a intensidade da luz recebida pelo sistema mude, a saída se mantém.

Modos de operação

Os sensores de deslocamento que operam segundo esse princípio podem trabalhar com as duas disposições básicas exibidas na **figura 2**.

Na primeira **(a)**, temos o modo de reflexão normal em que se aproveita o raio refletido pelas leis da óptica convencional, ou seja, o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. A fonte luminosa é então posicionada de tal forma que, na reflexão, o raio refletido incida no sistema sensor.

Na segunda, temos o modo de reflexão difusa **(b)**. A fonte de luz incide perpendicularmente ao objeto e o sensor recebe a luz que se reflete de modo difuso no objeto. Esse modo de operação permite que a luz refletida em uma área mais ampla seja utilizada.

Terminologia

Quando se trabalha com sensores deste tipo, uma terminologia própria é empregada devendo ser entendida pelos profissionais, pois ela indica com precisão o que está ocorrendo com um sensor em uma determinada aplicação. Vamos analisar alguns termos técnicos importantes usados com sensores de deslocamento.

Resolução

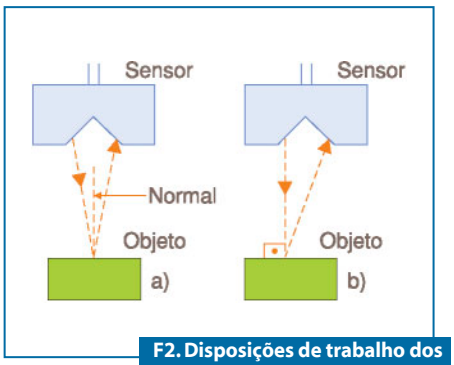
Na **figura 3** temos uma curva que permite entender melhor o que significa a resolução de um sensor de deslocamento.

Quando a medida de deslocamento de um objeto é feita, existe uma variação que ocorre na saída e que corresponde à medida. A resolução é a menor distância de deslocamento que provoca uma variação sensível no sinal de saída.

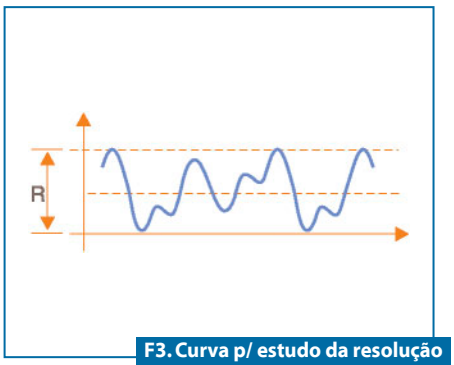
Linearidade

Na curva de distâncias de operação que o sensor pode ter, não existe uma precisão absoluta, veja a **figura 4**.

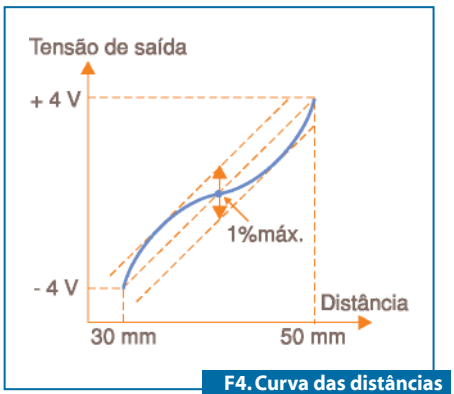
As variações que ocorrem nesta curva representam a linearidade do dispositivo. Normalmente a linearidade é expressa na forma de uma porcentagem no ponto em que a variação é máxima.



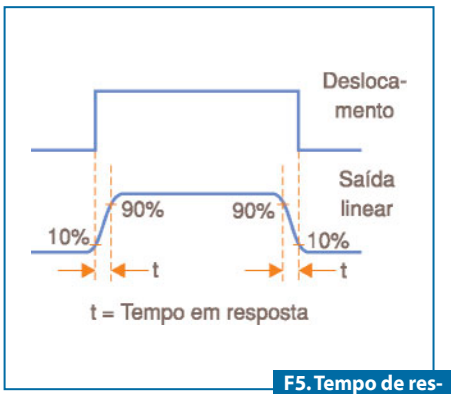
F2. Disposições de trabalho dos sensores de deslocamento.



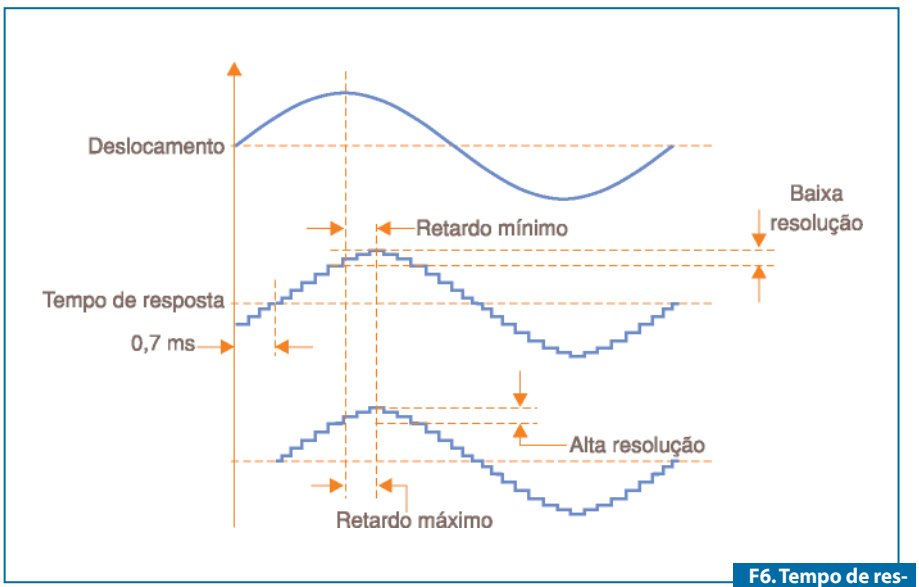
F3. Curva p/ estudo da resolução do sensor.



F4. Curva das distâncias de separação



F5. Tempo de resposta do sensor.

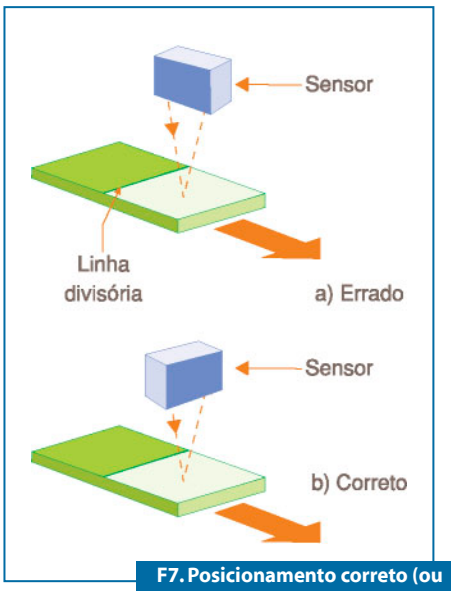


F6. Tempo de resposta x resolução.

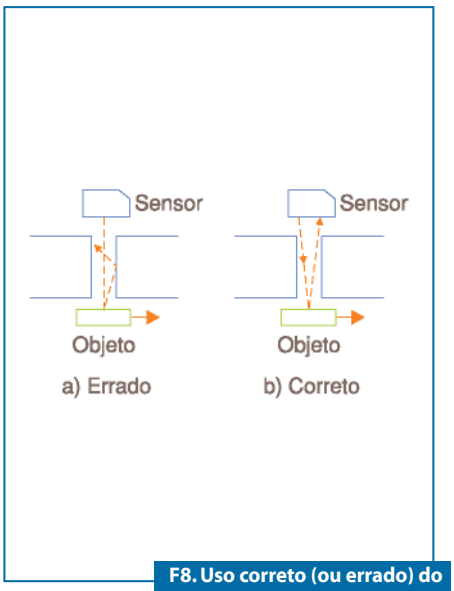
Desvio por Variação de Temperatura

A precisão da saída do dispositivo não se mantém sob quaisquer condições. Um fator que influi no desvio das características básicas é a temperatura. Mudanças de temperatura provocam alterações.

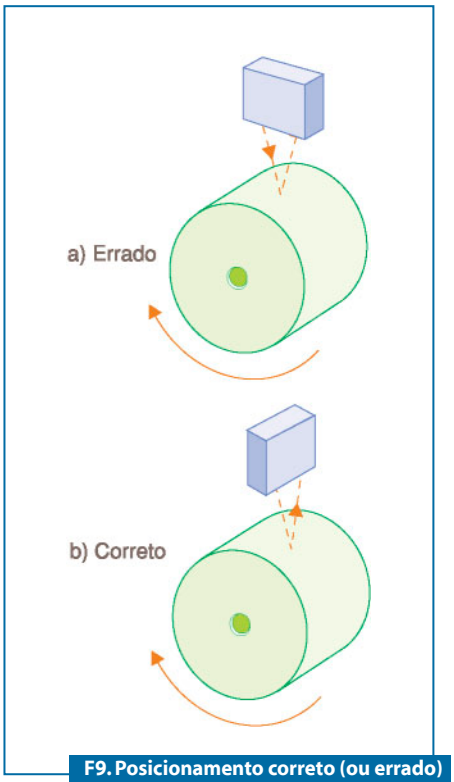
O desvio é expresso na porcentagem de variação que ocorre na precisão do valor a plena escala (*Full Scale* ou FS) para cada grau Celsius de variação da temperatura.



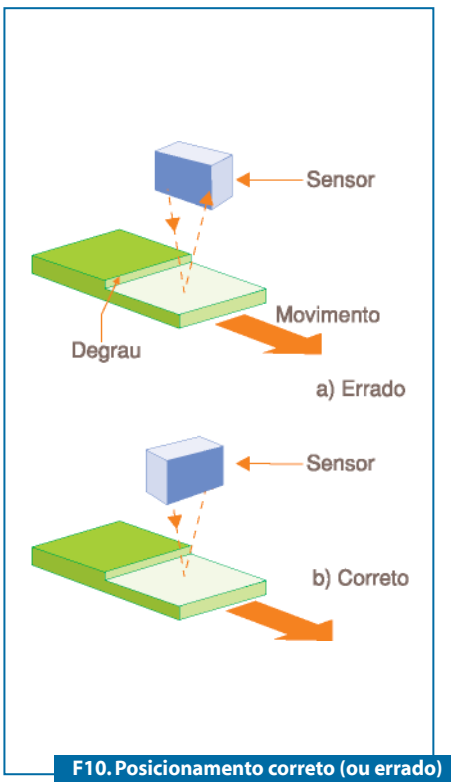
F7. Posicionamento correto (ou errado) do sensor.



F8. Uso correto (ou errado) do sensor se houver fenda.



F9. Posicionamento correto (ou errado) do sensor frente a um objeto girante.



F10. Posicionamento correto (ou errado) do sensor frente a objetos com degrau.

Tempo de Resposta

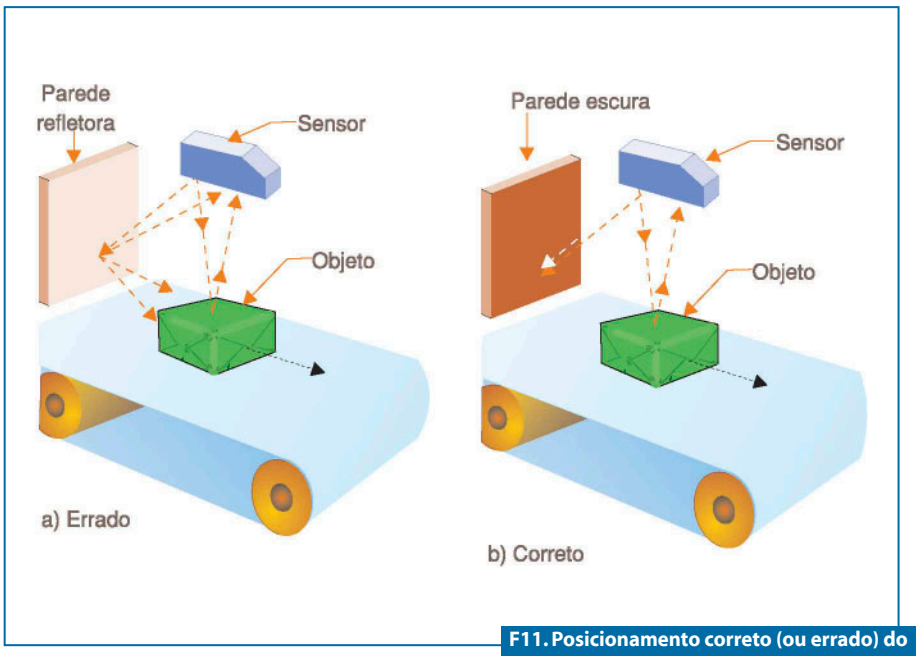
A saída do sensor de deslocamento muda de nível por saltos. Assim, da mesma forma que nas especificações do tempo de resposta de circuitos digitais, considera-se o intervalo de tempo em que o nível de sinal sobe de 10% a 90% do máximo ou ainda o tempo que ele leva para cair de 90% do máximo até 10% desse valor. Isso é mostrado na **figura 5**.

Tempo de Resposta e Resolução

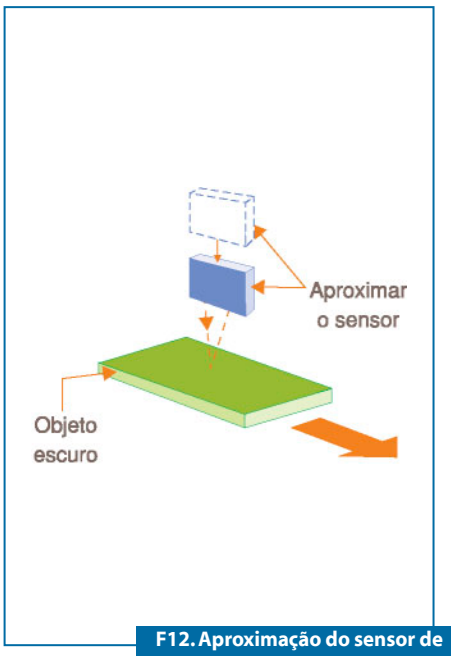
Conforme ilustrado na **figura 6**, o tempo de resposta, a resolução e a linearidade são efeitos combinados. Assim, na escolha de um sensor deve levar-se em conta todas as alterações possíveis que podem influenciar na medida. Recomenda-se, para maior precisão, usar um tempo de resposta menor.

Utilização

- **Objetos de cores diferentes:** O posicionamento correto do sensor é importante para que o sistema funcione. Na **figura 7** indicamos os posicionamentos correto e errado para um sensor de deslocamento, quando o material tem cores diferentes. Esse posicionamento evita os problemas que podem surgir na fronteira entre duas cores de um mesmo objeto que se desloca;
- **Utilização em Fenda:** Se o objeto que estiver sendo medido localizar-se no fundo de uma fenda, é importante que as paredes da fenda não impeçam a passagem da luz refletida, conforme visto na **figura 8;**
- **Medida de objetos que rodam:** Na **figura 9** temos o posicionamento correto para a medida de deslocamento de um objeto que gira. Esse posicionamento evita os problemas das oscilações verticais que podem ocorrer no movimento do objeto;
- **Objetos com um Degrau:** Se o objeto cujo deslocamento estiver sendo medido tiver um degrau, conforme mostra a **figura 10**, também é importante observar o posicionamento do sensor para que problemas não surjam. A linha que une o emissor e o sensor deve estar paralela ao degrau do objeto, cujo deslocamento está sendo monitorado;
- **Presença de Paredes Refletoras:** Uma parede próxima do local em que o sensor está localizado, poderá refletir a luz alterando o seu funcionamento. Se o sensor for localizado perto de uma parede, a linha entre o sensor e o emissor deverá estar paralela a essa parede de modo a minimizar os efeitos da luz que nela reflete, conforme ilustra a **figura 11**. Outra possibilidade é revestir essa parede com algum material de cor escura de modo que não aconteça a reflexão da luz;
- **Objetos Pretos:** Se o objeto for preto ou escuro, isso significa uma considerável redução na luz do emissor que é refletida. Para compensar isso, deve-se aproximar mais o



F11. Posicionamento correto (ou errado) do sensor na presença de parede refestora.



F12. Aproximação do sensor de objeto preto ou escuro.

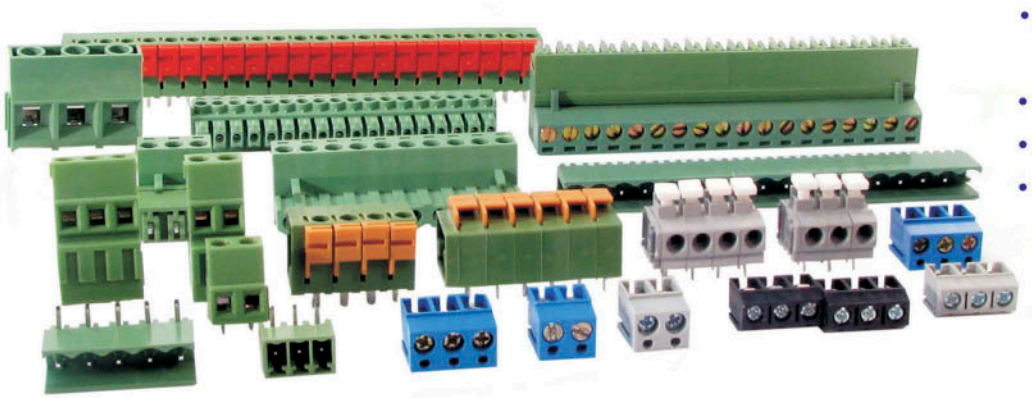
sensor desse objeto, observe a **figura 12.** É claro que sempre existe a possibilidade de se agregar uma região clara no objeto, justamente para efeito de monitoramento de seu deslocamento.

Conclusão

Os sensores de deslocamento são extremamente sensíveis, podendo ajudar bastante no monitoramento do movimento de objetos. No entanto, seu uso exige cuidados básicos, conforme vimos.

Conhecendo seu princípio de funcionamento e alguns desses cuidados, além de ficar mais fácil saber se um sensor desse tipo se aplica ao seu caso, o leitor também terá condições de diagnosticar qualquer problema de funcionamento caso ele ocorra. E

BORNES
METALTEX
desde 1958
SOLUÇÕES COMPACTAS PARA DIVERSAS APLICAÇÕES
Além de líder no segmento de componentes eletromecânicos, a Metaltex conta com os diferenciais:
• Entrega imediata
• Ampla rede de distribuição
• Suporte da Engenharia de Aplicações

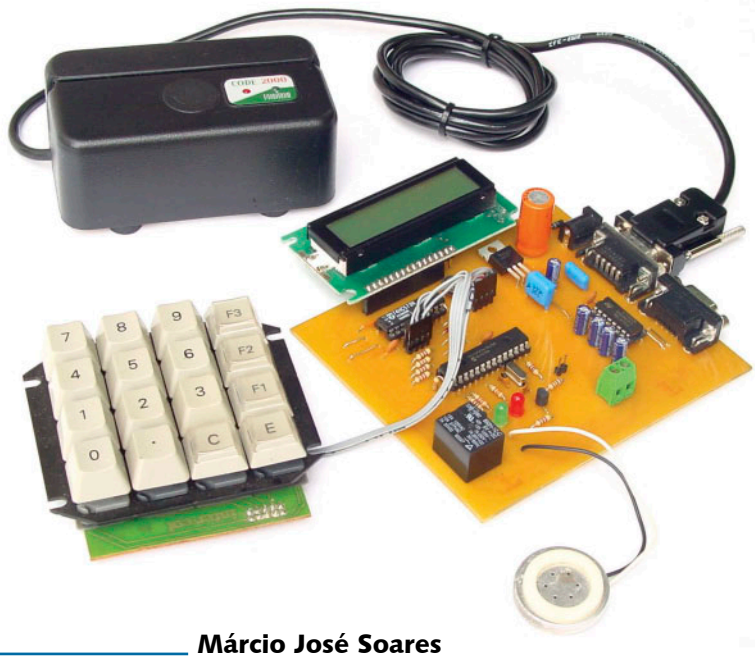


• Modelos com retenção por parafuso ou por mola
• De 2 a 18 vias
• Corrente até 30A
• Disponíveis nos passos
- 3,81mm;
- 5,00mm;
- 5,08mm;
- outros sob consulta

www.metaltex.com.br
SÃO PAULO: (11) 5683-5704
CAMPINAS: (19) 3741-3590
ESPIRITO SANTO: (27) 3533-1803
MINAS GERAIS: (31) 3384-9476
PARANÁ: (41) 3357-3370
PERNAMBUCO: (81) 3342-0235
RIO DE JANEIRO: (21) 3872-3227
RIO GRANDE DO SUL: (51) 3362-3652
SANTA CATARINA: (47) 3435-0439

Controle de Acesso Microcontrolado com Código de Barras

Os circuitos para controle de acesso, também conhecidos como "Tranca eletrônica" ou "Fechadura Eletrônica", já não apresentam nenhuma novidade para nossos leitores. Porém, a proposta do circuito deste artigo é diferente. Propomos o controle de uma "fechadura eletrônica" através do uso de cartões de código de barras com digitação de uma senha. O circuito também é capaz de guardar uma "lista" de usuários autorizados.



Márcio José Soares

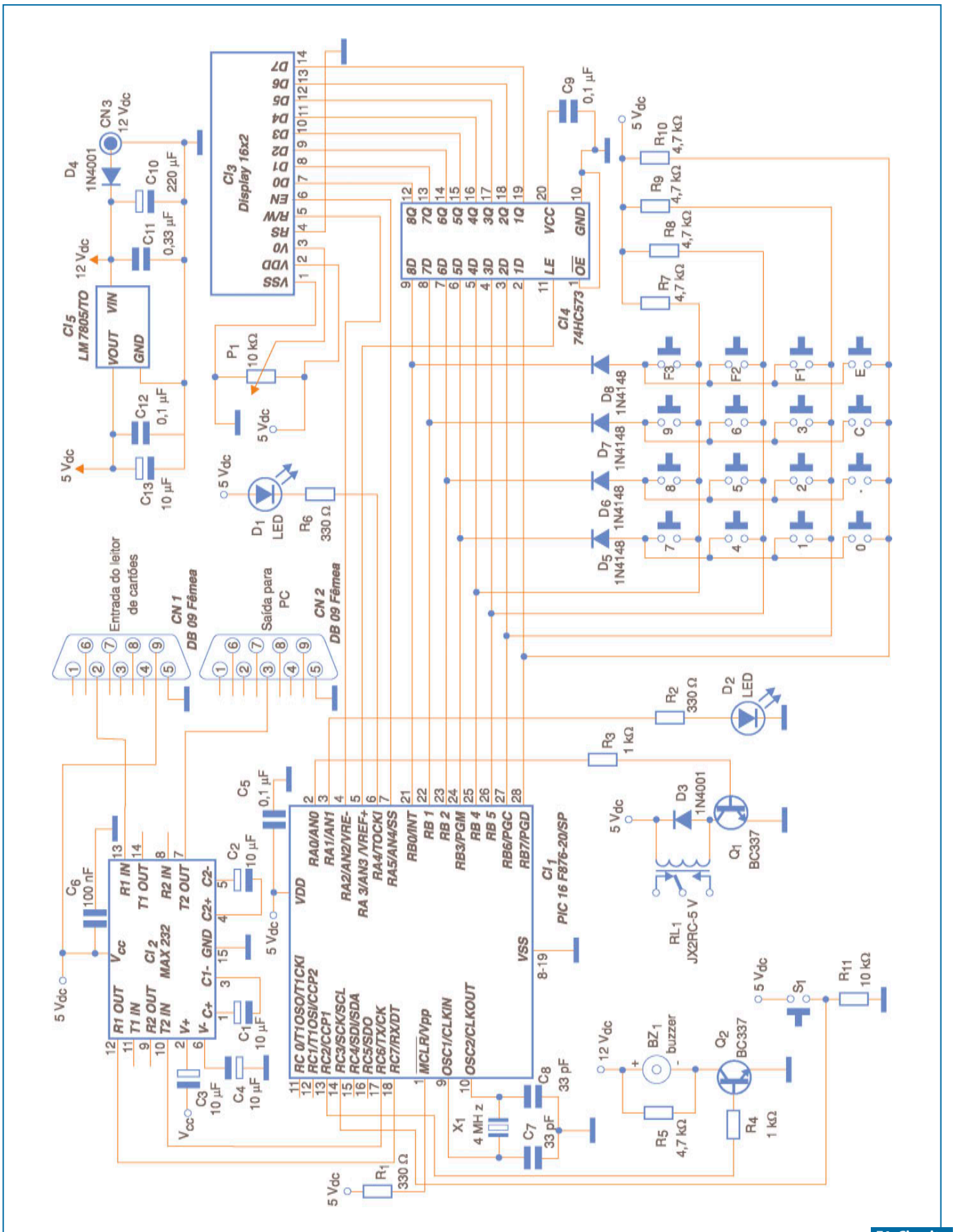
O circuito que o leitor conhecerá neste artigo permite controlar o acesso a uma determinada sala (em casa, escritório, fábrica, etc.) através da leitura de um cartão de código de barras com seis dígitos e a digitação de uma senha com quatro dígitos.

A inserção da leitura do código de barras constitui-se em uma novidade em nossos projetos. A leitura deste será feita por um leitor comercial, e este artigo não se propõe a tratar sobre a decodificação do código de barras. Esta ficará para artigos futuros.

Os recursos do sistema são:

- Leitor de cartão de código de barras comercial com comunicação RS-232 do tipo "slot" (fenda para cartões);
- Teclado matricial com 16 teclas para confirmação da senha cadastrada para o cartão;
- Saída para fechadura eletromagnética através de relé;
- Display LCD 16x2 para mensagens de aviso para o usuário;
- LEDs (1 verde e 1 vermelho) para informar "visualmente" algumas funções do sistema;
- Buzzer (*beep*) para chamar a atenção do usuário durante o uso (mensagens no *display* e outras);
- Chave para controle de porta aberta (impede que a mesma permaneça aberta);
- Comunicação serial RS-232 com um PC para informar tentativas de "entrada não autorizada" e outras;
- Memória EEPROM para "lista branca" (acesso autorizado) para até 20 cartões, programáveis via cartão MASTER;
- Exclusão de registros através do cartão MASTER.

Como o leitor pode notar, não se trata apenas de um simples circuito para controle de acesso (tranca eletrônica) semelhante



F1. Circuito elétrico.

aos que já foram até o presente momento publicados. Temos um circuito que se aproxima bastante dos muitos equipamentos comerciais distribuídos no mercado especializado.

A inserção da leitura de um código de barras (cartão) aliada à digitação de uma senha para confirmar o usuário garante um nível muito bom de segurança no controle de acesso a recintos e outros.

Onde usar

O projeto pode ser aplicado em diversas situações como:

- Controle de acesso de pessoas em áreas restritas em:
  - Escritórios
  - Fábricas
  - Residências
- Controle (liga/desliga) de equipamentos como:
  - Alarmes residenciais e outros
  - Máquinas importantes no chão de fábrica
- Controles automotivos como:
  - Controle de partida (ignição) para veículos
  - Inibição de alarmes

Com uma boa dose de criatividade, o leitor poderá descobrir inúmeras aplicações para o sistema proposto. Se descobrir alguma do tipo "inusitada e criativa", não deixe de compartilhá-la conosco e com outros leitores através do nosso fórum.

O Circuito

Na **figura 1** o leitor tem o circuito elétrico do sistema. Todo o controle é feito pelo microcontrolador PIC16F876-I/P da Microchip®. Ele controla um display de cristal liquido (LCD), um teclado matricial com 16 teclas (4 x 4), um relé (para liberação da fechadura eletromagnética), dois LEDs, um buzzer e dois pontos de comunicação: um com o leitor de cartões de código de barras e outro com o PC.

O leitor notará que o "buzzer" foi ligado ao canal CCP (*Capture, Compare and PWM*) do microcontrolador. Desta maneira, não é necessário implementar via software a oscilação do mesmo. Está será feita através do hardware do microcontrolador, com poucas linhas de programa.

O LCD e o teclado são controlados por meio da mesma porta de I/O do microcontrolador (porta B). Esse controle é feito com a ajuda de CI_4, um 75HC573. Este CI é um "lacth" de oito bits. Assim os dados do display são isolados do teclado e vice-versa com o auxílio deste CI.

Um outro detalhe importante sobre o circuito é sua comunicação serial (RS-232). Aproveitamos o pino RX do microcontrolador para receber os dados do leitor de cartão e o pino TX para enviar dados para o PC. Dessa maneira, com uma única porta de comunicação (TX/RX) pôde-se implementar a comunicação com dois dispositivos distintos.

CN_1 é a entrada para o leitor de cartões de código de barras e CN_2 a saída para comunicação com o PC. CI_2 é um "driver" para comunicação RS-232 (MAX232). A alimentação (5 VDC) para o leitor de código de barras é retirada do circuito através do pino 9 de CN_1.

S_1 é uma chave do tipo magnética "NA" (normalmente aberta). Na **figura 2** vemos um exemplar da mesma. Este tipo de chave é acionada ao aproximar um ímã.

Esta chave serve para informar ao sistema o estado da porta controlada, se aberta ou fechada. Após a liberação da fechadura magnética através de um cartão e senhas válidos, se a porta permanecer mais que 10 segundos aberta o sistema soará um alarme que poderá ser visualizado através do conjunto de LEDs e LCD, além de também poder ser ouvido através do buzzer. O sistema ainda informará o fato a um PC, se o mesmo estiver conectado.

O buzzer BZ_1 deve ser do tipo sem oscilador interno. Sua tensão de trabalho deve estar entre 3 e 30 volts.

X_1, C_7 e C_8 formam o "circuito de oscilação". CI_2 é um regulador de tensão para 5 VDC e os capacitores C_{10}, C_{11}, C_{12} e C_{13} formam os filtros necessários para a mesma. O diodo D_4 protege o circuito contra uma possível inversão de polaridade da fonte externa, quando a mesma for ligada ao circuito. Esta fonte de alimentação deve fornecer uma tensão, previamente regulada e filtrada, entre 9 VDC e 12 VDC.

P_1 regula o contraste do LCD. Os LEDs D_1 e D_2 devem ter cores diferentes, conforme indicado na lista de materiais (vermelho e verde) para auxiliar no uso do sistema (compreensão do estado do sistema – pronto, alarme, acesso negado ou permitido, etc).



F2. Exemplo de chave com controle "magnético".

Montagem

Na **figura 3** o leitor tem nossa sugestão para o *lay-out* do circuito impresso. O leitor que preferir, também poderá montar o circuito em uma placa padrão ou mesmo em uma matriz de contatos, sendo este último caso recomendado apenas para testes e prováveis alterações no circuito e programa originais.

Sugerimos o uso de soquetes para todos os CIs. Tenha cuidado ao soldar os componentes polarizados como capacitores eletrolíticos, diodos, transistores e outros. Qualquer inversão poderá prejudicar ou mesmo não permitir o funcionamento correto do circuito.

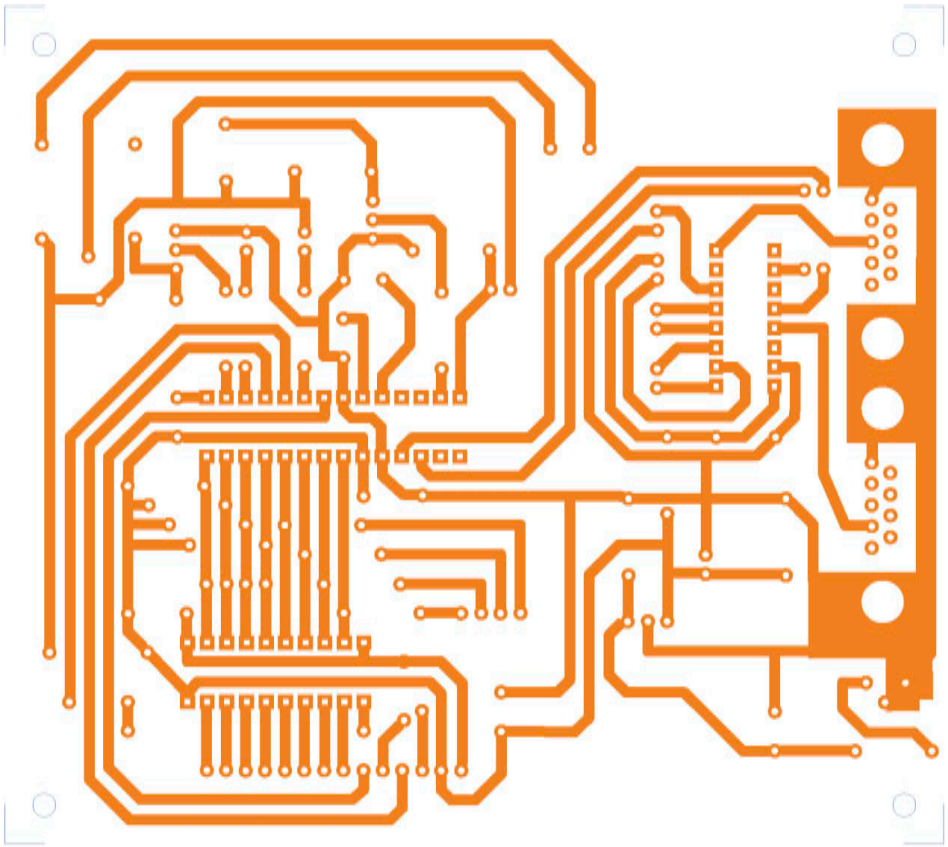
O potenciômetro P_1 pode ser do tipo comum, ou mesmo multivoltas e neste caso o leitor deverá promover alteração do lay-out da placa para viabilizar a sua correta inserção/conexão.

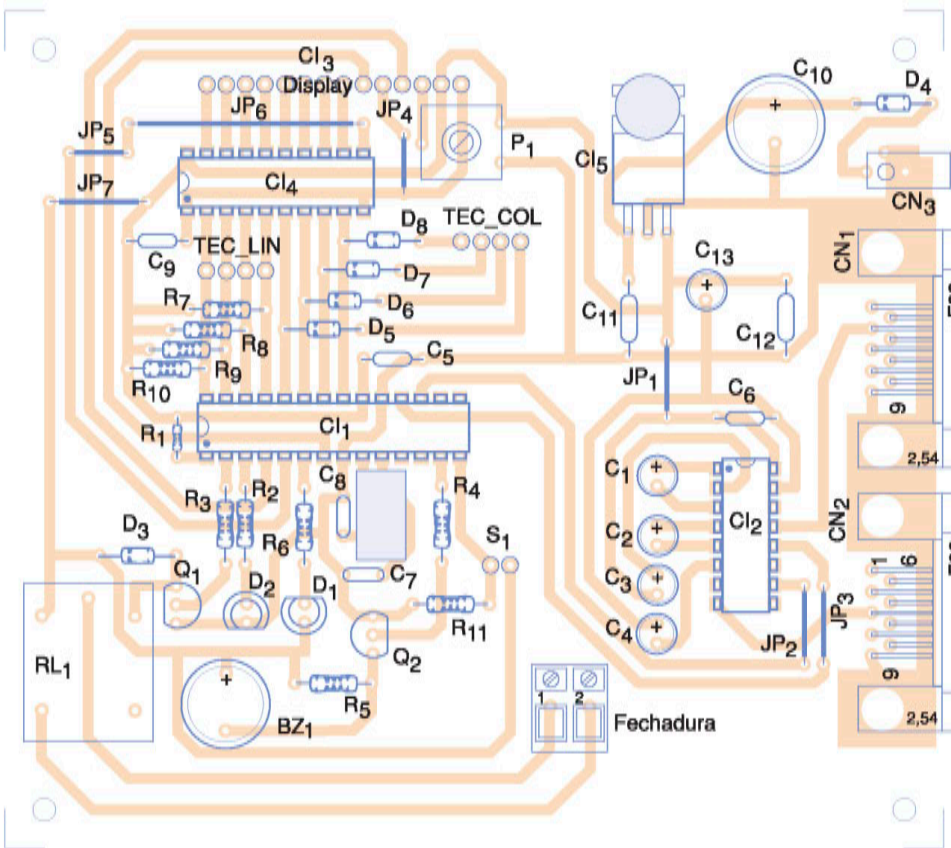
A ligação do LCD à placa deve ser feita pensando no "lay-out" a ser adotado para o gabinete. Na **figura 4** o leitor tem nossa sugestão para o lay-out do gabinete, que pode ser feito em plástico ou mesmo metal.

O teclado utilizado é do tipo matricial com 16 teclas (4 linhas e 4 colunas). A disposição das teclas em relação à distribuição das linhas e colunas deve respeitar rigorosamente o esquema elétrico (figura 1). Isto é de suma importância para o correto funcionamento do programa.

Este teclado pode ser confeccionado com chaves do tipo "push buttons mini" NA (normalmente aberto), ou ainda adquirido pronto no mercado especializado.

O leitor de código de barras usado em nosso projeto pode ser encontrado facilmente em lojas de informática nos grandes centros ou através da Internet. Ele deve ter as seguintes características:

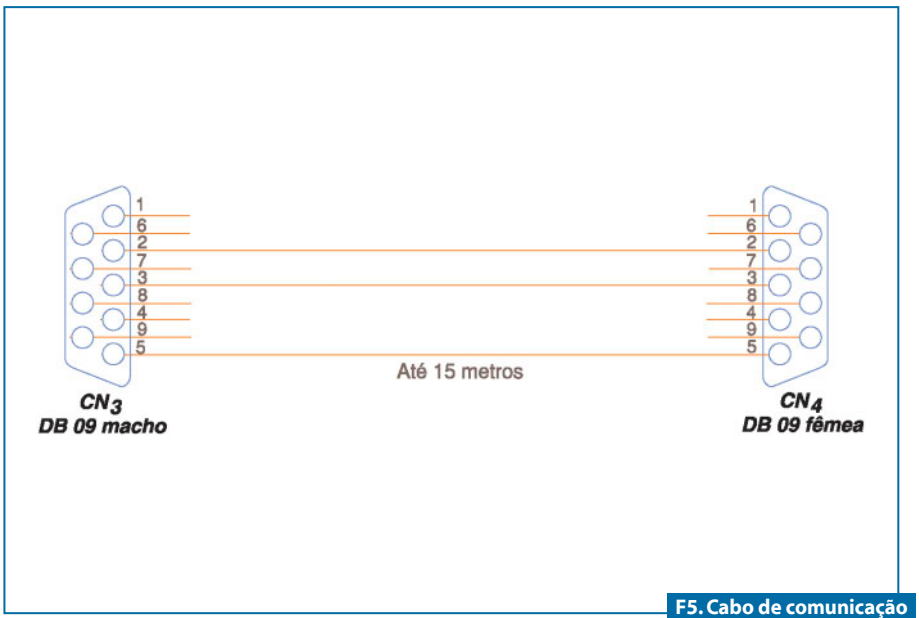




F3. Lay-out para circuito impresso.



F4. Sugestão para lay-out do gabinete.



F5. Cabo de comunicação com o PC.

- Comunicação: padrão RS-232
- Velocidade: 9600 bps
- Dados: 8 bits
- Paridade: nenhuma
- Stop bits: 1
- Caracter de final de leitura: <ENTER> (decimal 13; hexadecimal 0D)

Em nosso protótipo utilizamos o leitor CODE 2000 fabricado em São Paulo, pela empresa Colleter Informática.

Para comunicação com o PC, o leitor poderá construir um cabo de acordo com a pinagem oferecida na **figura 5**, com até 15 metros de comprimento. Este cabo também pode ser adquirido em lojas especializadas em produtos de informática sob o nome de "Cabo serial".

O programa

O programa para o microcontrolador pode ser obtido gratuitamente em nosso *site*, no endereço **www.sabereletronica.com.br** na seção "Downloads".

O mesmo foi desenvolvido na Linguagem "C" com o auxílio do compilador CCS. Caso interesse ao leitor, o mesmo poderá obter uma cópia demo com algumas limitações no link **www.ccsinfo.com.** O programa foi ricamente comentado para facilitar a sua compreensão.

De qualquer maneira, o leitor apenas interessado na montagem não precisará compilar o código-fonte, pois em nosso site também é possível encontrar o código HEX pronto para a gravação do microcontrolador.

Para os leitores que desejam usar a Linguagem "C" para microcontroladores Microchip® utilizando o compilador CCS, recomendamos a leitura dos manuais fornecidos pela empresa e/ou ainda do livro "Microcontroladores PIC – Programação em C" do autor Fábio Pereira, publicado pela editora Érica e disponível na Nova Saber (**www.novasaber.com.br**)

Prova e uso

Após montar o circuito (placa), faça uma revisão no mesmo para evitar "surpresas" desagradáveis. Reveja todas as ligações, placa, etc. Feito isso, é hora do teste final.

Grave o microcontrolador com o código HEX fornecido em nosso site e instale o mesmo na placa. Conecte em CN_1 o leitor de código de barras e em CN_2 o cabo para comunicação com o PC.

Alimente o circuito. O display irá mostrar uma mensagem apresentando o projeto e, logo em seguida, solicitará a passagem de um cartão. Como é a primeira vez que o circuito é ligado, qualquer cartão passado no leitor não será aceito. Todos serão rejeitados, pois não existe nenhum cartão e senhas cadastrados na memória EEPROM do microcontrolador.

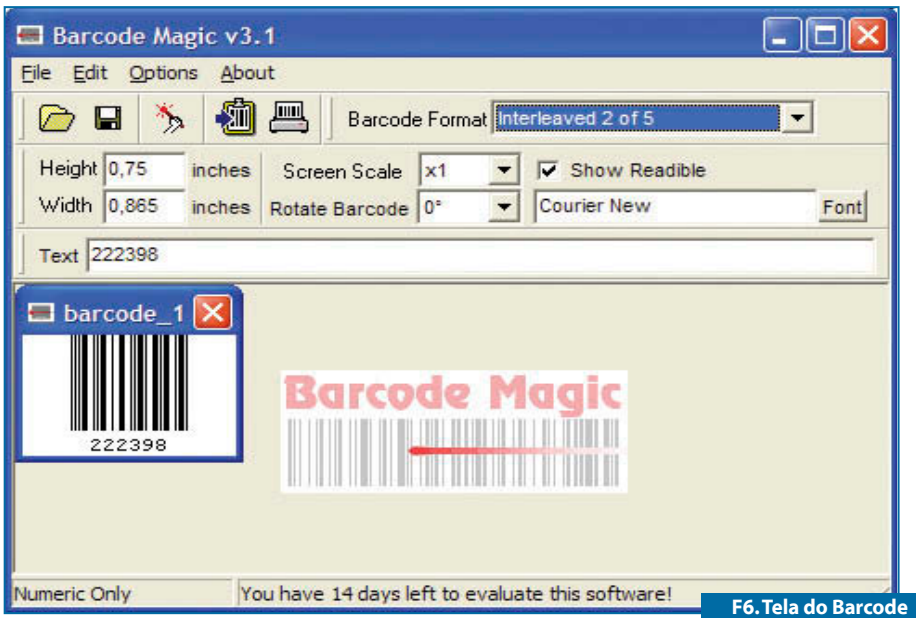
Para cadastrar um cartão e sua senha, o leitor precisará do cartão MASTER. Este cartão pode ser impresso a partir de nosso site (seção *downloads*). Por motivos de segurança, o código MASTER em nosso projeto foi inserido no programa. Assim, nenhum cartão a ser impresso já utilizado poderá "burlar" o sistema. A alteração do código MASTER só é possível através da alteração e recompilação do programa (código-fonte).

Após passar o cartão MASTER, um "Novo cartão" é pedido. Neste momento o leitor deverá passar um outro cartão qualquer, com código obviamente diferente do código MASTER. Após a leitura do novo cartão, a senha para o mesmo será solicitada. Esta senha deve ter quatro dígitos. Após a digitação da senha, o sistema arquivará na memória EEPROM o número do cartão e a senha do mesmo.

O sistema tem 256 bytes de memória EEPROM (interna ao microcontrolador). Cada cartão tem seis dígitos e a senha quatro dígitos. No total temos 10 dígitos por usuário (10 bytes). O sistema foi preparado para guardar até 20 usuários autorizados, totalizando 200 bytes.

Caso o sistema atinja o número máximo de cartões (usuários cadastrados) permitidos (20), a única maneira para cadastrar um novo usuário será "apagando" um usuário antigo no sistema. Para apagar um usuário qualquer basta usar o cartão MASTER e passar o cartão do usuário já cadastrado a ser "apagado".

Após cadastrar um cartão e uma senha, o sistema já pode ser utilizado. Passe o



F6. Tela do Barcode Magic.

cartão cadastrado e digite a senha para o mesmo quando solicitado. Se tudo correr bem, o LED verde acenderá e o relé será ligado por um período de 3 segundos. Uma mensagem de "Acesso permitido" também poderá ser visualizada no display. Após liberar a "porta" através da fechadura eletromagnética, a chave S_1 será analisada por 10 segundos. Se a mesma não for acionada com o fechar da porta, um alarme será disparado. O código FCH é enviado através do canal serial para informar sobre o evento.

Caso um usuário qualquer não cadastrado no sistema tente "burlar" o mesmo, o código FDH mais o número do cartão não válido serão enviados via porta serial informando o ocorrido.

Um outro tipo de informação enviado através da porta serial é o "reset" do sistema. Caso o mesmo ocorra, o código FEH será enviado. Esse tipo de dado poderá informar o administrador sobre um provável problema no circuito ou ainda a tentativa de "hackear" o mesmo.

É importante salientar que estes códigos não são arquivados na memória do microcontrolador e a comunicação (envio do código de evento) é feita uma única vez.

Para usar este recurso o leitor deverá providenciar um PC que permanecerá "on-line" para receber as mensagens (códigos). Este PC rodará uma aplicação especificamente desenvolvida para receber e decodificar os eventos. As linguagens de programação como C++, Delphi e VB são as mais indicadas para este tipo de aplicação. Não é nosso intuito discutir esta aplicação aqui neste artigo e deixaremos o seu desenvolvimento a cargo de cada leitor, se este a julgar necessária. Caso não haja esta necessidade, o leitor poderá ignorar a ligação do sistema com o PC.

A impressão dos códigos de barras para os cartões pode ser feita com auxílio de programas específicos como o aplicativo que acompanha o pacote Corel Draw® ou ainda qualquer outro aplicativo.

Na Internet é possível encontrar alguns aplicativos que poderão auxiliar o leitor nesta tarefa. Um exemplo é o programa "Barcode Magic" (**figura 6**).

Outros programas e bibliotecas também podem ser obtidos na Internet. Pesquise nos instrumentos de busca como o "Google", usando palavra-chaves como "barcode design", por exemplo.

Conclusão

Com uma boa dose de criatividade é possível criar circuitos interessantes e com aplicação garantida. É preciso estar atento às necessidades do mercado de automação, desenvolvendo soluções para o mesmo. Muito pode ser feito. Converse com amigos sobre seus problemas com automação. Em muitos casos, um circuito que o leitor tem em sua biblioteca pode ser a solução para o problema. Boa montagem e até a próxima!

Lista de Materiais

Semicondutores

CI_1 – PIC16F876-I/P – microcontrolador Microchip®
CI_5 – LM7805 – regulador de voltagem para 5 VDC
CI_3 – Display LCD 16 x 2 com ou sem *backligth*
CI_4 – 74HC573 – Latch de oito bits
CI_2 – MAX232 – driver para RS232
D_1 – LED 5mm redondo – vermelho
D_2 – LED 5mm redondo – verde
D_3, D_4 – 1N4001 – diodo retificador
D_5 - D_8 – 1N4148 – diodo de sinal
Q_1, Q_2 – BC337 – transistor NPN

Resistores (1/8 Watt)

R_1, R_2, R_6 – 330Ω - (laranja, laranja, marrom)
R_3, R_4 – 1 kΩ- (marrom, preto, vermelho)
R_5 – 4,7 kΩ - (amarelo, violeta, vermelho)
R_{11} – 10 kΩ - (marrom, preto, laranja)
R_7 a R10 – 4,7 kΩ - (amarelo, violeta, vermelho)
P_1 – 10 kΩ - trimpot mini horizontal

Capacitores

C_1 a C_4 – 10 µF/25V – eletrolítico
C_5, C_6, C_9 – 100 nF – cerâmico
C_7, C_8 – 33 pF - cerâmico
C_{10} – 220 µF/25V – eletrolítico
C_{11} – 0,33 µF/250V – poliéster
C_{12} – 0,1 µF/250V – poliéster
C_{13} – 10 µF/16V – eletrolítico

Diversos

X_1 – cristal 4 MHz
S_1 – chave magnética "NA"
RL_1 – relé com 1 contato reversível, bobina de 5 Volts, até 500 Ω
CN_1 – conector DB09 macho
CN_2 – conector DB09 fêmea
CN_3 – conector P4 fêmea (ou de acordo com fonte externa – veja texto)
BZ_1 – buzzer (*beep*) sem oscilador interno.
Soquetes para os CIs, radiador de calor para TO-220 (regulador de voltagem), placa para circuito impresso, teclado matricial (veja texto), cabo manga 4 vias para montagem do cabo de comunicação com PC (opcional), conectores DB09 conforme figura 3, leitor de código de barras externo RS-232 (veja texto) etc.

Usando o gerador de funções para criar sinais PWM

Os sinais PWM (Pulse Width Modulation) ou por Modulação em Largura de Pulso são amplamente usados nos controles de potência. Assim, no desenvolvimento de projetos que envolvam esses controles ou na reparação de equipamentos que os utilizem é fundamental dispor de uma fonte PWM de prova. A Agilent Technologies possui uma excelente documentação que ensina como utilizar o Gerador de Funções para essa finalidade. Em função dessa documentação preparamos este artigo.

Newton C. Braga

A ideia básica que envolve o uso dos sinais PWM no controle de potência está na relação entre o tempo em que uma tensão é aplicada a uma carga e o tempo em que ela não está presente. Em suma, a potência aplicada depende do ciclo ativo de um sinal aplicado a uma carga, conforme mostra a **figura 1**.

A grande vantagem de utilizar sinais PWM no controle de cargas de potência é que podem ser empregados dispositivos semicondutores de comutação, que não tendo estados intermediários de condução, não dissipam potências elevadas. Com uma capacidade relativamente pequena de dissipação dos dispositivos, podemos controlar correntes intensas.

Assim, conforme ilustra a **figura 2**, quando variamos o ciclo ativo de um valor mínimo a um máximo, a tensão média ou potência aplicada a uma carga, variam na mesma proporção.

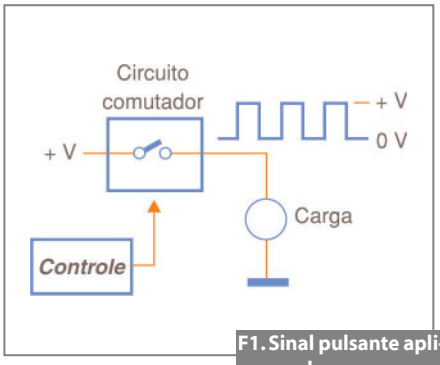
Os controles de potência para uso industrial ou mesmo em aplicações de consumo trabalham em frequências que vão de algumas dezenas de quilohertz até pouco mais de 1 MHz. Para analisar ou desenvolver circuitos que operem com sinais PWM nesta faixa de frequências é interessante possuir instrumentação apropriada e o gerador de funções pode ser usado para esta finalidade.

Os sinais gerados por um Gerador de Funções podem servir facilmente para excitar circuitos de potência e, desse modo, aplicações que envolvem a modulação PWM podem ser testadas.

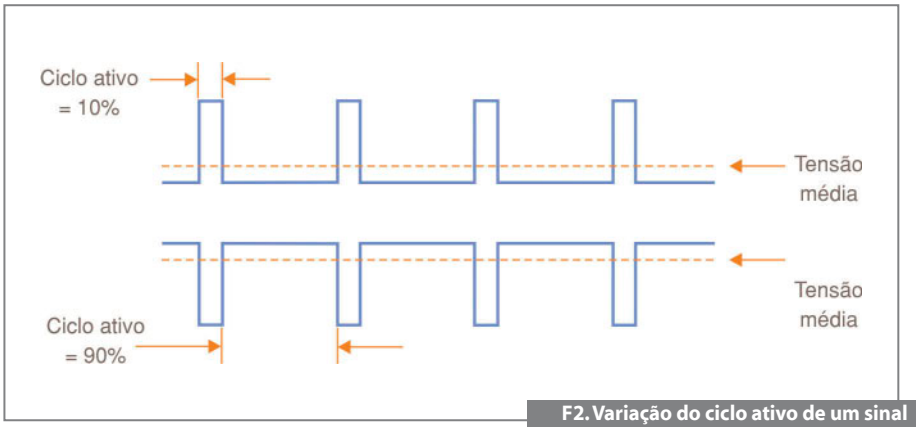
Como gerar os sinais

Uma forma simples de gerar um sinal PWM consiste em se empregar um comparador com um sinal senoidal aplicado a uma das entradas.

Nas **figuras 3, 4 e 5** mostramos as formas de onda PWM que podem ser obtidas quando ajustamos o comparador para disparar com diferentes níveis de tensão.



F1. Sinal pulsante aplicado a uma carga.



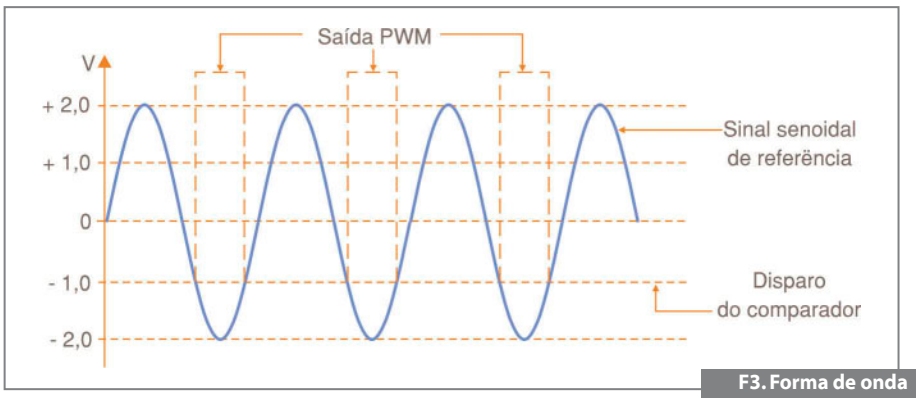
F2. Variação do ciclo ativo de um sinal aplicado a uma carga entre 10% e 90%.

Veja que, o que se faz é escolher o ponto da tensão senoidal onde se realiza o disparo, de modo a obter-se um sinal retangular com o ciclo ativo desejado, de acordo com a **figura 6**. A saída do comparador estará no nível alto quando a tensão na forma de onda senoidal estiver acima do ponto escolhido para o disparo.

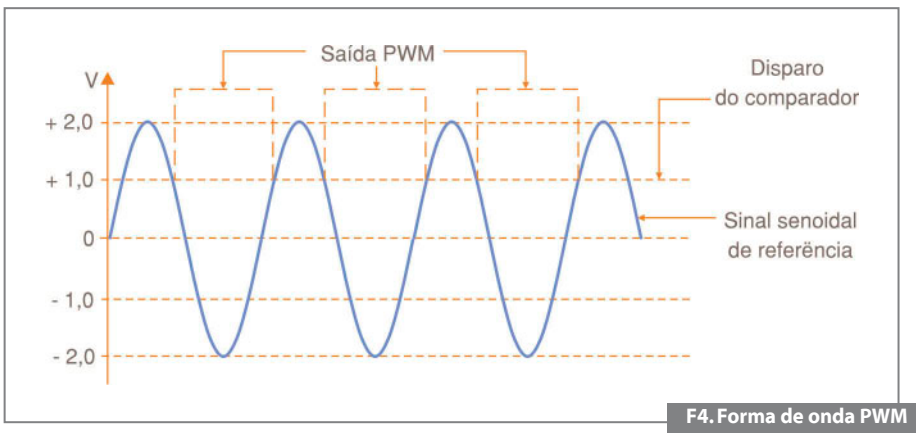
Observe que, neste caso, estamos alimentando o comparador com uma fonte simétrica para que seja possível obter o disparo tanto nos semiciclos positivos como negativos da forma de onda senoidal usada como referência.

O importante nesta técnica é que variamos apenas a largura dos pulsos e não a frequência, como acontece com outras técnicas de modulação que, na verdade, não podem ser consideradas PWM. Assim, podemos citar o caso de um "pseudo PWM" em que, ao se aumentar a largura do pulso, também aumentamos o período do sinal e com isso, baixamos sua frequência, conforme exibe a **figura 7**.

Um ponto importante que deve ser considerado ao se utilizar esta técnica de geração de sinais PWM é que, como a subida e descida da tensão numa forma de

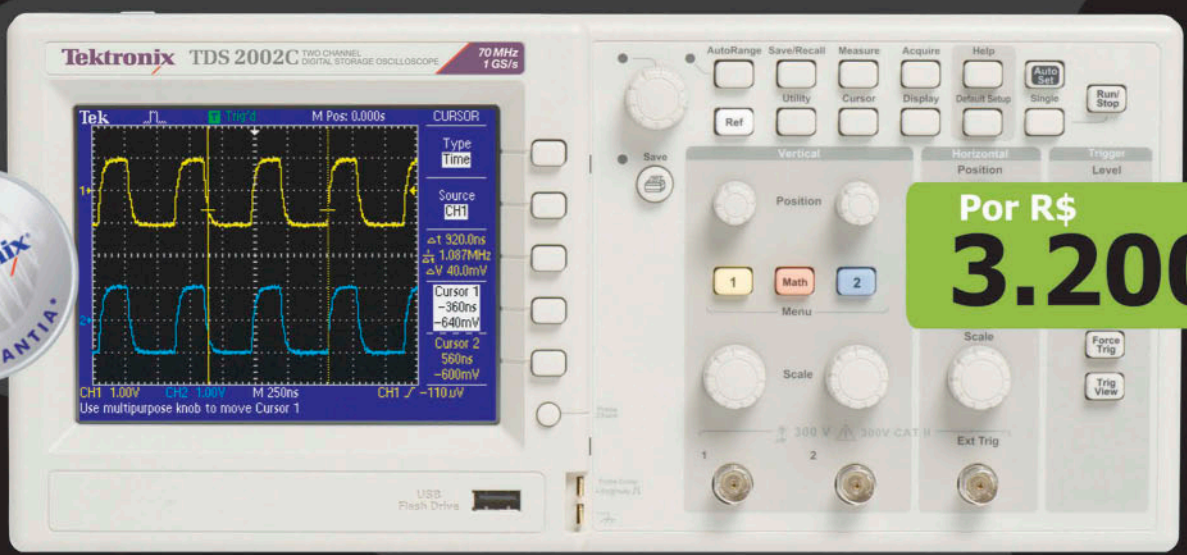


F3. Forma de onda PWM - exemplo nº 1.



F4. Forma de onda PWM - 2º exemplo.

Osciloscópio Digital
TDS2002C
Tektronix®



10 ANOS Tektronix GARANTIA

Por R$ 3.200,00

largura de banda	taxa de amostragem	comprimento de registro	canais
70 MHz	1.0 GS/s	2.5 K	2

Mosaico
Tel: (11) 4992-8775
www.mosaico.com.br

Engenharia | Produtos | Capacitação | Social

*Promoção válida até 30 de dezembro de 2011 ou o término do estoque.

onda senoidal não são lineares, um ajuste da faixa de ciclos ativos também não será linear. No entanto, para as aplicações comuns de teste, isso não terá uma grande importância.

Se houver necessidade de uma precisão maior na faixa de ajuste, pode-se empregar a mesma técnica, mas com sinais triangulares, conforme mostra a figura 8. Neste caso, é claro, entra em jogo o gerador de funções.

Veja então que para se obter esses sinais PWM, basta ter uma fonte de sinais senoidais (que não precisa ser necessariamente o Gerador de Funções) e um comparador. Um osciloscópio serve para monitorar os sinais gerados.

Usando o gerador de funções

Um gerador de funções pode ser usado de diversas maneiras para se criar sinais PWM. Em alguns tipos de geradores têm-se até o recurso de variar o ciclo ativo sem modificar a frequência.

É comum que em geradores de funções comerciais seja possível variar o ciclo ativo na faixa de 20 % a 80 % sem problemas. No modo "burst" entretanto, é possível ampliar esta faixa. Neste caso, o que se faz é disparar o circuito para que ele gere pulsos negativos, controlando os intervalos de tempo em que ele faz isso, veja a figura 9.

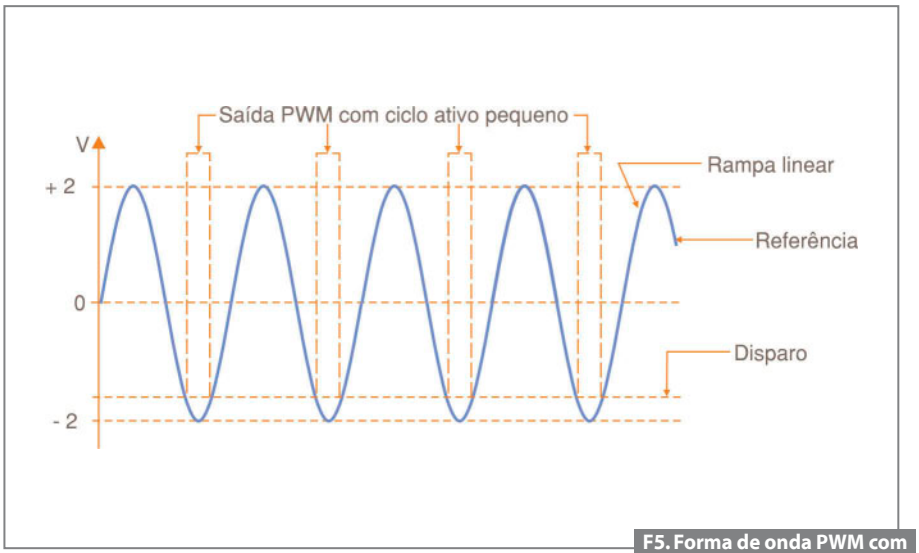
Todavia, a técnica que descrevemos torna-se especialmente atraente para gerar sinais de prova excitando diretamente uma etapa de potência com FETs, IGBTs ou outros dispositivos capazes de manusear correntes intensas. A partir de sinais senoidais ou triangulares podemos gerar sinais PWM com facilidade numa ampla faixa de frequências e amplitudes, os quais podem ser utilizados não apenas com controles de potência como também com muitas outras finalidades.

Conclusão

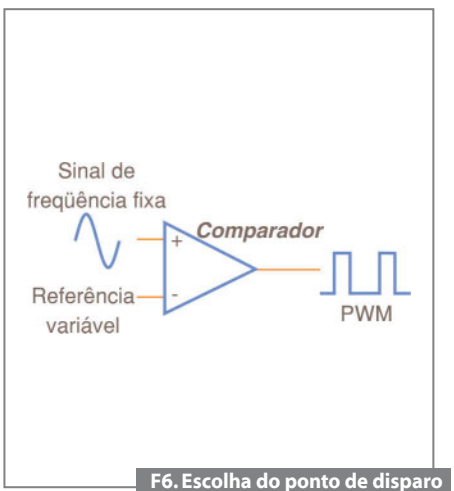
O gerador de funções é um instrumento de grande utilidade na produção de sinais de características que vão além das obtidas em simples senoides, triângulos ou retângulos.

Sabendo trabalhar com elementos externos adicionais ou mesmo com os recursos que alguns desses instrumentos possuem, podemos ir além, como mostrou este artigo.

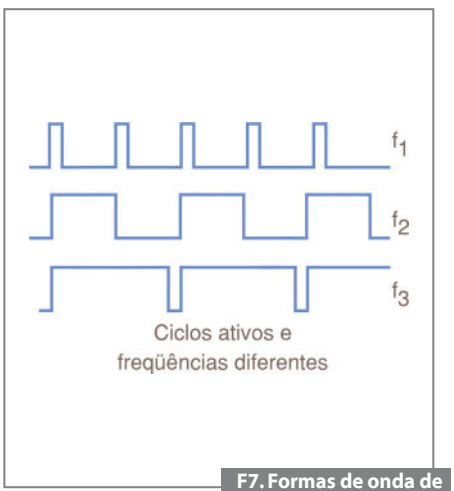
O uso de sinais PWM é comum em uma ampla variedade de aplicações de controle. Um gerador de sinais na bancada do profissional da manutenção ou desenvolvimento de circuitos desse tipo, é um investimento a ser considerado. E



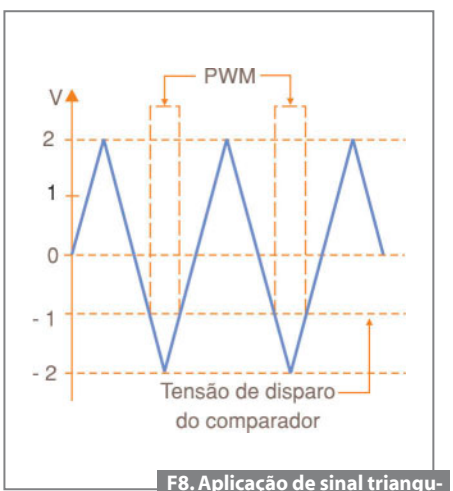
F5. Forma de onda PWM com ciclo ativo pequeno (3º ex.).



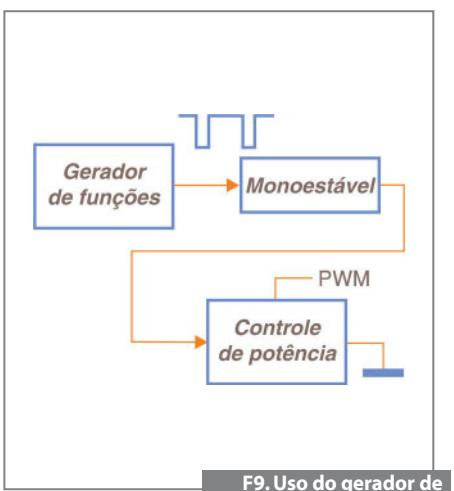
F6. Escolha do ponto de disparo p/ obtenção do sinal PWM.



F7. Formas de onda de um "pseudo PWM".



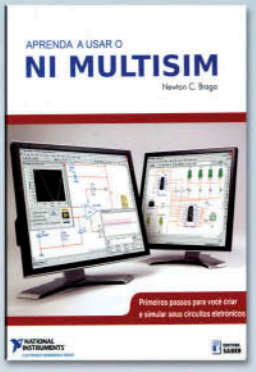
F8. Aplicação de sinal triangular em vez de senoidal.



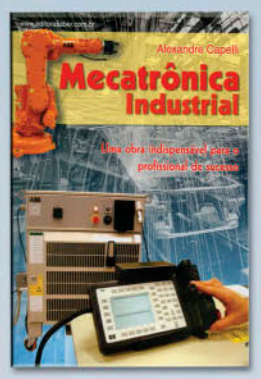
F9. Uso do gerador de funções em modo "burst".

Ótimos livros por um excelente preço

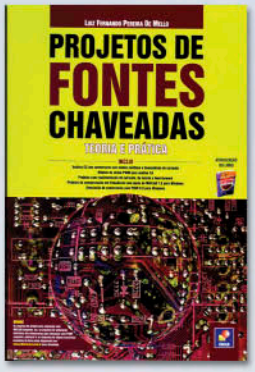


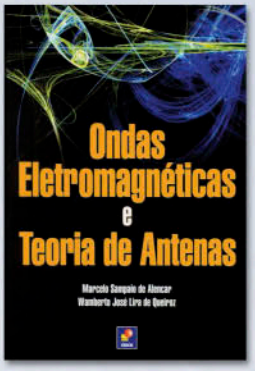


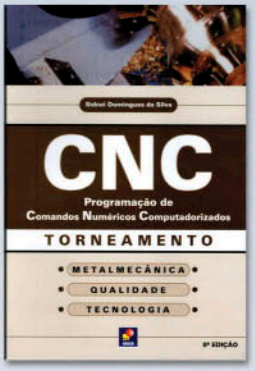




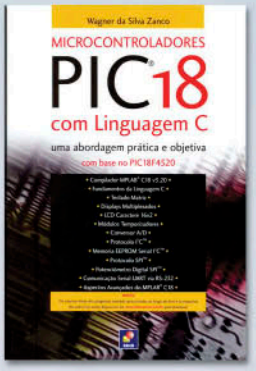




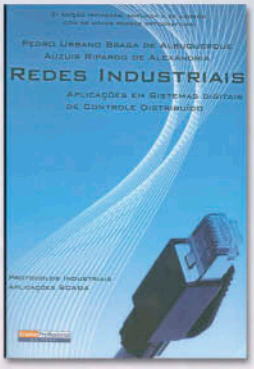


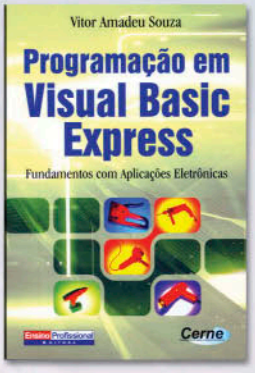


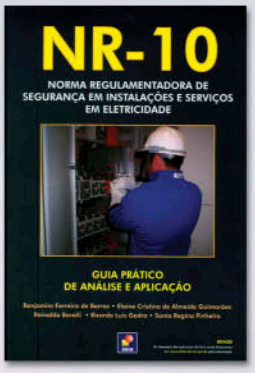


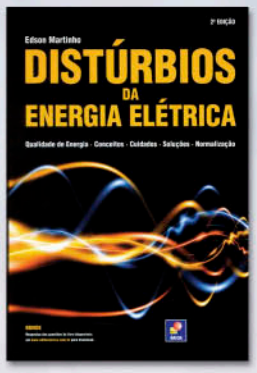




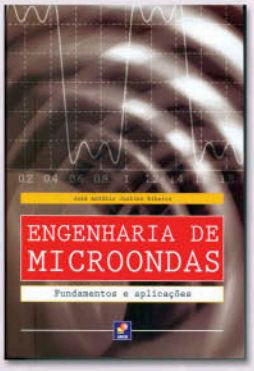


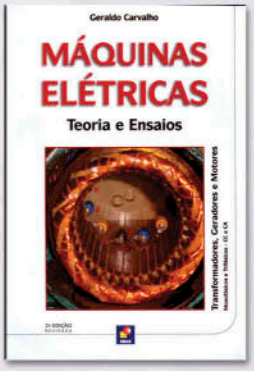


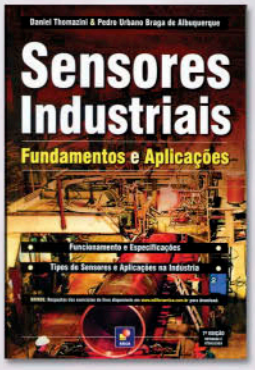














novasaber
www.novasaber.com.br

LabVIEW: Aprenda Fazendo

Parte 5

Seguimos em frente com o nosso curso e com a nossa proposta de montarmos um sistema de aquisição de dados de dois termopares que compara seus dados. Esta proposta serve de exemplo aos leitores de como funcionam sistemas sofisticados de calibração automatizada

Luis F. Bernabe

Analisando um programa em SCPI

Na parte anterior vimos o começo dos comandos SCPI (*Standart Commands for Programmable Instruments*), a sua história, parte de seus objetivos, enviamos e coletamos informações simples do multímetro digital, inicialmente como um teste de comunicação do conjunto montado.

Na página da NI escrita abaixo, você pode encontrar mais comandos SCPI com a suas descrições resumidas e referências já citadas neste curso. (**http://migre.me/5KEa7**)

Nesta sequência, continuaremos a explicar mais alguns comandos e quais são as opções de programação do LabVIEW e quando podemos utilizá-las. Esta apresentação orienta o leitor/usuário a escolher e utilizar a melhor estratégia de programação considerando o grau de facilidade do programador na implementação da sua aplicação.

Teremos o cuidado de selecionar *links* interessantes e ao mesmo tempo simples, tanto na apresentação como no uso da língua inglesa. Nosso foco também é a familiarização do leitor com os termos técnicos correntes nas áreas deste artigo. Acredito que todos os leitores teriam a possibilidade de compreensão destes textos utilizando um pequeno dicionário e um caderno de anotações.

Na página abaixo tem o link do manual completo das SCPI, com cópia e distribuição livre para você estudar outras instruções de outros instrumentos. O manual está relacionando SCPI com IEEE-488, o GPIB (*General Purpose Interface Bus*), porque no ano de sua realização (1999) havia poucos tipos de barramentos e o mais conhecido neste período era o GPIB. Hoje a situação da tecnologia dos barramentos é bastante diferente e diversificada, mas, estas instruções são utilizadas do mesmo modo em outros barramentos modernos como por exemplo: USB, LIN, Ethernet e Wi-Fi, sem restrições. (**http://migre.me/5KEcq**)

Caso você acredite que o barramento GPIB esteja ultrapassado, vale a pena considerar alguns fatores que fazem este tipo de barramento mais interessante do que Ethernet! Como esta comparação escrita é extensa e foge do nosso tema central, cito o artigo da National abaixo para você, leitor, analisar as possibilidade de cada um deles, em algumas aplicações de testes automatizados. (**http://migre.me/5KEeK**)

Voltando ao artigo, vale lembrar que, se você está comprando um instrumento de medição que não faz parte deste "Consórcio" (grupo) do SCPI, com certeza terá maiores dificuldades de automatizar processos com este instrumento, agora ou mais tarde, se utilizar o padrão de linguagem de texto (C e C++, por exemplo) ou similar. Esta filosofia ajuda muito se você pensar que os bons profissionais têm mais acertos em seu currículo.

Considere então que, na situação de aquisição de equipamentos, você tenha apenas uma chance de acertar. Acerte na primeira, mesmo que pareça ser um equipamento um pouco mais caro inicialmente. Pense em conectividade e facilidade de programação via interfaces, compatibilidade com C e C++, possíveis expansões/atualizações futuras, etc.

O padrão SCPI é uma linguagem de mnemônicos patenteados e, uma outra empresa que não faça parte deste consórcio, terá que criar a sua própria linguagem de comandos.

Não é o objetivo do nosso curso, mas como ilustração, segue a frente um pequeno programa bastante didático e

simples em SCPI. A função deste programa é enviar instruções a uma fonte programável de múltiplas tensões de saída e habilitá-la para uso (**box 1**).

Comentando melhor as linhas deste programa temos, o início é RESET, para garantir estabilidade melhor na execução; a instrução INST:NSEL 1 seleciona a fonte 1; a instrução SOUR:VOLT:LEV:IMM:AMPL 5 V seta a fonte 1 para a tensão de 5 volts imediatamente, mas a saída está desativada, com a instrução OUTP:STAT ON (*output state on*) ativamos a saída, disponibilizando a energia da fonte para o circuito em teste.

Claro que você, diante da necessidade, poderá inserir instruções do tipo "Qual é a corrente do canal 1 ?" e, em sequência, " Compare com valor XYZ pré-definido", que, se for ultrapassado, acionará um alarme, um relé e/ou desconectará a saída da fonte de alimentação (OUTP:STAT OFF).

Os algoritmos são independentes das linguagens. Se o leitor aprende como construir uma sequência lógica de tarefas e, depois, aprende uma linguagem, todas as linguagens que estudar depois, terão seu grau de facilidade aumentado.

Trabalhei com ASM do PIC, ASM do 8051, C do PIC, C do PC e LabVIEW com ícones, VISA e Instrument Drivers, mas, o processo de construção de etapas de sequências são praticamente os mesmos. O que muda bastante são as linguagens.

As técnicas de programação e abordagem didática

O LabVIEW é um ambiente de programação que permite diferentes possibilidades de "linguagens" em vários formatos e níveis, até simultaneamente, embora a programação desta forma não seja racional e nem prática, como você observará mais adiante.

As V.I.s e SCPIs nós já vimos, elas podem ser combinadas entre si sem qualquer problema, cada um com seu método, a primeira é baseada em ícones e a segunda em texto, como dissemos antes, dependendo da necessidade e habilidade do programador.

Mas, diante de um problema de aquisição de dados, no caso, qual é a melhor solução? A resposta é a que apresenta resultados mais rápidos, atendendo as necessidades pelo menor custo total. Neste leque de opções vale a pena analisar os nossos objetivos e os caminhos que queremos trilhar. Vamos nos tornar experts em LabVIEW em poucas lições ou focamos na solução proposta sacrificando o "aprendizado completo de tudo"?

A nossa estratégia é a seguinte. Vamos apresentar as opções e selecionar algumas, solucionando o problema proposto no decorrer da nossa série, sacrificando o mínimo da parte didática, que, claro, é parte fundamental do nosso objetivo.

Pensando desta forma, retomemos a nossa proposta. Basicamente, temos um problema de comunicação e aquisição de dados de um instrumento para o PC utilizando um ambiente de programação. Como fazer isso com LabVIEW? Várias formas são possíveis. Desenvolvendo um grande algoritmo e utilizando somente as VIs, teríamos uma grande demanda de tempo não disponível. Fazendo uma aplicação mista de VIs e SCPIs estaríamos utilizando um conjunto de instruções de alto nível (ícones) com as de baixo nível (texto), respectivamente. É possível, sim. Mas, normalmente, não obteremos o menor tempo de desenvolvimento até a aplicação final.

As instruções VISA

O VISA tem duas possibilidades de programação, em formato texto e gráfico. A National direcionou o desenvolvimento do VISA para os ícones, tornando-a uma linguagem gráfica apresentada em um diagrama de blocos ou fluxograma nos mesmos painéis de "Block Diagram" e "Front Panel" do LabVIEW, como as VIs. O significado da sigla VISA é "Arquitetura de Software de Instrumentação Virtual" ou *Virtual Instrument Software Architecture*.

O VISA é um padrão de comunicação de dados que permite, via interface e barramentos, a configuração, programação e aquisição de dados para sistemas de instrumentação compatíveis, membros do "Consórcio" VISA. As interfaces e barramentos podem ser combinados livremente, por exemplo: podemos montar uma estação de testes com 10 instrumentos em GPIB, um equipamento conectado em serial direto no PC, vários outros conectados com Ethernet e mais alguns em USB, simultaneamente, sem problema algum !! O barramento GPIB permite a conexão de controle e dados com até 15 instrumentos ao mesmo tempo! A rede Ethernet não tem limite de conexões.

A combinação ótima de ferramentas de programação é utilizar instruções de mesmo padrão; por exemplo, as VIs com as VISA ou então as VIs com os Instrument Drivers, aos pares. As três opções juntas não faria sentido em muitas aplicações, devido ao fato de que as instruções VISA possuem algoritmos mais simples e foram projetadas com foco em acesso aos barramentos com en-

Box 1

Em mnemônico:

```
*RST                                          //reset
INSTrument:NSELect 1                          //Selecione a fonte 1
SOURce:VOLTage:LEVel:IMMediate:AMPLitude 5 V  //Definir amplitude em 5 volts
OUTPut:STATe ON                               // Saída 1 ativa
INSTrument:NSELect 2                          //Selecione a fonte 2
SOURce:VOLTage:LEVel:IMMediate:AMPLitude -5 V //Definir amplitude em -5 volts
OUTPut:STATe ON                               // Saída 2 ativa
```

Em instruções:

```
*RST                                  //reset
INST:NSEL 1                           //Selecione a fonte 1
SOUR:VOLT:LEV:IMM:AMPL 5 V            //Definir amplitude em 5 volts
OUTP:STAT ON                          // Saída 1 ativa
INST:NSEL 2                           //Selecione a fonte 2
SOUR:VOLT:LEV:IMM:AMPL -5 V           //Definir amplitude em -5 volts
OUTP:STAT ON
```

vio e recebimento de instruções e dados e, os Instrument Drivers são algoritmos mais complexos baseados em conjuntos de instruções VISA e VIs.

Ao contrário da documentação das SCPIs que foi lançada com foco no único barramento disponível em 1995, que era o GPIB (General Purpose Instrumentation Bus), a linguagem VISA teve sua documentação continuada com a evolução dos vários barramentos desenvolvidos posteriormente, incluindo desde serial (RS-232C), GPIB, no seu início e, posteriormente Ethernet, USB, entre outros.

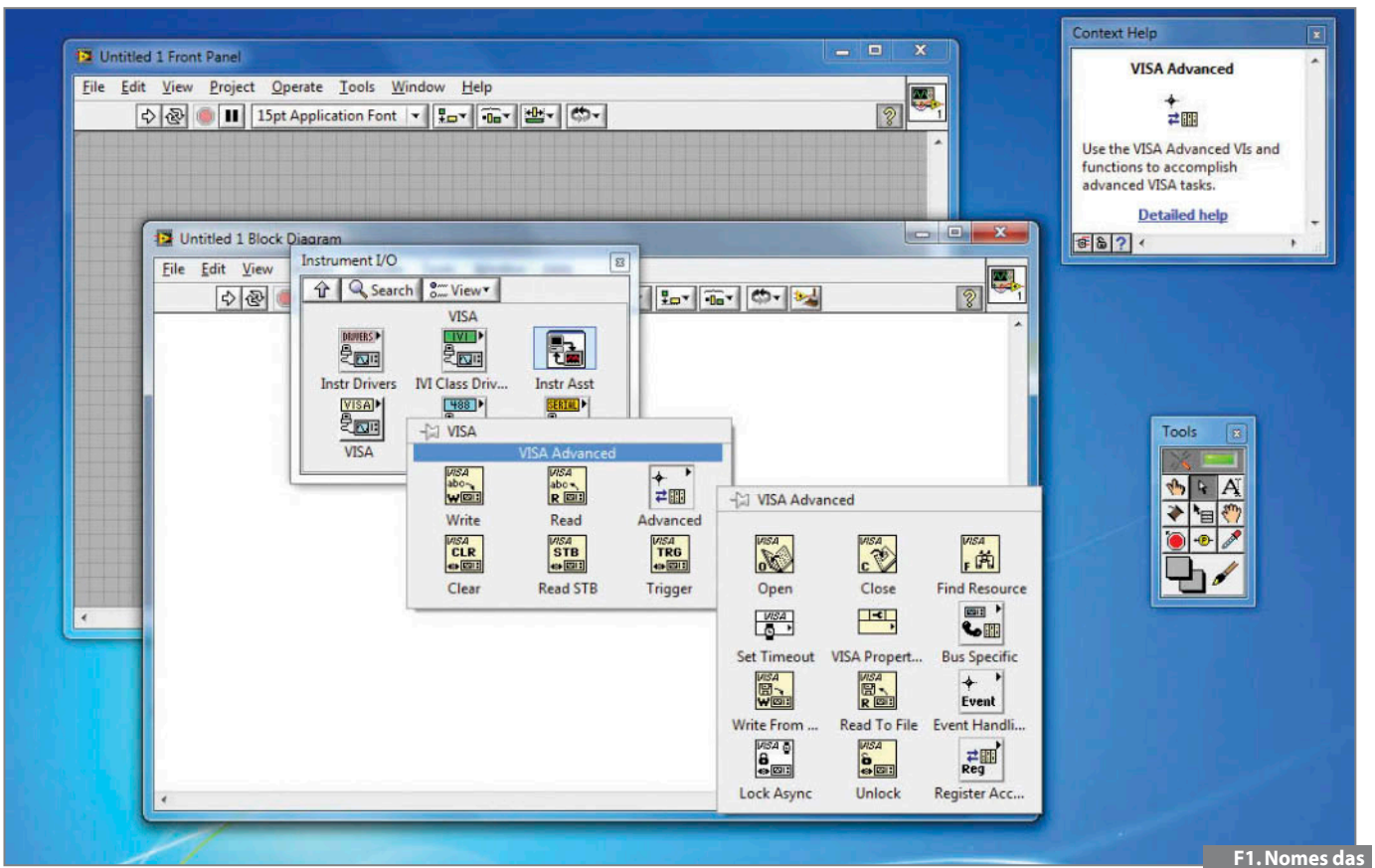
As instruções VISA permitem uma rápida integração entre o hardware e o software com a utilização de ambientes de programação, como por exemplo LabVIEW, de forma independente dos instrumentos controlados. Observe os nomes das instruções na **figura 1**.

As instruções Read (leia), Write (escreva), Open (abra), Close (feche) e Clear (limpa) são para a execução de tarefas básicas e servem para todos os instrumentos.

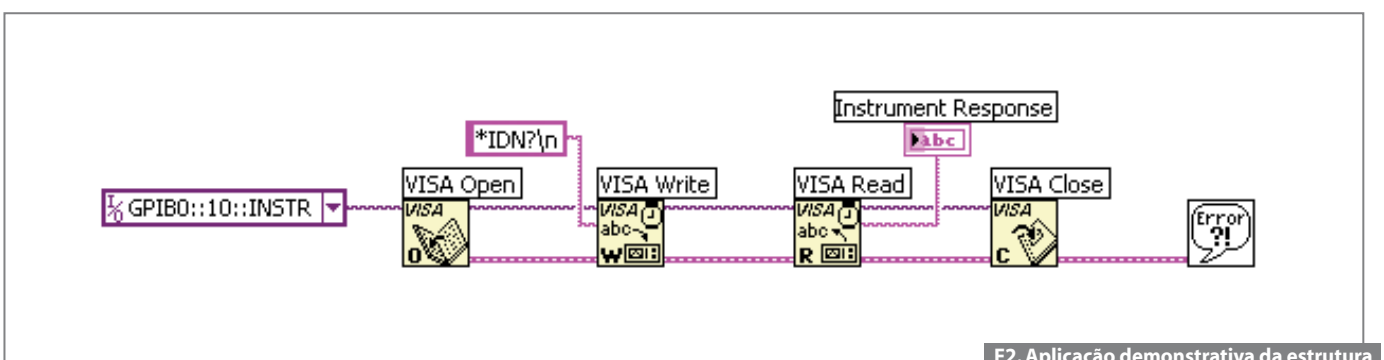
What Is VISA?

Em algumas divisões do VISA, a primeira é o formato texto ou gráfico, a segunda são os seus níveis de ação e programação, ou seja, dependendo do nível da instrução pode-se atuar diretamente num registro de memória ou abrir um processo para comunicação de instrumentos. Uma aplicação típica de programação em VISA segue os seguintes passos básicos:

- Abrir uma sessão (Session) para um endereço do recurso (Resource)
- Envie uma instrução para o recurso através do seu endereço.
- Envie instruções de leituras e escritas para o instrumento



F1. Nomes das instruções VISA.



F2. Aplicação demonstrativa da estrutura de programação com VISA.

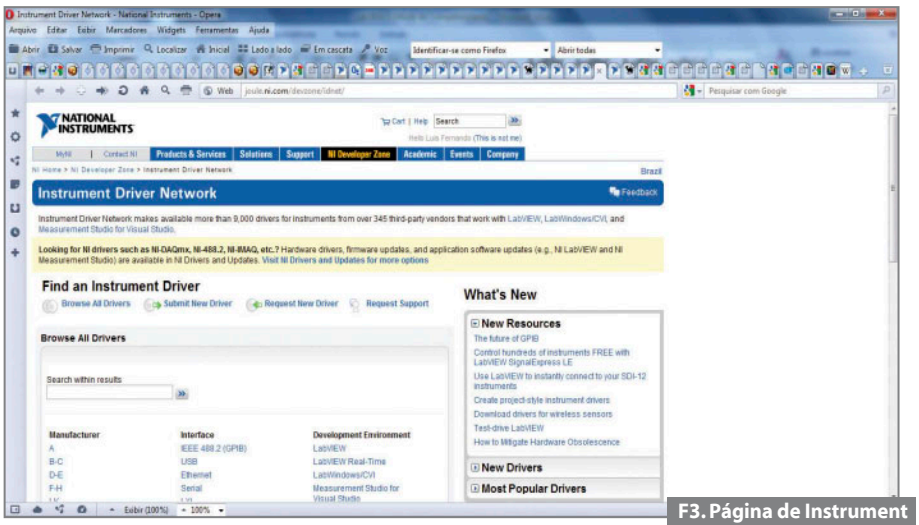
- Encerre a sessão de conexão com o recurso
- Verifique os erros que possam ocorrer e os apresente, se houver.

A aplicação ilustrada na **figura 2** é em ambiente LabVIEW e as suas funções são: abrir uma sessão com o instrumento através do barramento GPIB, enviar a instrução "*IDN?" para o endereço deste instrumento e ler a sua resposta.

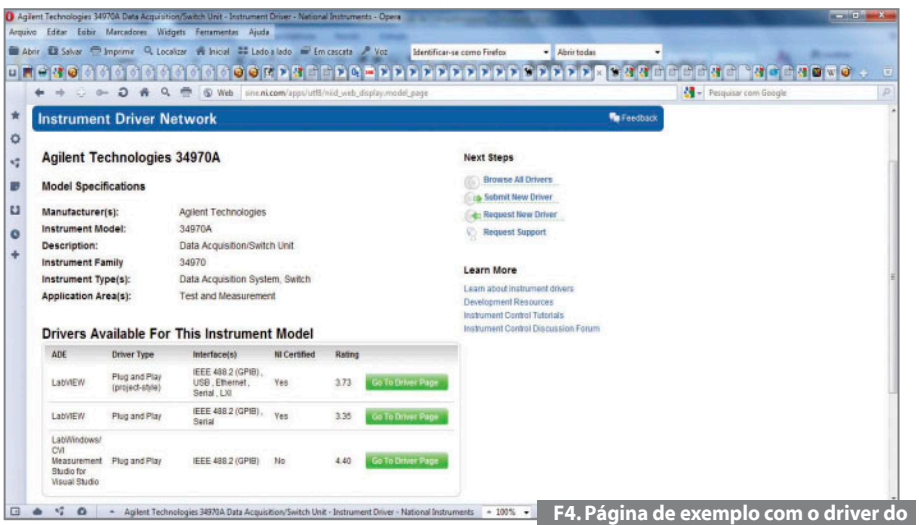
As instruções VISA têm a apresentação de uma linguagem de alto nível, mas dependendo das suas funções podem atuar em registro, bytes ou em comunicação de instrumentos.

Na página do IVI Fondation no link abaixo, você encontra toda a documentação definida em conjunto pelos fabricantes de instrumentos de teste e medição já citados aqui, começando pela IVI Specifications (que não é o nosso foco aqui), o manual das SCPIs, e as especificações completas das VISA com a sua implementação em outras linguagens (por exemplo o LabVIEW) e especificações para funções Plug & Play de controle e aquisição de dados de instrumentos (**http://migre.me/5KEWd**).

No tutorial "VPP-4.3.3: VISA Implementation Specification For The G Language", você encontra uma documentação completa das instruções em texto transcrita para o formato de ícones, com as suas respectivas descrições e funcionalidades (**http://migre.me/5KEYG**).



F3. Página de Instrument Driver Network.



F4. Página de exemplo com o driver do data Acquisition/Switch Unit.

Os Instrument Drivers

Os *Instrument Drivers* consistem em um conjunto complexo de vários ícones em VI e VISA, que foram desenvolvidos especificamente para o controle de um determinado instrumento. É um pacote de rotinas abertas e prontas para você utilizar, podendo até ser do tipo Plug and Play.

Este conjunto de rotinas pode ser fornecido pelo fabricante do instrumento, verifique antes da compra se o fabricante possui este conjunto de VIs, ou ainda se está disponível no site da National. Em todo o caso, considere um pacote de drivers para LabVIEW ou C/C++ como ponto bastante positivo como critério de desempate na compra de um instrumento.

São pacotes gratuitos. Raramente os fabricantes cobram por este pacote. (**http://migre.me/5KF0d**).

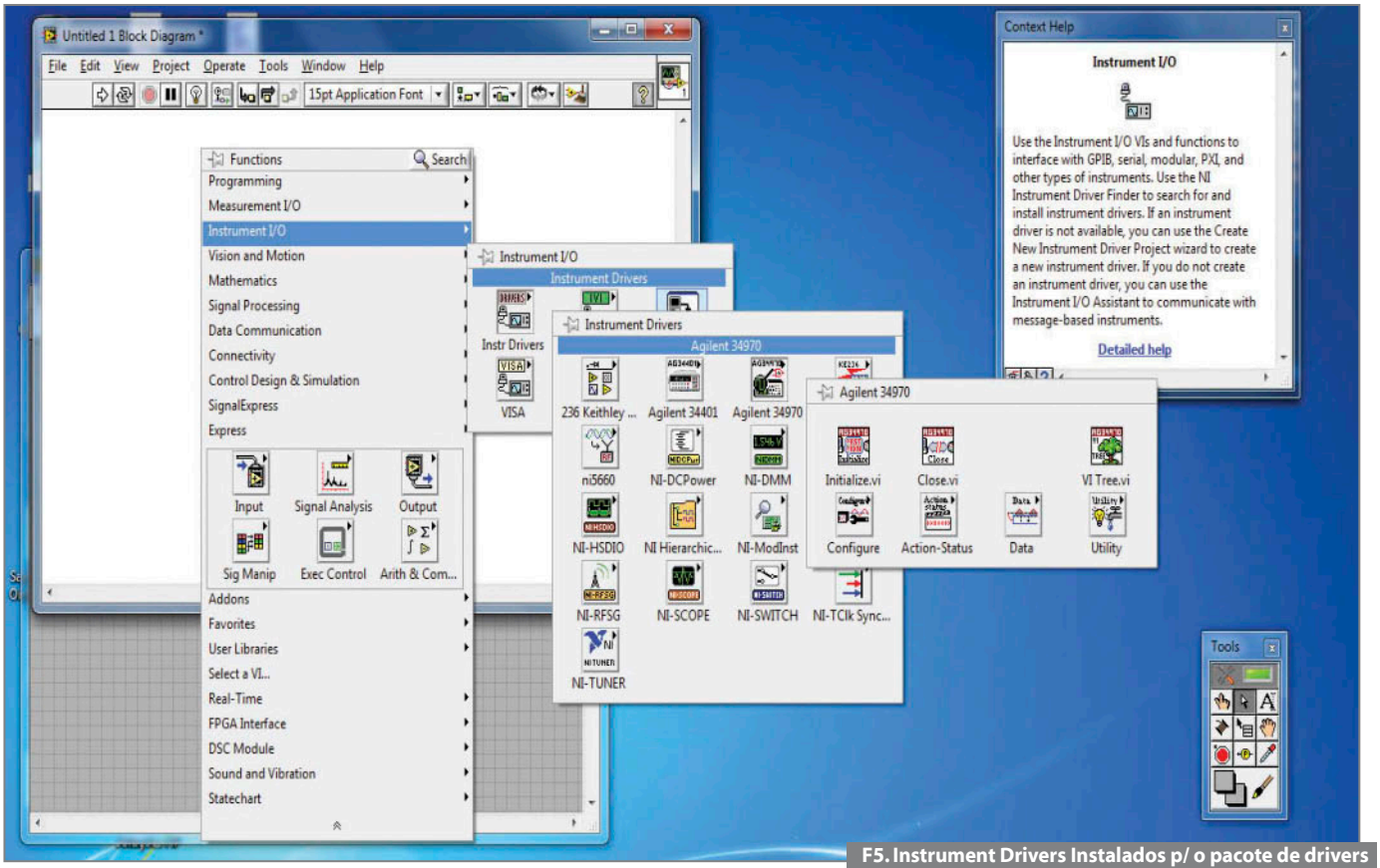
Na página apresentada acima com o link, a National Instruments hospeda e organiza os Instrument Drivers por fabricante, tipo de interface e ambiente de desenvolvimento. Nesta página, os usuários que desenvolveram suas rotinas e as apresentaram para análise à NI para uma verificação, têm seus programas organizados e disponíveis no site para posterior avaliação pelos usuários interessados que os utilizaram.

Os Instrument Drivers solucionam vários problemas com aplicações básicas de vários usuários. Caso não atenda alguma necessidade específica sua, você mesmo pode alterar o algoritmo e as VIs necessárias.

Tenho aprendido muito com os Instrument Drivers pelo fato de serem códigos abertos e permitirem a possibilidade de cópia (total ou parcial) e a análise das ferramentas de verificação de erros/acertos.

O nosso equipamento cedido - o Agilent 34970A Data Acquisition/Switch Unit - tem duas interessantes aplicações apresentadas em vídeo no Youtube, vale a pena conferir e aproveitar a oportunidade para aprimorar o seu inglês. As duas aplicações deste instrumento ressaltam as funcionalidades, a utilização e as suas interfaces de conexão.

O link abaixo apresenta o Agilent 34970A Data Acquisition Control Unit na caracterização de uma fonte de alimentação, utilizando o instrumento como datalogger multicanal (**http://youtu.be/D70HlTSdkjo**).



F5. Instrument Drivers Instalados p/ o pacote de drivers do Agilent 34970 A, as VIs copiadas e a janela de ajuda.

Neste segundo link é trazido o 34972A LXI Data Acquisition Control Mainframe and Modules com suas funções e conexões (**http://youtu.be/7MYZMyI-qqM**).

O equipamento apresentado é o mesmo, o que muda são as versões, e a última é a com interface LAN (Ethernet) ao invés de GPIB.

Busque no Youtube as páginas que têm como conteúdo as palavras National LabVIEW, sem aspas, a pesquisa que fiz agora mostrou 1540 ocorrências ! Em vídeo, fica mais fácil de você aprender!

O Instrument Driver do Data Acquisition/Switch Unit

No site da National dado abaixo com seu endereço, podemos encontrar o Instrument Driver da nossa unidade de aquisição de dados, o 34970A.

Using the Agilent 34970A with LabVIEW: **http://migre.me/5KFki**

Para esta série, fiz o *download* do primeiro arquivo da lista por acessar mais tipos de barramentos de comunicação. Observe que na tabela dos drivers disponíveis para este equipamento, há vários comentários na tabela, na sequência: o tipo de ambiente de programação (LabVIEW, LabWindows, etc), qual o tipo (Plug and Play), tipos de interfaces (GPIB, USB, Ethernet, serial e LXI), se foi certificado pela NI (sim/não) e nota de avaliação dos usuários.

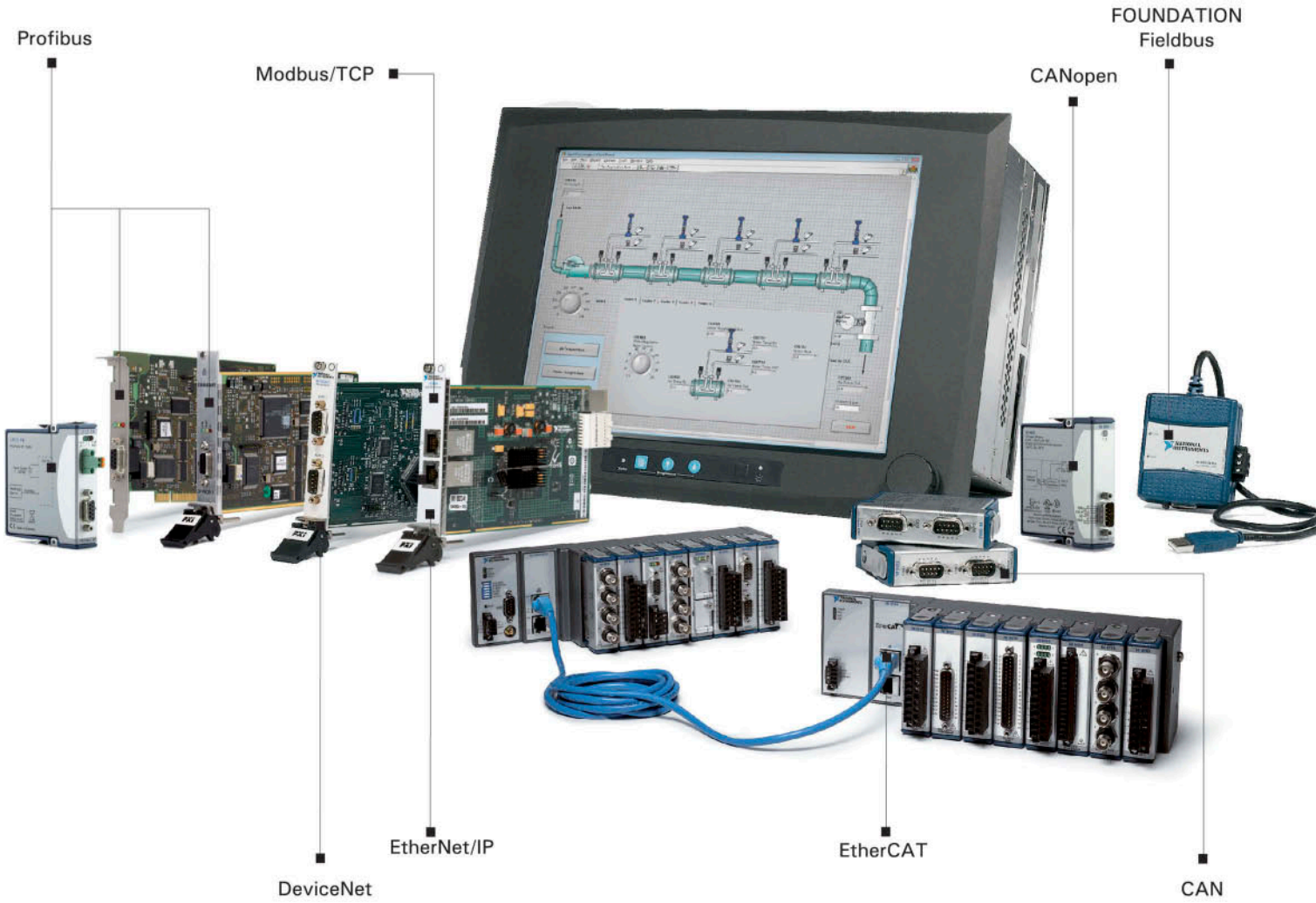
Voltando ao nosso processo didático, aqui caminhamos no sentido dos elementos básicos para os de mais alto nível. Das *Virtual Instrumentations* (Vis), passando pelos Comandos Padronizados para Instrumentos Programáveis (SCPI) (texto), para as VISA (Virtual Instrument Software Architecture) e posteriormente para os drivers de instrumentos.

Em estruturas de alto nível, a velocidade de programação é maior e mais simplificada visualmente, mas, o nível de profundidade de conhecimento de mais "baixo nível" pode ser comprometido. Por causa disso organizamos estes artigos desta forma. Parece ser complicado, mas o domínio do estudante para desenvolver os algoritmos é mais importante e necessário.

Para copiar estes arquivos a NI pede que você efetue um cadastro, depois disso você pode "baixar" os arquivos do Instrument Driver do site. Faça o download dos arquivos para uma pasta com nome conhecido e dependendo do caso, descompacte-o na mesma pasta. Feito isso, pesquise no seu computador a pasta > instr.lib, esta é a pasta onde estão arquivados todos os Instrument Drivers que você têm instalados. Copie o arquivo para esta pasta e inicie o LabVIEW. Veja a **figura 5**.

Na próxima edição apresentaremos algumas aplicações mais complexas utilizando as instruções VISA e os Instrument Drivers exclusivamente. Aqui o nosso caminho é a teoria aplicada na prática, talvez de maneira resumida, mas, com todo os conteúdos necessários para que os nossos leitores possam ir muito além do que se "interessar pelo assunto". A cada parte a programação se torna mais acessível enquanto realizamos a parte prática dos nossos objetivos propostos.

LabVIEW, um ambiente de programação para múltiplas redes industriais



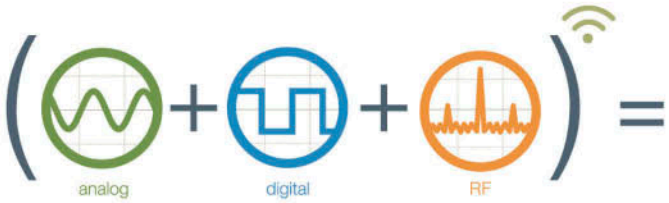
Sistemas de automação mais complexos exigem integração entre diferentes protocolos industriais. A comunicação entre diferentes sistemas é extremamente importante e deve ser simples, eficaz e muitas vezes determinística. Com o LabVIEW e as interfaces de comunicação da National Instruments você pode integrar diferentes sistemas de automação em apenas um ambiente de desenvolvimento, o que reduz custo e tempo em seus projetos.

>> Conheça mais sobre as interfaces de comunicação da National Instruments em **ni.com/comm**

(11) 3149-3149

NATIONAL INSTRUMENTS

©2008 National Instruments Corporation. Todos os direitos reservados. LabVIEW, National Instruments, NI, e ni.com são marcas registradas da National Instruments. Outros nomes de produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas. 2007-9417-161-101-D



O Primeiro Osciloscópio de Múltiplo Domínio com Análise de Espectro



MDO4000 Mixed Domain Oscilloscope

1 Domínio Tempo 2 Domínio Frequência

- 4 canais analógicos
  - 500 MHz e 1 GHz largura de banda
- 16 canais digitais
- 1 canal RF
  - 50 kHz–3 GHz e 50 kHz–6 GHz modelos de range de frequência
  - Ultra-wide largura de banda de até 3 GHz
  - Ferramentas de análise de RF exclusivas: marcadores, display espectrograma, linha RF vs. tempo, triggers avançados de RF
- Análise e trigger de bus de dados paralelos padrão
- Análise e trigger de bus de dados serial opcional
- Fabricado na mesma plataforma do já conhecido MSO4000B

O único osciloscópio 4 em 1
(osciloscópio + analisador de espectro + analisador lógico + analisador de protocolo)

Conheça a Série MDO4000 da Tektronix, o osciloscópio com análise de espectro revolucionário

Este é muito mais que um novo osciloscópio - vai transformar o método que você faz medidas. Capture e correlacione sinais analógicos, digitais e RF para uma visão completa do seu sistema. Veja os domínios do tempo e frequência numa única tela. Veja o espectro de RF em qualquer ponto do tempo e como ele se altera. Rapidamente e eficientemente resolva os mais complicados problemas de projeto—com um osciloscópio tão bem integrado com o seu projeto. Dois domínios. Um osciloscópio revolucionário. Apenas com a Tektronix.

Veja como nós transformamos o seu teste: Veja o osciloscópio em ação, analise a especificação e veja mais em www.tektronix.com/revolutionary.
Consulte-nos e saiba mais
Tel.: 11 3759-7643 / 8653

Tektronix®

© 2011 Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. TEKTRONIX and the Tektronix logo are registered trademarks and LabVIEW SignalExpress is a trademark of National Instruments.