

www.sabereletronica.com.br

Ano 47 Nº 459
Europa € 3,90
Brasil R\$14,90



SABER ELETRÔNICA

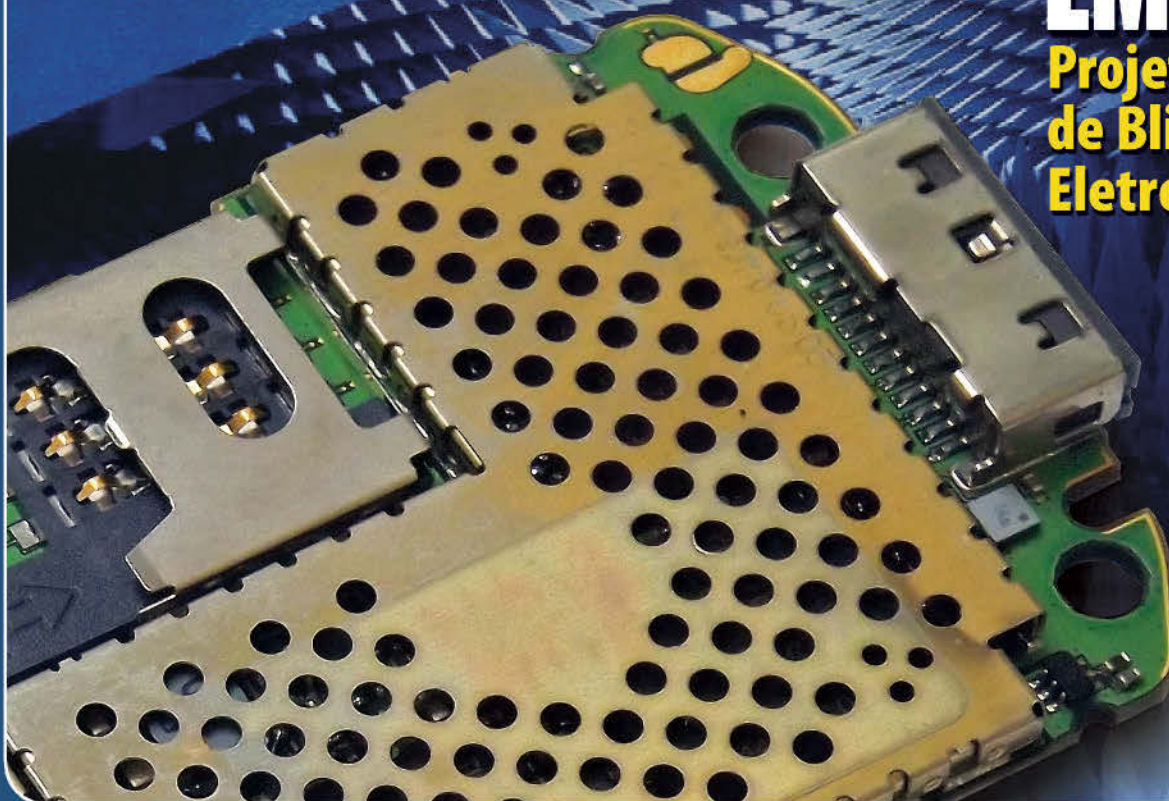
http://twitter.com/editora_saber

Industrial

Lógica Programável

Introdução ao VHDL e dispositivos lógico programáveis

EMC
Projeto de Blindagem Eletromagnética



Analísadores de Espectro na Automação Industrial

Protetores de Surtos de Tensão: Tipos e Aplicações

Conheça os Núcleos Magnéticos

Antenas: Diagramas de Radiação

Omron, a qualidade
que você merece ao
alcance das suas **mãos.**



E5CSL

Controlador de
Temperatura
**Componentes
Industriais**



E3F2

Sensor Fotoelétrico
**Soluções de
Sensoriamento**



OS32C

Scanner de
Segurança
**Soluções de
Segurança**



3G3JX

Inversor de
Frequência
**Soluções de
Movimento**

CP1E
Controlador Lógico
Programável
**Automação
e Controle**



FQ
Sensor de
Visão Compacto
**Sistemas de
Visão e Medição**





Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

SABER
ELETRÔNICA

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

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial

João Antonio Zuffo

Redação

Augusto Heiss,
Elizabete Rossi

Revisão Técnica

Eutíquio Lopez

Designers

Carlos C. Tartagliani,
Diego M. Gomes

Publicidade

Caroline Ferreira

Colaboradores

Alaor Saccomano,
Alexandre Capelli,
Alexandre Comitti,
Augusto Einsfeldt,
Dante J.S.Conti,
Humberto Barbato,
Márcio José Soares,
Newton C. Braga,
Roberto Cunha

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

Capa

Arquivo Editora Saber

Impressão

Gráfica Ideal.

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

Não espere acontecer...

Segundo o departamento de estatística da ABINEE, as exportações de produtos eletroeletrônicos, no mês de dezembro/2011, somaram US\$ 695,7 milhões, resultado 2,4% superior ao atingido em dezembro do ano anterior e 3,3% acima de novembro de 2011.

Na comparação com dezembro/2010, a maior taxa de incremento foi da área de Equipamentos Industriais (+35,3%), que contou com o expressivo crescimento das exportações de aparelhos para osmose inversa (filtragem de líquidos), que passou de US\$ 163 mil, em dezembro de 2010, para US\$ 9,4 milhões, em dezembro de 2011.

As vendas externas de Automação Industrial (+25,3%) também apontaram incremento significativo, com destaque para o acréscimo de 76% nas exportações de distribuidores automáticos de papel-moeda.

Por outro lado, foram observadas fortes retrações nas vendas externas de bens de Telecomunicações (-42,1%) e de itens de GTD - Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica (-23,3%), destacando-se as quedas nas exportações de telefones celulares (-55%) e de geradores (-66%), respectivamente.

Portanto, a situação brasileira na área ainda está indefinida, pois, hora um item vai bem, em outra, ele está com vendas muito ruins. Os fatores são os mais diversificados possíveis, desde o câmbio da nossa moeda em relação a outros países até o custo Brasil capitaneado pelos impostos.

O fato é que com toda esta situação, ainda conseguimos atrair investimentos crescentes tanto nas Bolsas de Valores como no setor industrial e comercial. Será que o mundo está tão ruim assim?

Como prova de que a economia brasileira vai bem, nestes dias tivemos a inauguração do escritório da Renesas Electronics Brasil em São Paulo. Segundo a empresa, ela é a maior vendedora de microcontroladores do mundo. Só não se estabeleceu aqui antes, porque é uma companhia jovem, formada pelas empresas japonesas Mitsubshi, Hitashi e NEC, e primeiro estava se instalando nos EUA para depois vir para cá.

Submissões de Artigos

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

Atendimento ao Leitor: atendimento@sabereletronica.com.br

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou 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.



Hélio Fittipaldi



Tecnologias

- 11 Lógica Programável
- 14 Uso da Termografia

Eletrônica Aplicada

- 16 Fontes Alternativas de Energia: As Células Solares
- 20 Por dentro do Inversor
- 22 Antenas: Diagramas de Radiação

Instrumentação

- 26 Analisadores de Espectro: Entenda a importância desse instrumento na Automação Industrial

Componentes

- 30 Conheça os Núcleos Magnéticos
- 34 Protetores de Surtos de Tensão: Funcionamento dos Principais Tipos e Aplicações

Desenvolvimento

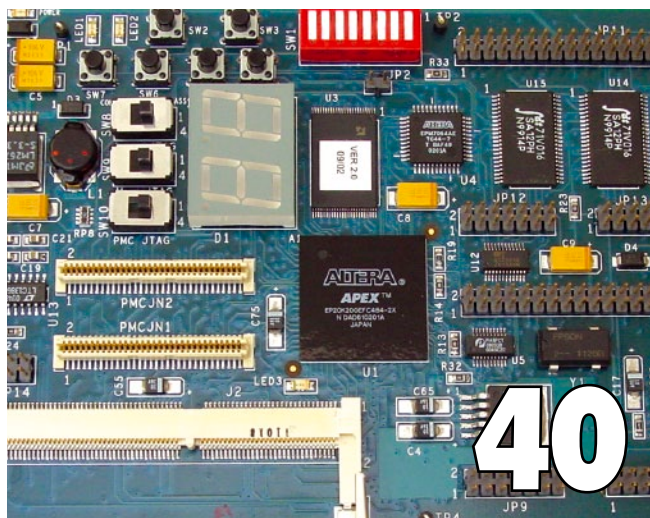
- 40 Dispositivos lógico programáveis
- 44 Introdução ao VHDL

Projetos

- 51 Blindagens Eletromagnéticas

Circuitos Práticos

- 48 Divisores de frequência com ciclos ativos de 50%
- 56 Soluções Práticas para o Técnico de Campo
- 60 10 Projetos Práticos de Osciladores



Editorial	03
Acontece	06
Opinião	66

Índice de anunciantes

Globtek	09	Tato	43
PUI	19	Patola	43
Metaltek	25	Omron	Capa 02
RFTech	33	Infineon	Capa 03
Keystone	39	Cika	Capa 04

Metaltex começa 2012 com novo site

Completando 54 anos em 2012, a Metaltex começa o Ano Novo com novidades. E uma delas é a reformulação de seu site. A empresa, fundada em 1958, coloca à disposição de seus clientes sua linha de produtos de maneira mais moderna e dinâmica, em três línguas: português, inglês e espanhol.

O novo layout do site está mais leve e conta com ferramentas de busca de produtos e seus respectivos manuais, softwares e demais informações. A facilidade

do usuário encontrar distribuidores autorizados e filiais, nos respectivos links "Distribuidores" e "Filiais", é outra funcionalidade que visa aproximar a empresa de seus clientes e de seus parceiros no Brasil e na América Latina. Além disso, a navegação, mais intuitiva, reforça a divisão de linhas de acordo com a utilização de cada produto, como: "automação", "componentes" e "ofertas". Todos os links contam com fotos com especificações técnicas, permitindo

assim maior conhecimento técnico de cada detalhe.

A empresa coloca também à disposição os links: "eventos" e "comunicação", que indicam todos os eventos que a empresa estará presente neste ano e as últimas notícias divulgadas. Com tantas funcionalidades, o portal atua como um eficiente canal de comunicação com os clientes.

O site já está no ar. Para visualizar as novidades acesse: www.metaltex.com.br.

Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação participará da abertura da Conferência Anpei de Inovação Tecnológica

Evento está programado para junho, em Joinville (SC), e terá como tema principal "Inovar agora: competição global e sobrevivência local".

O ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação, Marco Antonio Raupp, confirmou sua presença na abertura da XII Conferência Anpei de Inovação Tecnológica. O evento é promovido pela Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (Anpei) e o convite foi entregue, pessoalmente, pelo presidente da entidade, Carlos Calmanovici, em

recente encontro com o ministro em Brasília, durante o qual foram tratados outros assuntos relacionados à inovação e também sobre a cooperação entre o MCTI e a Anpei.

O Ministro Raupp destacou a importância da conferência: "Trata-se de um evento importante para todos os atores da inovação no Brasil", afirmou. No entendimento do ministro, a conferência "é uma oportunidade para que empresas, institutos de ciência e tecnologia e órgãos públicos dirijam seus olhares para um obje-

tivo comum: como acelerar e incrementar a inovação no nosso País". A XII Conferência Anpei de Inovação Tecnológica está programada para os dias 11, 12 e 13 de junho, em Joinville (SC), e terá como tema principal "Inovar agora: competição global e sobrevivência local". Realizada anualmente, a Conferência Anpei reúne representantes de empresas inovadoras e de instituições de ciência e tecnologia voltadas a atividades de P&D, além de gestores de agências de fomento e de órgãos públicos relacionados à inovação.

Programa recebe cerca de 120 toneladas de pilhas e baterias em um ano

O Programa de Logística Reversa de Pilhas e Baterias de Uso Doméstico da ABINEE completou um ano de atividade em novembro de 2011. Neste período, foram coletadas cerca de 120 toneladas de pilhas e baterias, por meio dos 1054 postos de coleta espalhados em todo o Brasil.

O programa, criado conforme estabelecido pela Resolução Conama 401, prevê o recebimento das pilhas usadas, devolvidas pelo consumidor ao comércio, e encaminhamento, por meio

de transportadora certificada, a uma empresa que faz a reciclagem desse material. Desta forma, a GM&C, empresa de logística contratada pelos fabricantes e importadores legais, cumpre estritamente todas as exigências para o transporte dos produtos.

O custo do transporte das pilhas recebidas nos postos de coleta é de responsabilidade das empresas fabricantes e importadoras. As pilhas e baterias de uso doméstico coletadas nos postos de

recolhimento estão sendo encaminhadas à empresa Suzaquim Indústria Química, localizada na região metropolitana da Grande São Paulo, e os custos desta destinação final também são arcados pelos fabricantes e importadores.

Veja em <http://www.gmcons.com.br/gmclog/admin/VisualizarPostos-MapaCliente.aspx> para conhecer a relação dos postos de recolhimento do Programa de Logística Reversa de pilhas e baterias da ABINEE.

AMD lança linha de GPUs que quebra a barreira de 1GHz

A fabricante expande sua liderança na área de placas gráficas com o lançamento da AMD Radeon HD 7700 Series.

O anúncio marca a chegada da Radeon HD 7770 GHz Edition, primeira placa de vídeo, cujo projeto de referência prevê um núcleo gráfico operando a 1GHz.

Em paralelo, a AMD lançou a Radeon HD 7750, que assim como a HD 7770, também é fabricada pelo processo de 28 nm, é baseada na nova

arquitetura GCN (*Graphics Core Next*) e com consumo inferior a 75 watts, não exige um conector de energia separado.

“Nós fomos precursores na área de 40 nm, primeiros em 28 nm e, agora, oferecemos a primeira GPU do mundo de 1GHz; isso representa um marco para a indústria gráfica”, afirma **Matt Skynner**, vice-presidente corporativo e gerente-geral da divisão de GPUs da AMD. “A AMD continua a oferecer

uma performance superior, mais funcionalidades e o que há de melhor em termos de eficiência energética – nós nunca paramos de inovar.”

Do mesmo modo que a série AMD Radeon HD 7900, os produtos da família Radeon HD 7700 contam com as tecnologias PCI Express 3.0, AMD ZeroCore Power, Power Tune, AMD Eyefinity 2.0 e AMD App technologies. Não foram divulgadas datas para disponibilidade no Brasil.

Portal

Veja a seguir trechos de artigos publicados nas revistas Saber Eletrônica, Eletrônica Total e PC&Cia. O leitor pode acessá-lo nos links indicados em cada um.

Como limpar PCs corretamente:

Quem trabalha com manutenção de computadores sabe que o cuidado com a limpeza é um fator mínimo necessário para a execução do seu serviço. Mas há uma grande diferença entre quem a faz de qualquer maneira e o profissional que a realiza da maneira certa. Aprenda a agregar valor ao serviço de manutenção com produtos de limpeza específicos para informática da AF International. Faça o download grátis em <http://www.revistapccia.com.br/index.php/edicoes/655.html>.

Fusion Embarcado -Tradecomp

Sequoia: O que cabe em um minúsculo gabinete de vinte centímetros? Resposta: processador Dual-Core, aceleradora gráfica Radeon, interface HDMI, 4 GB de memória, HD de 160 GB, interfaces de rede cabeada e wireless... Quer mais? Este é o Sequoia, da Tradecomp, a parceira oficial da AMD para o mercado de embarcados no Brasil. <http://www.revistapccia.com.br/index.php/edicoes/655.html>.

Funcionamento e as Principais Características dos Filtros Passa Faixa (FPF):

O funcionamento dos FPF estão baseados nas propriedades dos circuitos LC, constituídos por uma bobina e por um capacitor, sendo que os componentes LC podem ser ligados, tanto em série como em paralelo, formando células ressonantes. Por sua vez, para conseguir-se uma banda passante desejada, as células podem ser associadas tanto paralelas quanto em série, ou até mesmo em associação mista (série e paralelas). Veja mais em: www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1936

Saiba como construir um chip dedicado utilizando Lógica Programável VHDL:

Existem dois tipos principais de chips para lógica programável: FPGA – Field Programmable Gate Array – arranjo de portas lógicas configurável no campo (ou seja, no cliente) e CPLD – Complex Programmable Logic Device – dispositivo complexo de lógica programável. Os nomes foram forjados muito tempo atrás e seu sentido próprio é mais comercial do que informativo. A ALTERA, um outro fabricante de

chips para lógica programável usa o nome EPLD (Erasable-Programmable Logic Device), por exemplo. Neste artigo publicado na revista Saber Eletrônica nº 458 o engenheiro e professor Augusto Einsfeldt coloca o seu conhecimento à disposição dos leitores de uma forma fácil de se entender. Veja mais em: <http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1923>

Sensoriamento de nível de líquidos, usando sensores de efeito Hall:

O sensoramento magnético está se tornando uma solução comparativamente mais fácil e robusta para lidar com problemas de medição. Aqui, apresentaremos algumas das linhas de sensores magnéticos de mercado que se confirmam como solução eficaz para resolver tais problemas. Discutiremos os diferentes aspectos de um projeto de sensor de nível de líquidos, incluindo-se o projeto de circuitos magnéticos. Na última parte do texto, mostraremos alguns modelos de sensores de efeito Hall que se ajustam perfeitamente para sensoramento de nível de líquidos. <http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1921>

Accelerate Oil&Gas

reunirá no Rio investidores da cadeia de óleo e gás

Com o objetivo de potencializar as reais oportunidades de negócio no setor de óleo e gás e sua vasta cadeia de empreendimentos, com as descobertas feitas na Bacia de Campos, será realizado nos dias 15 e 16 de maio, no Sofitel Hotel, na Praia de Copacabana, no Rio de Janeiro, o Accelerate Oil&Gas Expo-Forum 2012. O evento promovido pela Faircount conta com o apoio da ABINEE, além de entidades representativas como, Abimaq, Sinaval, ABDIB, CE-EPC, ABCE, ONIP, Abitam, Instituto do Aço Brasil, ABTTC.

O Governo do Estado do Rio de Janeiro é um parceiro institucional chave do evento o qual realizará palestra de boas-vindas juntamente com os representantes das maiores empresas do mercado de óleo e gás, a exemplo de Petrobras, GE Oil&Gas, Statoil, HRT além de autoridades de órgãos reguladores como ANP e IBP. Outras participações exclusivas serão a do ministério da energia, do

meio-ambiente e também do Conselho Mundial do Petróleo.

O Accelerate Oil&Gas está sendo largamente promovido no exterior e a organização do evento espera receber um número elevado de executivos estrangeiros. Aberdeen City Council, localizada na Escócia, confirmou a vinda de uma delegação de executivos do setor, assim como autoridades americanas. Para os organizadores e seus parceiros, o principal diferencial deste fórum em termos de ferramenta será o programa Meeting Manager, basicamente pautado nas reuniões pré-agendadas que serão estabelecidas de forma pessoal e através do processo digital (software).

A Accelerate Oil&Gas oferece às empresas associadas da ABINEE 15% de desconto no preço final ao realizar o registro online. Para isso, as empresas deverão informar o código de desconto: AEE600.



Twitter

@editora_saber

Switch Gerenciável Intelbras SG 2622 PR migre.me/7Sqdv #PCeCia96 #switch #IntelbrasSG2622PR #PC

Como limpar PCs corretamente na PC&Cia 96 grátis migre.me/7Sqdv #PC&Cia96 #PC #LimparPC

Funcionamento e as Principais Características dos Filtros Passa Faixa (FPF) migre.me/7Sqap #FiltrosPassaFaixa #FPF

Dicas de blindagem e aterramento em Automação Industrial migre.me/7Reee #Blindagem #aterramento #MecatronicaAtual

Rolamentos Industriais-Mancais veja artigo migre.me/7RdLg #rolamentoindustrial #mancais #MecatronicaAtual

Chaveamento de capacitores no setor industrial veja artigo migre.me/7IeuH #BancodeCapacitores #RevistaSaberEletronica

Usaram a termografia para encontrar corpos nos escombros do prédio desabado no Rio de Janeiro #desastrenoRiodeJaneiro

A termografia infravermelha e o mundo digital veja na revista PC&Cia 97 download grátis migre.me/7Ielo #PC&Cia97 #Termografia

Inglês para eletrônicos: Count and noncounting nouns veja artigo completo migre.me/7Hcty #EletronicaTotal #SaberEletronica

MegaUpload pra quê, se vc pode ter a Revista PC&Cia97 grátis na editora migre.me/7HzC0 #Megaupload #RevistaPCeCia

A termografia infravermelha e o mundo digital veja artigo completo migre.me/7GKmZ #PCeCia97 #Termografia

Expansão global constrói sucesso forte no Brasil ao longo dos últimos 10 anos

A Renesas Electronics Corp., fabricante japonesa de soluções avançadas em semicondutores, inaugurou em São Paulo a Renesas Eletrônica Brasil-Serviços Ltda., uma subsidiária da Renesas Electronics America. Os representantes da empresa no Japão, o Vice-Presidente de MCUs Toshihide Tsuboi, o Vice-Presidente de Vendas Tetsuro Kitano e o CEO Ali Sebt dos Estados Unidos da América, bem como clientes e parceiros do setor estiveram presentes na cerimônia de abertura. Esta subsidiária irá reforçar o apoio da Renesas para a região da América do Sul através de promoção de vendas local e suporte técnico, e também oferecer um sistema regional com expertise em solução para desenvolvimento de projetos.

Nos últimos 10 anos, trabalhando juntamente com o seu representante local de vendas e distribuidores, a Renesas tem experimentado forte adoção de suas soluções de sinalização no Brasil, especialmente nos mercados automotivo e industrial. Agora, a empresa tem um forte desejo de expandir sua presença global para buscar o crescimento fora do Japão. Com planos de maior investimento para o mercado brasileiro, estabelece um relacionamento mais estreito com clientes e parceiros na região. Assim, a nova subsidiária visa aumentar a sua participação no mercado de MCUs e dispositivos de energia.

A Saber Eletrônica esteve presente na inauguração e registrou na abertura as informações do sr. Tetsuro Kitano, vice-presidente sênior da Renesas Electronics Corporation, que disse:

“Estamos satisfeitos em expandir nossas operações na América do Sul com a nossa nova subsidiária. Vimos uma grande promessa neste mercado e acreditamos que este novo investimento demonstra nosso compromisso com os clientes e parceiros no Brasil. No futuro, pretendemos oferecer maiores benefícios e recursos para os nossos clientes aqui, expandindo o nosso ecossistema e criação de parcerias locais com design houses independentes, fabricantes, universidades e centros de P & D”. Ali Sebt, CEO da Renesas Electronics America, a quem está subordinada a unidade brasileira, iniciou dizendo: “Eu sempre me

impressionei com as inovações desenvolvidas pela comunidade de engenharia no Brasil, especialmente de setores como o automotivo, eletrodomésticos, controle de motores e de medidores inteligentes. É uma grande satisfação fornecer aqui no Brasil MCUs (microcontroladores) e soluções de semicondutores de energia para produtos que permitem uma melhor interação das pessoas com seus equipamentos eletrônicos de forma mais eficiente, prática, segura, inteligente e intuitiva.”

Perguntamos ao CEO Ali Sebt, em entrevista exclusiva à Saber Eletrônica, como a Renesas do Japão conseguiu apesar dos grandes danos sofridos pelo terrível terremoto seguido de tsunami, atender seus clientes no prazo. A resposta nos surpreendeu, pois eles contaram com a ajuda não só dos funcionários e clientes como até dos concorrentes como a Samsung. A sala limpa foi reerguida em dois meses com a ajuda de mais de dois mil parceiros trabalhando 24 h. Em sistemas embarcados as vendas dos concorrentes dependem um do outro, senão a produção para e ninguém vende. Além disso, a Renesas tem sua produção em outras plantas.

Sobre uma futura produção aqui no Brasil, tivemos a resposta que está se tornando comum em nosso meio, que é: o nosso ecossistema não propicia várias condições no momento, como: volume de consumo alto, fornecedores, energia barata e de qualidade, impostos menores, burocracia, etc. Sebt nos apresentou um gráfico mostrando uma pesquisa encomendada à Gartner (veja no gráfico), onde a Renesas aparece como a maior fornecedora de microcontroladores

do mundo computando os MCUs de 8, 16 e 32 bits e a 2ª colocada é a Freescale com quase 1/3. Neste momento o sr. Toshihide interveio e disse que três são as razões deste sucesso. A primeira é a grande variedade de microcontroladores, a segunda é o baixíssimo consumo de energia e a terceira é o programa de zero defeitos e a alta qualidade dos seus produtos.

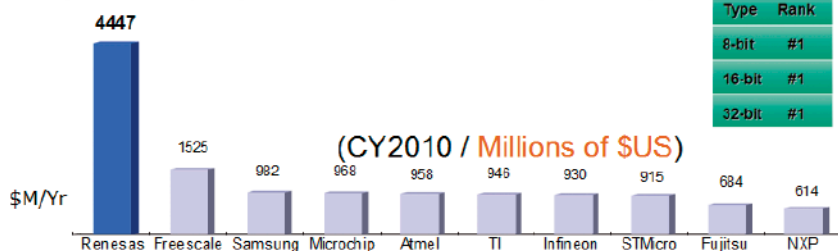
A Renesas foi fundada pela união da Mitsubishi que controla 25% das ações e a Hitachi com 31%. Recentemente, entrou a NEC que detém 34% da sociedade. Atualmente, segundo a empresa, tem uma participação mundial de mercado no setor automobilístico de 44% que representa cerca de US\$ 2,2 bilhões de dólares/ano. Para o ano de 2012 prevêem faturar no Japão 40% das receitas totais, e 60% nos outros países.

Do seu faturamento total, 25% é na área automotiva, 20% é na área de eletroeletrônicos de consumo, 10% na área de comunicação onde se inclui de celulares a periféricos de rede, 10% de equipamentos Industriais e 10% de PC e periféricos. A Renesas Electronics Brasil é comandada por Huélquis R. Fernandes, profissional com experiência nesta área e que já passou entre outras empresas por Freescale e STMicro Electronics. Com a inauguração a Renesas Electronics Brasil também lançou um site em Português, <http://br.renesas.com>. O novo escritório está localizado na zona sul de São Paulo, na Av. Ibirapuera, nº 2907 – cj. 1511 – CEP 04029-200, tel.: 11 5041-8263 e é composto por marketing de produto, engenharia de aplicativos e engenharia de aplicação em campo.

Ranking Mundial de vendas de Microcontroladores.

O nº 1 possui 29% de participação em vendas (Gráfico fornecido pela Renesas)

O nº 1 possui 29% de participação em vendas (Gráfico fornecido pela Renesas)



Source: Gartner

Type	Rank
8-bit	#1
16-bit	#1
32-bit	#1



Da esquerda para direita: Ritesh Tyagi - Diretor de Marketing/Renesas America; Ali Sebt - CEO/Renesas America; Toshihide Tsuboi - Vice-Presidente de MCUs/Renesas Japão e Tetsuro Kitano - Vice-presidente de vendas/Renesas Japão.



Huélquis R. Fernandes - Gerente de Marketing/Renesas Electronics Brasil.



Hélio Fittipaldi - Diretor da Editora Saber.

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.

WATTS	MODEL NUMBER	O/P V RANGE	NO. OF O/P	EXTERNAL	INTERNAL
SWITCHMODE POWER SUPPLIES					
1-5W	GTM41076	1-8 VDC	1	◆	
1-18W	GTM21089-XY-W2 (W222E, W2U, W2V)	1-48 VDC	1	◆	LEVEL V
1-20W	GTM21097-XY	1-48 VDC	1	◆	
1-50W	GTM21097-XY	1-48 VDC	1	◆	ENERGY STAR PART
50-60W	GTM21097-XY	1-48 VDC	1	◆	
0-65W	GTM2065(P)	1-48 VDC	1-3	◆	Garantia de 5 Anos
100W	GTM91000	1-48 VDC	1-3	◆	
180W	GTM3S180(P)X (W222E, W2U, W2V)	1-48 VDC	1-3	◆	
275W	GTM3S275(P)X (W222E, W2U, W2V)	1-48 VDC	1-3	◆	
300W	GTM3S300(P)X (W222E, W2U, W2V)	1-48 VDC	1-3	◆	
500W	GTM3S500(P)X (W222E, W2U, W2V)	1-48 VDC	1-3	◆	
1-1000W	GTM3S1000(P)X (W222E, W2U, W2V)	1-48 VDC	1-3	◆	

GlobTek®

sales@globtek.com
+1.201.784.1000
+1.201.784.0111

www.globtek.com

ISO 9001:2008 Certificada
ISO 13485:2003 Pendente
ISO 14001:2004 Pendente

CB CCC UL VDE PC ENE SAFETY MARK EISA CEC

Renesas Electronics anuncia os novos Microcontroladores RL78 com incremento de Funções Analógicas

A Renesas Electronics, uma das principais fornecedoras de soluções avançadas com semicondutores em todo o mundo, acaba de anunciar a expansão da Família RL78 com o lançamento de um novo grupo de microcontroladores (RL78/G1A).

Esses μ Cs de 16 bits integram uma tecnologia analógica melhorada com eficiência energética (a maior da indústria) de tal modo que a Família RL78 apresenta uma excelente performance de processamento.

O Grupo RL78 / G1A é ideal para uso em muitas aplicações, entre as quais lembramos as seguintes: Sensores para Automação Industrial; Eletrodomésticos da Linha Branca; Automação Residencial e Aparelhos Médicos.

A Renesas preparou a Família RL78 com o DNA superior dos seus micros R8C e 78K, contribuindo assim para abaixar o custo total dos sistemas. O desenvolvimento de produtos desta nova família de microcontroladores continua em plena atividade.

Principais características do Novo Grupo de Microcontroladores RL78:

- **Incremento de Funções Analógicas:** Temos o acréscimo de funções analógicas incorporadas aos μ Cs RL78 / G1A como, por exemplo, um conversor A/D de 12 bits (de precisão) e uma fonte de alimentação independente para os componentes analógicos internos, a qual reduz a influência do ruído vindo de linhas digitais periféricas. Os novos micros suportam um máximo de 28 entradas analógicas, tornando-se assim ideais para uso em aplicações profissionais com sensores;
- **Funções que contribuem para a Redução do consumo de Potência do Sistema:** Os μ Cs RL78 / G1A possibilitam ainda a operação em um novo modo de baixa potência conhecido por "snooze mode", além dos modos ativos: com consumo de corrente igual a 66 μ A / MHz, ou 0,57 μ A com RTC + LVD. O modo snooze

suporta conversão analógico- digital e comunicação serial enquanto a CPU está em *standby*, o que acaba estendendo significativamente a vida útil dos aparelhos que funcionam alimentados com bateria;

- **Pequeno Encapsulamento:** Os microcontroladores RL78 / G1A são encapsulados em dois pequenos invólucros: o LGA – *land grid array* de 3 mm x 3 mm ou o BGA – *ball grid array* – de 4 mm x 4 mm de dimensão mecânica;
- **Mecanismos Internos de Segurança:** Os micros RL78 incorporam alguns mecanismos internos de segurança, desenvolvidos para obedecer às regras de segurança padronizadas pela norma IEC 60730, as quais são exigidas pelas aplicações elétricas. Tais mecanismos incluem a função CRC – *cyclic redundancy check* – da memória flash; verificação de erro de paridade (RAM); falha do *clock* e circuito detector de frequência; função de teste A/D e detecção de acesso não autorizado à memória;
- **Ferramentas de Desenvolvimento Padronizadas (da Indús-**

tria): São disponibilizadas algumas ferramentas de desenvolvimento da Renesas, de modo a propiciar aos projetistas de sistemas o produto que melhor se encaixe para suas necessidades de "debugging". Citamos então, o Emulador EI (*debugging on-chip*) e o Emulador Completo IECUBE.

A empresa oferece o programador PG-FP5, ou ainda uma programação original de fábrica.

Um suporte poderoso aos projetistas de sistemas de software também é fornecido pelo IAR Embedded Workbench, pelo IDE - Integrated Development Environment e por um Compilador C++ otimizado.

As empresas – parceiras da Renesas, incluindo os seus múltiplos fornecedores de RTOS, continuam aumentando as opções de ferramentas de desenvolvimento tanto de software quanto de hardware, destinadas à família de μ Cs RL78. Informações adicionais a respeito dos novos microcontroladores RL78/ G1A podem ser acessadas pela internet no endereço: http://am.renesas.com/press/news/2011/news20111116_s.jsp



Lógica Programável: A mais avançada tecnologia a alcance de todos

A globalização trouxe mais do que o acesso a mercados globais, trouxe o alcance a tecnologias que antes ficavam restritas a um país ou a um grupo de pessoas. Para uma empresa fabricante de componentes eletrônicos sobreviver, ela precisa fazer duas coisas: estar sempre atualizada na tecnologia de fabricação e ser capaz de vender seus produtos ao maior número possível de clientes.

A primeira tarefa implica em oferecer aos clientes o que há de melhor e ainda garantir processos de fabricação mais econômicos e competitivos. A segunda, mais ampla, implica em tornar seus produtos acessíveis globalmente, que sejam fáceis de usar, tenham pouca necessidade de manutenção, tenham qualidade para evitar trocas por defeitos prematuros e sejam de baixo custo para que seus clientes comprem bastante.

Devido a essas táticas de mercado, a tecnologia mais recente e ótimos componentes acabam disponíveis para qualquer pessoa, permitindo a criação de produtos competitivos e modernos.

No grande oceano de produtos que seguem este caminho surgiram os componentes de Lógica Programável. Divididos em duas famílias, CPLDs (Complex Programmable Logic Device) e FPGAs (Field Programmable Gate Array), esses componentes tem o futuro mais brilhante na Eletrônica. Eles podem ser programados para funcionar como qualquer outro chip de lógica digital e ainda permitem adicionar funções e serem aperfeiçoados sem precisarem ser substituídos. A intenção desta artigo é navegar um pouco nessa nova tecnologia.

Lógica programável

Para entender o que é Lógica Programável imagine uma grande placa de circuito impresso com centenas de chips com

portas lógicas, onde cada pino vai ligado a um terminal de conector. Nesta placa você poderia construir qualquer circuito lógico imaginável, conectando os terminais, com fios (ou usando as trilhas do circuito impresso).

Imagine então que tudo isso estivesse dentro de um único chip e que a interligação dos fios fosse feita através de uma espécie de programa. Isto é Lógica Programável: a possibilidade de você construir circuitos lógicos simples ou complexos empregando um único componente e “dizendo” a ele como interligar suas portas lógicas (gates).

Agora, isto está ao alcance de todos! Os CPLDs e FPGAs são bastante baratos, custando entre 1 e 20 dólares (FOB) para componentes de 800 até 100.000 gates. No mercado já existem FPGAs com 6 milhões de gates e espera-se atingir 8 milhões até o final deste ano. Veja a tabela 1 para ter uma idéia do significado do número de gates.

Também as ferramentas e programas para trabalhar com estes chips estão acessíveis. O WebPACK é distribuído gratuitamente (veja a Saber Eletrônica Especial 5 ou no web site da Xilinx - www.xilinx.com) e permite que até mesmo pessoas comuns, que não tenham formação especializada, com algum conhecimento de lógica digital possam desenvolver projetos usando esta tecnologia.

Explorando o mercado

A tecnologia de Lógica Programável pode ser explorada em três mercados no Brasil:

- Empregar estes chips em produtos eletrônicos mais competitivos ou sofisticados;
- Substituição de placas eletrônicas e chips dedicados que são difíceis de achar ou muito caros;
- Desenvolvimento de projetos e de componentes especiais.

O primeiro mercado é o mais comum. Você pode usar um CPLD para substituir diversos chips de uma placa reduzindo o seu custo, o consumo de energia e o tamanho do produto. Como o CPLD é reprogramável você pode fazer alterações no produto sem precisar mudar a placa. Novos produtos podem ser criados para substituir equivalentes importados porque agora você tem acesso a uma tecnologia tão avançada quanto a dos fabricantes estrangeiros. Além disso, o uso de um chip de Lógica Programável dá ao produto uma característica única, que dificulta a pirataria e fornece um bom argumento de venda em função da tecnologia empregada.

O segundo mercado é muito interessante para quem trabalha em manutenção. São bastante comuns os casos em que um determinado equipamento fica parado porque esta faltando um chip específico (ASIC) que não se acha mais. Naturalmente os chips de Lógica Programável não podem ser usados em todos os casos (por exemplo, quando existe alguma função analógica envolvida). Os casos mais comuns são circuitos de expansão de portas (E/S) de microcontroladores, lógica de atuação de motores de passo e circuitos de interface com teclas e LEDs. Por exemplo, o Brasil possui um grande número de equipamentos médicos fabricados nas décadas de 70 e 80, em bom estado operacional, que podem estar ociosos à espera de manutenção por falta de um único componente.

O terceiro mercado já é mais especializado e tipicamente fornece serviços para os dois primeiros. São os serviços terceirizados de projetos eletrônicos. Existem bem poucos profissionais nesta área no Brasil e alguns projetos podem ser feitos para empresas estrangeiras, tal é a necessidade de pessoal em âmbito mundial.

Existe um quarto mercado que é bem mais restrito: o desenvolvimento de ferramentas de software auxiliares nos projetos com lógica programável. Um exemplo destas ferramentas é o software ChipScope (veja no web site da Xilinx) que permite capturar sinais digitais internos de um FPGA como se o usuário tivesse uma ponte lógica capaz de testar um ponto qualquer interno do chip. Este tipo de ferramenta encontra mercado no mundo inteiro, mas é comprada apenas por pessoas ou empresas que fazem projetos com lógica programável.



F1. FPGA Virtex II: 6 milhões de gates e 1517 pinos.

Lógica programável x microcontroladores

Esta é uma pergunta que todo projetista faz: como escolher entre microcontroladores e chips de lógica programável? Existem algumas regras básicas para ajudar na decisão.

Em qualquer circunstância, a lógica programável é mais rápida do que um microcontrolador. O microcontrolador executa suas operações de forma sequencial e dependente de um ritmo ditado pelo clock (relógio) central. Já um circuito dentro de um chip de lógica programável pode executar as operações em paralelo – simultaneamente – porque todos os elementos do circuito podem operar de forma independente dos demais. Por outro lado, os microcontroladores costumam agregar funções analógicas (conversores A/D, comparadores e fontes de referência) que ainda não existem em chips de lógica programável. Um microcontrolador é normalmente mais barato que um chip de lógica programável, considerando a execução de funções complexas ou matemáticas, mas é lento e pouco eficaz quando é preciso processar sinais digitais de áudio e vídeo ou,

por exemplo, onde um controle crítico de um motor não pode ficar esperando pelo ciclo de reset e inicialização de um programa após um ruído elétrico.

A tabela 2 mostra uma comparação das duas tecnologias sob o ponto de vista do custo, viabilidade e características que ajudam à decisão. Esta tabela pode não apresentar todos os itens necessários a uma decisão, devido às particularidades de cada caso, mas permite uma orientação inicial. São frequentes os casos em que empregam-se ambos os componentes num trabalho conjunto deixando-se para a lógica programável as operações de alta velocidade e múltiplos sinais de entrada/saída, enquanto o microcontrolador efetua o processamento dos dados. Por exemplo, no circuito de um osciloscópio digital típico um FPGA faz a captura dos dados vindos de conversores A/D e transporta-os para uma memória, enquanto o microcontrolador mostra os dados da memória em um display lentamente, além de controlar as teclas do painel e de programar os parâmetros de captura no próprio FPGA.

Componente	Número de Gates
Microprocessador 6502	10.000
Microprocessador 80C186	30.000
Microprocessador Z80	8.000 a 20.000
Microprocessador 8051	4.500 a 25.000
UART 8250	3.000

T1. Tamanho (em gates) de alguns componentes.

Adeus aos ASIC

A lógica programável também deverá ocupar boa parte do mercado de ASICs (Application Specific Integrated Circuit – circuitos integrados de aplicação específica, antigamente chamados de “custom”) devido à facilidade de adaptar e aperfeiçoar o circuito sem precisar trocar o componente. Os ASICs são os componentes preferidos pela indústria de consumo que, normalmente, costuma empregar milhões deles em produtos como videocassetes, receptores de satélite e de TV a cabo, telefones celulares e sem fio, computadores e impressoras. Contudo, as mudanças tecnológicas puxadas pela necessidade de expansão do mercado trazem mudanças nos padrões de comunicação de dados, compactação e criptografia. Como os consumidores exigem sempre o que há de mais moderno, aqueles equipamentos com ASICs antigos tornam-se inúteis e causam grandes prejuízos aos fabricantes.

Com os chips de lógica programável é possível fazer um aperfeiçoamento ou mudança de funcionamento de um produto a um custo muito baixo. Por exemplo, muitos equipamentos decodificadores de TV a cabo tem a habilidade de receber, pelo próprio cabo, pacotes de dados que formam arquivos completos para substituição da programação de FPGAs. Isto pode permitir que uma operadora que usava compressão de imagem MPEG-2 mude para MPEG-21, adicionando mais serviços, sem precisar trocar o decodificador na casa dos clientes.

Já existem aplicações (em fase experimental) de FPGAs que são montados em cartões PCMCIA ou conectados via USB e usados para acelerar o processamento de imagens em programas multimídia. O usuário pode comprar diferentes filtros e efeitos especiais através de um site da Internet e recebe um arquivo de configuração. Quando a operação desejada é selecionada o arquivo correspondente é transferido para o FPGA e este começa a funcionar de forma a fazer em hardware as operações que antes eram feitas por software, acelerando o processamento dezenas de vezes.

Conclusão

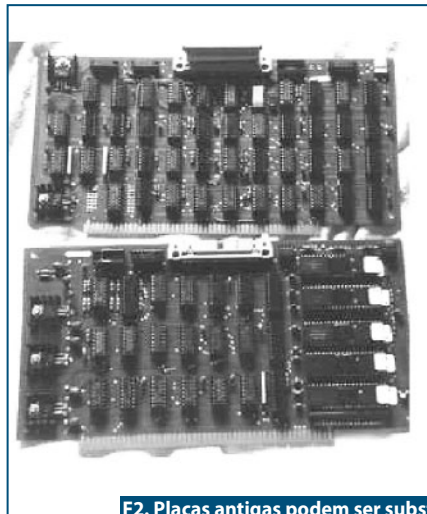
Qualquer pessoa com algum conhecimento de lógica digital e de eletrônica pode ter acesso a esta tecnologia. Usando Lógica Programável é fácil fazer instrumentos de bancada, controladores de LEDs e teclados em painéis, substituir um decodificador de

display difícil de achar, usar um só chip ligado a um microprocessador quando antes você precisava de vários registradores e decodificadores de endereços.

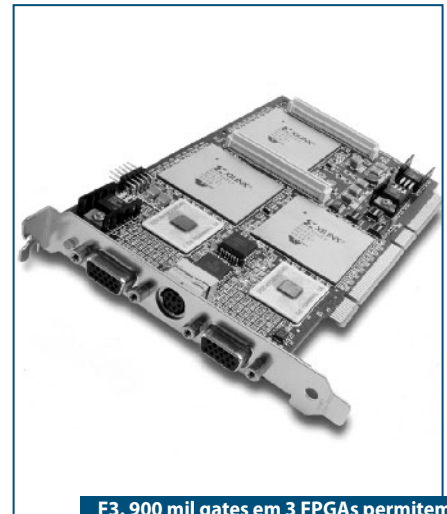
Os componentes são baratos e as ferramentas de software são gratuitas para quem quiser trabalhar com menos de 200.000 gates. O maior conhecimento exigido é da linguagem de programação, que pode ser VHDL ou Verilog. Embora ambas sejam muito eficazes, o VHDL está se tornando um padrão nas empresas e por isso foi escolhido como o tema de um curso que será publicado na Saber Eletrônica. Além deste curso está, programada uma série

de artigos empregando lógica programável que apresentam circuitos práticos e úteis ao leitor, tais como um analisador lógico de baixo custo, uma lombada eletrônica, um frequencímetro digital e um controlador de motores de passo.

A ferramenta de software necessária, chamada WebPACK, foi distribuída no CD-ROM da revista Saber Eletrônica Especial 5 e também pode ser obtida via Internet – com tamanho de aproximadamente 150 MB – no web site da Xilinx (www.xilinx.com-products-design-tools). Esta ferramenta serve para toda a linha de CPLDs e para a maior parte da linha de FPGAs Xilinx. **E**



F2. Placas antigas podem ser substituídas por um único chip.



F3. 900 mil gates em 3 FPGAs permitem gerar duas saídas de vídeo.

Aplicação / Operação	Microcontrolador	Lógica Programável
Interface analógica	SIM	Precisa circuito externo
Execução de uma tarefa em menos de 1s	Alto custo ou usando múltiplos microcontroladores em paralelo	SIM
Execução de uma tarefa em mais de 1s	SIM	SIM
Execução de tarefas complexas	SIM, lentamente e sequencialmente	SIM, alta velocidade e em paralelo
Número de pinos de E/S	Até 45	Até 1.100 (mais comum de 34 a 190)
Preço (USD, FOB)	1 a 10	1 à 20 (típico)
Programação in-circuit (após ser soldado na placa)	Depende do modelo	SIM
Desenvolvimento do projeto quando exige execução de tarefas simultâneas	Lento	Rápido
Oscilador (clock)	SIM, interno ou ext.	Precisa circuito externo
Frequência de operação (típico)	kHz à 20MHz	0 a 200MHz

T2. Elementos de decisão.

Engenharia de manutenção: Uso da Termografia

É uma técnica de inspeção não destrutiva que se baseia na detecção da radiação de energia térmica ou infravermelha (IV) emitida pelos equipamentos, permitindo conhecer as condições operacionais e outros itens críticos como a identificação de componentes aquecidos, sem qualquer contato físico com os mesmos. Através de câmeras eletrônicas - termovisores - capazes de “ver” a radiação IV, as imagens obtidas (termogramas) constituem o trunfo maior da termografia.

O que é Inspeção Termográfica?

A Termografia constitui uma poderosa ferramenta preditiva usada no diagnóstico precoce de falhas e outros problemas em componentes elétricos em geral, evitando assim, panes e interrupções de energia nas instalações de interesse do usuário.

É uma técnica de inspeção não destrutiva que se fundamenta na detecção e interpretação da radiação térmica emitida pelos equipamentos inspecionados, permitindo exame e a avaliação dos seus componentes sem a necessidade de qualquer contato físico com os mesmos.

Os resultados são apresentados instantaneamente, durante a inspeção, na forma de imagens térmicas ou termogramas e como tal registrados para fins das subseqüentes providências (imediatas ou não), por parte dos interessados e posterior arquivamento. Portanto, por sua característica básica, a Termografia integra-se perfeitamente aos programas de Manutenção Preditiva de redes e instalações elétricas em geral, painéis, subestações, motores elétricos, etc.

No caso de instalações e equipamentos elétricos, a inspeção termográfica visa a identificação/avaliação daqueles componentes com temperaturas de funcionamento significativamente superiores às temperaturas especificadas pelos fabricantes. A elevação anormal das temperaturas de funcionamento de alguns componentes elétricos se deve, principalmente, a um aumento de resistência ôhmica provocado por oxidação, corrosão, falta de contato em conexões e acoplamentos, ou pelo subdimensionamento de condutores e/ou componentes (sobrecarga).

Isto faz com que os componentes sobreaquecidos (defeituosos) destaquem-se, na imagem térmica, como “pontos quentes”, pois encontram-se numa temperatura que, além de superior à temperatura ambiente, situa-se também acima daquela esperada para componentes idênticos em boas condições de funcionamento.

Conceitos Adicionais

A Termografia é uma técnica de sensoramento remoto realizada com a utilização de sistemas infravermelhos (radiômetros ou termovisores), para a medição de temperaturas ou a observação de padrões térmicos diferenciais, com o objetivo de propiciar informações relativas à condição operacional do equipamento (**figura 1**).

A utilização mais conhecida da termografia é a referente aos sistemas elétricos, onde permite o conhecimento de diferenciais de temperatura, evitando o contato com partes energizadas.

Os equipamentos que permitem essa leitura são o radiômetro e o termovisor, ambos recebem uma distribuição da emissão de radiação do corpo aferido, ou seja, radiação emitida + radiação refletida. Por isso, há a necessidade do operador do equipamento tomar cuidado com relação a reflexos em corpos de baixa emissividade (Exemplo: alumínio). Outro cuidado a se tomar ao aferir objetos com o radiômetro ou o termovisor, é de não visar o objeto em ângulos superiores a 60°, pois estes sofrem redução de emissividade.

A emissividade é um dos fatores que influenciam a emissão de radiação, variando de 0 a 1, de acordo com o ângulo de visualização, comprimento de onda e textura do material. Outros pontos a serem destacados são:

- O fato de não se fazer análise de tendência em componentes elétricos devido aos mesmos possuírem carga (corrente) variável ao longo do tempo – o termograma representa a imagem térmica do componente naquele momento, indicando a presença ou não do defeito;
- O fato de a MTA não depender e não ser variável com a Temperatura Ambiente dos componentes, já que estes deveriam estar especificados para trabalhar em ambientes mais quentes se necessário.

- O fato de adotar-se uma Emissividade de 0,8 para realização das inspeções em componentes elétricos, porque a emissividade de diferentes tipos de material é variável, sendo que na prática adota-se o valor de 0,8 como sendo um valor médio.

Lei “Zero” da Termografia:

“É melhor estar aproximadamente certo do que absolutamente errado.”

Máximas Temperaturas Admissíveis (MTA)

Com relação a componentes elétricos, através de vários estudos, chegou-se a uma tabela para Temperaturas Máximas Admissíveis (MTA), registradas pelo Termovisor:

- Bobina contadores: 100°C à 140°C
- Fusíveis(Corpo): 90°C à 110°C
- Fusíveis NH(Garra): 90°C
- Régua de Bornes: 70°C
- Fios encapados: 70°C à 110°C
- Conexões Metal-Cabo (BT 90°C): 70°C à 90°C
- Conexões Metal-Cabo (barramentos de BT): 90°C
- Seccionadoras AT: 50°C
- Conexões AT: 60°C

Tais coeficientes de MTA determinam a intervenção (com urgência ou não) no sistema elétrico. Normas utilizadas para a confecção das MTAs:

- Norma Petrobrás SC-23 N-2475;
- Norma Eletronuclear PN-T12;
- MIL – STD – 2194-SH.

Conservação de Energia Elétrica

Outra vantagem da Termografia em sistemas elétricos deve-se ao fato de ela ser benéfica ao esforço para redução e conservação de energia elétrica, pois, maus contatos em componentes elétricos provocam perda de



F1. Câmera eletrônica (termovisor) para radiação IV.

energia por efeito Joule (aquecimento). Mesmo em situações, onde o aquecimento se encontra dentro da MTA, caso dos cabos elétricos. A **tabela I** demonstra a perda de energia anual por efeito Joule. Valores calculados para:

- T ambiente = 30°C
- T dos Cabos = 70°C
- Comprimentos dos cabos = 1000 m, somadas as 3 fases (ou 333,33 m por fase).
- Custo do kWh = R\$ 0,075 (valor fictício)

Os principais motivos para o aquecimento em cabos elétricos são:

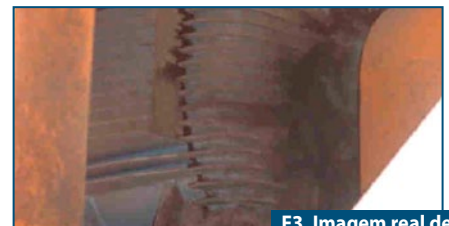
- subdimensionamento ou instalação indevida;
- sobrecarga ou alteração dos componentes adjacentes;
- envelhecimento;
- fiação partida.

Conclusão

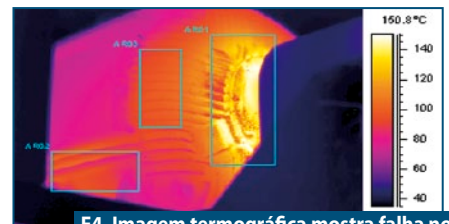
Com isto, concluímos, destacando a termografia como mais uma ferramenta na área de Manutenção Preditiva que vem auxiliar no aumento da disponibilidade de máquinas e equipamentos industriais no ciclo produtivo, evitando panes e interrupções da produção, além de contribuir com economia e redução de energia elétrica nos componentes elétricos, garantindo assim seu retorno de investimento.



F2. Tranformador de 25MVA com problema na conexão de entrada.



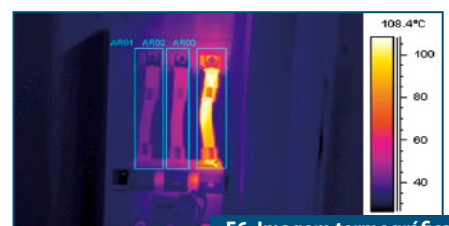
F3. Imagem real de motor 400 CV.



F4. Imagem termográfica mostra falha no retentor dianteiro do Motor 400 CV.



F5. Cabos elétricos de instalação.



F6. Imagem termográfica correspondente.

Seção	Potência Dissipada	Custo Anual
2,5 mm2	3,5 W/m	R\$ 2299,50
6 mm2	9,7 W/m	R\$ 6372,90
16 mm2	12,1 W/m	R\$ 7949,70
35 mm2	16,1 W/m	R\$ 10577,70
70 mm2	20,7 W/m	R\$ 13599,90
120 mm2	25,6 W/m	R\$ 16819,20
185 mm2	31,5 W/m	R\$ 20695,50
300 mm2	39,5 W/m	R\$ 25951,50

T1. Perde de energia anual por efeito Joule.

Fontes alternativas de energia: As células solares

Quando se pensa em energia alternativa, uma das principais fontes a ser lembrada é a energia elétrica obtida a partir da energia solar. As células solares, apesar de seu custo ainda elevado, consistem numa excelente solução para os casos em que as formas convencionais de energia não podem ser obtidas, casos de lugares distantes dos grandes centros, ilhas, barcos, alto de montanhas, etc. Veja neste artigo como funcionam as células solares, suas principais características e as atuais limitações para seu uso em uma escala mais ampla.

Newton C. Braga

Segundo estudos, a distribuição da energia solar na superfície de nosso planeta, em regiões favorecidas como os desertos das regiões tropicais e equatoriais chega a mais de 1200 W de potência radiante por metro quadrado. Mesmo nas regiões um pouco menos favorecidas, pode-se obter até 1000 W de potência por metro quadrado.

É uma quantidade fantástica de energia que, se pudesse ser convertida totalmente em energia elétrica e armazenada para uso posterior, bastaria 1 hora de iluminação de uma célula solar para carregar uma bateria, que depois manteria uma lâmpada incandescente de 100 watts acesa por 10 horas, ou ainda, faria um televisor comum pequeno funcionar por 20 horas aproximadamente, conforme mostra a **figura 1**.

No entanto, a conversão da energia solar em energia elétrica através de células ou painéis solares ainda é um processo ineficiente e caro, cuja tecnologia precisa ser melhorada, e muito.

A célula solar

Não devemos confundir a geração de energia elétrica a partir da energia solar com o aquecimento solar. Muitos painéis que vemos nos telhados de casas não con-

vertem luz solar em eletricidade. Usam o calor do sol para aquecer a água, economizando-se assim na energia elétrica que seria empregada com a mesma finalidade, conforme ilustra a **figura 2**.

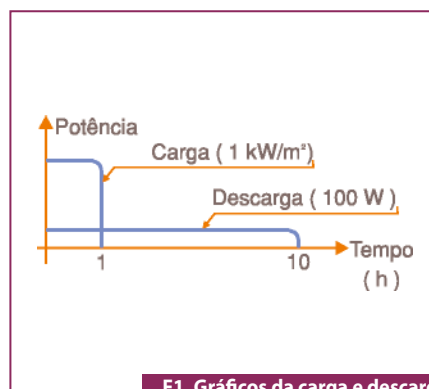
Os painéis solares são dispositivos à base de semicondutores que convertem a energia solar em energia elétrica. Essa energia é usada normalmente para carregar uma ou mais baterias, a qual fornece energia durante a noite para os diversos equipamentos elétricos e eletrônicos de uma casa, veja a **figura 3**.

Para se obter a alimentação alternada de 110 V ou 220 V que os eletroeletrônicos alimentados precisam, o sistema conta com inversores. Nesse sistema, o ponto crítico é o rendimento de todos os seus elementos. As perdas devem ser mínimas para se aproveitar ao máximo a pouca energia que se consegue.

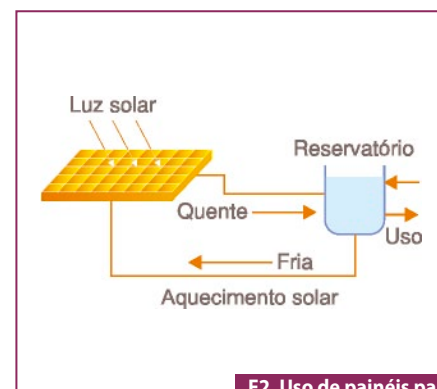
A célula solar típica é feita com silício amorfo e tem a estrutura vista na **figura 4**.

Esse silício é produzido em fornos de crescimento por difusão formando tarugos que são cortados em fatias, as quais resultam nas células individuais, **figura 5**.

Essas células são ligadas em série e em paralelo de modo a se obter a tensão e corrente desejadas, conforme a aplicação.



F1. Gráficos da carga e descarga com uma célula solar.



F2. Uso de painéis para aquecimento de água.

Quando a luz incide neste material, portadores de cargas são liberados de modo que suas superfícies opostas ficam carregadas com cargas de sinais diferentes. A diferença de potencial que se manifesta é então utilizada para alimentar um circuito externo. O rendimento desse tipo de célula não é dos maiores. Uma célula de 1 cm quadrado, por exemplo, como as usadas para alimentar calculadoras, não gera mais do que 1,2 V, e uma corrente que mal passa de alguns miliampêres sob boas condições de iluminação.

Além disso, o custo de produção dessas células não é baixo, o que torna praticamente inviável o seu emprego em grande escala para alimentação de dispositivos de alta potência. Assim, os painéis maiores que são utilizados na produção de energia para uso doméstico ou em barcos, têm uma potência limitada e somente são aplicados nos casos em que a energia convencional não pode chegar. É justamente esse o caso de moradias em ilhas, locais isolados, na alimentação de torres de transmissão em alto de morros, bóias de sinalização, etc. A **figura 6** apresenta algumas dessas aplicações.

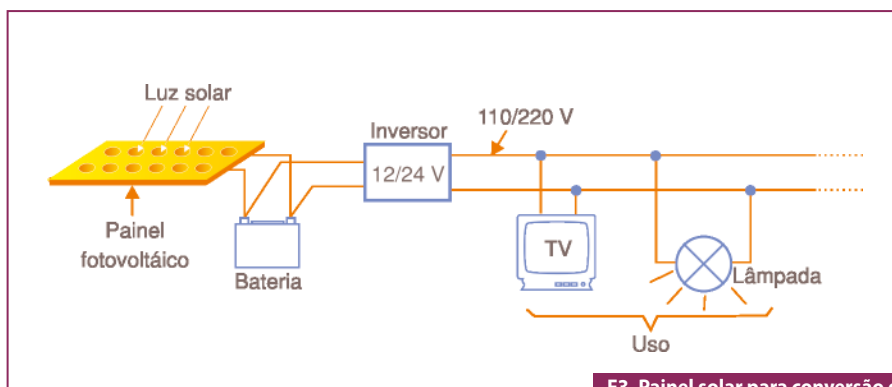
Para essas aplicações, algumas empresas fornecem painéis que podem ser associados conforme a potência desejada.

Estrutura de uma célula

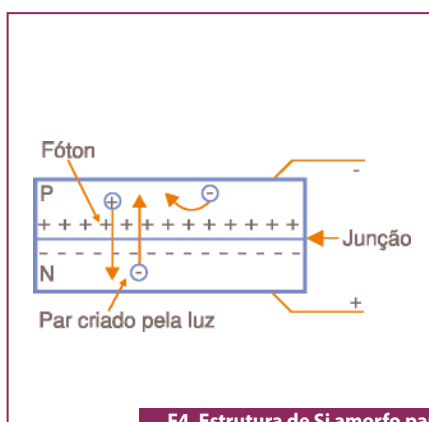
Na **figura 7** temos a estrutura de uma célula solar típica.

Na região da junção, ocorre um fenômeno de recombinação que cria uma barreira de potencial, semelhante à de um diodo semiconductor comum. Nessas condições, um campo elétrico se manifesta impedindo a circulação de correntes, quando a polarização é inversa. No entanto, quando fótons incidem nesse material, eles podem liberar elétrons, gerando assim um par elétron-lacuna, observe a **figura 8**.

O campo elétrico existente na região da junção atua, então, sobre esse par, fazendo com que o elétron seja enviado para o lado N e a lacuna para o lado P, estabelecendo-se assim uma tensão que pode criar uma corrente externa. Essa tensão tende justamente a empurrar os elétrons e lacunas de volta para os lados originais.



F3. Pannel solar para conversão de energia solar em energia elétrica.



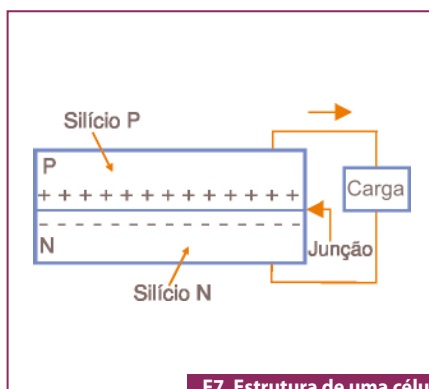
F4. Estrutura de Si amorfo para uma célula solar.



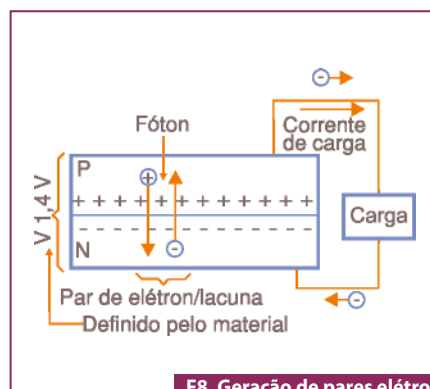
F5. Fornos de crescimento do Si por difusão.



F6. Aplicações onde são usados os painéis maiores.



F7. Estrutura de uma célula solar típica.



F8. Geração de pares elétron-lacuna devido a fótons.

Evidentemente, nesse processo a energia entra em jogo, e ela pode ser aproveitada justamente pela circulação dessa corrente externa através de uma carga. O rendimento de uma célula desse tipo é muito baixo, como já afirmamos, convertendo tipicamente 25 % da potência radiante incidente em eletricidade, sendo que os tipos mais comuns têm um rendimento de 15 % ou menos. O porque do rendimento ser muito baixo está no fato de que a energia solar se distribui por um largo espectro de frequências, conforme mostra a **figura 9**.

A energia que os fótons carregam depende de sua frequência. Assim, os fótons que estão na parte inferior do espectro (na região do vermelho, infravermelho e abaixo) têm muito menos energia do que os que estão acima, no azul, violeta e ultravioleta, por exemplo. Para liberar o par elétron-lacuna é preciso uma energia mínima, que somente é conseguida com a radiação que está acima de certa frequência. A radiação que está abaixo não gera esses pares e, portanto, é perdida.

Por outro lado, quando um fóton tem energia suficiente para liberar o par elétron-lacuna, apenas a energia suficiente para isso é aproveitada. Se o elétron tiver mais energia do que necessita para isso, o excedente será perdido. Somente se o fóton tiver o dobro da energia é que, em lugar de apenas um par elétron-lacuna, teremos a criação de dois, mas a quantidade de casos onde isso ocorre é insignificante.

Todavia, além desse fator, existem outros que influem no rendimento de uma célula solar. As faces do material semicondutor

precisam ser recobertas de eletrodos que colham a eletricidade gerada. Esses eletrodos não são transparentes, na maioria dos casos. Assim, se o eletrodo for pequeno demais, expondo a maior parte da superfície à luz, ele colherá pouca corrente, pois os elétrons liberados mais longe precisarão percorrer uma distância maior. No entanto, se ele for muito grande, ele cobrirá a superfície sensível e o rendimento cairá! Tudo isso faz com que o aproveitamento da energia incidente seja pequeno, e apenas uma pequena parcela seja convertida em energia elétrica.

A célula, na prática

A célula final não consiste apenas no material semicondutor que é exposto à luz e tem os eletrodos para colher a energia elétrica. Ela é algo mais, com uma estrutura típica semelhante à ilustrada na **figura 10**.

Em primeiro lugar, é preciso proteger a célula contra a ação dos elementos externos. Isso é conseguido com uma capa de vidro transparente. Depois, levando-se em conta que o silício é altamente refletivo, fazendo com que uma boa parte da energia luminosa não penetre no material, uma camada de material anti-refletivo é adicionada. Essa capa permite reduzir as perdas por reflexão a menos de 5%. Vem a seguir uma grade de eletrodos, cuja finalidade é captar a corrente liberada.

As próximas duas camadas formam a célula em si, consistindo no silício tipo N e tipo P do tipo policristalino, monocristalino ou mesmo amorfo conforme a tecnologia usada. Até mesmo materiais semicondutores especiais têm sido empregados, tais

como o arseneto de gálio, o diseleneto de cobre e índio, o telureto de cádmio. É claro que cada material tem suas bandas de valência, o que significa que respondem de formas diferentes aos diversos comprimentos de onda da luz incidente.

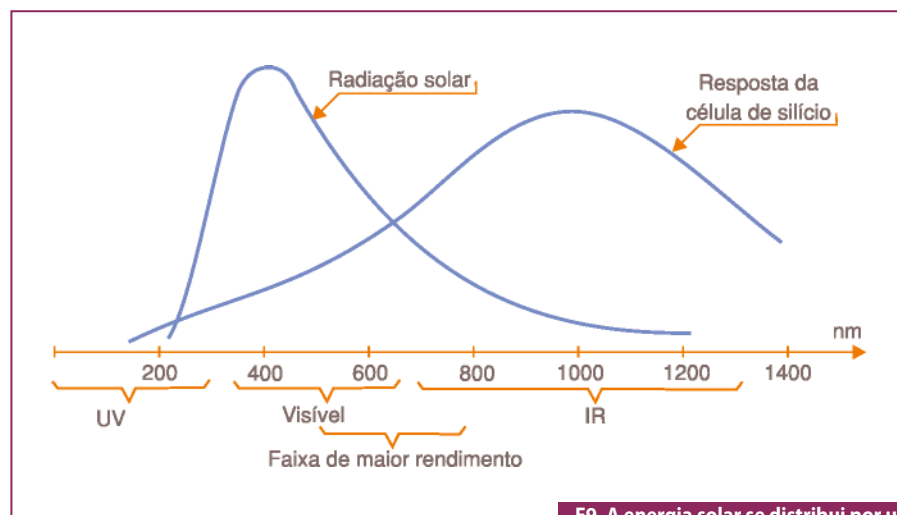
Uma tecnologia interessante empregada em algumas células consiste em usar diversas camadas de materiais com bandas de valência diferentes. Os materiais superiores absorvem os fótons com maior energia, enquanto que os materiais das camadas inferiores os fótons de menor energia. Com isso, temos células multijunções que são capazes de converter energia de uma banda mais larga de radiação, alcançando assim maior rendimento.

As Células Solares, como fontes alternativas de energia, são dispositivos com uma relação custo/benefício baixa. Assim, seu uso deve ser orientado a aplicações em que outras formas mais econômicas e mais acessíveis não existam.

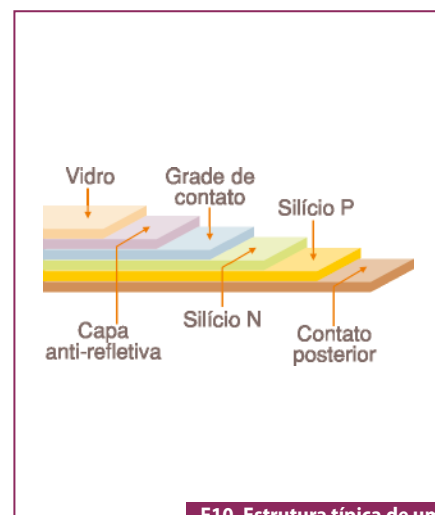
As células são fornecidas em módulos ou painéis que fornecem tensões da ordem de 12 V, 24 V ou outras tensões múltiplas que possam ser usadas para carregar diretamente baterias ou alimentar inversores.

Evidentemente, em um sistema a bateria é fundamental, pois elas devem fornecer energia ao circuito externo durante a noite, quando não houver a iluminação das células.

Os painéis são dotados de diodos “bypass” que têm por finalidade simplificar sua associação e os próprios circuitos de carga de baterias, evitando dessa forma o retorno da corrente.



F9. A energia solar se distribui por um largo espectro frequencial.



F10. Estrutura típica de uma célula solar completa.

A quantidade de painéis dependerá do que se deseja alimentar, ou seja, da potência dos equipamentos ligados e também de sua quantidade. O custo do sistema irá crescer na mesma proporção que a quantidade de painéis que precisarem ser usados.

Na **figura 11** temos um sistema típico simples, sugerido pela Heliodinâmica.

Um sistema mais complexo, que já pode alimentar diversos equipamentos de uma residência é o exibido na **figura 12**.

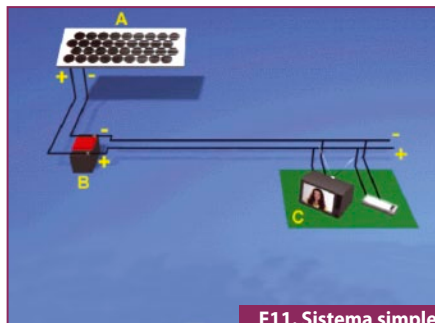
Para a indústria, o sistema que aproveitar a energia solar poderá servir para acionamento de bombas, alimentação de circuitos de sensoriamento remoto com transmissão sem fio e outros, onde as formas convencionais de alimentação não podem ser usadas. Observe a **figura 13**.

Conclusão

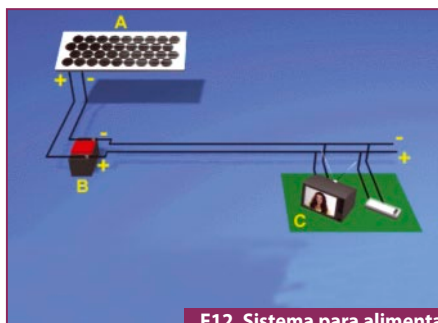
Conforme vimos, a utilização da energia solar como forma alternativa tem suas limitações quando pensamos em termos de potência. No entanto, há aplicações em que forma alternativa de energia não significa simplesmente economizar

na quantidade, mas sim alimentar um equipamento onde a energia comum não chega.

Assim, o uso da energia solar deve ser considerado justamente nesses casos, nos



F11. Sistema simples (heliodinâmica)



F12. Sistema para alimentar equipamentos residenciais.



F13. Sistema com células solares para fins industriais.

PUI
Projections Unlimited, Inc.

www.gopui.com/pt

Seu parceiro no mundo e distribuidor autorizado de componentes eletrônicos.



Entre em contato conosco para solicitar mais informações sobre nossos produtos e serviços:

Arthur Nóbrega - Representante Comercial
a.nobrega@gopui.com
00(op)1-978-988-1655
Skype: Arthurbn2

Franqueado com mais de 90 fabricantes, incluindo:

SAMSUNG

SANYODENKI

JST

UNITED CHEMI-CON

nichicon

YAGEO

Por dentro do Inversor

A aplicação de inversores de frequência na indústria é prática muito comum. Em muitos casos, um conhecimento geral do hardware interno do equipamento pode facilitar tanto a aplicação quanto os primeiros embates de manutenção. Neste artigo, abordaremos alguns pontos-chaves de um inversor de frequência, da parte de controle e potência. Em futuros artigos, discutiremos alguns procedimentos de manutenção.

Alaor Saccomano

O equipamento

Analisaremos duas placas de atuação de um inversor Metaltex-Delta modelo VFD110B23A, de 15 HP, para rede de 200 V- 240 V, com frequência de saída de 0 a 400 Hz (**Figura 1**). A corrente nominal de saída disponível é de até 49 A, o que resulta em uma potência de 18,67 kVA. A frequência de chaveamento dos IGBT's varia de 1 a 15 kHz. Este inversor pode ser parametrizado para atuar com Vetorial ou Escalar, *sensorless* ou realimentado para placa de controle com entrada de gerador de pulsos no *encoder* de 5 V ou 12 V (sinais +A, -A, +B, -B) para até 500 kHz. Além disso, tem-se a possibilidade de ajuste de 4 rampas de aceleração/desaceleração, curva S, ajuste de curva V/f em modo Escalar, autossintonização de parâmetros para modo Vetorial de Tensão e comunicação por RS-485.

Placa de Controle

O controle adotado pela Delta para este modelo é baseado no M37712E4BFP, de 80 pinos. Dedicaremos um artigo futuramente para tratar desse componente. Conforme a **figura 2** (Placa de Controle), segundo a numeração proposta, abordaremos sucintamente a placa:

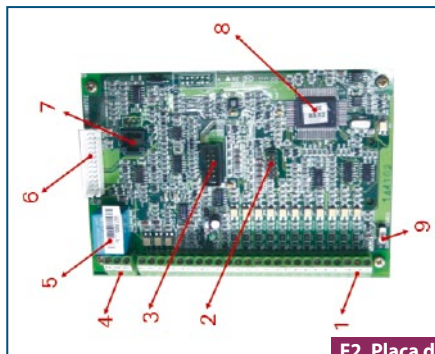
- **Bornes para sinais de controle:** aqui conectarmos sinais de entrada e saída para controle e operacionalização do inversor. Tem-se uma saída analógica que normalmente é aplicada a medidores analógicos para sinalizar frequência ou corrente (valor é de $0...10V_{DC}/2mA$) e outra em frequência 1:1 de $48V_{DC}/50mA$. Presentes ainda 3 saídas fotoacopladas para $48V_{DC}/50mA$ de sinal comum. As entradas, além das padrões

(Avanço e Retrocesso, Jog e defeito externo EF), temos 7 entradas multifunção parametrizáveis para multivelocidade, que podem ser acionadas via botões ou CLP. Estas entradas estão conectadas aos fotoacopladores da placa (OP181), 11 elementos, um para cada uma delas. Agregam-se também uma entrada para contador externo, e 3 entradas analógicas: de 0..10 VDC, -10..+10 e 4..20 mA.

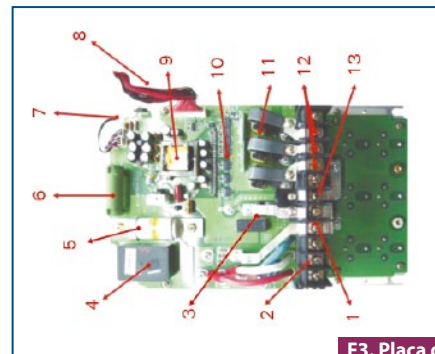
- **Conexão para placa de pulso:** aqui se aplica a placa dedicada PG-2 (PG-3 apenas no Delta V). Com esta placa, e ajustando-se os parâmetros do grupo 10 deste inversor, obtém-se o controle de malha fechada. A mesma pode atuar com *encoders* incrementais de 5 V e 12 V e recebe saídas em tensão, coletor aberto, *line-driver* ou complementar (PP2), conforme ajuste das suas *dip-switches*.
- **Conexão para teclado externo:** como visto na foto principal do Delta, o modelo B possui teclado/visor removível (modelo VFD-PU01). Através deste, se executam as parametrizações, partidas e paradas locais do inversor e leitura das principais variáveis da máquina. Os cabos possíveis são denominados pelo fabricante como EG2010 (dois metros) e EG3010 (três metros).
- **Conexão dos contatos/Relé de saída:** este é um relé reversível de 1 contato para 12 A/220 VAC ou 12 A/24 VDC, com bobina de 12 VDC, acionados via resposta de parâmetros (parâmetros 03.01 até 03.03). Assim como as saídas foto-



F1. Inversor de frequência.



F2. Placa de controle.



F3. Placa de potência.

acopladas, tem-se 24 funções que podem caracterizar o acionamento deste relé. Destacam-se: indicação de falta, 1ª e 2ª velocidade desejada obtida, acionamento de motores em cascata e operações via CLP externo.

- **Conector para placa de potência:** neste conector de 26 vias, passo de 2,54 mm tem-se a conexão da placa de potência com o controle. O pino 1 é o mais próximo do relé na linha inferior. As saídas do controlador para acionarem os IGBT's são as que vêm diretamente do controlador pelos resistores $R_{86}..R_{91}$, entrando nos pinos 7, 8, 9, 19, 20 e 21.
- **Conexão RS-485:** este inversor pode ser acessado ou parametrizado via protocolo aberto MODBUS nos modos ASCII ou RTU com 7 ou 8 bits. Um conector RJ-11 encaixa-se perfeitamente. Os sinais são obtidos em 3 (-SG) e 4 (+SG). Uma alimentação auxiliar de 5 V (GND – pinos 2 e +5V – pino 5) é presente. Os pinos 1 e 6 não são utilizados.
- **Chave modo de entradas:** as entradas podem ser configuradas no modo PNP, isto é, cada entrada deve receber +24 V para ser ativada (colocando-se em modo SOURCE) ou em NPN (ativas com 0V em modo SINK).

Placa de Potência

O conjunto de potência (figura 3), além de abrigar os retificadores de entrada modelo Sam Rex DF100BA80, os capacitores do link DC (6 de 1000 mF/400 V) e o conjunto IGBT (modelo Fuji 7MB150RA060

DE 150 A/600 V), inclusive das entradas e saídas de força e frenagem, possui também fontes auxiliares para acionamento dos sinais e acionamentos de fotoacopladores. Grande parte do volume de um inversor se deve ao dissipador, que precisa estar solidário ao conjunto junto com uma ventilação forçada:

- **Conexão para módulo de frenagem/resistor:** para auxiliar a frenagem e dissipar a energia do link DC na desaceleração e parada, é possível inserir um resistor ou módulo de frenagem, que pode ser fornecido pelo fabricante. O módulo deve ser conectado entre os pontos +2/B1 e o sinal de menos. O jumper entre +1 e +2 pode ser removido e inserido um reator para o barramento. Nestes pontos pode-se abrir e entrar com um barramento DC, logicamente não se energizando a entrada trifásica.
- **Entrada AC:** neste ponto tem-se as conexões para alimentação trifásica. Uma das vantagens desse modelo é a possibilidade de trabalho com alimentação monofásica. Medindo-se estes pontos, pode-se verificar a integridade dos retificadores de entrada.
- **Capacitor desacoplador.**
- **Relé de pré-carga:** como é comum em inversores, para não se aplicar os capacitores descarregados diretamente na alimentação do link DC e ter-se altas correntes de carga, esse relé chaveará um resistor de pré-carga para evitar, assim, este problema.
- **Fusível:** proteção do link DC, ultrarrápido.

- **Resistor de frenagem interno/pré-carga.**
- **Sensor de temperatura:** este sensor se situa sobre os módulos de potência e dissipador para garantir o funcionamento sobre temperatura adequada, sinalizar sobretemperatura quando esta ocorrer e bloquear o inversor, além de sempre enviar sinal ao controlador para que a ventilação forçada seja disparada.
- **Conexão da placa de controle:** que se liga ao conector da placa de controle.
- **Fonte:** esta fonte auxiliar é responsável por prover alimentação (+5 V, +12 V e +24 V) para o conjunto.
- **Optoacopladores:** estes A4506 são os que recebem e conectam os sinais de disparo para os IGBT's e *chopper* de frenagem do módulo.
- **Sensores de corrente:** dispositivos sensores HALL, um para cada fase de alimentação de saída, o que não é comum, pois muitos fabricantes atuam apenas com dois elementos.
- **Saída:** estes são as saídas PWM de potência para o motor. Nestes pontos, pode-se testar os IGBT's (devem estar maior que 1 M Ω).
- **Conexão para barramento DC:** alimentação do link DC por conjunto bateria ou barramento direto.

Conclusão

Longe de querer esgotar o assunto, mostramos alguns aspectos iniciais sobre inversores. Nossa intenção foi introduzir o tema, para o conhecimento dos leitores. Agradecemos as fotos providas pela Metaltex, especialmente ao Danilo Troncoso (Marketing).

Antenas:

Diagramas de Radiação

As Antenas são elementos fundamentais de um sistema de transmissão. Uma estação é tão eficiente como sua antena, conforme afirma a ARRL. Neste artigo daremos alguns conceitos e definições importantes de antenas, com destaque para o Diagrama de Radiação. Este artigo foi adaptado do "Curso de Utilização de Antenas de Transmissão", da Trans-Tel.

Dante J.S.Conti

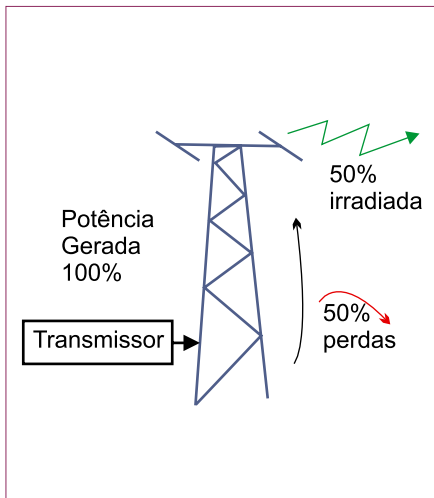
Ocorre na prática cotidiana de implementação de sistemas de transmissão uma situação muito similar àquela que muitos de nós, engenheiros ou técnicos, já passamos algum dia durante um projeto que desenvolvemos, onde constatamos que uma determinada função (supostamente estanque e de pouca importância no início do projeto) revelou-se no final muito mais complexa e o que é pior, determinante do funcionamento do nosso equipamento; quem já não "sofreu" alguma vez com problemas de fonte de alimentação? E convenceu-se posteriormente que o projeto deveria ter começado por esta função supostamente "banal"!

A *American Radio Relay League (ARRL)*, Associação Norte-Americana de Radio-amadores, chama a atenção para este assunto escrevendo na contracapa de seu clássico "Handbook of Antennas" a frase: "Uma estação é tão eficiente quanto a sua antena". Nesta frase, a palavra "eficiência" traduz a capacidade da estação estabelecer comunicação com maior ou menor grau de qualidade, de onde se conclui que a antena é um dos elementos que determina a qualidade da estação.

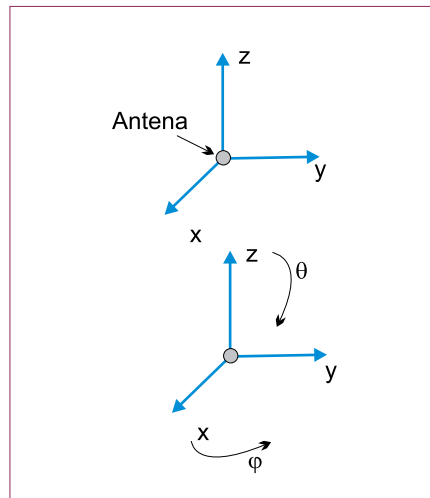
O dimensionamento da qualidade ou, neste contexto, a área de cobertura de uma estação, é determinado na fase de projeto pelo parâmetro Potência ERP (*ERP= Effective Radiated Power*), que é dado pelo produto da potência do transmissor pelo ganho de potência da antena e eficiência do sistema de transmissão.

Verifica-se de forma bastante simples portanto, que a antena contribui diretamente na magnitude da área de cobertura. Por outro lado, a confiabilidade de uma estação, isto é, o período de tempo em que o serviço está disponível para os telespectadores (no caso de uma emissora de TV) é, se não o principal, um dos fatores determinantes do sucesso comercial da operação e é completamente determinada pela confiabilidade do transmissor e da antena. A **figura 1** ilustra o que acontece.

É importante observar o fato de que muitas vezes se realiza um investimento maciço unicamente na redundância do equipamento transmissor, ignorando-se (ou pelo menos dando-se menor importância) à redundância da antena, quando bem sabemos que, na realidade, de pouco adiantarão dois transmissores operando se houver



F1. A antena contribui diretamente na magnitude da área de cobertura do transmissor.



F2. Cortes de azimute (horizontal) e de elevação (vertical).

ocorrência de falha da antena. Em suma, a questão-chave ao redor de um sistema de transmissão, para que o mesmo alcance o sucesso pretendido, é simplesmente a abordagem correta e prudente (sob o ponto de vista de engenharia) de não se desprezar a antena de transmissão.

A Antena

Como definir uma antena de forma intuitiva e descomplicada?

Se recorrermos ao dicionário (Aurélio) lê-se:

Def.1. Parte de um transmissor cujo potencial varia rapidamente, irradiando para o espaço ondas eletromagnéticas;

Def.2. Parte de um receptor de rádio que capta a energia eletromagnética, introduzindo-a no aparelho sob forma de impulsos elétricos;

Def.3. Estrutura metálica, fio ou conjunto de fios com as mesmas funções dadas na Def.1 e Def.2.

Por outro lado, definir uma antena sob o ponto de vista da física associada ao seu funcionamento e do modelo matemático que a descreve representa uma ciência a parte. Em uma visão mais aplicada e compatível com os objetivos deste texto, o conceito que entendemos ser mais adequado para antena é: “o elemento pertencente a um sistema de transmissão e/ou recepção de sinais que tem como função radiar /captar ondas eletromagnéticas, adaptando a energia (contida nas ondas eletromagnéticas) entre um meio confinado (uma linha de transmissão) e um meio não confinado (espaço livre ou éter)”.

Nesta linha de raciocínio, pode-se facilmente avançar no conceito e afirmar (sem medo de simplificar) que uma antena nada mais é do que um transdutor de ondas eletromagnéticas entre meios com propriedades distintas de propagação de energia. Uma antena adapta, portanto, a impedância entre a linha coaxial de transmissão de saída de um TX (50 ohms) e a impedância do espaço livre (120 Ω ou 377 ohms).

A maneira como esta adaptação de energia acontece, define propriedades fundamentais das antenas pois:

- pode se dar de forma controlada ao longo do espaço, ao redor da antena (de onde surge o conceito de diagrama de radiação tridimensional);
- pode se dar com maior ou menor eficiência em uma dada direção, comparativamente a uma antena de referência (de onde surge o conceito de ganho);
- pode se dar numa faixa de frequência maior ou menor (de onde surge o conceito de largura de faixa);
- pode se dar com maior ou menor perda de energia (de onde surge o conceito de VSWR);
- pode se dar em uma determinada orientação de propagação do campo elétrico em detrimento de outra orientação (de onde surge o conceito de polarização).

Talvez a principal propriedade de uma antena que desejamos conhecer / especificar em uma primeira análise seja o seu diagrama de radiação, pois é a propriedade com um apelo intuitivo mais imediato e que

traduz o comportamento da antena quanto à sua capacidade de distribuir espacialmente (ao seu redor) a energia aplicada em seus terminais de entrada.

Genericamente, o diagrama de radiação é a representação gráfica da distribuição espacial das propriedades de radiação da antena, tomadas sobre uma superfície imaginária no espaço chamada de “esfera de radiação” onde a antena em análise está hipoteticamente disposta no seu centro. As principais grandezas representadas num diagrama de radiação são:

- Potência;
- Intensidade de campo;
- Fase;
- Polarização.

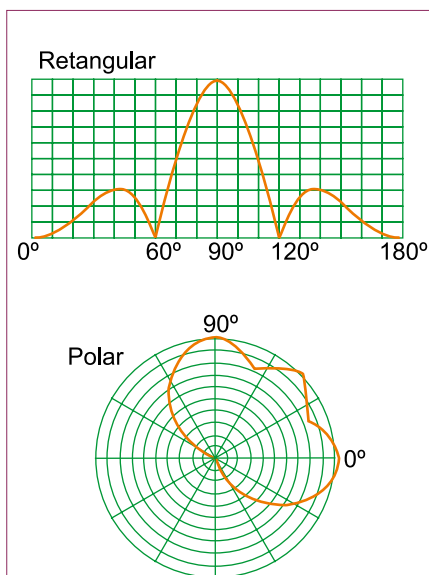
Logo, para cada uma das propriedades acima podemos associar um diagrama de radiação espacial específico, também chamado de diagrama de radiação tridimensional (3D), que represente graficamente como a potência, intensidade de campo, fase e polarização se distribuem o redor da antena.

Para fins de projeto e com maior aplicação na prática, restringe-se, entretanto, a publicação apenas para os diagramas de radiação de potência e de intensidade de campo, representados graficamente no formato polar ou no formato retangular e utilizando escala com passo linear ou escala com passo em dB. (**Obs.:** em figuras posteriores serão evidenciadas as diferenças entre utilizar escala com passo linear e escala com passo em dB, bem como as diferenças entre usar o formato polar ou retangular).

O que ocorre na prática é uma simplificação, isto é, especificam-se apenas os cortes (ou fatias da esfera de radiação) principais do diagrama 3D da antena. Estes cortes principais são os cortes de azimute (horizontal) e os cortes de elevação (vertical), os quais efetivamente são empregados em projeto, conforme mostra a **figura 2**.

Observando a figura 2, se imaginarmos a antena posicionada no centro de um sistema de coordenadas (x,y,z) onde o eixo x está perpendicular ao plano da figura (portanto um eixo saindo da figura em nossa direção), pode-se definir dois cortes principais na esfera imaginária que envolve a antena e associar cada um destes cortes ao sistema de coordenadas (x,y,z) quais sejam:

- Corte de azimute = fatia da esfera de radiação onde as propriedades de radiação da antena são verificadas



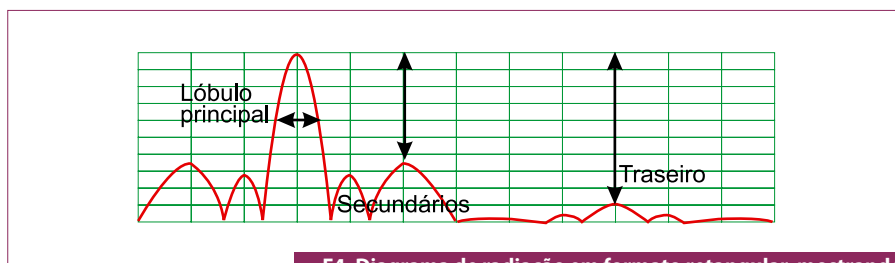
F3. Exemplos de formatos de representação polar e retangular de uma antena.

no plano (x, y) ou, intuitivamente, no plano horizontal;

- Corte de elevação = fatia da esfera de radiação onde as propriedades de radiação da antena são verificadas no plano (z, y) ou, intuitivamente, no plano vertical.

Mais precisamente, se denominamos theta (θ) ao ângulo tomado entre o eixo z e o vetor formado da origem do sistema de coordenadas (x,y,z) até um ponto qualquer sobre a esfera de radiação e chamamos phi (ϕ) ao ângulo tomado entre o eixo x e o vetor formado da origem do sistema de coordenadas (x,y,z) até um ponto qualquer sobre a esfera de radiação, podemos ampliar a definição do parágrafo anterior e afirmar que o corte de azimuth é qualquer corte da esfera de radiação onde o ângulo theta permanece fixo (normalmente em 90 graus) e o ângulo phi varia; similarmente, podemos dizer que o corte de elevação é qualquer corte da esfera de radiação onde o ângulo phi permanece fixo (normalmente em 0 graus) e o ângulo theta varia.

Toda esta nomenclatura e definições apresentadas anteriormente não devem atrapalhar o conceito de que, na prática, a especificação do diagrama que se faz de uma antena está restringindo a descrição das suas propriedades de radiação aos planos ou cortes principais de análise utilizados em projeto, quais sejam: os planos horizontal e vertical.



F4. Diagrama de radiação em formato retangular, mostrando os lóbulos: principal, secundários e traseiros.

Portanto, deve estar sólido o conceito de que o diagrama de radiação horizontal de uma antena é o diagrama do corte de azimuth tomado do diagrama de radiação 3D, bem como o diagrama de radiação vertical de uma antena é o diagrama do corte de elevação tomado do diagrama de radiação 3D.

Este entendimento leva à conclusão imediata de que os formatos de representação polar e retangular que mencionamos no início desta figura nada mais são do que variações da representação gráfica 2D, ou seja, no “plano do papel”, dos diagramas de radiação horizontal e vertical da antena. Na **figura 3** temos exemplos.

Nesta figura 3 temos, na parte superior ao centro, um diagrama representado no formato retangular, onde o eixo vertical (abscissa) indica a intensidade de campo normalizada [0,1] e o eixo horizontal (ordenada) indica o setor angular de análise. Observando este diagrama verificamos que, por exemplo, para o ângulo 90 graus a intensidade de campo é máxima (igual a 1) e para os ângulos 60 e 120 graus a intensidade de campo é nula (igual a 0).

Na parte inferior à esquerda temos agora um outro diagrama representado no formato polar, onde as linhas radiais (tomadas do centro da circunferência até o círculo externo) representam o ângulo de análise e o raio associado (ponto de intersecção da radial com o diagrama) representa a intensidade de campo normalizada [0,1] sendo 1 o valor da intensidade de campo associada ao círculo externo. Observando este diagrama verificamos que, por exemplo, nas radiais 0, 45 e 90 graus tem-se intensidade de campo máxima e que para a radial 300 graus a intensidade de campo é apenas 0,2.

Se afirmarmos que o diagrama retangular representa o diagrama de radiação de elevação e o diagrama polar representa o diagrama de radiação de azimuth de uma mesma antena, iremos reconhecer facilmente

estes dois diagramas anteriores como cortes do diagrama 3D desta antena, mostrados na parte inferior à direita da figura.

Embora o diagrama de radiação de qualquer antena seja fisicamente um diagrama espacial, a representação por intermédio dos dois cortes principais :

- azimuth (também chamado de diagrama horizontal) e,
- elevação (também chamado de diagrama vertical) deste diagrama espacial traduzem com bastante fidelidade o comportamento das propriedades de radiação da antena, mas é sempre importante lembrar que trata de simplificações necessárias e impostas para fins de projeto.

Qualquer análise mais minuciosa ou completa que se deseje realizar sobre as propriedades de radiação de uma antena deve contemplar as propriedades do seu diagrama 3D. Não se deve concluir, portanto, que a antena estará completamente caracterizada quanto ao seu diagrama de radiação analisando-se somente os seus cortes principais.

Qualquer antena pode ser classificada (e rapidamente caracterizada), tomando-se como base somente as propriedades do seu diagrama de radiação, em duas categorias bem distintas de funcionamento: Antenas Direcionais e Antenas Omnidirecionais.

As definições são autoexplicativas: por direcional subentende-se aquela antena capaz de radiar / receber ondas eletromagnéticas com eficiência variável em função da direção; por omnidirecional subentende-se a antena que não é direcional. Na prática, entretanto, uma antena omnidirecional será, via de regra, direcional em um dos seus cortes, quer seja ele o corte de azimuth ou de elevação, pois se a antena fosse omnidirecional em ambos os cortes estaria se aproximando de um radiador ideal (também denominado isotrópico), o qual não é realizável.

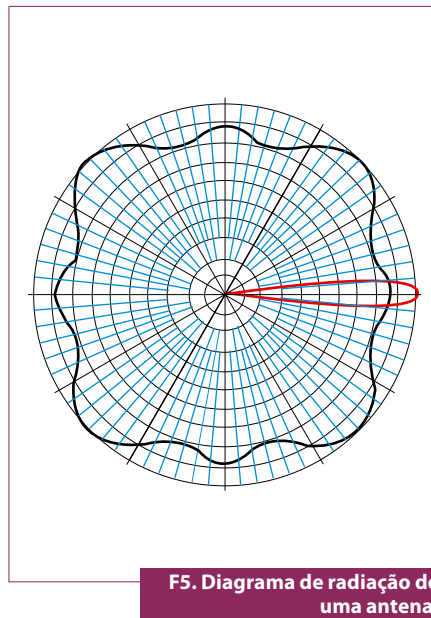
Como exemplo de uma antena que, de acordo com a sua utilização, pode ser classificada como direcional ou omnidirecional, tomemos o “dipolo”. Posicionando o dipolo sobre o sistema de coordenadas (x,y,z) onde ele encontra-se sobre o eixo z , observando o diagrama 3D e recorrendo às definições anteriores dos cortes principais do diagrama 3D (figura 2) de uma antena podemos afirmar:

1. Quanto ao corte de Azimute (ou diagrama de radiação horizontal): o corte de azimute é obtido tomando-se uma “fatia” do diagrama 3D paralela ao plano xy do sistema de coordenadas (x,y,z) , esta fatia está representada no canto superior direito da figura e notadamente verifica-se tratar de um diagrama omnidirecional (mesma intensidade de campo em todas as direções).

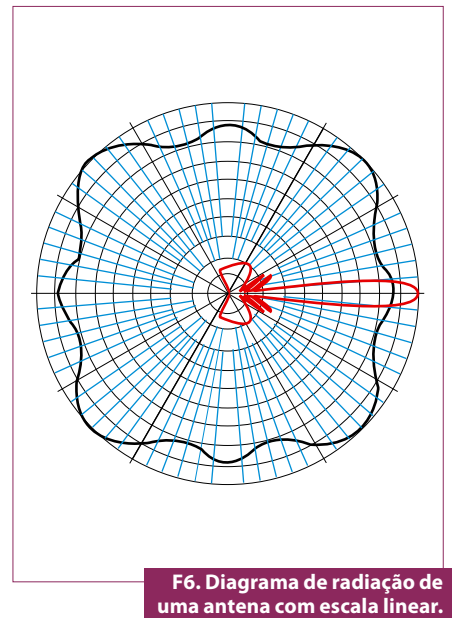
2. Quanto ao corte de Elevação (ou diagrama de radiação vertical): o corte de elevação é obtido tomando-se uma fatia do diagrama 3D paralela ao eixo zy (o eixo zx também poderia ser utilizado) do sistema de coordenadas (x,y,z) , esta fatia está representada no canto inferior direito da figura e notadamente verifica-se tratar de um diagrama direcional (intensidade de campo nula sobre o eixo z).

Se provocássemos uma rotação de 90 graus no dipolo, isto é, se ele estivesse posicionado sobre o eixo x , o diagrama de azimute seria direcional e o diagrama de elevação seria omnidirecional. Na prática, o uso do termo omnidirecional não requer que a intensidade de campo seja constante ao redor da antena, aceita-se e classifica-se o diagrama de uma antena como omnidirecional se a variação de intensidade de campo for menor do que 3 dB (no caso de empregar-se escala linear e intensidade de campo normalizada, e isto significa aceitar a variação do diagrama entre os valores 1 e 0,7).

Qualquer que seja o diagrama de radiação de uma antena que se pretenda analisar / especificar, quer seja ele o diagrama horizontal ou vertical, sempre é possível identificar e/ou classificar os lóbulos de radiação deste diagrama, que nada mais são do que partes do próprio diagrama com características específicas, senão vejamos.



F5. Diagrama de radiação de uma antena.



F6. Diagrama de radiação de uma antena com escala linear.

A figura 4 apresenta um diagrama representado em formato retangular (não importa saber se este diagrama é horizontal ou vertical), no qual partes bem características e representativas das propriedades de radiação da antena são colocadas: os lóbulos, como são conhecidas essas partes do diagrama que são classificados em:

- **Lóbulo principal:** define o ângulo ou setor também chamado de meia potência, pois é neste lóbulo onde a antena irá concentrar a maior parte de sua energia (se empregadas intensidade de campo normalizada e escala linear, o ângulo de meia potência corresponde ao arco onde o campo é maior ou igual a 0,707 ou $0,707 \times 0,707 = 0,5$ no caso de potência);
- **Lóbulos secundários:** por exclusão, são os demais lóbulos que não o principal. A importância dos lóbulos secundários é verificar como a antena está distribuindo a energia ao seu redor fora da área de principal interesse de cobertura, sendo útil para a determinação dos nulos ou regiões do diagrama onde se terá intensidade de campo reduzida;
- **Lóbulo traseiro:** é o lóbulo secundário posicionado atrás ou na direção oposta do lóbulo principal da antena, e define o que se denomina de relação “frente- costa” da antena, que é uma medida útil para se saber da capacidade de “isola-

ção” da antena quando operando no modo de recepção, ou da sua direcionalidade quando operando no modo de transmissão.

A extração destes parâmetros de um diagrama de radiação permite melhor entender a sua aplicação, bem como ajuda bastante na especificação preliminar de uma antena quando não se dispõe de uma ideia clara e completamente especificada do tipo de diagrama pretendido. A figura 5 exhibe um outro diagrama de radiação.

Nesta figura, o diagrama em vermelho do tipo direcional representa o diagrama vertical (corte de elevação) e o diagrama em preto do tipo omnidirecional representa o diagrama horizontal (corte de azimute) de uma mesma antena, esse diagrama representa a intensidade de campo normalizada.

Na figura 5 a escala apresentada tem passo de 1 dB/div., não permitindo visibilidade dos lóbulos secundários do diagrama vertical realçando a “circularidade” (menor do que 3 dB) do diagrama horizontal.

Na figura 6 temos um diagrama de radiação com escala linear. Nela a escala varia de 0 até 1 com passo 0,1/div., sendo normalmente empregada em projetos.

Conclusão

Neste artigo descrevemos apenas uma breve introdução às características das antenas. Evidentemente, o assunto é mais intenso e por esse motivo deve ser abordado em novos artigos desta Revista. **E**

Analísadores de Espectro: Entenda a importância desse instrumento na Automação Industrial

Em uma edição anterior desta Revista, iniciamos o assunto análise espectral e radiofrequência. Dando continuidade à matéria, vamos tratar agora da estrutura do instrumento clássico utilizado para análise de sinais em RF: o analisador de espectro. Lembremos ao leitor que o “foco” desta pequena série é explorar os sistemas de radiofrequência aplicados à indústria.

Alexandre Capelli

Série de Fourier

Já vimos que a análise espectral é tão importante quanto a análise de sinais no domínio do tempo, pois um sinal puro pode gerar infinitas harmônicas. Dependendo da amplitude e da ordem dessas harmônicas, elas podem se sobrepor ao sinal fundamental, distorcendo sua forma de onda (**figura 1**).

A **tabela 1** mostra um pequeno comparativo da natureza do sinal em relação à faixa de frequência que suas harmônicas podem atingir.

Os domínios do tempo e da frequência podem ser relacionados entre si através da “transformada de Fourier”. A equação dessa transformada, embora complicada a primeira vista, calcula fisicamente o espectro das frequências de um sinal através de uma análise contínua e infinita no tempo.

$$X_f = F \{x(t)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-j2\pi f t} dt$$

Fica claro que isso é impossível em tempo real.

O que acontece na prática, entretanto, é a análise do sinal através do processamento digital de amostras.

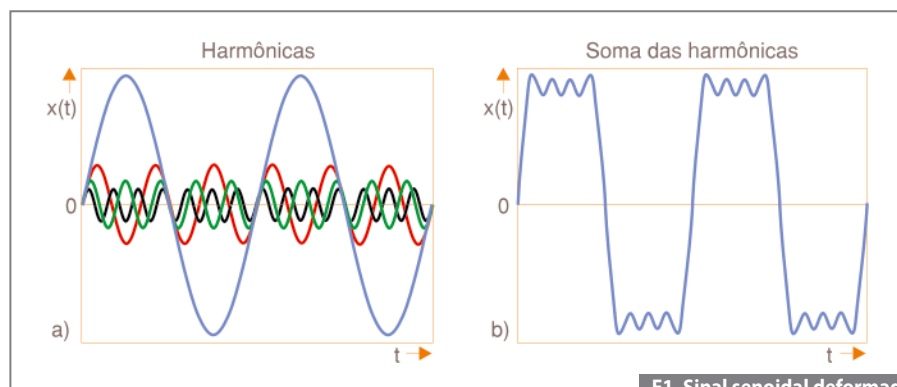
Por meio de uma certa quantidade de amostras (leituras em um determinado intervalo de tempo), podemos ter uma boa aproximação do sinal real. O único cuidado a ser tomado é o que chamamos de “lei de Shannon”. Ela diz que para obtermos uma boa precisão de leitura, a frequência da amostragem (sampling frequency “fs”) deve ser, no mínimo, duas vezes maior que a frequência do sinal de entrada (fin) sinal sob análise.

$$f_s = 2f_{in}$$

A **figura 2** mostra um exemplo da combinação das frequências de amostragem e de sinal.

Concretizar os cálculos mostrados acima e transformá-los em medidas que

Sinal de áudio, f máx	20 kHz	fh até 1 MHz	T1. Comparativo “natureza do sinal x frequência.
RF, f máx	Vários Mhz	fh acima de 3 GHz	
Microondas	Vários MHz até GHz	fh acima de 40 GHz	

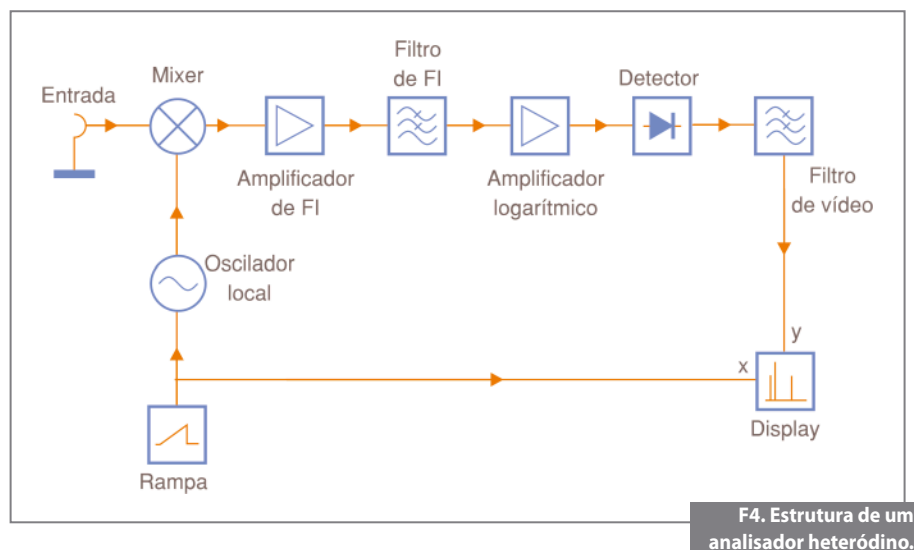
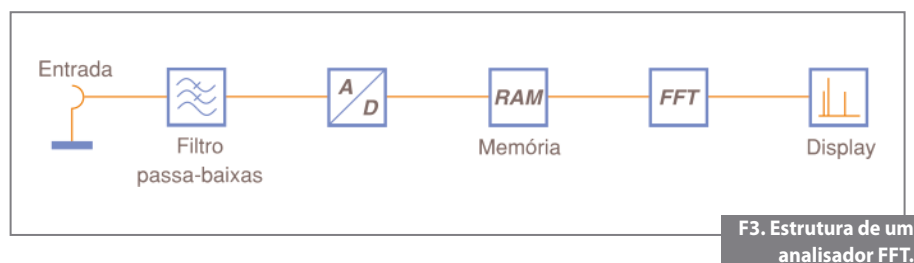
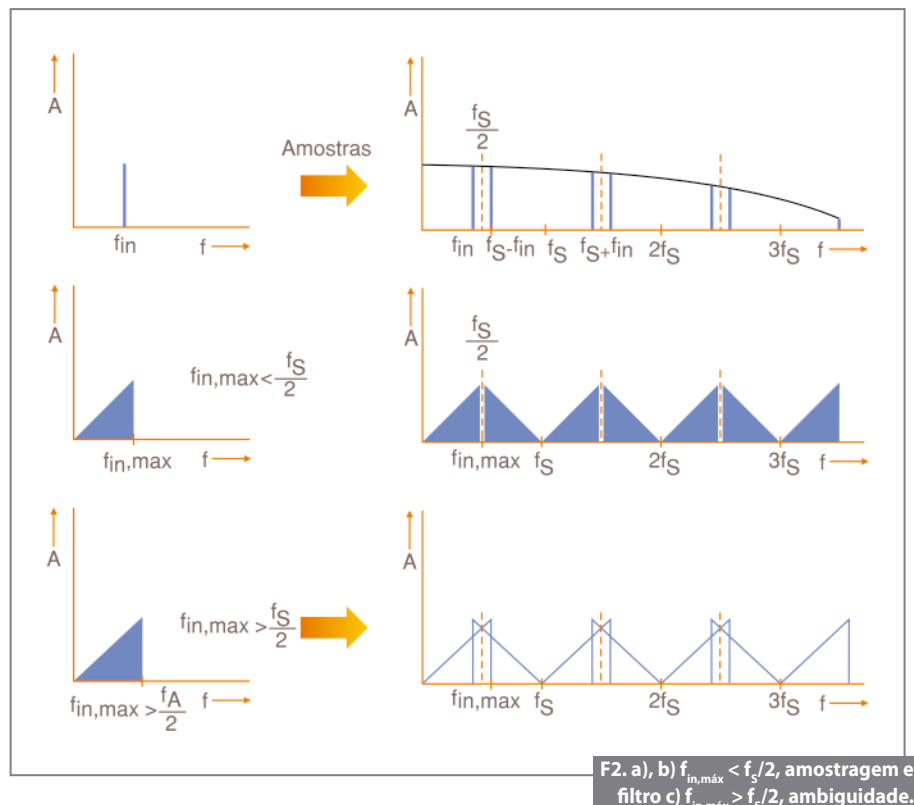


F1. Sinal senoidal deformado pelas harmônicas.

possam ser utilizadas em uma tela são funções do analisador de espectro. Podemos encontrar dois tipos de analisadores: FFT e heteródino.

Analisador de espectro FFT

A “grosso modo” podemos dizer que a diferença entre o analisador tipo FFT (Fast Fourier Transform) e o heteródino é



Redes de Comunicação Automotiva

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

a faixa de frequências em que cada um pode operar. O FFT é destinado para baixas frequências (ordem de 1000 kHz) e o heteródino para altas (e extra-altas) frequências (vários GHz).

A **figura 3** apresenta o diagrama de blocos de um analisador de espectro tipo FFT. A primeira etapa é um filtro “passa baixas”, que limita a frequência do sinal de entrada. Após a filtragem, o sinal é enviado a um conversor analógico/digital e, por ser de natureza transitória, é, então, armazenado temporariamente no bloco de memória RAM.

O quarto bloco do instrumento é composto pelos circuitos de processamento, cujo software possui um algoritmo de cálculo de acordo com a equação citada anteriormente para determinação da série de Fourier. Esse bloco, segundo as taxas de amostragem, resgata os dados armazenados na RAM e, após os cálculos da FFT, mostra através de um diagrama de barras, as respectivas amplitudes das frequências harmônicas de um sinal em uma tela.

Analisador heteródino

O analisador de espectro heteródino, como o próprio nome sugere, tem sua estrutura de funcionamento muito similar à do receptor de rádio tipo heteródino. Aliás, já vimos em um artigo anterior como funciona a técnica de heterodinagem.

A **figura 4** ilustra seu diagrama de blocos. Notem que, por funcionar em al-

tíssimas frequências, não há um filtro para o sinal de entrada. O sinal é combinado com outro, gerado internamente por um oscilador local, através de um circuito “mixer”.

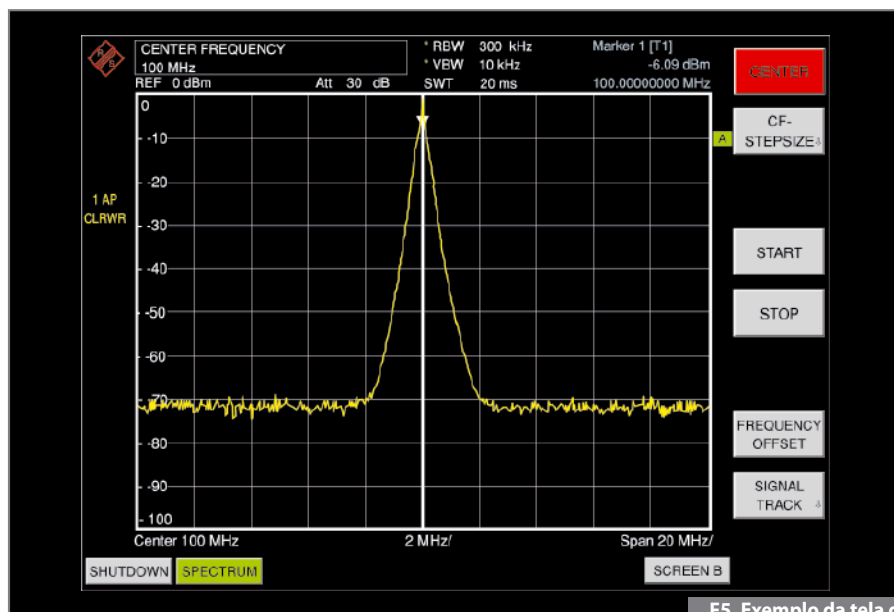
O sinal diferença entre ambos, assim como no receptor heteródino recebe o nome de frequência intermediária. A FI, então, passa por um filtro passa faixa e, para que o sinal possa ser mostrado com máxima largura, ela é amplificado através de um amplificador logarítmico.

Até essa etapa o sinal ainda está modulado em RF. A próxima etapa exerce a

função detectora, transformando o sinal de RF em um sinal de vídeo. Após o filtro passa baixas, esse sinal é mostrado na tela, a qual pode ser do tipo LCD (cristal líquido) ou TRC (tubo de raios catódicos). Um circuito “gerador de rampa” sincroniza o sinal detectado com as frequências de varredura da tela do instrumento.

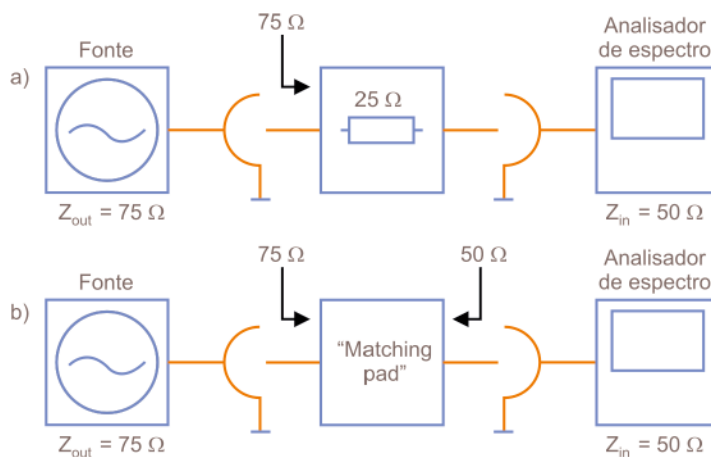
Principais Parâmetros do Analisador de Espectro

Os analisadores modernos possuem inúmeras funções (e controles), porém, as quatro principais são:



F5. Exemplo da tela de um analisador.

Semelhante à maioria dos instrumentos utilizados em telecomunicações, o analisador de espectro tem sua entrada de RF com uma impedância de 50 ohms. Algumas medidas, entretanto, exigem impedâncias de 75 ohms (circuitos de CATV, por exemplo). Diversos modelos de analisadores possuem entrada extra de 75 ohms para essa finalidade, porém, caso ela não esteja disponível, é possível fazer o casamento das impedâncias através de um pequeno transformador. Esse dispositivo é conhecido como “*matching pad*”. Ainda assim, no caso de nem ele estar disponível, um resistor de 25 ohms ligado em série com a entrada poderá fornecer bons resultados.



FA. Casamento de impedância entre a fonte e o analisador.

- **Faixa de frequência a ser exibida na tela:** Esse parâmetro (*frequency display range*) determina o “tamanho” da figura a ser mostrada na tela do analisador. A **figura 5** mostra um exemplo, onde podemos notar que o sinal ocupa, aproximadamente, sete divisões no eixo Y. Esse ajuste assemelha-se ao “volts/div” nos osciloscópios.
- **Faixa de nível:** Esse parâmetro determina os limites do sinal exibido. Ainda com base nessa figura, notamos que o exemplo mostra um “patamar” inferior de -100 dBm, e superior a 0 dBm.
- **Resolução da frequência:** O ajuste da resolução de frequência é uma função do circuito de filtro da frequência intermediária (FI), e é análogo ao controle “tempo/div” nos osciloscópios.
- **Sweep time:** Esse controle é específico para os analisadores de espectro operando em modo heteródino, e determina o tempo necessário para a gravação do espectro de frequências a ser estudado.

O Analisador de Espectro na Indústria: onde e por que utilizar?

É fato que a análise de espectro no domínio das frequências é mais comum no campo das telecomunicações, onde o estudo (e posterior ajuste) da frequência dos sinais transmitidos é fundamental para a boa performance do sistema. Contudo, recentemente, um novo modo de aplicação ganhou muita importância para o analisador de espectro: a automação industrial.

Não é raro encontrarmos empresas nacionais, fabricantes de equipamentos de automação, cujo faturamento é devido em grande parte à exportação. Uma exigência comum dos consumidores internacionais é a “compatibilidade eletromagnética”.

A compatibilidade eletromagnética (EMC) é um conjunto de características que garantem que determinado equipamento não emite interferências eletromagnéticas (EMI) acima dos níveis permitidos pelos órgãos internacionais competentes. A EMC passou a ser um fator de qualidade do produto, aí é que entra a utilidade do analisador de espectro. Esse instrumento é capaz de

avaliar o nível de emissão eletromagnética e, o mais importante, determinando qual (ou quais) sua(s) faixa(s) de frequência(s). De posse dessa informação, a engenharia pode projetar filtros e adequar as técnicas construtivas do seu produto para que esse torne-se compatível.

Caso o fabricante não possua esse instrumento, ele será obrigado a recorrer a entidades de Consultoria externas a empresa, o que nem sempre é uma boa opção econômica. Claro que a compra de um analisador de espectro deve ser estudada em relação ao custo da sua ausência. Nem sempre a compra é a melhor opção.

Conclusão

Alguns analisadores de espectro podem operar em ambas as modalidades (FFT, e heteródino). Como o leitor deve ter percebido, no modo heteródino o instrumento funciona como um receptor de rádio, sendo comuns modelos que disponibilizam uma saída de áudio onde podemos ligar um pequeno alto-falante. Caso façamos o ajuste da frequência entre 560 kHz e 1600 kHz, por exemplo, poderemos ouvir as estações de AM. **E**

Interfaces a relé

Bornes utilizados como acopladores, comutando cargas não suportadas pelos circuitos de comando em painéis elétricos e automação industrial em geral. Modelos de acordo com as necessidades de tensão de acionamento e arranjo de contatos.

Disponível em vários modelos com diversos arranjos de contatos: 1NA, 1NF, 1 reversível, 2NA, 2NF, 1NA e 1NF ou 2 reversíveis, todos nas opções de

alimentação 12VCC, 24VCA/CC, 48VCA/CC, 110-127VCA/CC e 220-240VCA/CC. Ainda existe a opção de interfaces com saída tipo estado sólido, podendo comutar cargas de 2A-240VCA no modelo QA1A e 2A – 3 a 52VCC no QC1A. Possuem tamanhos reduzidos e possibilitam montagem direta em trilho DIN (TS32 ou TS35), além de incorporarem LED indicador de acionamento.



Outra alternativa facilmente aplicável em painéis para comutação de cargas é através dos relés miniatura de potência da linha JX/JSC com soquetes para fixação em trilho DIN*. São 6 modelos:

JX1 com 1 contato reversível para comutações até 16A/250VCA
JXA com 1 contato reversível para comutações até 12A/440VCA
JXC1 com 1 contato reversível para comutações até 10A/277VCA
JXC2 com 2 contatos reversíveis para comutações até 5A/277VCA
JX2 com 1 contato reversível para comutações até 5A/440VCA
JSC relé de estado sólido para comutações até 2A em 3-52,8VCC

JX

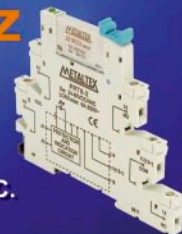


*Para instalação em trilho DIN, adquira o soquete da linha PRT7 compatível.

O PRZ é um sistema modular de design compacto, composto por relé e soquete, com quatro versões: **PRZ**

- Com contato de prata/níquel (AgNi), para comutações de cargas em geral até 6A@250VCA/30VCC.
- Com contato de prata/níquel com ouro (AgNi+Au), indicada para aplicações em instrumentação ou para comutação de sinais de baixa corrente, baixas tensões e sinais de sensores de temperatura, entre outros.
- Com saída estado sólido para comutação de cargas de até 2A/380VCA ou 4A/24VCC.

A montagem é realizada em trilho DIN e devido a largura de 6,2mm, proporciona uma grande economia de espaço no painel. Estão disponíveis nas tensões de acionamento de 12, 24, 48, 110, 220 VCA/VCC. Além dos módulos prontos, também são vendidos separadamente os relés da linha JZ e os soquetes PRT8.



www.metaltext.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

Conheça os Núcleos Magnéticos

Núcleos de materiais ferrosos ocupam posição de destaque dentre os elementos que são usados na fabricação de diversos tipos de componentes eletrônicos. Entre os mesmos destacamos os indutores, transformadores, reatores, etc. Os materiais que apresentam propriedades magnéticas apropriadas para a elaboração desses dispositivos podem ser os mais diversos e, além disso, empregados de diversas formas, sozinhos ou associados. Neste artigo, vamos abordar um pouco os usos desses materiais.

Newton C. Braga

Os materiais magnéticos são utilizados basicamente com a finalidade de concentrar as linhas de força do campo magnético criado por uma bobina (ou por condutores) por onde circulam correntes elétricas, conforme mostra a **figura 1**.

De acordo com a natureza da corrente, teremos a indicação de diversos tipos de núcleos. Assim sendo, as aplicações práticas para os núcleos magnéticos serão separadas nas seguintes categorias de componentes:

Transformadores de Potência

A finalidade básica de um transformador de potência é converter energia disponível na forma de uma corrente alternada em uma ou mais tensões diferentes, isolando o circuito fornecedor do circuito alimentado, veja a **figura 2**.

Podemos dividir os transformadores de potência em duas categorias. Os que operam com baixa frequência, normalmente abaixo de 1 kHz, e os que operam com alta frequência, acima de 1 kHz.

Variações desses tipos são os transformadores de banda larga, transformadores casadores de impedância e transformadores de pulsos.

Transformadores de RF

Os transformadores de radiofrequência (ou RF) operam normalmente com baixos níveis de energia em frequências acima de 500 kHz.

Suas aplicações mais comuns encontram-se no acoplamento de sinais entre etapas de um amplificador e no desacoplamento da componente DC do circuito, observe a **figura 3**.

Nesta categoria podemos incluir alguns transformadores de uso específico como os baluns (*balanced-unbalanced*).

Transformadores de Precisão

São transformadores empregados como sensores e em instrumentação. Um tipo comum é o transformador de corrente (*Current Transformer* ou CT), que é usado em aplicações industriais para a conversão de energia.

Outro tipo é o *Flux Gate Magnetometer* (Magnetômetro de Fluxo de Comporta), que é utilizado para detectar campos magnéticos muito fracos ou ainda variações muito pequenas do campo magnético. Uma aplicação deste tipo de componente é na detonação de minas pela aproximação de estruturas (navios) que alterem o campo magnético da terra no local (pela sua presença), conforme ilustra a **figura 4**.

Reatores Saturáveis

São componentes aplicados para o controle de tensão e corrente em circuitos de alta potência. Fornos industriais e reguladores de tensão de alta potência são alguns dos equipamentos que usam esses reatores.

Uma variação desse dispositivo é o amplificador magnético ou MAG AMP, que opera segundo o mesmo conceito de se controlar uma corrente através da saturação do núcleo. Fontes chaveadas também empregam esses componentes.

Indutores Puros

São componentes de uso geral cuja finalidade é apresentar uma indutância em um circuito elétrico ou eletrônico. Dentre as aplicações desses dispositivos podemos citar os filtros, circuitos sintonizados, etc.

Os filtros contra EMI também devem ser citados como aplicações importantes para esses componentes.

Indutores para Armazenamento de Energia

A finalidade desses indutores é fornecer a energia armazenada no seu campo

magnético, quando a tensão no circuito é comutada.

A aplicação mais comum encontra-se em fontes chaveadas, conforme mostra o circuito da **figura 5**, em que ele opera em conjunto com um capacitor de filtro.

Quando a corrente que circula pelo indutor cessa pela comutação do transistor, que passa ao estado “off”, as linhas de força do campo magnético do indutor se contraem induzindo uma tensão inversa.

Essa tensão continua a alimentar o circuito, ajudando assim a obter uma tensão contínua de saída constante.

Transformadores Flyback

Trata-se de um tipo especial de transformador que armazena energia e, ao mesmo tempo, a transfere.

Normalmente é usado em conversão de potência de baixo custo, como em fontes chaveadas, fontes de altas tensões de monitores de vídeo e televisores.

Materiais

Para cada tipo de aplicação deve ser colocado o material apropriado. Há uma grande variedade de tipos, cujas composições vão determinar as suas características magnéticas. Apesar de haver uma padronização quanto a designação, muitos fabricantes podem adotar nomes próprios para designar seus materiais.

Ferrite Macia

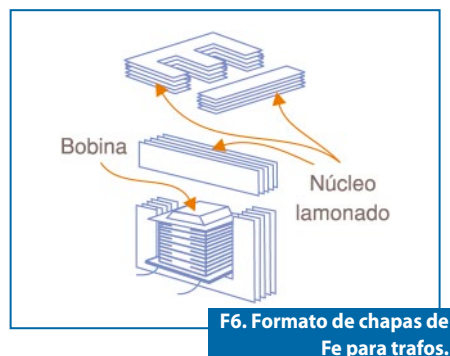
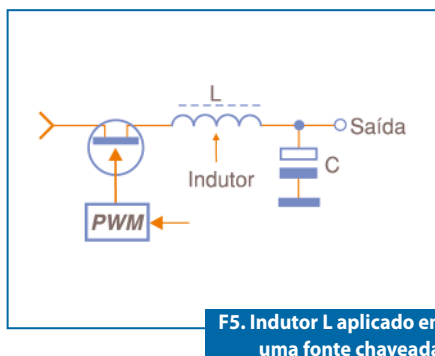
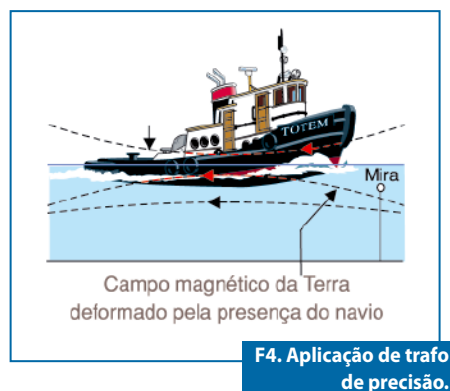
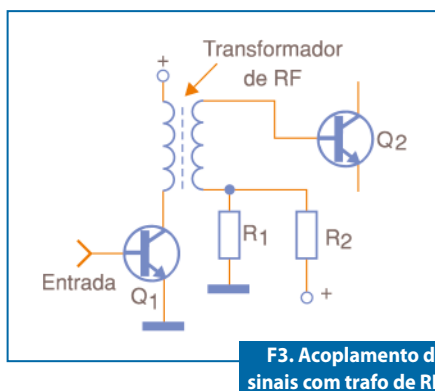
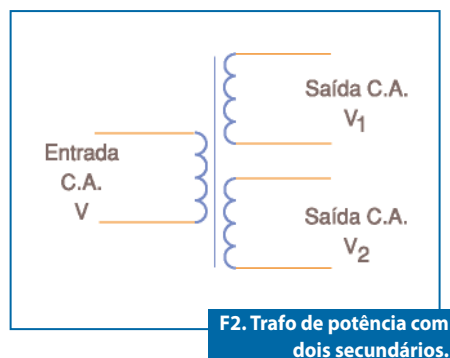
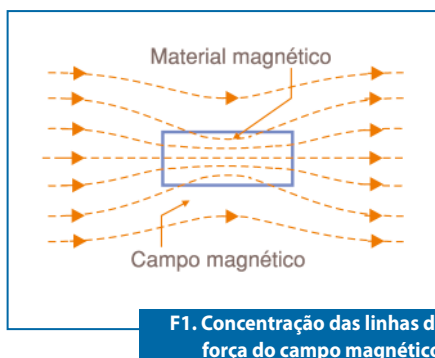
Esse tipo de material é obtido do óxido de ferro tirado da própria terra. Metais como o níquel, zinco e manganês são adicionados ao ferro para obter esse tipo de núcleo.

O material é, então, prensado e cozido de modo a se obter uma estrutura cristalina, que dota a ferrite assim obtida das propriedades magnéticas que a caracterizam.

Manganês-Zinco

Trata-se de um tipo de ferrite macia de grande permeabilidade e baixas perdas por correntes de turbilhão. Esse material pode operar com frequências que vão de 1 kHz a 1 GHz (e até mesmo mais).

As densidades de fluxo de saturação são baixas, ficando na faixa de 2.500 a 4.000 gauss. Devido às suas baixas perdas em frequências elevadas, essas ferrites são usadas amplamente em transformadores



de fontes chaveadas, indutores de filtros, amplificadores magnéticos e transformadores de corrente.

Núcleos Laminados

São as conhecidas chapas de transformadores nos formatos EE, UI, EI, atente para a **figura 6**.

Normalmente, são fabricadas em ferro-silício do tipo sem orientação, ou com alto grau de orientação. Outros materiais utilizados são o ferro-níquel e o ferro-cobalto.

Dada a sua forma de fabricação, os custos são altos. Elas devem ser fabricadas uma a uma e empilhadas de modo a formar o núcleo. Este tipo de núcleo é o mais colocado em aplicações que envolvem a corrente alternada de 60 Hz.

Ferro em Pó

Esses núcleos são fabricados com aproximadamente 99% de ferro puro na forma de partículas extremamente pequenas. Esse material é misturado com uma substância isolante e, depois, prensado resultando assim em materiais com propriedades magnéticas importantes.

Normalmente, são utilizados agentes colantes após a prensagem. Essa prensagem deve ser cuidadosamente dosada, pois deseja-se apenas que as partículas fiquem próximas mas não haja contato elétrico entre elas.

Na **figura 7** mostramos a sequência típica de fabricação de núcleos deste tipo.

- A permeabilidade obtida para os núcleos deste tipo é da ordem de 90. Podemos dividir os núcleos

fabricados com este material entre três categorias, quanto a permeabilidade:

- Alta permeabilidade (60~90) que são usados em filtros de armazenamento de energia e contra EMI, com frequências de operação até uns 75 kHz.
- Média permeabilidade (20~60) que são empregados em transformadores de RF, indutores puros, indutores de armazenamento de energia em frequências na faixa de 50 kHz a 2 MHz. Fontes chaveadas de 250 kHz a 1 MHz se beneficiam bastante do uso de indutores com este tipo de material como núcleo.
- Baixa permeabilidade (7~20) que são aplicados em circuitos de RF na faixa de 2 MHz a 500 MHz. Alguns componentes com este tipo de núcleo podem operar em frequências até 1 GHz..

Existem ainda outros tipos de materiais usados na fabricação de núcleos e que se classificam no grupo dos “ferrites”.

Podemos citar o MPP, que é feito prensando-se 81% de níquel, 2% de molibdênio e 17% de ferro. Esse material pode ter permeabilidades entre 14 e 350, servindo para a fabricação de núcleos toroidais.

Como esse material pode ser fabricado com permeabilidade dentro de certos valores bem definidos, eles é ideal para a manufatura de indutores puros. A maior faixa de uso, entretanto, está nos materiais cujas permeabilidades estão entre 60 e 170.

Um outro material empregado na indústria de núcleos é o formado por uma liga contendo 50 % de níquel e 50 % de ferro. Esse material é denominado “Hi-Flux”, podendo ter permeabilidades de 14 a 160.

Como os componentes feitos com esses núcleos podem suportar altos fluxos (até 6500 gauss), eles são ideais para aplicações que envolvem o armazenamento de energia.

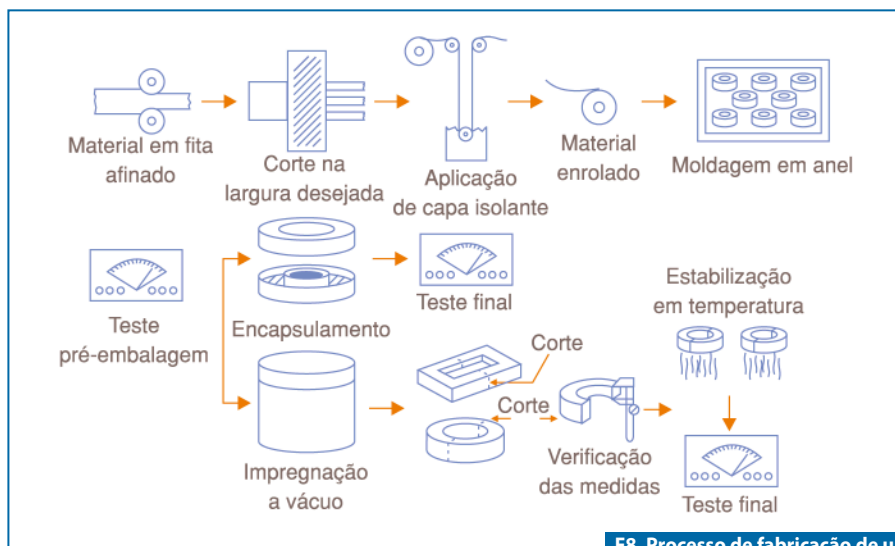
O super MSS é um material com permeabilidades entre 25 e 125, sendo feito com ferro, silício e alumínio. Esse tipo de material é popular na fabricação de indutores para filtros EMI.

Núcleos Toroidais em Fita

Esse tipo de núcleo, cujo processo de fabricação é exibido na **figura 8**, pode ter



F7. Sequência de etapas de fabricação de núcleo de Fe m pó.



F8. Processo de fabricação de um núcleo toroidal.

as mais diversas composições como o Deltamax (50% Ni/ 50% Fe); 4750 (47% Ni/ 53% Fe); Mo-Permalloy 4-79 (80% Ni/ 4% Mo / 16% Fe); Supermalloy (80% Ni/ 4% Mo/ 16% Fe) e muitas outras.

Conforme o nome sugere, os núcleos são fabricados a partir de uma fita do material que é enrolada de modo a formar os toroides.

A aplicação vai depender da natureza dos materiais empregados na fabricação e pode variar bastante, uma vez que temos saturações numa ampla faixa de valores assim como a permeabilidade.

Como calcular Indutores Toroidais

As permeabilidade dos ferrites usados em núcleos de componentes como toroi-

des pode variar entre 20 e mais de 15 000. Da mesma forma, os núcleos podem ter dimensões (diâmetros) que variam entre 3 mm e mais de 6 cm.

Para calcular o número de espiras de um indutor toroidal, temos as fórmulas mostradas a seguir:

$$N = 1000 \sqrt{\frac{L}{AL}} \quad (1)$$

$$L = \frac{AL \times N^2}{10^6} \quad (2)$$

$$AL = \frac{10^6 \times L}{N^2} \quad (3)$$

Onde:

N = número de espiras

L = indutância em mH

AL = índice de indutância em mH/1000 espiras.



Em um mundo totalmente dependente de soluções eletrônicas, a compatibilidade eletromagnética entre equipamentos se tornou um fator fundamental.

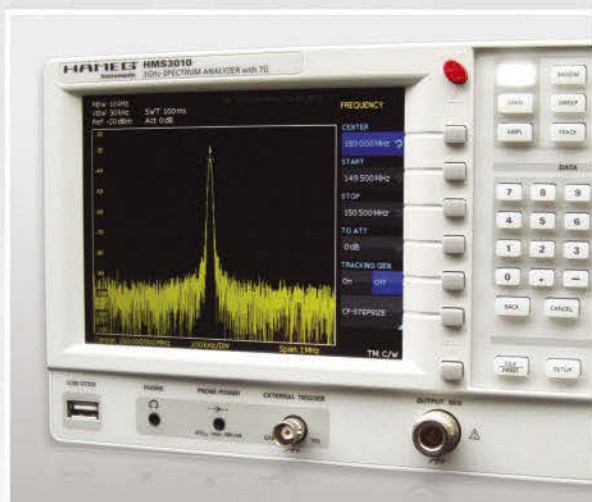
A RF Tech projeta, fabrica e oferece manutenção em cabines de teste para todos os segmentos do mercado relacionados à radiofrequência, além de serviços de medição.



Produtos na área de RF

- Blindagem de RF para área industrial em equipamentos diversos,
- Blindagens de RF para área industrial em laboratórios de testes e ensaios,
- Blindagens magnéticas para área industrial.

As cabines blindadas modulares são as mais utilizadas em áreas industriais já que podem ser facilmente adaptadas às necessidades dos clientes, apresentam ótima resistência mecânica e podem ser rapidamente desmontadas, transportadas e montadas novamente em outro local, característica necessária para atender as constantes modificações de layout nos ambientes fabris.



Serviços na área de RF

- Serviços de medição de ruído eletromagnético (Site Survey),
- Serviços de medição de eficiência de blindagens de RF já existentes,
- Serviços de manutenção, adaptação e realocação de blindagens,
- Projetos especiais na área de blindagens eletromagnéticas.

Os serviços indicados representam parte do universo possível de áreas de atuação para trabalhos em RF. Todos os itens mencionados já foram objeto de execução ou consulta para empresas diversas, nacionais e multinacionais, nos últimos anos.

Para maiores informações, visite nosso site
ou solicite a visita de nosso representante:

www.rftechnology.com.br

Protetores de surtos de tensão: Funcionamento dos principais tipos e aplicações

Com o aumento constante da escala de integração dos circuitos há, também, um aumento nos cuidados a serem tomados quanto ao pico de tensão. Esse fenômeno pode ser originado por várias causas, e seus efeitos, na maioria das vezes, são catastróficos à integridade dos equipamentos. Neste artigo vamos estudar um pouco sobre a tecnologia e cuidados na aplicação dos dispositivos de proteção contra surtos de tensão.

Alexandre Capelli

Surtos de tensão

Os surtos de tensão podem ter duas origens distintas: interna ou externa. Os surtos de tensão internos, geralmente têm as seguintes causas:

- Comutação de cargas indutivas;
- Faiscamento ("Flashover");
- Interferências causadas por acoplamentos capacitivos ou indutivos com outros componentes (por exemplo, comutação de banco de capacitores para correção do fator de potência);
- Descargas eletrostáticas (ESD).

Já as causas externas mais comuns para surtos são:

- Acoplamento elétrico a potenciais mais altos;
- Comutações na rede de alimentação;
- Descargas atmosféricas;
- Interferência indutiva (se um curto-circuito ocorrer numa linha de força particularmente onde o neutro é aterrado, tensões muito altas podem ser induzidas em linhas adjacentes);
- Interferência causada por campo magnético interno (provocada, por exemplo, pela queda de um raio em área próxima ao equipamento).

A magnitude de um raio pode chegar a 400 kV, valor alto o suficiente para danificar até mesmo uma linha de alta

tensão (13,8 kV). Sua curva típica pode ser vista na **figura 1**. Notem que o pico máximo ocorre no intervalo de 10 μ s, com duração levemente superior a 40 μ s. Reparem que trata-se de um fenômeno bem mais lento que uma descarga eletrostática, cuja duração é da ordem de nanossegundos (**figura 2**).

TVSS

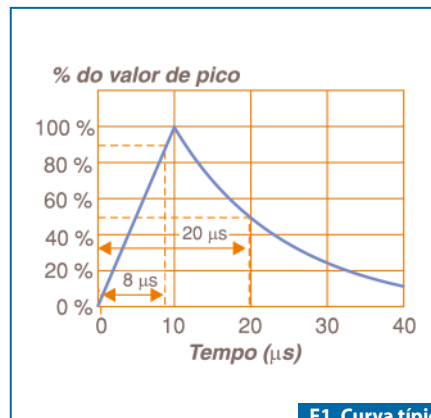
Os protetores de surto têm o nome genérico de TVSS (*Transient Voltage Surge Suppressors*) e podem ser de vários tipos (varistores, contelhadores a gás, diodos supressores e circuitos combinados).

Varistores

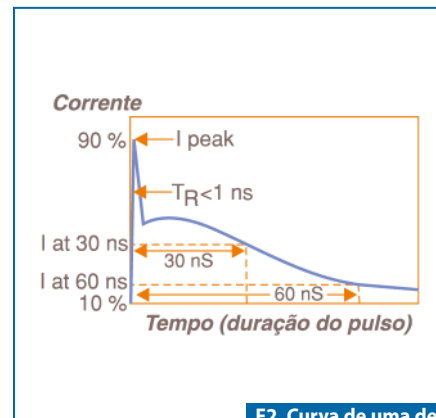
Os varistores são resitências não lineares dependentes da tensão, com características logarítmicas definidas de tensão e corrente, conforme pode ser observado na **figura 3**. A elevação de tensão reduz a resistência e, consequentemente, aumenta a corrente.

O varistor é um dispositivo para proteger contra transientes que se comporta como dois diodos zener conectados "back-to-back" (**figura 4**).

Na ausência de sobretensão, a resistência do varistor é bastante elevada, como um circuito aberto. Entretanto, na ocorrência de um transiente, sua resistência cai drasticamente ($Z < 1 \Omega$), mantendo a tensão entre os terminais



F1. Curva típica de um raio.



F2. Curva de uma descarga eletrostática.

em valores baixos. O “excesso” de tensão é dissipado em forma de calor (figura 5).

A curva característica de um varistor, bem como seu símbolo, podem ser vistos na figura 6.

Microestrutura e Condução

O varistor é constituído de uma pastilha cerâmica ligada através de dois eletrodos de prata (figura 7). A figura 8 ilustra sua microestrutura. Há, basicamente, dois tipos de varistores no que se refere à composição: varistores de óxido de zinco, e carbeto de silício. Conforme podemos notar através da figura 9, há uma sensível diferença de performance entre ambos.

Quanto menor o valor de β (fator de mérito que pode ser determinado pela inclinação da curva $V \times I$ do varistor), melhor será o desempenho do componente, isto porque uma grande variação no valor da corrente provocará uma pequena variação no valor da tensão. Para varistores de carbeto de silício, β está em torno de 0,17 a 0,4 e para varistores de óxido de zinco, de 0,03 a 0,1. O tempo de resposta dos varistores de óxido de zinco é bem pequeno e com uma alta capacidade de absorção de energia.

A identificação das características do varistor em seu invólucro varia de acordo com o fabricante. Na figura 10 temos um exemplo da EPCOS. Notem que a designação S20 pode vir sozinha, com um traço abaixo e com um traço acima. Isso significa, respectivamente, versão *Standard*, série avançada, ou superior “R”.

A letra K antes do número que representa a tensão nominal do componente, no exemplo 275 volts, é a tolerância. Nesse caso temos: K = $\pm 10\%$; L = $\pm 15\%$; M = $\pm 20\%$.

Os números abaixo do traço (0009) representam a data de fabricação. Os dois primeiros o ano (00 = 2000) e os dois últimos a semana (09 = nona semana do ano 2000).

Instalação

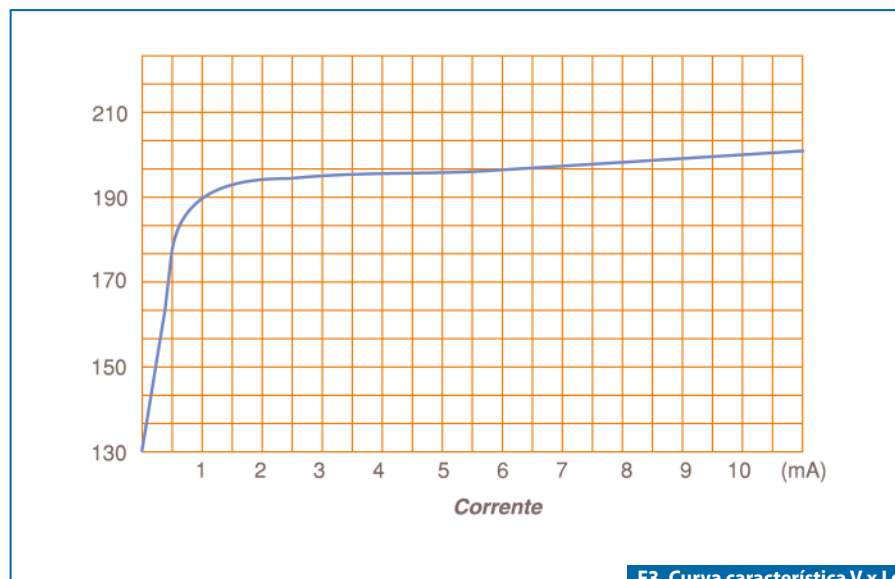
O varistor deve ser instalado em paralelo com a carga a ser protegida. Para redes monofásicas o processo é muito simples (figura 11). Quando lidamos com redes trifásicas, porém, tanto a sobretensão

são entre fases, como a sobretensão entre fase e terra / neutro devem ser contempladas (figura 12).

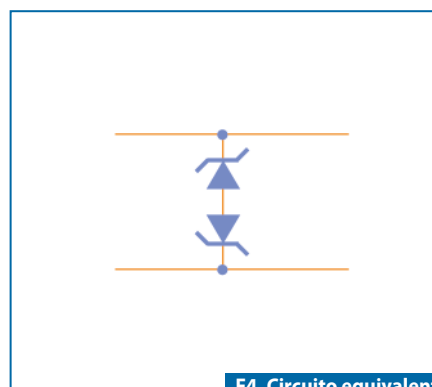
Centelhadores a Gás

São dispositivos formados por dois ou três eletrodos internalizados em um tubo de cerâmica ou vidro e separados

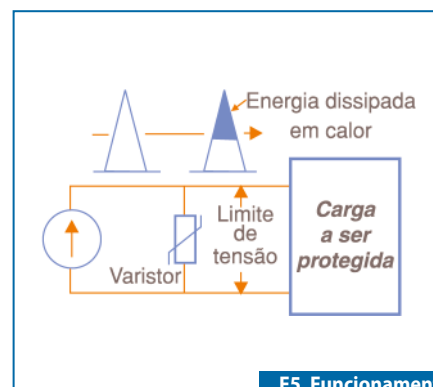
por uma distância pré-determinada. Os centelhadores podem conduzir correntes de fuga, dependendo da tecnologia que o fabricante usa na manufatura do invólucro. Além do mais, a tensão disruptiva característica de um centelhador depende do meio ambiente no interior dos eletrodos. Se o interior do



F3. Curva característica $V \times I$ de um varistor de ZnO.



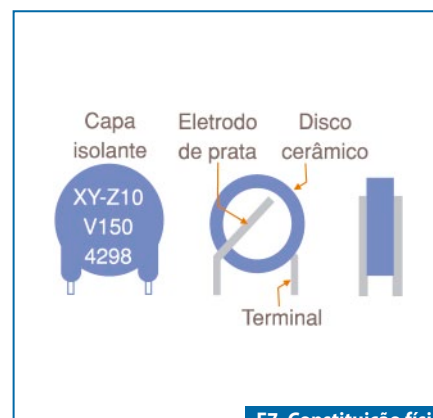
F4. Circuito equivalente do varistor.



F5. Funcionamento do varistor.



F6. Curva característica e símbolo do varistor.



F7. Constituição física do varistor.

invólucro é preenchido com gás, a tensão disruptiva é função de sua pressão. Se o centelhador é do tipo aberto (ar), a tensão disruptiva pode variar com a umidade e com grau de poluentes no local de instalação.

Os centelhadores a gás consistem de um tubo contendo gás inerte, o qual sob condições normais de operação apresenta características de um circuito aberto. Contudo, na ocorrência de um transiente, o gás se ioniza permitindo a passagem de corrente. O gás permanece ionizado até que a corrente caia a um valor denominado “holding current”, especificado para cada tipo de centelhador. A **figura 13** mostra a curva característica de operação do centelhador.

Devido à sua característica de operação, os centelhadores são extensivamente usados nas redes telefônicas para proteção contra descargas atmosféricas. Eles não necessitam de manutenções e possuem um tempo de vida útil em torno de 30 anos. Se comparados a outros dispositivos, os centelhadores são um tanto insensíveis, já que são necessários aproximadamente 700 V para provocar a ionização do gás interno do tubo. Estes

dispositivos podem manejar correntes transientes bastante elevadas (até 60 kA) devido às características de descarga em meio aquoso.

Quando atuam, provocam no sistema oscilações de alta frequência. Além disso, a sua atuação é seguida muitas vezes da condução da corrente de carga à terra, denominada corrente subsequente, provocando um curto-circuito monopolar que deve ser extinto por uma proteção de retaguarda. Uma das vantagens dos centelhadores a gás é sua baixa capacitância, o que não interfere no funcionamento dos equipamentos quando são atravessados por correntes de alta frequência.

Diodos supressores de transientes

Para atender às exigências dos avanços tecnológicos, foram desenvolvidos dispositivos de silício para proteção que apresentam rapidez de resposta e características de comportamento bastante definidas. Um desses dispositivos é o Diodo Zener. Ele é um elemento de dupla camada que, quando polarizado diretamente, funciona como um diodo comum. Entretanto, quando polarizado

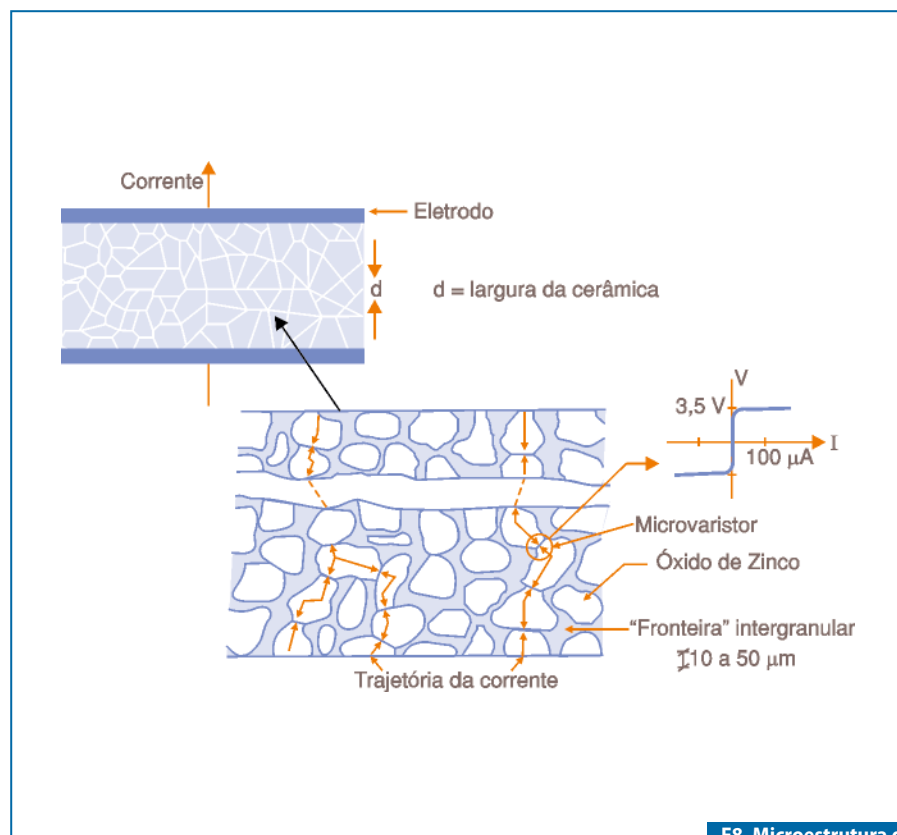
reversamente, este diodo apresenta um “joelho”, ou seja, uma mudança repentina em sua característica $V \times I$. Isso ocorre em um determinado valor de tensão conhecido como “tensão zener”.

Daí, a tensão através do diodo se mantém essencialmente constante para qualquer aumento da corrente reversa até um limite de dissipação. A **figura 14** ilustra as características direta e reversa de um diodo zener projetado para atuar em 6 V. Esta figura mostra que, para diodos com tensão zener acima de 40 V, à medida que a corrente através do dispositivo varia, a curva de tensão torna-se mais resistiva. Assim, para um bom desempenho, os diodos zener estão restritos a baixas tensões.

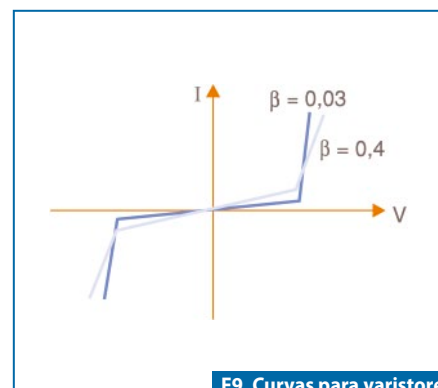
Estes diodos não são capazes de dissipar altas energias e necessitam de um resistor em série para limitação da corrente. Além disso, não possuem uma característica simétrica, ou seja, se conectados de forma errada não protegem o circuito.

Circuito Paralelo Direto: Centelhador Varistor

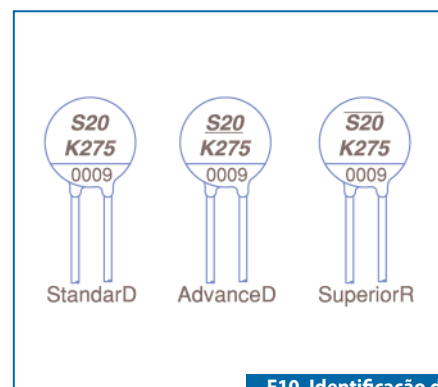
A **figura 15** apresenta o comportamento da resposta de um circuito em paralelo direto quando este limita uma



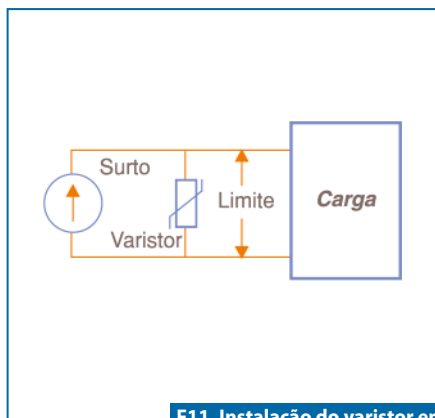
F8. Microestrutura de um varistor.



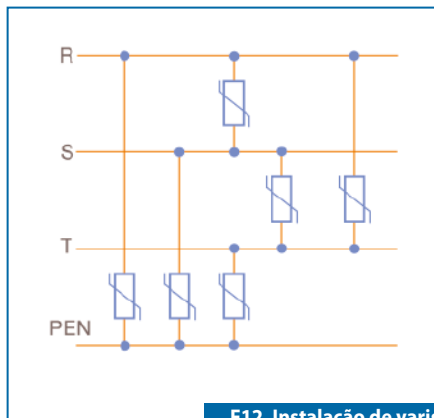
F9. Curvas para varistores de ZnO e de SiC.



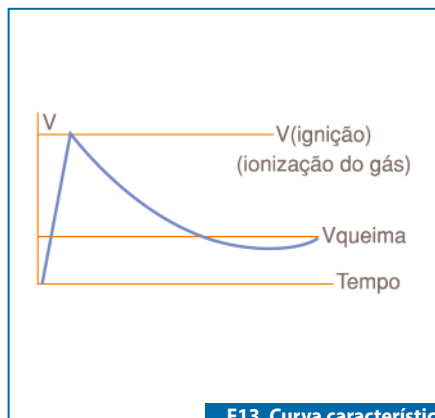
F10. Identificação de um varistor EPCOS.



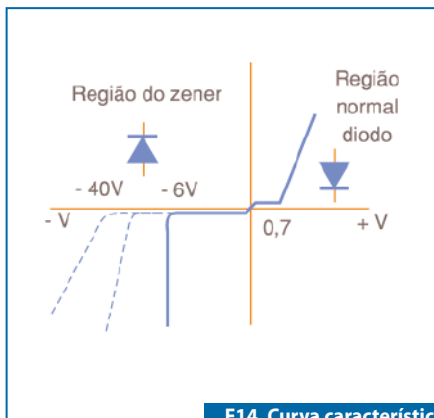
F11. Instalação do varistor em rede monofásica.



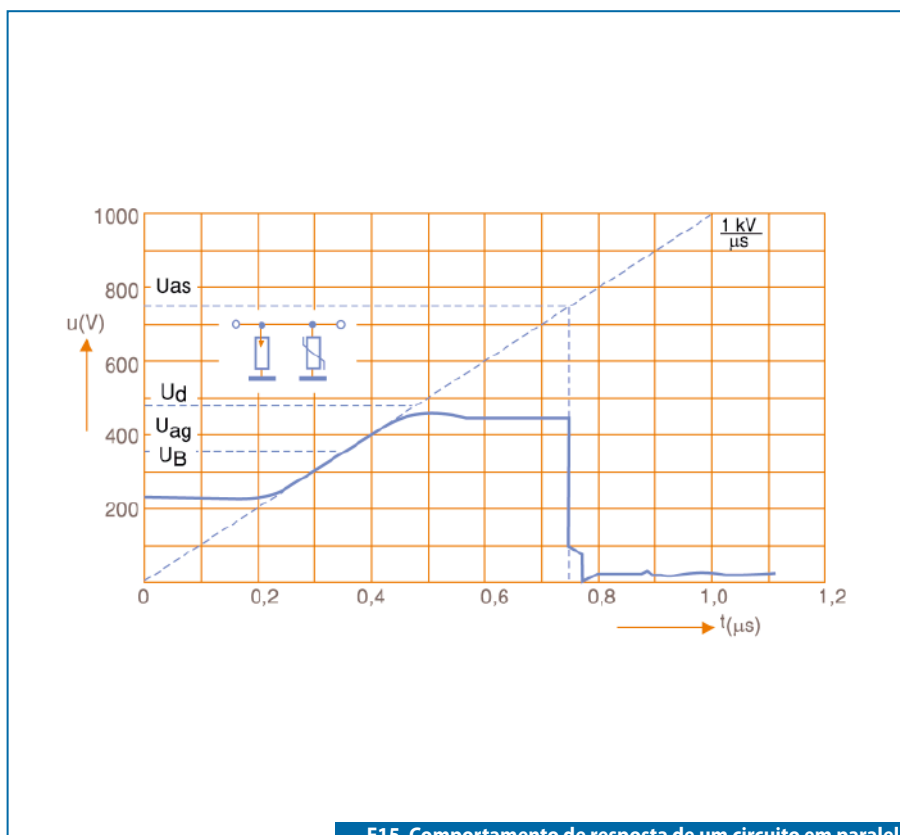
F12. Instalação de varistores em rede trifásica.



F13. Curva característica do centelhador.



F14. Curva característica do diodo zener.

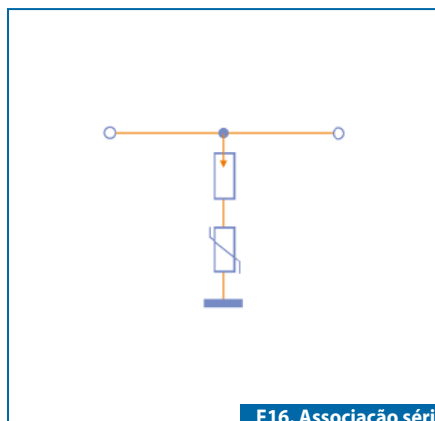


F15. Comportamento de resposta de um circuito em paralelo direto quando este limita uma onda de choque de tensão.

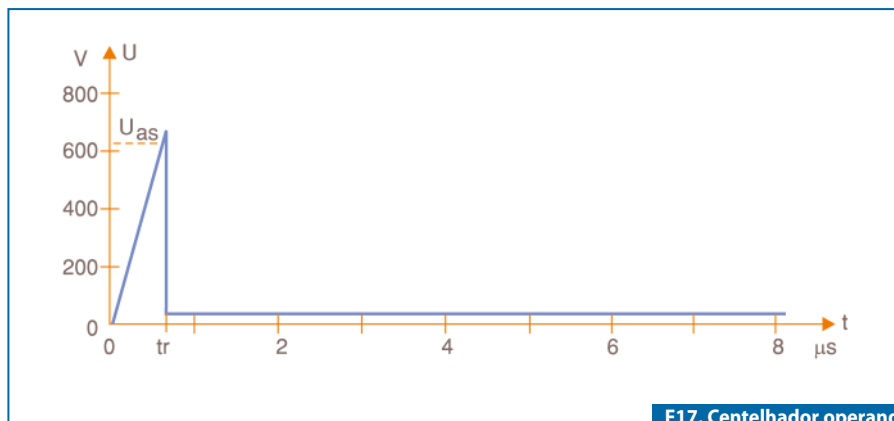
Receba a Saber Eletrônica em Casa

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

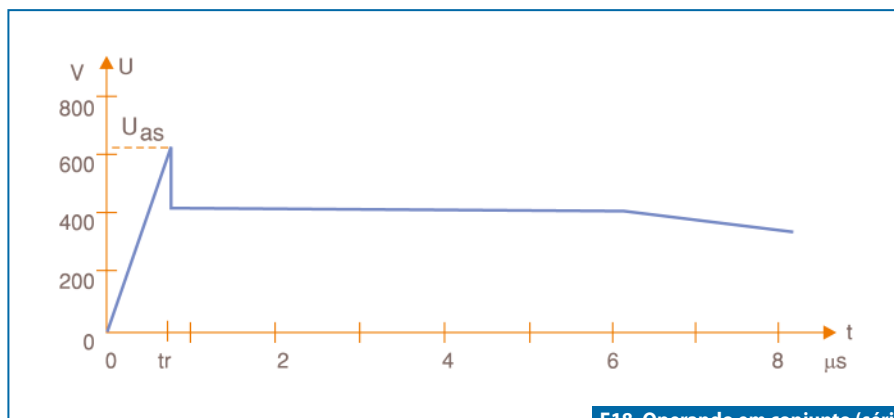
ELETRÔNICA
 TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO



F16. Associação série varistor-centelhador.



F17. Centelhador operando individualmente.



F18. Operando em conjunto (série) com centelhador/varistor.

onda de choque de tensão de 1 kV / 1 μs de amplitude 3 kV (queda de um raio). A sobretensão alcança o valor U_d (varistor) de 450 V e sem o varistor, o surto se elevaria até 750 V. Com a ionização do gás do centelhador, obtemos uma tensão de 15 V.

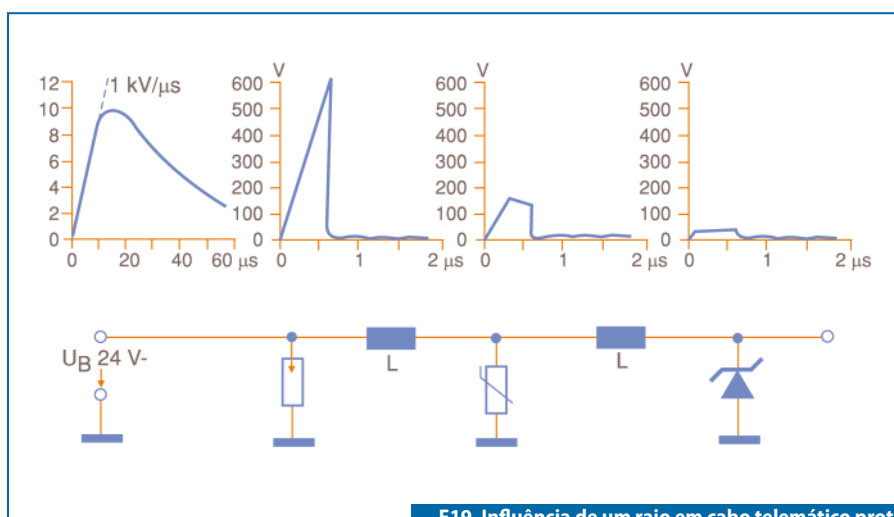
O centelhador se encarrega, portanto, da proteção. Os centelhadores a gás não devem ser utilizados com um nível de proteção inferior a 70 V por motivos baseados na física dos gases. Não se deve utilizar portanto, um varistor para um circuito em paralelo direto com um nível de proteção inferior a 100 V, caso contrário não se alcançaria a tensão de centelha do centelhador. O circuito protegido possui uma tensão contínua de 225 V. O centelhador possui uma tensão contínua de 225 V. O centelhador possui $V_g = 350$ V e $V_{as} = 750$ V. O varistor é o S07K175.

Circuito em Série: Centelhador Varistor

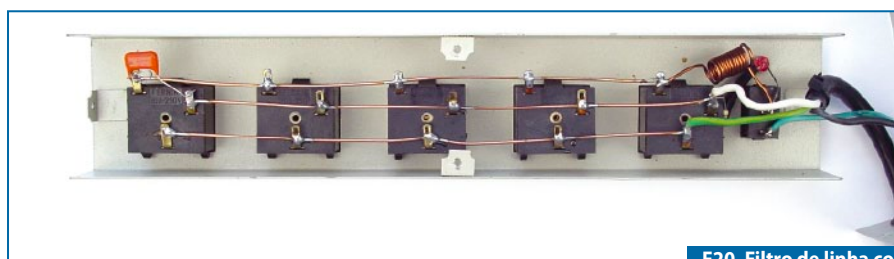
A figura 16 exibe um circuito apropriado para assegurar a extensão do centelhador aplicada a uma rede de baixa resistência. Devido à queda de tensão nos varistores ser quase constante, a tensão resultante no centelhador chega a ser inferior a sua tensão de arco. Com isso, está garantida a extensão do centelhador.

Podemos ver através das figuras 17 e 18, o comportamento do centelhador sozinho e com um varistor em série. Observe que a tensão desce somente até o nível de proteção (aproximadamente 400 V) do varistor.

Podemos concluir que: “em associações paralelas (varistor x centelhador), o varistor por sua maior velocidade de reação, fica a cargo da proteção fina, e o



F19. Influência de um raio em cabo telemático protegido pelo conjunto centelhador-varistor-diodo.



F20. Filtro de linha com varistor e indutor.

centelhador, por sua maior capacidade de carga, da proteção grossa. Em associações séries (varistor x centelhador), é o centelhador que determina as propriedades elétricas de um circuito combinado em condições normais. No caso de sobretensão, o varistor determinará essas propriedades". (Coelma, 1988:26)

Apresentaremos a seguir, na **figura 19**, um protetor híbrido típico, contendo um centelhador no primeiro estágio, varistor no segundo e o diodo zener no terceiro. O centelhador, mais lento, porém com maior capacidade de absorver energia, faz o primeiro corte em aproximadamente 600 V. A seguir o varistor atua reduzindo o transiente para cerca de 30 V, o qual pode ser absorvido pelo circuito sem danos.

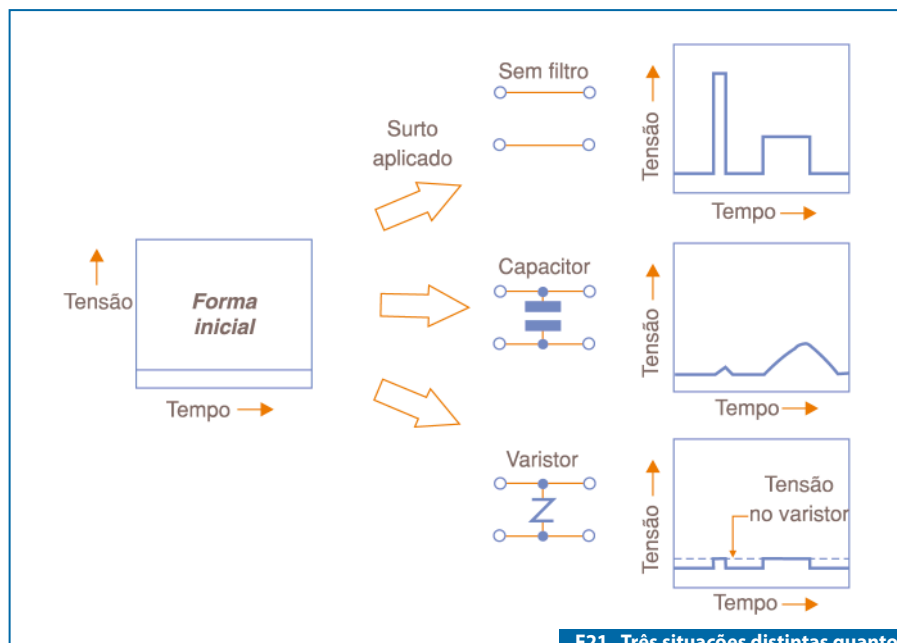
Na **figura 20** podemos ver um "filtro de linha" equipado com um varistor e um indutor. Porém, é necessário que se tenha cuidado ao utilizar apenas capacitores como um protetor de surto. A **figura 21** ilustra o que ocorre em três situações distintas: au-

sência de proteção, proteção com simples capacitor e proteção a varistor.

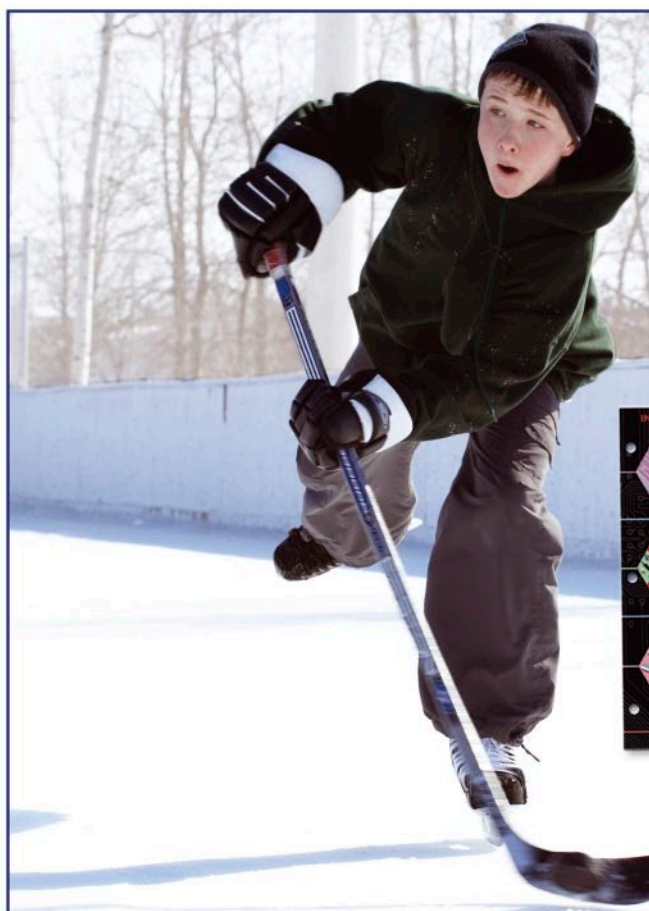
Conclusão

Nenhuma proteção pode garantir 100% de confiabilidade. Portanto,

mesmo com as técnicas e circuitos aqui explorados, uma falha ou defeito pode ocorrer. A intenção é reduzir significativamente as chances. Envie suas críticas e sugestões sobre esta matéria para nossa Redação.

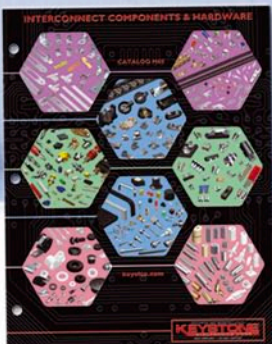


F21. Três situações distintas quanto à proteção contra surtos.



Embarque nessa!

Solicite o novo Catálogo M60,
para alcançar seus objetivos de projetos.



O Catálogo M60 inclui
mais de 1.000 novos produtos.

O mais completo catálogo de componentes de interconexões SMT e THM e hardware disponível para a indústria, com qualidade garantida.

- Conectores, contatos e suportes para baterias;
- Conectores e suportes para fusíveis;
- Terminais e pontos de teste;
- Espaçadores e suportes isoladores;
- Hardware para painéis;
- Pinos, plugues, conectores e soquetes;
- Hardware para placas de PC;
- Hardware multi-propósito.

Nós temos aquilo que você precisa!

RoHS Compliant ~ ISO 9001 Certified

KEYSTONE®
ELECTRONICS CORP.

(718) 956-8900 • e-mail: kec@keyelco.com • FAX (718) 956-9040
(800) 221-5510 • Website: keyelco.com

Disponibilidade em nossa rede global de distribuidores.

Dispositivos Lógico-Programáveis

Muitos leitores devem estar interessados em conhecer mais na “prática” estes maravilhosos dispositivos. Para tal, as empresas fabricantes disponibilizam uma série de placas de avaliação e testes. Neste artigo abordaremos algumas delas, suas características e principais recursos.

Márcio José Soares

Placas de avaliação

Todos sabemos que para se trabalhar com dispositivos programáveis como as FPGAs e outros, necessitamos de um “gravador” ou “programador”. Sem ele, não existe a menor possibilidade de finalizarmos o trabalho com sucesso.

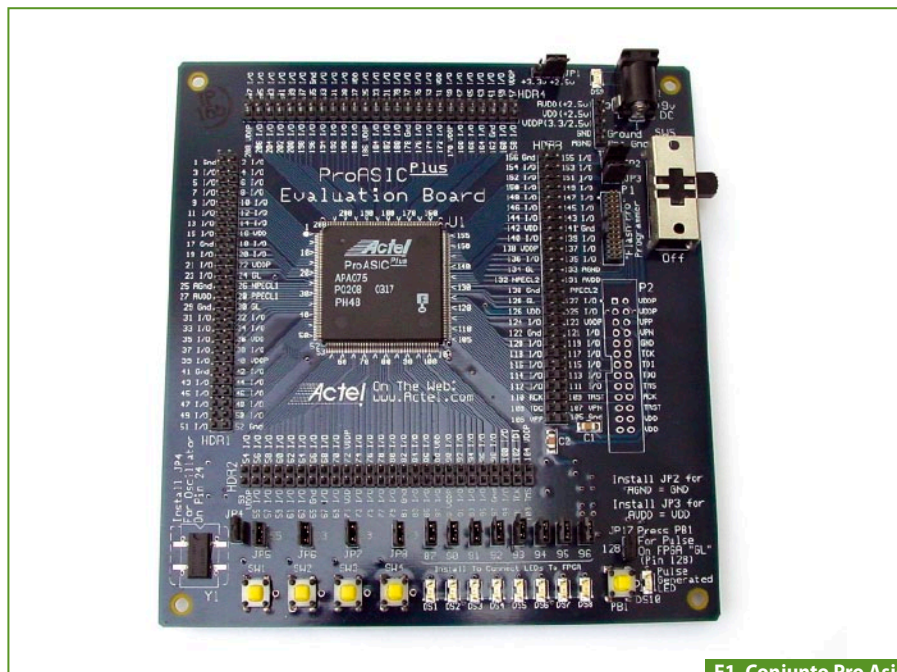
Mas, para quem está começando no mundo das FPGAs, o ideal são as placas de avaliação. Estas placas possuem uma FPGA, o dispositivo auxiliar de gravação e mais alguns circuitos extras para testes. Há placas de avaliação focadas nos mais diversos tipos de trabalhos, indo desde a mais simples apenas com LEDs e saídas I/Os, até as mais complexas com dispositivos de controle de memória externa, Ethernet, RS-232, saídas de vídeo, etc. A escolha de cada uma deve levar em conta o trabalho a ser executado, aumentando assim a velocidade e diminuindo custos no projeto.

Podemos observar, que graças a isso, todo e qualquer trabalho pode ser finalizado em até 50% do tempo. Se fossemos considerar a hipótese da construção de todo o circuito, mais os testes necessários para confirmar sua eficácia e somente então iniciar o desenvolvimento propriamente dito do projeto, teríamos um atraso considerável para a finalização do projeto.

Todos os fabricantes disponibilizam em arquivos “free” os esquemas de suas placas de avaliação, para que assim os engenheiros que as utilizaram possam “montar” seus circuitos finais a partir do que foi testado e aprovado.

Placa Actel Pro Asic+ Starter Kit

Antes de tratar sobre a placa de avaliação Actel, é necessário lembrar algumas peculiaridades das FPGAs que a mesma fabrica. A primeira delas é a



F1. Conjunto Pro Asic-Plus Starter Kit.

retenção do programa após o “Power-Down”. Como dito anteriormente, as FPGAs possuem tecnologia SRAM e sendo assim, após ser retirada a alimentação das mesmas (POWER-DOWN) o programa é perdido, devendo ser repositado por um dispositivo externo. Porém, este não é o caso das FPGAs da Actel, pois as mesmas possuem tecnologia “Flash”.

A placa de avaliação APA-EVAL-BRD075 (**figura 1**) da empresa Actel, inserida no *kit Pro Asic^{Plus} Starter Kit*, possui as seguintes características:

Características da FPGA presente:

- FPGA APA075 com 75.000 *gates*
- Ram Embedded com de 27 kbits
- 158 I/Os bidirecionais disponíveis, com Shmitt-Trigger em todos os pinos
- Seleção de voltagem de 2,5 V/3,3 V individual
- Programação ISP através de interface JTAG
- Retenção do programa após Power-Down
- Performance em 150 MHz
- 2 PLL presentes
- Garantia de compatibilidade de pinos na família Pro Asic^{Plus}.

A placa ainda oferece os seguintes dispositivos para testes:

Oscilador de 40 MHz (dois PLL externos elevam a frequência aos 150 MHz para operação da FPGA)

- 8 Leds SMD
- 4 chaves “push-button”
- Barra de pinos para todas as I/O's presentes na FPGA
- Cabos de conexão
- Fonte de alimentação.

Apesar da simplicidade da placa, a mesma pode ser utilizada em muitos projetos que envolvam as FPGAs da Actel.

O software utilizado no desenvolvimento dos projetos é o Libero, agora em sua versão 5.0. Com este programa é possível desenvolver, programar e executar projetos a partir de esquemas lógicos e VHDL.

A placa utiliza um hardware de programação, o Flash Pro Lite, demonstrado na **figura 2**. Maiores informações sobre esta placa (ou outras disponíveis) e as FPGAs Actel: <http://www.actel.com>.

Placa Xilinx Cool Runner-II

A placa Cool Runner-II (**figura 3**) da Xilinx é uma placa simples, com uma CPLD XC2C256. As principais características desta placa são:

Características da CLPD presente na placa:

- CPLD XC2C256 com 256 macro-blocos
- Performance de 238 MHz (elevação de frequência por PLL)
- 118 pinos de I/Os disponíveis
- I/Os com tensão de operação de 1,5 V a 3,3 V

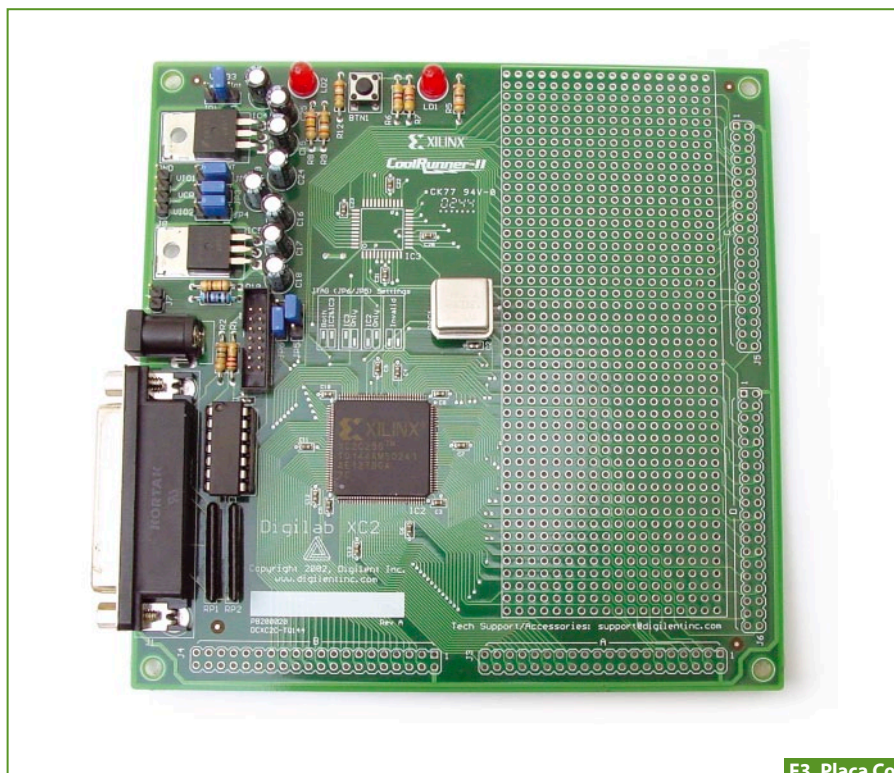
- I/Os com nível lógico de trabalho compatíveis com tecnologia 1,5 V, 1,8 V, 2,5 V e 3,3 V

Características da placa:

- Regulador de tensão presente na placa
- Protoárea com 828 pontos de inserção
- Todos os pinos de I/O disponíveis na placa
- Programação simplificada através da porta paralela (inserida na placa) ou interface JTAG
- Cabo de conexão entre a placa e o PC (porta paralela) presente no conjunto.



F2. Interface JTAG Flash Pro Lite.



F3. Placa Cool Runner-II.

Apesar da aparente simplicidade desta placa, as aplicações de alta performance e baixo custo são o foco da mesma. Ela também se mostra muito atraente para estudantes e *hobistas* interessados, devido a seu baixo custo.

O software necessário para trabalhar com esta placa é Xilinx WebPack. Este aplicativo foi distribuído sob autorização da Xilinx na edição Saber Eletrônica Especial com CD nº5 (**figura 4**). Ele também pode ser obtido no *site* do fabricante. Com ele é possível desenvolver, programar e também simular projetos para as CPLDs Xilinx.

Maiores informações sobre esta placa e outras disponíveis, além dos dispositivos lógicos programáveis Xilinx em <http://www.xilinx.com>.

Placa Altera Excalibur

A placa Excalibur da Altera, **figura 5**, contém recursos interessantes para o desenvolvimento dos mais diversos produtos com o uso de FPGAs. As principais características são:

Características da FPGA presente na placa:

- FPGA EP20K com 526.000 *gates* (832 macrocélulas)
- 106.496 bits máximos de RAM
- 376 pinos de I/O
- Pinos de I/O com capacidade de operação com lógica digital com níveis em 1,8 V, 2,5 V, 3,3 V e 5 V (tolerado com uso de resistor externo)
- Tensão de alimentação em 1,8 V e 2,5 V

- Performance superior a 250 MHz
- Programação através de interface JTAG.

Dispositivos “extras” da placa:

- Conector para SDRAM SODIMM (memória de Note Book)
- 2 Mbits de memória SRAM (*chips* presentes na placa)
- 8 Mbits de Memória Flash (*chip* na placa)
- Conector DB09 para comunicação serial (RS-232)
- Reguladores de tensão tipo “drop-down” na placa
- Chaves *push-button* para uso geral
- Chave *dip* disponível
- Dois *displays* de “7” segmentos para uso geral
- Display LCD 16x2 tipo caracter fornecido para conexão na placa
- Dois conectores tipo PMC presentes
- 74 pinos de I/O (barra pinos) para trabalhar com lógica digital em tensões de 3,3 V
- 74 pinos de I/O (barra pinos) para trabalhar com lógica digital em tensões de 5,0 V
- Cabos de conexão
- Fonte de alimentação externa.

Trata-se de uma placa com dispositivos extras que podem ajudar no desenvolvimento de muitos produtos, sem a necessidade de circuitos adicionais.

A programação desta placa é feita através de uma interface JTAG, mostrada na **figura 6**. Esta interface é fornecida

junto com a placa, mas o seu esquema elétrico está disponível também no *site* do fabricante para aqueles que desejam se aventurar no mundo das FPGAs por conta própria.

A Altera disponibiliza dois programas para desenvolvimento e programação de suas FPGAs: o MAX+Plus II Manager e o Quartus II. Atualmente, a empresa recomenda a todos os seus clientes a migração para o novo aplicativo Quartus II, devido a sua maior riqueza em comandos e possibilidades. A aparência de ambos foi mantida dentro de certos limites para facilitar a migração.

Ambos os aplicativos permitem o desenvolvimento através de esquema (circuito elétrico), VHDL e Verilog. Estão presentes também ferramentas de simulação e programação no aplicativo. O “download” e o registro destes aplicativos pode ser feito no *site* do fabricante.

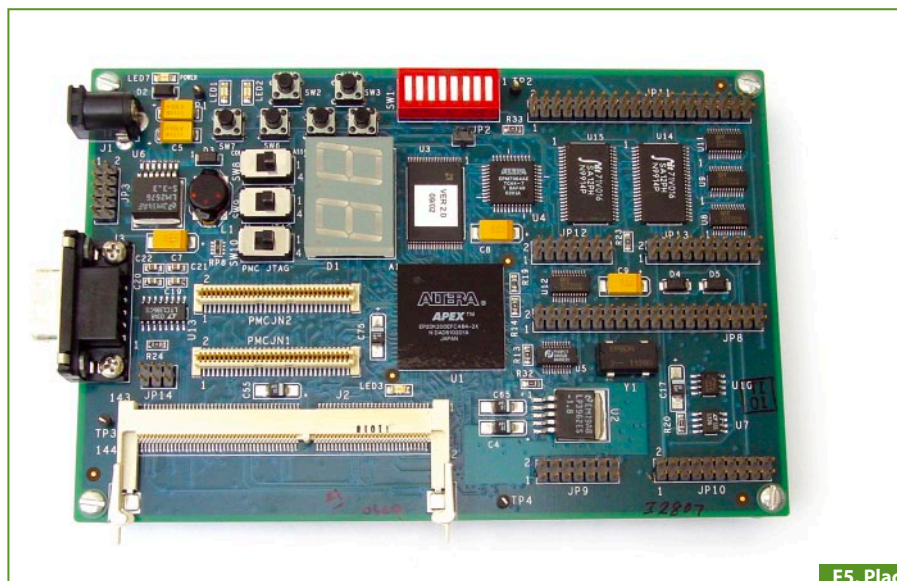
Maiores informações sobre esta placa ou outras disponíveis e também sobre as FPGAs Altera em <http://www.altera.com>.

Conclusão

Como o leitor pôde notar, o mundo das FPGAs e CPLDs no geral é bem grande. Existem vários fabricantes e cada um deles pode oferecer características em seus dispositivos que venham a se “encaixar” no novo produto a ser desenvolvido pelo engenheiro / técnico de desenvolvimento. É necessária uma pesquisa minuciosa antes de se decidir



F4. Saber Eletrônica Especial nº5.

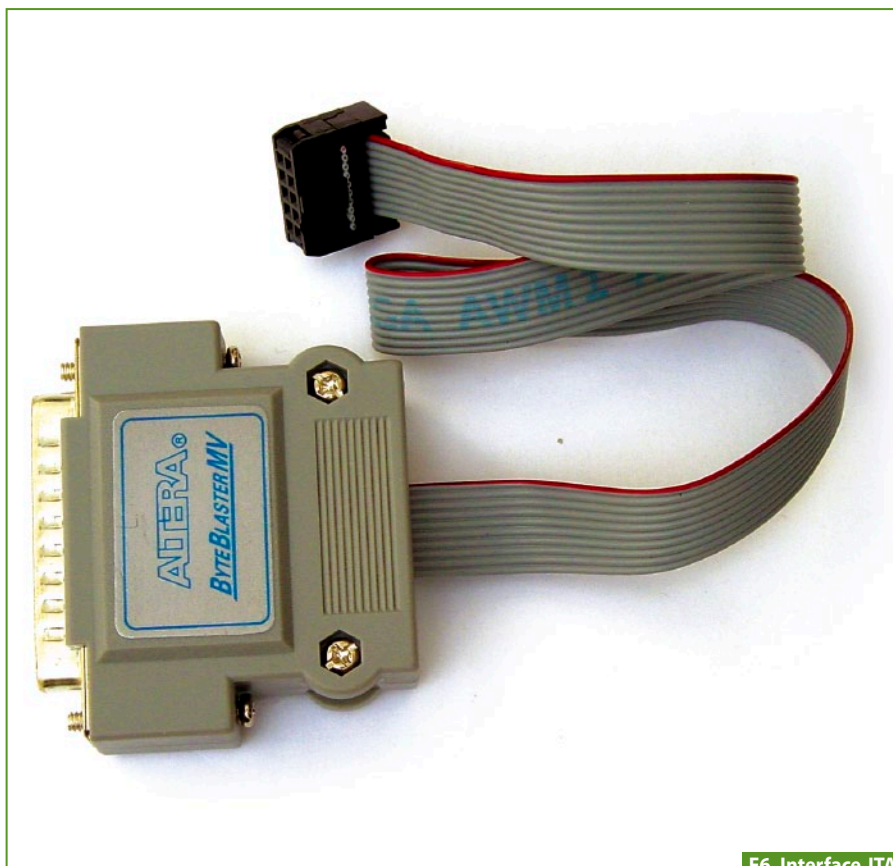


F5. Placa Excalibur.

por um ou outro dispositivo do fabricante "A", "B", "C" ou "D". Esperamos que as informações básicas trazidas até o momento possam ajudar nossos leitores, servindo-lhes como referência em suas futuras pesquisas. **E**

Nota:

Infelizmente, não foi possível contemplar todos os fabricantes neste artigo. As placas analisadas foram fornecidas pelos distribuidores e representantes das empresas referenciadas neste artigo. A quantidade de componentes extras em cada placa varia muito e depende exclusivamente do modelo de cada uma. Apesar de algumas parecerem simples em comparação às outras, cada fabricante apresenta soluções para os mais diversos níveis de projeto. Portanto, o leitor interessado em trabalhar com um determinado fabricante, deverá consultá-lo sobre outras placas, com mais ou menos recursos, dependendo apenas do seu propósito (projeto final).



F6. Interface JTAG ByteBlasterMV.







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

www.tato.ind.br



PATOLA

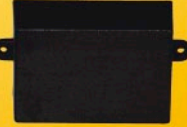

PB 900

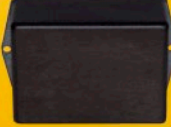

PB 600/2


PBL 150


DIN 48x48x90


COLETOR R-17


PB 064


PB 107


PB 117

* FOTOS SEM ESCALA

Para outros modelos visite nosso site

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



PATOLA

TUDO EM CASA COM QUALIDADE E PRECISÃO

Introdução ao VHDL



Parte
2

O artigo anterior foi a apresentação da linguagem VHDL que é uma linguagem descritiva de hardware (HDL), usada para representar circuitos lógicos digitais. Agora serão abordados outros elementos desta linguagem e exemplos práticos, mostrando como é simples implementar circuitos digitais em lógica programável.

Augusto Einsfeldt

Process

Um process (processo) define uma estrutura da linguagem que representa um certo trecho da descrição de hardware e deve ser entendido como uma sequência de operações. Veja no quadro 1 um exemplo mostrando a sintaxe de um process. Apesar de simples, o process deve ser bem entendido, pois é o recurso da linguagem mais utilizado. Sugiro procurar leituras adicionais como uma forma de complementar o conhecimento.

Dentro de um processo podem ser declaradas constantes e variáveis. As constantes são úteis para tornar o projeto mais claro e fácil de ser alterado. As variáveis são elementos exclusivos dos processos. Ambas devem ser declaradas entre o process e o begin. Já os sinais, que também podem ser manipulados dentro dos processos, são declarados externamente (na declaração da arquitetura). Variáveis de um processo não podem ser compartilhadas com outros processos. Uma variável chamada “conta” pode ser modificada e lida dentro de um processo específico, mas não poderá ser lida em um outro processo. As variáveis, portanto, são locais. O conceito mais importante em um processo é o da operação sequencial sobre sinais e variáveis: as atualizações das variáveis ocorrem quando as expressões são executadas (avaliadas), enquanto que os sinais são atualizados apenas no final do processo, ou seja, dentre várias operações com um determinado

sinal apenas a última será efetivamente realizada. Naturalmente, a ideia de execução sequencial é útil apenas no sentido de ordenar ou orientar como um circuito será implementado, e não possui o mesmo sentido da conhecida execução sequencial que acontece num programa de computador. Convém lembrar que expressões aritméticas ou lógicas declaradas fora dos processos são implementadas como circuitos lógicos combinacionais em paralelo (de funcionamento simultâneo) e sem qualquer tipo de registrador (flip-flop ou latch), enquanto os circuitos resultantes dos processos implicam em uma ordem de interconexão e permitem o uso de registradores para memorizar o estado de sinais e variáveis.

Por exemplo, se um mesmo sinal for o resultado de algumas operações lógicas ou aritméticas que ocorrem ao longo da descrição do processo, apenas a última operação é que será realizada. No quadro 1 isso está exemplificado no sinal DIV(6) que recebe atribuição de dois valores independentes: “DIV(6) <= DIV(3) xor DIV(1);” e “DIV(6) <= yy(0);”. Nesse caso apenas a segunda atribuição é que será efetivada.

No mesmo exemplo, as variáveis conta, yy e xx são atualizadas em pontos diferentes da descrição e, em cada um deles, elas recebem o novo valor no mesmo instante (do ponto de vista da sequência do processo).

Na declaração de um processo é opcional empregar um nome para sua

designação. A utilidade desse nome restringe-se a facilitar a documentação do projeto, permitindo facilmente reconhecer a finalidade de cada processo declarado. No exemplo do quadro 1 o processo foi chamado de contador. Na síntese do VHDL esse nome não é importante e não vai mudar nada no resultado final. A sintaxe do nome é simples, bastando declarar o nome seguido do sinal “:”. Mais importante é a declaração, entre parêntesis, de alguns sinais após a palavra reservada process. Esses sinais são chamados de lista de sensibilidade e, conforme o nome indica, deve conter justamente os sinais que fazem parte do process e cuja mudança de estado justificaria a execução do processo.

Algumas ferramentas de síntese VHDL não exigem a lista de sensibilidade, contudo, sendo parte da definição da linguagem é importante manter sua declaração (isso também evita que algum projeto apresente erros quando sintetizado por ferramentas que exijam a sintaxe e definições convencionais).

As declarações dentro do process ficam entre o begin e o end process.

É importante lembrar que o processo, após a síntese, será convertido em um circuito equivalente e, portanto, não pode ser comparado a uma sub-rotina ou procedimentos conhecidos em linguagens de programação de computadores. A execução sequencial de um processo apenas sugere como o hardware final deve ser construído para executar a mesma função da descrição em VHDL.

If & Case

Os testes condicionais IF e CASE podem ser usados apenas dentro de um processo. Cada teste vai resultar em pelo menos um nível de lógica, ou seja, nos CPLDs um IF ocupará uma ou mais macrocélulas e nos FPGAs ocupará um ou mais logic cells (conjunto de LUT + flip-flop). Essa característica deve ser lembrada quando estiver projetando um circuito, pois incorre em maior ou menor consumo de recursos do dispositivo.

A sintaxe do uso do IF pode ser vista no quadro 1. Os IFs podem ser concate-

nados empregando a palavra reservada ELSIF, ou seja, ELSE IF.

O CASE é um teste condicional que utiliza os recursos de hardware de forma mais racional e permite que muitos testes sejam efetuados usando um único nível de lógica. A sintaxe do CASE pode ser vista no quadro 2. Nesse exemplo, foi montada uma máquina de estados cuja saída é um barramento de 4 bits, onde cada bit é acionado em 1 sequencialmente. O CASE testa o estado do sinal novo e cada um dos testes é indicado nas declarações when. As operações que serão

executadas caso o teste seja verdadeiro estão listadas após o sinal =>. A última declaração, when others, serve para testar qualquer condição que não tenha sido atendida pelos when precedentes. Isso é especialmente importante quando se utiliza o tipo std_logic que, como foi visto na primeira parte deste curso de VHDL, pode assumir diversos estados diferentes, além dos clássicos '0' e '1'. Se a declaração when others não for feita, a ferramenta de síntese poderá tentar construir um circuito de hardware para os demais estados lógicos possíveis. Esse circuito seria inútil e consumiria recursos do dispositivo. No fim, é preciso ainda incluir um end case.

Sobre o quadro 2 é interessante mencionar a expressão "led <= '0';" declarada logo antes do CASE. Essa expressão serve para indicar um valor "default" para sinais

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

entity qualquer is
    Port ( clk,reset,en : in std_logic;
          saida : inout std_logic_vector(7 downto 0));
end qualquer;

architecture RTL of qualquer is
    signal div : std_logic_vector (7 downto 0);
    begin
        saida <= div when en='0' else "ZZZZZZZZ";

        contador: process (clk,reset)
            variable conta,xx : integer range 0 to 7;
            variable yy : std_logic_vector (7 downto 0);
            begin
                if (reset='0') or (conta>=255) then
                    conta:=0;
                    elsif rising_edge(clk) then
                        conta := conta + 1;
                        yy := yy + 3;
                        if conta=3 then
                            div <= yy;
                        end if;
                        div(7) <= div(6) and div(5);
                        div (6) <= div(3) xor div(1);
                        xx := conta + xx;
                        if xx=21 then
                            div <= yy + 1;
                        end if;
                        div(6) <= yy(0);
                        end if;
                    end process;
            end RTL;
```

Exemplo do uso de um process em um projeto (que é apenas um exemplo e não tem aplicação prática). Os sinais são atualizados no fim do processo e as variáveis são atualizadas durante o processo. Neste exemplo, sempre que o sinal de entrada RESET estiver em nível lógico zero ou a variável conta for maior ou igual a 255, esta será zerada. Caso contrário, quando ocorrer um pulso de clock (entrada CLK) a variável conta será incrementada e yy será adicionado de 3. Como conta é uma variável, o teste if conta=3 será verdadeiro quando este processo começar devido a um pulso no clock e a variável conta estando com o valor igual a 2. Se isso ocorrer, div receberá o conteúdo de yy porém, caso xx resulte em 21 no final do processo, div vai estar contendo yy+1 pois esta teria sido a última operação do sinal div antes do fim do processo. Só isso? Não! O bit 6 de div ainda vai sofrer uma mudança ao assumir o valor do bit 0 de yy.

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

entity maquina is
    Port ( clock : in std_logic;
          Led : out std_logic;
          seq : out std_logic_vector(3 downto 0));
end maquina;

architecture behavioral of maquina is
    signal novo,velho : std_logic_vector (1 downto 0);
    begin
        sequencial: process (clock)
            begin
                if rising_edge(clock) then
                    novo<=velho;
                end if;
            end process;
        combinatorio: process (novo)
            begin
                seq <= "0000";
                led <= '0';
                case novo is
                    when "00" => seq <= "0001";
                        velho <= "01";
                    when "01" => seq <= "0010";
                        led <= '1';
                        velho <= "10";
                    when "10" => seq <= "0100";
                        velho <= "11";
                    when others => seq <= "1000";
                        velho <= "00";
                end case;
            end process;
        end behavioral;
```

Exemplo do uso de um case em um projeto que também mostra como uma máquina de estados pode ser implementada.

que o projetista quer manter como lógica combinatória e não deseja implementar registradores (ou latches). Nesse caso, o sinal LED deve ficar sempre em ZERO, a não ser que o estado atual seja o "01" onde o LED é forçado em UM. Se o estado atual fosse "10", a saída LED não estaria sendo alterada e, caso não existisse a declaração "default", o circuito resultante deveria conter um latch para memorizar o último estado da saída LED. Isso ocorre porque todos os sinais tratados em um circuito precisam continuar existindo em qualquer caso ou situação. Assim, se num determinado estado, um ou mais sinais não forem tratados, o circuito precisará "lembrar" o estado anterior desses sinais para continuar mantendo-os. Com a declaração "default" a ferramenta de síntese sabe o que fazer com o sinal, quando ele não é tratado em alguma situação.

When... Else

Fora de um processo, na região da arquitetura empregada para declarar operações de lógica combinacional, existem meios de efetuar-se um teste condicional, e um deles é a expressão when seguida de else. No exemplo: "K <= '0' when DATA="001001" else '1';" o sinal K ficará em nível zero quando o barramento DATA for igual ao valor indicado, caso contrário K ficará em nível um. Esse tipo de teste condicional pode ser estendido como: "SEL <= "000" when ESTADO=3 else "001" when ESTADO=1 else "101" when ESTADO=2 else "111";". Nesse caso, o teste do sinal inteiro ESTADO determinará o valor do sinal SEL. A expressão when...else é muito usada para construir buffers tri-state para barramentos de dados. Veja este outro exemplo: "DataBus <= IntBus when (cs='0') and (wr='1') else "ZZZZZZZZ";" onde um barramento externo ao CPLD ou FPGA, de 8 bits, apresenta o estado do barramento interno quando o sinal CS estiver em zero e o WR estiver em um. Caso contrário, o barramento ficará em tri-state (alta impedância).

Exemplos

O quadro 3 mostra um exemplo prático onde todos os conceitos são empregados. Note que pequenas alterações no projeto podem mudar completamente o comportamento do circuito. Incluindo mais um bit no endereçamento pode-se montar mais

um registrador de 32 bits, cujo valor ao ser comparado com o valor do contador, permite acionar um outro sinal de saída, enquanto o valor zero no contador desligaria este sinal. O resultado disso seria uma saída com largura de pulso programável, que pode ser usada como um sinal PWM.

O quadro 4 descreve um decodificador de endereços que poderia ser utilizado em um projeto com microprocessador 8088 ou equivalente. A simplicidade da descrição é

evidente e a própria disposição das linhas com os valores de endereços permite fácil visualização de cada bit segundo sua ordem. Este é um contraste típico quando são comparados os métodos de implementação empregando-se linguagens descritivas como a VHDL ou diagramas esquemáticos.

Os diagramas esquemáticos são perfeitos para a visualização da interconexão entre blocos e para mostrar algum circuito peculiar (como o uso de dois flip-flops para

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

entity main is
    Port ( clk,cs,wr : in std_logic;
          fim : inout std_logic;
          adr : in std_logic_vector (1 downto 0);
          extbus : inout std_logic_vector (7 downto 0));
end main;

architecture Behavioral of main is
    signal conta,registro : std_logic_vector (31 downto 0);
    begin
        contador : process (clk,extbus)
            begin
                if rising_edge(clk) then
                    if conta /= "00000000000000000000000000000000" then
                        conta <= registro;
                        fim <= not fim;
                    else
                        conta <= conta - 1;
                    end if;
                end if;
            end process;

        carga : process (wr,cs,adr)
            begin
                if (wr='0') and (falling_edge(cs)) then
                    case adr is
                        when "00" => registro (7 downto 0) <= extbus;
                        when "01" => registro (15 downto 8) <= extbus;
                        when "10" => registro (23 downto 16) <= extbus;
                        when others => registro (31 downto 24) <= extbus;
                    end case;
                end if;
            end process;

        extbus <= conta (31 downto 24) when (cs='0') and (wr='1') and (adr="11") else
            conta (23 downto 16) when (cs='0') and (wr='1') and (adr="10") else
            conta (15 downto 8) when (cs='0') and (wr='1') and (adr="01") else
            conta (7 downto 0) when (cs='0') and (wr='1') and (adr="00") else
            "ZZZZZZZZ";
    end Behavioral;
```

Exemplo prático. Projeto de um timer de 32 bits com interface para microprocessador de 8 bits. O processador pode ler o contador a qualquer momento e gravar um valor de preset em um registrador interno. O contador assume o valor do registrador quando a contagem chega a zero. Nesse momento, um sinal auxiliar chamado FIM inverte seu estado. Esse circuito pode ser usado com um divisor programável.

detectar a transição de um sinal assíncrono). Esse tipo de representação não é tão clara quando descrita em forma de texto. Contudo, circuitos complexos como as máquinas de estado, tratamento de barramentos ou que envolvam processamento de dados são melhor representados e entendidos quando descritos empregando-se HDL.

As modernas ferramentas para lógica programável permitem o uso de ambos os recursos de forma integrada, facilitando a vida do projetista. Normalmente, porém, procura-se usar apenas HDL pelo simples motivo de manter a portabilidade do projeto. Descrições feitas em texto ASCII podem ser transportadas para qualquer computador, sistema operacional ou ferramenta, enquanto que arquivos contendo diagramas esquemáticos dependerão sempre da existência de um programa compatível para serem aproveitados.

Na próxima parte serão abordados os componentes e a hierarquia nos projetos, além de um rápido treinamento, a utilização da ferramenta ISE WebPACK (da Xilinx), e a construção de um cabo para interface JTAG.

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

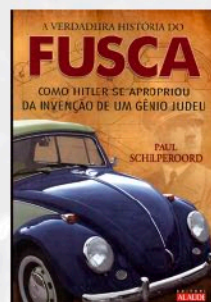
entity decoder is
    Port ( adr : in std_logic_vector (23 downto 0);
          csout : out std_logic_vector (7 downto 0));
end decoder;

architecture Behavioral of decoder is
begin
    process (adr)
    begin
        case adr is
            when "010000000000000000000000" => csout <= "01111111";
            when "010110000000000000000000" => csout <= "10111111";
            when "100100000000000000000000" => csout <= "11011111";
            when "111000000000000000000001" => csout <= "11101111";
            when "010000111100000000000000" => csout <= "11110111";
            when "000110000000000000000000" => csout <= "11111011";
            when "001000000000000000000000" => csout <= "11111101";
            when "110001111111111111000000" => csout <= "11111110";
            when others => csout <= "11111111";
        end case;
    end process;
end Behavioral;
```

Quadro 4 - Exemplo prático: um simples decodificador de endereços com 8 saídas e 24 bits de entrada. Esse circuito, que exigiria diversos circuitos integrados convencionais, pode ser implementado em um único CPLD XC9536XL podendo custar menos de \$1.00 FOB.



Imagine o automóvel do futuro – conectado às redes sociais e às fontes de informação, utilizando o tempo de maneira eficiente e gastando apenas energia renovável. A reinvenção do automóvel terá os mais profundos efeitos sobre as cidades. Este livro apresenta uma solução abrangente e integrada para o futuro dos automóveis e dos sistemas pessoais de mobilidade nas cidades.



Aproveite também

- A Verdadeira História do Fusca
- Redes de Comunicação Automotiva

Divisores de frequência com ciclos ativos de 50%

Em edições anteriores levamos aos leitores seleções de circuitos de divisores de frequência TTL e CMOS, com aplicações envolvendo números pares e ímpares. No entanto, ficou claro que na maioria dos casos, as divisões, principalmente por números ímpares, não resultavam em sinais com 50% de ciclo ativo. A forma de obter-se divisão por números ímpares com 50% de ciclo ativo é o assunto deste artigo.

Newton C. Braga

A utilização de *flip-flops* e alguns elementos adicionais permite a divisão de frequência de sinais retangulares por qualquer número inteiro com facilidade. Entretanto, as configurações mais conhecidas não fornecem sinais com 50% de ciclo ativo, ou seja, o tempo no nível alto não é igual ao tempo no nível baixo.

Em muitos casos, isso não é um fato relevante, todavia, existem aplicações sensíveis a isso e a necessidade de um circuito com ciclo ativo de 50% pode ser absoluta. Vejamos como implementar de forma simples, usando como base *flip-flops do tipo D* (tanto TTL como CMOS), divisores com sinais quadrados (50% de ciclo ativo).

Divisor por 3

Na **figura 1** mostramos a configuração típica de um divisor por 3, feito da forma tradicional com dois *flip-flops* e uma porta AND.

As formas de onda obtidas são dadas junto ao diagrama básico, observando-se que, realmente, não temos um ciclo ativo de 50%, mas, menor (33%).

Colocando um *flip-flop* a mais e duas portas (NAND e NOR), podemos facilmente alterar o circuito original e com isso obter um sinal com 50% de ciclo ativo, conforme ilustra a **figura 2**.

Evidentemente, a frequência máxima de *clock* deve ser calculada em função do tempo de trânsito do sinal pelos três *flip-flops*.

Divisor por 6

Acrescentando um *flip-flop J-K* podemos fazer uma divisão adicional por 2, veja a **figura 3**.

No entanto, para manter o ciclo ativo de 50% é preciso contar com portas adicionais conforme mostra a mesma figura.

Nela, temos as formas de onda obtidas nos diversos pontos, observando-se os pontos em que os sinais não têm os ciclos ativos de 50%.

Divisor por 9

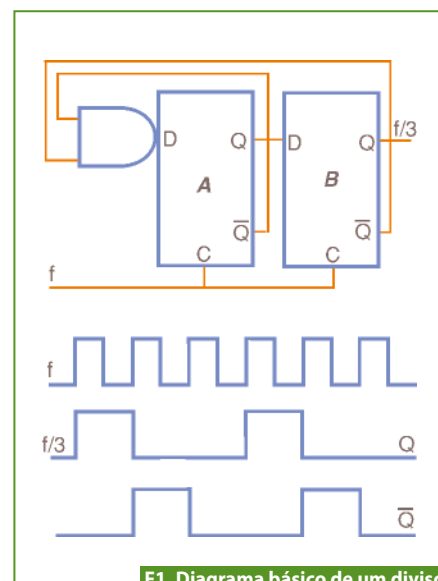
A divisão por 9 com um ciclo ativo para o sinal de saída de 50% exige um circuito mais complexo. Esse circuito é apresentado na **figura 4**.

Veja, então, que são necessários *flip-flops do tipo D* e também *flip-flops do tipo F*. As formas de onda dos diversos pontos, inclusive aqueles em que o ciclo ativo não é 50%, são mostradas na mesma figura.

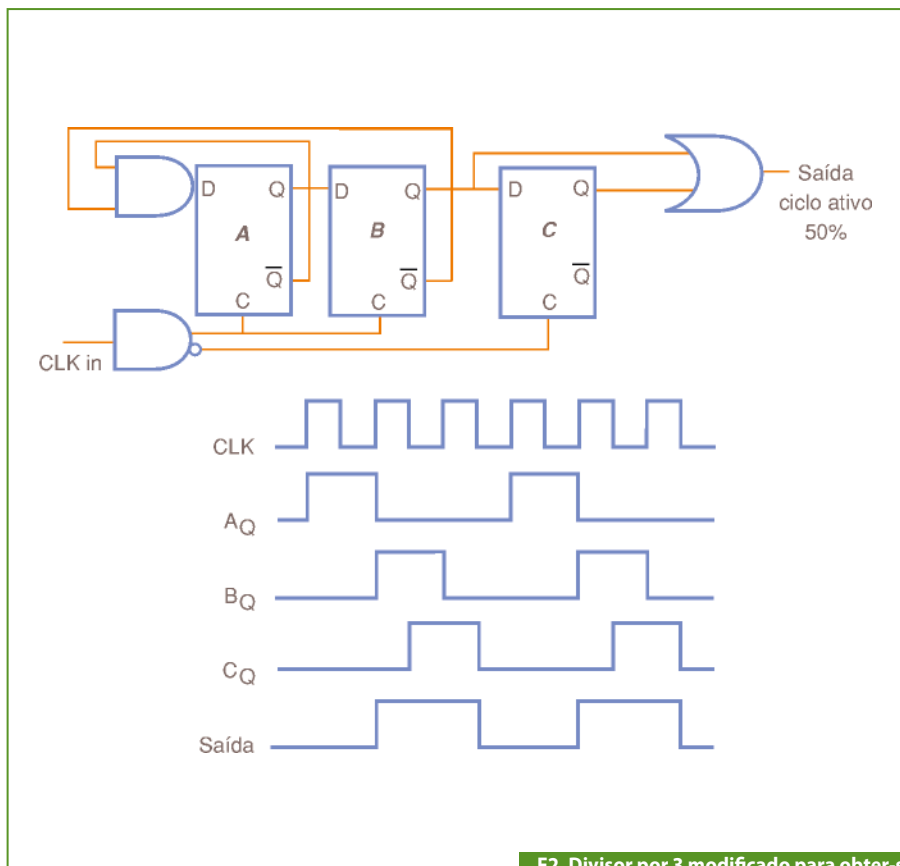
Divisor por 12

A divisão por 12 pode ser implementada com o uso de 4 *flip-flops tipo J-K* e algumas portas AND adicionais, conforme exhibe a **figura 5**.

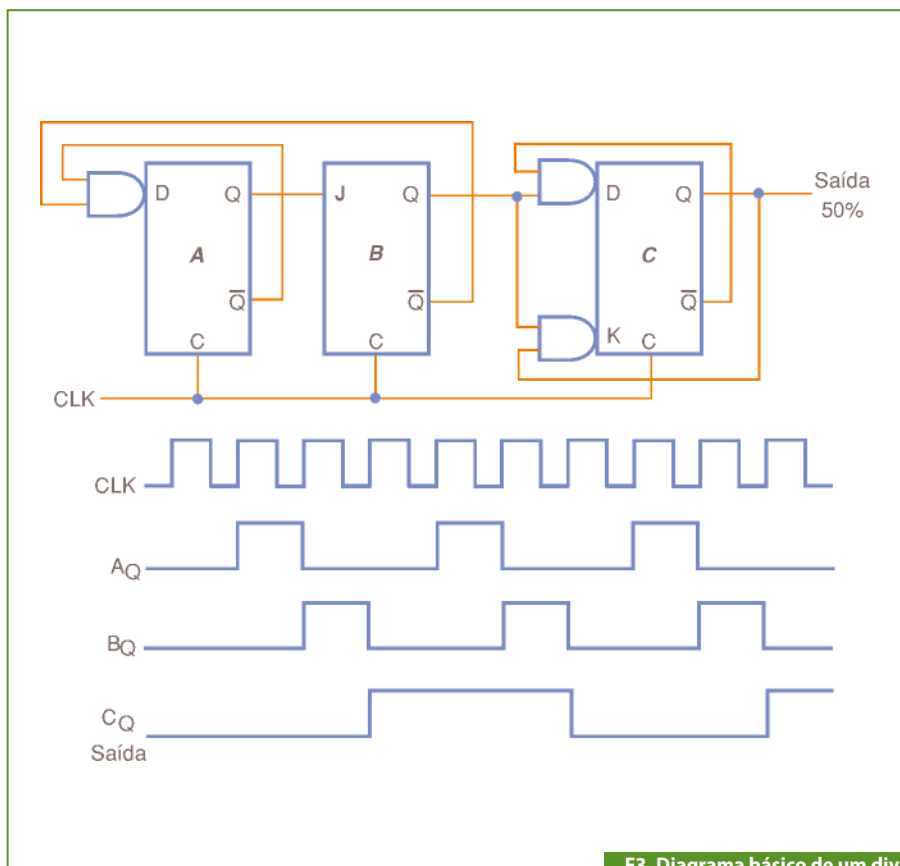
As formas de onda obtidas nos diversos pontos do circuito são ilustradas na mesma figura. Observe que existem diversos pontos em que os ciclos ativos são bem diferentes dos 50%.



F1. Diagrama básico de um divisor por 3, e suas formas de onda.



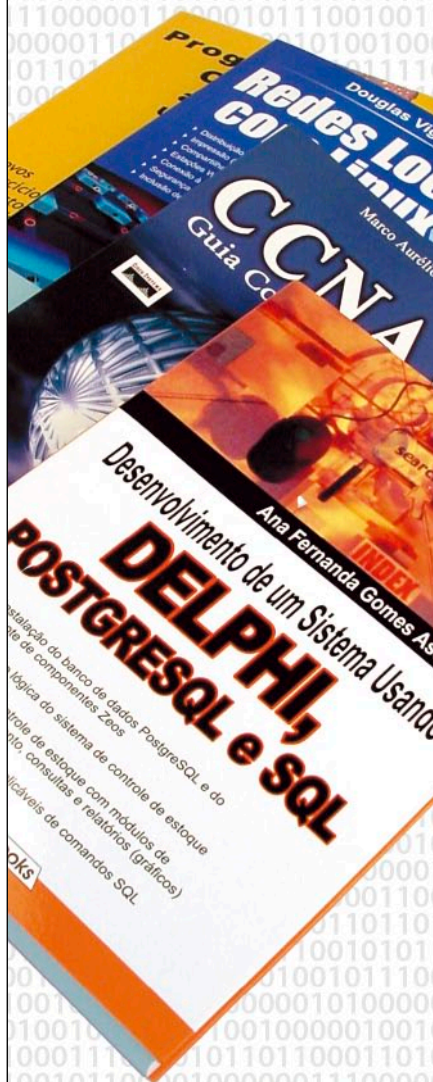
F2. Divisor por 3 modificado para obter-se 50% de ciclo ativo. Formas de onda.



F3. Diagrama básico de um divisor por 6. Formas de Onda.

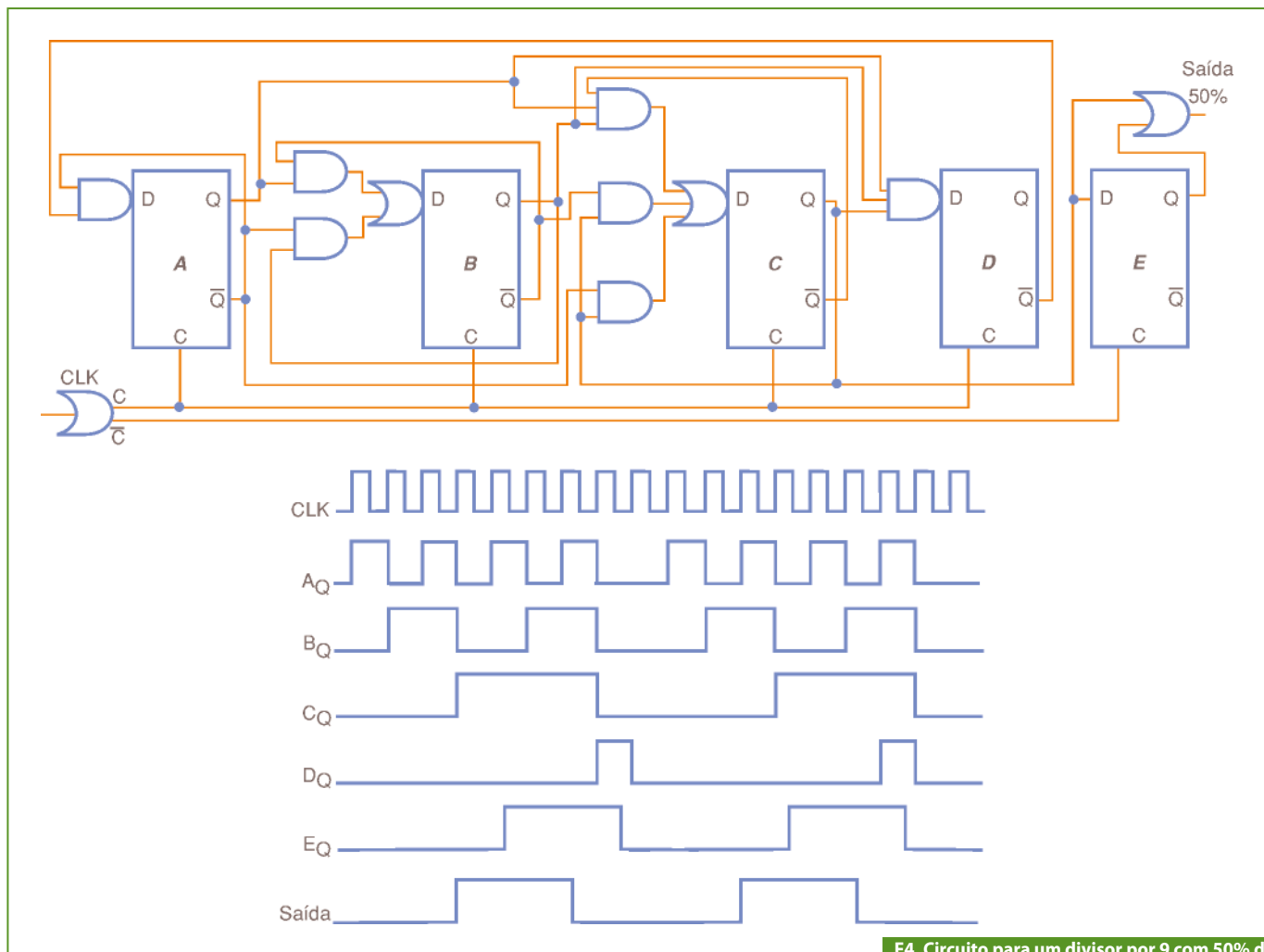
Loja Virtual

O caminho para o ser um profissional melhor começa aqui!

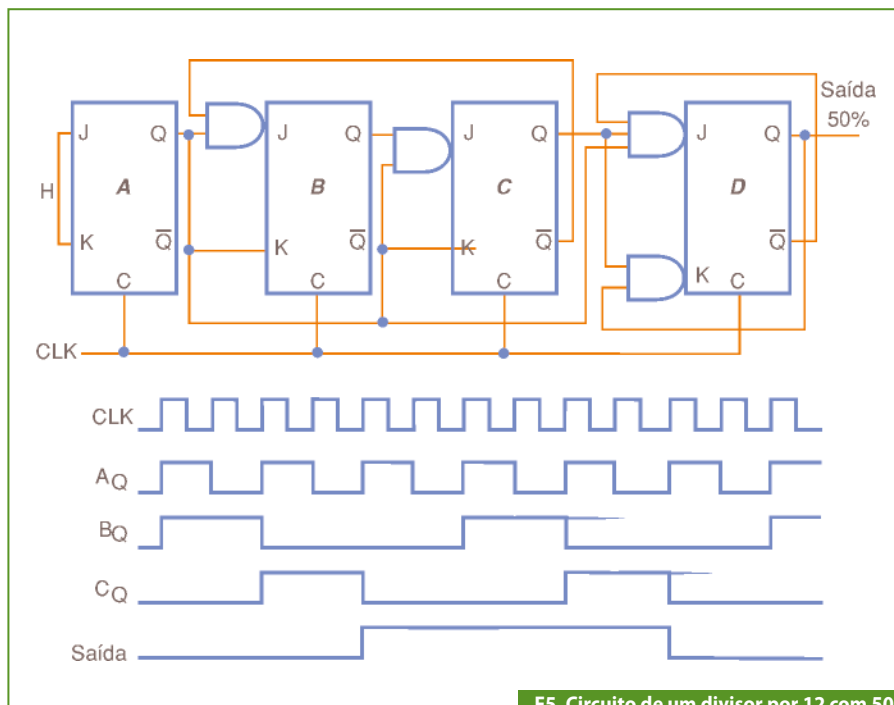


- Delphi, SQL
- Certificação CCNA
- Redes Locais com Linux
- Programação com Delphi

Pedidos: (11) 2095-5330
www.novasaber.com.br



F4. Circuito para um divisor por 9 com 50% de ciclo ativo e as formas de onda.



F5. Circuito de um divisor por 12 com 50% do ciclo ativo e suas formas de onda.

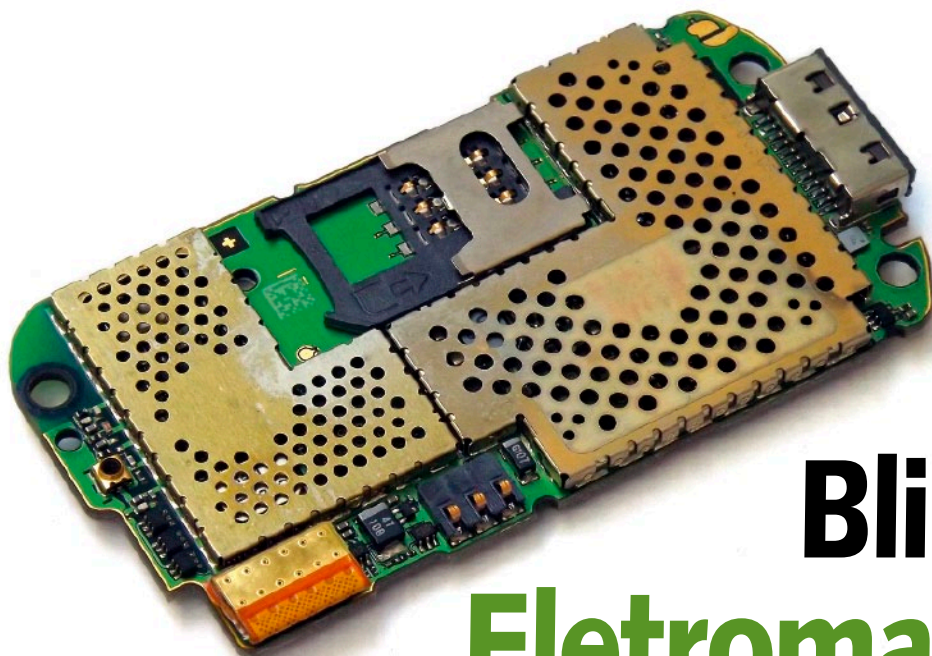
Conclusão

Os circuitos básicos aqui apresentados se aplicam às tecnologias TTL e CMOS, bastando levar em conta as características de cada um.

Em especial devem ser observadas as velocidades máximas de operação, que irão determinar justamente a frequência máxima do sinal de entrada. Para os circuitos CMOS, essa velocidade está intimamente ligada à tensão de alimentação e no caso dos TTL, o leitor que precisar de velocidades maiores poderá contar com as diversas subfamílias.

Considerando o modo como os *flip-flops* e demais funções são usadas, o leitor que domine as técnicas de projetos digitais, principalmente o manuseio dos Mapas de Karnaugh, poderá implementar facilmente divisores para outras frequências, com ciclos ativos de 50% para os sinais de saída.

E



Blindagens Eletromagnéticas

Qualquer projeto eletrônico precisa se adequar ao ambiente eletromagnético para o qual ele foi criado. Essa necessidade é chamada de Compatibilidade Eletromagnética, ou EMC, do inglês ElectroMagnetic Compatibility.

Adequar um equipamento ou circuito eletrônico aos restritivos padrões de EMC não é tarefa simples e precisa acompanhar todas as etapas do projeto, desde sua concepção. Neste artigo iremos discutir alguns aspectos do projeto de blindagens eletromagnéticas.

Roberto Cunha

Compatibilidade eletromagnética consiste na habilidade de um equipamento eletrônico, ou subsistema, funcionar sem ser afetado por ruído elétrico ou gerar ruído que venha a afetar outros equipamentos.

Essa característica é obtida através da redução do ruído elétrico gerado pelo equipamento abaixo dos níveis estabelecidos para sua classe. Também se deve reduzir a sensibilidade de um equipamento eletrônico de forma que ele não seja afetado por ruído gerado por outros equipamentos ou por transientes. De modo geral, um circuito que gera pouco ruído é pouco sensível também.

Essa compatibilidade é obtida através de um projeto cuidadoso, uso de filtros de

linha e blindagens. Neste artigo iremos discutir alguns aspectos das blindagens eletromagnéticas, que são eficientes no controle de ruído irradiado.

Campos eletromagnéticos

É impossível falar de blindagens eletromagnéticas sem falar dos campos eletromagnéticos e suas principais características.

Ondas eletromagnéticas consistem de dois campos oscilantes defasados de 90°. Um desses campos é o elétrico (E) enquanto o outro é o magnético (H). A impedância de uma onda eletromagnética, indicada como Z_w e expressa em ohms, é definida como a relação entre a intensidade do campo elétrico, dada em volts por metro, e a intensidade do campo magnético, expressa em ampères por metro.

Os campos elétricos são gerados e interagem mais facilmente com circuitos de alta impedância, como dipolos. Já os campos magnéticos são gerados e inte-

SEdB	Taxa de atenuação	Porcentagem de atenuação
20	10:1	90
40	10 ² :1	99
60	10 ³ :1	99,9
80	10 ⁴ :1	99,99
100	10 ⁵ :1	99,999
120	10 ⁶ :1	99,9999

T1. Relação entre dB, taxa de atenuação e porcentagem de atenuação.

ragem mais facilmente com circuitos de baixa impedância, como bobinas e *loops*. Veja a **figura 1**.

Blindagem eletromagnética

Qualquer material colocado no caminho entre um circuito que gere ruído elétrico e outro que sofra interferência e que reduza sua intensidade pode ser chamado de blindagem eletromagnética.

A eficiência da blindagem, normalmente indicada como SE, significa o quanto será reduzida a intensidade da interferência e normalmente é dada em dB. Esse valor será expresso como a relação entre os dois valores da intensidade do campo, considerando antes e depois da colocação da blindagem. Isso é definido como:

Campo elétrico:

$$SE_{dB} = 20 \log_{10} E_1/E_2$$

Campo magnético:

$$SE_{dB} = 20 \log_{10} H_1/H_2$$

O quanto a intensidade de um campo eletromagnético será reduzido é função do material da blindagem, considerando permeabilidade, condutividade e espessura, frequência, distância entre a fonte de interferência e a blindagem e detalhes construtivos.

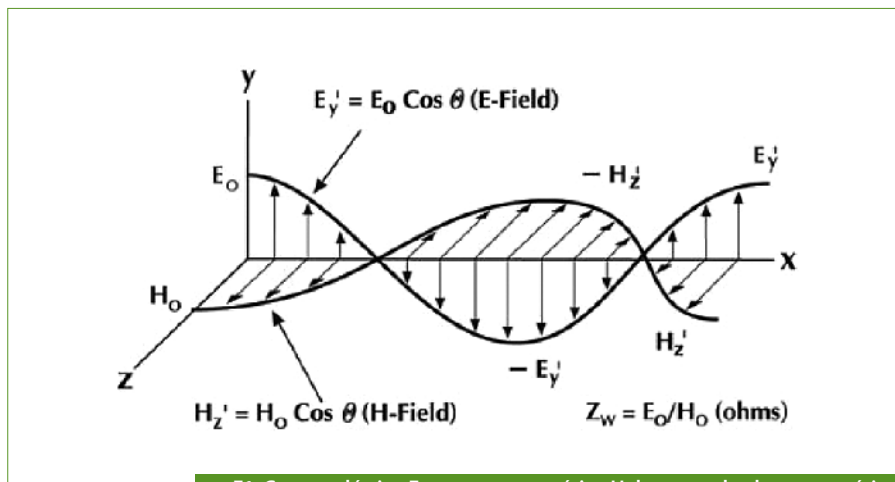
A **tabela 1** indica a relação entre dB, taxa de atenuação e porcentagem de atenuação.

A maioria das blindagens práticas irão apresentar valores de SE entre 20 e 80 dB.

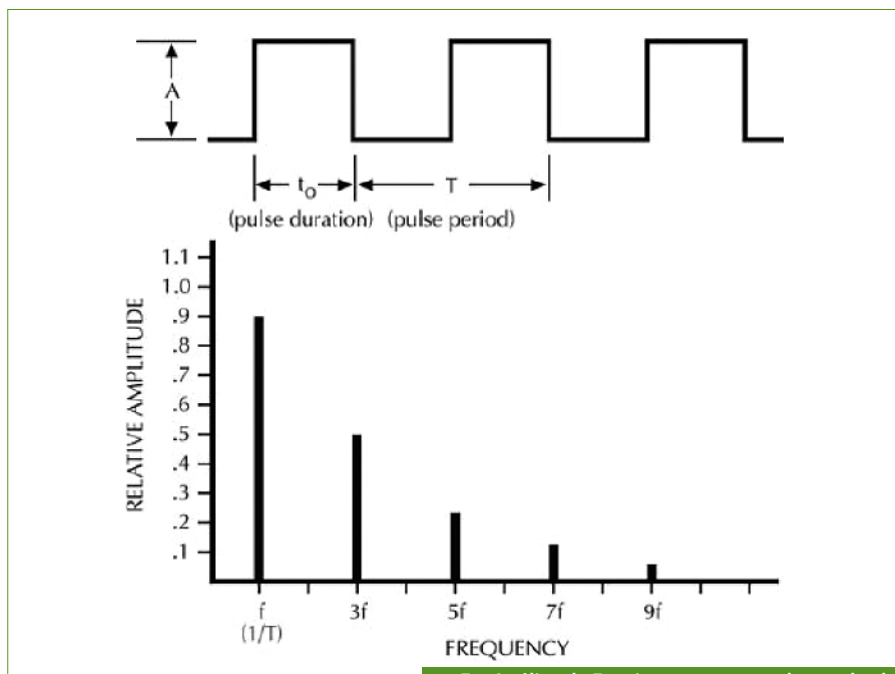
Blindagens metálicas

A decisão de utilizar algum tipo de blindagem sempre irá implicar em algumas questões importantes, além das óbvias questões técnicas, como, por exemplo, qual o custo adicional de se utilizar blindagem? Qual o peso dessa blindagem? Meu equipamento tem espaço disponível para acomodar a blindagem? Assim por diante.

Considerando que as respostas para es-



F1. Campo elétrico E e campo magnético H de um onda eletromagnética.



F2. Análise de Fourier para uma onda quadrada.

sas questões sejam positivas, vamos discutir alguns aspectos técnicos das blindagens utilizadas em equipamentos eletrônicos.

O primeiro aspecto a ser verificado será qual a eficiência da blindagem necessária para a aplicação. Junto com isso também iremos determinar em que faixa de frequências essa blindagem deve operar.

Na maioria das vezes, um circuito ou sistema irá emitir ou ser sensível à interferência eletromagnética em uma faixa determinada de frequências e não em todo o espectro. Isso será determinado pelas características do circuito mais sua implementação (*layout* do circuito impresso, tecnologia dos componentes, etc.). Circuitos digitais ou mistos

tendem a irradiar sinais eletromagnéticos em mais de uma frequência, enquanto circuitos analógicos tendem a irradiar em faixas mais estreitas.

O problema de emissão em várias frequências pode ser entendido através da análise de Fourier. Para ondas quadradas, a teoria de Fourier diz que essa forma de onda pode ser expressa na forma da soma de infinitos sinais senoidais com amplitudes cada vez menores e frequências que são múltiplos ímpares da frequência original do sinal quadrado. Isso irá significar que uma boa parcela da energia irradiada estará associada com os harmônicos de ordem mais alta. Esse fato está ilustrado na **figura 2**.

Se convertermos a decomposição do mesmo sinal quadrado para amplitudes em dB e frequências em escala logarítmica, iremos obter o gráfico da **figura 3**.

De modo geral ignoramos a natureza discreta das emissões e consideramos a tendência geral do gráfico. A figura 3 mostra que o perfil de emissões de uma onda quadrada ideal cai com uma taxa de 20 dB por década de frequência.

Uma onda quadrada representa um sinal ideal com tempos de subida e descida iguais a zero. Na prática um sinal quadrado real será mais próximo de uma onda trapezoidal, com tempos finitos de subida e descida.

A **figura 4** mostra essa forma de onda trapezoidal e o comportamento das harmônicas, agora levando em conta os tempos de subida/descida do sinal.

Podemos ver que o comportamento de queda das amplitudes das harmônicas muda de 20 dB para 40 dB por década em função dos tempos de subida/descida. A frequência em que essa mudança ocorre será dada pela fórmula $1/\pi t_r$. Conforme o tempo t_r aumenta, a frequência onde a transição ocorre diminui.

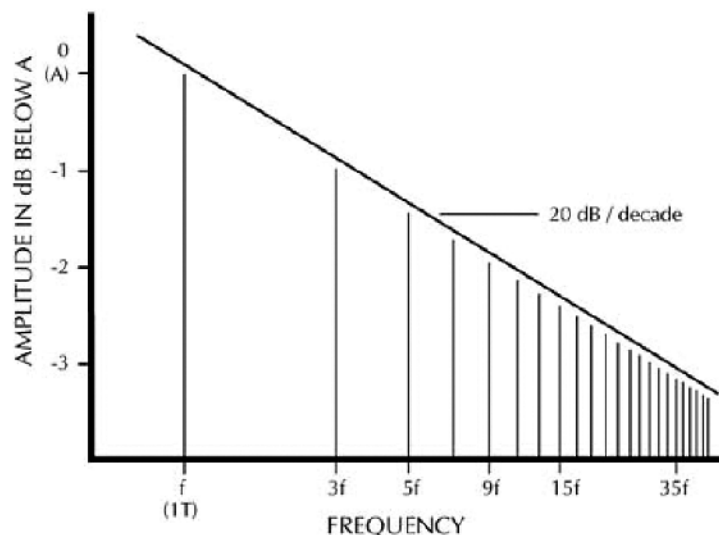
Outro fator que afeta o perfil de harmônicos é o ciclo de trabalho. Sinais simétricos, com ciclo de trabalho de 50% são considerados o pior caso em termos de distribuição de energia. Conforme o ciclo de trabalho diminui, as amplitudes dos sinais das harmônicas de mais baixas frequências também diminuem. Isso também pode ser visualizado na **figura 4**.

Aplicando-se essa análise aos diversos sinais presentes no circuito podemos determinar a contribuição individual de cada sinal ao ruído total gerado pelo circuito ou sistema. Cada emissor irá adicionar sua contribuição RMS ao ruído ao sistema.

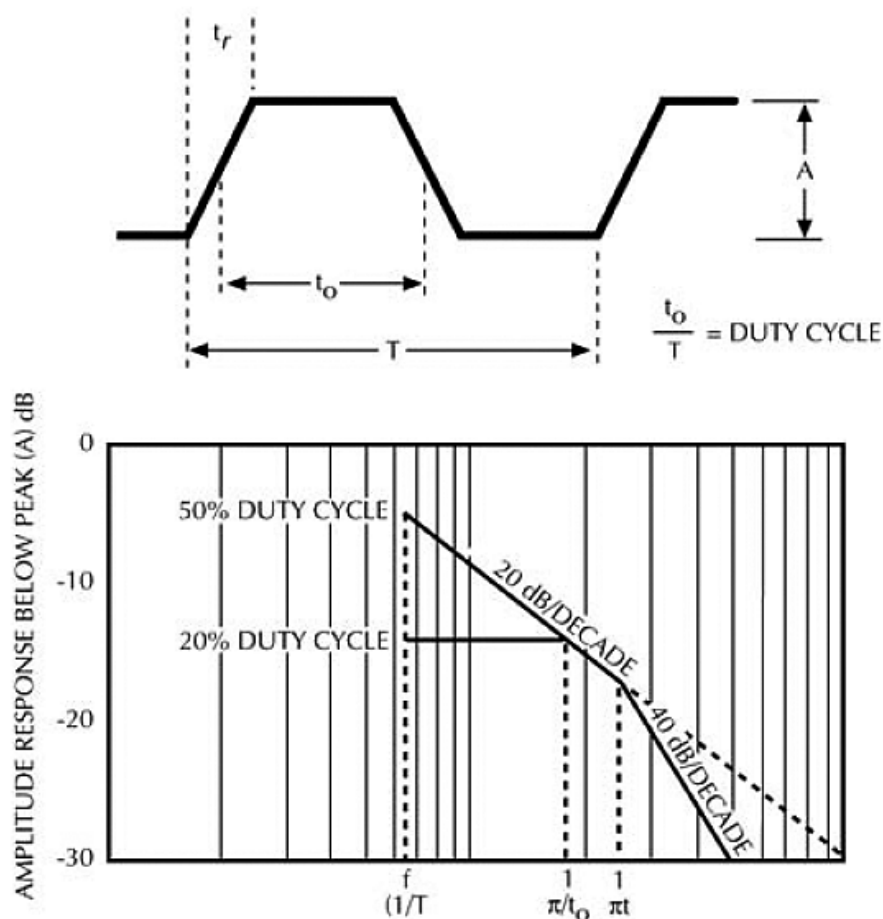
Se todas as contribuições ao ruído tiverem aproximadamente a mesma intensidade, então o ruído total será igual ao ruído médio vezes a raiz quadrada do número de emissores (sinais).

Se uma das contribuições for dominante, então o ruído total será aproximadamente igual ao ruído gerado por esse emissor. Normalmente, existem dois ou três emissores com amplitudes semelhantes.

Neste caso, uma regra prática é considerar o ruído total igual ao do sinal de maior amplitude mais 6 dB, como fator de segurança.



F3. Gráfico: Amplitude (dB) x Frequência em escala logarítmica.



F4. Onda real (forma trapezoidal) e o comportamento das harmônicas.

Controle do ruído

A partir do momento que o ruído total tenha sido determinado, podemos compará-lo com os limites máximos aceitáveis para o projeto e aplicar as soluções possíveis. Os limites máximos permitidos podem ser encontrados nos padrões aos quais o equipamento deve se adequar, como por exemplo, EN55022, CISPR16, CISPR25, FCC Part 15, e outras. Cada norma se aplica a uma classe de equipamentos, por exemplo, a norma CISPR25 se aplica a equipamentos eletrônicos utilizados a bordo de veículos.

Muitas vezes os limites máximos não dizem respeito a alguma norma, mas sim à sensibilidade de algum outro circuito ou subsistema interno ao equipamento. Nesse caso testes e análises devem ser feitas para determinar o quanto de interferência esses circuitos conseguem suportar, lembrando sempre de adotar uma margem de segurança, especialmente em equipamentos que serão produzidos em escala.

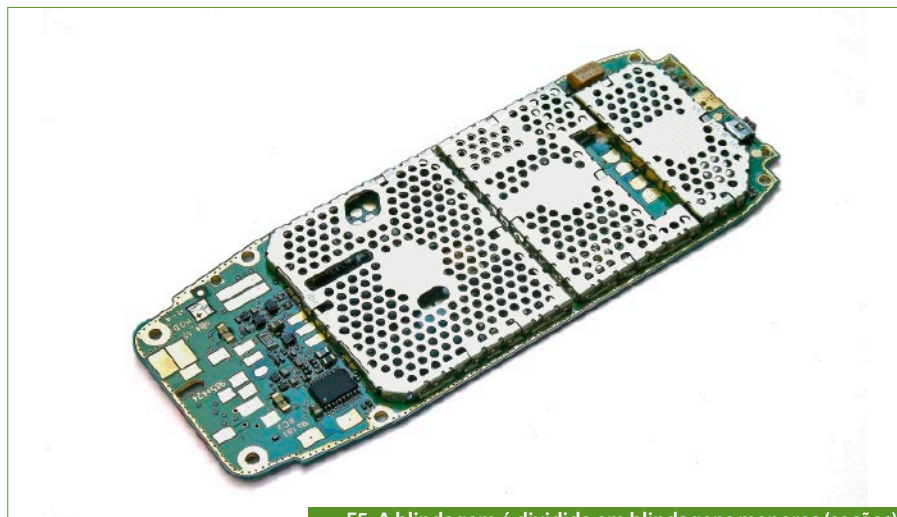
Existem diversos métodos para o controle de ruído. Iremos citar três deles.

O primeiro consiste em reduzir as emissões de cada uma das fontes através da escolha adequada dos componentes utilizados, análise do circuito impresso, controle de impedância das trilhas da PCB, controle dos terras e retornos, separação física entre circuitos e blindagem. Reduzindo-se ao máximo cada fonte, iremos obter a redução do ruído total. Este método deve ser aplicado durante a fase de desenvolvimento do produto. Em termos de custo, esse é o melhor método a ser aplicado.

O segundo método consiste em se tratar todo o ruído gerado como se fosse de uma fonte única e projetar uma blindagem que permita limitar o ruído a um valor abaixo do máximo permitido. Este método pode ser utilizado quando não houver problemas de interferência interna (*crosstalk*) e queremos atender aos limites impostos por uma norma.

Utilizar gabinetes blindados para RF normalmente acrescem os custos consideravelmente. Quando ocorrerem problemas de interferência interna, muitas vezes, será necessário dividir a blindagem em blindagens menores, cada uma atendendo uma parte do circuito, como podemos ver na **figura 5**.

O terceiro método, embora seja o menos recomendado, é o mais utilizado e ocorre porque durante o projeto, geralmente, não



F5. A blindagem é dividida em blindagens menores (seções).



F6. Gabinete plástico que utiliza tinta condutiva como forma de blindagem.

são levados em conta os cuidados com a compatibilidade eletromagnética. Neste caso, o gabinete é projetado de forma independente do circuito e posteriormente se descobre que ele não apresenta o nível de blindagem necessário para atingir os limites indicados pela norma, ou para a operação normal do equipamento. Neste caso, o projeto deve ser revisto e medidas internas devem ser tomadas para reduzir os níveis de emissão. Inevitavelmente retrabalhos serão necessários e irão impactar nos custos e prazos de entrega.

Uma regra prática é sempre prever pontos de fixação para blindagens nos gabinetes, mesmo se elas não forem necessárias. Isto é especialmente verdadeiro para gabinetes plásticos. Dessa forma se for descoberto durante os testes que uma blindagem será necessária para atender a

alguma norma de EMC, basta desenvolver a blindagem e montá-la no gabinete. Durante o desenvolvimento do molde, prever alguns pontos de fixação não irá, praticamente, alterar seu valor. Fazer essas modificações quando o projeto já se encontra em um estágio avançado de desenvolvimento pode ser totalmente inviável levando, inclusive, ao cancelamento do projeto.

Gabinetes não metálicos podem, em alguns casos, se valer do uso de tintas condutivas para implementar uma blindagem eletromagnética. Só é importante considerar que esse tipo de blindagem não apresenta grandes atenuações e necessita desenvolvimento cuidadoso e materiais especiais, especialmente no que diz respeito à sua durabilidade. Na **figura 6** podemos ver um gabinete plástico que utiliza tinta condutiva como forma de blindagem.

Materiais das blindagens

Blindagens eletromagnéticas são feitas quase sempre de materiais metálicos. Exceções são feitas para plásticos e tintas condutivas, que possuem em sua composição algum tipo de metal ou grafite.

A escolha adequada do material da blindagem será fundamental para a obtenção da máxima atenuação dos sinais de RF assim como para o mínimo custo de implementação. Dessa forma será necessária uma pequena olhada na teoria das blindagens eletromagnéticas, mas nada muito assustador, isto é, nada das equações de Maxwell ou Teoria dos Campos Eletromagnéticos.

No final dos anos 30, Schelkunoff propôs um modelo simples para as blindagens eletromagnéticas baseado nas suas propriedades de reflexão e absorção. Dessa forma, a eficiência de blindagem (SE) de uma barreira é definida como:

$$SE_{dB} = A_{dB} + R_{dB} + B_{dB}$$

onde o termo A representa a perda por absorção, R representa a perda devida à reflexão dos sinais e B representa a perda por reflexões internas ao material da blindagem e é fortemente dependente das perdas por absorção. Para perdas por absorção maiores que 10 dB, o fator B_{dB} pode ser ignorado (figura 7). Dessa forma a expressão será simplificada para:

$$SE_{dB} = A_{dB} + R_{dB}$$

Também podemos ver os conceitos envolvidos nessas expressões. As perdas por reflexão e absorção podem ser expressas por:

$$R_{dB} = 20 \log_{10} Z_W / 4Z_B$$

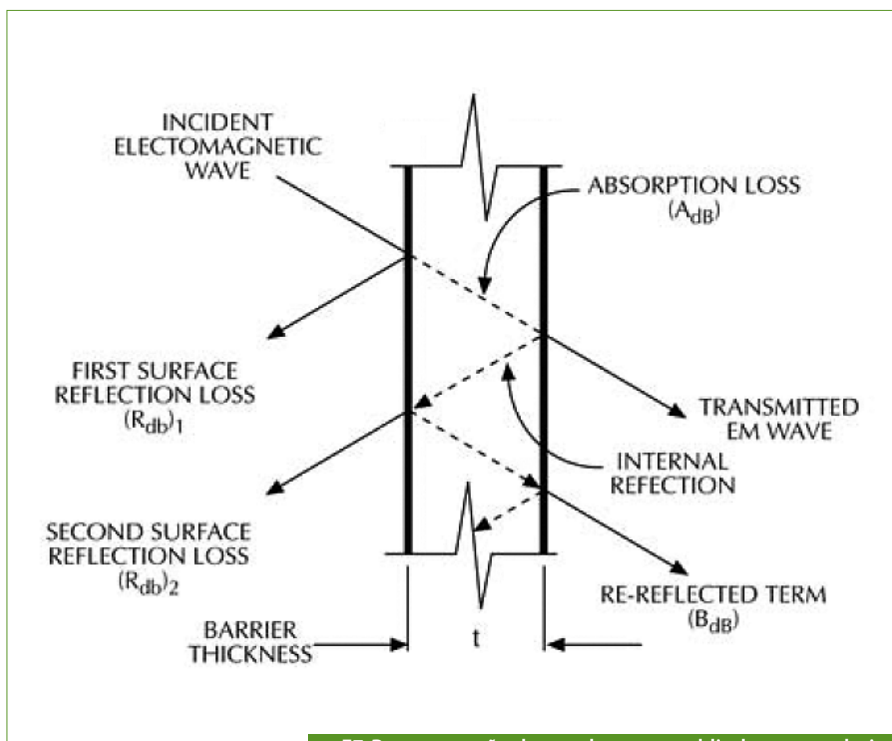
onde Z_W é a impedância da onda eletromagnética e Z_B é a impedância intrínseca da blindagem, e

$$A_{dB} = 8,686 \alpha t$$

onde α é o coeficiente de absorção da blindagem e t é a espessura da blindagem em centímetros.

O inverso do coeficiente de absorção ($1/\alpha$) é chamado de *skin depth* e é a propriedade magnética que tende a forçar a circulação de corrente na superfície de um condutor. Conforme a frequência, a condutividade ou a permeabilidade aumentam, menor será o skin depth e maior a perda por absorção.

Considerando todos esses fatores, podemos obter um conjunto de equações que



F7. Representação das perdas em uma blindagem condutiva.

relacionam as características do material da blindagem, suas condições de utilização e as perdas por reflexão e absorção:

$$R_{dB} = 322 - 10 \log_{10} (\mu_r / \sigma_r) (1/r^2 f^3)$$

(para campos elétricos)

$$R_{dB} = 15 - 10 \log_{10} (\mu_r / \sigma_r) (1/r^2 f)$$

(para campos magnéticos)

$$R_{dB} = 168 - 10 \log_{10} (\mu_r / \sigma_r) f$$

(para ondas planas)

$$A_{dB} = 1,314 (t_{cm}) (\mu_r \sigma_r f)^{1/2}$$

Onde μ_r é a permeabilidade relativa e σ_r é a condutividade relativa do material da blindagem, f é a frequência em hertz, r é a distância entre a fonte de sinal eletromagnético e a blindagem, em metros, e t é a espessura da blindagem em centímetros.

É importante observar que para as perdas por reflexão devemos verificar se estamos na condição de campo próximo (*near field*) ou campo distante (*far field*). Na condição de campo próximo temos diferentes valores para a perda por reflexão para campo elétrico (E) e magnético (H). Consideramos que estamos trabalhando em campo próximo se a distância entre a fonte de sinal e a blindagem for menor que $\lambda/2\pi$. Se a distância for maior, então consideramos ondas planas.

A eficiência de uma blindagem metálica sólida é bastante alta, mas na prática, os valores de atenuação obtidos serão muito menores devido aos aspectos mecânicos de sua construção. Descontinuidades, emendas, furos de ventilação e diversos outros fatores práticos irão reduzir a atenuação máxima da blindagem.

A escolha cuidadosa do material da blindagem irá permitir obter a atenuação necessária levando em conta as limitações impostas por aspectos mecânicos e térmicos do projeto.

Conclusão

Uma blindagem eletromagnética pode ser projetada com relativa facilidade, mas exige um estudo cuidadoso das condições do circuito eletrônico, frequências envolvidas, limitações mecânicas e de custo. Implementar uma blindagem ao final do projeto sempre será mais difícil, mais caro e o resultado pode inviabilizar um projeto. Uma blindagem deve ser considerada desde o início do projeto eletrônico, mesmo que ela não venha a ser utilizada no final. Adaptações mecânicas em projetos finalizados sempre serão traumáticas.

Em um próximo artigo iremos discutir os aspectos práticos e suas implicações no desempenho de uma blindagem. **E**

Soluções Práticas Para o Técnico de Campo

Os circuitos básicos simples podem significar a solução para grandes problemas. Usados de forma independente, ou associados a outros circuitos, nas configurações testadas que apresentamos aqui encontram utilidades na eletrônica de consumo e na industrial. Empregando componentes tradicionais, procuramos dar configurações básicas que resolvam pequenos e grandes problemas “com o que o profissional tiver nas mãos”, o que é muito importante em casos de emergência.

Newton C. Braga

1- Proteção de Fontes

O circuito mostrado na **figura 1** é uma proteção do tipo “Crow Bar” em que o disparo ultra-rápido de um SCR - quando a tensão de referência V_Z é ultrapassada - a causa a abertura do fusível. Essa ação rápida de interrupção do circuito pode ser importante nas situações em que temos um aumento lento da corrente devido a problemas, o que permite aos componentes mais frágeis ficarem sujeitos à queima. V_Z é um zener de 400 mW ou mais e o SCR TIC106 não precisa de radiador de calor, uma vez que o tempo de condução desse componente é muito pequeno. O capacitor C_1 evita o disparo do circuito com transientes. A idéia vale para correntes acima de 1 A, caso em que SCRs de maior corrente devem ser empregados.

Na **figura 2** temos a sugestão de placa de circuito impresso na qual pode ser implementada esta simples solução prática.

2- Comparador com Operacional

Um comparador de tensão de precisão, empregando diodo zener como referência, pode ser implementado com um amplificador operacional de uso geral como o 741. O circuito da **figura 3** ilustra

como isso pode ser feito. Evidentemente, outros amplificadores operacionais equivalentes podem ser utilizados. Neste circuito, a saída se mantém no nível alto até o momento em que a tensão de entrada atinge o valor de referência dado pelo diodo zener. O diodo zener pode ser de qualquer tipo de 400 mW e a fonte de alimentação não necessita ser simétrica. Este circuito pode ser usado em sistemas de segurança, detecção de alimentação de sensores e em muitas outras aplicações de consumo e na indústria.

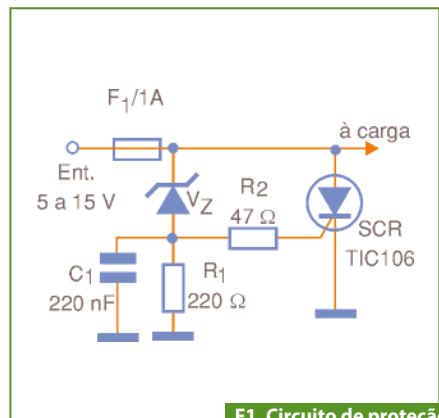
A placa de circuito impresso para o caso em que é usado um amplificador operacional 741 comum é observada na **figura 4**.

Lista de Materiais 1

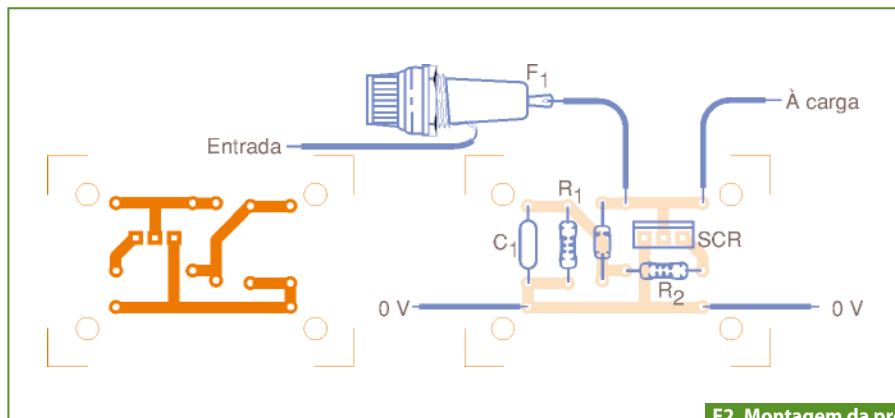
- SCR** – TIC106 ou equivalente – diodo controlado de silício
- V_Z** – Diodo zener de 1,9 a 12 V x 400 mW
- R_1** – 220 ohms x 1/8 W – resistor
- R_2** – 47 ohms x 1/8 W – resistor
- C_1** – 220 nF – capacitor de poliéster ou cerâmico
- F_1** – Fusível de 1 A

Diversos:

Placa de circuito impresso, suporte para fusível, fios, solda etc.



F1. Circuito de proteção Crowbar.



F2. Montagem da proteção crowbar em PCI.

3- Acionador lógico de LED

O circuito apresentado na **figura 5** é uma porta lógica NOR (Não-OU) em que um LED acende quando uma (ou outra) entrada está no nível baixo. Sua principal característica é a compatibilidade com lógica TTL o que permite ligá-lo na saída de microprocessadores, microcontroladores e outros equipamentos que empreguem essa lógica. Trata-se de uma solução interessante para se fazer um sistema indicador TTL sem a necessidade de circuitos integrados especiais. O LED pode ser de qualquer cor, mas dada a tensão mais baixa de acionamento, os vermelhos são os mais indicados para essa solução.

A placa de circuito impresso para a montagem deste indicador é vista na **figura 6**.

4- Microamplificador integrado

Uma solução interessante para sistemas de comunicação rápida, aviso de funcionamento, amplificação de sinais

Lista de Materiais 2

CI₁ – 741 – circuito integrado, amplificador operacional

V_Z – Zener de 1,2 a 12 V x 400 mW

R₁, R₃ – 10 kohms x 1/8 W – resistores

R₂ – 4,7 kohms x 1/8 W – resistor

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda etc.

Lista de Materiais 3

Q₁ – BC548 – transistor NPN de uso geral

D₁, D₂ – 1N4148 – diodos de uso geral

LED – LED vermelho comum

R₁ – 3,9 kohms x 1/8 W – resistor

R₂ – 120 ohms x 1/8 W – resistor

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda etc.

Lista de Materiais 4

CI₁ – TDA7052 – amplificador, circuito integrado

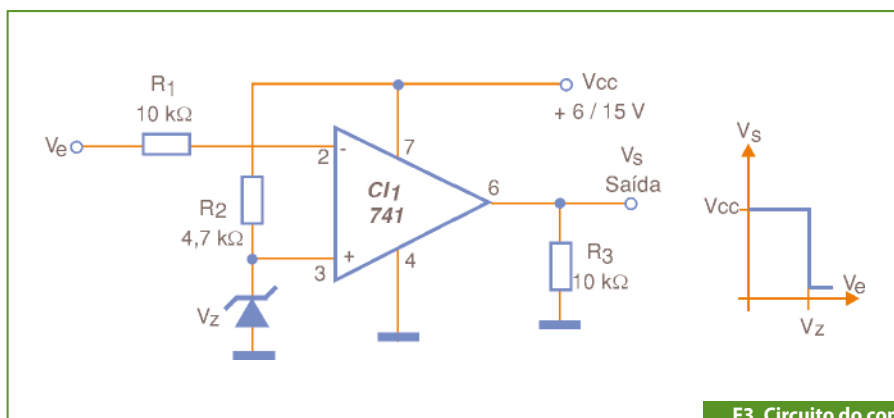
R₁ – 4,7 kohms x 1/8 W – resistor

C₁ – 100 nF – capacitor cerâmico

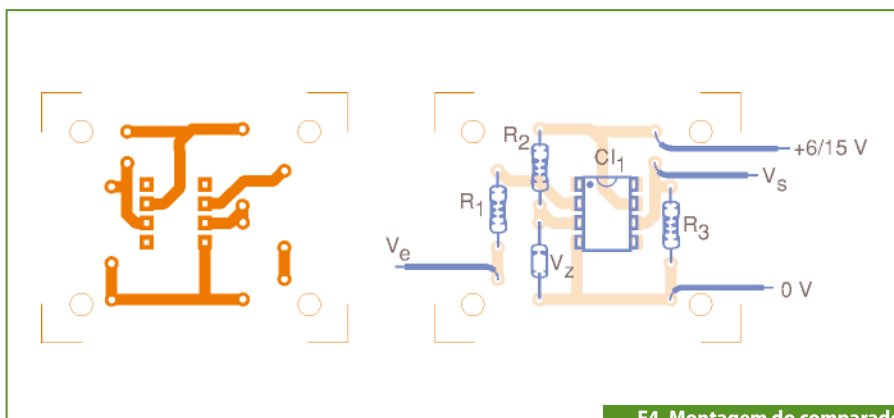
C₂ – 220 µF x 6 V – capacitor eletrolítico

Diversos:

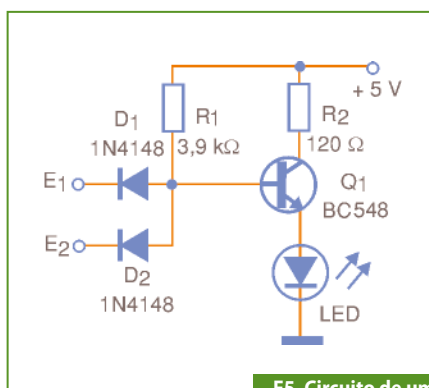
Placa de circuito impresso, fios, solda etc.



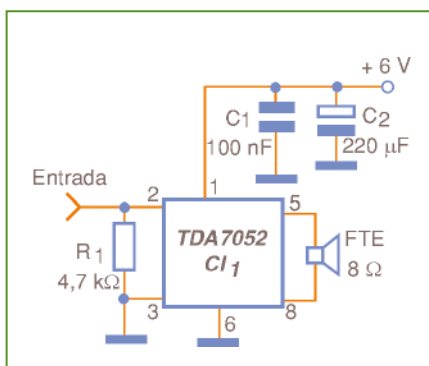
F3. Circuito do comparador com A.O.



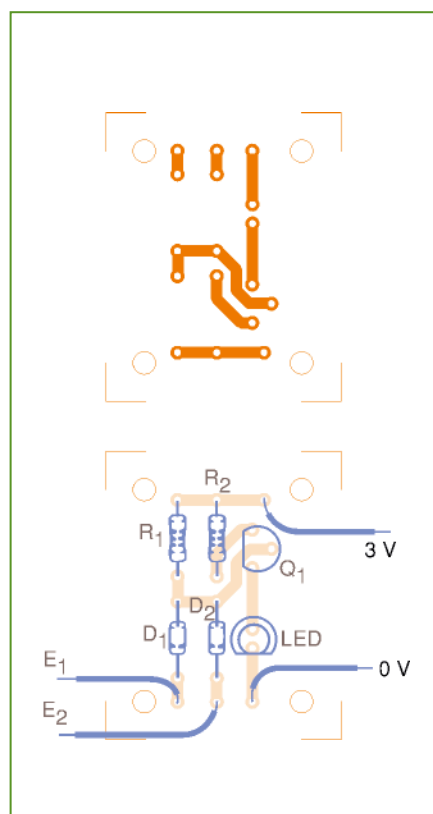
F4. Montagem do comparador com A.O. em PCI.



F5. Circuito de uma porta NOR.



F7. Circuito do microamplificador integrado.



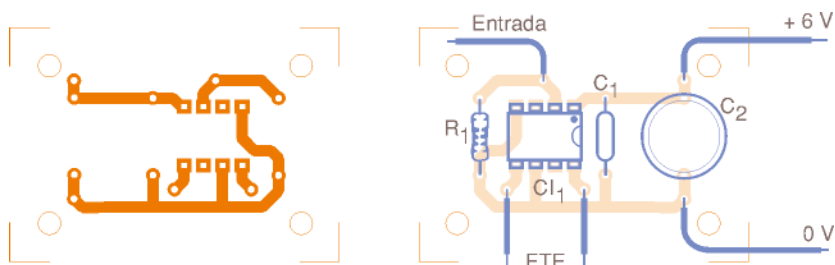
F6. Montagem da porta NOR em PCI.

Lista de Materiais 5

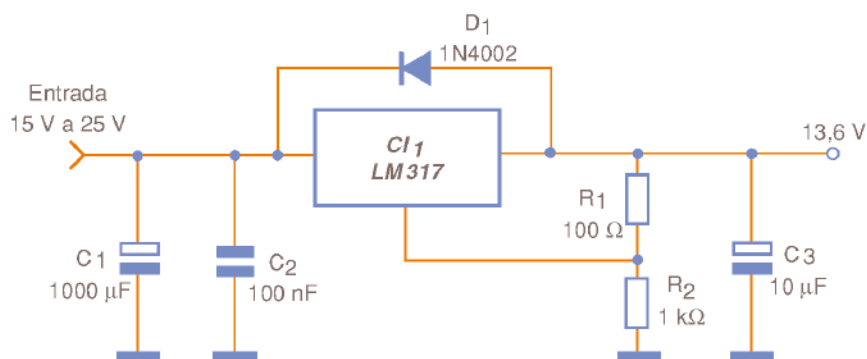
- CI₁** – LM317 T – circuito integrado regulador de tensão
- D₁** – 1N4002 – diodo de silício
- R₁** – 100 ohms x ½ W – resistor
- R₂** – 1 kohms x 1/8 W – resistor
- C₁** – 1 000 µF x 25 V – capacitor eletrolítico
- C₂** – 100 nF – capacitor cerâmico
- C₃** – 10 µF x 16 V – capacitor eletrolítico

Diversos:

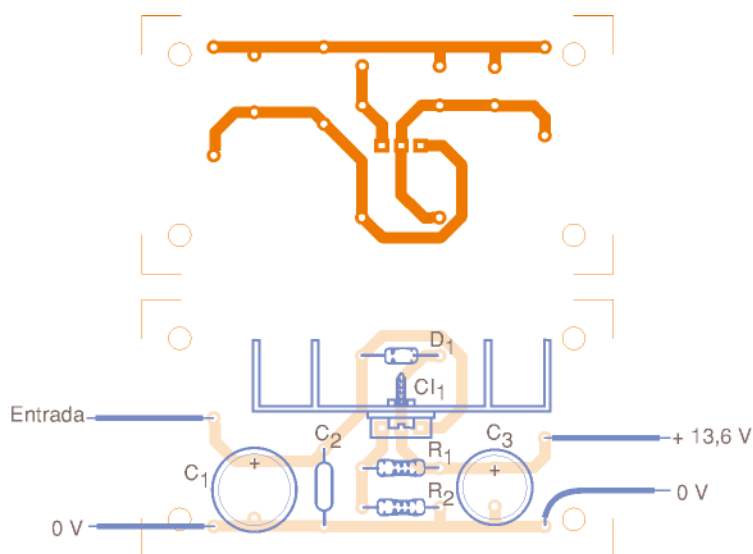
Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda etc.



F8. Montagem do micro-amplificador em PCI.



F9. Circuito do regulador de 13,6 V x 1,5 A.



F10. Montagem do regulador (13,6V x 1,5A) em PCI.

de alarme, gravadores digitais, etc. é o amplificador mostrado na **figura 7**. Ele se baseia no circuito TDA 7052, que fornece perto de 1 W com alimentação 6 V e precisa de apenas um resistor e dois capacitores externos. Para o acoplamento ao circuito externo é recomendável o uso de um capacitor de 100 nF a 10 µF dependendo da fonte de sinal. Os capacitores C₁ e C₂ devem ser montados o mais próximo possível dos pinos de alimentação. O alto-falante pode ser de qualquer tipo e tamanho com as impedâncias na faixa indicada no diagrama. A placa de circuito impresso para a montagem desta etapa amplificadora é visto na **figura 8**.

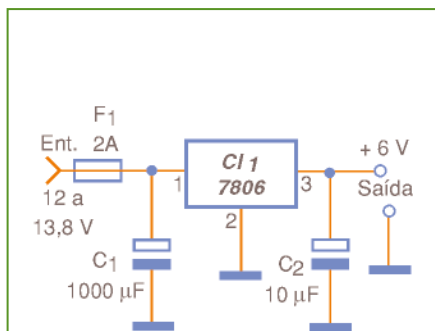
5- Regulador de 13,6 V x 1,5 A

O circuito mostrado na **figura 9** é ideal para se obter uma tensão regulada de 13,6 V para alimentação na bancada de equipamentos de uso móvel, normalmente operando com baterias automotivas. A corrente máxima de saída é de 1,5 A, determinada pelo circuito integrado LM317. O circuito integrado deve ser montado em um bom radiador de calor. Os capacitores eletrolíticos precisam ter tensões de trabalho de pelo menos 25 V. Será conveniente ainda proteger a entrada do circuito através de um fusível. A precisão da tensão de saída irá depender da precisão dos resistores R₁ e R₂.

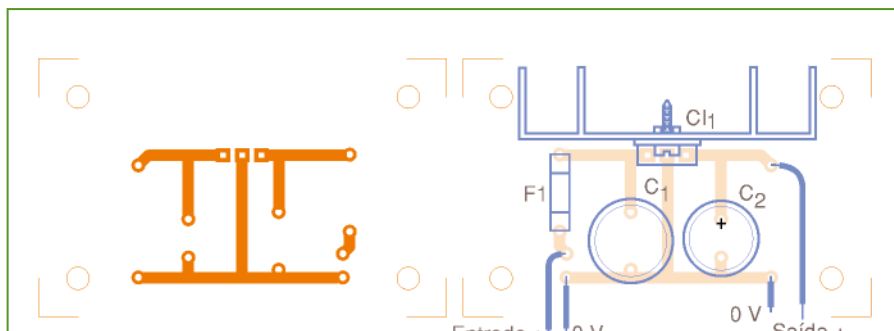
Na **figura 10** temos a placa de circuito impresso para implementação deste regulador de tensão.

6- Redutor Automotivo de 6 V x 1 A

A finalidade do circuito da **figura 11** é obter, de forma simples, uma tensão



F11. Circuito do redutor automático de 6V x 1A.



F12. Montagem do redutor automático em PCI.

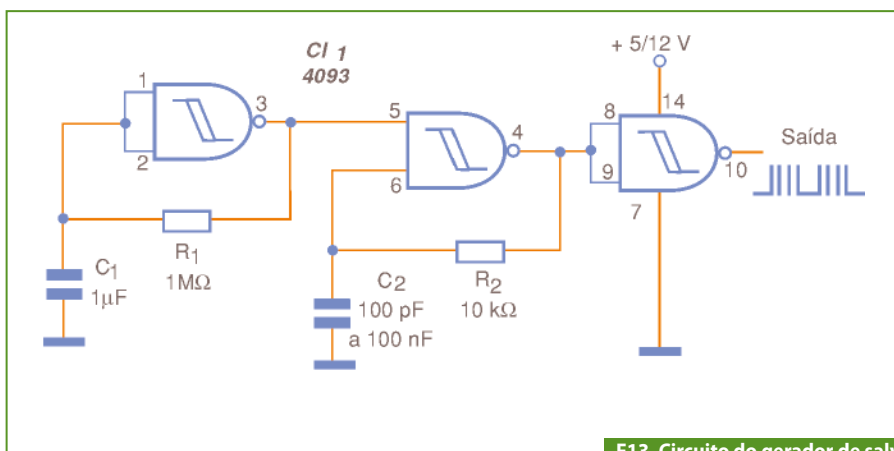
de 6 V para alimentação de equipamentos portáteis a partir da bateria de uso automotivo. A corrente máxima é de 1 A e plugues de conexão com polaridade correta devem ser usados. O capacitor C_1 precisa ter uma tensão de trabalho de pelo menos 16 V e o circuito integrado deve ser montado em dissipador de calor.

Na **figura 12** temos a placa de circuito impresso para a montagem do redutor. Recomendamos que ele seja fechado em caixa plástica.

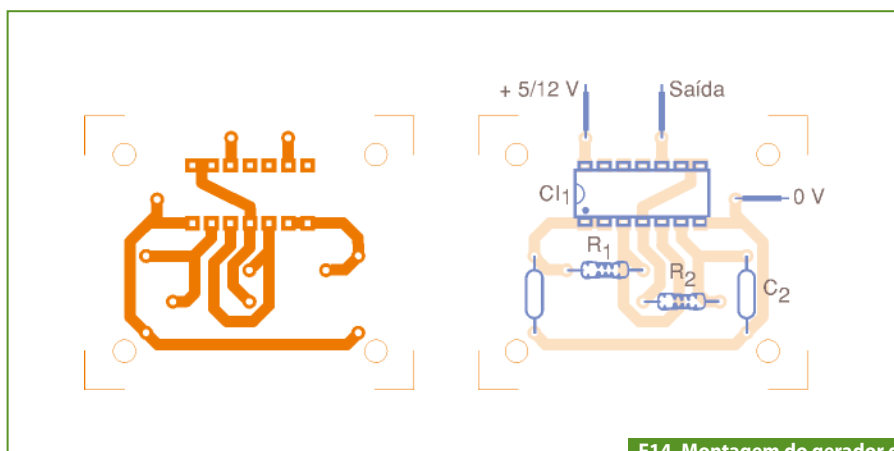
7- Gerador de Salva de Pulsos

A finalidade do circuito observado na **figura 13** é gerar trens ou salva de pulsos retangulares em tempos intervalados. Os intervalos são iguais à duração do trem e basicamente determinados por C_1 e R_1 . Com os valores indicados, este tempo é da ordem de 1 segundo. Outros intervalos podem ser obtidos com a troca desses componentes. A frequência dos pulsos é determinada por C_2 e R_2 que, no caso, está em torno de alguns quilohertz. Esses componentes também podem ter seus valores alterados segundo a aplicação. A alimentação do circuito determinará sua intensidade. Lembramos que, com 10 V de alimentação, a frequência máxima de operação do circuito estará em torno de 7 MHz.

Podemos usar este circuito no teste de sistemas digitais de aquisição de dados, teste de linhas de transmissão de dados e em muitas aplicações semelhantes. Na **figura 14** temos uma placa de circuito impresso para implementação do dispositivo.



F13. Circuito do gerador de salva de pulsos.



F14. Montagem do gerador de salva pulsos em PCI.

Lista de Materiais 6

- CI₁ – 7806 – circuito integrado
- C₁ – 1000 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- C₂ – 10 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
- F₁ – 2 A – fusível

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda, radiador de calor para o circuito integrado etc.

Lista de Materiais 7

- CI₁ – 4093 – circuito integrado CMOS
- R₁ – 1 Mohms x 1/8 W – resistor
- R₂ – 10 kohms x 1/8 W – resistor
- C₁ – 1 µF – capacitor de poliéster
- C₂ – 100 pF a 100 nF – capacitor de poliéster ou cerâmico

Diversos:

Placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda etc.

10 Projetos Práticos de Osciladores

Embora existam soluções integradas para osciladores que podem gerar qualquer frequência como, por exemplo, as baseadas em microprocessadores, em situações de emergência, no reparo de máquinas e equipamentos, ou simplesmente para se testar um circuito, o desenvolvedor poderá precisar de um oscilador usando uma configuração tradicional empregando transistores ou circuitos integrados simples. Neste artigo apresentamos uma coletânea de circuitos osciladores que podem ser de utilidade para quem está necessitando de uma configuração desse tipo.

Newton C. Braga

Osciladores são circuitos necessários numa infinidade de aplicações práticas. Sempre que precisarmos de uma forma de onda determinada, numa certa frequência, a solução está em um oscilador, e para isso o desenvolvedor também tem uma infinidade de opções.

Neste artigo, fornecemos alguns osciladores prontos que, com pequenas alterações envolvendo tanto a determinação da frequência quanto a intensidade do sinal, poderão atender às necessidades específicas. Damos também as fórmulas que permitem calcular os componentes para as frequências desejadas, mantendo os demais fixos.

O projetista que souber calcular e otimizar um projeto não terá dificuldades em adaptar qualquer dos osciladores que descrevemos para a aplicação que tiver em mente.

Oscilador com Transistor de Efeito de Campo (FET)

Na **figura 1** temos um oscilador controlado a cristal que pode gerar sinais na faixa de 100 kHz a 30 MHz, com base em um FET de junção (JFET). O capacitor C_1 deve ser cerâmico e o transistor admite equivalentes como o MPF102 que, no entanto, tem uma disposição de terminais diferente da indicada.

O “choque de RF” pode ser do tipo comercial ou fabricado (enrolando-se aproximadamente 100 voltas de fio 32 ou mais fino em um núcleo de FI) aproveitado de rádio transistorizado.

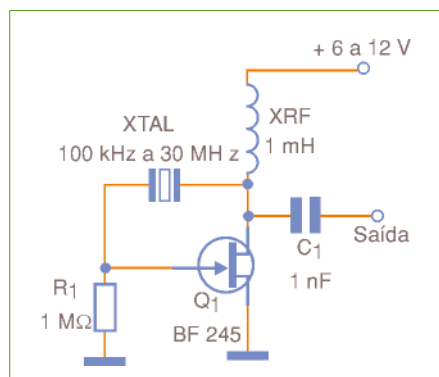
Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste simples oscilador.

Lista de Materiais

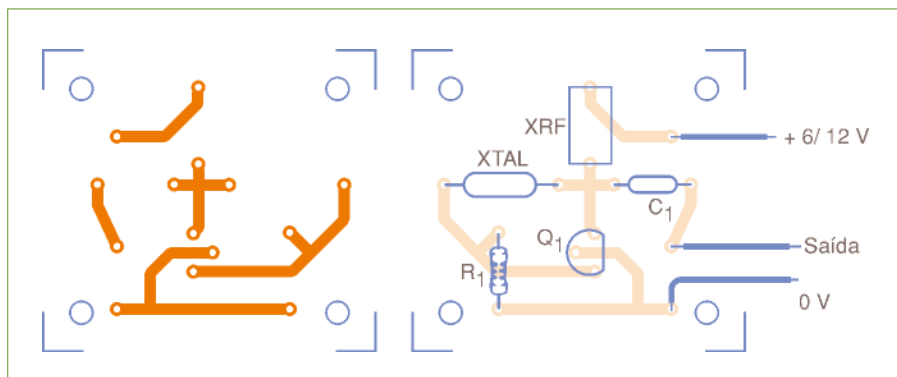
Q₁ - BF245 - FET de junção (JFET)
XTAL - cristal conforme a frequência desejada
R₁ - 1 MΩ x 1/8 W - resistor
XRF - 1 mH - ver texto
C₁ - 1 nF - capacitor cerâmico

Diversos:

Placa de CI, fios, solda, etc.



F1. Oscilador a cristal com transistor FET.



F2. Montagem do oscilador a cristal com FET numa PCI.

Multivibrador Astável

Uma outra configuração tradicional de oscilador usada quando se deseja um sinal retangular, é a que emprega dois transistores ligados como multivibrador astável. A configuração vista na **figura 3** pode gerar sinais que vão de fração de hertz até algumas dezenas de megahertz, sem problemas, usando transistores comuns.

Junto ao diagrama temos a fórmula que permite calcular os componentes para a frequência desejada.

Fazendo $R_2 = R_3$ e $C_1 = C_2$, o ciclo ativo será de 50%. Podemos usar capacitores diferentes para obter outros ciclos ativos.

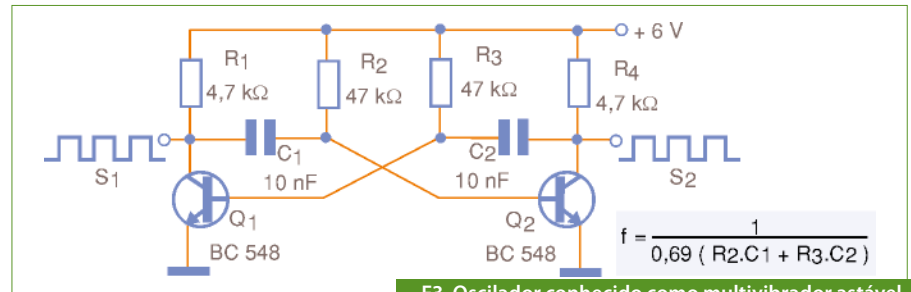
Os capacitores podem ter valores entre 10 nF e 100 µF, tipicamente.

Os resistores R_1 e R_4 podem ser alterados assim como R_2 e R_3 em função da tensão de alimentação. O circuito opera satisfatoriamente entre 3 e 12 V.

Na **figura 4** temos uma sugestão de

placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

Para os valores indicados a frequência estará em torno de 3,5 kHz, com alimentação de 6 V.

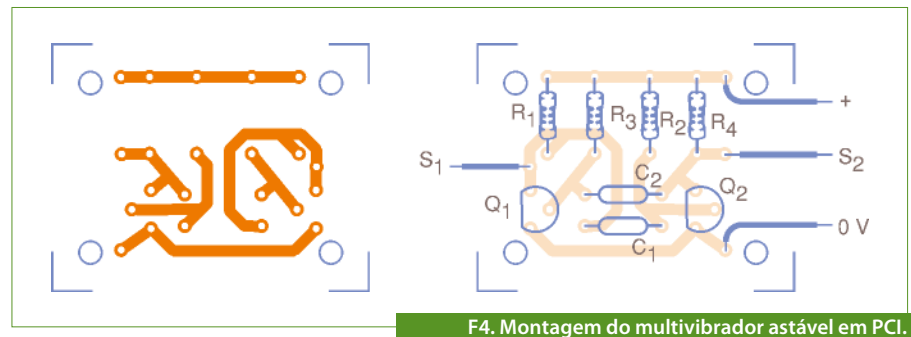


Lista de Materiais

Q_1, Q_2 – BC548 ou equivalentes – transistores NPN de uso geral
 R_1, R_4 – 4,7 kΩ x 1/8 W - resistores
 R_2, R_3 – 47 kΩ x 1/8 W - resistores
 C_1, C_2 – 10 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster

Diversos:

Placa de CI, fios, solda, etc.



Oscilador RC com Dois Inversores

Uma outra solução para gerar sinais retangulares de alguns hertz até 5 MHz aproximadamente, é a que faz uso de dois inversores CMOS conforme ilustra a **figura 5**.

Este oscilador RC tem sua frequência calculada de modo exato pela primeira fórmula, onde V_{TR} é a tensão de disparo de cada porta. Uma fórmula mais simples, que despreza esse fator, uma vez que ele é aproximadamente o mesmo para uma

ampla faixa de alimentações, é dada abaixo, no próprio diagrama.

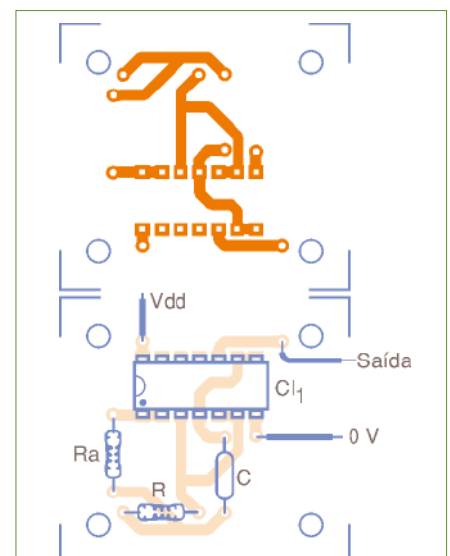
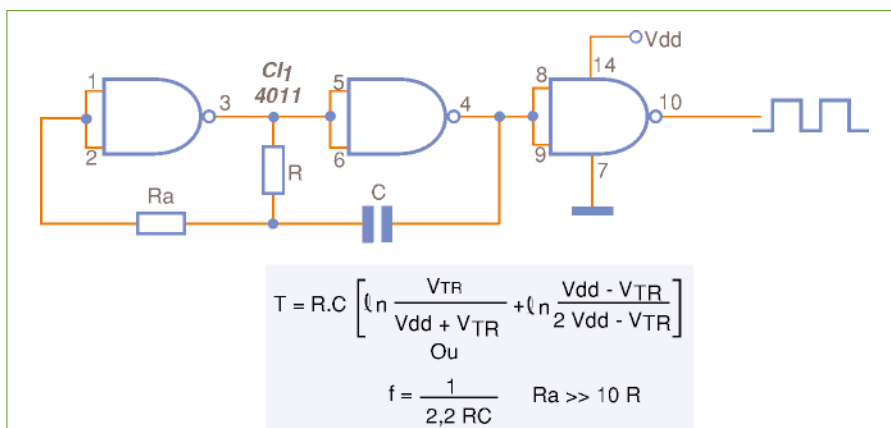
O resistor R_a deve ser pelo menos 10 vezes maior que R . Valores típicos de R estão na faixa de 10 kohms a 100 kohms e o capacitor entre 100 pF e 100 nF. O sinal gerado é retangular. Qualquer função CMOS que possa ser configurada como inversor pode ser utilizada neste oscilador, como portas NOR, NAND, Inversores, etc. Na **figura 6** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.

Lista de Materiais

CI_1 – 4011, 4001 ou outro inversor CMOS – ver texto
 R_a – 100 kΩ – ver texto
 R – 10 kΩ – ver texto
 C – 10 nF a 100 nF – capacitor

Diversos:

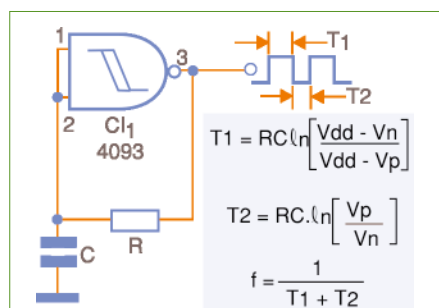
Placa de CI, fios, solda, etc.



Oscilador Integrado 4093

Talvez esta seja uma das soluções de oscilador com circuito integrado com maior quantidade de projetos já publicados nesta Revista. De fato, pela sua versatilidade, capaz de gerar sinais de 0,001 Hz a quase 10 MHz com facilidade e apenas dois componentes externos, ela consiste na solução ideal quando se necessita de um sinal retangular.

No caso, aproveitamos somente uma das quatro portas NAND do 4093, podendo as outras três portas serem usadas com outras finalidades. O circuito básico com a fórmula que permite calcular sua frequência, é dado na **figura 7**. T_1 é o período em que a saída permanece no nível alto, enquanto que



F7. Circuito básico do oscilador integrado 4093.

T_2 é o tempo que ela se mantém no nível baixo. V_{dd} é a tensão de alimentação, V_t a tensão de excursão positiva e V_n a tensão de excursão negativa. Essas duas últimas tensões dependem da alimentação, conforme **tabela** dada abaixo:

Tensão (V_{dd})	V_t	V_n
5 V	3,3	1,8
10 V	6,2	4,1
15 V	9,0	6,3

Esses são valores típicos à temperatura ambiente, podendo variar sensivelmente na prática. Assim, eles servem apenas para um cálculo aproximado da frequência.

O 4093 pode oscilar até uns 7 ou 8 MHz com alimentação de 10 V. Valores típicos de R estão na faixa de 1 kohm a 1 Mohm e para C entre 100 pF e 100 µF.

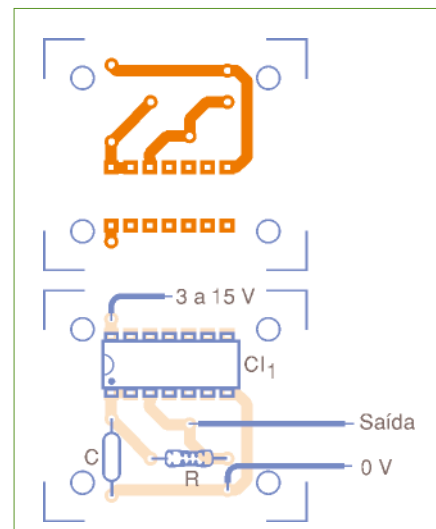
Lista de Materiais

CI_1 – 4093 – circuito integrado CMOS
 R – resistor – ver texto
 C – capacitor – ver texto

Diversos:

Placa de CI, fios, solda, etc

Na **figura 8** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para aproveitarmos somente a primeira porta como oscilador. As demais portas podem ser empregadas em outras funções, ou ainda ligadas em paralelo como inversores para amplificação digital do sinal gerado. A corrente drenada (ou fornecida) por cada saída com alimentação de 10 V é de 2,25 mA.

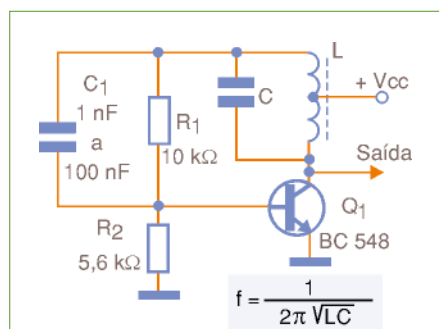


F8. Montagem do oscilador em uma PCI.

Oscilador Hartley

Para gerar sinais numa faixa de frequências entre algumas dezenas de quilohertz até 30 ou 40 MHz, o oscilador Hartley mostrado na **figura 9** serve perfeitamente.

Nesse circuito, é o par ressonante LC que determina a frequência de operação. Para altas frequências podemos usar tanto uma bobina com núcleo ajustável quanto um capacitor variável. Os valores de C_1 são escolhidos em função da faixa de frequências a serem geradas, assim como a bobina, que deve ser enrolada em um bastão de ferrite para as frequências abaixo de 20 MHz e sem núcleo acima de 20 MHz.



F9. Circuito de um Oscilador Hartley.

Frequência	C_1	L	C
10 kHz a 100 kHz	22 a 100 nF	200 a 500 espiras	10 a 100 nF
100 kHz a 1 MHz	4,7 nF a 22 nF	100 a 200 espiras	100 pF a 10 nF
1 MHz a 10 MHz	2,2 nF a 4,7 nF	20 a 100 espiras	10 pF a 1 nF
10 MHz a 30 MHz	470 pF a 1 nF	8 a 20 espiras	4,7 pF a 10 pF

Para os valores de resistores indicados no diagrama, a alimentação pode ficar entre 3 e 12 V. A fórmula junto ao diagrama permite calcular de maneira mais exata a frequência de operação.

Na **figura 10** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador.

Observamos que, para frequências

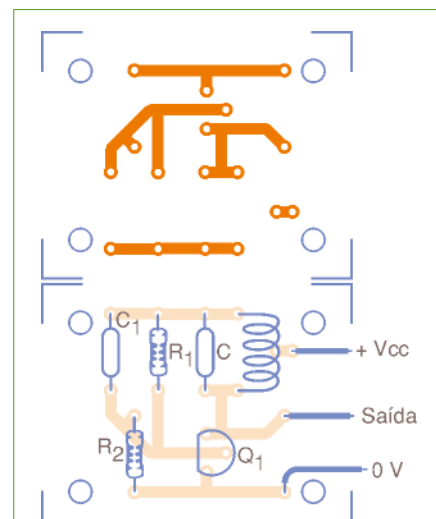
Lista de Materiais

Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
 C_1 – 1 nF a 100 nF – capacitor – ver tabela
 C – capacitor – ver tabela
 L – bobina conforme a frequência – ver tabela
 R_1 – 10 kΩ x 1/8 W – resistor
 R_2 – 5,6 kΩ x 1/8 W – resistor

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, núcleo de ferrite para bobina, solda, etc.

acima de 1 MHz, os capacitores devem ser cerâmicos. A **tabela** acima dá o número de espiras em um bastão de 1 cm de diâmetro x 10 cm de comprimento, assim como o valor de C_1 . O valor de C também é fornecido.



F10. Montagem do Oscilador Hartley em PCI.

Oscilador de Duplo T

Osciladores de duplo T consistem numa solução simples para se gerar sinais senoidais de baixas frequências, até uns 10 kHz tipicamente. Esses circuitos também podem ser usados para gerar oscilações amortecidas, bastando para isso que $R/2$ seja substituído por um *trimpot* de mesmo valor.

No caso de oscilações amortecidas, o estímulo para sua produção pode ser aplicado à base do transistor através de um capacitor

ou um diodo. Na **figura 11** temos a configuração básica de um oscilador de duplo T.

Valores típicos de R estão entre 100 k e 150 kohms e para os capacitores (C) valores entre 4,7 nF e 470 nF podem ser empregados. Observe a necessidade dos componentes do duplo T manterem as relações de valores indicadas no diagrama.

A fórmula que permite calcular a frequência em função dos componentes do duplo T também é dada junto ao diagrama, de modo a facilitar o trabalho do desenvolvedor.

Uma placa de circuito impresso para

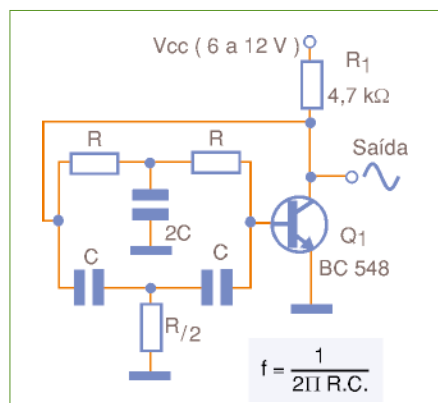
a montagem do oscilador é mostrada na **figura 12**, caso ele seja usado isoladamente.

Lista de Materiais

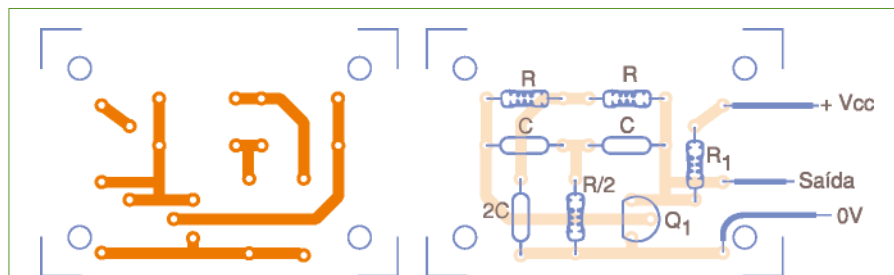
Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
 R_1 – 4,7 k Ω ou 5,6 k Ω x 1/8 W – resistor
 R – 100 k Ω – resistores – ver texto
 C – 4,7 nF a 470 nF – capacitores – ver texto

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de alimentação, etc.



F11. Circuito básico do oscilador de duplo T.



F12. Montagem de um oscilador duplo T em PCI.

Oscilador 555

Pela sua versatilidade, baixo custo e capacidade de gerar sinais retangulares entre fração de hertz até 500 kHz, o 555 consiste numa solução das mais utilizadas em projetos práticos. Na verdade, poder contar com o 555 em versões CMOS e de baixas tensões abre uma gama enorme de possibilidades de aplicação deste CI para o desenvolvedor.

Como oscilador, o 555 é ligado na configuração mostrada na **figura 13**, onde as fórmulas junto ao diagrama dão os tempos de saída no nível alto e no nível baixo e, a partir delas, a frequência de oscilação. R_a e R_b não podem ser menores que 1 kohm e o valor máximo recomendado, dadas as instabilidades que podem ser geradas por fugas

no capacitor, é 1 Mohm. Para o capacitor, os valores típicos estão entre 100 pF e 1 500 μ F. Valores muito altos podem instabilizar o circuito se o componente usado tiver fugas.

A saída do 555 pode drenar ou fornecer até 200 mA, mas com cargas indutivas é interessante usar um circuito *driver*. O ciclo ativo deste circuito é maior que 50 %. Recursos externos como o uso de diodos para descarga podem ser empregados para se modificar o ciclo ativo.

Na **figura 14** observamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a

montagem deste oscilador.

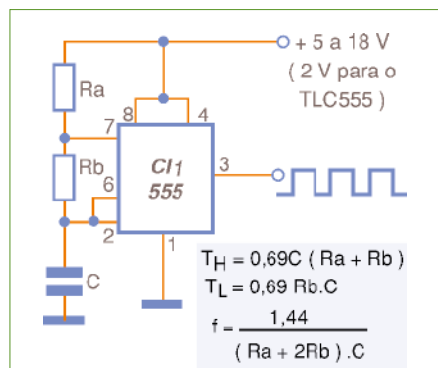
A alimentação pode ficar entre 5 e 18 V tipicamente, se bem que existam versões que podem operar com 1,5 V ou menos. O circuito dado como exemplo gera um sinal de áudio de alguns quilohertz.

Lista de Materiais

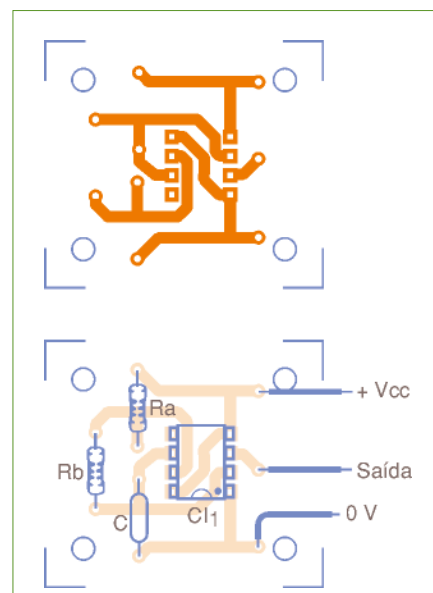
CI_1 – 555 – circuito integrado
 R_1, R_2 – 10 k Ω x 1/8 W – resistores
 C_1 – 47 nF – capacitor

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.



F13. Circuito de um oscilador com CI 555.



F14. Montagem do oscilador 555 em PCI.

Oscilador de Relaxação Néon

Ainda que consista de uma configuração já superada, pois podemos ter osciladores com componentes mais modernos, trata-se de uma opção interessante para quem precisa de um sinal de baixa frequência dente-de-serra com grande amplitude.

Este tipo de circuito pode ser utilizado no disparo de SCRs, bases de tempo de baixas frequências e temporização. A grande vantagem está na facilidade de se obter os componentes e na simplicidade do circuito. Na **figura 15** temos a configuração básica deste oscilador, indicado para a alimentação direta pela rede de energia. A fonte de alimentação é dada em conjunto.

Com este oscilador é possível gerar sinais numa faixa que vai de frações de hertz (menos de 0,001 Hz) até uns 20 kHz ou pouco mais, uma vez que a lâmpada néon é um dispositivo lento. A mesma configuração pode ser implementada com dispositivos mais modernos como DIACs e SIDACs ou até mesmo SCRs, conforme mostra a **figura 16**.

Lista de Materiais

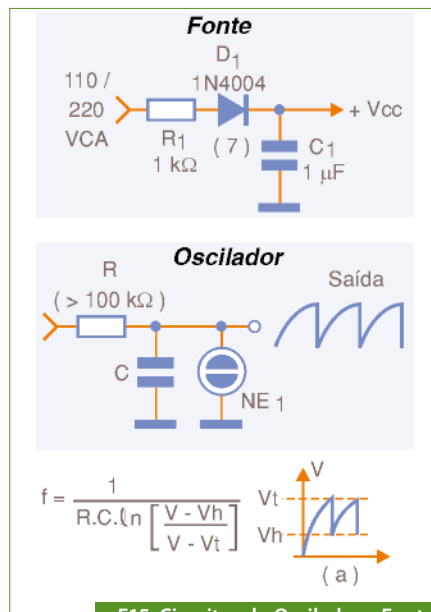
- D_1 – 1N4004 – diodo retificador (110 V) ou 1N4007 (220 V)
- NE_1 – lâmpada néon comum (NE-2H ou equivalente)
- R_1 – 1 k Ω x 5 W – resistor de fio
- C_1 – 1 μ F x 250 V (110 V) ou 400 V (220 V) – capacitor
- C e R – ver texto

Diversos:

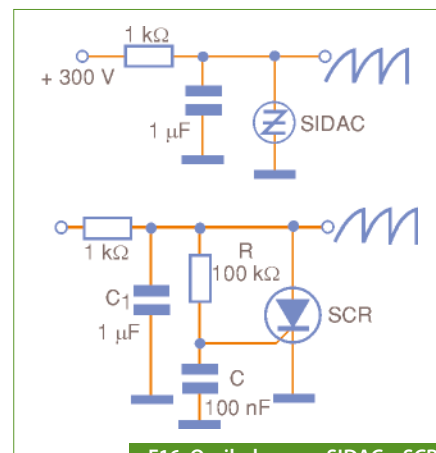
Placa de CI, fios, solda, etc.

A fórmula que permite calcular a frequência de operação é dada junto ao diagrama, onde V é a tensão de alimentação, V_t é a tensão de disparo (tipicamente de 80 a 90 V para as lâmpadas comuns) e V_h a tensão de

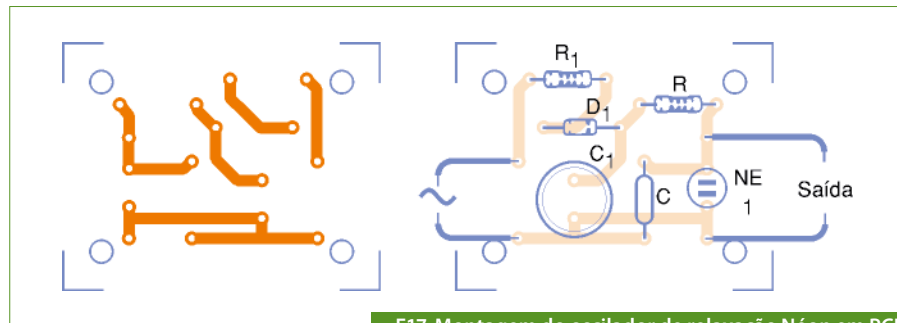
manutenção entre 50 e 60 V para as mesmas lâmpadas. O resistor R pode ter valores entre 100 k a 10 Mohms e o capacitor entre 10 nF e 10 μ F. Para valores altos recomenda-se o uso de capacitores despolarizados (poliéster). Observe no gráfico que a tensão oscilará entre V_h e V_t , quando o oscilador estiver em operação. Na **figura 17** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.



F15. Circuitos do Oscilador e Fonte.



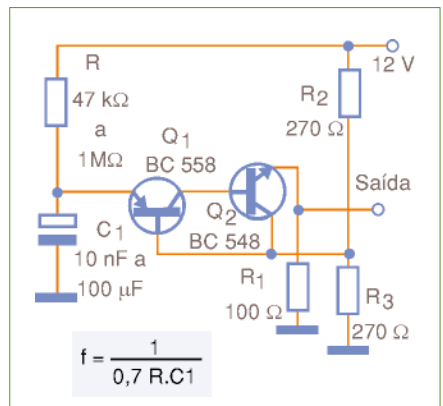
F16. Oscilador com SIDAC e SCR.



F17. Montagem do oscilador de relaxação Néon em PCI.

Relaxação com Transistores Bipolares

Quando se fala em oscilador de relaxação, logo se pensa nos transistores unijunção, mas também é possível usar transistores bipolares.

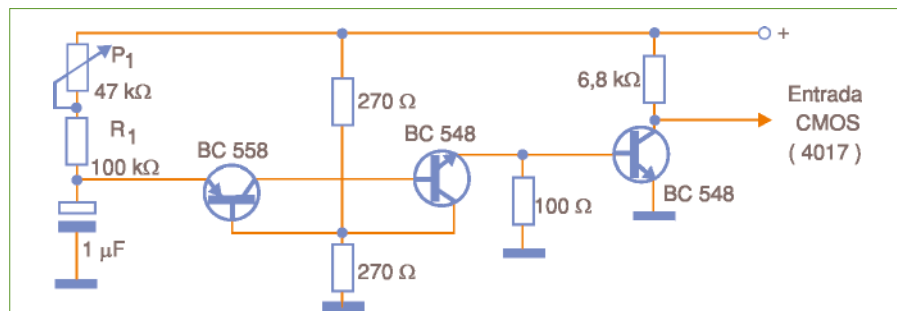


F21. Circuito de um oscilador de relaxação.

ção que, apesar de serem extremamente versáteis, em razão de sua antiguidade, já não são muito fáceis de obter.

Todavia, o que talvez muitos leitores não saibam é que é possível simular um transistor unijunção com dois transistores bipolares e elaborar um interessante oscila-

dor para baixas frequências. Esse oscilador, que pode gerar sinais de 0,001 Hz a 10 kHz tipicamente, tem seu circuito exibido na **figura 20**. A alimentação deve ser feita com tensões de pelo menos 12 V e a frequência é determinada por R e C_1 , conforme a fórmula aproximada junto ao diagrama.



F22. Oscilador de relaxação usado com contador CMOS (4017).

Oscilador Controlado por Cristal

Uma forma de se obter um sinal de frequência exata é usando um oscilador controlado por cristal de quartzo e para esta finalidade podemos ter circuitos que utilizam transistores ou circuitos integrados.

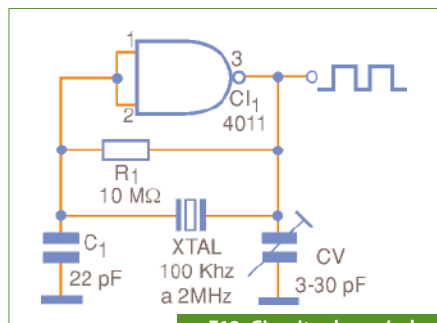
O circuito ilustrado na **figura 18** pode gerar sinais retangulares (compatíveis com lógica) entre 100 kHz e 2 MHz, servindo como *clock* para microprocessadores, microcontroladores e outras aplicações semelhantes. Utilizamos uma porta de um 4011, mas qualquer uma que possa ser configurada como inversor pode ser empregada. A alimentação pode ser

Lista de Materiais

CI₁ – 4011 ou equivalente – circuito integrado CMOS
XTAL – cristal de 100 kHz a 2 MHz
R₁ – 10 MΩ x 1/8 W – resistor
C₁ – 22 pF – cerâmico
C₂ – 3-30 pF – *trimmer*

Diversos:

Placa de CI, fios, solda, etc.



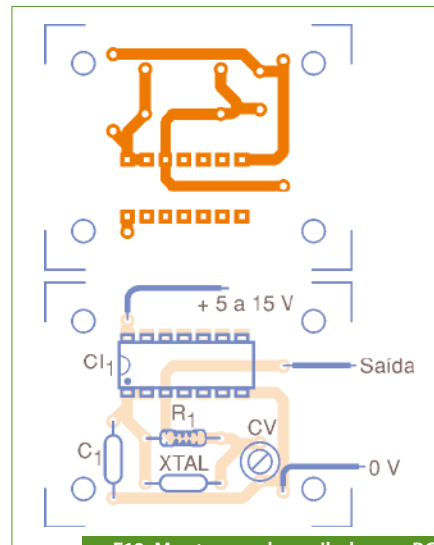
F18. Circuito do oscilador.

feita com tensões de 5 a 15 V e os capacitores devem ser cerâmicos. O sinal produzido é próximo do retangular, podendo ser amplificado digitalmente (*bufferizado*) pelas outras portas do mesmo CI. Na **figura 19** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso, embora, na maioria dos casos, o circuito seja parte de uma configuração mais complexa incluída na mesma placa.

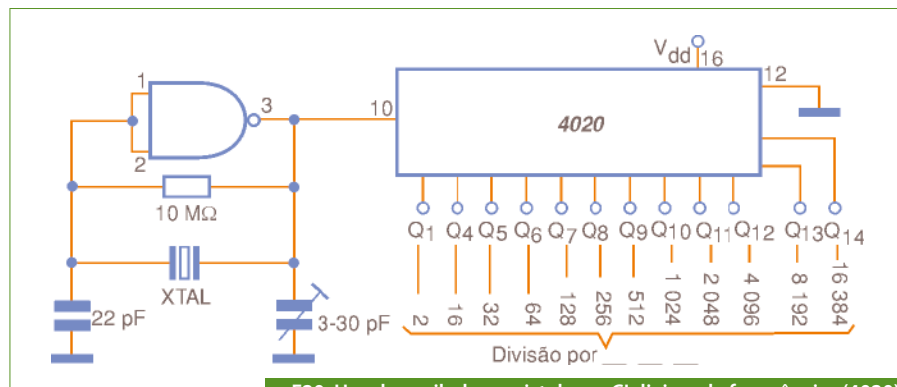
O *trimmer* serve para ajustar o ponto de partida para que o oscilador entre em funcionamento facilmente logo ao ser ligado. Esse *trimmer* também ajusta levemente a frequência pela sua ação nas ressonâncias internas do cristal. Uma sugestão para quem deseja frequências mais baixas utilizando este oscilador, é fazer a divisão do sinal por valores que sejam potências de 2 com base num 4020, veja exemplo na **figura 20**.

Aplicando-se o sinal na entrada deste CI, a frequência ficará dividida por potências de 2, com a possibilidade de se obter a divisão por até 16 384. Com isso, frequências de

uns poucos hertz podem ser conseguidas com um cristal de maior frequência, sem problemas. Dois ou mais 4020 podem ser “cascateados” para se obter frequências extremamente baixas a partir de cristais.



F19. Montagem do oscilador em PCI



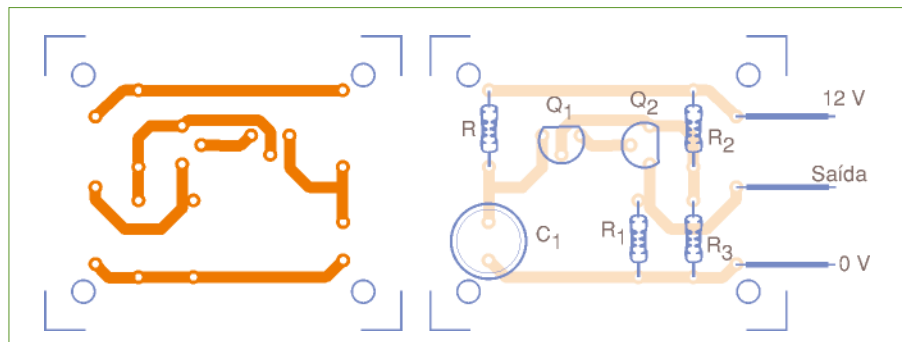
F20. Uso do oscilador a cristal com CI divisor de frequências (4020).

Essa fórmula é aproximada, tanto em função das tolerâncias dos componentes de tempo quanto dos próprios ganhos dos transistores utilizados. O sinal gerado por esse oscilador pode disparar com facilidade entradas de contadores CMOS se for usado

um transistor *driver* adicional, observe a **figura 8**. Uma placa de circuito impresso para a montagem do oscilador é dada na **figura 9**, caso o leitor queira implementá-lo de modo independente.

Transistores equivalentes podem ser

usados, e os valores de R e C₁ indicados são os limites recomendados. R pode ser substituído por um resistor de 47 kohms em série com um potenciômetro ou *trim-pot* de 1 M para se obter um oscilador de frequência variável.



F23. Montagem do oscilador de relaxação em PCI.

Lista de Materiais

Q₁ – BC558 – transistor PNP de uso geral
Q₂ – BC548 – transistor NPN de uso geral
R – ver texto – resistor
C₁ – ver texto – capacitor
R₁ – 100 ohms x 1/8 W – resistor
R₂, R₃ – 270 Ω x 1/2 W – resistores

Diversos:

Placa de CI, fios, solda, etc.

Quem sabe faz a hora...



Humberto Barbato
Presidente da ABINEE

Eu quero que a França continue a ser um país da produção, eu quero manter as nossas fábricas". Esta declaração de Nicolas Sarkozy é o retrato da preocupação de um governante com o futuro de seu país. Feita em um momento de profunda incerteza para a Zona do Euro - cujo crescimento previsto oscila entre meio e um por cento para este ano - traduz de forma nua e crua o espectro que paira sobre o continente europeu e envolve também nações mais ricas, no caso Alemanha e França.

Ao anunciar uma série de medidas para elevar a competitividade da indústria francesa, o governo Sarkozy asseverou que a elevada contribuição previdenciária dos empregados, recolhida pelas empresas, reduz a competitividade da produção local que acaba se deslocando para outras regiões do mundo. Para além de uma intrincada ação macroeconômica, com suas lógicas de equilíbrio orçamentário e fiscal, o governo francês adotou uma clara iniciativa em defesa da indústria nacional.

Afinal, se a geração de riqueza e de empregos de qualidade, a integração de cadeias produtivas, a inovação e o desenvolvimento tecnológico, as externalidades criadas em outros setores econômicos e o alcance do bem-estar social são fatores que orientam o planejamento e a ação governamental para além de uma retórica repetitiva e amorfa, o governo, seja qual for o seu perfil ideológico, não pode jamais abrir mão da sua indústria.

O Brasil, como país do avesso, segue lógica distinta. Por aqui, se não bastassem a complexa carga tributária, a excessiva valorização da moeda, o elevado custo da mão de obra e a eterna insegurança jurídica (como já foi dito: "O Brasil é o único país do mundo em que até o passado é incerto"), conseguimos inventar algo genuíno: a desoneração dos produtos importados. Pelo visto, de tudo fazemos por aqui para desestimular o crescimento da indústria. Em que pese os esforços emoldurados no Plano Brasil Maior, e em políticas industriais anteriores, continuamos a léguas de

distância de uma política governamental que se identifique fortemente com os interesses e objetivos da indústria local.

Pois bem, à revelia da legislação constitucional e infraconstitucional, alguns governos estaduais passaram a conceder, sob a modalidade de crédito presumido ou deferimento, incentivo fiscal no âmbito do ICMS para empresas, escritórios e até "bibocas" (em certos casos, vale) que promovam o ingresso de mercadorias através de seus portos. Claramente, a redução do imposto torna o produto importado mais barato que o nacional. Como afirma documento da CNI: "é como se cada estado pudesse arbitrar a sua taxa de câmbio para importação, tornando-a ainda mais valorizada". Ou seja, voltamos aos tempos da Velha República.

O fato é que o produto importado é presenteado com um benefício fiscal que não é oferecido ao produto nacional. O tratamento tributário mais favorável ao importado é não isonômico, injusto, inconstitucional e, portanto, inaceitável. Vale lembrar, também, que esses benefícios não são aprovados pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) - órgão constitucionalmente responsável pela construção do pacto federativo nesta matéria tributária. As empresas que produzem no Brasil pagam o ICMS sem incentivo e a diferença do custo fiscal pode chegar a 9% em relação aos importados. Estima-se que essa prática diminuiu a capacidade do país gerar 771 mil empregos desde 2010 e que o PIB deixou de crescer R\$ 18,9 bilhões. Tal anomalia ocorre em meio a uma crise mundial, quando os países lá fora brigam para não perder empregos.

É desconhecida situação semelhante em outros países. Pois aí está a nossa criatividade em meio a um fracassado pacto federativo!!! Em que pese a decisão dos estados de procurar atrair e gerar emprego e renda em seus territórios, o interessante é que tal medida afeta o próprio potencial industrial daqueles que concedem os incentivos e gera desestímulos ao desenvolvimento da indústria aqui instalada.

Não há, portanto, razões que justifiquem a "guerra fiscal nos portos". Entre outras razões, ela é prejudicial porque retira competitividade do produto nacional, reduz a geração potencial de riqueza e de empregos no País, estimula as importações de forma desproporcional ao PIB dos estados que a fomentam e aumenta a receitas dos estados que concedem os incentivos em detrimento da arrecadação dos demais.

Cerrando fileiras com a CNI, federações estaduais e várias associações setoriais, a ABINEE está apoiando a aprovação do Projeto de Resolução nº 72/2011, de autoria do Senador Romero Jucá, que fixa alíquotas do ICMS nas operações interestaduais para bens e mercadorias trazidas do exterior. Ao apoiar o Projeto, o objetivo principal da indústria e de seus representantes é eliminar a nefasta guerra dos portos, que oferta privilégios ao produto final importado em detrimento do bem fabricado no País.

É possível que alguns julguem a nossa posição. O setor eletroeletrônico, certamente, apresenta o maior déficit comercial do complexo industrial brasileiro. Em 2011, a diferença entre as nossas importações e exportações atingiu a casa dos US\$ 32 bilhões. Para este ano, esperamos déficit de cerca de US\$ 38 bilhões. Assim, poder-se-ia levantar a hipótese de que o setor é forte beneficiário das vantagens oferecidas às importações nesses Estados. De fato, isto até pode estar ocorrendo. Questionamos, todavia, o quanto deste volume importado, em condições favorecidas, não está representado pelo ingresso de tudo que é tipo de "bugiganga chinesa".

Antes de mais nada, a nossa luta consiste na defesa da indústria instalada no país. Acima de interesses individuais e localizados, devem pairar os interesses da nação brasileira. Renda e empregos precisam ser gerados aqui e por isso incentivos fiscais deveriam contemplar a produção feita no País. E que, um dia, possamos aprender com o exemplo dado pelo governo francês!

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

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



Características principais:

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

Aplicações típicas:

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

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

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

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



(11) 3372-9240

vendas.brasil@infineon.com

www.infineon.com

Distribuidores:



ARROW BRASIL S/A.

(11) 3613-9300

vendas@arrowbrasil.com.br

www.arrowbrasil.com.br



(11) 5079-2150

vendas@avnet.com

www.em.avnet.com



(11) 4066-9400

rnetto@farnellnewark.com

www.farnellnewark.com.br

**MICROCONTROLADORES FLASH
DE BAIXO CUSTO**



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/I²C, UART, USB
- A/D de 12 bit para HT66Fxx
- Excelente para aplicações em áreas de eletroeletrônicos, segurança, automação industrial, automotiva, produtos de consumo, etc.

Visite o site da Holtek e conheça toda linha:
WWW.HOLTEK.COM

HOLTEK 

ANYTEK
conectores

 **FORDATA**
FOR DATA DISPLAY

módulos RF
WENSHING 

 **GlobalSat**
Wired by Wireless

 **PLUS**
Cl reproduzidor de sons

FAGOR 

 **SIMCom**
A company of SIM Tech

 **Cika**
Eletrônica

Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

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