



SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

:: Display Enrolável

Nova tecnologia da Philips

:: A tecnologia dos Nanochips

:: Técnicas de proteção contra descargas atmosféricas

:: Senha Eletrônica com microcontrolador PIC

:: Seleção de amplificadores classe D

:: Tecnologia dos resistores de precisão

:: Como funciona o telefone celular digital

40
anos

ISSN 0101-6717



9 770101 671003 00374

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA!
10%
de desconto

de R\$ ~~66,00~~ por **R\$ 59,40**

Redes de Alta Velocidade Cabeamento Estruturado

Autores: Vicente Soares Neto, Adelson de Paula Silva e Mário Boscato C. Júnior - 304 pág.

As redes de alta velocidade somente poderão ter sucesso quando, suportadas pela tecnologia de Cabeamento Estruturado. Este livro, pela sua própria concepção, não tem por objetivo um caráter conclusivo, mas sim possibilitar aos profissionais da área, estudantes e professores uma linha de aprendizado básico e sistemático sobre o assunto. Na sua essência, o livro abrange de forma atual a teoria básica para o Cabeamento Estruturado, os pontos relativos ao planejamento e projeto, bem como os cuidados que devem ser tomados quanto à instalação, operação e manutenção desses sistemas.



de R\$ ~~69,00~~ por **R\$ 62,10**

Telecomunicações Evolução e Revolução

Autor: Antonio Martins Ferrari - 328 pág.

O principal objetivo do autor com este livro é ampliar os conhecimentos dos leitores sobre Telecomunicações, tornando acessíveis os principais conceitos e idéias. Parte de um breve resumo da evolução histórica das telecomunicações e se desenvolve agregando progressivamente ingredientes com maiores detalhes. Abrange: Telegrafia, Telex, Telefonia, Rede Telefônica, Tráfego, Central Computadora, Sistemas Eletromecânicos e Híbridos, Ambiente de Rede, Evolução do SPC, Multiplexação, Tarifação, Projeto de Rotas Ópticas, Telefonia Móvel, Telefones sem fio, ISDN e Internet, Comunicações Empresariais, Terminais Telefônicos, CATV entre outros.



MONTAGEM, MANUTENÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE COMPUTADORES PESSOAIS

Autor: Edson D'Avila - 240 pág.

de R\$ ~~56,00~~ por **R\$ 50,40**

Este livro contém informações detalhadas sobre montagem de computadores pessoais. Destina-se aos leitores que se interessam pela Informática. É um ingresso para o fascinante mundo do Hardware dos Computadores Pessoais. Seja um integrador. Monte seu computador de forma personalizada e sob medida. As informações estão baseadas nos melhores produtos de informática. Ilustrações com detalhes irão ajudar no trabalho de montagem, configuração e manutenção. Escrito numa linguagem simples e objetiva, permite que o leitor trabalhe com computadores pessoais em pouco tempo. Anos de experiência profissional são apresentados de forma clara e objetiva.



de R\$ ~~48,00~~ por **R\$ 43,20**

TELEFONIA E CABEAMENTO DE DADOS

Autor: Valter Lima - 216 pág.

Existe diferença entre os cabos de uma rede ponto a ponto e de uma rede cliente servidor? Como ligar uma extensão de um ramal ou linha telefônica? Como contar os pares de um cabo telefônico e identificar uma linha entre as várias instaladas em um edifício residencial ou comercial? Quais são os acessórios e ferramentas do instalador de redes telefônicas e de computadores, e como utilizá-los? Estes são apenas alguns dos temas tratados nesse livro, o qual abrange desde os princípios básicos de telefonia fixa até a instalação e programação de uma central telefônica de PABX, além de técnicas de manutenção e dos principais tópicos e dicas para instalação de uma rede de dados e conexão a Internet.



de R\$ ~~82,00~~ por **R\$ 73,80**

TEORIA E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS

Autores: Antônio Marco Vicari Cipelli, Waldir João Sandrini e Otávio Markus - 464 pág.

Este livro apresenta os principais dispositivos eletrônicos discretos e integrados, desde os seus princípios de funcionamento até suas principais especificações técnicas. Dentre eles, estão os diodos (zener e retificadores controlado e não controlado), transistores (bipolar, FET e UJT), sensores (PTC, NTC e LDR), reguladores de tensão, amplificador operacional, temporizador e amplificador integrado.

Para cada dispositivo, são apresentadas as suas principais aplicações e métodos de projeto dos circuitos que os empregam, principalmente as diversas configurações de fonte de alimentação e amplificadores transistorizados.



PEDIDOS

SABER.MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5330

Preço válido até 10/04/2004

REMETEMOS PELO CORREIO
PARA TODO O BRASIL



Editora Saber Ltda.

Diretores

Hélio Fittipaldi

Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

ELETRÔNICA
REVISTA DE CIÊNCIAS, AUTOMAÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO

www.sabereletronica.com.br

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

Diretor Técnico

Newton C. Braga

Redação

Sérgio Vieira

Conselho Editorial

Alexandre Capelli
João Antonio Zuffo
Newton C. Braga

Colaboradores

Alaor Saccomano,
Alfonso Perez,
A.W. Franke, Jeff Eckert,
Sebastião G. dos Santos Filho

Designers

Diego Moreno Gomes
Diogo Shiraiwa
Jonas Ribeiro Alves
Renato Paiotti

Circulação

José Luiz Cazarim

PUBLICIDADE

Ricardo Nunes Souza
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto

PARA ANUNCIAR: (11)6195-5339

publicidade@editorasaber.com.br

Impressão

PROL Editora Gráfica Ltda.

Distribuição

Brasil: DINAP
Portugal: MIDESA

ASSINATURAS

www.sabereletronica.com.br
fone/fax: (11) 6195-5335
atendimento das 8:30 às 17:30h

Saber Eletrônica é uma publicação mensal 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) 6195-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site www.sabereletronica.com.br, ou pelo tel. 6195-5330, ao preço da última edição em banca.

Associada da:

ANER

Associação Nacional dos Editores de Revistas.

ANATEC
PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS

Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.

www.anatec.org.br

EDITORIAL

A MISSÃO

Quando iniciamos o nosso trabalho, no fim de 1975, que era dar continuidade à edição da Revista Eletrônica, editada pela Etegil (uma empresa do grupo PHILIPS), estabelecemos como meta fornecer informações ao mercado técnico de Eletrônica sobre novas tecnologias, novos produtos e tudo mais que fosse preciso para fazer crescer o mercado de trabalho e de produtos para gerar muitos negócios. Iniciamos nossa participação na edição nº 45 (1976), com artigos bem variados para atender aos profissionais (que eram poucos no Brasil), e aos muitos iniciantes. Na época, a alta tecnologia estava entrando na mente do brasileiro como principal foco, já que nos últimos anos as notícias na grande imprensa eram sobre a exploração espacial e toda a tecnologia envolvida.



Hélio Fittipaldi

Este foi o cenário propício para que os nossos leitores, futuros cientistas, professores, empresários, engenheiros dos mais diversos ramos, médicos, mecâtrônicos, advogados, militares, etc., viessem a ser encontrados hoje em todas essas profissões, e muitos em postos de comando em grandes, médias e pequenas empresas.

A grande revolução tecnológica comandada pela eletrônica, que preparou o terreno para a informática, foi a que vivenciamos e onde desempenhamos o nosso papel formativo.

Graças a visão de meu pai, Saverio Fittipaldi (1928-1997), que colocou a Editora Saber à frente deste processo, com uma equipe da mais alta qualidade e ao nosso Diretor Técnico Newton C. Braga, que conseguiu entender os anseios dos nossos leitores, é que podemos comemorar nesta edição os 40 anos.

Infelizmente, muitas outras revistas tanto no Brasil como em outros países, não conseguiram se adaptar às contínuas mudanças da tecnologia e fecharam nos últimos anos.

A boa notícia é que apesar da pirataria de cópias tipo "xerox" e de *home pages* que não sabem o mal que fazem (principalmente ignorando a contravenção penal que perpetram, com sérios riscos até de prisão para seus autores), estamos comemorando 40 anos dispostos a continuar por muito tempo passando notícias, conhecimentos de novos produtos e novas tecnologias para aqueles que têm o nosso veículo como única fonte técnica confiável para manter o seu negócio ou sua empregabilidade.

Atendimento ao Leitor: a.leitor.sabereletronica@editorasaber.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.

40 anos

ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO



Capa Revista
Eletrônica N°1

© COMEÇO



A.W. Franke

FOI DIFÍCIL

No início da década de 1950, a Ibrape – Indústria Brasileira de Produtos Eletrônicos e Elétricos S/A, pertencente ao Grupo Philips, deu início à publicação de um Boletim, o Boletim Ibrape, destinado à divulgação de tecnologias avançadas e produtos de última geração. Nessa época, os produtos mais avançados eram as válvulas. Os transistores, embora já houvessem sido inventados, ainda estavam nos seus primeiros passos, não possuíam ainda sequer aplicações práticas e muito menos projetos viáveis de aplicação. Até mesmo as válvulas eram importadas, não havia produção nacional desses componentes.

O Boletim Ibrape existiu por cerca de uma década, trazendo sempre projetos interessantes e divulgando novas tecnologias. Foi posteriormente substituído pela Revista Eletrônica Ibrape, cujo intuito era o mesmo, porém dedicando maior espaço a todos esses assuntos e ampliando a distribuição, que continuava gratuita, pelo Correio.

Em 1963 nasceu a idéia de ampliar ainda mais o alcance dessas informações, com o lançamento da Revista Eletrônica, que além da distribuição por assinaturas (agora pagas) seria também vendida em bancas de jor-

nais, o que permitiria ampliar significativamente o leque de interessados, técnicos e estudantes, que poderiam usufruir das informações disseminadas pela Revista.

Foi um início modesto, com um propósito também modesto: preencher as lacunas deixadas pelas revistas do ramo então existentes. Na época,

fomos recebidos com desconfiança pelos concorrentes, uma vez que a nossa publicação recebia o apoio irrestrito da Ibrape, que nem por isso deixou de prestigiar as demais publicações em suas programações de publicidade. Reproduzimos na íntegra, o primeiro editorial, então intitulado "Comentário":

Não pretendíamos revestir de um simbolismo especial o lançamento da nova Revista Eletrônica, justamente no início do ano. Tampouco foi obra do acaso, mas o resultado, meticulosamente realizado, de um plano iniciado há muitos meses, visando oferecer esta publicação aos técnicos brasileiros, já desde o início do ano de 1964.

Temos absoluta certeza quanto ao que pretendemos realizar com a Revista Eletrônica. Jovem como é, não possui ainda o seu caráter definitivo. A sua evolução deve se realizar paralelamente à da indústria eletrônica em nosso país, que foi sem dúvida, espantosa nos últimos dez anos. Se procuramos dar um caráter flexível à revista, quanto à sua aparência e conteúdo, nossa orientação ficou, desde o início, bem clara e definida.

Não pouparemos esforços para alcançar nossa meta, qual seja, de proporcionar por todos os meios de que dispomos, a oportunidade aos técnicos, amadores, aficionados e simples curiosos, de se familiarizarem mais e mais com este fascinante campo da moderna tecnologia que é a Eletrônica. Para isso, a par dos projetos práticos experimentados em laboratório, serão publicados sempre, artigos teóricos e descritivos abordando assuntos que ainda não estão suficientemente conhecidos. Num futuro bem próximo iniciaremos também a publicação de um Curso de Eletrônica, destinado especificamente para principiantes. Outros planos, ainda no momento insuficientemente amadurecidos, serão levados ao conhecimento dos nossos leitores oportunamente.

Desde o início, a proposta da Revista era por uma publicação bimestral, o que foi obedecido até o final do seu sétimo ano de vida. No ressurgimento, porém, ela passou a ser mensal, o que vem sendo mantido até hoje.

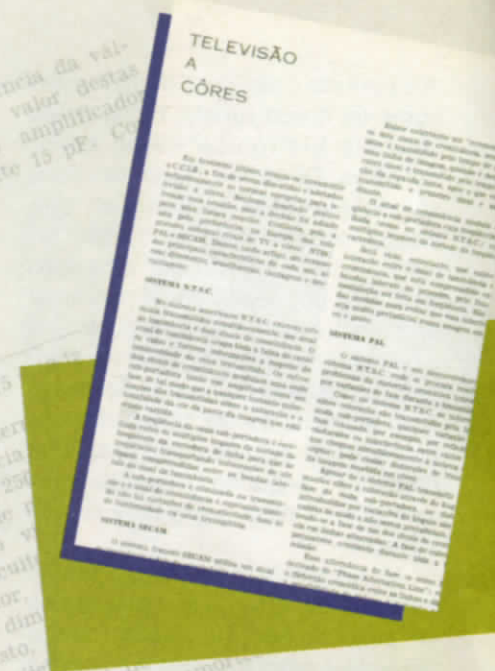
O primeiro número continha vários artigos interessantes para a época, como "Amplificador Hi-Fi a transistores", "Material semicondutor em cabeçotes reprodutores para fita magnética", "O amplificador de FI de vídeo", "A prova de transistores com Ohmímetro", "As frequências dos canais de Televisão", "Modulação em banda lateral única (SSB)", "Fonte estabilizada de 6 volts", "A aplicação de ondas sônicas na indústria", "Intercomunicador a transistores", "Circuitos básicos com transistores". Ao contrário das revistas existentes na época, havia um equilíbrio entre os artigos práticos, de circuitos experimentados em laboratório, e artigos teóricos e de informação geral.

Desse começo, em pouco tempo a Revista Eletrônica conquistou prestígio entre os leitores, pois frequentemente trazia assuntos inéditos, e publicando trabalhos de colaboradores ainda pouco ou nada conhecidos, mas que mais tarde assumiram papéis de destaque no cenário eletrônico do nosso país.

A própria tecnologia gráfica ainda era primária, não contando com os recursos que posteriormente foram trazidos pela impressão em offset.

Até o nº 4, a capa e a diagramação interna eram simples, mas já a partir do nº 5, passamos a estampar fotos na capa (ainda em preto-e-branco) e a dinamizar os títulos dos artigos, no que, aliás, fomos pioneiros no Brasil. Já no nº 3 começamos a focalizar a TV em cores, numa época em que até mesmo a Europa ainda não havia escolhido o sistema que iria adotar nas suas transmissões. Entre nós, sonhava-se com TV em cores, mas nada existia de concreto. Nesse mesmo número, iniciamos a publicação do Curso prometido no editorial do nº 1, sob o título "Elementos de Eletrônica".

Numa época em que as transmissões em Frequência Modulada, no Brasil, limitavam-se a "links" entre estúdios e transmissores das emisoras de AM, já publicávamos, em nosso nº 5, o projeto completo de um sintonizador de FM completo, inclusive com desenho de montagem (nesse tempo, a própria tecnologia dos circuitos impressos era ainda praticamente desconhecida entre nós, tanto que não foi usada nesse projeto).



Claro, erros aconteceram também. Um exemplo, foi o artigo "Pré-amplificador com transistores" (edição nº 5), onde o autor não colocou a identificação dos códigos dos transistores, obrigando o leitor a consultar a lista de materiais. (Felizmente, os dois transistores usados eram do mesmo tipo). Aliás, na época ainda reinavam os transistores de germânio, os de silício estavam engatinhando. Ainda se pensava muito antes de utilizar transistores em montagens, pois eram às vezes difíceis de encontrar – e relativamente caros, em comparação às válvulas.

Uma curiosidade: o nome "Revista Eletrônica" deveria ser apenas provisório. Pretendíamos muda-lo, a partir do nº 5, para "Circuito", mas já havia uma empresa, a Teleunião, que era detentora do nome para um boletim interno seu, e que infelizmente não



1964



n°1

1976



n°45

1977



n°64

1980



n°89

nos permitiu o uso de "Circuito" como nome da nossa revista. Ficou então "Revista Eletrônica" como nome definitivo. Do nome "Circuito" ficou somente o título do Editorial, que passou a denominar-se "Curto-Circuito". E no "Curto-Circuito" da edição nº 6, não por acaso correspondente ao bimestre março/abril, foi publicada a primeira "brincadeira de 1º de abril" entre as revistas brasileiras de eletrônica, anunciando um "revolucionário processo de rejuvenescimento total de pilhas", segundo o qual bastava mergulhar a pilha gasta num líquido especial.

Na edição de nº 7 fomos os primeiros a publicar a descrição completa de um projeto prático de televisor, ainda em preto-e-branco e usando inúmeras válvulas (apenas 3 transistores). E na edição nº 11, descrevemos a construção de um osciloscópio. Na edição nº 12 publicamos a descrição da montagem de um transceptor de 27 MHz, também comprovada em laboratório.

A partir do nº 13, as capas passaram a oferecer fotos coloridas. Diversas séries de utilidade para o técnico foram apresentadas, entre elas, "Matemática para o técnico". Na capa de nossa edição nº 19 (janeiro/fevereiro de 1967) publicamos a foto da torre de transmissão da TV Bandeirantes, então ainda em fase de transmissões experimentais.

Foi nesse ano que faleceu Hugo Gernsback, Editor pioneiro de várias revistas especializadas em eletrônica nos Estados Unidos. Foi o criador do personagem Mohammed Ulises

Fips, que anualmente publicava uma de suas invenções aparentemente absurdas (muitas das quais muito mais tarde se tornaram realidade, com o que nem o autor sonhava). Essas invenções redundavam invariavelmente em desastres para o autor e eram, na realidade, "pegadinhas" de primeiro de abril. Gernsback serviu de inspiração para os artigos do nosso "colaborador" Aldo Vilella, que, anos mais tarde, enganaram muitos leitores...

Em janeiro de 1968, pela primeira vez foi publicado um projeto prático usando transistores de silício (até então, todos os projetos usavam transistores de germânio). Nessa mesma edição, apareceu o primeiro artigo sobre o sistema de transmissão de TV em cores, recém-aprovado pelo Governo Brasileiro, e que veio a ser adotado (e é até hoje usado) em nosso país. Esse artigo foi escrito por um dos autores do estudo realizado

lite, hoje absolutamente corriqueiras e sem as quais não conseguimos imaginar o mundo moderno. Também publicamos matéria detalhando todos os planos traçados para o sistema de telecomunicações do Brasil, então ainda em fase de implantação.

Outra tecnologia então ainda emergente era a dos circuitos integrados lineares, hoje presentes em todo e qualquer produto que de alguma forma usa eletrônica, desde os brinquedos mais simples até sofisticados equipamentos de áudio e vídeo. E foi na Revista Eletrônica que saiu o primeiro artigo sobre o assunto, colocando-o ao alcance dos nossos técnicos.

Ainda em 1968, focalizávamos as moderníssimas instalações da TV Cultura de São Paulo, a primeira TV Educativa do nosso País, cuja inauguração somente deveria ocorrer no ano seguinte. Mais uma vez saímos na frente.

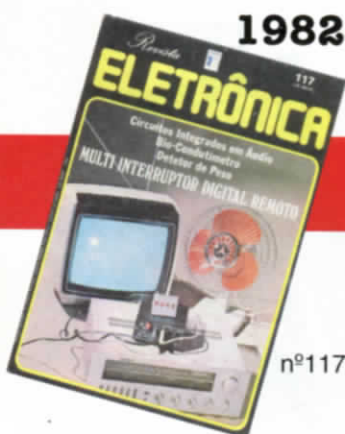
Naquela época, um computador ainda era um equipamento enorme, ocupando muito espaço e consumindo muita energia. Não se pensava que um dia, quase todos teriam em sua casa um desses "bichinhos" versáteis e de extrema utilidade. O autor jamais sonhou que um dia estaria escrevendo estas palavras num "PC", termo que então ainda era desconhecido. Nossa capa de janeiro de 1969 mostra com grande "reverência" um computador instalado num grande banco. E mesmo aí era ainda novidade.

Na época, um amplificador de potência (geralmente valvulado) não

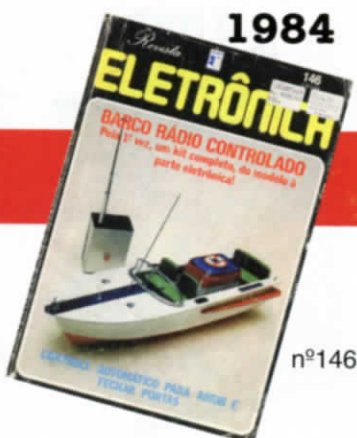


para oferecer os subsídios necessários para a escolha.

Ainda nesse ano, abordamos com primazia, as comunicações via saté-



nº117



nº146



nº155



nº202

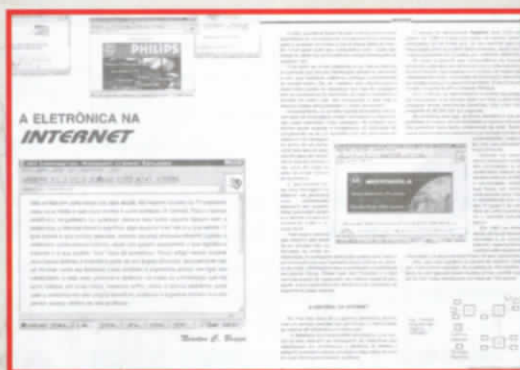
alcançava grande potência de saída. Por isso, causou sensação o circuito de um amplificador de 100 watts, usando transistores de silício, ainda bastante novos no mercado.

O Brasil começava a integrar-se com o resto do mundo, através de um moderno sistema de telecomunicações, montado pela Embratel e que tinha em Itaboraí o elo de ligação com o sistema Intelsat, de comunicação global. Mostramos essa antena gigantesca na foto de nossa capa de março/abril de 1969. E no mês seguinte, focalizamos o Centro de Televisão montado pela Embratel em São Paulo, por onde transitavam todas as imagens de TV oriundas do restante do País e do mundo, e que seriam transmitidas pelas emissoras em nossa Capital. Também aí passavam os programas gerados em São Paulo e irradiados pelo resto do país e do mundo.

Em 1970, ainda pouco se conhecia, fora dos ambientes acadêmicos, sobre o que vinham a ser "Circuitos Lógicos". Esse foi um dos assuntos abordados em nossas páginas, a partir de janeiro desse ano, numa série da autoria do Eng. Sergio Américo Boggio, aliás, um dos mais prolíficos colaboradores da Revista Eletrônica durante vários anos.

Em maio/junho desse ano, fizemos um lançamento espetacular. Publicamos um projeto simples (de uma fonte de alimentação estabilizada) e presentearmos a todos os leitores com uma placa de circuito impresso,

colada na própria capa da revista. O lançamento causou grande impacto quer entre os leitores, quer entre os concorrentes nacionais, e chegou a ser objeto de comentários até mesmo na imprensa técnica especializada no Exterior, onde a revista francesa "Toute L' Electronique" reproduziu o artigo e comentou o lançamento. Tamanho foi o sucesso, que meses mais tarde repetimos a promoção, com a placa de circuito impresso de um Injetor de sinais.



Tudo que se relacionava com o Espaço, satélites e suas tecnologias, despertava então enorme interesse, pois o primeiro homem havia pousado na Lua poucos meses antes. Mais uma vez, fomos os primeiros na Imprensa Técnica especializada a abordar um aspecto vital para a exploração do espaço: baterias solares para o suprimento de energia aos satélites artificiais. Também sobre os satélites de comunicações, que então estavam se tornando mais comuns, publicamos matéria esclarecedora.

Em 1970 já era muito conhecido o Vídeo-Teipe, tanto que já havíamos

publicado um artigo a respeito das várias técnicas então existentes. Mas, surgia uma inovação que prometia ser revolucionária: o "Videodisco", anunciado por uma empresa chamada Teldec. Parecia ser promissora, mas como dependesse de contato mecânico de um sensor com a superfície de um disco plástico, não vingou. Anos mais tarde o videodisco veio a tornar-se realidade e hoje é amplamente utilizado, conhecido como DVD.

Finalmente, no nosso número 43, acompanhamos uma descrição de como seria o vôo da Apollo 14, que naquele momento estava retornando de sua jornada à Lua.

Como vêem, nos seus primeiros anos de vida, a Revista Eletrônica registrou em suas páginas muitos fatos, tecnologias e projetos que, embora hoje possam parecer ultrapassados, foram vitais no desenvolvimento de toda a atual estrutura da nossa sociedade. Infelizmente, por motivos que não cabe detalhar aqui, a Revista Eletrônica teve a sua publicação interrompida, justamente quando atingia uma fase de grande prestígio e procura pelos técnicos brasileiros.

Fez muita falta e houve muitas reclamações. Tanto que, algum tempo depois, a Editora Saber resolveu relançar a publicação, agora denominada Revista Saber Eletrônica, porém com um enfoque diferente. Passou a publicar quase exclusivamente projetos práticos e artigos de cunho didático e por isso mesmo, serviu de estímulo para muitos jovens (hoje já não tão jovens assim) para a escolha de sua carreira no ramo da Eletrônica.



nº259



nº282



nº312



nº335

40 anos

ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

EM 40 ANOS MUITA COISA MUDA



Newton C. Braga

Em 40 anos muita coisa muda, principalmente quando abordamos uma tecnologia tão dinâmica como é a Eletrônica.

Embora não estejamos há 40 anos nesse ramo de trabalho, nestes últimos 28 anos em que ocupamos o cargo de Diretor Técnico, vimos muitas coisas importantes acontecerem, passando esse testemunho através das páginas desta Revista.

Quando em 1975 o Sr. Savério Fittipaldi (1928-1997) nos procurou para criar uma nova revista, que seria a continuação da antiga Revista Eletrônica, já tínhamos mais de 10 anos de experiência no ramo, trabalhando como professor de Escola Técnica, e tendo inclusive dezenas de artigos publicados em outras revistas.

No entanto, a experiência que tivemos nesta revista foi diferente. Pudemos colocar em prática novas idéias, levando aos leitores ávidos de conhecimentos, principalmente projetos práticos e artigos, que, até então, não eram publicados no Brasil.

Nosso pioneirismo trouxe projetos que até hoje estão na lembrança daqueles que, graças ao interesse que despertaram, seguiram carreira na Eletrônica, muitos dos quais ocupando hoje posições de destaque em empresas de alta tecnologia.

De quando em quando encontramos alguns desses profissionais. Ficamos surpresos como, durante todos esses anos, contribuimos para a formação de tão grande quantidade de profissionais competentes que prestam um inestimável serviço para suas empresas e para o Brasil

É claro que muitas vezes não fomos compreendidos, tendo nossa revista sido taxada por alguns como "para hobistas e iniciantes", lembrando porém que alguém tem de começar, pois ninguém nasce sabendo. Nossa vocação, entretanto, hoje é outra.

A Revista Saber Eletrônica tornou-se uma revista específica para profissionais, enquanto que os iniciantes e estudantes têm na outra publicação desta Editora, a Eletrônica

Total, suporte para iniciação e conhecimentos básicos.

Nos 28 anos que seguiram a segunda fase da Revista Saber Eletrônica, fomos responsáveis por artigos que realmente significaram pontos de transição das tecnologias eletrônicas. Muitos desses artigos deixaram sua marca.

Na fase inicial, por exemplo, destacamos a publicação, logo na edição nº 56, do Microtransmissor de FM, que foi o nosso maior sucesso em termos de quantidade de vendas, já que a placa de circuito impresso era fornecida juntamente com a revista. Foi a primeira vez em que um projeto desse tipo foi publicado e com a introdução de uma tecnologia até então pouco conhecida: a bobina impressa na placa de circuito impresso.



2003

n°361



2003

Especial CD n°09



2004

n°372

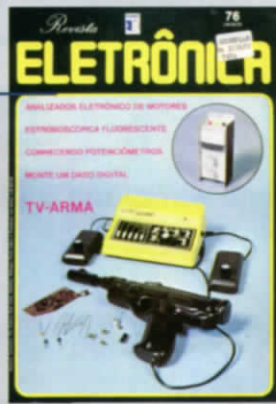
Seguiram-se ao transmissor de FM diversos outros projetos de destaque, como uma série de kits de jogos e utilidades. Podemos lembrar, por exemplo, de um conjunto de amplificadores que podiam ser montados na mesma placa. Bastava escolher o circuito e a potência, que a mesma placa fornecida com a revista servia para sua montagem.

Na ocasião estávamos concentrados principalmente na tecnologia do transistor, do componente discreto, e os poucos circuitos integrados que eram usados continham funções simples como operacionais, reguladores, lógica TTL, CMOS, etc. Todavia, muitos projetos complexos como freqüencímetros, anemômetros, além de outros, foram publicados nessa fase.

A seguir, uma nova revolução tecnológica foi acompanhada por nossa revista: o aparecimento dos videogames no Brasil. Lançamos em nossas páginas o projeto completo de videogames, tais quais o Tele-tênis, Paredão, Fórmula 1, Motocross, e outros.

Nessa fase já estava em vigor a idéia de que, se desejamos que o leitor monte os projetos, então, precisamos ajudá-lo a ter em mãos os componentes para isso. Para tanto, uma empresa Saber Publicidade e Promoções, hoje Saber Marketing Direto Ltda., foi criada para a venda dos kits de muitos de nossos projetos.

Mas, não foi apenas no setor de montagem que inovamos. O apare-



cimento de novas tecnologias e a vocação didática sempre foram acompanhados na forma de artigos teóricos que visavam manter os profissionais da área atualizados.

Assim sendo, desde a primeira edição dessa segunda fase (Revista nº 45), colocamos em nossas páginas o primeiro "Curso de Eletrônica em Instrução Programada", de que se tem notícia. Usando uma abordagem diferenciada do tema, conseguimos ensinar os fundamentos da Eletrônica para os que estavam entrando no novo campo, dando os elementos para que muitos seguissem carreira nesta área aprofundando seus conhecimentos.

Não é preciso salientar que a entrada num curso técnico ou superior, já tendo conhecimentos básicos, é um fator de grande importância para que o aluno o acompanhe com muito mais facilidade. Facilitamos a vida de muitos dessa forma.

Fomos os primeiros a descrever novas tecnologias como as que fazem uso de componentes para montagem em superfície, numa série amparada em amplo material da Philips, tratamos de fibras ópticas, de novas tecnologias de gravação de som como o DCC e o DVD, e hoje continuamos com temas atuais como a nanotecnologia, microprocessadores, microcontroladores e DSPs nas aplicações mais modernas.

Nossa vocação, hoje em dia, mudou bastante em muitos aspectos. Além de visarmos o profissional que

já trabalha na eletrônica, levando soluções práticas e novas tecnologias que possam ajudá-lo no seu dia-a-dia, também reciclamos conhecimentos e complementamos o ensino (deficiente) que muitos possam ter recebido nos tempos acadêmicos.

As tecnologias mudam e o profissional precisa entender como funcionam componentes e circuitos que no seu tempo de escola não existiam. O tempo e a falta de uso também faz com que muita coisa seja esquecida e de tempos em tempos precise ser lembrada.

Muito mais que isso, a experiência de um profissional na solução de problema prático pode ser muito importante para outro que tenha o mesmo problema, e um meio de se passar isso para esse outro é a nossa Revista.

Pode-se imaginar que a Internet tende a nos substituir, mas não pensamos assim. Nossa vocação é justamente filtrar a enorme quantidade de informações que existe na grande rede, levando ao leitor aquilo que ele não tem tempo de procurar ou, às vezes, até mesmo lhe passa despercebida a existência. Cutucamos o leitor alertando-o para o que há de novo. Não esperamos que ele descubra isso acidentalmente.

Enfim, apesar de crises, mudanças de Governo, impostos crescentes e muito mais, é certamente essa linha de pensamento que nos faz estar aqui até hoje, quando a maioria das publicações do gênero define ou morre. Esperamos atender às necessidades dos nossos leitores por mais 40 anos, pelo menos.



nº373



nº373



nº1

ESPECIAL

40 Anos
No começo foi difícil **2**

40 Anos
Em 40 anos muita coisa muda **6**

TECNOLOGIA

A Tecnologia dos Nanochips:
Inovação e Perspectivas **11**

Capacitores X ESR **18**

Display Enrolável
Nova tecnologia da Philips **24**

Novidades da Tecnologia **26**

MICROCONTROLADORES

Senha Eletrônica com
Microcontrolador PIC **28**

DESENVOLVIMENTO

Seleções de Amplificadores
Circuitos Classe D **30**

REPORTAGEM

Layout de Placa ou Montagem
de um Quebra-Cabeça? **40**

INGLES NA ELETRÔNICA

"Component" ou "Device" **44**

SEÇÃO DO LEITOR

10

TELECOMUNICAÇÃO

Como Funciona o Telefone
Celular Digital - parte 1 **46**

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Conversão de Tensão para
Corrente **52**

Por Dentro do Inversor **54**

SOLUÇÕES PRÁTICAS

Soluções Práticas para o
Técnico de Campo **56**

Acionador por Tom **56**

Alarme Sonoro de Baixo Consumo **57**

Oscilador de VHF **57**

Micro-Amplificador Integrado **58**

Gerador de Salva de Pulsos **58**

ENERGIA

Técnicas de Proteção contra
Descargas Atmosféricas **60**

COMPONENTES

Tecnologias dos Resistores
de Precisão **67**

INSTRUMENTAÇÃO

Melhores Medidas RMS
com um DMM **76**

NOTÍCIAS

Eletrônica.....42, 74
USA em Notícias.....72

Nós conhecemos standard linear



Computador



Câmera de Vídeo



Telefone sem Fio



Geladeira

por dentro



Rádio



Controle Remoto



CD Player



Vídeo Cassete



Secretária Eletrônica



Video Game

e por fora.

Estação Rádio Base para Celulares



Carro



Central Telefônica



Portão Eletrônico



Sistema de Segurança

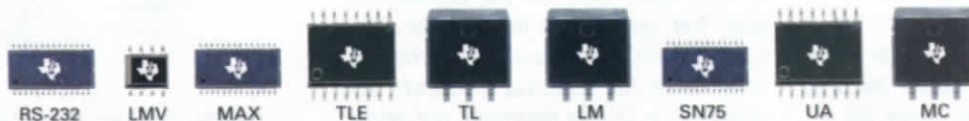


Piscina



Transmissor de Rádio e TV

A Texas Instruments possui uma grande variedade de produtos standard linear para auxiliá-lo em seus projetos analógicos. Faça da TI o seu fornecedor, seja para soluções de gerenciamento de energia, amplificadores ou circuitos de transmissão de dados. A disponibilidade dos produtos da Texas torna a adoção de nossas soluções de standard linear mais conveniente e econômica. Para literatura sobre standard linear, visite www.ti.com/getonboard



· Texas Instruments - www.ti.com/brasil - e-mail: texas-suporte@ti.com - tel: (11) 5504-5133.
Distribuidores: Avnet (11) 5079-2150; Insight (11) 3722-1177e Panamericana/Arrow (11) 3613-9300.
Consultores / 3rd Parties: www.ti.com/3p e www.ti.com/brasil3p

REAL WORLD SIGNAL PROCESSING™

TEXAS INSTRUMENTS

Seção do Leitor

Comentários, críticas e sugestões para
a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br
ou através de cartas:

Revista Saber Eletrônica
Rua Jacinto José de Araújo, 315
03087 - 020 - São Paulo - SP

Tenho uma máquina com um banco de resistências de aquecimento de 14 kW. Na verdade, esta potência é dividida em três blocos, sendo dois de 5 kW, e um de 4 kW. Cada conjunto é acionado por uma chave estática (230/25 A). Porém, a queima destes dispositivos é constante. Como posso aumentar a vida útil do sistema?

Edmur dos Santos
São Paulo – SP

Há várias possibilidades. Teoricamente, a potência da chave está compatível com cada bloco, uma vez que a corrente deve ser aproximadamente 22,7 A. Entretanto, a "folga" é de apenas 10 %.

Abaixo segue uma pequena lista das ações que entendo como eficazes e econômicas. Talvez, a melhor solução seja utilizá-las simultaneamente:

- Aumentar a refrigeração das chaves através de ventiladores.

- Verificar os dispositivos de proteção. Lembre-se que estes devem ser dimensionados pela curva I^2t , e não pela corrente nominal que passa pela chave estática.

- Mudar cada chave para (230 V/40 A), pois a diferença de preço entre elas é muito pequena.

Qual é o melhor tipo de acoplamento entre potência e comando, "trafos" de pulso, ou opto-acopladores?

Nemilson Correia
São Paulo – SP

Depende do comando. Se o sinal for do tipo modulado (saída do TCA 785, por exemplo) o transformador de pulso é o mais indicado. Já se a saída for puramente contínua constante (saída de um microcontrolador, por exemplo) o opto-acoplador é a melhor opção.

É bom lembrar, contudo, que a maioria das isolações galvânicas têm maior rigidez dielétrica que as de estado sólido.

Como trabalho com assistência técnica de máquinas industriais, frequentemente, encontro acionamentos antigos totalmente analógicos em campo. Um exemplo é o Simoreg K, da Siemens. Lendo o artigo da edição passada sobre "Controle para Automação Industrial", fiquei em dúvida qual seria o tipo de ação deste dispositivo: proporcional, integral, derivativa, ou PID?

Júlio Gabriel
Rio de Janeiro – RJ

Você deve ter notado que este acionamento é construído em várias placas: Fonte, controladora de velocidade, e controladora de campo. Na placa controladora de velocidade há vários amplificadores operacionais, formando uma malha de controle. Há também vários "trim-pots" de ajuste e pontos de medida. O dispositivo, portanto, possui todas as ações (P, I, D, e PID). Através da regulagem dos "trim-pots" você pode fazer com que uma delas tenha maior ou menos influência no sistema. Inibindo as ações E, e D, por exemplo, ele pode tornar-se um controlador essencialmente proporcional, e assim por diante. Aliás, esta é a intenção, ou seja, permitir que o mesmo equipamento possa ser adequado a necessidades diferentes.

No início da década de 1990 a Siemens lançou uma nova versão do Simoreg K. Desta vez microprocessada, onde os parâmetros são ajustados através de um pequeno IHM (chave e display).

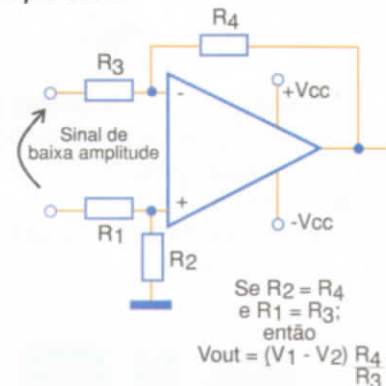
Trabalho com manutenção de CLP's, e tenho uma grande dificuldade de analisar componentes que trabalham em alta frequência, como por exemplo buffers e amplificadores operacionais, pois faço uma medição e não consigo saber se o que eu estou medindo é um ruído ou se é realmente o sinal que tenho na entrada ou na saída do componente, e geralmente os sinais medidos nos amp op, são sinais de pequena amplitude, na ordem de mV ou uV. Tenho muita dificuldade também em analisar sinais de microcontroladores, pois não sei o que o software manda ele fazer...

Existe algum macete para essas análises?

Sérgio Takeo Onaga
São Paulo – SP

Para trabalhar com sinais tão pequenos, o ideal é utilizar o amplificador na configuração diferenciada.

Desta forma ruído e sinal serão separados.



Outros fatores importantes são: fonte de alimentação, que, dentro do possível deve ser simétrica; qualidade e tipo de operacional. Há linhas próprias para sinais de tão baixa amplitude. Um exemplo, aliás bem comum, é o LM 358.

A Tecnologia dos Nanochips: Inovações e Perspectivas

Neste artigo retomamos alguns aspectos importantes sobre as linhas de abordagem existentes nas nanotecnologias (*top-down* e *bottom-up*) e as suas utilizações na fabricação de *nanochips*. Na seqüência, mostramos em detalhes a tecnologia de fabricação de transistores monoelêtron (SET: *Single electron transistors*) e a modelagem física elementar dos mesmos.



Sebastião G. dos Santos Filho.

ESTRATÉGIAS TOP-DOWN E BOTTOM-UP

Na abordagem *top-down* (de cima para baixo), os componentes são definidos em larga escala ao mesmo tempo através de técnicas litográficas já consagradas no âmbito da microeletrônica. A tecnologia de feixe de elétrons é atualmente o que existe de mais moderno na obtenção de máscaras para a fabricação de dispositivos MOS com dimensão inferior a 100 nm (0,1 μm).

Na litografia por feixe de elétrons aplicada em nanotecnologia, costuma-se fazer o desenho *in-situ* sobre superfícies de filmes de *resiste* especiais. Estes filmes têm a propriedade de serem sensibilizados quando expostos aos feixes de elétrons, resultando na mudança de suas propriedades químicas. Mais tarde, apenas as regiões que foram expostas serão removidas através de soluções químicas de revelação, implicando na definição de geometrias que servirão de máscara para se poder corroer qualquer camada que estiver subjacente. O processo de corrosão é feito a seco (plasma) e é seletivo, no sentido de não atacar o *resiste* e corroer o material subjacente não protegido. Este tipo de técnica tem sido empregada amplamente em microeletrônica na obtenção

de máscaras para a construção de circuitos integrados em altíssima escala de integração, notadamente as memórias RAM e microprocessadores (para mais informações sobre processos de microeletrônica, veja a edição número 365 desta Revista). Portanto, a abordagem *top-down* tem sido normalmente utilizada desde o início da microeletrônica e, mais recentemente, passou também a ser empregada nas nanotecnologias, não para a produção de máscaras, mas principalmente para escrita direta de padrões.

Assim como a microeletrônica engloba a tecnologia de fabricação de circuitos miniaturizados sobre pastilhas (*chips*), a nanoeletrônica *top-down* emprega as mesmas técnicas da microeletrônica na fabricação de circuitos ultra-miniaturizados, porém utilizando dispositivos eletrônicos quânticos (dispositivos eletrônicos baseados em poço, fio ou ponto quânticos).

Exclusivamente dentro do âmbito das nanotecnologias, está a abordagem *bottom-up* (de baixo para cima) que nada tem a ver com a microeletrônica. Na nanoeletrônica *bottom-up*, os pontos ou fios quânticos podem ser obtidos de forma mais barata através de um processo em que os átomos se auto-arranjam

sobre uma dada superfície a partir de uma semente ou partícula aderida, como já mencionado no artigo anterior. No entanto, surge uma dúvida: após a obtenção dos nanodispositivos por processo de autoconstrução ou auto-arranjo, como é possível interconectá-los sem utilizar uma abordagem cara do tipo *top-down*?

A resposta para esta pergunta também se resume em um processo de autoconstrução ou auto-arranjo de átomos ou moléculas para obtenção das linhas de interconexão baseado em processos químicos ou biológicos naturais. Em outras palavras, atualmente têm sido investigados processos e mecanismos encontrados na natureza com o objetivo de inspirar métodos alternativos para o projeto e a implementação de sistemas eletrônicos tolerantes a falhas baseados em autoconstrução, algoritmos genéticos, computação biológica, dentre outros não mencionados.

Por outro lado, além do processo de litografia, existe uma outra forma de se definir padrões na abordagem *top-down* que são os processos que utilizam varredura de sonda ou ponta sobre superfícies. Nestes processos, os microscópios de força atômica e tunelamento (também chamados nanoscópios – veja princípio de funcionamento no primeiro artigo da

série), podem ser empregados para mover nanopartículas individuais e arranjá-las em determinados padrões ou promover nano-oxidações localizadas sobre superfícies obedecendo, também, determinados padrões ou geometrias. A **figura 1** mostra o processo de oxidação anódica localizada numa superfície de silício através da aplicação de uma diferença de potencial " V_{tip} " entre a sonda de um microscópio de força atômica e a camada de silício de uma lâmina do tipo SOI (*silicon on insulator*) subjacente. Observe que à medida que a sonda varre a superfície de silício com uma velocidade típica de aproximadamente 100 nm/s da direita para esquerda, fica no seu rastro uma camada de óxido de silício (SiO_2) crescido anodicamente, que mais tarde servirá como máscara para corrosão de geometrias sobre a camada do silício.

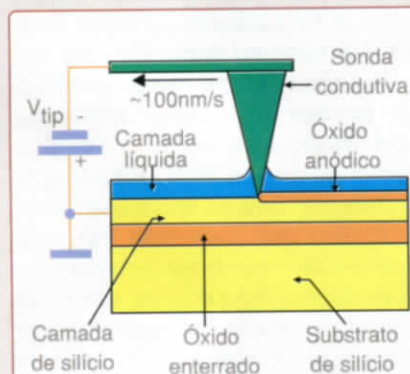


Figura 1 – Processo de oxidação anódica do silício utilizando o microscópio de força atômica ou nanoscópio.

A **figura 2** ilustra uma imagem tridimensional típica da topografia de uma superfície de lâmina de silício, antes da oxidação anódica localizada. Observe que a superfície é muito plana e praticamente não apresenta irregularidades. A varredura XY nesse caso corresponde a 500 nm X 500 nm e a diferença entre o maior pico e o menor vale é de apenas 2 nm (2 bilionésimos do metro).

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO TRANSISTOR MONOELETRON

Os transistores monoelétrons (SET: *Single Electron Transistors*) são atualmente empregados como sensores/leitores ultra-sensíveis de cargas em CCDs (*Charge-Coupled Devices*), Memórias e Metrologia. Por outro lado, estes dispositivos também são fortes candidatos como possíveis componentes básicos em circuitos ultra-integrados – os *Nanochips*.

No artigo anterior sobre *Nanochips*, foi mostrado que através do controle adequado do tamanho físico e da composição das diferentes regiões de semicondutores em um volume muito pequeno chamado ponto quântico, é possível induzir mudanças previsíveis na discretização da energia dos elétrons. Desta forma, pode-se sintonizar literalmente nas propriedades desejadas. Também foi qualitativamente mostrado que é possível controlar o movimento, elétron por elétron, através de um ponto quântico cuja dimensão deve

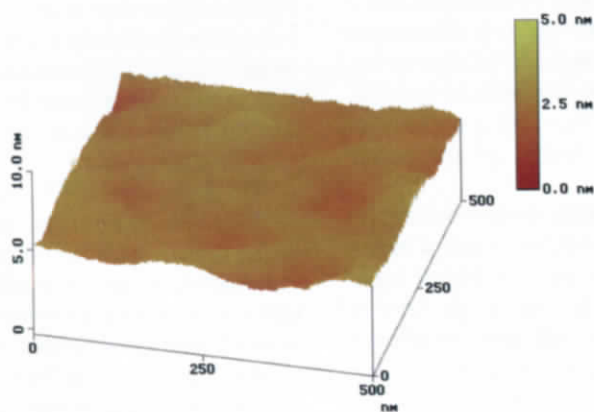


Figura 2 - Imagem tridimensional típica da topografia de uma superfície de lâmina de silício comercial.

ser da ordem de 10 nm (veja a figura 11 do primeiro artigo sobre *Nanochips*).

O processo de fabricação de transistores monoelétrons em silício bem como a obtenção de pontos quânticos estão apresentados na **figura 3**. A **figura 3(a)** mostra que inicialmente temos uma lâmina SOI comercial (*silicon on insulator*) que tem uma camada de silício sobre um óxido

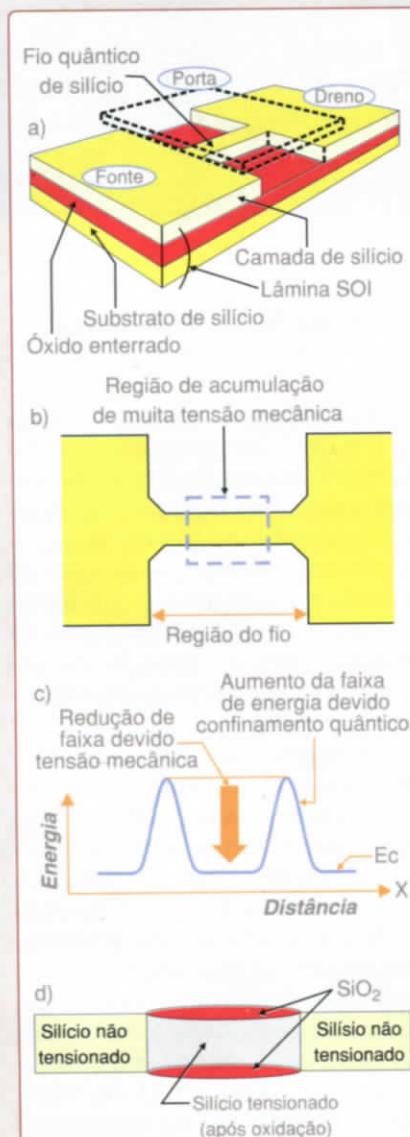


Figura 3 Fabricação de transistores monoelétrons em silício: (a) Definição das geometrias, (b) Região de acumulação de tensão mecânica após oxidação térmica, (c) Diagrama do limite inferior da faixa de condução E_C correspondendo a um ponto quântico e (d) Detalhe da oxidação térmica sobre o nanofio de silício.

enterrado. Em primeiro lugar, é feita a definição de um nanofio de silício delimitado por dois quadrados sobre os quais se fazem os contatos de fonte e dreno. O processo para definição do nanofio com largura e altura de cerca de 30 nm e comprimentos na faixa de 30 a 200 nm pode ser realizado através de oxidação anódica localizada (**figura 1**) seguido de corrosão do silício. Após a definição da geometria desejada, faz-se uma oxidação térmica em oxigênio seco ultrapuro em temperatura elevada (~ 1000 °C) resultando num acúmulo de tensão mecânica compressiva na região central indicada na **figura 3(b)**. Observe na **figura 3(c)** que a passagem das regiões mais extensas (quadrados) para o nanofio corresponde a um aumento do limite da faixa de condução (E_C) e o aumento da tensão mecânica na região intermediária do nanofio, por sua vez, resulta na diminuição do limite da faixa de condução na região intermediária do nanofio de silício. Como consequência, temos o diagrama de faixa de condução entre fonte e dreno, conforme apresentado na **figura 3(c)**. Este diagrama corresponde a um ponto quântico de acordo com conceitos fundamentais já vistos no primeiro artigo da série. Na **figura 3(d)** temos um detalhe da oxidação térmica realizada sobre o nanofio de silício. Para finalizar a construção do transistor monoelétrón (SET), é depositado e definido um material condutor (por exemplo, silício policristalino) sobre o óxido térmico previamente crescido que servirá de terminal de porta (veja geometria tracejada na **figura 3(a)**). A função desse outro terminal ficará clara a seguir.

FUNCIONAMENTO DO TRANSISTOR MONOELÉTRON

Conforme já vimos, o funcionamento do transistor monoelétrón baseia-se na utilização de uma pequena região (ilha) ou ponto quântico através do qual os elétrons devem atravessar da "fonte" para o "dreno", um a um. A **figura 4(a)** mostra esquematicamente o transistor monoelétrón

formado pelo ponto quântico ou "ilha", as regiões de fonte e dreno e uma porta que tem uma capacitância C_G com relação à "ilha" e está polarizada com uma tensão V_G . A fonte, por sua vez, está polarizada com uma tensão V_S . A **figura 4(b)** apresenta o símbolo característico do transistor monoelétrón formado por duas junções (J_1 e J_2) e uma capacitância de porta C_G na mesma configuração circuital já mostrada na **figura 4(a)**.

Inicialmente, por simplicidade, considerando $V_S = 0$ (fonte e dreno aterrados), quando a tensão V_G é aplicada na porta, a carga total acumulada na ilha é $C_G V_G = N \cdot q$ onde N é um número inteiro e " q " é a carga do elétron. Quando $C_G V_G = (N + 1/2) \cdot q$, os potenciais eletrostáticos de dois estados, um para N elétrons e outro para $N + 1$, tornam-se iguais, o que significa que a ilha pode conter N ou $N + 1$ elétrons. Nesse caso,

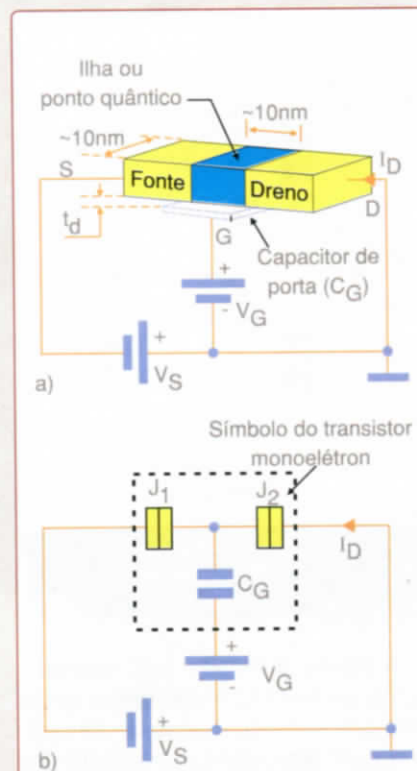


Figura 4 (a) Representação esquemática do transistor monoelétrón polarizado na porta com V_G e na fonte com V_S . **(b)** Mesmo circuito de polarização onde o transistor monoelétrón está representado pelo seu símbolo característico.

um elétron fluirá quando ocorrer um pequeníssimo incremento na tensão de alimentação V_S entre fonte e dreno. O número de elétrons na ilha passa a ser $N + 1$ quando um único elétron tunela da fonte para o dreno. O número de elétrons volta a ser N na "ilha" depois que um outro elétron tunela da mesma ilha para o dreno. Repetindo-se esta sequência ciclicamente na condição $C_G V_G = (N + 1/2) \cdot q$, irá fluir uma corrente de dreno devido ao tunelamento de elétrons individuais, um a um, daí o nome transistor monoelétrón. Como resultado, a corrente de fonte-dreno exibe um comportamento oscilatório em função da tensão de porta, conforme ilustrado na **figura 5**.

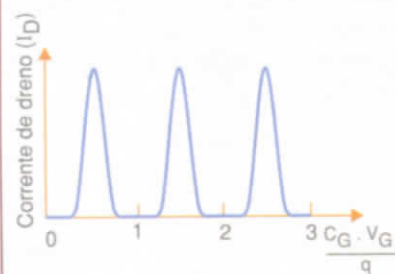


Figura 5 -Representação esquemática da corrente de dreno versus tensão de porta para um transistor monoelétrón.

É interessante observar que quando $C_G \cdot V_G / q$ é inteiro, a corrente de dreno se anula porque existe bloqueio coulombiano. Por outro lado, quando $C_G \cdot V_G / q$ for igual a soma de um número inteiro mais 1/2, o bloqueio coulombiano deixa de existir.

Há, portanto, uma energia necessária para preencher ou remover elétrons dos níveis energéticos na "ilha". Esta energia é tipicamente chamada de "energia de carregamento" devido ao fato de ser dominada pela interação coulombiana necessária para adicionar ou remover uma carga " q " do ponto quântico. A injeção de elétron é sempre feita do terminal de fonte para a "ilha" e a remoção é feita da "ilha" para o terminal de "dreno". O terminal de porta possibilita um

acoplamento capacitivo com a "ilha". Sempre que ocorrer tunelamento, seja para dentro, seja para fora da "ilha", a carga total da mesma sempre aumenta (ou diminui) de uma quantidade "q". A mudança na carga é convenientemente expressa em termos da capacitância "C_G". Isto significa que uma variação na carga total de "q" corresponde a uma variação no potencial eletrostático da ilha de q/C_G e uma variação na energia eletrostática de q²/C_G.

A figura 6 apresenta o símbolo do transistor monoelétrion composto por uma capacitância C_G e duas junções (J₁ e J₂), que podem ser modeladas como capacitâncias C_{J1} e C_{J2} em paralelo com resistências elevadas R_{J1} e R_{J2}, respectivamente. Os valores típicos para C_{J1}, C_{J2} e C_G encontram-se na faixa de fração até alguns aF enquanto que R₁ e R₂ podem chegar a centenas de megohms.

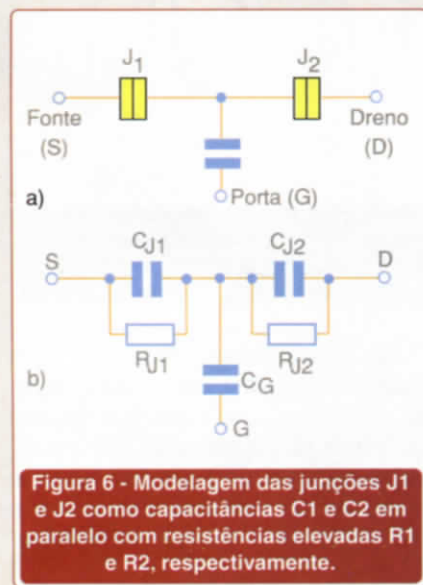


Figura 6 - Modelagem das junções J1 e J2 como capacitâncias C1 e C2 em paralelo com resistências elevadas R1 e R2, respectivamente.

A figura 7 exibe o símbolo de um transistor monoelétrion que apresenta duas portas individuais acopladas à ilha e introduz C₀, que representa a capacitância da ilha em relação ao terra quando as portas estão flutuantes.

O inversor é o elemento lógico básico que converte um sinal de entrada "baixo" em sinal de saída "alto" e um sinal de entrada "alto" em sinal de saída "baixo". A figura 8 traz

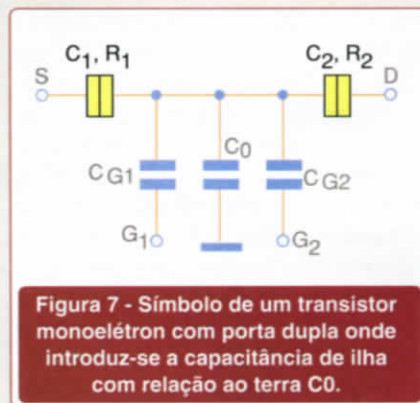


Figura 7 - Símbolo de um transistor monoelétrion com porta dupla onde introduz-se a capacitância de ilha com relação ao terra C0.

o bloco inversor construído através de dois transistores monoelétrion em série onde as portas em comum correspondem ao terminal de entrada. Para que este circuito funcione adequadamente, a capacitância de saída C_L deve ser suficientemente alta tal que os efeitos de bombeamento simples de elétron no nó de saída sejam desprezíveis.

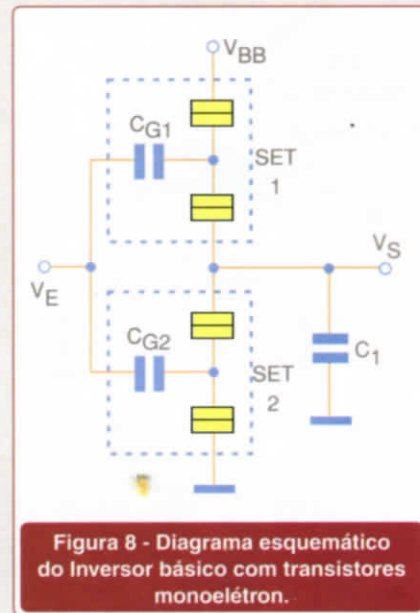


Figura 8 - Diagrama esquemático do Inversor básico com transistores monoelétrion.

A figura 9 mostra uma característica de transferência típica entre entrada e saída do inversor implementado com transistores monoelétrion. Observa-se nesta característica que a região de transição lógica apresenta ganho baixo e, além disso, também alta impedância de saída. Apesar destas desvantagens, os transistores SET dissipam uma potência dinâmica muito baixa e ainda permitem a utilização de tensão de alimentação

também baixa (de no máximo algumas dezenas de milivolts), conforme podemos inferir da curva apresentada na figura 9.

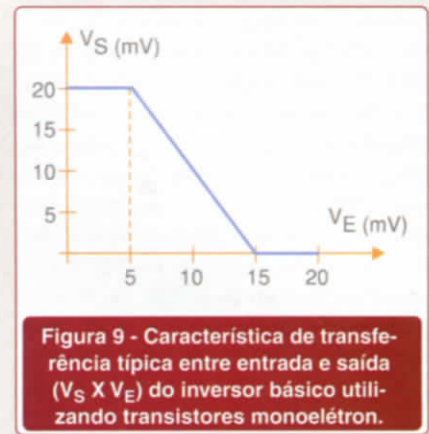


Figura 9 - Característica de transferência típica entre entrada e saída (VS X VE) do inversor básico utilizando transistores monoelétrion.

Uma ferramenta muito útil na previsão do comportamento de circuitos empregando transistores monoelétrion, é o programa SPICE. A figura 10(b) mostra uma junção típica de um transistor monoelétrion modelada através de uma capacitância C_J e uma fonte de corrente q.δ(t - t₀) onde "q" é a carga do elétron e δ(t - t₀) é uma função impulso aplicada em t = t₀ com área unitária. Isto significa que no instante t = t₀ é transferida uma carga total igual à "q" que corresponde ao movimento de um único elétron. O modelo dessa figura é puramente matemático, não sendo possível implementá-lo no programa SPICE. Na prática, o que se faz é utilizar o circuito indicado na figura 10(c) onde um pulso de corrente cuja integral temporal é igual a "q", circula na junção através da fonte de corrente acionada por uma tensão de porta que satisfaça a condição V_G(N) = (N + 1/2).q / C_G. Quando a tensão de porta satisfaz esta condição, o comparador nessa figura faz o estágio gerador de pulso transferir uma carga correspondente a um único elétron entre fonte e dreno.

A figura 11 mostra uma implementação de neurônio artificial utilizando transistores monoelétrion polarizados através de fontes V_{BB}. A excitação de entrada corresponde a corrente I_e e estímulos correspondentes às tensões nas n entradas v₁(t) ... v_n(t). A tensão de saída do neurônio

CONAI 2004

AUTOMAÇÃO FOCO NA SOLUÇÃO "SEJA AUTOR DA SOLUÇÃO"



10 a 13 de Maio de 2004
Centro de Exposições Imigrantes
São Paulo - SP



www.conai.com.br

Programação Temária

Processo

Petróleo - exploração e refino
Petroquímica
Gás Natural
Geração e Transmissão de Energia
Química
Mineração
Siderurgia
Metalurgia de não ferrosos
Celulose e Papel
Açúcar e Álcool Alimentícia
Têxtil
Transportes
Tratamento de água, esgotos e efluentes industriais
Outras

Manufatura

Automobilística
Informática
Eletrodomésticos
Máquinas e equipamentos
Brinquedos
Outras

Maiores Informações: (11) 3078-2144

Patrocinadores SUCESU-SP

LINUX

ASG

ENTERASYS

SYBASE

CONSIST

ENTERASYS

ASG

ENTERASYS

SYBASE

UNISYS

Patrocínio



altus

SIEMENS

Promoção e Realização

SUCESU-SP

SUCESU-SP

abnee

corresponde a tensão V_e . Observe que as resistências R_t e C_t são escolhidas de forma a serem compatíveis com os n transistores monoelétron colocados em paralelo, isto é, R_t é uma resistência equivalente de saída dos transistores assim como a capacitância C_t também é um valor equivalente de saída.

A figura 12 ilustra uma arquitetura de rede tipo WTA (*winner-take-all network*) onde todos os neurônios estão inteiramente interligados. No exemplo mostrado, existem apenas quatro neurônios onde as saídas de cada um deles tornam-se estímulos dos outros, significando que cada neurônio apresenta três entradas. Na arquitetura WTA, existe competição entre todos os neurônios para decidir qual será ativado e chamado de vencedor. O neurônio com o maior valor de entrada será o vencedor, resultando na inibição de todos os outros após algum tempo. No caso geral, se a rede da figura 12 tivesse N células, cada circuito de neurônio teria $N-1$ transistores monoelétron.

A utilização de circuitos ultra-integrados (*nano-chips*) tem aplicação direta na obtenção de redes neurais com mais de 100 bilhões de transistores (10^{11}) devido à reduzidíssima área ocupada pelos transistores SET ($\sim 25 \times 25 \text{ nm}^2$) comparada a transistores da tecnologia CMOS convencional. Estima-se que área ocupada por 1 trilhão de transistores SET é algo em torno de 13 cm^2 (Veja referência 5).

NANO-OPTOELETRÔNICA, SPINTRÔNICA E NANOBIOTECNOLOGIA

A nanotecnologia tem toda a potencialidade para ser a grande revolução tecnológica do início deste século. Nanomotores biológicos, nanotubos, nanopartículas para catálise, nanoeletrônica, nano-sensores, nano-optoeletrônica, spintrônica e nanobioeletrônica etc, são exemplos de alguns elementos nesta revolução que já está em andamento. O Brasil não pode se ausentar dessa revolução como já fez em outras oportunidades.

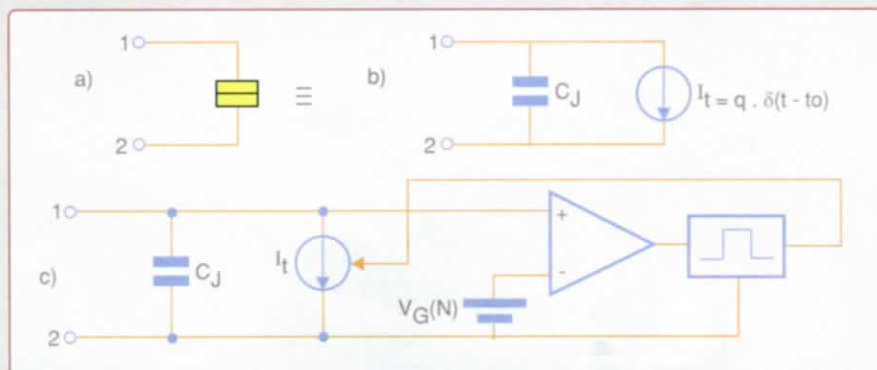


Figura 10 - (a) Símbolo de uma junção de um SET, (b) Modelo da junção de um SET utilizando fonte de corrente impulsiva, (c) Implementação SPICE utilizando fonte de corrente tipo pulso acoplada a um circuito comparador com a tensão $V_G(N)$.

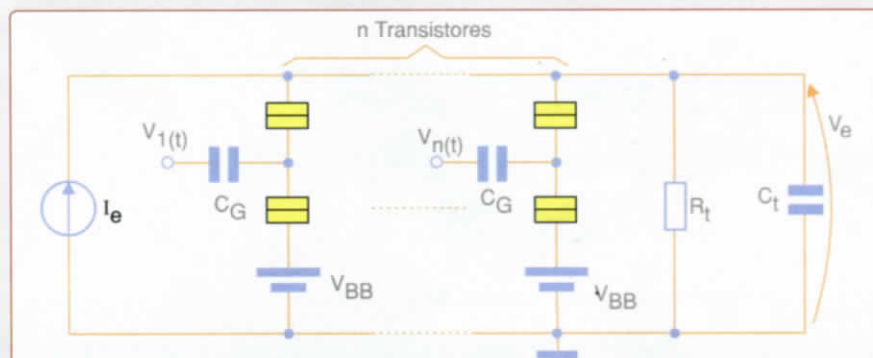


Figura 11 - Implementação de um neurônio com corrente de excitação I_e , tensão de saída v_e e estímulo a partir das n entradas $v_1(t) \dots v_n(t)$.

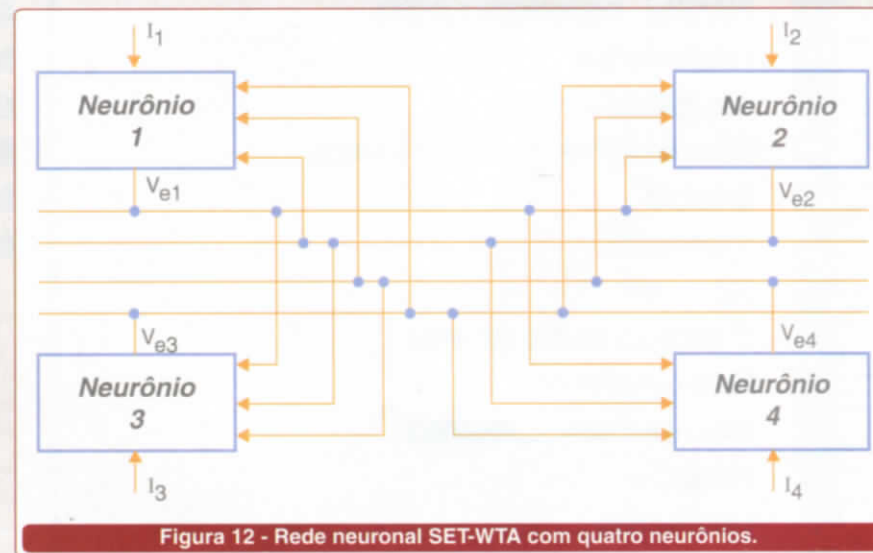


Figura 12 - Rede neuronal SET-WTA com quatro neurônios.

A spintrônica consiste em realizar a eletrônica através dos "spins" (propriedade associada à rotação dos elétrons dentro do átomo), cujos níveis poderiam codificar mais do que simplesmente "1" e "0" digitais. Para um dado material magnético, podemos variar suas propriedades

elétricas através da variação de um dado campo magnético no qual está imersa, por exemplo, a sua resistência elétrica. O efeito de magnetorresistência gigante surge em sistemas nanoscópicos compostos por camadas alternadas de dois materiais, um magnético e outro não magnético,

por exemplo, ferro e cromo, respectivamente, com espessuras de 1nm. Tal efeito também já foi observado para cobalto e cobre, ferro e ouro e níquel e cobre. O trabalho pioneiro sobre este efeito foi feito por Mário Baibich e outros na Universidade do Sul da França, em Orsay. O conjunto multicamadas nanométricas é um condutor, mas com resistência elétrica muito alta. Entretanto, quando o sistema multicamadas é colocado sob a influência de um campo magnético, a resistência cai bruscamente permitindo que a eletricidade flua com muito mais facilidade. As aplicações deste fenômeno incluem cabeça leitora de informações magnéticas gravadas em HDs (*Hard Disk*), sensores para indústria automotiva (freios ABS, controle do funcionamento do motor), detecção de posição de engrenagens, etc.

Por outro lado, o desenvolvimento de técnicas de crescimento epitaxial de compostos semicondutores III-V (por exemplo, GaAs) tais como epitaxia por feixe molecular (MBE: *Molecular Beam Epitaxy*) e epitaxia em fase de vapor de organometálicos (MOCVD: *metal-organic chemical vapor deposition*) torna possível o projeto e o crescimento reprodutível de um grande número de dispositivos nano-optoeletrônicos tais como: poços quânticos para LASERS, diodos de tunelamento ressonante, fotodiodos, microcavidades, etc. Os nanodispositivos optoeletrônicos são possíveis candidatos no futuro para circuitos ultra-integrados (*Nanochips*).

Na nanobiotecnologia, muito trabalho tem sido realizado visando construir dispositivos moleculares dentro da abordagem *bottom-up*. Atualmente, as técnicas de engenharia genética tem sido aperfeiçoadas até o ponto em que algumas novas moléculas proteicas têm sido sintetizadas pelas células. Estas novas moléculas sob efeito do movimento browniano podem se auto-arranjar em estruturas mais complexas, permitindo obter dispositivos programáveis mais complexos. O futuro aponta para a possibilidade real destes dispositivos mais complexos poderem ser replicados de forma a se ter um

número arbitrário de cópias idênticas, resultando em máquinas moleculares controláveis que poderiam ser programadas para fabricar qualquer coisa permitida pelas leis da natureza. O cientista K. Eric Drexler é um dos grandes elaboradores da idéia da construção de dispositivos átomo a átomo ou molécula a molécula, de forma a poder controlar a estrutura da matéria. Em 1992, este cientista foi para Washington e expôs estas idéias revolucionárias para Al Gore, presidente do subcomitê do Senado para Comércio-Ciência-Transporte, àquele que seria o futuro Vice-Presidente dos Estados Unidos.

No próximo artigo sobre *Nanochips* serão apresentados projetos com particular ênfase nas técnicas de nanoeletrônica e microeletrônica.

Referências

1. Feynman, R. "There's Plenty of Room at the Bottom", Palestra apresentada em 1959 encontrada em www.zyvex.com/nanotech/feynman.html.
2. Mundo Nano: www.nano.org
3. Ed Regis, NANO: A ciência emergente da nanotecnologia: refazendo o mundo – molécula por molécula, Editora Rocco, 1997. (tradução de Alexandre Tort).
4. SPICE: <http://infopad.eecs.berkeley.edu/~icdesign/SPICE>
5. J. Guimarães, Performance Analysis of Single-Electron Winner-Take-All Network Circuits, Proceedings of Microelectronics Technology and Devices – SBMicro 2003, Electrochemical Soc., volume 2003-09 (ISBN: 1-56677-389-X).
6. Sematech: www.semtech.org/public/index.htm
7. Universidade de Harvard: <http://gmwgroup.harvard.edu>
8. Universidade de Northwestern: www.chem.northwestern.edu/~mknggrp/
9. Y. Takahashi et al., Development of silicon single-electron devices, *Physica E*, volume 19, página 95, 2003.
10. Sedra, A.S. and Smith, K.C. *Microeletrônica*. Makron Books, 2000, ISBN 85-346-1044-4 (tradução da 4a. edição em inglês).
11. Afiliação do Autor: Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos – Laboratório de Sistemas Integráveis: www.poli.usp.br

Eletrônica sem Choques!!!

OS MAIS MODERNOS CURSOS PRÁTICOS À DISTÂNCIA

Aqui está a grande chance de você aprender todos os segredos da eletroeletrônica e da informática.

Preencha, recorte e envie hoje mesmo o cupom abaixo.
Se preferir, solicite-nos através do telefone ou fax
(de segunda à sexta-feira das 08:00 às 17:30 h)

- **Eletrônica Básica**
- **Eletrônica Digital**
- **Rádio - Áudio - Televisão**
- **Compact Disc**
- **Videocassete**
- **Forno de microondas**
- **Eletrônica, Rádio e Televisão**
- **Eletrotécnica**
- **Instalações elétricas**
- **Enrolamento de motores**
- **Refrigeração e Ar Condicionado**
- **Microprocessadores**
- **Software de Base**
- **Informática Básica - DOS/Windows**
- **Montagem e Manutenção de Micro**

Em todos os cursos você tem uma CONSULTORIA PERMANENTE!

Occidental Schools®

R. Cesário Ramalho, 783

Fone: (011) 3272-9833

FAX: (011) 3209-7889

01521-000 - São Paulo - SP

À

Occidental Schools®

Caixa Postal 1663

01059-970 - São Paulo - SP

Solicito, GRÁTIS
o Catálogo Geral de cursos

Nome: _____

End.: _____

Bairro: _____

CEP: _____

Cidade: _____ Est.: _____

CAPACITORES X ESR

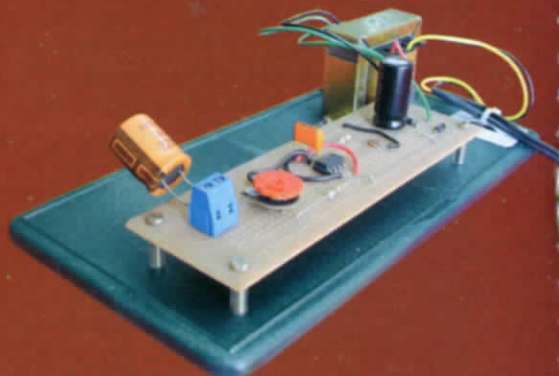
Conheça mais sobre esse fenômeno, e como Diagnosticar problemas em circuitos eletrônicos.

Alguém já chegou a conclusão que um certo defeito em uma placa de circuito era um determinado capacitor, uma vez que, após substituído, tudo voltou ao normal. Contudo, verificou também que o capacitor trocado apresentava um valor normal?! Como isto é possível?

Esta dúvida, com certeza, é a maior "dor de cabeça" dos técnicos e engenheiros, e problemas com capacitores vêm se tornando uma "epidemia" na eletroeletrônica contemporânea.

Conheça mais sobre esse fenômeno, denominado ESR, bem como algumas técnicas para a sua diagnose.

Alexandre Capelli



A CONSTRUÇÃO DE UM CAPACITOR

ESR é a sigla para "Equivalent Series Resistance", ou seja, resistência em série equivalente. Para melhor entender o que é isto, vamos observar a **figura 1** onde é ilustrado o circuito básico equivalente de um capacitor. Notem que, assim como na maioria dos componentes eletrônicos, há uma resistência residual em série com o componente. No caso, um capacitor ideal. Portanto, um capacitor real é um ideal em série com um resistor (ESR).



Ci = capacitor ideal

Figura 1

A ESR não tem um valor fixo, e é função da temperatura e da frequência de operação. O fato é que, quanto maior ela for, pior, será, e vice-versa.

Segundo a Lei de Ohm e da potência, as perdas dentro de um

capacitor podem ser expressas pela fórmula:

$$P = I^2 \cdot ESR$$

Ora, essa perda se dissipará na forma de calor, o que reduzirá significativamente a vida útil do componente.

"Mas, como isto acontece fisicamente?"

A ESR está presente em todos os capacitores, porém, é nos eletrolíticos que ela é mais expressiva.

Basicamente, um capacitor eletrolítico é feito com duas finas lâminas "enroladas" uma sobre a outra. Para diminuir dimensões, o material isolante entre elas é o próprio óxido de alumínio (Al_2O_3). O conjunto, então, é imerso em uma solução dielétrica (boa condutora), **figura 2**. Há alguns tipos de fabricantes que utilizam um composto "pastoso" ao invés dessa solução, é o que chamamos de "capacitores secos".

De uma forma ou de outra, as perdas dissipadas pela ESR são transformados em calor, interno ao componente. Caso ela seja muito grande, o calor poderá chegar ao ponto de destruir o capacitor.

"Dos males o menor". Pois um capacitor destruído é fácil de ser identificado, até visualmente. Entretanto, nem sempre é assim. A resistência interna de um capacitor pode alterar seu valor, aliás, significativamente, apenas com o circuito em funcionamento (regime dinâmico).

Caso o leitor esteja pensando que isto pode gerar um defeito muito difícil de ser encontrado, tem razão, mas "não há nada tão ruim que não possa piorar ainda mais".

Um capacitor com alta ESR pode (e normalmente o faz) apresentar sua capacitância normal!

Para concretizar melhor o "drama", vamos supor uma situação hipotética:

Imagine que em determinado circuito você desconfia que um capa-

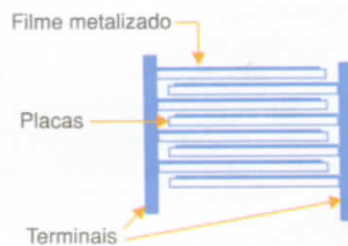


Figura 2

capacitor de 47 μF esteja com problemas. Como todo bom técnico, a primeira análise imediata é medi-lo com o multímetro. Se era do tipo digital, a leitura subiu gradativamente na escala ôhmica até chegar em "OL".

Bem, isso significa que ele não está em curto-circuito. Porém, consciente de que este teste apenas não basta, você o retira do circuito (o que nem sempre é uma tarefa agradável quando se trata de PCs dupla-face) e testa-o com um capacitômetro. Para surpresa geral, está lá 47 μF !

Como você tinha "certeza" que era ele (e já está fora da placa mesmo), troca por outro novo e, "como num passe de mágica", o circuito volta a funcionar perfeitamente.

Caso isto já tenha ocorrido com você, considere-se com sorte. Afinal, optou pela troca do capacitor certo. Agora, e se você desconfia de uma dúzia deles?!

A pergunta é: "**Como é possível um capacitômetro não acusar defeito?**"

Simples.

O capacitômetro foi feito para medir capacitância, e esta pode não se alterar com a ESR. Em outras palavras, medindo o valor de dois capacitores, ambos de 47 μF , estando um bom e outro ruim, a leitura no capacitômetro poderá ser a mesma.

Ainda nesta matéria veremos algumas técnicas para detectar e até medir a ESR em capacitores.

O PARADOXO DA TEMPERATURA E FREQUÊNCIA.

Cada fabricante utiliza determinada tecnologia de construção de capacitores. Alguns empregam polímeros, outros óxido de manganês (MnO_2) para capacitores de tântalo, entre outros compostos. Desse modo, os efeitos da resistência equivalente em série variam de componente para componente e, principalmente, da aplicação.

Contudo, alta temperatura e alta frequência de operação aceleram o processo de deterioração do componente, independentemente das variáveis acima.

Eis um paradoxo:

Altas temperaturas e frequências são as principais causas para o surgimento de uma alta ESR, porém, essa manifesta-se com maior expressão em baixas temperaturas e frequências.

Por exemplo, imaginem um capacitor alocado muito próximo a um transistor de potência que emite grande quantidade de calor. O aquecimento do componente iniciará um processo de degradação da solução eletrolítica e, conseqüentemente, aumentará a ESR.

Uma vez que esta já tenha sido "instalada" no capacitor, é nas baixas temperaturas que ela ataca.

Isso explica o porquê determinados equipamentos (TVs, DVDs, CLPs, PCs, etc.), ao serem ligados, apresentam determinado defeito. Após ele atingir sua temperatura normal de funcionamento ("com o aquecimento") o defeito desaparece, e somente retorna quando o equipamento passa algum tempo desligado, ou seja, esfria.

O mesmo paradoxo ocorre quanto a frequência. Fontes chaveadas são exemplos clássicos. A **figura 3** ilustra o esquema simplificado de uma fonte de alimentação chaveada de uso geral em arquitetura *fly-back*, muito comum na chamada "linha branca".

Ora, o circuito secundário opera entre 20 kHz e 50 kHz tipicamente. Isso "estressa" o componente com maior intensidade do que se ele operasse em 60 Hz (fontes lineares).

Através da **figura 4** podemos visualizar a razão.

Altas frequências + indutores = *spikes*.

A "equação" acima já é conhecida pelos nossos leitores. O fato é que, por pequenos intervalos de tempo sucessivos, o capacitor é submetido a uma tensão dezenas de vezes superior a sua nominal. Como o intervalo de tempo é curto, ele não "explode", mas, ao longo do tempo, sua vida útil diminui.

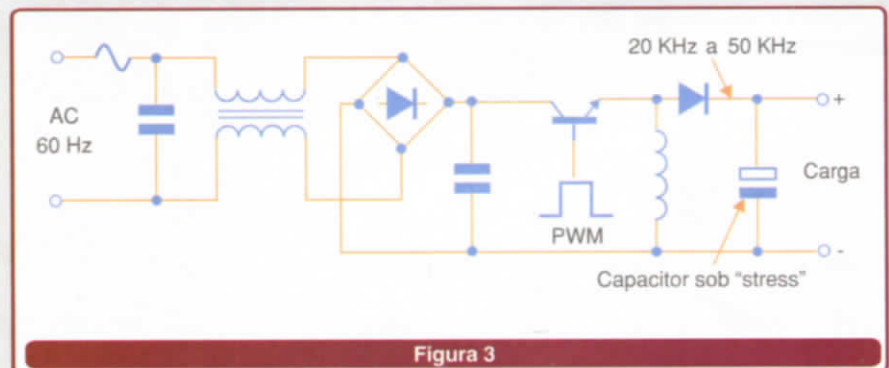


Figura 3

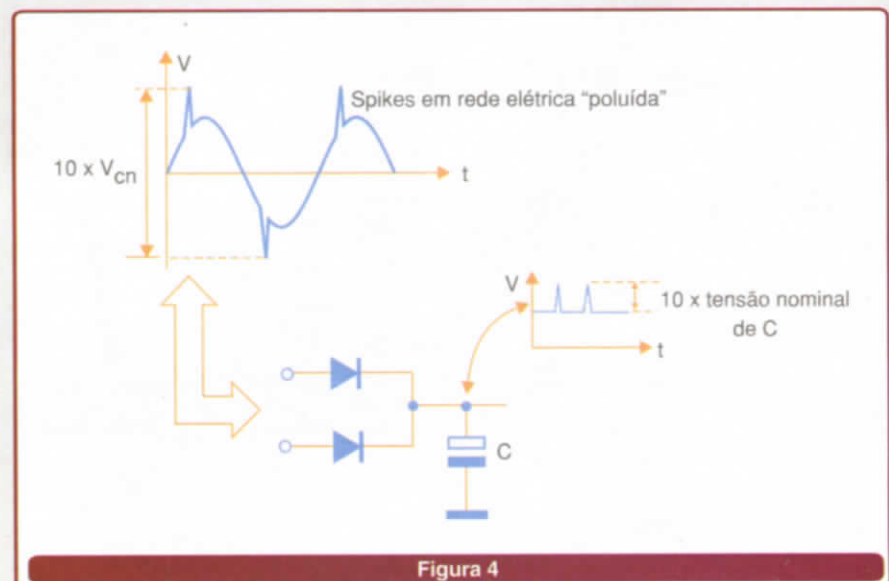


Figura 4

Novamente, embora a alta frequência seja a causa, a ESR ocorre em maior proporção nas baixas frequências. Isto também explica porque, às vezes, ligamos determinado equipamento e o defeito acontece apenas quando ele executa uma função específica. Função, aliás, que opera em baixa frequência.

“Pois bem, mas e se o equipamento nem liga?”

Então, há necessidade de diagnosticar a ESR no circuito “a frio” (desligado).

A figura 5 mostra um outro exemplo, desta vez de um DVD, cujo comportamento apresentava-se de três formas: totalmente inoperante; às vezes ligava e tudo funcionava bem; às vezes ligava, mas funcionava mal.

O processador do dispositivo é alimentado pela linha de 3,3 V que, quando medida, apresentava 3,0 V.

O capacitor C818 de 1000 µF, medido com um capacitômetro, apresentou 998 µF. Trocado, o equipamento “sarou”.

“Dois microfarads fizeram esta diferença?”

Duvido.

O caso é que o componente tinha uma resistência interna alta.

MEDINDO A ESR

Acredito que já ficou claro que a ESR é uma característica dinâmica do capacitor e, portanto, não é possível de ser medida com capacitômetros ou multímetros.

Então, como posso medi-la, afinal?

Há, no mercado, instrumentos específicos para isso, e a figura 6 apresenta um deles. Trata-se do “capacitor wizard”, da Independence Electronis Inc.

Esse instrumento pode medir a “saúde” do capacitor sem a necessidade de retirá-lo da placa.

“Mas, quanto é uma ESR alta e como um medidor funciona?”

Não há um valor fixo para a ESR, mas, como regra geral, valores acima de 2 Ω podem ser considerados ruins.



Figura 6

Lembrando que isto não significa, necessariamente, que ocorrerá um defeito. Uma fonte de alimentação linear, por exemplo, funciona bem com capacitores de altíssima ESR. Mesmo se um capacitor baixar seu valor de 2200 µF para 1000µF, dificilmente ocorrerá problema, pois a etapa reguladora absorverá o ripple. Contudo, isto é exceção, e não regra.

Quanto às técnicas de medição, conheço três principais métodos, cada qual com vantagens e desvantagens.

1º - Utilização de alta frequência

O grande problema em medir a ESR é conseguir separá-la do capacitor em si. Como é uma característica intrínseca ao componente, toda medida feita sob os terminais será relativa a soma da resistência equivalente e a reatância capacitiva (figura 7).

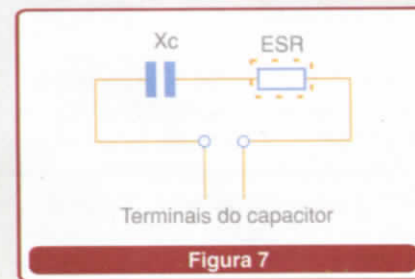


Figura 7

A técnica denominada “zero out capacitive reactance”, utilizada neste instrumento, baseia-se na aplicação de um sinal AC de frequência tão alta que a reatância capacitiva torne-se tão pequena, que possa ser considerada desprezível em relação a resistência série.

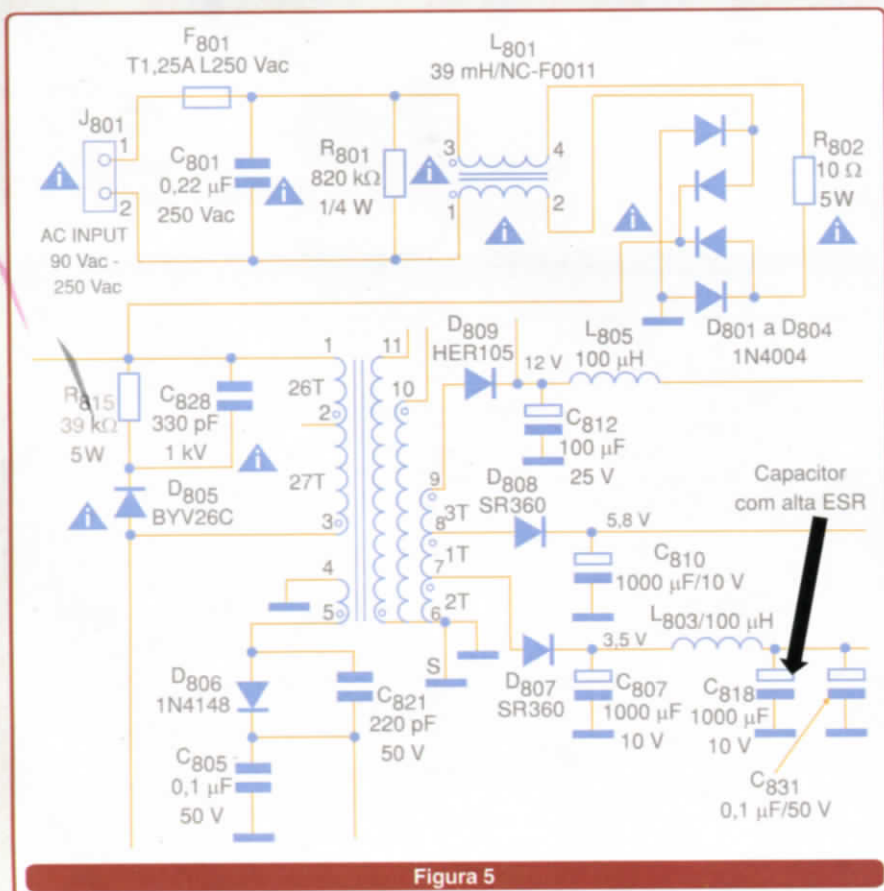


Figura 5

Matematicamente, temos:

Se $X_c = 1 / (2\pi \cdot f \cdot c) = 0$

e

$Z_c = \sqrt{ESR^2 + X_c^2}$ (soma vetorial)

e

$X_c = 0$;

Então:

$Z_c = \sqrt{ESR^2} \iff Z_c = ESR$

• **Vantagens:** conseguirá detectar capacitores abertos em uma específica faixa de valores, circuito simples, baixo custo, sem ajustes críticos.

• **Desvantagens:** válido apenas para uma faixa de valores, que depende da frequência utilizada.

2º - Retirada eletrônica da reatância capacitiva da medida AC através de processamento.

• **Vantagens:** muito útil para fabricantes, pode ser facilmente adaptada para medir a própria capacitância.

• **Desvantagens:** requer certa habilidade do usuário devido a instrumentos e dispositivos externos; não pode medir o componente montado no circuito, alto custo, instrumento delicado, circuito complexo, requer calibração constante.

3º - Utilização de circuito com amostra e retenção que registra a defasagem de sinais entre 0º e 180º.

• **Vantagem:** pode medir a ESR de qualquer capacitor, independentemente do valor.

• **Desvantagens:** não pode medir o componente no circuito; não consegue identificar capacitores abertos; deve ser calibrado constante e precisamente, caso contrário indicará uma leitura errada.

Se considerarmos a relação custo/benefício, além da simplicidade de utilização em campo, a primeira opção é a melhor. Apesar de medir apenas uma faixa de valores, não significa que esta não possa ser ampla. É o que faz o "capacitor wizard".

Através de um sinal senoidal de 100 kHz, o instrumento mede a queda de tensão sobre um resistor de amostra (figura 8). Com uma base calibrada (fundo de escala), apresenta a leitura da ESR.

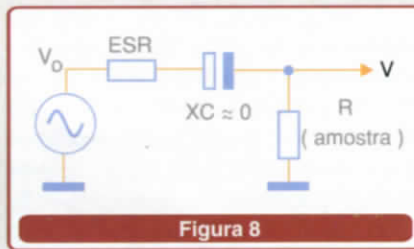


Figura 8

PARÂMETROS DE UM MEDIDOR DE ESR.

“O que preciso saber na hora de escolher um instrumento para medir ESR?”

Depende da aplicação, mas o usuário deve, no mínimo, pensar as seguintes questões:

- Modo de uso: tensão constante ou corrente constante? Em qual magnitude?
- Tipo de sinal utilizado: senoidal ou quadrado? Em qual frequência?
- Tipo de instrumento: analógico ou digital?
- Qual o "range" necessário de ESR?
- O quão robusto é o instrumento?
- As entradas são protegidas para casos onde o capacitor se encontra carregado?
- Custo.

A resposta para cada uma delas depende do campo de atuação de cada profissional, que não deverá encontrar dificuldades para respondê-las. Somente após isso, escolha o modelo.

CONSTRUINDO UM SIMPLES MEDIDOR DE ESR

Adquirir um "medidor de ESR", porém, nem sempre é uma tarefa simples. A maioria dos instrumentos é importada, o que merece uma avaliação custo/benefício criteriosa antes de se optar pela compra.

Para facilitar a vida do nosso leitor, desenvolvemos um circuito prático que se mostrou bastante eficiente. O circuito completo pode ser visto na figura 9.

Trata-se de um oscilador que opera em, aproximadamente, 100 kHz e com um ciclo de trabalho de 50 %.

Podemos observar que a configuração deste oscilador astável é um pouco atípica, uma vez que o pino 7 do CI 555 fica desligado, e a constante de tempo é realimentada pela saída (pino 3). Isto foi feito para garantir um ciclo de trabalho, o mais próximo de 50 % possível.

Embora a forma de onda de saída seja quadrada, o dispositivo funciona muito bem. As figuras 10 e 11 ilustram o protótipo montado pelo nosso Departamento Técnico, com um capacitor sob medida. A frequência e o ciclo de trabalho podem ser vistos na figura 11.

O dispositivo deve operar juntamente com um osciloscópio, e baseia-se em um divisor resistivo, através da Lei de Ohm $U = R \cdot I$.

O valor da ESR é proporcional a razão entre a tensão sobre o capacitor

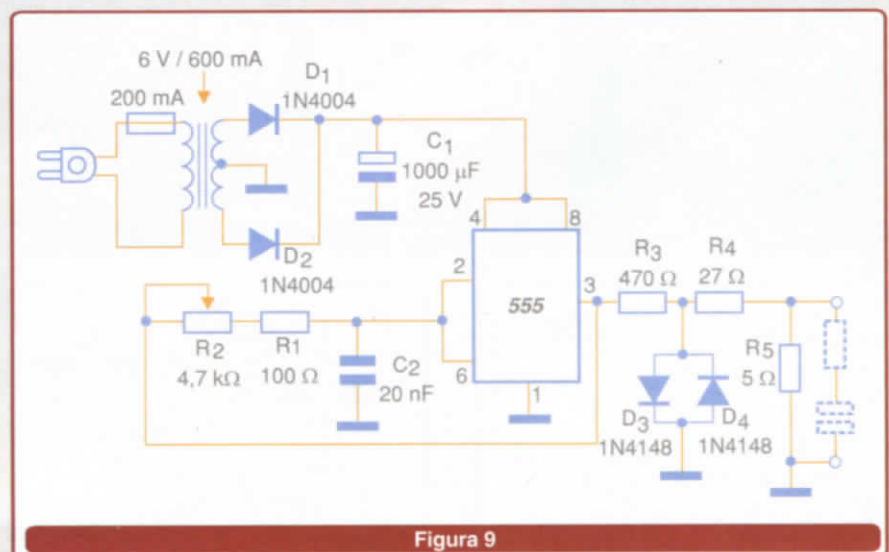


Figura 9

medido (U), e a tensão de saída do circuito (U_o). Os dois diodos D₃ e D₄ protegem o circuito, caso o capacitor sob teste esteja carregado, e limitam a tensão de saída em 0,7 Vcc.

A frequência deve ser ajustada para aproximadamente 100 kHz.

A **figura 12** traz um exemplo da tela de um osciloscópio em duas situações distintas, de um teste de um capacitor de 3,3 µF. Notem que, com 2 Ω (alta ESR), a queda de tensão sobre o componente é mais alta. A inclinação do sinal é resultado de uma integração, mas não afeta a medida. Esta inclinação poderá ser maior ou menor, dependendo do valor do capacitor.

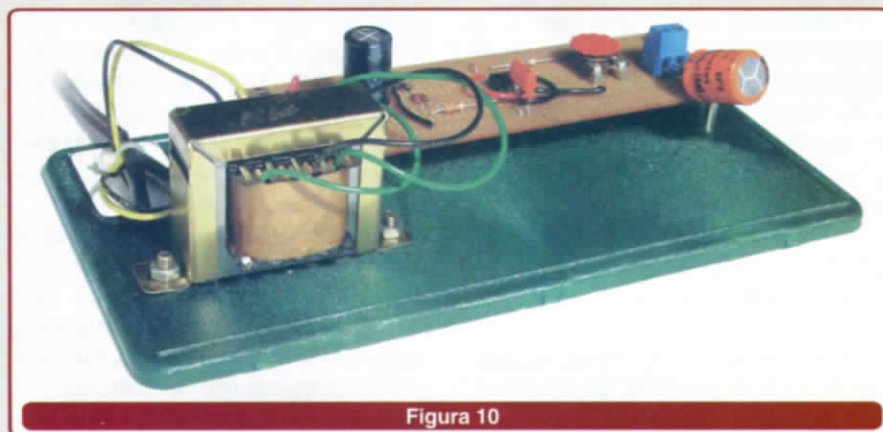


Figura 10



Figura 11

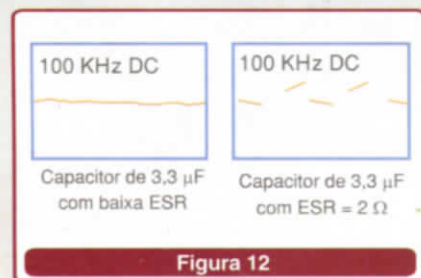


Figura 12

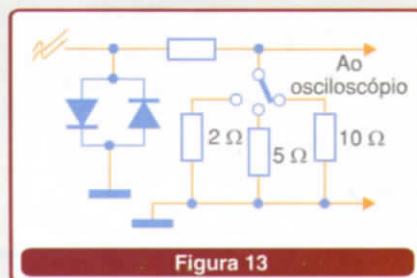


Figura 13

O valor de R₅ foi escolhido em 5 Ω no nosso projeto. Este valor permite boas leituras para capacitores de até 47 µF. Para valores maiores, R₅ pode ser modificado para 2 Ω, o que permite boas leituras até 470 µF. Já para valores muito pequenos (abaixo de 0,1 µF), R₅ pode ser de 10 Ω. Para facilitar, uma chave seletora (chave de onda) poderá ser instalada no protótipo, conforme exibe a **figura 13**.

A **tabela** a seguir mostra como determinar a ESR, segundo a razão U/U_o, onde U = tensão sobre o capacitor em teste, e U_o = tensão sobre D₁ e D₂ (aproximadamente 0,6 Vcc pulsantes).

Comparando, portanto, a leitura do osciloscópio e dividindo o resultado pela saída, o valor da ESR pode ser encontrado na **tabela**.

ESR (ohm)	U/U _o (R5=2ohm)	U/U _o (R5=5ohm)	U/U _o (R5=10ohm)
0.1	5 %	2 %	1 %
0.2	9 %	4 %	2 %
0.3	13 %	6 %	3 %
0.4	17 %	7 %	4 %
0.5	20 %	9 %	5 %
0.6	23 %	11 %	6 %
0.7	26 %	12 %	7 %
0.8	29 %	14 %	7 %
0.9	31 %	15 %	8 %
1	33 %	17 %	9 %
2	50 %	29 %	17 %
3	60 %	38 %	23 %
4	67 %	44 %	29 %
5	71 %	50 %	33 %
6	75 %	55 %	38 %
7	78 %	58 %	41 %
8	80 %	62 %	44 %
9	82 %	64 %	47 %
10	83 %	67 %	50 %
20	91 %	80 %	67 %
30	94 %	86 %	75 %
40	95 %	89 %	80 %
50	96 %	91 %	83 %
60	97 %	92 %	86 %
70	97 %	93 %	88 %
80	98 %	94 %	89 %
90	98 %	95 %	90 %
100	98 %	95 %	91 %

CONCLUSÃO

Algumas considerações finais para o desenvolvedor e técnico de campo:

- Geralmente, fontes de alimentação apresentam baixa impedância para baixas frequências.
- Capacitores de desacoplamento, ou "bypass", apresentam baixa impedância para altas frequências.
- O melhor modo de se conseguir baixas impedâncias é associar vários pequenos capacitores, ao invés de um único grande.
- Para capacitores de alto valor e pequeno encapsulamento, a ESR tende a ser maior, e vice-versa.
- A qualidade e performance dos capacitores varia muito.
- Capacitores eletrolíticos de alumínio não são boa opção para temperaturas muito baixas.
- Cuidado, preço por unidade costuma ser um bom indicativo de qualidade quando tratamos de capacitores. Apenas fique atento a fim de evitar pagar por uma qualidade inferior.

Novamente, solicito aos leitores que enviem suas críticas e sugestões quanto a esta matéria através do endereço: a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br.

METALTEX

Há 46 anos fornecendo soluções

sensores
SUNX

A Sunx, um dos maiores fabricantes de sensores do mundo, selecionou a Metaltex para a distribuição de seus produtos no Brasil. Assim, estaremos oferecendo o que há de mais moderno em tecnologia de sensores, com serviço especializado.

A linha é composta de sensores fotoelétricos, de fibra ótica, sensores indutivos, sensores de pressão digitais, sensores analógicos indutivos e fotoelétricos e sensores laser.

Com mais esta linha de produtos, a Metaltex passa a oferecer soluções completas em automação industrial.

A Metaltex disponibiliza suas equipes de engenharia de aplicações e de vendas técnicas para oferecer a solução sob medida para sua aplicação.

FILIAIS

BAHIA Tel.: (71) 285-4637
CAMPINAS Tel.: (19) 3227-9814
GOIÁS Tel.: (62) 212-4252
MINAS GERAIS Tel.: (31) 3384-9476
PARANÁ Tel.: (41) 236-1794
RIO DE JANEIRO Tel.: (21) 2208-1335
RIO GRANDE DO SUL Tel.: (51) 3361-3453
SANTA CATARINA Tel.: (47) 435-7440

Conheça linha completa



FOTOELÉTRICOS



INDUTIVOS



OUTROS



PRODUTOS ELETRÔNICOS METALTEX LTDA.
Rua José Rafaelli, 221 - São Paulo - SP CEP 04763-280
Tel. (11) 5683-5700 / Fax. (11) 5524-2324

WWW.METALTEX.COM.BR

DISPLAY ENROLÁVEL

Nova Tecnologia da Philips

Tente imaginar equipamentos eletrônicos que tenham *displays* que possam ser “desenrolados e enrolados” como folhas de papel, apresentando imagens de excelente qualidade. Ou um *lap-top* fino como um tubo com o *display* desenrolado como um pergaminho. Ou, ainda, uma TV que pode ser pendurada numa parede depois de ter sido enrolada para transporte. E agora, um “livro eletrônico” no formato de *E-book*, que pode ser desenrolado e lido em qualquer lugar. Tudo isso é o que promete a nova tecnologia de *displays* “enroláveis” da Philips, desenvolvida pela empresa associada Polymer Vision.

Newton C. Braga



Baseados em ampla experiência no trabalho com eletrônica de polímeros, a Philips consegue produzir protótipos de *displays* grandes e ultrafinos que podem ser enrolados numa base, o que pode levar a rápida industrialização.

Os *displays* combinam uma matriz ativa de polímero excitada por circuito eletrônico, que funciona como uma “tinta eletrônica” refletiva no plano frontal de uma folha de plástico muito fina.

A Philips publicou o estado desta tecnologia na revista *Nature Materials*, em primeiro de fevereiro deste ano. Os *displays* são leves, grandes e praticamente inquebráveis, podendo ser enrolados de modo a ocupar um pequeno espaço quando não estão em uso, o que os torna especialmente atraentes para aplicações móveis.

Eles também podem ser integrados em objetos de uso diário como, por exemplo, uma caneta. A disponibilidade de tais objetos pode estimular enormemente o avanço dos livros eletrônicos, jornais e revistas,

além de novos serviços oferecidos pela terceira geração de operadores de redes móveis.

Essas aplicações dependem atualmente de *laptops* frágeis, pesados e grandes, ou ainda pequenos com resolução pobre para telefones celulares, ambos com pontos negativos.

A Philips não quer apenas provar a versatilidade de tais *displays*, mas também tem a ambição de mover a indústria para um processo de produção em massa. Dentro da “Philips Technology Incubator”, uma aliança interna foi formada com essa finalidade, sendo denominada *Polymer Vision*.

A Polymer Vision constrói no campo da eletrônica orgânica com a Philips Research, que foi a primeira do mundo a fazer demonstrações com circuitos funcionais RFID baseados em eletrônica orgânica, e *displays* de matriz ativa.

Um ponto da competência da Polymer Vision é a fabricação de *displays* robustos e grandes de polímeros, baseados em transistores de

filme fino (TFTs) com características elétricas idênticas. Isso é combinado com a capacidade de modelar e projetar circuitos que aproveitam as características da eletrônica orgânica ao máximo.

Usando esses recursos, a Polymer Vision foi capaz de montar *displays* de matriz ativa QVGA de 320 pixels x 240 pixels baseados em orgânicos, com uma diagonal de 5 polegadas e uma resolução de 85 dpi, com a possibilidade de serem dobrados em um raio de 2 cm.

Os *displays* combinam uma matriz ativa de 25 microns de espessura como plano traseiro, contendo a eletrônica de polímero que excita os pixels e um plano frontal de 200 microns com uma espécie de “tinta eletrônica”, esta desenvolvida pela *E Link Corporation*.

Os *displays* baseados em “tinta eletrônica” são finos e flexíveis pelo seu tipo de construção porque eles não precisam de controle individual de célula. Além disso, *displays* feitos com essa tecnologia são ideais para

aplicações de leitura intensiva devido a sua excelente definição, comparável à obtida com o papel comum, além do baixo consumo.

Conseqüentemente, o *display* resultante é o mais fino e flexível do tipo de matriz ativa já conseguido até agora. Ademais, com perto de 80 000 TFTs, é o maior *display* baseado em eletrônica orgânica construído até agora, e com o menor tamanho de pixel.

Juntamente com os *displays*, *shift-registers*, blocos importantes para os *drivers* de *displays* foram obtidos com a mesma tecnologia. Esses *shift-registers* são os maiores circuitos funcionais baseados em eletrônica orgânica logrados até agora.

E, mais importante, eles podem ser fabricados usando o mesmo processo do plano posterior dos *displays*, o que significa um passo importante para a integração dos dois em um único processo.

Atualmente, o processo piloto desenvolvido permite fabricar 5 000 amostras desse *display* por ano. Para maior velocidade na industrialização, a Polymer Vision procura cooperação de parceiros e consumidores. Na **figura 1** temos uma ilustração de algumas das aplicações possíveis.



Figura 1

A TECNOLOGIA

No processo, uma matriz ativa (AM) apresenta um Transistor de Filme Fino (*Thin Film Transistor* ou *TFT*) que é usado para comutar cada elemento de imagem (pixel) do *display*.

No caso dos *displays* comuns de matriz ativa de cristal líquido, por exemplo, esses transistores são feitos em placas de vidro, o que os torna inflexíveis, pesados e sensíveis a danos físicos. Infelizmente, o processo de fabricação dos TFTs em bases de vidro é incompatível com o processo usado para trabalhar com substratos orgânicos, devido às altas temperaturas necessárias.

Todavia, se os TFTs puderem utilizar substratos orgânicos, eles serão mais leves e flexíveis e com isso *displays* inquebráveis poderão ser obtidos.

VANTAGENS

Os TFTs são facilmente processados, têm compatibilidade com substratos plásticos podendo, inclusive, ser usados em *displays* de matrizes ativas flexíveis. Combinando um plano posterior com essa eletrônica, é possível obter um *display* flexível.

A meta final, entretanto, é fabricar um *display* que pareça com uma folha de papel, além de ter excelente aparência e qualidade óptica. O verdadeiro "papel eletrônico" deverá ser flexível o suficiente para ser enrolado em rolos de pequeno diâmetro.

ESTRUTURA EM CAMADAS

No plano posterior de uma matriz ativa existe uma estrutura em camadas. Nela, as camadas apresentam propriedades elétricas diferentes. A **figura 2** apresenta essa estrutura.

Nessa figura, podemos observar quatro camadas:

- Duas camadas de ouro: para definir o TFT, assim como fazer as interconexões elétricas.
- Duas camadas orgânicas:
 - Uma camada isolante, denominada Dielétrico de Gate
 - Uma camada semicondutora.

O processo de fabricação dessa estrutura é o seguinte:

Numa primeira base, o substrato, que é a camada de base sobre a qual as outras são aplicadas, é desenvolvido. Esse substrato pode ser uma folha de plástico barato, preferivelmente um polímero eletronicamente inerte.

As camadas de ouro são, em seguida, produzidas pela deposição a vácuo.

Na terceira fase do processo são aplicadas as camadas orgânicas usando uma solução. Para essa finalidade são empregadas tecnologias simples como *spin-coating* e *dip-coating*, além de impressão.

Passa-se, agora, à estruturação das camadas de ouro, usando fotolitografia semelhante à aplicada na fabricação de circuitos integrados. A diferença maior está nos detalhes que devem ser gravados nas camadas que, sendo muito maiores, exigem a utilização de equipamentos mais simples.

Temos, finalmente, a tinta laminadora. Depois de aplicação da camada semicondutora, a tinta eletrônica pode ser laminada no topo do plano posterior da matriz ativa, e com isso o *display* estará pronto.

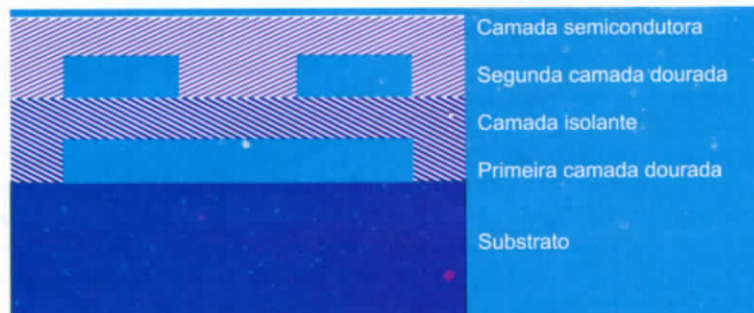


Figura 2

NOVIDADES DA TECNOLOGIA

Todos os dias novos componentes, novas tecnologias e novos materiais eletrônicos são criados, muitos dos quais se tornarão parte de nossa vida em um futuro não muito distante. O que hoje é a novidade dos laboratórios de pesquisa, amanhã será parte do produto que estaremos comprando. Nesta seção, vamos abordar as tecnologias que estão surgindo, trazendo para os leitores as informações mais "quentes" dos laboratórios de pesquisa das grandes empresas e universidades.

Newton C. Braga

MICRO-OSCILADORES DEVEM REDUZIR AINDA MAIS O TAMANHO DAS APLICAÇÕES MÓVEIS

Um novo dispositivo capaz de gerar microondas sintonizáveis foi desenvolvido recentemente pelo *National Institute of Standards (NIST)* nos Estados Unidos.

Ele, que tem dimensões medidas em microns (milionésimos de metro), é centenas de vezes menor que o menor dos geradores de microondas atualmente disponível no mercado. O dispositivo poderá ser usado nos telefones celulares, aparelhos de comunicação sem fio para acesso à Internet, sistemas de Radar e muitas outras aplicações que requeiram um oscilador de alta frequência.

O dispositivo em pauta funciona aproveitando o fato de que elétrons individuais numa corrente elétrica se comportam como pequenos ímãs, cada qual tendo um "spin", com um lado de cima ou de baixo, da mesma forma que um ímã tem um pólo norte e um pólo sul. Tecnicamente, o "spin" é associado ao movimento de rotação do elétron.

O dispositivo criado pelo NIST consiste em dois filmes magnéticos separados por uma camada não

magnética de cobre. Quando uma corrente passa através do primeiro filme magnético, os elétrons nessa corrente, se alinham de modo que seu *spins* fiquem paralelos, de acordo com a orientação magnética do filme.

Entretanto, os elétrons agora alinhados passam para o segundo filme, e quando isso ocorre, o processo é invertido com o alinhamento dos elétrons transferidos para o filme. O resultado é que a magnetização do filme muda rapidamente de orientação, oscilando e gerando um sinal de alta frequência (na faixa das microondas).

O sinal gerado neste processo pode ser sintonizado entre menos de 5 GHz até mais de 40 GHz, que é justamente a faixa de frequências empregada por muitos equipamentos sem fio modernos como, por exemplo, telefones celulares, sistemas *wireless* e radares.

Na **figura 1** temos um gráfico tridimensional que mostra os sinais de microondas (eixo X) em função das variações da corrente (eixo Y), gerados pelo novo oscilador do NIST. As alturas dos picos representam a intensidade relativa dos sinais gerados.

Na **figura 2** observamos as dimensões das diversas partes do novo dispositivo quando comparadas com a espessura de um cabelo humano.

Na realidade, a construção prática desse dispositivo serve para confirmar previsões feitas por teóricos da IBM e da Universidade Carnegie Mellon, em 1996.

O físico William Rippard diz que os novos osciladores podem ser fabricados dentro dos próprios circuitos integrados com a tecnologia usada



Figura 1

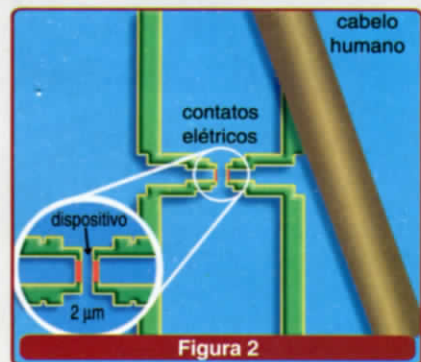


Figura 2

atualmente para fazer *chips*. Isso significa que equipamentos *wireless* do futuro poderão ser menores graças à integração desse tipo de oscilador no próprio *chip*.

NANOQUÍMICOS CONSEGUEM MONTAR ESTRUTURAS CURVAS

Construir estruturas curvas no nosso mundo não é algo tão difícil. Pontes, galpões e mesmo pequenos objetos podem ser fabricados com curvas as mais diversas. O problema para construir objetos curvos se manifesta quando essas estruturas têm dimensões extremamente pequenas, como acontece com as dimensões dos objetos manipulados pela nanotecnologia.

No entanto, recentemente, uma equipe da *Northwestern University* anunciou um método de fazer blocos construtivos em nano-escala, os quais podem ser usados para montar estruturas curvas com um excelente grau de previsão, dependendo da

arquitetura e composição desses blocos. Os resultados dessa descoberta foram anunciados em 16 de janeiro deste ano.

O que os pesquisadores fizeram foi usar nano-roletes sólidos híbridos consistindo de segmentos de ouro e polímeros condutores para formar os blocos de construção.

Com esses nanotubos foram montadas diversas estruturas como globos, folhas e tubos de diversos diâmetros (**figura 3**).

O extraordinário controle demonstrado no processo serviu para comprovar que a técnica pode ter grande

utilidade, não só para a Química, mas também para a Eletrônica.

Componentes eletrônicos que exigem formas curvas para sua elaboração podem ser construídos usando essa técnica. Os nano-roletes foram fabricados pela deposição sequencial de ouro e um polímero condutor nos poros de um modelo de alumínio. Depois da síntese dos roletes de ouro-polímero, o modelo é dissolvido, deixando os roletes dispostos paralelamente um ao outro: extremidades ouro com ouro e polímero com polímero.

As fortes interações entre as extremidades do polímero causam um esforço físico que tende a dobrar a estrutura, dando-lhe assim a forma curva final. Em um experimento posterior, os pesquisadores observaram que a automontagem das estruturas não ocorre quando os roletes estão dispersos aleatoriamente numa solução.

A pesquisa é financiada pela *National Science Foundation* e pelo *U.S. Air Force Office of Scientific Research*.

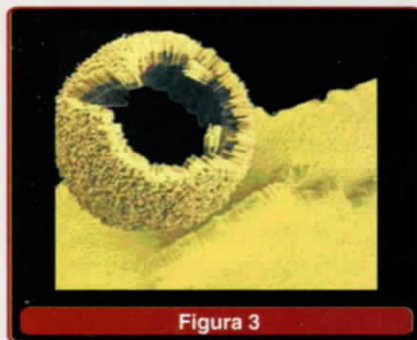


Figura 3

semicondutores
CORONA BRASIL

SEMICONDUCTORES DE POTÊNCIA

MEDIAITE

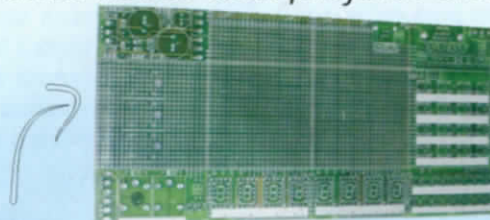
Corona Brasil Ind. Com. e Representações Ltda
PABX: (19) 3834 3257 - Fax: (19) 3834 3282
Site: www.coronabrasil.com.br
E-mail: semicondutores@coronabrasil.com.br

WESTCODE
CORONA BRASIL

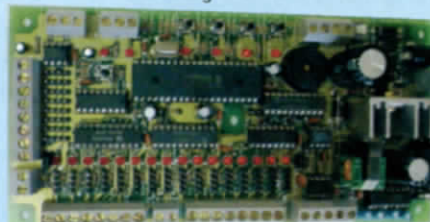


Grupo Mosaico
Novidades 2.004!

Compre On-Line os componentes e placas que você precisa para desenvolver seus projetos eletrônicos



McProto - A Revolução da Placa



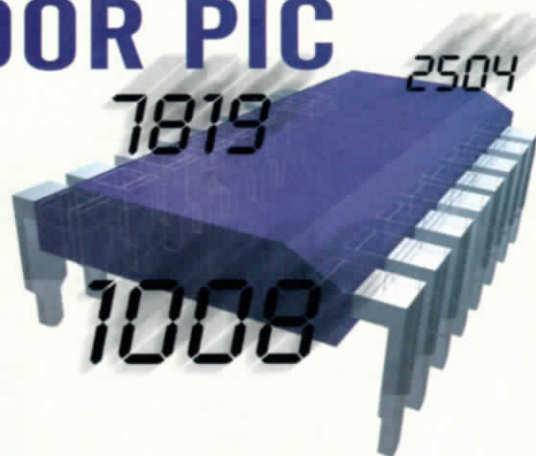
Facilite sua vida, programe as entradas e saídas dos seus projetos com nossa **McData**

Acesse: www.mosaico-eng.com.br

SENHA ELETRÔNICA COM MICROCONTROLADOR PIC

Este artigo mostra como implementar uma senha eletrônica com visualizador de mensagens em mostrador de cristal líquido (LCD), empregando um microcontrolador PIC16F783.

Alfonso Pérez



O CIRCUITO

A **figura 1** ilustra o diagrama esquemático da senha eletrônica usando um microcontrolador PIC16F783. Este circuito fornece pormenores para implementar uma chave eletrônica para controle de acesso a algum tipo de equipamento ou porta.

Ao conectar o circuito, aparecerá no LCD a mensagem "DIGITE A SENHA" e o cursor será colocado no centro da segunda linha. Nesse momento, pode-se digitar uma senha de 4 dígitos. Cada número que entra no LCD aparecerá mascarado com um "*".

Isso é feito para evitar que outras pessoas consigam ver a senha de acesso. Quando acabar de digitar a senha, teremos a seguinte mensagem: "*****". Agora, poderemos pressionar a tecla ENTER que se encarregará de chamar o bloco de programa para fazer a comparação entre os números da senha digitada e a senha armazenada no microcontrolador.

Se os dados forem iguais, aparecerá no LCD a mensagem "ACESSO PERMITIDO" e o programa ativará o pino RC0 da porta C, através do qual pode ser manuseado um transistor, TRIAC, etc. para controlar algum dispositivo externo.

Se os dados forem incorretos, então aparecerá a mensagem

"SENHA INCORRETA", temporizando a mensagem por 3 segundos, aproximadamente, na tela do LCD. Depois desse tempo, aparecerá a mensagem "DIGITE A SENHA". Se são tentadas 3 vezes e não se consegue o acesso, será ativado o pino RC1 da porta C, que pode ser usado para dar algum tipo de aviso ou alarme. O sinal desse pino só será desativado, ligando novamente o circuito. Podem ser feitas modificações de acordo com a aplicação. A tecla BACK permite levar o circuito para a esquerda para mudar algum dígito, caso a pessoa erre ao digitar a senha.

Para as entradas de dados foi utilizado um teclado matricial 4 x 4 e para a visualização dos dados, um LCD de 2 linhas x 16 caracteres. O programa no microcontrolador controla todas as transferências de dados entre o teclado e o *display*.

O PROGRAMA

O programa começa executando um salto para o endereço "início". Ali é selecionado o banco 0 (zero) de memória RAM para configurar o *nibble* baixo da porta B como saída e o *nibble* alto como entrada, e a porta C como saída.

Também é inicializado o *timer0* para interromper o microcontrolador a cada milissegundo. Esta interrupção é usada como uma base de tempo

para as temporizações usadas no circuito. Depois, o programa chama a rotina `init_4D_LCD` que inicializa o módulo LCD para comunicar-se com 4 bits, enviando para o LCD a mensagem "DIGITE A SENHA" e posicionando o cursor no centro da segunda linha. Finalmente, ele entra no bloco principal.

O bloco principal é testado continuamente pelo *flag* `fKeyService`. Este *flag* indica quando foi pressionada alguma tecla e é colocada pela rotina `Scan`, encarregada de manipular esse teclado. Se nenhuma tecla foi pulsada, o bloco se repete infinitamente. Se alguma tecla foi pulsada, entra-se num bloco de código de onde é verificada qual tecla foi pressionada.

Se a tecla pulsada é um número entre 0 e 9, então é chamada a rotina `StoreKey`, onde são armazenados os dados para verificação posterior. Este *buffer* é formado por 4 posições de memória RAM, correspondendo aos 4 dígitos necessários à senha. Se a tecla pressionada foi BACK, o programa envia um código ao LCD para voltar o cursor em 1 posição e atualizar o ponteiro do *buffer* (`ptr-Buffer`), encarregado de armazenar os dados da senha na posição de memória RAM correta.

Se a tecla pressionada foi ENTER, então é chamada a rotina `Validate`, que se encarrega de testar os dados da senha digitada e os armazena no microcontrolador. Quando os dados

coincidem com os armazenados no microcontrolador (para o caso deste programa a senha é 3579), é mostrada a mensagem "ACESSO PERMITIDO" e o pino RC0 da porta C é ativado por um tempo de 3 segundos.

Se os dados não coincidem, é tirada a mensagem "SENHA INCORRETA" e a variável **numIntent** é incrementada. Quando esta variável chega a 3, ou seja, 3 tentativas, então é ativado o pino RC1 que é empregado como aviso. Caso a senha seja correta, esta variável é *ressetada* permitindo 3 novas tentativas. A senha pode ser trocada dentro da rotina **Validate**. Para isso, deve-se recompilar o programa e reprogramar o microcontrolador.

Para controlar o teclado é usada a rotina **ScanKeys**. Esta rotina é chamada cada vez que o **timer0** interrompe a CPU. Dentro desta rotina é usada a variável **tmrKeyScan** para realizar um retardo de aproximadamente 40 milissegundos. Como a interrupção do timer 0 é executada a cada 1 milissegundo, esta variável é carregada com 40 e decrementada em cada interrupção, para se obter assim os 40 milissegundos.

Quando este tempo se completa, é realizada uma varredura seqüencial das colunas do teclado. Se nenhuma tecla foi encontrada pressionada, a rotina retorna. Se alguma tecla foi pressionada, então é colocado o **flag** keyhit. Este bit é *ressetado* quando a tecla pulsada for liberada. Também é colocado o **flag** fkeyService, que indica que o bloco principal pode processar a entrada do dado pelo teclado. A rotina **GetKeyValue** é usada para converter o valor encontrado da varredura do teclado, quando foi pressionada a tecla e o valor ASCII.

Para controlar o LCD são usadas as rotinas **Write_LCD_Control** que grava uma instrução no LCD e **Write_LCD_Dato** que grava um dado. Coloque a instrução ou dado no registro W, antes de chamar a rotina respectiva. Note como é programado o bit RS, no nível baixo, quando se trata de uma instrução (comando) ou em nível alto, quando se trata de um dado.

Ao programar o microcontrolador, selecione o oscilador XT, PWRT e desabilite as demais.

O código pode ser baixado de: www.sabereletronica.com.br

LISTA DE MATERIAIS.

Semicondutores:

- CI₁ - PIC 16F873
- LCD de 2 linhas por 16 caracteres.
- D₁ e D₂ - LEDs comuns.

Resistores:

- R₁ a R₈ - 220 Ω - ¼ W.
- R₉ e R₁₀ - 1 KΩ
- P₁ - 10 KΩ.

Capacitores:

- C1 e C2 - 20 pF cerâmico.
- C3 - 100 nF cerâmico.
- C4 - 47 µF - 25 V.

Diversos:

- X₁ - Cristal de 4 MHz.

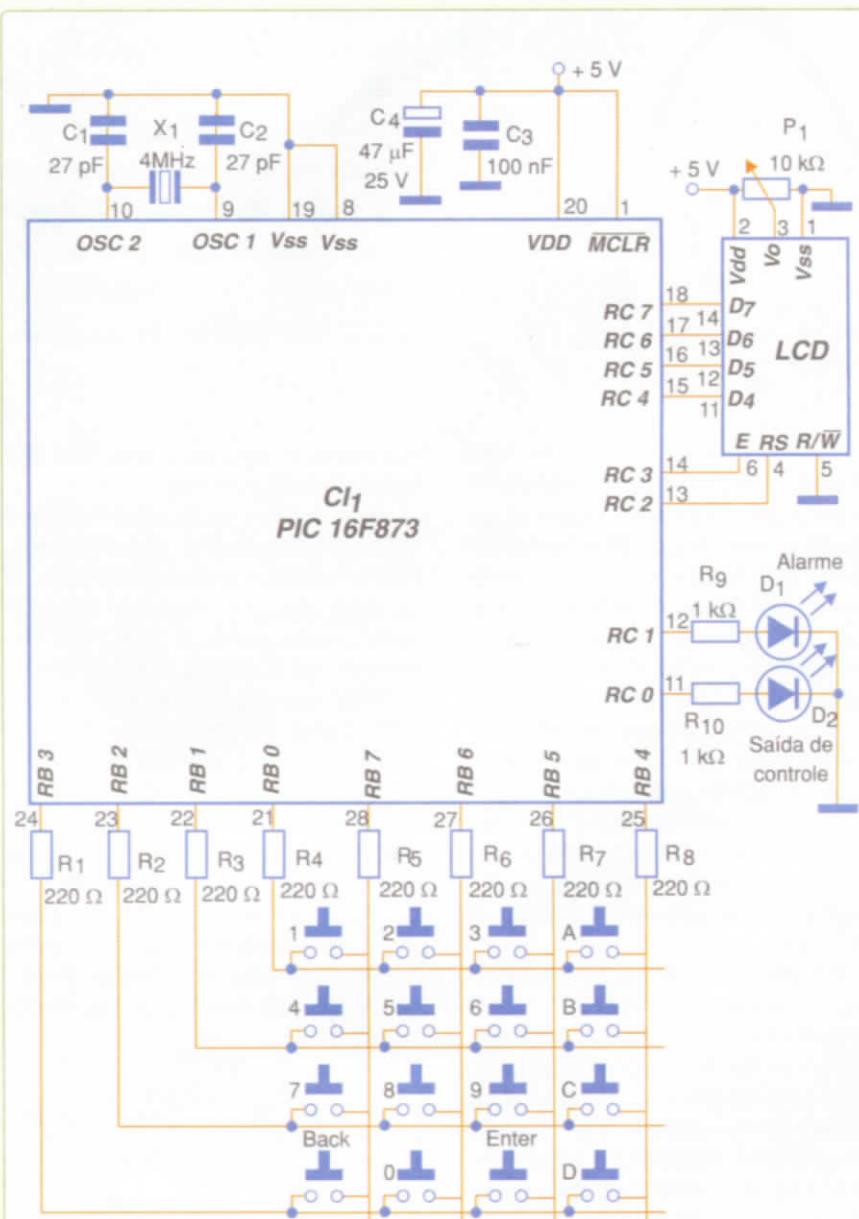


Figura 1

SELEÇÃO DE AMPLIFICADORES

Circuitos Classe D



Amplificadores de áudio fazem parte dos circuitos de uma infinidade de equipamentos. Telefones sem fio, intercomunicadores, equipamentos de som doméstico, televisores, sistemas de segurança, etc. No entanto, que tipo de amplificador escolher para um projeto é algo que causa dúvidas em muitos profissionais. Qual é a melhor configuração para a minha aplicação? Devo usar um circuito moderno classe D ou será que um circuito tradicional classe B atende melhor às minhas necessidades? Visando fornecer material de projetos para os leitores que precisam de amplificadores, fizemos duas seleções de circuitos práticos. A primeira, publicada nesta edição, compreende circuitos classe D (veja artigo na edição anterior sobre seu funcionamento), enquanto que a segunda trata de circuitos tradicionais classe B.

Newton C. Braga

Podemos dizer que atualmente encontramos dois tipos de desenvolvedores de projetos no universo de nossos leitores. Há os desenvolvedores de grandes empresas que criam produtos de consumo empregando a mais alta tecnologia e que precisam de soluções que atendam exigências muito rígidas, tais como rendimento elevado, baixo consumo, eficiência e custo compatível. Esses desenvolvedores trabalham com produtos específicos, normalmente em invólucros SMD ou ainda a partir de plataformas de desenvolvimento avançadas fornecidas pelos próprios fabricantes dos *chips*.

Por outro lado, existe um segundo grupo de desenvolvedores, mais modesto, mas igualmente importante, que necessita de soluções limitadas, tanto pela quantidade de produtos em que devem ser aplicadas, quanto pela própria tecnologia (que não precisa ser a mais avançada ou exigir ferramentas complexas de desenvolvimento). Em alguns casos, apenas uns poucos protótipos precisam ser

montados e com recursos que não fujam do convencional.

Esses desenvolvedores podem requerer uma simples etapa de áudio para um intercomunicador ou sistema de aviso de uma máquina, que não consumirão mais do que algumas dezenas de unidades e que, portanto não são sensíveis ao custo ou tecnologia. Esses circuitos podem perfeitamente ser desenvolvidos a partir de configurações tradicionais, muitas das quais usando *chips* que estão disponíveis em encapsulamentos normais no mercado comum de componentes.

Como dissemos, as duas classes de desenvolvedores são igualmente importantes para nós. Assim sendo, na seleção de projetos que apresen-

taremos neste e no próximo artigo, incluiremos os dois tipos de circuitos.

Sugerimos que os leitores que queiram montar qualquer dos circuitos em práticas, que consultem os fabricantes ou seus fornecedores de componentes sobre a disponibilidade dos itens usados.

AMPLIFICADORES CLASSE D

Os amplificadores Classe D ou digitais, são amplificadores que operam aplicando pulsos de largura e intensidade variáveis conforme o valor instantâneo do sinal de áudio que deve ser reproduzido, conforme mostra a **figura 1**.



Figura 1

Tendo em vista que os transistores de potência de saída trabalham em regime ligado-desligado, o rendimento é muito alto, o que os torna ideais para aplicações sensíveis à energia. Equipamentos alimentados por baterias são os que mais se beneficiam desta arquitetura.

Entretanto, equipamentos de áudio de alta potência e alta fidelidade também podem se beneficiar desta arquitetura, uma vez que se torna mais simples a obtenção de potências muito altas com componentes comuns de chaveamento, por exemplo, os *Power-FETs*.

Na seleção de circuitos dada a seguir teremos vários esquemas, a maioria dos quais baseada em circuitos integrados específicos que incluem a maior parte dos elementos necessários à implementação de um amplificador Classe D.

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 2 W COM O MAX4297

O amplificador mostrado na **figura 2** se baseia no circuito integrado MAX4297 da Maxim, e fornece uma potência de saída de 2 W por

canal em carga de 4 ohms com alimentação de 5 V.

O equivalente para a configuração mono é o MAX4295. A faixa de tensões de alimentação deste circuito vai de 3,7 a 5,5 V. Com 3 V de alimentação, a potência de saída é de 700 mW.

O circuito tem uma eficiência de 87% e a taxa de distorção harmônica total mais ruído (THD+N) é de 0,4% para uma frequência de oscilação de 125 kHz. A frequência PWM pode ser programada com valores entre 125 kHz e 1 MHz. A entrada SHDN desabilita o circuito interno de modo que ele fica numa condição de baixo consumo, drenando menos de 1,5 μ A da fonte para a versão mono e menos de 2,3 μ A para a versão estéreo.

O circuito integrado usado pode ser obtido em invólucro QSOP de 24 pinos para a versão estéreo.

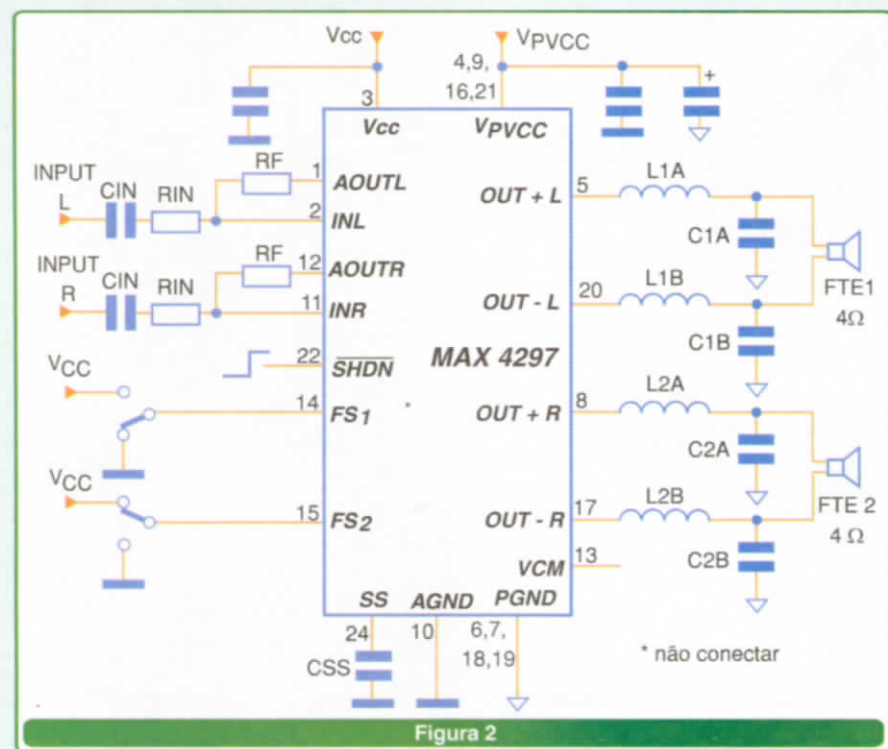


Figura 2

LX1792 – AMPLIFICADOR PARA AJUDA AUDITIVA

O circuito apresentado na **figura 3** é sugerido pela Microsemi e pode ser alimentado com tensões muito baixas, da ordem de 0,9 a 1,5 V.

A frequência de comutação deste circuito é de 200 kHz, e o ganho de tensão típico 32 dB. A distorção harmônica total é 0,3% com $f = 1$ kHz e a faixa passante de áudio é de 10 kHz. A impedância de saída típica é 24 ohms.

LM4663 – AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 2 W PARA FONES DE OUVIDO

O circuito que ilustramos é sugerido pela National Semiconductor, tendo sido projetado para operar com fontes simples de 4,5 a 5,5 V. Num fone de 32 ohms sua potência é de 80 mW, mas, com carga de 4 ohms sua potência chega aos 2,1 W com uma eficiência da ordem de 83%.

O circuito possui uma operação no modo *standby* quando seu consumo cai para 2 μ A. A corrente quiescente em modo normal é 22 mA. A arquitetura usada inclui um modulador Delta-Sigma e circuitos anti-“click” e “pop” ao ligar e desligar.

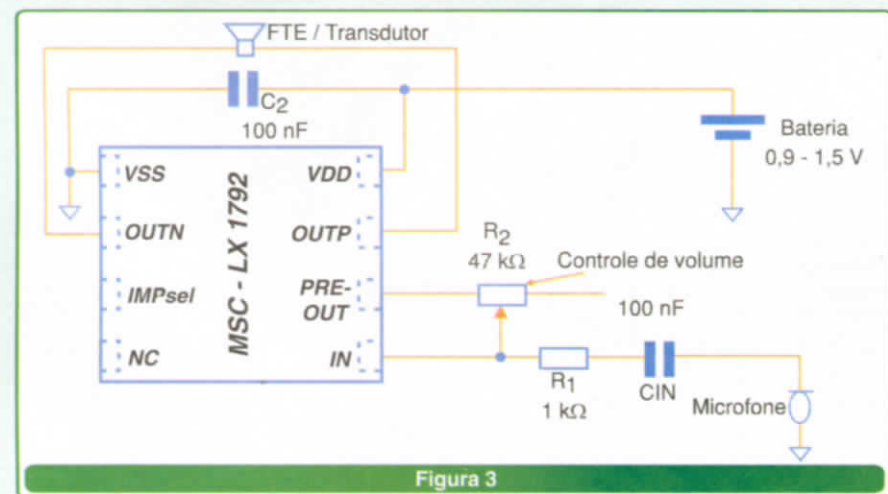


Figura 3

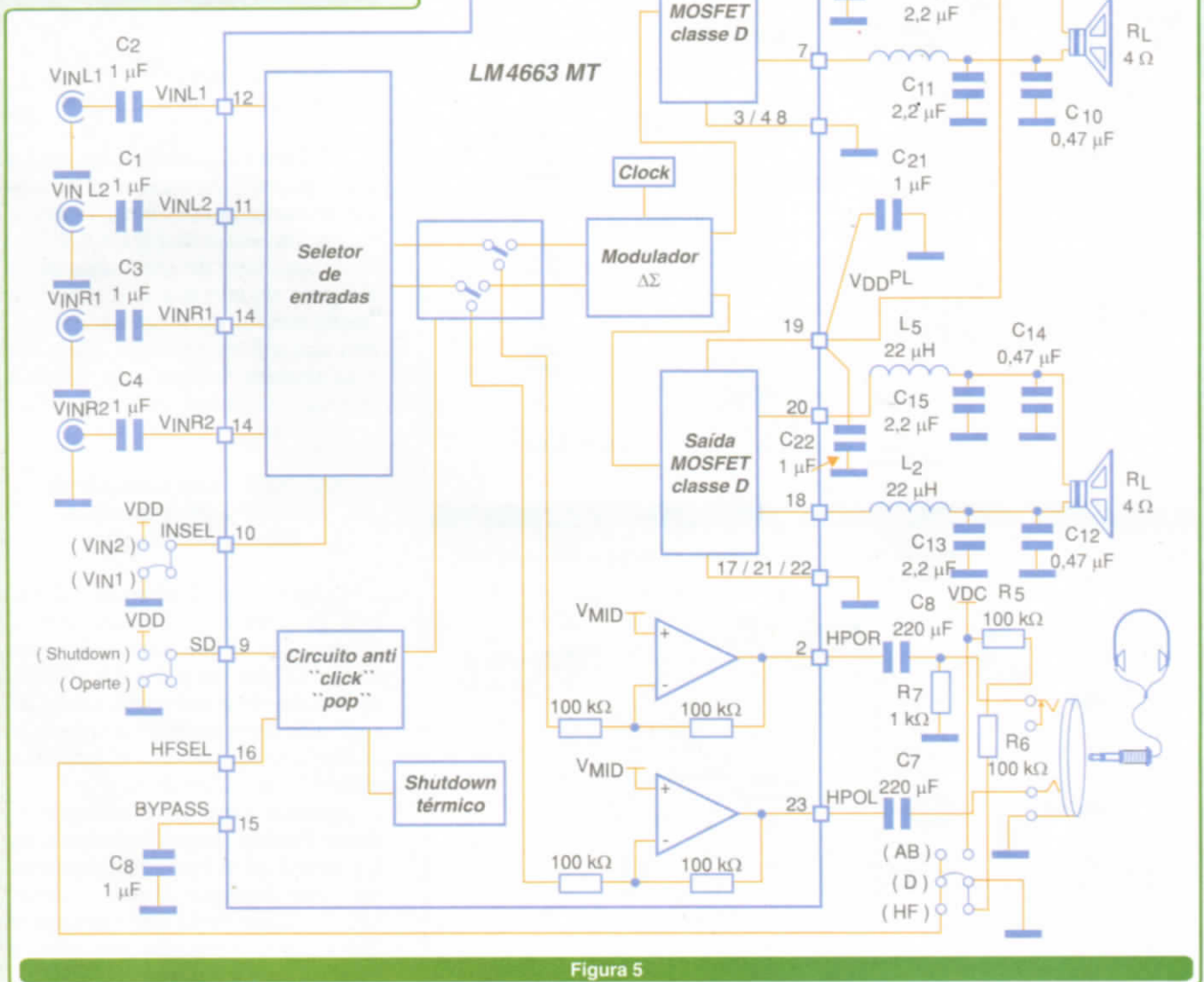
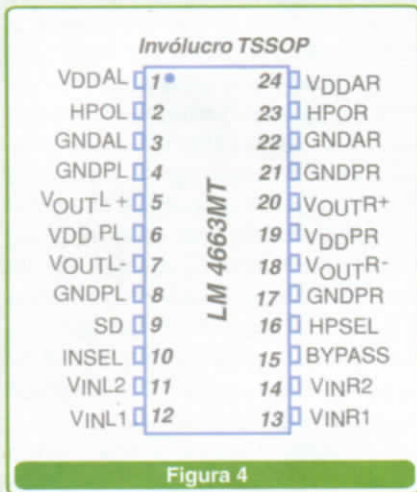
O circuito integrado LM4663 é fornecido em invólucro TSSOP de 24 pinos (figura 4).

Para a versão estéreo completa,

com saída para alto-falantes e fones, temos o circuito mostrado na figura 5.

Uma função externa ativa o fone ao mesmo tempo que desativa os

alto-falantes. Essa função é dada pelo nível do pino 16. O pino 9 permite levar o amplificador a uma condição de baixo consumo (*shutdown*).



Instituto Monitor

A escola que vai até você!

ENSINO SUPLETIVO E CURSOS TÉCNICOS A DISTÂNCIA COM VALIDADE NACIONAL

No Instituto Monitor você escolhe onde, como e quando estudar, conquista uma formação reconhecida e, ainda, economiza tempo e dinheiro.

Cursos Técnicos com diploma reconhecido

Eletrônica (com CREA)

Ensino Técnico modulado com 3 qualificações profissionais:

- Instalador e Reparador de Circuitos Eletrônicos e Microcomputadores
- Assistente em Eletrônica e Comunicação de Dados
- Projetista em Eletrônica

Confira as vantagens de estudar no Instituto Monitor. Você:

- Faz a matrícula pelo correio, Internet ou telefone, em qualquer época do ano;
- Estuda em lugar de sua escolha, no horário que quiser;
- Conta com o auxílio permanente de professores especializados, por carta, fax, e-mail, telefone ou pessoalmente;
- Escolhe a data para fazer os exames;
- Investe em seu futuro com economia e segurança;
- Conclui seu curso mais rapidamente;
- Conquista um Diploma ou Certificado com validade nacional.

SEM TAXA DE MATRÍCULA

Cursos Profissionalizantes Livres

- Eletrônica
- Eletricista Enrolador
- Montagem e Reparação de Aparelhos Eletrônicos
- Chaveiro
- Desenho Artístico e Publicitário
- Eletricista
- Caligrafia
- Direção e Administração de Empresas

Contabilidade

Técnico em **Secretariado** (com DRT)

Técnico em **Informática**

Técnico em **Transações Imobiliárias**
Corretor de Imóveis (com CRECI)

Cursos Supletivos

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio com Qualificação Profissional

Grupos de estudos com encontros presenciais. Conheça!

Exames finais na sede do Instituto Monitor

Instituto Monitor
FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

Qualidade em educação a distância!

Central de atendimento

(11) **33-35-1000**



GRÁTIS Catálogo informativo

SIM, desejo receber, grátis e sem compromisso, mais informações sobre o curso de:

Nome _____

End _____ Nº _____

Bairro _____

Tel. _____ e-mail _____

CEP _____ Cidade _____ Est. _____

AMPLIFICADOR DE 6 W COM O MAX9714

O circuito integrado MAX9713 é um amplificador Classe D monofônico, enquanto o MAX9714 é um amplificador classe D estéreo, ambos fornecendo uma potência de saída de 6 W em carga de 8 ohms.

Para a versão mono temos o circuito exibido na **figura 6**, e a versão estéreo é mostrada na **figura 7**, ambos alimentados com tensões de 10 a 25 V.

A distorção harmônica total (THD) desses amplificadores é de apenas 0,07%, incluindo o ruído. A eficiência chega aos 85% e a corrente quiescente é de apenas 18 mA. Na condição *shutdown* a corrente cai para apenas 0,2 µA.

Os dois componentes são fornecidos em invólucros TQFN de 32 pinos.

A impedância de entrada típica dos amplificadores é de 48 kohms e o ganho de tensão de 19 dB.

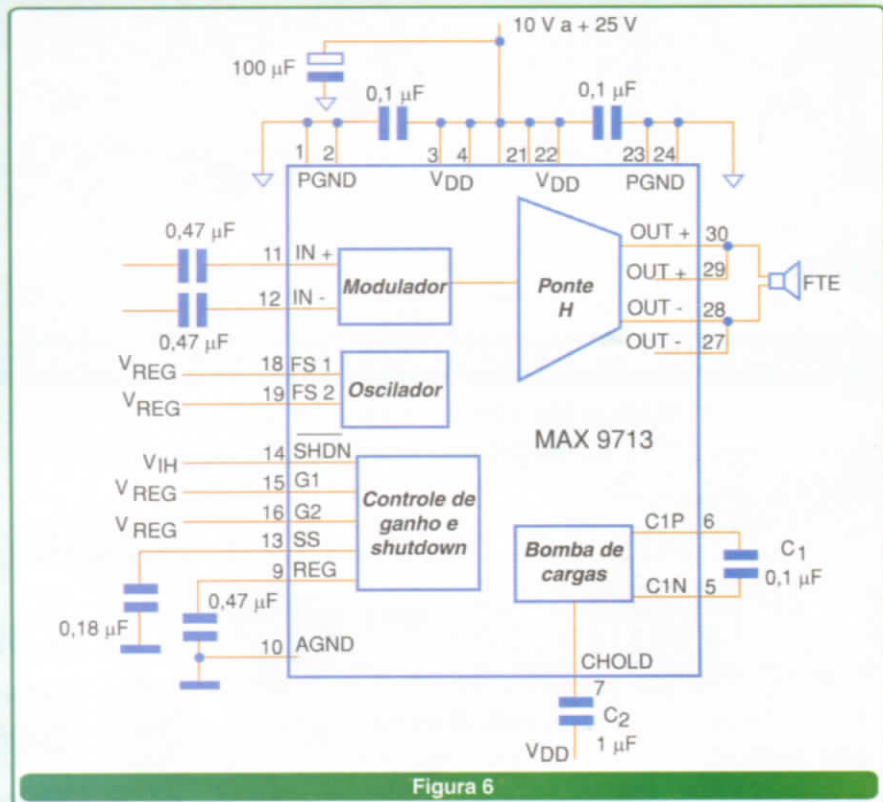


Figura 6

AMPLIFICADOR CLASSE D ZETEX DE 50 W

Com base no circuito integrado ZXCD1000, a Zetex apresenta o circuito estéreo Classe D (**figura 8**).

Os FETs de potência complementares admitem equivalentes, devendo ser montados em excelentes radiadores de calor. Equivalentes aos tipos indicados, podem ser usados.

Observamos que neste tipo de circuito os indutores empregados nos filtros de saída são componentes bastante críticos. Portanto, tanto neste projeto quanto em outros que usam estes componentes, será importante o leitor visitar o *site* da empresa para verificar como eles são obtidos.

É importante observar ainda que as altas correntes envolvidas exigem que o projeto da placa de circuito impresso seja muito cuidadoso.

Este amplificador possui também um circuito de "soft start" (partida suave), o qual tem por finalidade não aplicar diretamente a tensão de alimentação nos transistores de potência de saída, evitando assim os estalos no alto-falante e inclusive protegendo esses componentes.

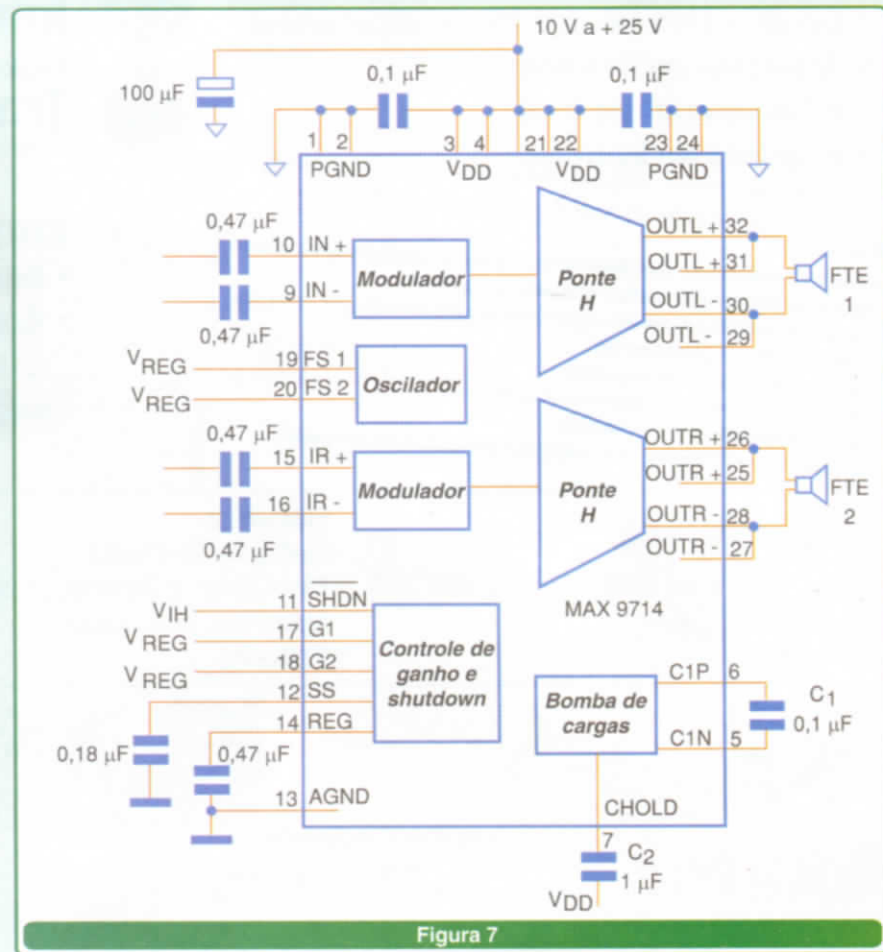


Figura 7

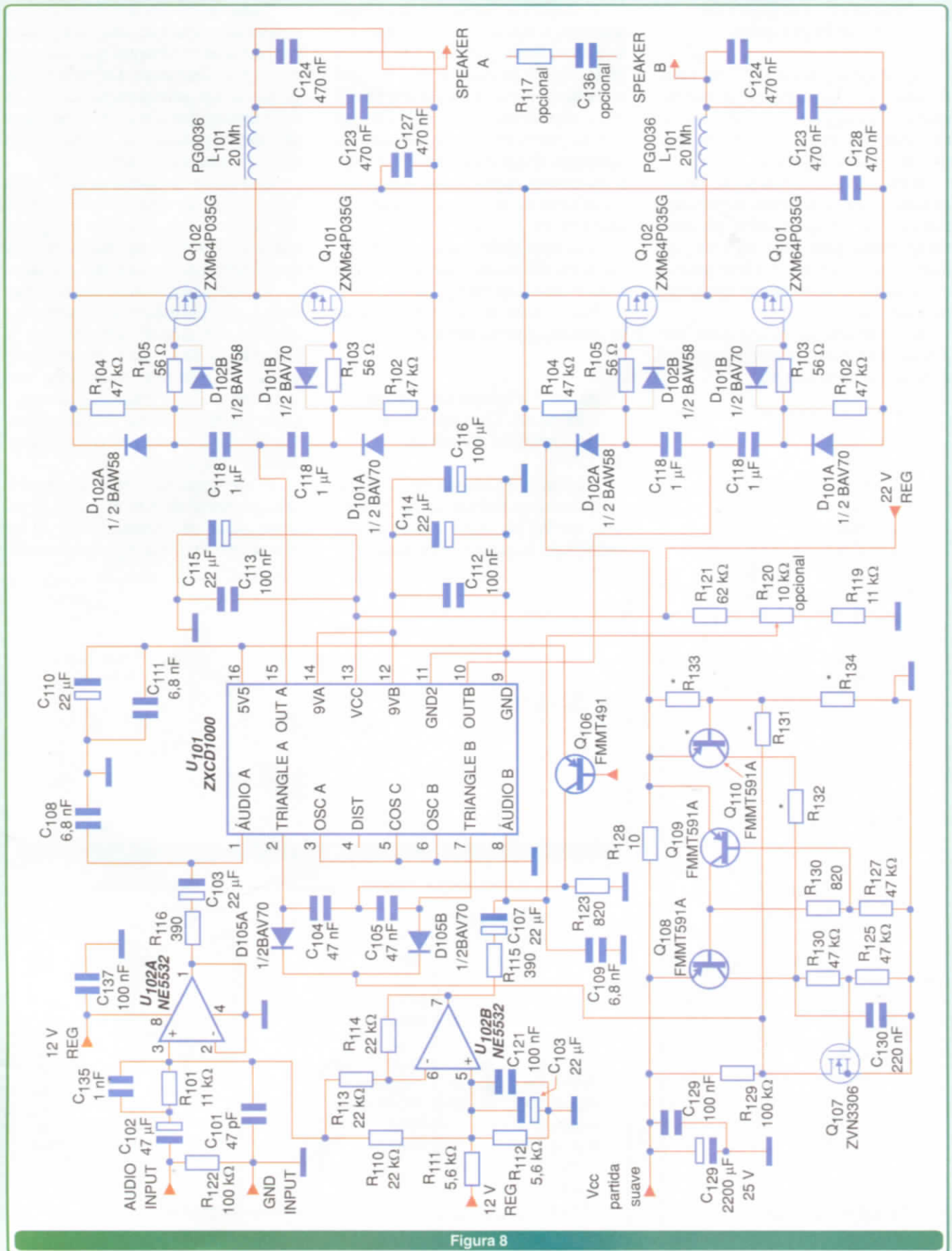


Figura 8

TDA8922 – ESTÉREO DE 25 W POR CANAL

A solução Classe D, dada pela Philips Semiconductors, baseia-se no circuito integrado TDA8922 que é fornecido nos dois tipos de invólucros desenhados na **figura 9**.

A Philips recomenda o uso deste amplificador em sistemas multimídia, televisores, equipamentos de som alimentados pela rede de energia, áudio automotivo e em outras aplicações na faixa de potência fornecida pelo circuito.

A configuração básica para um amplificador usando este componente é mostrada na **figura 10**.

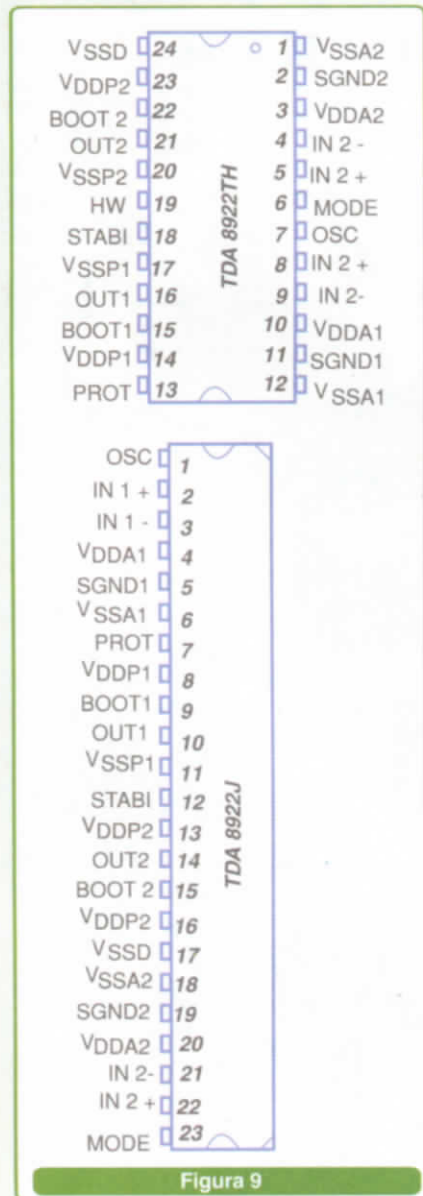


Figura 9

A eficiência deste circuito chega aos 90% e sua alimentação deve ser feita com fonte simétrica de 12,5 a 30 V. Outros destaques são a baixa corrente quiescente de apenas 55 mA (tip) e a baixa distorção com proteção contra curto-circuito e descargas estáticas. O ganho é fixo em 30 dB, e na configuração mono ligada em ponte pode-se obter uma potência de saída de 50 W (rms).

O amplificador necessita de um oscilador externo que tem seu circuito básico mostrado na **figura 11**.

Esse circuito opera com frequências de amostragem de 320 a 360 kHz.

AMPLIFICADOR DE 170 W COM OS CISCOS LM4651 E LM4652 OVERTURE

Este projeto é sugerido pela National Semiconductor em um *Application Note* de 23 páginas, que pode ser obtido pela Internet em formato PDF.

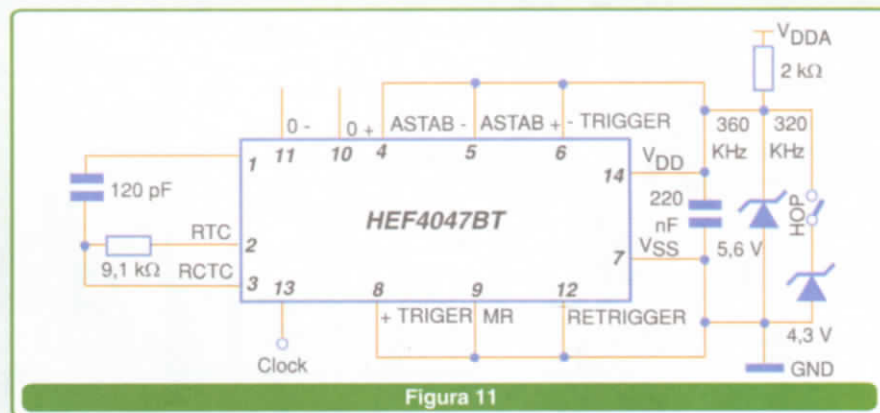


Figura 11

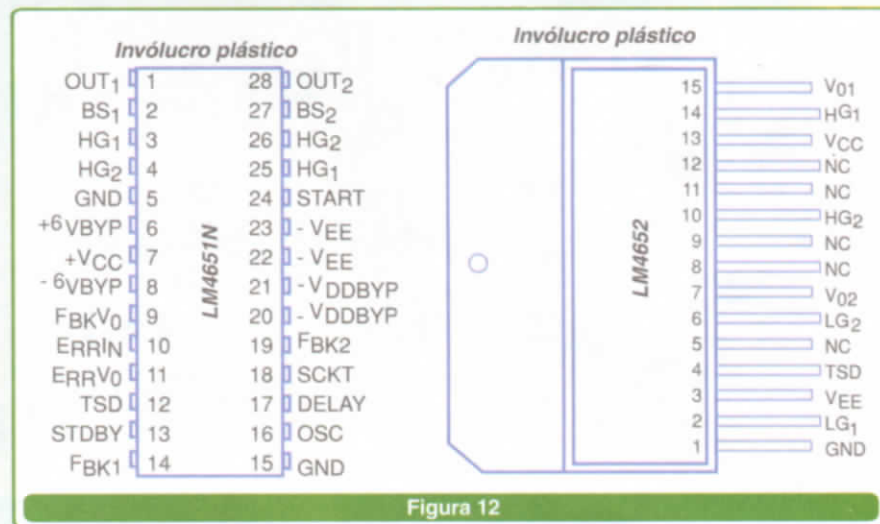


Figura 12

Trata-se de um amplificador baseado em dois circuitos integrados da National: o LM4651 que consiste em um *driver* para MOSFETs de potência em configuração Classe D e o LM4652 que é num conjunto de 4 MOSFETs de potência, já interligados para a configuração em ponte H.

Os invólucros desses dois circuitos integrados são mostrados na **figura 12**. Observe que o circuito integrado LM4652 é dotado de recursos para sua montagem em radiador de calor.

Em conjunto, esses dois circuitos integrados permitem a implementação de um amplificador classe D com 170 W de potência em carga de 4 ohms e distorção harmônica sob potência máxima (menor que 10%). Com 10 W de saída, a distorção é menor que 0,3% na faixa de frequências de 10 a 500 Hz.

A eficiência máxima é obtida com uma potência de 125 W e a faixa de frequências de comutação vai de 50 kHz a 200 kHz. Na **figura 13** temos

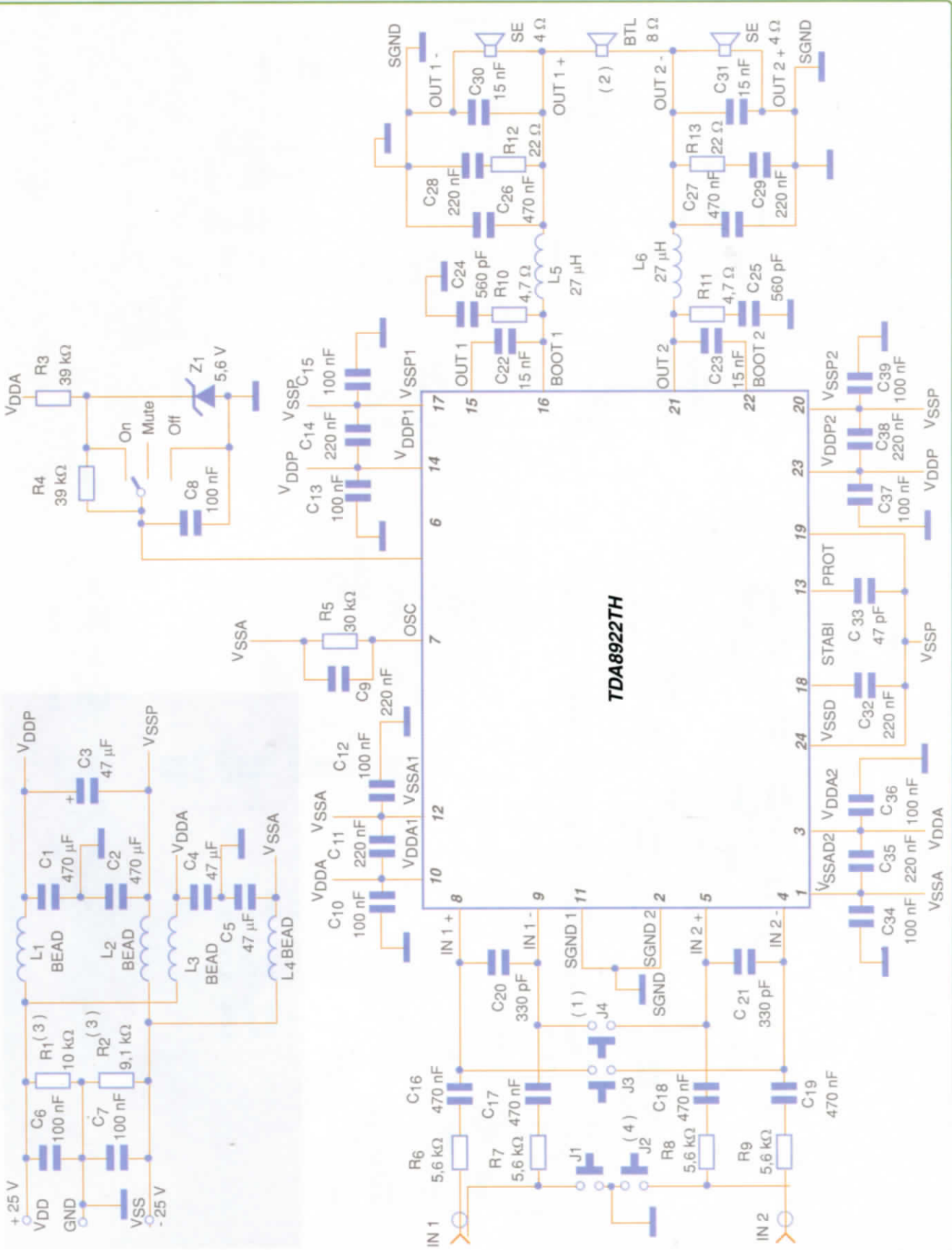


Figura 10

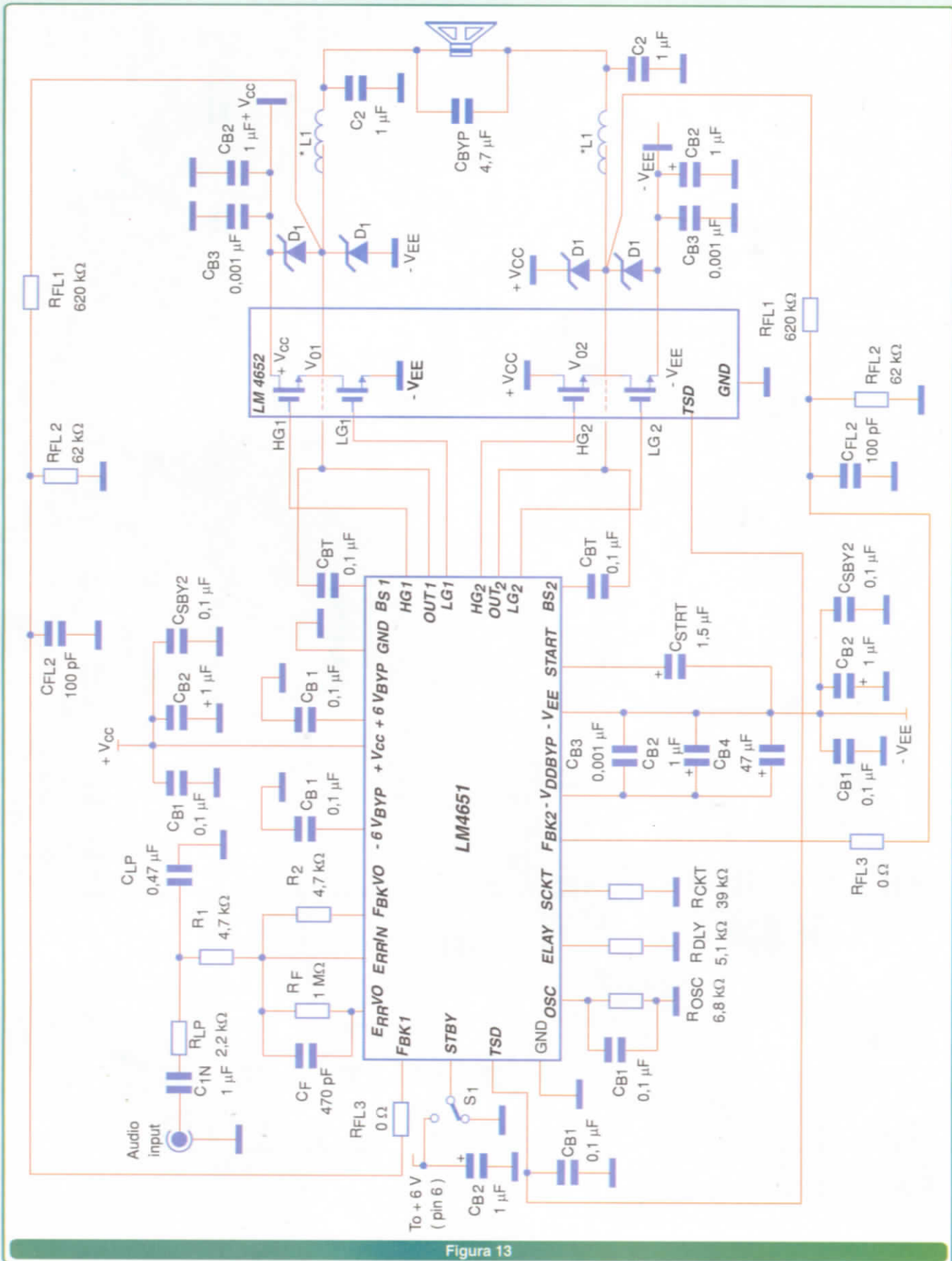


Figura 13

o diagrama completo do amplificador monofônico.

A corrente quiescente é de 237 mA (tip) e a corrente no modo *standby* de 17 mA. A alimentação deve ser feita com fonte simétrica de 22 a 44 V. A dissipação conjunta dos dois circuitos integrados para uma potência de saída de 125 W, é de 22 W.

Neste caso, como nos demais amplificadores que exigem filtros, as especificações dos indutores de saída são críticas. Sugerimos aos integradores que consultem a literatura técnica da National antes de montarem os protótipos. Nessa literatura, os leitores também encontrarão uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem.

Uma aplicação importante indicada pela National para este amplificador é em "Sub Woofers para Home Theater" e amplificadores Booster para uso automotivo. Caixas amplifi-

cadas de alta potência constituem também outra gama de aplicações para este amplificador.

O circuito possui ainda recursos de partida suave e proteção contra subtensão e autodiagnóstico.

CONCLUSÃO

Nesta gama de aplicações, os amplificadores Classe D normalmente se baseiam em circuitos integrados que já incluem todas as funções necessárias à elaboração do projeto.

Desta forma, para a montagem de amplificadores deste tipo, a melhor solução parte sempre das sugestões dos próprios fabricantes dos *chips* básicos. Para as baixas potências, os chips são completos permitindo a conexão direta de fones ou alto-falantes.

Para altas potências, temos

as etapas com MOSFETs de potência cuja escolha depende apenas da potência que se deseja e da tensão de alimentação e que, normalmente, são sugeridos pelos fabricantes dos chips.

Lembramos que a operação comutada torna críticos os elementos de filtragem quando usados. Especial cuidado deve ser tomado com este tipo de componente, havendo fornecedores que já disponibilizam as unidades com as características exigidas pelos projetos.

MISTURE SUAVEMENTE MÍDIAS COMBINADAS.

PROTÓTIPOS

Ethernet
Fast Ethernet
10/100 SX
Gigabit Ethernet
ATM
DS3/E3
T1/E1
V35
Token Ring
E mais...

CARACTERÍSTICAS AVANÇADAS

AutoCross™
LinkAlert™
Auto-Negociação
Falha de "Far End"
Pausa
Last Gasp
Software SNMP
Segurança do Gerenciamento
Controle de Grupos
Controle "Loop Back"
Sinal de Indicação de Alarme (AIS)

PLATAFORMAS

Stand-alone
Chassis Modular
Multiporta
Não-gerenciado ou gerenciado
Amplio range de aplicações

INTERFACES

ST
SC
MTRJ
LC
Monofibra
RJ45
Coaxial/BNC



A Transition converte as mídias combinadas da sua rede.



Chassis Modular Gerenciável
Point System™ SNMP



Visite o nosso site e aprenda mais com nossos seminários online **gratuitos**.

Com muito orgulho nossos distribuidores são:



(11) 3861-5037



(11) 6165-0801

www.transition.com

+1.952.941.7600 fax +1.952.941.2322

TRANSITION
The Conversion Technology Experts

Layout de placa ou montagem de um quebra-cabeça?

Sérgio Vieira

Basta olhar o trabalho de um técnico eletrônico, durante a arrumação de componentes em uma placa de circuito impresso, que logo nós vem à mente a montagem de um quebra-cabeça. Todas as peças de um quebra-cabeças precisam encaixar-se perfeitamente e, depois de concluído o trabalho, forma-se um quadro onde podemos visualizar os personagens e paisagens que se formaram.

No serviço de *layout* de placa acontece algo muito parecido. São apresentados vários componentes que irão compôr o "quadro" do técnico. Esses componentes precisam estar interligados pelas conhecidas trilhas e, no final, tudo tem que caber num determinado espaço.

As semelhanças com o quebra-cabeças, entretanto, param por aí. O serviço de *layout* requer uma série de conhecimentos para a perfeita disposição e interligação de componentes. "Não podemos qualificar um trabalho de *layout* apenas como ligar pontos ou boa distribuição de componentes", lembra o tecnólogo Marcos Bregantin, especialista em processos de montagem em SMD e SMT da empresa MDB Solutions, lembrando que todo o projeto de *layout* deve ser acompanhado pelo projetista elétrico.

Segundo o tecnólogo, um *layoutista* experiente costuma questionar muitos itens importantes para que a fabricação da PCI seja facilitada ao máximo. Entre essas questões, destacam-se: tipo de acabamento da placa (Enig, HASL, OSP e outros);

espessura e largura das trilhas de sinais; problemas de interferência eletromagnética com o projeto; necessidade de cálculo e impedância de trilhas; posicionamento de acordo com o fator de temperatura; etc. Estar atento a essas questões resulta em um menor número de retrabalhos por parte do *layoutista* e entrega do projeto em tempo hábil.

ESPECIALIZAÇÃO INEXISTENTE

Em geral, os *layoutistas* são formados no curso técnico eletrônico, entretanto, durante a realização desse curso a disposição e interligação de componentes são estudadas de forma muito superficial. Por esse motivo, para quem quer entrar nessa área de *layout* de PCI, uma das primeiras barreiras é encontrar curso no Brasil com essa finalidade.

"Nunca vi curso de como fazer placa de circuito impresso", disse Antônio de Aragão Moreira Júnior, técnico eletrônico da Microsol, que aprendeu a desenvolver placas com o auxílio de outros profissionais da área. Bregantin concorda com seu colega de profissão e também desconhece a existência de cursos no Brasil que ensinam práticas de *layout* de PCI. Talvez por esse motivo, seja difícil encontrar esse tipo de profissional no ramo eletrônico.

A criação dessa especialização no país poderia resultar na transposição de mais uma barreira para

resolvermos o grave problema de déficit na balança comercial brasileira provocada pela indústria eletroeletrônica. Uma vez treinados, os técnicos em *layout* poderiam auxiliar na vinda de projetos mais complexos de PCIs para o Brasil. Hoje, muitos dos profissionais brasileiros ficam limitados a projetos de baixa ou média complexidade.

Com essa especialização, o técnico em *layout* poderia ter uma visão melhor dos mais de 20 processos empregados na fabricação de uma placa; de outros 12 processos implantados da fase de montagem dos componentes na placa; e de outros quatro processos empregados na fase de testes e empacotamento.

Bregantin aponta, por exemplo, alguns tópicos importantes que acredita serem poucos utilizados por *layoutistas* brasileiros: técnicas para evitar problemas de interferência eletromagnética; controle de impedância; técnicas para evitar interferência eletrostática; e *layout* utilizando "Blind Via" e "Buried Via".

No período de reserva de informática era possível encontrar vários estágios de *layout* de PCI. O sistema empregado nos estágios era à base de fitas, canetas e decalques, hoje, essa prática é mais comum quando há a necessidade de se construir protótipos de placas. As técnicas de *layout* evoluíram, mas boa parte dos projetos eletrônicos mais complexos são inteiramente elaborados em outros países.

Técnicos acreditam que o aprimoramento de cursos e profissionais brasileiros poderiam auxiliar no desenvolvimento interno de projetos eletrônicos mais complexos.

DICAS BÁSICAS

Como o curso de *layout* de PCI é praticamente inexistente no Brasil, procuramos investigar junto aos raros profissionais que desempenham esse serviço (muito específico em eletrônica), quais os tópicos que merecem mais atenção durante a fase de disposição de componentes e dimensionamento da parte física de um circuito. Entre os assuntos comentados, destacam-se:

Trilhas: é importante saber o dimensionamento de correntes para determinar a largura das trilhas;

Soldas: especificações erradas de "pads" e furos podem reter soldas frias ou em baixa quantidade;

Espessuras de placas: contribuem para determinar preço e qualidade;

Dimensionamento: a localização dos componentes, por exemplo, precisa de área livre para dissipação de energia.

Lista de ligações: é necessário conferir no esquema do projetista toda a lista de ligações presente em cada componente. Não são raras as vezes que o *layoutista* já começa a trabalhar pelo desenho e não percebe a falta de um componente.

DICAS AVANÇADAS

Para exemplificar a importância de algumas dicas mais avançadas em projetos de PCI, e por sugestão de Marcos Bregantin, tomemos como exemplo o projeto de uma placa digital onde sejam utilizados componentes de montagem em superfície com conectores do tipo "press fit". Levando-se em consideração que esta placa será utilizada em ambiente externo e não climatizado, o *layoutista* deve estar atento a:

- Preparar o *layout* contra descargas eletrostáticas para evitar a troca de placa a cada temporal ou chuva forte. Vale lembrar que esse cuidado também depende muito de quem projeta a PCI.

- Desatenção com o controle de impedância (também depende muito do projeto elétrico) e muitas interferências externas sobre a placa podem ocasionar a geração de informações desconhecidas. Exemplo: Um caixa eletrônico, cuja placa tenha problemas de impedância, poderá registrar retirada de dinheiro no momento que foi acionada uma ação de depósito.

- Imaginando que esta placa tenha componentes "press fit" (pinos inseridos sob pressão sem adição de solda) é preciso que o *layoutista* redobre sua atenção para esse detalhe. Isto porque, caso o fabricante da PCI não receba a documentação correta para a fabricação da PCI, os furos serão realizados com tolerâncias menos críticas o que poderá causar sérios problemas na montagem dos componentes (os pinos podem não entrar na placa ou "vazarem" pelo outro lado).

- "O projeto de uma placa pode já nascer morto, caso o técnico em *layout* não avalie a infra-estrutura e experiência do fabricante de PCI", diz Bregantin. É que se essa placa necessitar de processos especiais (furação laser, *blind via* ou *buried via*) e o fornecedor tiver uma perda no processo de mais de 50%, o custo final do projeto pode ser inviável. "O *layoutista* deverá saber sempre onde a placa será fabricada, como será montada e onde será montada", recomenda.

INVÓLCRO DA PCI E PREÇO PELO LAYOUT

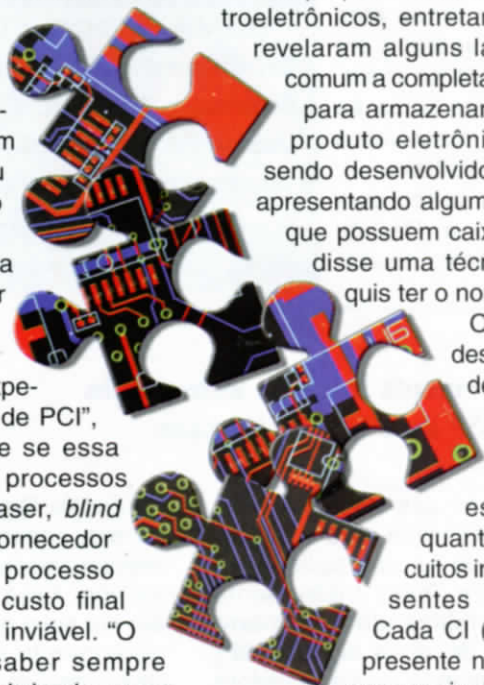
Geralmente, o técnico em *layout* possui em sua biblioteca virtual as

especificações técnicas dos componentes de maior uso na indústria. Entretanto, ele sempre costuma deparar-se com componentes novos que, diga-se de passagem, são lançados aos milhares todos os dias por fabricantes de semicondutores. Nesse ponto, a Internet aparece como uma grande aliada na captura de especificações de componentes recém-lançados ou pouco usuais na indústria.

Nos grandes fabricantes de bens eletroeletrônicos existem departamentos que ficam responsáveis pela busca da "caixa" onde será armazenado determinada PCI. Mas também é possível que eles contratem um *designer* gráfico para que este faça o desenho do invólucro que irá embelezar o produto. Este profissional recebe orientações quanto à praticidade que a caixa deve ter, aspectos que lembrem a imagem da empresa, etc.

Em pequenos fabricantes de eletroeletrônicos, entretanto, segundo revelaram alguns *layoutistas*, é comum a completa falta de idéia para armazenamento de um produto eletrônico que está sendo desenvolvido. "Acabamos apresentando algumas empresas que possuem caixas padrões", disse uma técnica que não quis ter o nome revelado.

O tempo para o desenvolvimento de um *layout* é muito variado, porém, custa uma - se estimá-lo pela quantidade de circuitos integrados presentes no projeto. Cada CI (de 16 pinos) presente no projeto é o que equivale, em geral, a uma hora de trabalho. Esta estimativa também é utilizada para fazer a cobrança pelo serviço de *layout*. Encontramos o preço de R\$ 16,00 por CI, ou R\$ 1,00 por pino. Este preço foi revelado por um técnico que trabalha em projetos que costumam ter entre 200 e 500 CIs (projetos referentes a empresas de pequeno porte).



SOFTWARES DE DESENVOLVIMENTO E PCI: EXISTEM MAIS OPÇÕES

Quando decidimos publicar algo sobre softwares de desenvolvimento de circuito eletrônico e geração de PCIs na edição passada da Saber Eletrônica, logo nos deparamos com apenas três empresas que atuam no Brasil com essas ferramentas. Também ficamos um pouco surpresos com os valores cobrados por softwares de desenvolvimento, principalmente, se for levado em consideração que a maioria das empresas eletroeletrônicas brasileiras são formadas por pequenas e médias empresas.

Não pretendemos entrar no mérito se o valor cobrado pelas empresas vendedoras de softwares é justo ou não, uma vez que a qualidade apresentada pelas ferramentas oferecidas parece ser indiscutível. Alguns softwares possuem módulos mais sofisticados que outros, mas todos eles poderiam representar um grande avanço na indústria eletroeletrônica se fossem mais acessíveis a técnicos e projetistas.

Na nossa busca para implementar a Revista Saber Eletrônica encon-

tramos vários desenvolvedores que expressaram um grande anseio de adquirir uma ferramenta que facilitasse o seu dia-a-dia de trabalho. Desta forma, esses desenvolvedores poderiam desenvolver projetos mais sofisticados trazendo para o Brasil circuitos e placas que hoje são importados. Trazendo mais projetos, eles poderiam gerar mais empregos, aumentar a qualidade da indústria nacional e, conseqüentemente, gerar mais divisas para a nação. Entretanto, uma ferramenta que pode custar US\$ 8 mil parece ser um dos principais empecilhos que inviabiliza o desenvolvedor a realizar uma série de ações que faz jus ao seu nome: "desenvolver".

Na tentativa de auxiliar o projetista a adquirir ferramentas um pouco mais acessíveis, tivemos que fazer uma busca fora do Brasil e até da América Latina. As empresas de softwares que

possuem soluções para projetistas estão concentradas nos Estados Unidos, Inglaterra e Canadá. Nesses países, encontramos algumas empresas que ficaram admiradas com o faturamento, crescimento anual e parque instalado das empresas brasileiras da área eletroeletrônica.

Assim como as empresas que já atuam no Brasil, encontramos soluções completas para desenvolvimento de circuito eletrônico, geração de PCI e módulos específicos de roteamento, simulação e captura de esquemáticos. Algumas empresas que contactamos expressaram um grande desejo de poder oferecer os seus produtos no Brasil. Entretanto, não conhecem técnicos eletrônicos que possam representar seus softwares, motivo pelo qual ainda não fizeram uma ação mais ofensiva de marketing no país.

Além das empresas que já conhecemos no país, existem empresas como: Specific Instruments – Burnaby, Canadá; Confac – Orlahoma, EUA; Holophase – Inglaterra; AMS – Flórida, EUA; Anasoft – Inglaterra; Schematica – EUA; Capilano Computing – Canadá; Ansoft – Califórnia, EUA; e Abstraction Software – Toronto, Canadá. ■

Especificações de uma placa

Tolerância de Corte: +/- 0,20 mm

Espessura do Cobreado: Material inicial de 35 microns

Espessura: 1,60 +/- 0,16 mm

Matéria Prima: Fibra de vidro (FR-4)

Tolerância de Furação: +/- 0,10 mm

Cor da Simbologia: Branco.

Medidas especificadas pela Microsol para evitar erros na produção da PCI

Texas Instruments inicia as entregas do primeiro DSP de 1 GHz do Mercado

Oferecendo aos clientes a performance necessária para o desenvolvimento de futuras aplicações inovadoras, a Texas Instruments está disponibilizando o primeiro processador de sinais digital (DSP) de 1GHz do mundo, com a inovadora tecnologia de 90 nanômetros (nm). O novo processo de 90 nm também é aplicado nos dispositivos da família do TMS320C64x 720 MHz, permitindo aos projetistas alto grau de economia.

Os DSPs TMS320C6414, C6415 e C6416 DSPs de 1 GHz oferecem oito GigaMACs em dados de 8 bits para aplicações de vídeo e imagens;

ou quatro GigaMACs em dados de 16 bits, comuns para aplicações de telecomunicações e processamento de voz. Essa performance traduz em um novo espectro de aplicações, abrangendo antenas adaptativas, carros inteligentes e visão artificial, já que aumentam a largura de banda e a capacidade de canais das aplicações em tempo real existentes, tais como estações rádiobase, vídeo baseado em IP, redes de banda larga de alta velocidade, equipamentos para diagnósticos médicos e sistemas de radar. A TI alcançou essa grande conquista de performance de 1 GHz com uma inovadora metodologia de projeto

e processos de fabricação melhorados, aplicados na tecnologia de 90 nanômetros, que permite à TI fabricar chips mais rápidos e menores do que nunca. A aproximação dos transistores resulta no aumento da velocidade de operação, bem como na densidade maior da memória on-chip, para aumentar a eficiência da aplicação. A mudança para 90 nanômetros também reduz o custo de fabricação através da redução do tamanho do die, obtendo cerca de 50% de die a mais por wafer. Esse fato possibilitou a TI diminuir, em mais da metade, o preço de seus dispositivos 720 MHz C64x.




M MECÂNICA

Feira Internacional da Mecânica

18-22 maio 2004

HORÁRIO:

De terça-feira a sexta-feira das 10 às 19h - Sábado das 9 às 17h

A mais alta tecnologia em máquinas,
equipamentos e serviços para a indústria

Anhembi - São Paulo - Brasil

Organização e Promoção:

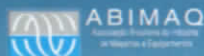


Tel.: (11) 4197-9111 - Fax (11) 4197-9110
info@mecanica.com.br



PROGRAMA BEM-VINDO A SÃO PAULO
Visitem e Hospedagem
Tel.: (11) 3035-1000
almach@almach.com.br

Apoio Institucional:



Apoio:



Local:



Afiliada à:



FEIRA INTERNACIONAL DA MECÂNICA

De 18 a 22 de maio de 2004 - ANHEMBI - SÃO PAULO - SP

Para sua comodidade, solicite sua credencial permanente para visitar o evento através do site www.mecanica.com.br, ou envie este cupom totalmente preenchido por fax (11) 4197-9112 até a data limite de 19 de abril de 2004, ou apresente-o na portaria da feira com seu cartão comercial. É proibida a entrada para menores de 16 anos, mesmo se acompanhados.

Empresa: _____

Nome: _____ Cargo: _____

Ramo de Atividade: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Tel.: _____ Fax: _____ E-mail: _____

www.mecanica.com.br



“Component” ou “Device”

Analogamente ao que ocorre na língua portuguesa, existem termos ingleses que são usados de forma não muito clara, apesar de terem significados diferentes. Isso acontece com Circuito Integrado e *Chip*, incluindo *Die*, e também com *Component* e *Device*. Na nossa seção de "Inglês para Eletrônica", analisaremos as diferenças entre esses termos para que o leitor saiba usá-los corretamente.

Newton C. Braga

Em listas de preços e produtos de empresas, vemos com frequência a utilização dos termos “components” e “devices” para especificar uma grande quantidade de peças que são utilizadas nos trabalhos de Eletrônica.

Qual é a diferença entre um *component* (componente) e um *device* (dispositivo)?

O texto que tomamos como exemplo, e que serve de ponto de partida para uma análise, aborda justamente um tema de grande atualidade: a nanotecnologia.

“Nanotechnology arises from the exploitation of the novel and improved physical, chemical, mechanical, and biological properties, phenomena, and processes or systems that are intermediate in size between isolated atoms/molecules and bulk materials, where phenomena length and time scales become comparable to those of the structure. It implies the ability to generate and utilize structures, components and devices with a size range from about 0.1 nm (atomic and molecular scale) to about 100 nm (or larger in some situations) by control at atomic, molecular, and macromolecular levels”. – Texto da Internet.

Traduzindo:

“Nanotecnologia vem do aproveitamento de processos novos e

melhorados de fenômenos físicos, químicos, mecânicos e propriedades biológicas de sistemas que são intermediários em tamanho entre átomos/moléculas isoladas e materiais maiores, onde as escalas de tempo e tamanho se tornam comparáveis às daquelas estruturas. Isso implica na habilidade de gerar e utilizar estruturas, **componentes e dispositivos** com uma faixa de tamanhos indo de aproximadamente 0,1 nm (escala atômica e molecular) até aproximadamente 100 nm (ou maior em algumas situações) pelo controle em níveis atômicos, moleculares e macromoleculares”.

Pelo que podemos perceber, *component* é um elemento funcional de uma estrutura ou um circuito. Na eletrônica, resistores, capacitores e diodos, são componentes.

Device ou dispositivo, é um elemento de uma estrutura ou circuito, formado por partes menores que funcionam em conjunto. Um motor, um módulo, ou ainda um sistema atuador são dispositivos ou *devices*.

Nos dicionários de Inglês encontramos definições para os dois termos:

Component – “An individual functional element in a physically independent body (e.g., resistor, capacitor, or transistor) – ou ainda – the smallest field replaceable part that serves to

form, compose or make up a unit. Components are assigned part numbers and are identified in materials and spare parts list”.

Device – An individual electrical circuit element that can't be further reduced without destroying its intended function – ou ainda – a component which is intended to carry but not use electrical energy.

Pelas duas definições, encontradas em dicionários técnicos, podemos tirar algumas conclusões importantes.

Os componentes possuem corpos independentes e marcações próprias. Não podem ser reduzidos a partes menores.

Os dispositivos, por outro lado, têm funções próprias e podem ser reduzidos a parte menores. No entanto, quando isso ocorre, perdem suas funções. Por exemplo, um módulo híbrido é um dispositivo, não um componente.

Uma abordagem interessante é a de que os dispositivos “transportam, mas não usam a energia elétrica” (encontrada no Heritage Dictionary), o que limitaria o uso do termo a peças como interruptores, fusíveis, etc. que realmente não usam a energia, mas deixam-na passar. Evidentemente, os documentos técnicos que temos analisado não seguem muito essa definição...



Segundo o estudo epistemológico (origem da palavras), o termo teria origem francesa em "devis" significando "fixo" (usado quando se faz um orçamento).

Enfim, não confundam *Device* com *Component* e mesmo em português, saibam usar corretamente *Componente* e *Dispositivo*.

Chip & Integrated Circuit

Da mesma forma que *device* e *component*, os termos *chip* e *integrated circuit* também têm sido usados de forma incorreta, um sendo confundido com o outro. Analisemos dois casos de documentação técnica importante:

"The terms chip and integrated circuit refer circuits using microscopic transistors that are all colocated on the same small piece of silicon. Chips have been designed to do all sorts of functions, from very simple and basic logical switching functions to highly complex processing functions".

Neste caso, vemos claramente que, ao se levar em conta a função, os dois termos podem ser confundidos.

Um caso interessante, do serviço de Marcas e Patentes dos Estados Unidos é mostrado no texto a seguir, em que uma patente é recusada justamente por usar termos confusos tanto para *chip* e *integrated circuit* como para *components* e *devices*!

"The Examining Attorney has demonstrated, however, by means of dictionary definitions that prefacing "integrated circuits" with the term "semiconductor devices" in no way narrows the range of integrated circuits or the purposes for which they may be used. From these definitions we see that a "semiconductor device" may be "a larger unit of electronic equipment comprised of chips" and that the terms "chip" and "integrated circuit" are synonymous.^{1[4]} Thus, "semiconductor device" may be used to refer to any type of electronic equipment comprised of integrated circuits and this would include the specific integrated circuits of applicant. No distinction can be drawn on this basis."

Por este texto, "device" é empregado num equipamento que usa "chips", e "chips" é sinônimo de circuitos integrados. Todavia, examinando alguns dicionários, vemos que as definições para *chip* e *integrated circuit* diferem:

Chip – "The individual circuit of a component of a silicon wafer. The leadless form of an electronic component part, either passive or active, discrete or integrated.

Traduzindo: "o circuito individual de um componente de uma "bolacha" de silício. A forma sem terminais de um componente eletrônico, tanto passivo como ativo, discreto ou integrado – em suma, o "chip" é a "pastilha" de silício (sem os terminais) que forma um transistor, diodo, circuito integrado, etc.

Para *Integrated Circuit* a definição é diferente:

Integrated Circuit: "A microcircuit that consists of interconnected elements inseparable associated and formed on or within a single substrate, usually silicon, to perform an electronic circuit function"

Traduzindo: "um microcircuito que consiste em elementos inseparáveis associados, interconectados e formados sobre (ou dentro) de um único substrato, usualmente silício, para realizar a função de um circuito eletrônico".

Em outras palavras, o termo *Integrated Circuit* é usado de uma forma mais abrangente, incluindo o conjunto *chip*, terminais e invólucro.

Se lá eles fazem confusão, é conveniente que aqui não seja feita, tanto quando traduzirmos documentação técnica como quando escrevermos documentação em inglês.

Vocabulário:

Nanotechnology – Nanotecnologia
Arises – surge
Exploit – aproveitamento
Phenomena – fenômeno
Bulk – volumosos, maiores
Size – tamanho

Acrônimos:

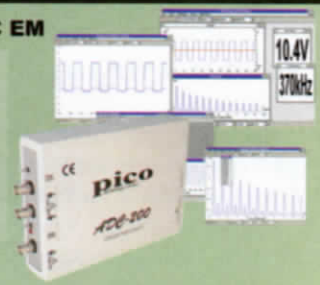
PCB – *Printed Circuit Board* – Placa de Circuito Impresso
 IC – *Integrated Circuit* – Circuito Integrado
 PB – *Printed Board* – Placa Impressa
 PCA – *Printed Circuit Assembly* – Montagem em Placa de Circuito Impresso
 IIC – *Intra Integrated Circuit* – Circuito Intra-Integrado
 COB – *Chip-on-Board* – Pastilha na placa
 CSP – *Chip Scale Package* – Invólucro em Escala de Pastilha
 DIP – *Dual in Line Package* – Invólucro com Duas Filas de Terminais alinhados
 DLT – *Device Level Test* – Teste em Nível de dispositivo

LABORATÓRIO NO PC

TRANSFORME O SEU PC EM

OSCILOSCÓPIO DIGITAL ANALISADOR DE ESPECTRO VOLTÍMETRO TRUE RMS FREQUENCÍMETRO

ALTA VELOCIDADE 5GS/S
 ALTA RESOLUÇÃO (12 BITS)
 AMPLA MEMÓRIA (128 K)
 PRECISÃO 1%
 PODE SER USADO COM LAP-TOP



FONTE DE ALIMENTAÇÃO CONTROLADA POR PC

TENSÃO AJUSTÁVEL
 CORRENTE AJUSTÁVEL
 POTÊNCIA AJUSTÁVEL
 SOFTWARE DE CONTROLE E REGISTRO
 LEVE E PEQUENA
 MEMÓRIA P/ 10 CONFIGURAÇÕES
 36 VOLTS 3 AMPÈRES

MICRO CLP PARA PC

BAIXÍSSIMO CUSTO
 FÁCIL PROGRAMAÇÃO
 8 ENTRADAS E 4 SAÍDAS
 PODE SER EXPANDIDO ATÉ 122 EIS
 RELÓGIO DE TEMPO REAL
 DISPONÍVEL EM VÁRIOS MODELOS



A partir de R\$ 350 +ipi

VISITE NOSSO SITE

WWW.IMPAC.COM.BR

0XX 11 3816-0371

RUA MURTINHO NOBRE 17

Impac

COMO FUNCIONA O TELEFONE CELULAR DIGITAL

(Parte 1)



Temos abordado em muitos de nossos artigos as diversas tecnologias usadas em Telecomunicações, incluindo o telefone digital. Porém, em nenhum de nossos artigos fizemos uma análise detalhada de como funciona o telefone celular em si, com os diversos blocos que formam esse aparelho, como cada deles opera e que tipos de sinais percorrem cada etapa. Este conhecimento é fundamental não apenas para os profissionais das Telecomunicações como também para qualquer praticante da Eletrônica que deseje conhecer todas as tecnologias de que dispomos em nossos dias. É justamente o princípio de funcionamento do telefone celular que vamos abordar em dois artigos, começando por este.

Newton C. Braga

Vamos analisar o princípio de funcionamento de um telefone celular baseado em documentação da Texas Instruments, que toma como modelo o padrão IS-54.

DIAGRAMA FUNCIONAL

Começamos então por mostrar um diagrama funcional do telefone celular digital em Dual-Mode na **figura 1**.

O aparelho típico contém as seguintes funções básicas exercidas por um ou mais blocos do diagrama que demos como exemplo:

- Transmissor
- Receptor
- Coordenador
- Conjunto de antena
- Painel de controle.

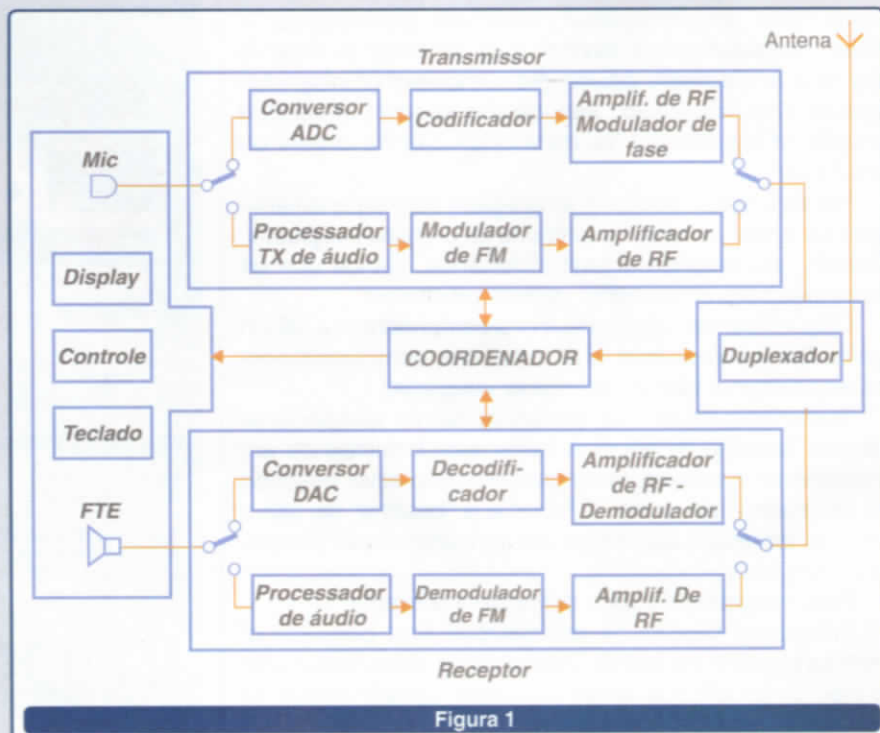
O aparelho ideal deverá ser capaz de operar tanto numa célula apenas analógica como em uma célula *dual-mode*. Tanto o transmissor quanto o receptor devem suportar esquemas de FM analógico e digital TDMA (*Time Division Multiple Access*).

A transmissão digital sempre é preferida de modo que quando este sistema está disponível, ele deve ser utilizado pelo aparelho como preferência, só passando para o analógico se ele não estiver disponível.

No circuito mostrado, o transmissor converte o sinal de áudio captado

a partir do microfone num sinal de RF, enquanto que o receptor converte o sinal de RF num sinal de áudio, reproduzido no fone.

A antena tem por finalidade converter os sinais de RF em ondas eletromagnéticas para a transmissão, e também converter as ondas eletro-



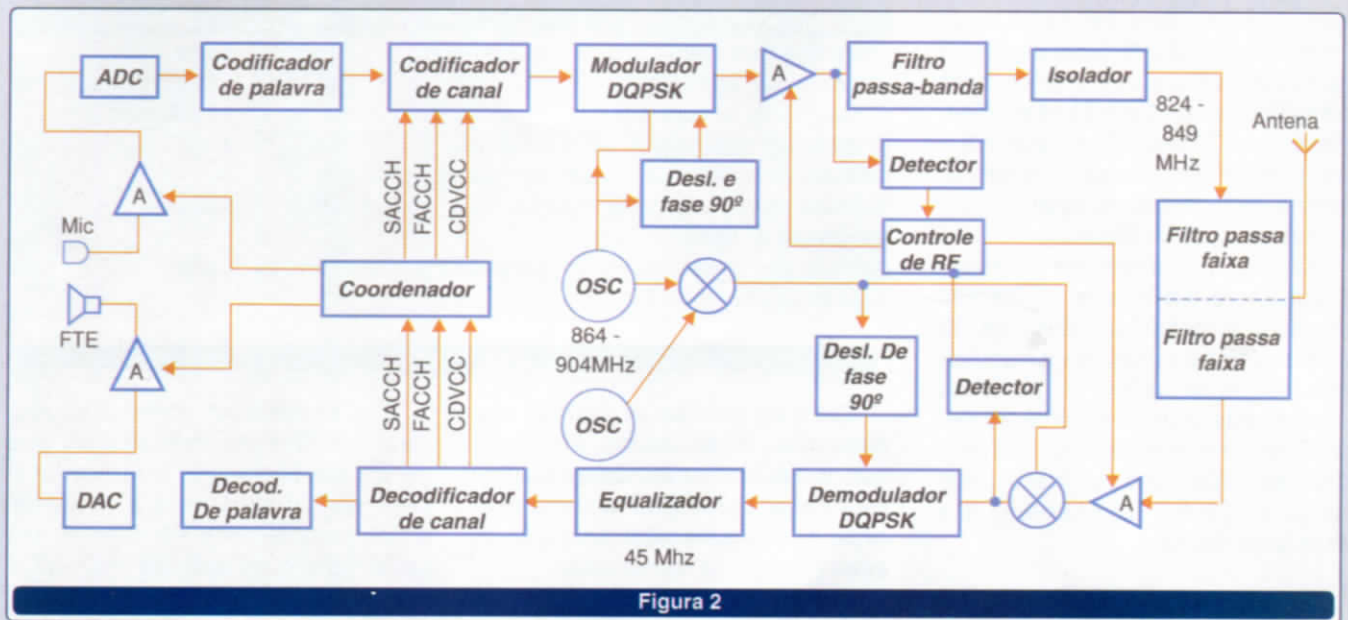


Figura 2

magnéticas em sinais para o processo de recepção.

A finalidade do painel de controle é servir como um dispositivo de entrada e saída (I/O) para o usuário. Nele, temos um teclado, o *display*, o microfone e o fone de ouvido (alto-falante).

Coordenando as atividades de todos os blocos há um circuito "coordenador". Esse coordenador sincroniza as funções de transmissão e recepção do telefone celular.

Na **figura 2** apresentamos os blocos funcionais da parte digital do telefone celular *Dual-Mode*.

A partir do que vimos, podemos fazer uma análise detalhada de como funciona cada um dos blocos que formam um telefone celular digital.

O TRANSMISSOR

A finalidade do transmissor é aplicar os sinais de baixo nível que o microfone recebe e transformá-los num sinal codificado de RF. Para isso, o transmissor converte os dados codificados em "modulação de código de pulso" ou PCM, numa taxa de amostragem de 64 bps em um sinal com menor velocidade de dados.

Depois, ele multiplexa a informação, controla essa informação, agrega bits que permitem proteger a integridade dos dados evitando erros

e, então, a transfere para um sistema de modulação e amplificação.

O sinal, já na forma digital é amplificado, serve então para modular o circuito transmissor. Neste ponto, o circuito coordenador insere no sinal informações que permitem o controle do processo de comunicações.

Analisemos separadamente os blocos que formam o transmissor.

• Processamento de entrada

Os sinais que correspondem à voz, obtidos a partir do microfone, são inicialmente amplificados e depois aplicados num filtro anti-falseamento (*antialiasing*), e posteriormente amostrados numa velocidade de 8 kHz de modo a gerar um sinal digitalizado de 64 kbps.

Normalmente, nenhuma pré-ênfase é aplicada.

A **figura 3** ilustra o diagrama de blocos desta parte do aparelho de telefone celular.

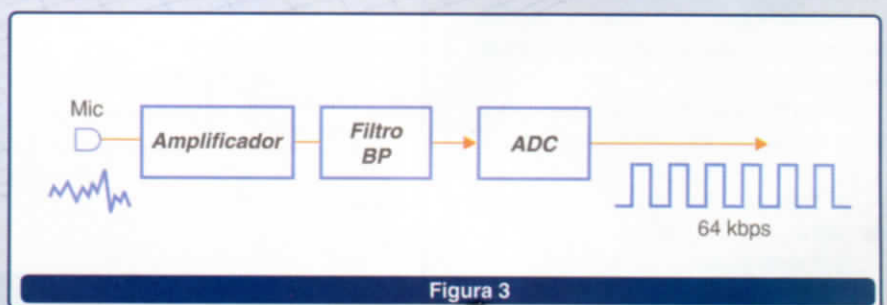


Figura 3

No padrão de telefonia celular não se prevê a utilização de circuito cancelador de eco, mas é recomendada a sua implementação. Os circuitos que formam esta etapa são os seguintes:

- Um amplificador com ganho especificado para produzir um sinal que seja 18 dB menor que o fim da escala.

- Um filtro passa-faixa para evitar o falseamento.

- Um conversor analógico-digital. A resolução mínima recomendada para este conversor é de 13 bits para a conversão PCM uniforme ou 8 bits u-law.

• Codificador de Palavra

O codificador de palavra tem por finalidade reduzir a taxa de dados, comprimindo o fluxo de dados de 64 kbps de modo a criar um fluxo de 7.950 kbps.

O padrão IS-54 aceita também uma codificação de palavra denomi-

nada "Vector Sum Excited Linear Prediction" (VSELP). Esse algoritmo pertence à classe dos codificadores conhecidos como *Code Excited Linear Predictive Coders* (CELP), que utiliza um livro de códigos para quantizar vetores de excitação do sinal. VSELP é uma variação do CELP.

O sinal que chega (de 64 kbps) é agrupado em blocos ou *frames* de modo a formar um fluxo de 50 *frames* por segundo. Isso significa que cada *frame* contém 160 amostras e representa uma duração de 20 ms. Cada *frame* é codificado em 159 bits. Com isso obtemos a codificação final de $50 \times 159 = 7\,950$ kbps, que é exibida na **figura 4**.

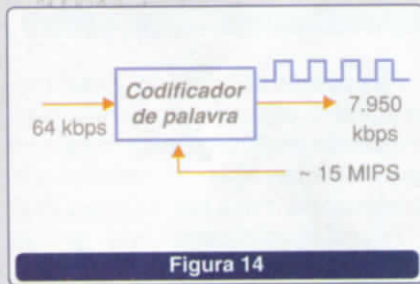


Figura 14

O decodificador de palavra usa dois livros separados de código. Cada código tem um ganho independente. As excitações dos livros de código são multiplicadas pelos seus ganhos correspondentes e somadas para criar uma excitação combinada. Os parâmetros empregados no codificador de palavra VSELP são dados na tabela acima.

• **Codificador de Canal**

A função principal do codificação de canal é proteger o fluxo de dados contra o ruído e o desvanescimento, que são inerentes a um canal de rádio. O codificador faz isso adicionando bits extras ou redundantes.

Quanto maior for o número de bits redundantes, maior será a imunidade do sistema.

O codificador de canal protege o fluxo de dados em quatro estágios:

1. Codificação convolucional
2. Geração de verificação cíclica de redundância (CRC)
3. *Interleaving*
4. Geração de *burst*.

Parâmetro	Notação	Especificação
Taxa de amostragem	s	8 kHz
Comprimento do frame	Nf	150 amostras (20 ms)
Comprimento do subframe	N	10 amostras (5 ms)
Ordem do Preditor de curto termo Np	Np	10
Número de tomadas para o preditor de longo termo	NL	1
Número de bits no código 1 de palavras (número de vetores de base)	M1	7 bits
Número de bits na palavra de código (número de vetores de base)	M2	7 bits

Tabela 1

Os dois primeiros modos são operações matemáticas, enquanto que os dois últimos são aproximações heurísticas. O receptor faz uma operação inversa para determinar quando erros ocorrem na transmissão.

Na propagação dos sinais de rádio descobriu-se que o *fading* (desvanescimento) surge em condições localizadas no tempo e espaço.

Como resultado, o "interleaving" espalha as informações do fluxo de dados em dois *frames*, porque não se deseja que um bit de erro ocorra em *frames* sucessivos.

Entre o *interleaving* e o gerador de *burst*, o codificador de canal multiplexa a informação de controle. Na **figura 5** vemos os componentes desta parte do circuito de um telefone celular.

• **Codificação Convolucional**

Esta função tem por finalidade fornecer a capacidade de correção de erros pela adição de redundância à seqüência transmitida. A codificação convolucional é implementada por *shift-registers* lineares.

Um codificador convolucional é descrito pela velocidade com que os dados entram no codificador e pela velocidade com que os dados deixam o codificador. Por exemplo, um codificador convolucional Rate-1/2 é aquele em que a cada 1 bit de dados que entram no codificador, 2 bits deixam o codificador. Tanto menor a relação (*ratio*), maior será a redundância.

Para reduzir a taxa de bits, não são todos os 159 bits de um *frame* que são protegidos contra erros. Apenas 77 desses bits, chamados bits de classe 1, são protegidos contra erros. Os 82 bits restantes, denominados bits de classe 2, não são protegidos. A **figura 6** mostra o que ocorre neste esquema de proteção.

Verificação de Redundância Cíclica

Dos 77 bits que são protegidos contra erros, verifica-se que apenas 12 são significantes. Eles são então protegidos por um processo de computação de redundância cíclica, antes

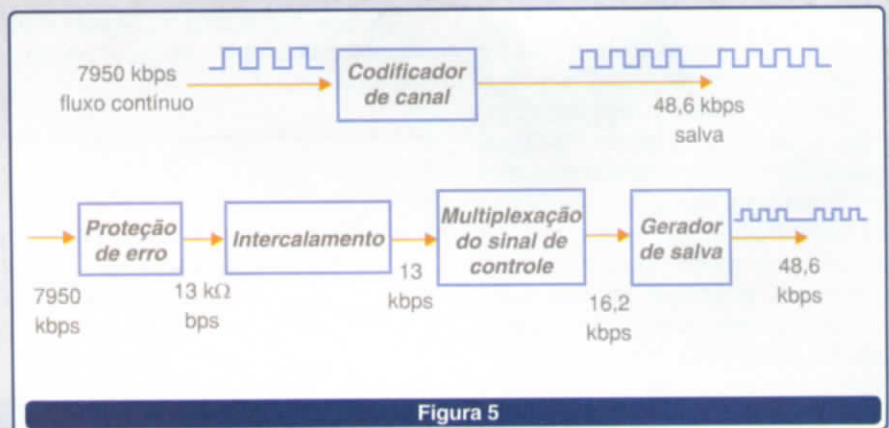


Figura 5



de serem aplicados ao codificador convolucional. Um CRC de 7 bits é computado dividindo os dados por uma constante específica e o restante é transmitido como dados. O receptor detecta erros comparando o restante recebido com o que ele calculou previamente.

Na **figura 7** indicamos como o sistema de proteção contra erros adiciona 101 bits a cada 20 ms, com um total adicional de 5050 bps.

Interleaving (Intercalação)

Como explicamos, anteriormente, os dados de cada *frame* são divididos em dois blocos e espalhados antes de serem transmitidos, conforme ilustra a **figura 8**.

Isso é feito porque o desvanescimento pode destruir um *frame*, mas é muito difícil que ele destrua dois *frames* sucessivos. Como resultado, não são todos os bits de um *frame* de palavra que são perdidos se tivermos apenas uma fatia perdida.

Os 159 bits de um *frame* de palavra são classificados como bits classe 1 e bits classe 2. Os dados são colocados no *array* intercalado, nos quais os bits classe 1 são intermisturados com os bits classe 2. Esses bits seguem as seguintes locações numéricas:

- 0, 26, 52, 78
- 93 até 129
- 130, 156, 182, 208
- 223 até 259

• Multiplexação do Sinal de Controle

A informação do sinal de controle é inserida nos intervalos entre dados. A informação de controle inclui:

- Canal de controle associado lento (*Slow associated control channel* ou SACCH)
- Canal de controle associado rápido (*Fast associated control channel* ou FACCH)
- Código de cores de verificação digital (*Digital verification color code* ou DVCC)
- Palavra de sincronização (SYNC)

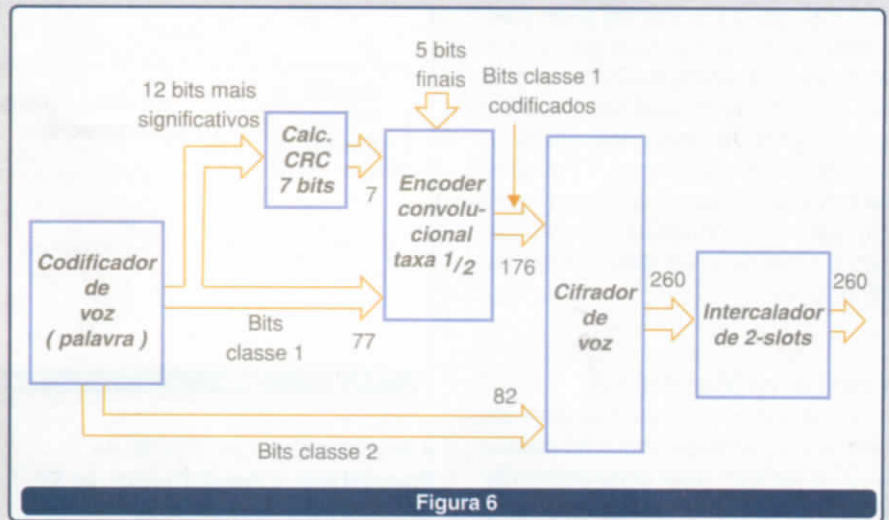


Figura 6

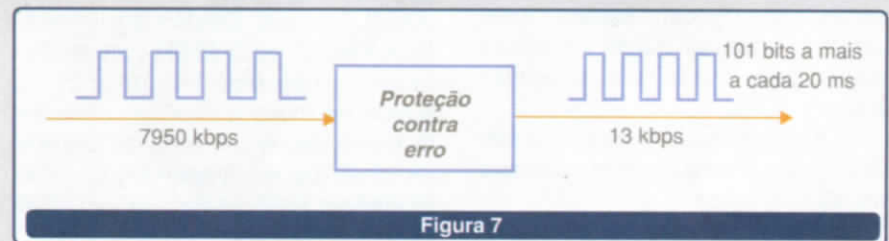


Figura 7

A **figura 9** exemplifica como funciona este controle.

O SACCH (Canal de Controle Associado Lento) é um canal de sinalização para o trajeto da palavra na transmissão, servindo para a troca de mensagens de supervisão na transmissão entre a estação-base e o telefone celular. Essas mensagens SACCH são continuamente *mixadas* com os dados do canal. São usados 12 bits para esta finalidade.

O FACCH (Canal de Controle Associado Rápido) é um canal de sinalização para o controle de transmissão e de mensagens de supervi-

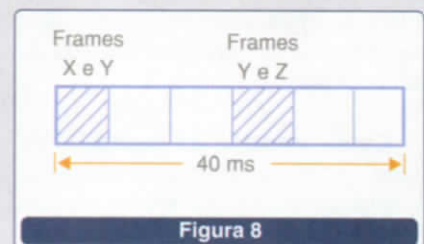


Figura 8

são entre a estação-base e o telefone celular. Essas mensagens não são *mixadas* com os bits de informação. Elas substituem o bloco de informação do usuário quando necessário.

DVCC (Código de Cores de Verificação Digital) – trata-se de um código

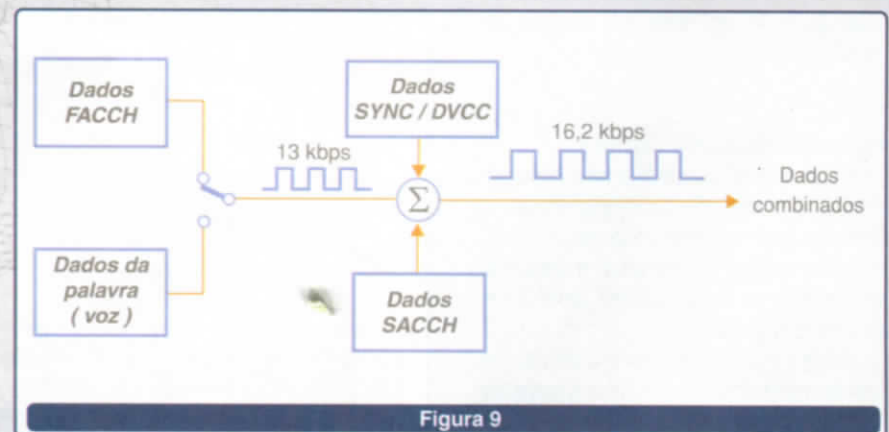


Figura 9

de 8 bits que é enviado da base para o telefone e é usado para gerar uma verificação. O campo do DVCC tem 12 bits, sendo 8 para verificar o volume de tráfego nos canais adjacentes.

SYNC (Sincronismo) – trata-se de um campo de 14 símbolos usados para sincronização, temporização e identificação dos blocos de informação.

• **Mobile Assisted Handoff**

O *Mobile Assisted Handoff* ou MAHO é um novo destaque do padrão IS-54. A estação-base pode comandar o telefone celular para fornecer a medida da qualidade do sinal no canal em uso e em 12 outros canais. Desta forma, a unidade móvel (telefone celular) pode medir duas quantidades:

1. A intensidade do sinal recebido (RSSI), que é uma medida expressa em dB.
2. A taxa de erros de bit (BER), que é uma estimativa da informação sobre os erros pela medida do fluxo de dados de correção na entrada do decodificador.

Essas medidas de qualidade do canal (RSSI e BER) são enviadas à estação-base para ajudar na sua capacidade de manuseio dos sinais. Isso reduz a sua sobrecarga. Os sinais RSSI e BER normalmente são enviados via SACCH, se bem que eles também possam ser enviados via FACCH durante a descontinuidade da transmissão (DTX). DTX é um modo de operação em que a unidade móvel transmite de modo autônomo entre dois níveis de potência, enquanto a unidade móvel está no estado de conversação.

• **Gerador de Burst (Salva)**

Depois que os dados são comprimidos e protegidos contra erros, o fluxo de bits recebe uma nova compressão (agora no tempo), passando ao formato de *burst* (salva), conforme mostra a **figura 10**.

Essa figura revela como os dados são comprimidos no tempo e usados no canal de 48,6 kbps.

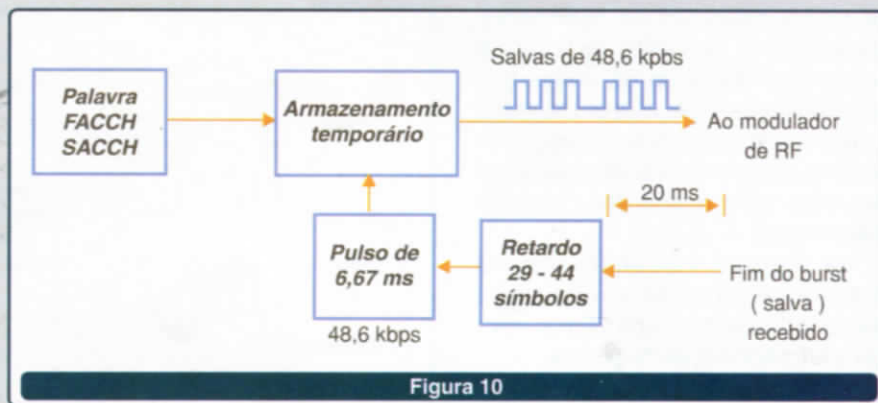


Figura 10

• **Modulador $\pi/4$ DQPSK do Transmissor e Amplificador de RF**

Os dados numa taxa de 48,6 kbps são agora aplicados a modulador do tipo "Diferential Quaternary Phase-Shift Keying" ou DQPSK. Este modulador agrupa dois bits ao mesmo tempo de modo a criar um símbolo. O termo diferencial é usado porque os símbolos são transmitidos como mudanças relativas de fase, em lugar de valores absolutos de fase.

Na **figura 11** indicamos que para certas transmissões a origem deve ser cruzada. Isso implica que a potência da envoltória no decodificador vai

ser 0 quando a origem é cruzada, causando um impacto indesejável nos filtros.

Para aliviar isso, o esquema $\pi/4$ é usado, de acordo com a **figura 12**.

Nesse esquema, as transmissões são +/- 45 graus ou +/- 135 graus e, com isso, a origem nunca é cruzada na passagem de um estado para outro.

A **figura 13** informa como os dados seriais são agora apresentados como dados paralelos de 2 bits e aplicados aos multiplexadores depois de conversão digital-analógico.

Como dois conversores digitais-

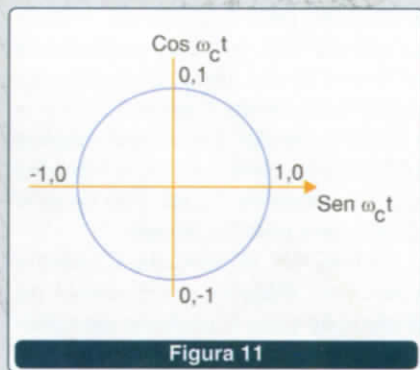


Figura 11

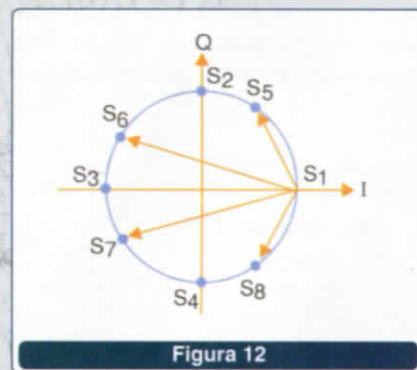


Figura 12

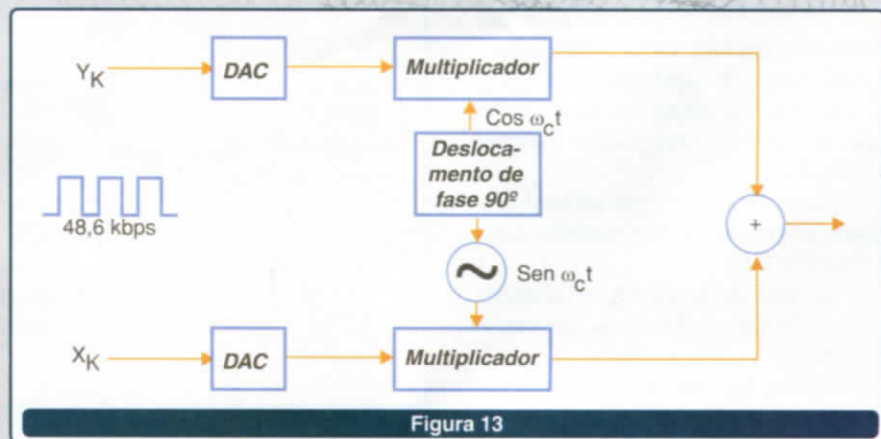


Figura 13

analógico (DAC) são necessários, eles são referidos algumas vezes como *Dual DACs*. Os sinais binários variam os sinais deslocados em fase através de multiplicadores. Filtros limitam a resposta dos impulsos dos sinais binários de modo a assegurar que a portadora de RF ocupará apenas a faixa alocada. Os dois sinais são, então, somados para formar uma portadora final deslocada em fase.

A conversão da banda-base para RF, ou seja, a translação de frequência da portadora modulada, é tipicamente feita em diversas etapas de modo a se alcançar a faixa de 800 MHz.

• Amplificador de RF

O amplificador de RF tem por finalidade aumentar a intensidade do sinal modulado para que ele alcance os níveis necessários à transmissão. Apesar da transmissão analógica,

que emprega FM, o amplificador de RF para DQPSK deve ser linear. Em FM, amplificadores *push-pull* não lineares classe C são usados para amplificação. Esses amplificadores têm uma eficiência de aproximadamente 50%.

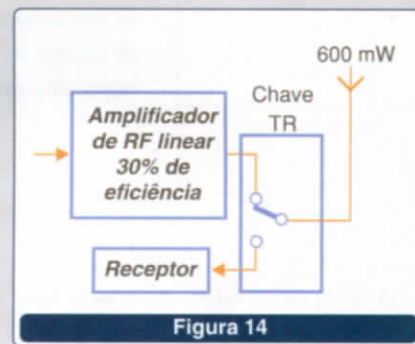
Entretanto, amplificadores não lineares não podem ser utilizados em DQPSK porque eles podem causar distorções de fase. Os amplificadores lineares usados em DQPSK são menos eficientes, algo em torno de 30%. A **figura 14** ilustra como funciona esta etapa.

Enquanto um duplexador é requerido para a seção analógica do telefone *dual-mode*, ela não é necessário para a parte digital, porque neste caso o receptor e o transmissor não operam simultaneamente.

Uma chave PN é o suficiente para isolar o transmissor do receptor. Com isso, o duplexador pode ser removido da parte digital. Removendo o duple-

xador, obtemos alguns benefícios: quando os sinais DQPSK estão passando através de um duplexador, uma distorção de fase pode ocorrer e, além disso, existe alguma perda de potência que exige então um amplificador de maior potência. Assim, com a eliminação do duplexador, pode-se obter uma autonomia maior para bateria do telefone celular.

No segundo artigo desta série, trataremos do funcionamento do circuito receptor do telefone celular.



SILICOM INTERNET PROVIDER

SOLUÇÕES PARA INTERNET

Hospede seu web-site com quem realmente entende do assunto !

Hospedagem apenas R\$ 19,90*

300 MB de espaço em disco, 40 contas POP3
ASP.NET, PHP, MySQL, 40 Gb de tráfego mensal



www.silicom.com.br - (11) 6198-2526 - info@silicom.com.br

*Consulte sobre a promoção

CONVERSÃO DE TENSÃO PARA CORRENTE

A aquisição de dados por certos dispositivos de automação como, por exemplo, CLPs, é feita no modo corrente. No entanto, muitos dispositivos usados como sensores fornecem em suas saídas, tensões. O interfaceamento desses dispositivos exige, então, o emprego de circuitos especiais que convertam faixas de tensões em faixas de corrente. Neste artigo, mostraremos como fazer isso empregando um amplificador operacional com faixa de saída de 4 a 20 mA.

Newton C. Braga

A entrada de CLPs no modo corrente lê faixas de corrente de 4 a 20 mA, numa de suas programações. Isso significa que se usarmos transdutores que forneçam saídas no modo tensão, precisaremos ter um circuito de interface que faça a conversão.

Os circuitos que fazem essa conversão podem se basear em amplificadores operacionais comuns, conforme veremos neste artigo.

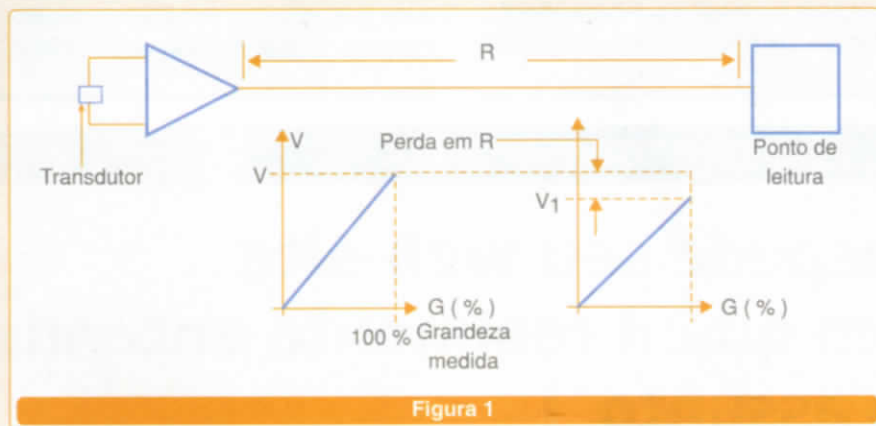
INTERFACE DE CORRENTE

A grande vantagem da utilização de uma interface de corrente está no fato de que a atenuação na linha não tem efeito algum sobre o resultado final da leitura.

Compensando a resistência dos cabos, a corrente na carga terá sempre a mesma faixa de correntes independentemente de seu valor.

Isso não sucede com uma interface de tensão, onde a resistência do cabo influi no valor da grandeza que vai ser lida na outra extremidade, conforme mostra a **figura 1**.

A idéia básica ao se empregar um circuito para converter uma faixa de tensões numa faixa de correntes com base num amplificador operacional, é justamente ter um *loop* de realimentação que permita que o amplificador



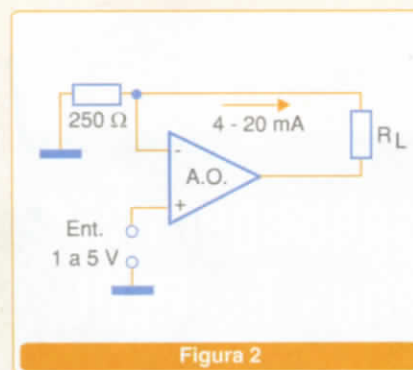
operacional funcione como uma fonte de corrente.

Isso faz com que a corrente na entrada do dispositivo de leitura se mantenha constante, independentemente da resistência do cabo usado na transmissão do dado.

Podemos elaborar um circuito simples para esta finalidade com base em qualquer amplificador operacional, conforme ilustra a **figura 2**.

Nesse circuito, a entrada vem de um sensor que forneça uma tensão de 1 a 5 V. A saída do sensor será 1 V quando a grandeza medida estiver no 0% de sua escala, e será 5 V quando a grandeza medida atingir 100% de sua escala.

Esta faixa de tensões será, então, convertida para a faixa padrão de



correntes de 4 a 20 mA com o circuito indicado.

Com uma entrada de 5 V, o resistor de precisão de 250 ohms terá uma tensão de 5 V aplicada, o que irá gerar uma corrente de 20 mA no *loop* de transmissão de corrente

considerando-se a resistência de carga R_L que é a entrada do CLP, por exemplo.

Aqui não importa qual é a resistência dos fios que interligam o sistema pois, desde que a tensão fornecida ao amplificador operacional seja suficiente, ele conseguirá manter esta corrente.

O mesmo circuito pode ser utilizado para converter tensões em outras faixas de corrente. Por exemplo, com um resistor de precisão de 100 ohms em lugar de 250 ohms, é possível converter as tensões para o antigo padrão industrial de 10 a 50 mA.

PROJETANDO UM CONVERSOR V x I

O projeto de um Conversor Tensão x Corrente ($V \times I$) não é complicado, sendo o seu conhecimento algo de grande importância, principalmente para os profissionais que desejam ter um domínio completo da tecnologia dos amplificadores operacionais. Vamos mostrar dois exemplos.

Há duas configurações básicas para os conversores, as quais passamos a analisar a seguir:

a) Conversor com Carga Flutuante

Na **figura 3** temos a configuração básica para este conversor. Neste circuito, temos:

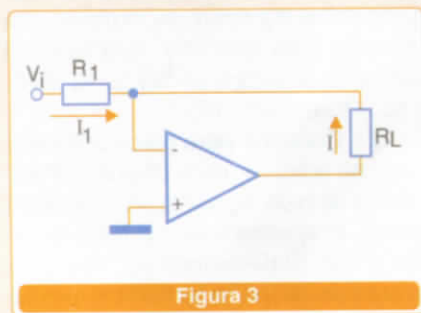


Figura 3

$$V_i = R_1 \times I_1$$

e

$$I_1 = -I$$

Destas relações, podemos calcular I (que é a corrente na carga como função da tensão de entrada V_i):

$$I = (-I/R_1) \times V_i$$

A relação $(-I/R_1)$ é denominada constante de conversão e expressa por K .

b) Conversor Referido à Massa

Na maioria dos casos, a carga está com um dos terminais ligado à massa, ou seja, tem a massa como referência. Neste caso, a configuração utilizada é a exibida na **figura 4**.

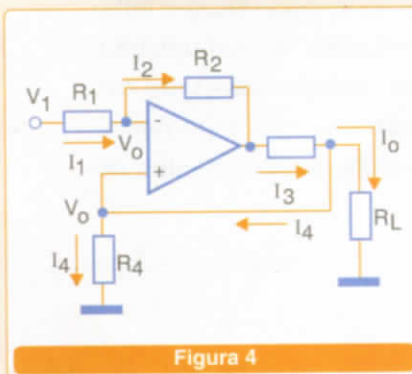


Figura 4

Neste circuito, temos:

$$R_1 = R_4$$

$$R_2 = R_3$$

As correntes que circulam pelas diversas resistências do circuito são dadas pelas seguintes expressões:

$$I_1 = (V_1 - V_0)/R_1$$

$$I_2 = (V_0 - V_c)/R_2$$

$$I_3 = (V_c - V_0)/R_3$$

$$I_4 = V_0/R_4$$

A corrente I_0 que circula por R_L (resistência de carga) será dada por:

A corrente em R_1 será:

$$I_0 = I_3 - I_4 = \frac{(V_c - V_0)}{R_3} - \frac{V_0}{R_4}$$

Também temos que:

$$I_1 = I_3$$

$$\frac{(V_1 - V_0)}{R_1} = \frac{(V_0 - V_c)}{R_2}$$

$$V_0 - V_c = \frac{R_2}{R_1}(V_1 - V_0)$$

Multiplicando por -1 ambos os membros:

$$-(V_0 - V_c) = -(V_1 - V_0) \frac{R_2}{R_1}$$

agrupando:

$$V_c - V_0 = (V_0 - V_1) \frac{R_2}{R_1}$$

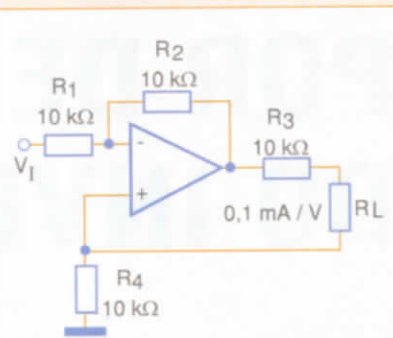


Figura 5

Substituindo em (1):

$$I_0 = \frac{(V_0 - V_1) R_2}{R_1 R_3} - \frac{V_0}{R_4}$$

$$I_0 = V_0 \left(\frac{R_2}{R_1 R_3} - \frac{1}{R_4} \right) - \frac{V_1 R_2}{R_4}$$

Como:

$$R_1 = R_4$$

$$R_2 = R_3$$

Temos:

$$I_0 = V_0 \left(\frac{R_2}{R_4 R_2} - \frac{1}{R_4} \right) - \frac{V_1 R_2}{R_2 R_4}$$

Simplificando:

$$I_0 = V_1 \frac{1}{R_4}$$

Veja, então, que a corrente na carga dependerá apenas da tensão de entrada e do valor de R_4 .

Na **figura 5** temos um exemplo de conversor, calculado pelos processos acima, onde há uma constante de conversão $K = 0,1 \text{ mA/V}$.

Isso significa que a faixa de tensões de entrada de 0 a 10 V é convertida em uma faixa de correntes de 0 a 1 mA.

CONCLUSÃO

Os Conversores $V \times I$ ou Conversores de Tensão para Corrente, são circuitos de grande utilidade nas aplicações industriais, sendo usados no interfaceamento de sensores com dispositivos de controle como CLPs.

Desenvolver um circuito conversor para determinado tipo de sensor é algo simples com o uso de amplificadores operacionais de uso geral, conforme explicamos neste artigo.

POR DENTRO DO INVERSOR

A aplicação de inversores de frequência na indústria é prática altamente 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



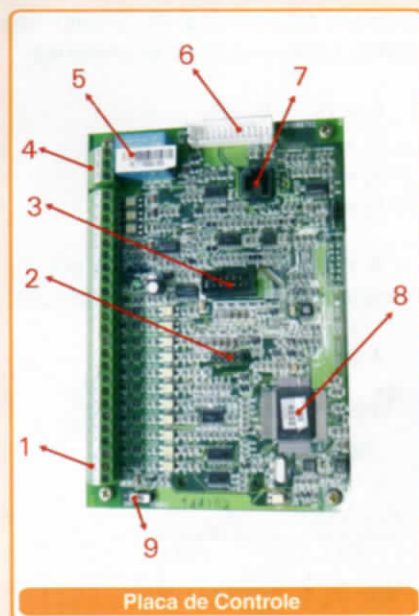
O EQUIPAMENTO...

Analisaremos duas placas de atuação de um inversor Metaltext-Delta modelo VFD110B23A, de 15 HP, para rede de 200 V-240 V, com frequência de saída de 0 à 400 Hz. 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 à 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, auto-sintonização 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. Dedicamos

um artigo futuramente para tratar desse componente. Conforme foto abaixo (Placa de Controle), segundo a numeração proposta, abordaremos sucintamente a placa:



1 – Bornes para sinais de controle: aqui conectamos 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 foto-acopladas 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 PLC. Estas entradas estão conectadas ao foto-acopladores 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 $4..20 mA$.

2 – 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*.

3 – 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).

4/5 – 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-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 PLC externo.

6 – 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.

7 – 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.

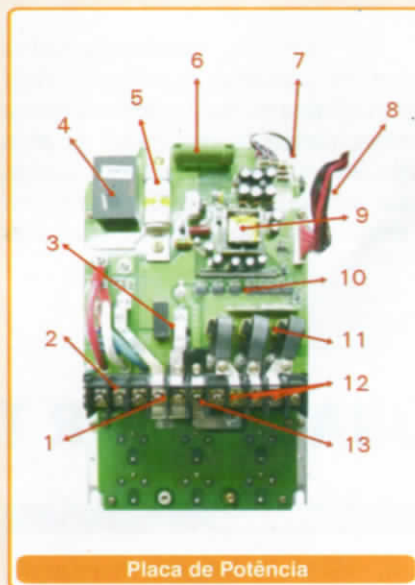
8 - ASIC Mitsubishi M37712E4BFP (para artigo futuro)

9 – Chave modo de entradas: as entradas podem ser configuradas no modo PNP, isto é, cada entrada deve receber +24V para ser ativada (colocando-se em modo SOURCE) ou em NPN (ativas com 0V em modo SINK).

PLACA DE POTÊNCIA

O conjunto de potência, além de abrigar os retificadores de entrada modelo **Sam Rex DF100BA80**, os capacitores do *link DC* (6 de 1000

$\mu\text{F}/400\text{ V}$) 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 foto-acopladores. Grande parte do volume de um inversor se deve ao dissipador, que precisa estar solidário ao conjunto junto com uma ventilação forçada:



1 - 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.

2 - 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.

3 - Capacitor desacoplador.

4 - 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.

5 - Fusível: proteção ultra-rápida do *link DC*.

6 - Resistor de frenagem interno/pré carga.

7 - Sensor de temperatura: este sensor se situa sobre os módulos de potência e dissipador para garantir o funcionamento em 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.

8 - Conexão da placa de controle: que se liga ao conector da placa de controle.

9 - Fonte: esta fonte auxiliar é responsável por prover alimentação (+5 V, +12 V e +24 V) para o conjunto.

10 - Opto-acopladores: estes A4506 são os que recebem e conectam os sinais de disparo para os IGBT's e *chopper* de frenagem do módulo.

11 - 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.

12 - Saída: estes são as saídas PWM de potência para o motor. Nestes pontos, pode-se testar os IGBT's (devem estar maior que $1\text{M}\Omega$).

13 - 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, em futuro próximo, abordarmos com detalhes a manutenção e aplicação de inversores.

Agradecemos as fotos providas pela Metaltext, especialmente ao Danilo Troncoso (Marketing).

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.

ACIONADOR POR TOM

Para acionar um relé a partir de um tom de áudio, ou sinal de baixa frequência presente numa linha de comunicações, temos o circuito mostrado na **figura 1**. Ele aciona com qualquer tom, independentemente de sua frequência, podendo servir para detectar sinal de modems, sistemas de comunicação de áudio, sistemas de alarmes por sirenes, etc. A tensão de alimentação depende do relé utilizado. O transformador pode ser de qualquer tipo que tenha um enrolamento de alta impedância (pelo menos 1 kohms) para ser ligado ao diodo, e um enrolamento de baixa impedância (8 ohms a 600 ohms) para ser conectado à linha de áudio. O circuito não possui ajuste de sensibilidade, mas ele pode ser agregado na forma de um trimpot divisor de tensão em paralelo com o enrolamento de alta impedância do transformador. O capacitor C1 precisa ter seu valor escolhido de acordo com o tom predominante de disparo e para evitar a vibração dos contatos do relé no acionamento.

Na **figura 2** damos a placa de circuito impresso para implementação dessa solução prática.

Lista de Material

Q₁ - BC548 - transistor NPN de uso geral
 D₁, D₂ - 1N4148 - diodos de uso geral
 T₁ - Transformador - ver texto
 C₁ - 10 nF a 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 R₁ - 1 kohms x 1/8 W - resistor
 K₁ - Relé sensível de 6 ou 12 V x 50 mA

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

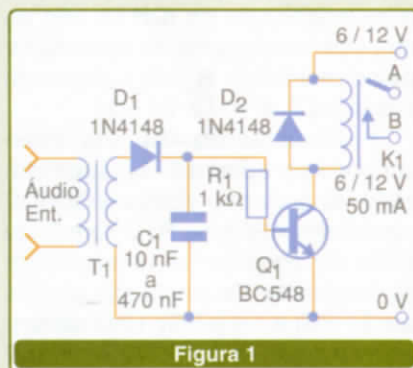


Figura 1

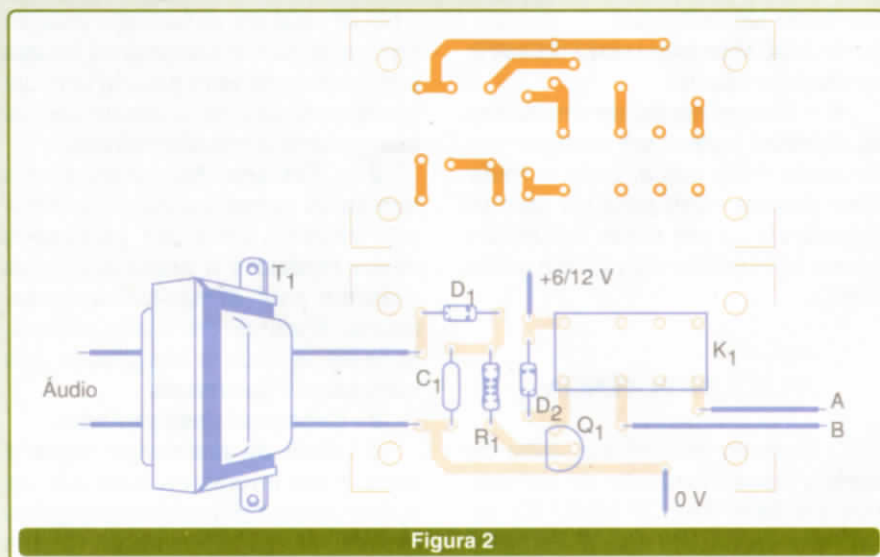


Figura 2

ALARME SONORO DE BAIXO CONSUMO

O circuito simples ilustrado na **figura 1** pode ser uma excelente solução para um sistema de aviso sonoro para máquinas, abertura de portas, violação de espaço, presença de objetos numa linha que deve permanecer livre, etc. Ele tem baixo consumo na condição de espera, o que possibilita sua alimentação a partir de pilhas ou bateria e, além disso, emprega componentes discretos de fácil obtenção. A frequência do som

produzido depende de C_1 e R_1 , que podem ser alterados numa ampla faixa

de valores. O sensor é do tipo *reed-switch* e para a proteção de mais de um ponto, diversos deles podem ser ligados em série. Basta que um deles seja aberto para que o alarme dispare emitindo som pelo alto-falante.

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso para implementação deste pequeno alarme sonoro de uso geral.

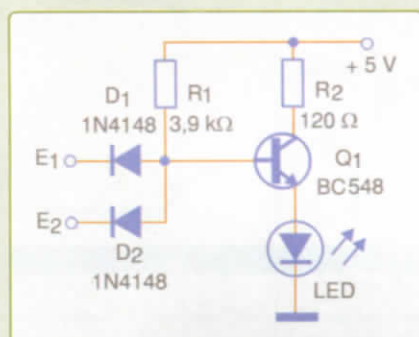


Figura 1

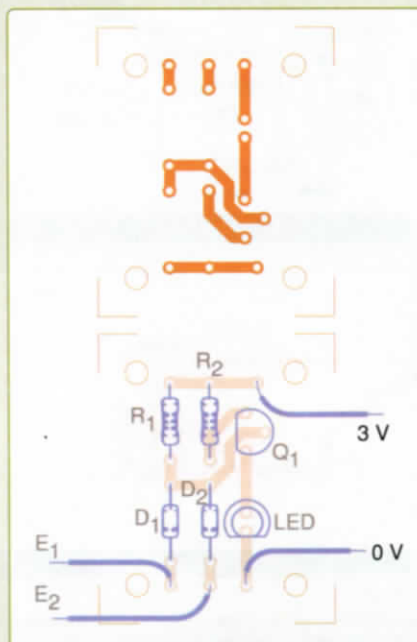


Figura 2

Lista de Material

Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
 Q_2 - BC558 - transistor PNP de uso geral
 R_1 - 47 kohms x 1/8 W - resistor
 R_2 - 1 kohms x 1/8 W - resistor
 C_1 - 22 nFa 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 X_1 - sensor magnético ou de outro tipo NF
 FTE - Pequeno alto-falante de 4 ou 8 ohms

Diversos:

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

OSCILADOR DE VHF

Há casos onde um oscilador capaz de produzir sinais entre 30 MHz e 100 MHz faz-se necessário numa bancada de desenvolvimento. A frequência do circuito mostrado na **figura 1** só depende das espiras da bobina que estarão entre 2 e 10 para a faixa indicada. O fio pode ser o AWG 22 ou 24 e o diâmetro é 1 cm sem núcleo. C_2 será de 1 a 4,7 pF

para a faixa de 70 a 100 MHz, ou de 10 pF para a faixa de 30 MHz a 70 MHz. Os capacitores precisam ser todos cerâmicos e o trimmer é do tipo plástico com capacitância máxima de até 20 pF.

A placa de circuito impresso para implementação deste oscilador de alta frequência de uso geral é mostrada na **figura 2**.

Lista de Material

Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF
 L_1 - Bobina - ver texto
 CV - trimmer - ver texto
 R_1 - 10 kohms x 1/8 W - resistor
 R_2 - 5,6 kohms x 1/8 W - resistor
 R_3 - 47 ohms x 1/8 W - resistor
 C_1 - 4,7 nF - capacitor cerâmico
 C_2 - capacitor cerâmico - ver texto
 C_3 - 1 a 4,7 pF - capacitor cerâmico

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

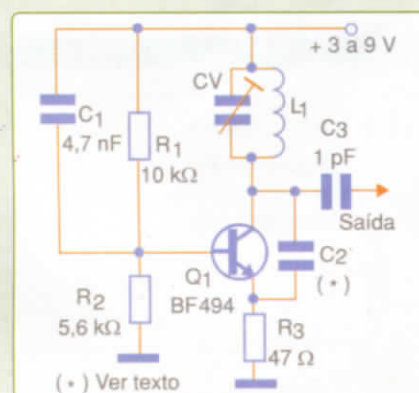


Figura 1

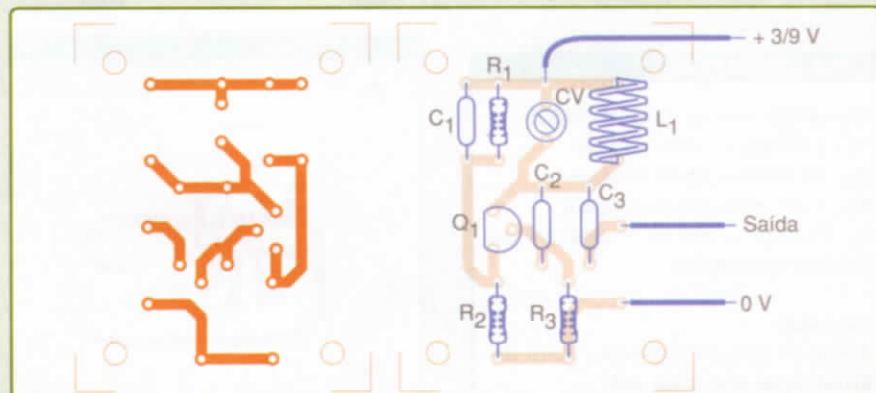


Figura 2

MICRO-AMPLIFICADOR INTEGRADO

Uma solução interessante para sistemas de comunicação rápida, aviso de funcionamento, amplificação de sinais de alarme, gravadores digitais, etc. é o amplificador mostrado na **figura 1**. 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 μ F, 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 ilustrada na **figura 2**.

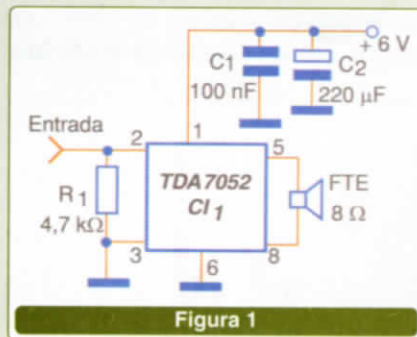


Figura 1

Lista de Material

C₁ - TDA7052 - amplificador, circuito integrado
 R₁ - 4,7 kohms x 1/8 W - resistor
 C₁ - 100 nF - capacitor cerâmico
 C₂ - 220 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

Diversos:

Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

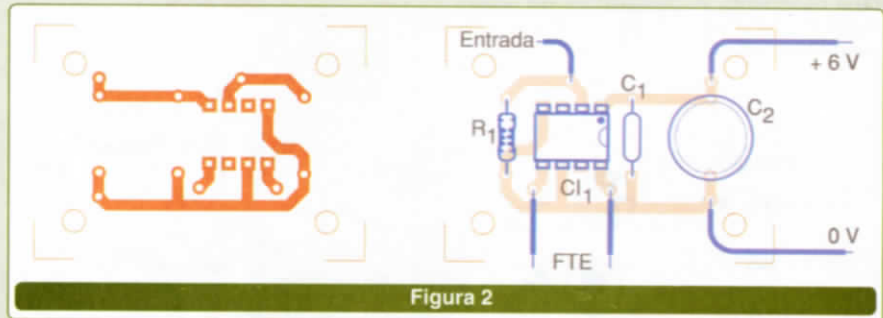


Figura 2

GERADOR DE SALVA DE PULSOS

A finalidade do circuito observado na **figura 1** é gerar trens ou salva de pulsos retangulares em tempos intervalados. Os intervalos são iguais à duração do trem e basicamente determinados por C₁ e R₁. 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 C₂ e R₂ que, no caso, está em torno de alguns quilohertz. Esses componentes também podem ter seus valores alterados segundo a aplicação. A ali-

mentação 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 2** temos uma placa de circuito impresso para implementação do dispositivo.

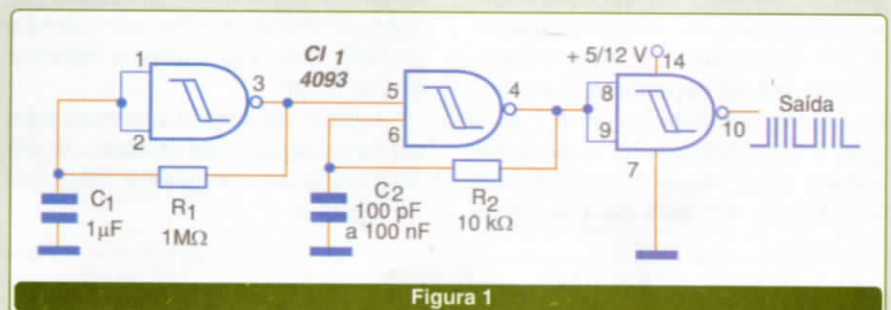


Figura 1

Lista de Material

C₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
 R₁ - 1 Mohms x 1/8 W - resistor
 R₂ - 10 kohms x 1/8 W - resistor
 C₁ - 1 μ F - 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.

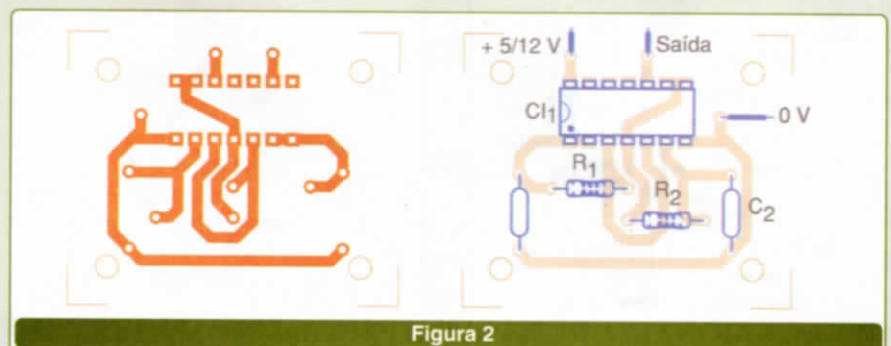


Figura 2

Catálogos de esquemas e de manuais de serviço

GRÁTIS

Srs. Técnicos, Hobbyistas, Estudantes, Professores e Oficinas do ramo, recebam em sua residência sem nenhuma despesa.

ALV Apoio Técnico Eletrônico

Caixa Postal 79306
CEP: 25501-970 ou
São João de Meriti - RJ
Tel: (21) 2756-1013
pedidos@alvapoio.com.br

Solicite inteiramente grátis



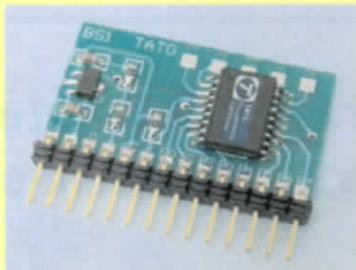
TATO
Equipamentos Eletrônicos

Transformando idéias em realidade

Tudo para microcontroladores BASIC Step e acessórios em um só lugar.



CLP-BS
Finalmente um CLP que você pode pagar e programar sem ter que perder meses em cursos



Novo BASIC Step 1
Com conversor analógico/digital de 10 bits e 5 canais

Rua Ipurinas, 164 - São Paulo - SP
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br



Componentes Eletrônicos

A Brasil Express Com. de Componentes Eletrônicos Ltda, é sucessora da empresa Radionix Eletrônica Ltda. que retoma suas atividades no comércio de componentes eletrônicos via **REEMBOLSO POSTAL/SEDEX** com mais de **3.000 itens** a sua disposição.

Obtenha nosso catálogo completo em nosso site

CONSULTE-NOS

(34) 3211-2851

www.brasilexpressnet.com.br

Rua Alberto Alves Cabral, 1024
Santa Mônica - Uberlândia
MG - CEP: 38408-226
vendas@brasilexpressnet.com.br



1 Caixa

- Em ABS anti-chama
- Com ventilação lateral
- Com saída para 12 terminais com passo de 5mm.

E Painel Frontal

- Em policarbonato anti-chama transparente
- Com Pré furação para 4 chaves táctil.
- Suporte para fixação da placa de circuito impresso.

E Sistema de Fixação

- Com duas presilhas laterais em nylon.

*** Caixa CB-01**
Dimensões Externas:
75 x 34,5 x 60 mm [LxAxP]
Dimensões p/ Furação:
71 x 29 mm [LxA]



CONTROLBOX PEÇAS INJETADAS LTDA.
Fone/Fax: (54) 3025.3789 - Caxias do Sul - RS
www.controlbox.com.br
controlbox@controlbox.com.br

KITS DIDÁTICOS PARA PROFISSIONAIS, ESTUDANTES E HOBBYSTAS

KIT ATMEL AT89S8252

8 K de flash 2K de EPROM, clock 12 MHz, conexão serial RS232, I/O mapeado e comunicação direta com o PC.

KIT 8051-(80C31)

Ram 32 Kbyte, EPROM 32 Kbyte, clock 12 MHz, conexão serial RS232, I/O mapeado e comunicação direta com o PC.

Cada Kit Microcontrolador possui:
02 Cabos de extensão, 01 Cabo de I/O mapeado, 01 Cabo serial, 01 Cabo de ISP.

Compras, software, manuais, compiladores, simuladores, exercícios e suporte completo em nosso SITE.

KIT DO AUTOR DO LIVRO "MICROCONTROLADOR 8051 DETALHADO"
E
"LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051" Ed. Érica.

KITS:
- KIT ATMEL R\$ 164,00 *
- KIT 8051 (80C31) R\$ 198,00 *

PERIFÉRICOS:
- LCD R\$ 69,00 *
- D/A R\$ 99,00 *
- A/D R\$ 129,00 *
- TECLADO R\$ 44,00 *
- 7 SEG. R\$ 127,00 *
- CARGAS (AC/DC) R\$ 108,00 *
- FONTE ALIM.(110/220V) R\$ 25,00

* Não inclui fonte de alimentação e Despesas de envio

WWW.MICROCONTROLADOR.COM.BR



CIRCUITOS IMPRESSOS

Furação e contorno CNC

Placas vincadas, estampadas ou fresadas

Linha de corrosão automatizada

Departamento técnico a sua disposição

Fotopltagem a laser

Hot Air Levelling



15 anos

Excelentes prazos de entrega

PABX: (11) 6192-2144

Recebemos seu arquivo via e-mail circuitoimpresso@tec-ci.com.br

TEC-CI CIRCUITOS IMPRESSOS LTDA.
www.tec-ci.com.br

Rua Vilela, 588 - Tatupapé - CEP 03314-000 - SP - SP

TÉCNICAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Saiba como evitar prejuízos e proteger seu patrimônio contra este fenômeno.



Alexandre Capelli

INTRODUÇÃO

Estudos atmosféricos mostram que cerca de 100000 raios caem sobre a Terra a cada segundo. No Brasil, estima-se que 100 milhões deles atinjam o território nacional por ano. Geralmente, quando um fenômeno como este atinge uma instalação, os danos e prejuízos são incalculáveis e, em casos extremos, até mesmo irreversíveis.

A preocupação com segurança, não somente patrimonial, mas, principalmente pessoal, levou órgãos internacionais e nacionais a revisar suas normas. Conheça as últimas novidades neste artigo, que também procura levar até você novas soluções para proteção contra descargas atmosféricas, tanto para ambientes industriais como comerciais e residenciais.

ANATOMIA DO RAIOS

O raio, até hoje, apresenta alguns mistérios para a Ciência moderna.

Uma boa parte do seu comportamento ainda tem uma explicação puramente teórica, uma vez que o evento é muito difícil de analisar.

Na verdade, depois de Benjamin

Franklin (1706 – 1790) que demonstrou a existência de cargas elétricas nas nuvens através da sua famosa experiência com uma “pipa”, este fenômeno somente começou a ser estudado com mais profundidade no mundo a partir de 1980. Verdadeiros centros de análise e laboratórios de pesquisa espalharam-se pelo planeta, e até hoje o fenômeno é razão de estudo.

Alguns dizem que o “desinteresse” pelo raio durou tanto tempo devido à falta de sorte do pesquisador russo G. W. Richman, que morreu em uma experiência semelhante a de Franklin. Particularmente, acredito no fato das descargas atmosféricas tornarem-se uma ameaça mais significativa contra o patrimônio a partir da utilização em grande escala de circuitos integrados.

“Como ocorrem os raios?”

A teoria mais aceita atualmente é a de G. C. Simpson, e que podemos observar através da **figura 1**.

A Terra tem excesso de cargas negativas, mas, através do atrito das partículas de água que sobem até a atmosfera pela evaporação (formação das nuvens) com o que estiver sobre o solo (árvores, casas, animais, etc.)



cria-se uma região carregada positivamente sob a nuvem. Em outras palavras, o processo de formação das nuvens, por indução, carrega a área abaixo dela com cargas elétricas positivas. Analogamente, a nuvem carrega-se em duas metades, sendo a inferior negativa e a superior positiva.

A diferença de potencial entre nuvem e solo pode variar de 10000 kV a 1.000.000 kV. Uma vez rompida a rigidez dielétrica entre ambos, ocorre a descarga. Como essa rigidez não é homogênea (ar puro) devido a presença de partículas em suspensão, gases, e outros elementos, o raio

caminha de forma "ramificada", e não em uma linha reta (**figura 2**).



Figura 2

O que nem todos sabem é que o raio, embora extremamente rápido, dá-se em duas ou até três etapas.

A primeira etapa é o que chamamos de raio piloto. Trata-se de uma descarga da nuvem para o solo, através da ionização do ar que ainda apresenta uma alta resistência elétrica. Esta primeira descarga atinge valores de até 1500 km/s.

A segunda etapa é o raio principal. Este é o mais perigoso, pois, agora, após o raio piloto, o ar está totalmente ionizado, portanto, com baixíssima resistência elétrica. A corrente, então, pode variar entre 2000 A e 200 kA, com uma velocidade maior que 30000 km/s. Pode-se dizer que a nuvem está em curto-circuito com a terra e, por essa razão, a descarga vai da terra para a nuvem.

Isto é o que acontece com 98% dos raios, contudo, 2% ainda apresentam uma terceira etapa, onde uma terceira descarga de pequena magnitude (100 A a 1 kA) retorna da nuvem para o solo.

Resumindo, se alguém lhe perguntar se um raio "sobe" ou "desce", responda: "ambos".

QUEDA DIRETA X INDUZIDA

Há duas formas de uma descarga atmosférica atingir uma instalação: direta ou indiretamente.

a) Queda direta

Refere-se ao raio direto sobre as instalações elétricas (linhas aéreas, subestações, etc.). Nas linhas de transmissão, por exemplo, o raio pode cair diretamente sobre a torre de transmissão, ou entre elas (cabos), veja a **figura 3**. No primeiro caso a maior parte da "energia" é desviada para a terra, no segundo (**figura 4**), a sobretensão se divide em duas partes, cada qual se dirigindo em direções opostas. As linhas com tensão abaixo de 69 kV são as mais afetadas. Dados estatísticos revelam que 60 % dos raios caem diretamente sobre a terra.



Figura 3

b) Induzida

Quando uma descarga atmosférica cai próximo às instalações, três fenômenos ocorrem: sobretensões conduzidas, elevação do potencial de terra e radiação. Apenas como parâmetro, o campo elétrico gerado por um raio pode chegar a 20 kV/m.

A sobretensão conduzida é consequência da descarga nas linhas aéreas, e podem atingir centenas de quilovolts. Cerca de 4 % do montante do evento (queda nos circuitos de média e alta tensão) pode chegar nos circuitos de baixa tensão (maioria dos consumidores).

Quando a corrente de raio circula pela terra, uma elevação de tensão aparece ao longo do seu percurso. Se o raio cair próximo a um eletrodo de aterramento, a variação de potencial da terra pode gerar sobretensões nos equipamentos.

Conforme veremos mais adiante, é por essa razão que a NBR 5410



Figura 4

indica a equipotencialização de hastes ou malhas de aterramento.

Por último, a queda de raio gera uma variação muito rápida do campo eletromagnético (di/dt), originando tensões induzidas em todo tipo de "anel" (trilhas de PCI, bobinas, cabos de alimentação, etc.), conforme ilustra a **figura 5**.

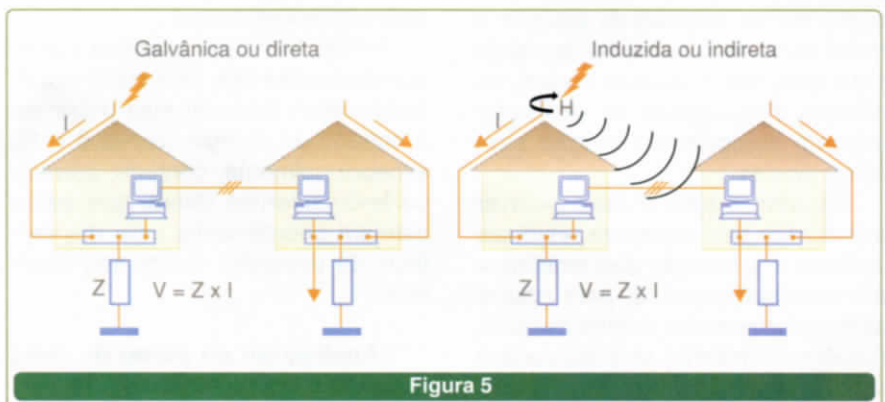


Figura 5

PROTEÇÃO

As instalações elétricas são classificadas em quatro zonas de proteção, de nível 0 a 3. Tomando como exemplo a **figura 6**, podemos ver que a zona 0, embora não sofra diretamente a descarga atmosférica, é a parte da instalação que está mais próxima a ela e, portanto, sob severos campos magnéticos.

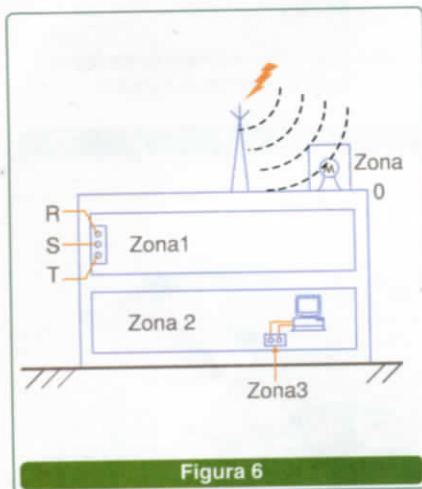


Figura 6

A zona 1 de proteção localiza-se no interior do edifício, imediatamente atrás do sistema de prevenção (estrutura da fachada de concreto, por exemplo). Neste ponto o campo eletromagnético é mais reduzido, tipicamente 30 dB.

A zona 2 já é o ambiente interno à planta, e deve ser protegida de forma centralizada, através da distribuição de cargas.

Por fim, a zona 3 é de contato direto com o equipamento (tomadas, ramais telefônicos, etc.).

Na transição da zona de proteção 0 para 1, os dispositivos de proteção contra surtos necessitam assumir a maior parte da corrente de descarga para que, nas próximas zonas, os demais dispositivos de proteção possam cumprir sua função sem sofrer avarias.

Da zona 1 para 2 deve ocorrer a descarga das correntes residuais de surto e a redução das tensões a um nível admissível, e, para isso, o melhor elemento é o varistor de óxido metálico. O mesmo vale da zona 2 para a zona 3.

DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Lembram-se no início do artigo quando nos referimos a "revisão das normas nacionais e internacionais" sobre dispositivos e proteção?

Pois bem, eis o principal foco da mudança.

Basicamente, há dois tipos de dispositivos de proteção contra surtos (DPS): os "curto-circuitantes", e os "não curto-circuitantes". Como o próprio nome sugere, o curto-circuitante é aquele que, no instante do surto, baixa sua resistência para próximo de zero ohm. O exemplo mais típico é o centelhador que, através da ionização do ar, desvia a descarga para a terra como se fosse um condutor.

O varistor de óxido metálico, por outro lado, também reduz sua resistência na presença do surto, porém, não a ponto de se tornar um curto. Em outras palavras, os varistores são "resistores que dependem da tensão". Portanto, a sobretensão deverá ser dissipada na forma de calor. A curva característica da **figura 7** é um exemplo do comportamento de um desses dispositivos.

Até meados de 1990 as normas nem sequer contemplavam DPSs como componentes obrigatórios em uma instalação elétrica. Hoje, porém, além de considerá-los, ela nos diz qual tipo deve ser utilizado para cada condição em particular. Ainda neste artigo traremos algumas indicações da NBR e IEC.

Cuidado!

Tanto as normas como as características dos DPSs devem ser analisadas criteriosamente.

A NBR 5410, por exemplo, indica que proteções tipo não curto-circuitantes sejam alocadas mais próximas à entrada de energia (zonas 0 e 1), excepcionalmente, contudo, permite curto-circuitantes desde que estes estejam coordenados com dispositivos de proteção contra sobrecorrente.

"Analisando do ponto de vista da norma, qual a razão disto?"

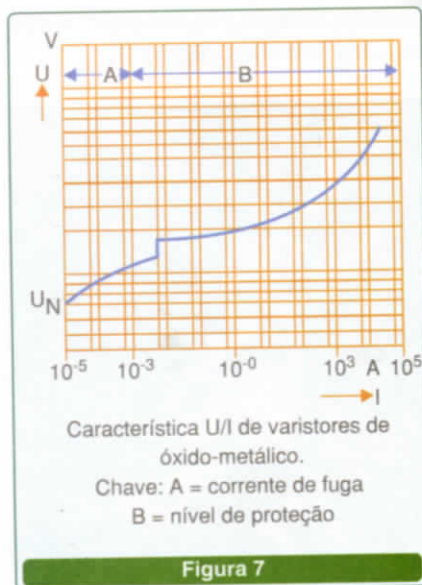


Figura 7

Os dispositivos não curto-circuitantes (varistores e diodos supressores), por possuírem sua estrutura intrínseca semelhante ao semicondutor, na presença de uma descarga, poderão explodir.

Aliás, quem já não recolheu pedaços de transistores, varistores, e outros componentes mais dentro de um equipamento?!

Quanto mais próximo do usuário, portanto, este dispositivo estiver, maior o risco de danos físicos (queimaduras, ferimentos por estilhaço, etc.).

Já, os dispositivos curto-circuitantes, tais como centelhadores, não explodem, então, podem estar alocados mais próximos ao usuário.

"E isto é tudo?"

Não!

Há situações onde o próprio quadro de entrada já está ao lado da carga. Os fabricantes, cientes disso, podem oferecer protetores híbridos, tal como o da **figura 8**, da Phoenix Contact. Notem que temos um centelhador balanceado (com referência no terra), um varistor e um diodo supressor.

"E qual utilizar, afinal?"

É o que veremos a seguir.

O que diz a NBR5410 sobre proteção para equipamentos de tecnologia da informação (TI).

Casas com padrão de entrada interno ou próximo da edificação.

O local para a instalação do Dispositivo de Proteção Elétrica deve ser na mesma estrutura onde está a caixa de entrada de energia elétrica, onde os aterramentos de energia elétrica e de telecomunicações devem ser vinculados, conforme definido na NBR5410 e demonstrado pela **figura 9**. Um único conjunto de dispositivos de proteção contra sobretensões instalado na origem da instalação pode

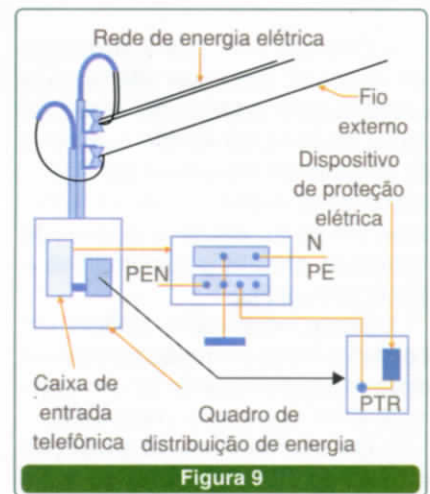
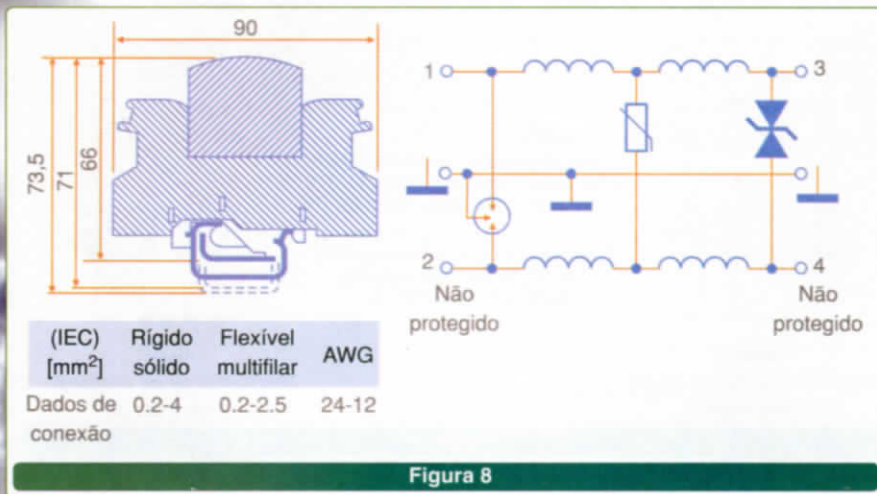


Figura 9



(IEC) [mm ²]	Rígido sólido	Flexível multifilar	AWG
Dados de conexão	0.2-4	0.2-2.5	24-12

Figura 8

Como a NBR 5410 é muito extensa, mesmo no âmbito da proteção, fizemos um resumo dos principais aspectos referentes aos equipamentos eletrônicos. Dividimos este "compêndio" em três partes: Cuidados com a caixa de entrada; DPS em sistemas trifásicos e recomendações gerais.

a) Cuidados com a caixa de entrada.

Como a caixa de entrada de energia é um problema de todos, vamos começar por ela.

Locais de instalação:

Os condutores de energia e de sinal, que entram na edificação, devem convergir, sempre que possível, para um mesmo ponto. A partir deste ponto, as linhas de energia e de sinal devem seguir, sempre que possível, traçados próximos, paralelos, em eletrodutos separados. No caso de equipamentos de tecnologia da informação, é recomendável que quaisquer condutos fechados sejam de material ferromagnético, aterrados e com continuidade elétrica assegurada.

Em instalações alimentadas por redes de distribuição em baixa tensão, situadas em zonas expostas a raios (AQ2 e AQ3 conforme NBR 5410), se necessário, devem ser instalados, na origem da instalação, dispositivos adequados de proteção contra sobretensões do tipo não curto-circuitante, tais como pára-raios de resistência não linear de baixa tensão (pára-raios secundários). Nos casos de serem as linhas elétricas de sinal constituídas

por condutores metálicos, devem ser instalados dispositivos de proteção contra sobretensões do tipo curto-circuitante, tais como centelhadores, no Ponto de Terminação da Rede - (PTR). Para a boa proteção é necessário ter sempre em conta que quando os cabos de sinal forem providos de proteção metálica, estas devem ser aterradas.

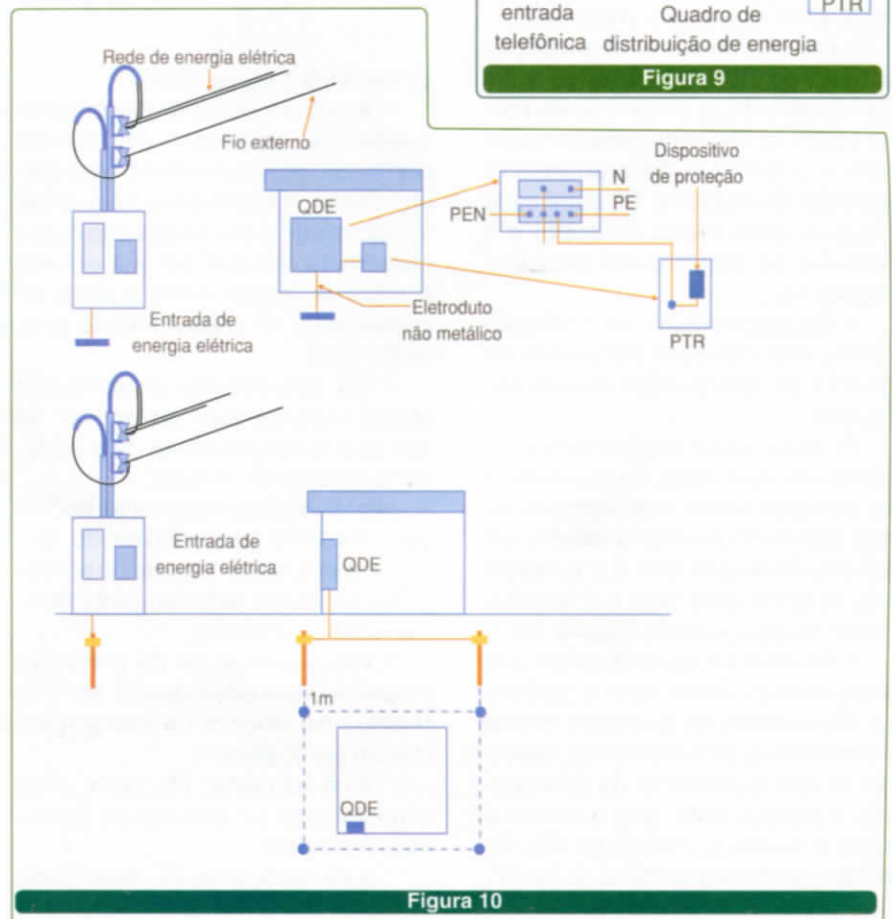


Figura 10

proteger vários circuitos a jusante, NBR 5410; o esquema elétrico de interligação e aterramento deve ser executado conforme a **figura 10**. Neste caso, os dispositivos de proteção elétricos devem ser instalados nos dois pontos tanto no padrão de entrada quanto no quadro de distribuição.

b) DPS em redes trifásicas

Se for necessária a instalação de proteção contra sobretensão, a sua seleção deve respeitar os seguintes critérios:

- Quando utilizada a proteção em cascata, deve ser efetuada a coordenação adequada, entre os vários estágios, da tensão nominal e da corrente de descarga dos dispositivos de proteção contra sobretensões em geral, desde a origem da instalação até aos equipamentos a serem protegidos;

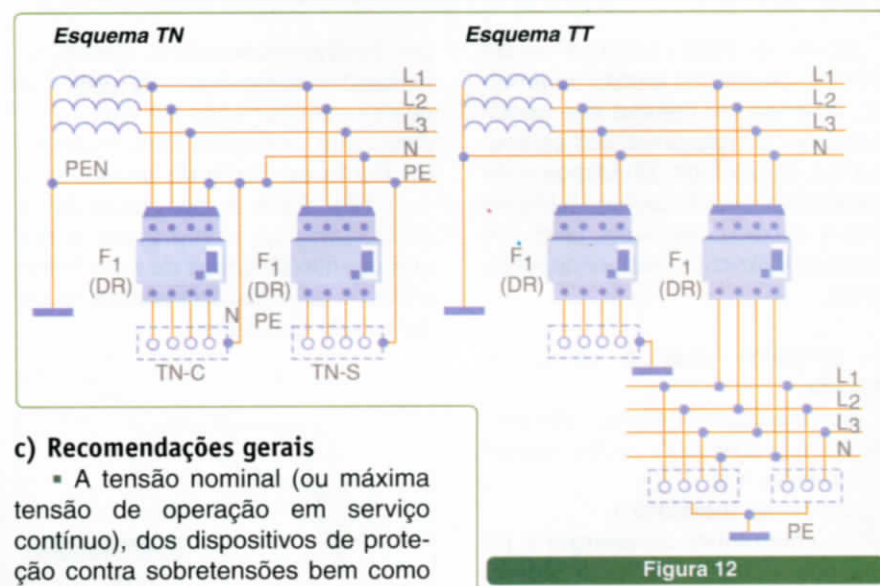
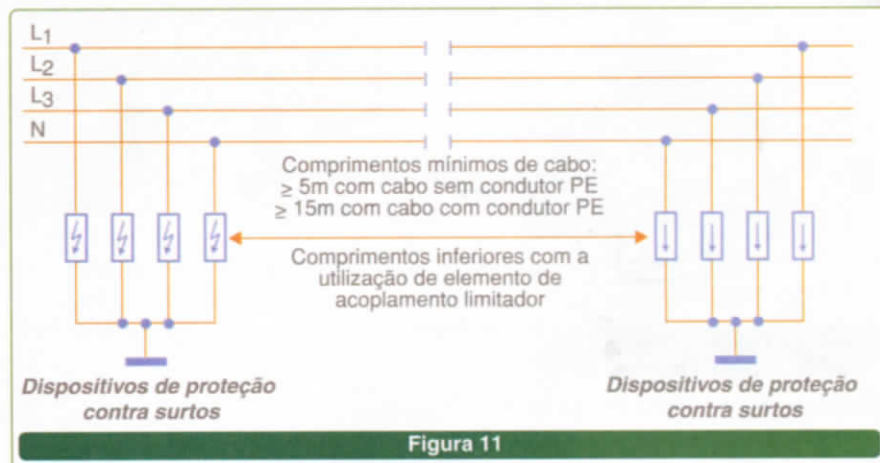
Quando necessário, podem ser instalados filtros ou impedâncias para efeito de coordenação de tensão e corrente entre os estágios (**figura 11**).

- Os dispositivos de proteção contra sobretensões instalados no padrão de entrada devem ser ligados: no esquema TN, entre cada condutor fase e o terminal de aterramento principal; no esquema TT, entre cada condutor ativo (fases e neutro) e o terminal de aterramento principal (**figura 12**).

- Os dispositivos de proteção contra sobretensões instalados no quadro de distribuição devem ser ligados:

Quando utilizar equipamentos alimentados entre fases, os dispositivos de proteção contra sobretensões do tipo não-curtocircuitante devem ser ligados entre cada fase e o condutor PE, ou entre cada fase e o terminal "terra" do equipamento (**figura 13**).

- Quando os equipamentos são alimentados entre fase e neutro, os dispositivos de proteção contra sobretensões, se necessários, devem ser do tipo supressores de sobretensão e ligados entre fase e neutro e entre o neutro e o condutor PE, ou entre o neutro e o terminal de "terra", do equipamento (**figura 14**).



c) Recomendações gerais

- A tensão nominal (ou máxima tensão de operação em serviço contínuo), dos dispositivos de proteção contra sobretensões bem como tensão residual dos de tipo não curto-circuitante, devem ser superiores à máxima tensão entre o terra da instalação, e os condutores de fase, ou de sinal;

- Os dispositivos de proteção contra sobretensões devem ser de tipo não curto-circuitante para proteger o sistema de energia;

NOTA – Excepcionalmente, podem ser utilizados dispositivos do tipo curto-circuitante desde que haja proteção contra sobrecorrente devidamente coordenada.

- Os dispositivos de proteção contra sobretensões devem ser instalados na origem da instalação. Devem ser ligados:

- no esquema TN, entre cada condutor fase e o terminal de aterramento principal;
- no esquema TT, entre cada condutor ativo (fases e neutro) e o

terminal de aterramento principal;

- no esquema IT, admitindo o neutro não distribuído, entre cada condutor fase e o terminal de aterramento principal.

- O condutor de proteção PE deve ser utilizado como a referência de potencial para aterramento dos equipamentos e dos supressores de sobretensão locais, tanto para a instalação de energia como de sinal.

NOTA – Todas as ligações de aterramento, (incluindo as dos dispositivos de proteção contra sobretensões) referentes a cada equipamento, devem ser tão curtas e retilíneas quanto possível e convergirem num mesmo ponto do PE.

- Quando viável, é preferível utilizar equipamentos de tecnologia da informação alimentados entre fases, em vez de entre fase e neutro. Nesse

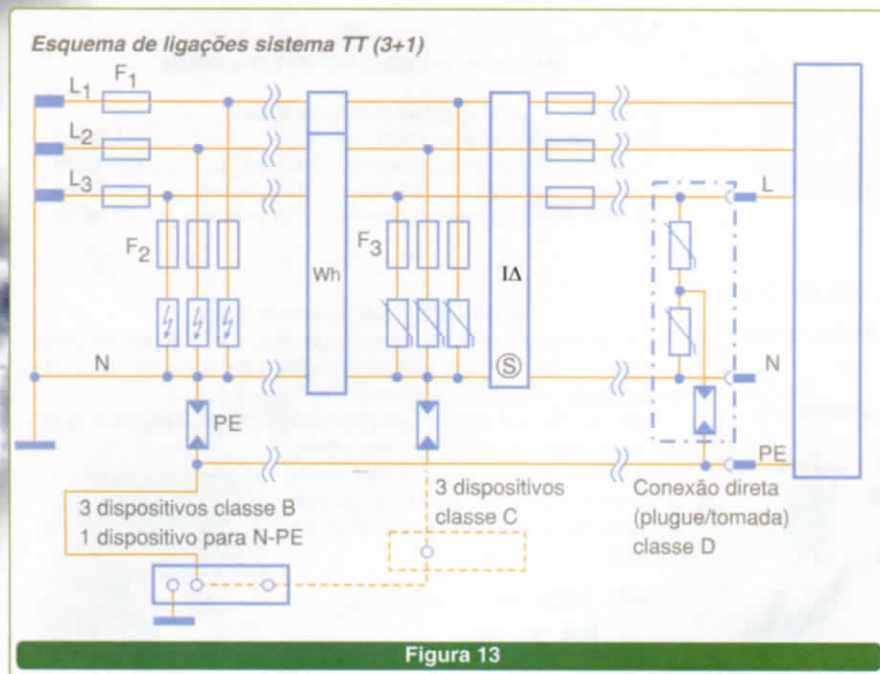


Figura 13

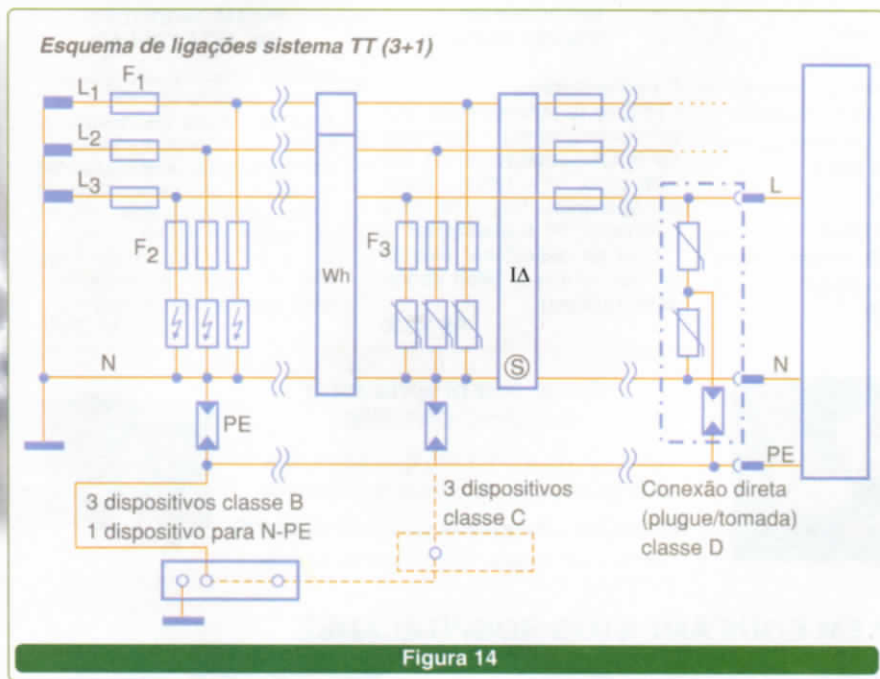


Figura 14

caso, os dispositivos de proteção contra sobretensões do tipo não curto-circuitantes, se necessários, devem ser ligados entre cada fase e o condutor PE, ou entre cada fase e o terminal "terra" do equipamento.

▪ Quando os equipamentos de tecnologia da informação são alimentados entre fase e neutro, os dispositivos de proteção contra sobretensões, se necessários, devem ser do tipo supressores de sobretensão e ligados

entre fase e neutro e entre o neutro e o condutor PE, ou entre o neutro e o terminal de "terra", do equipamento.

▪ Quando existirem cabos de sinal interligando edificações, os terminais de aterramento principal ou terminais de aterramento próximo ligados às armaduras de aço local da edificação, devem ser interligados com condutores de equipotencialidade (cabo guarda) adequados que acompanhem o traçado dos cabos de sinal.

▪ Não é aconselhável, em princípio, prever equipamentos de tecnologia da informação em instalações com esquema TT ou IT.

▪ O condutor de terra de proteção PE deve ser instalado junto com os condutores de energia correspondentes, até aos pontos servidos, porém, para instalações extensas, o PE deve ser multi-aterrado localmente às armações estruturais.

▪ O condutor de proteção PE deve ser utilizado como a referência de potencial para aterramento dos equipamentos e dos supressores de sobretensão locais, tanto para a instalação de energia como de sinal.

▪ Todas as ligações de aterramento (incluindo as dos dispositivos de proteção contra sobretensões) referentes a cada equipamento, devem ser tão curtas e retilíneas quanto possível e convergirem num mesmo ponto do PE.

CONCLUSÃO

O leitor deve ficar atento quanto a alguns aspectos da instalação elétrica. Atualmente, é um erro pensar que o único responsável por isto é o "projetista" ou outro profissional com formação puramente eletrotécnica.

Com a evolução dos equipamentos eletrônicos, a qualidade das instalações tornou-se um fator decisivo para o funcionamento desses sistemas. Filtros, proteções contra surtos, compatibilidade, EMI, e tantos outros fatores, hoje, também fazem parte do campo de atuação do técnico ou engenheiro eletrônico. Principalmente, se ele tiver que integrar tecnologias na indústria da transformação.

Este artigo teve como base os seguintes documentos:

- Proteção das instalações contra sobretensões de origem atmosférica (Siemens 2003).
- NBR 5410
- IEC 61312 - 1
- Catálogo TRABATECH (Phoenix Contact).

SHOPPING DA ELETRÔNICA

Mini caixa de redução

Para movimentar antenas internas, presépios, cortinas robôs e objetos leves em geral

R\$ 54,00



Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

PL-551M: 2 barramentos 550 pontos.....R\$ 38,40
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....R\$ 40,20
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....R\$ 72,60
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....R\$ 96,00

BLOQUEADORES INTELIGENTES DE TELEFONE

Através de uma senha, você programa diversas funções, como:

- BLOQUEIO/DESBLOQUEIO de 1 a 3 dígitos
- BLOQUEIO de chamadas a cobrar
- TEMPORIZA de 1 a 99 minutos as chamadas originadas
- E muito mais...

Características:

Operação sem chave
Programável pelo próprio telefone
Programação de fábrica: bloqueio dos prefixos 900, 135, DDD e DDI
Fácil de instalar
Dimensões: 43 x 63 x 26 mm
Garantia de um ano, contra defeitos de fabricação.

**APENAS
R\$ 48,30**



SPYFONE - micro-transmissor

Um micro-transmissor secreto de FM, com microfone ultra-sensível e uma etapa amplificadora que o torna o mais eficiente do mercado para ouvir conversas à distância.

De grande autonomia funciona com 4 pilhas comuns e pode ser escondido em objetos como vasos, livros falsos, gavetas, etc. Você recebe ou grava conversas à distância, usando um rádio de FM, de carro ou aparelho de som.

NÃO ACOMPANHA GABINETE

R\$ 49,50



MINI-FURADEIRA

Furadeira indicada para:
Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc.
12 V - 12 000 RPM
Dimensões: diâmetro 36 x 96 mm. **R\$ 38,00**

ACESSÓRIOS:

2 lixas circulares
3 esmeris em formatos diferentes (bola, triângulo, disco)
1 polítrix e 1 adaptor.
R\$ 17,00



Conjunto CK-10 (estojo de madeira)

Contém: placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloroeto de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa

R\$ 42,00

CONJUNTO CK-3

Contém: tudo do CK-10, menos estojo e suporte para placa

R\$ 35,00



MICROFONES SEM FIO DE FM

Características:

- **Tensão de alimentação:** 3 V (pilhas pequenas) - **Corrente em funcionamento:** 30 mA (tip) - **Alcance:** 50 m (max) - **Faixa de operação:** 88 - 108 MHz - **Número de transistores:** 2 - **Tipo de microfone:** eletreto de dois terminais (Não acompanha pilhas)

R\$ 22,00

PONTA REDUTORA DE ALTA TENSÃO

KV3020 - Para multímetros com sensibilidade 20 K Ω /VDC.
KV3030 - Para multímetros c/ sensib. 30 K Ω /VDC e digitais.
As pontas redutoras são utilizadas em conjunto com multímetros para aferir, medir e localizar defeitos em alta tensões entre 1000 V DC a 30 KV-DC, como: foco, MAT, "Chupeta" do cinescópio, linha automotiva, industrial etc.

R\$ 55,00

Monte seu próprio robô

S-CARGO OWI-936X

O S-Cargo é um robô que altera sua direção através de comandos sonoros.

R\$ 308,00 + despesas de envio (SEDEX)

28 robôs em estoque - Não acompanha baterias



MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

O OBJETIVO deste curso é preparar técnicos para reparar equipamentos da área hospitalar, que utilizem princípios da Eletrônica e Informática, como **ELETRCARDIOGRAFO, ELETRONCEFALÓGRAFO, ULTRA-SOM, MARCA-PASSO** etc.

Programa: Aplicações da eletr.analógica/digital nos equipamentos médicos/hospitalares / Instrumentação baseados na Bioeletricidade (EEG, ECG, ETc.) / Instrumentação para estudo do comportamento humano / Dispositivos de segurança médicos/hospitalares / Aparelhagem Eletrônica para hemodiálise / Instrumentação de laboratório de análises / Amplificadores e processadores de sinais / Instrumentação eletrônica cirúrgica / Instalações elétricas hospitalares / Radiotelemetria e biotelemetria / Monitores e câmeras especiais / Sensores e transdutores / Medicina nuclear / Ultra-sonografia / Eletrodos / Raio-X

Curso composto por 5 fitas de vídeo (duração de 90 minutos cada) e 5 apostilas, de autoria e responsabilidade do prof. Sergio R. Antunes.

PREÇO: R\$ 297,00 (com 5% de desc. à vista + R\$ 7,50 despesas de envio) ou 3 parcelas, 1 + 2 de R\$ 99,00 (neste caso o curso também será enviado em 3 etapas + R\$ 22,50 de desp. de envio, por encomenda normal ECT.)

PEDIDOS

SABER.MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5330

Preços válidos até 10/04/2004

REMETEMOS PELO CORREIO
PARA TODO O BRASIL

TECNOLOGIAS DOS RESISTORES DE PRECISÃO

As aplicações críticas que envolvem instrumentação, sensoriamento de grandezas físicas, telecomunicações, equipamentos médicos e controle exigem resistores de alta precisão. Para os projetistas de tais equipamentos é de extrema importância conhecer as tecnologias utilizadas atualmente para a fabricação desses componentes. Uma delas é a "thin film" ou "filme fino", empregada na fabricação de resistores de precisão por diversas empresas, dentre elas a Vishay Intertechnology Inc. Neste artigo analisaremos essa tecnologia, justamente baseados em documentação fornecida pela Vishay.

Newton C. Braga

A escolha de um resistor de precisão para uma aplicação não envolve apenas a observação de sua tolerância. Os equipamentos em que eles deverão operar estão sujeitos a variações de condições físicas, tais como temperatura, umidade, etc., que podem ter efeitos sensíveis sobre o seu valor.

Assim, as tecnologias modernas usadas na fabricação dos resistores de precisão também abrangem a introdução de características que significam não apenas "precisão", mas sim "precisão dentro de uma faixa muito ampla de variações das condições de operação", e mesmo a possibilidade de tais resistores trabalharem em conjunto, como acontece em divisores de tensão. Uma das tecnologias usadas para a fabricação de tais resistores é a denominada *Thin Film* ou Filme Fino, que passamos a analisar em pormenores.

OS FILMES

Os filmes utilizados na fabricação dos resistores têm uma espessura de aproximadamente 500 microns. Com o emprego de máscaras que permitem alterar as larguras e espaçamentos dos filmes, uma ampla gama de valores ôhmicos pode ser obtida. Os

padrões de resistividade podem variar entre 50 e 2000 ohms por quadrado (*). Como regra geral, tanto mais baixa a resistividade da folha, melhor será a performance elétrica.

Os principais materiais usados são:

a) Nicromo (NiCr)

Trata-se do material mais popular e que tem as melhores especificações em termos de TCR (Coeficiente de Temperatura de Resistência), ruído e estabilidade a longo termo. Suas resistividades típicas são de 50, 100 e 200 ohms por quadrado.

b) Tamelox

Trata-se de uma liga da Vishay que reúne as vantagens do Nicromo e do Nitreto de Tântalo.

c) Nitreto de Tântalo (TaN₂)

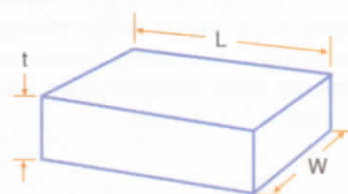
Quando processada e depositada corretamente, essa substância resulta numa liga resistente às impurezas ambientais. A performance elétrica não é tão boa como a do nicromo. É preferida para as aplicações de baixa potência e em que não existe auto-aquecimento, além de umidade relativa elevada.

(*) A unidade de resistividade superficial é ohm/sq ou ohm/quadrado.

d) Crometo de Silício (SiCr)

Esse material tem uma resistividade muito alta (2000 – 3000) e é usado para se obter resistências elevadas em pequenas áreas. As especificações elétricas tais como a TCR, estabilidade a longo termo e coeficientes de tensão são superiores às encontradas na tecnologia de filme espesso.

Conforme mostra a figura A, a resistividade de superfície de um material refere-se à corrente elétrica fluindo por toda área da superfície (unidade de área). Essa resistividade superficial depende da espessura do material e é usada normalmente para caracterizar materiais de folhas ou fitas.



$$\rho = \rho_v / t \quad \text{onde}$$

$$\rho_v = R \times W / L \times t$$

CONSTRUÇÃO DE FILMES FINOS INTEGRADOS

O termo integrado é emprestado da indústria de semicondutores e é usado de forma semelhante. Um circuito integrado consiste no agrupamento de elementos que são formados e interconectados em um substrato comum de modo a formar uma rede funcional.

Os resistores integrados seguem o mesmo conceito: um grupo de elementos resistivos é fabricado em um único processo e interconectado em um substrato comum.

Os resistores também são fabricados por um processo de litografia óptica, seguida de uma remoção seletiva dos materiais indesejáveis. Uma característica importante desse processo é a uniformidade. Como todos os resistores são fabricados simultaneamente e submetidos aos mesmos processos, com diversos *wafers* sendo tratados ao mesmo tempo, milhares de componentes são obtidos com praticamente idênticas características.

FAIXA DE RESISTÊNCIAS

O processo usado por litografia permite ao fabricante obter componentes em uma ampla faixa de valores de resistências. A resistência do componente depende basicamente das características do filme e do padrão em que é feita sua deposição. No entanto, deve-se levar em conta certas limitações de espaço, além da própria necessidade de se acrescentar os terminais.

Com o uso de filmes na faixa de 50 a 2000 ohms/quadrado, a faixa de resistência dos componentes obtidos pode variar entre poucos ohms a vários megohms. Entretanto, os valores mais comuns ficam entre 250 ohms e 100 kohms.

RESISTÊNCIAS MUITO BAIXAS

Um problema que acontece é que, quando são fabricados resistores de valores muito baixos, deve ser consi-

derada a resistência dos terminais.

Com um projeto apropriado, os efeitos dos terminais podem ser minimizados, mas não completamente eliminados, conforme mostra a **figura 1**.

Em um resistor de 10 ohms o efeito da resistência dos terminais pode chegar a 1 %, enquanto que esse valor é de apenas 0,01 % em um resistor de 1 kohms.

TOLERÂNCIA DA RESISTÊNCIA

O uso de sistemas modernos de LASER permite ajustar os valores dos resistores de tal forma a se obter tolerâncias muito baixas, com valores absolutos e relativos que chegam aos 0,01 % e 0,005 %, respectivamente.

Quanto menor a tolerância, mais cuidadosamente o resistor deve ser projetado para se obter uma distribuição de valores dentro dos limites de tolerância, com um custo e tempo de fabricação compensadores.

Uma forma de se chegar a isso é através do uso de geometrias especiais para ajustes, veja a **figura 2**.

Essas geometrias reduzem a sensibilidade do resistor à quantidade de material que deve ser removida no processo de ajuste para se conseguir a precisão desejada.

TCR – COEFICIENTE DE TEMPERATURA DA RESISTÊNCIA

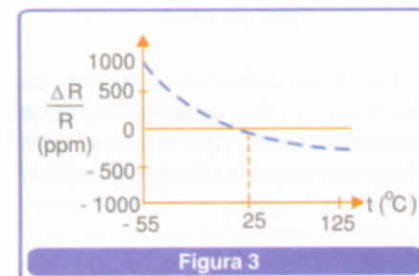
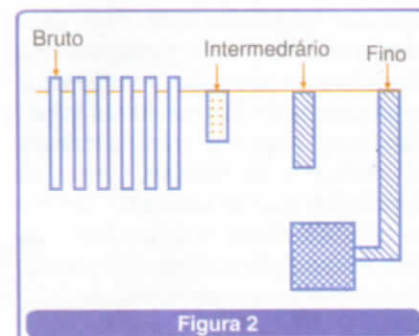
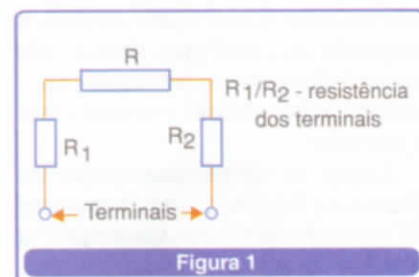
O *Temperature Coefficient of Resistance* ou TCR mede a variação da resistência em função da temperatura ambiente. Ele é definido como a variação da resistência por unidade de variação de temperatura e é comumente expresso em partes por milhão por grau centígrado ou ppm/°C.

Os resistores comuns, similares aos discretos fabricados com filmes metálicos, são classificados por lotes de acordo com o seu TCR. Entretanto, as tecnologias modernas como, por exemplo, as que fazem uso de filmes finos, resultaram no que se denomina produtos de filme fino de "terceira geração", que possuem TCRs menores do que 10 ppm/°C absolutos.

O TCR é determinado experimentalmente através da medida da resistência em diversas temperaturas e calculando-se a taxa de variação numa determinada faixa, normalmente entre 25 °C e 125 °C. Se a resistência variar linearmente com a temperatura, então o TCR será constante no intervalo considerado.

Contudo, se a variação não for linear, como ocorre com ligas de níquel/cromo, então o TCR será expresso por uma curva, conforme ilustra a **figura 3**.

Pelo método especificado na norma MIL-STD-202 – Method 304, a TCR deve ser medida em intervalos entre 25 °C e 55 °C e também entre 25 °C e 125 °C. O maior valor registrado deve ser o indicado como TCR. Entendendo os efeitos da composição da liga e através de um controle cuidadoso no processamento, é possível modelar (a curva resistência x temperatura) de um produto de diversas maneiras, observe a **figura 4**.



Podemos ter curvas: negativa em toda a faixa, positiva em toda a faixa ou ainda negativa em um extremo e positiva no outro, da faixa de temperaturas.

“TRACKING”

Existem aplicações onde as precisões dos resistores empregados necessitam estar “pareadas”, ou seja, as variações de um (em função da temperatura), devem acompanhar as variações de outro numa rede usada no mesmo circuito.

As redes de filme fino possuem características excelentes de “tracking”. Todavia, há diversos aspectos nesse comportamento que precisam ser entendidos e diferenciados.

a) Tracking de TCR

O tracking de TCR é definido como a diferença entre o TCR de um par de resistores em um determinado intervalo de temperatura.

Para os resistores comuns discretos é difícil obter uma distribuição absoluta muito próxima dos TCRs, veja exemplo na **figura 5**.

Por outro lado, pelo processo integrado, dadas as condições semelhantes de deposição (uniformidade, etc.), pode-se conseguir uma distribuição mais próxima do tracking de TCR, conforme ilustra a **figura 6**.

As pequenas diferenças existentes ocorrem devido a variáveis de processo como, por exemplo, defeitos de substrato, deposição não uniforme, gradientes térmicos diferentes durante a produção, stress não uniforme, etc.

b) Tracking de Resistência na Comutação

Muitos circuitos operam de um modo onde a corrente através de um resistor é ligada e desligada, enquanto que no outro (do mesmo circuito) operam com uma corrente constante. Neste caso, mesmo que os resistores tenham o mesmo TCR e o substrato seja mantido em uma temperatura uniforme, as resistências podem se alterar devido ao auto-aquecimento.

Nessas situações, os resistores devem ter um TCR absoluto que seja o mais baixo quanto seja possível na

faixa de temperaturas de operação, e precisam ser montados o mais próximo um do outro de modo a minimizar as diferenças de temperaturas entre elas.

A **figura 7** mostra o que sucede com resistores nesses casos.

RELAÇÕES DE TENSÃO

Muitas vezes, os resistores são usados como divisores de tensão. Nesses casos, se alta precisão for necessária, é mais importante pensar em termos de relação de tensão do que em relação de resistências.

Há três aspectos importantes das relações de tensão que devem ser entendidos em comparação com as relações de resistências. São eles: relação de tensão propriamente dita, tolerância da relação de tensão e tracking da relação de tensão.

A tensão de um divisor, conforme exhibe a **figura 8**, é idealmente calculada pela fórmula:

$$V = V_e \times [R_1 / (R_1 + R_2)]$$

Quando os valores das resistências não são iguais, a relação entre as tensões irá diferir do valor calculado de uma quantidade, que dependerá da resistência do terminal comum.

Quando são usados resistores de baixo valor, a diferença pode ser significativa. Por exemplo, para um resistor de 10 kohms em série com um resistor de 1 kohms, tendo um terminal comum com 100 mohms de resistência, as diferenças entre as relações podem diferir de 75 ppm como demonstram os cálculos abaixo:

X = relação de tensão calculada da resistência aparente

$$X = \frac{1000.1}{1000.1 + 10.000.1} = 0,909165$$

Y = relação de tensão medida diretamente

$$Y = \frac{1000}{1000 + 10000} = 0,909090$$

Para um resistor de 1 koms em série com um resistor de 100 ohms, a resistência da tomada de 100 mohms faz com que seja produzida uma diferença na relação de tensão de mais de 800 ppm.

TOLERÂNCIA DA RELAÇÃO DE TENSÃO

A tolerância para uma determinada relação de tensões também difere da tolerância para a mesma relação de resistências. A maior diferença, nesse caso, é dada pelo primeiro termo da equação abaixo e que, inclusive, é afetada pela resistência do terminal comum.

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta R_1 / R_1}{1 + R_1 / R_2} + \frac{(X / R_1) (R_2 - R_1)}{(R_2 + R_1)}$$

R2 é a referência.

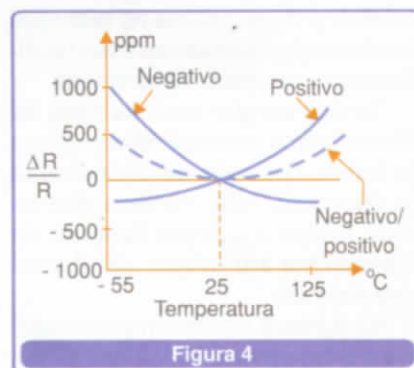


Figura 4

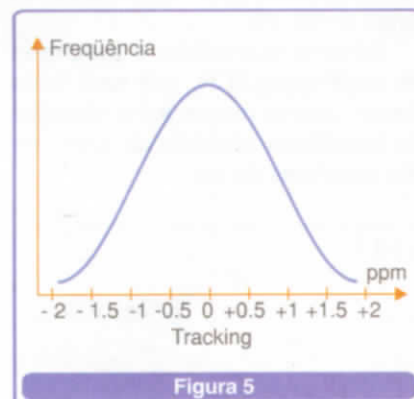


Figura 5

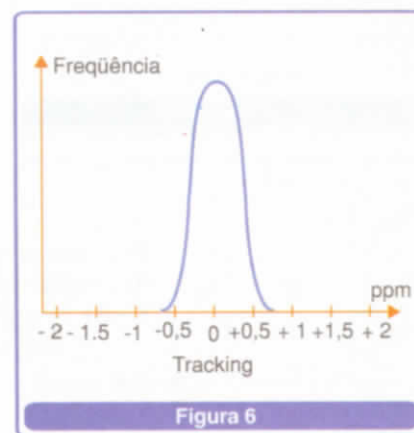


Figura 6

ESTABILIDADE

Os efeitos descritos anteriormente são reversíveis: as variações não são permanentes e desaparecem quando a temperatura volta ao ponto de partida. Entretanto, existem efeitos irreversíveis.

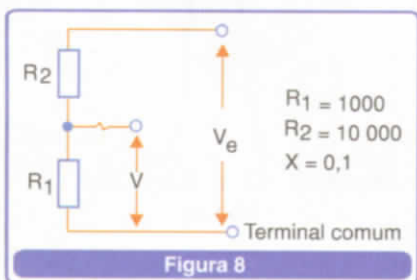
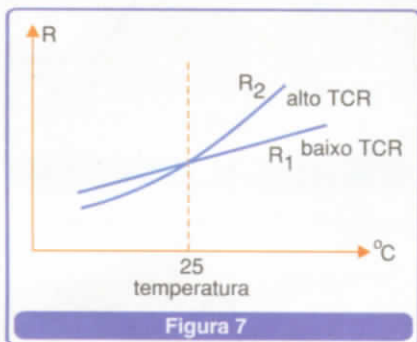
A maioria das redes de resistores é utilizada em divisores de tensão. Todavia, deve-se considerar que, ao longo da vida útil do componente, suas características se modificam incluindo a tolerância, que deve ser preservada ao máximo. Isso exige uma estabilidade do filme.

Os materiais empregados têm passado por progressos no processo de fabricação, obtendo-se assim componentes com maior estabilidade.

Verifica-se que para as ligas de Níquel/Cromo a estabilidade ao longo do tempo depende da temperatura do substrato. Isso significa que se pode prever o comportamento do componente em função de apenas uma variável.

Na **figura 9** temos um gráfico que nos mostra como a temperatura influi na estabilidade do componente ao longo do tempo.

Deve-se considerar o problema do *tracking* de TCR, que será tanto menor quanto menor for a variação da resistência absoluta de cada um dos resistores do par.



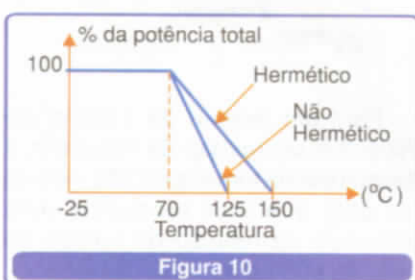
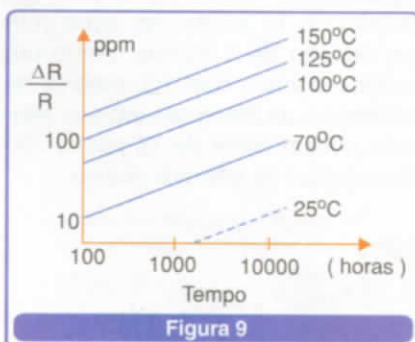
DISSIPACÃO

Os resistores de precisão de filme fino não são utilizados em aplicações de alta potência. Isso significa que os modos de se estabilizar as potências dissipadas nesses componentes não são críticos. No entanto, precisam ser estabelecidos limites, e isso é feito através da fixação da temperatura máxima de operação.

A temperatura em potência zero ou "zero power" (também denominada temperatura máxima de operação), é a temperatura máxima em que o componente pode operar por um determinado intervalo de tempo, sem mudança excessiva de características. O tempo especificado normalmente é de 1000 horas e a mudança de características usualmente é expressa em relação à tolerância inicial.

Os resistores de filme fino precisam manter uma tolerância de 0,1%, e a temperatura em potência zero pode ser 150 °C tipicamente. Nessa temperatura, um resistor deve ter uma mudança da ordem de 500 ppm absolutos ou 100 ppm relativos em relação aos outros da mesma rede.

Se a tolerância for de 0,01 %, uma temperatura mais apropriada para potência zero seria 125 °C. Veja na **figura 10** a curva de degradação da potência que um resistor pode dissipar em função da temperatura.



Observe que a potência dissipada vale apenas para temperaturas até 70 °C. Depois disso, temos a degradação, e então ela varia se os resistores forem do tipo hermético ou não hermético.

Quando se trabalha com resistores para a montagem em superfície, deve-se prestar especial atenção às dissipações individuais. Isso ocorre porque, dentro de uma mesma rede, os diversos resistores podem trabalhar com potências diferentes. O projeto deve levar em consideração essas diferenças.

COEFICIENTE DE TENSÃO E RÚIDO DE CORRENTE

Há duas características que podem trazer sérios problemas para projetos que envolvem resistores de precisão e que precisam ser consideradas quando os resistores são feitos de materiais compostos, mas que são ignoradas nos resistores de filme fino, por serem pouco significativas. O **coeficiente de tensão da resistência** é a mudança da resistência por variação da tensão, expressa em ppm/volt. Ela apresenta a característica não ôhmica dos resistores de filme fino, e seus níveis se manifestam de forma mais intensa apenas nos resistores de maior valor, na faixa de megohms. Valores típicos estão na faixa de 0,1 ppm/V. O **rúido de corrente** é caracterizado e tem um valor típico menor do que -35 dB.

EFEITOS TERMOELÉTRICOS

Tensões termoelétricas podem ser geradas nas terminações dos resistores em diferentes temperaturas. Com resistores discretos, essas tensões podem ser problemáticas quando gradientes de temperatura se manifestarem, dadas as dimensões elevadas dos componentes. Todavia, com redes de resistores de filme fino, os tamanhos reduzidos e a distribuição do calor de maneira mais uniforme, esses efeitos praticamente não existem.

As tensões geradas termoeletricamente nos resistores de filme fino são tipicamente menores do que 0,1 μV/°C.



**SABER
MARKETING**

AUTO - ATENDIMENTO

Nome de usuário:

Senha:

OK

[Cadastre-se!](#) | [Lembrar senha?](#) | [Mais informações](#)

LIVROS | REVISTAS | KITS | INSTRUMENTAÇÃO | PRODUTOS

www.sabermarketing.com.br



Nova loja virtual!

+ de 260 livros técnicos
Kits para montar - Revistas



Eletrônica - Elétrica - Automação Industrial - Pneumática - Mecânica
Telecomunicações - Informática - Programação - Design digital - Hidráulica



Jeff Eckert

USA EM NOTÍCIAS



TECNOLOGIAS AVANÇADAS

Nova Técnica de Refrigeração de Dispositivos Eletrônicos



Close-up de um protótipo do Jato Sintético (SynJet). Diafragmas vibrantes (direita) produzem trens de ar turbulento que fluem pelos tubos brancos e nos elementos de resfriamento dos dispositivos eletrônicos.

Foto por Gary Meek, cortesia da Georgia Tech.

Você provavelmente deve ter observado que os microprocessadores atuais e outros dispositivos vêm apresentando muitos problemas de gerenciamento de calor. A abordagem tradicional tem sido simplesmente empregar maiores dissipadores e ventiladores mais potentes. Entretanto, dissipadores ocupam muito espaço e os ventiladores possuem limitações mecânicas. Por exemplo, muito do ar forçado nos dissipadores passa sem realmente tocar nas suas aletas, absorvendo o calor.

Os ventiladores colocados sobre os dissipadores têm "áreas mortas" onde o motor bloqueia o fluxo de ar. Assim, como os projetistas aumentam o fluxo de ar para aumentar a refrigeração, os ventiladores usam mais energia, fazem mais barulho e ocupam mais espaço.

Pesquisadores do Georgia Institute of Technology (www.gatech.edu) concluíram que o sistema convencional de refrigeração por ventilador é incompatível com as tecnologias futuras, e com isso trabalharam em soluções alternativas.

Um conceito que parece ter um grande potencial é o patenteado como "synthetic jet" (*SynJet*) ou jato sintético. O princípio de operação é simples. Talvez você já o tenha experimentado ao deixar seu *woofer* do sistema de som apagar um fósforo aceso. De forma semelhante, o *SynJet* usa um *driver* eletromagnético ou piezoelétrico, vibrando numa frequência de 100 a 200 Hz para sugar e então expelir ar de uma cavidade. Esse processo cria jatos pulsantes que são dirigidos justamente para os locais que devem ser refrigerados.

De acordo com os inventores, o dispositivo é melhor que um ventilador e não existem partes que produzam atritos, além de usar menos energia e gerar menos ruído. Eles informam que ele ainda movimenta 70% menos ar do que os ventiladores de mesmo tamanho.

"O fluxo de ar que eles produzem contém pequenos vórtices que tornam o fluxo turbulento, provocando uma mistura melhor do ar ambiente junto às camadas térmicas que devem ser removidas". Com isso, é possível obter uma transferência muito maior do ar do que a conseguida com os sistemas convencionais.

Além disso, "a possibilidade de escalar módulos de jato para aplicações específicas e integrá-los nos equipamentos eletrônicos" pode pro-

porcionar soluções para uma ampla gama de produtos que vão desde os computadores, telefones celulares, até os equipamentos portáteis que são muito pequenos para terem um sistema ativo de refrigeração.

Memórias de Plástico podem oferecer Grande Densidade de Armazenamento

Engenheiros da Universidade de Princeton (www.princeton.edu) e da Hewlett-Packard (www.hp.com) descobriram uma combinação de materiais que podem levar a memórias eletrônicas baratas e supercompactas para o armazenamento de informação digital como, por exemplo, imagens e outros dados.

A invenção pode resultar em um cartão comum de memória que armazena dados de modo permanente e que seja acessado de modo mais simples e rápido do que os CDs. O dispositivo pode ser muito pequeno, não tem partes móveis como o *laser* e o motor exigidos pelos CDs.

O conceito é baseado no polietileno-dioxetiofeno (PEDOT), um polímero que é claro e eletricamente condutivo. Ele tem sido usado durante anos como embalagem anti-estática para filmes fotográficos, e mais recentemente, como contato elétrico em *displays* de vídeo que precisam de luz passando através deles.

O PEDOT conduz a eletricidade com baixas tensões, mas perde permanentemente sua condutividade quando submetido a altas tensões (e maiores correntes), funcionando como uma espécie de fusível.

A equipe de pesquisadores pensa em usar o PEDOT como um meio de armazenar informação digital. Como sabemos, a informação é armazenada na forma de zeros e uns. Uma memória PEDOT teria uma matriz de circuitos na qual as células conteriam um fusível PEDOT. Uma tensão seria aplicada de tal modo a queimar os fusíveis desejados na matriz, deixando assim uma mistura de zeros e uns que corresponderiam à informação.

Este tipo de circuito poderia ser feito tão pequeno que poderia armazenar 1 Mbits em um milímetro quadrado do material. Se usado em blocos, o dispositivo conseguiria armazenar mais de 1 GB de informação ou 1000 imagens de alta resolução num volume de apenas 1 centímetro cúbico. Acredita-se que esta nova maneira de armazenar informações esteja disponível comercialmente em 5 anos.

CIRCUITOS E COMPONENTES

Chave de Temperatura de Baixo Custo

A Maxim Integrated Products (www.maxim-ic.com) apresentou o MAX6516-MAX6519, uma linha de chaves de temperatura de baixo custo que fornecem um sinal quando um nível de temperatura pré-fixado é atingido.

Os dispositivos têm uma precisão de +/- 0,5 °C e consomem apenas 20 µA. As faixas de temperaturas de disparo disponíveis vão de +35 °C a +115 °C em passos de 10 °C. A histerese é selecionável de 2 °C ou 10 °C. Não são necessários componentes externos.

Os MAX6516/MAX6518 constituem uma saída *push-pull* ativa no nível alto, enquanto que os MAX6517/6519 proporcionam uma saída ativa no nível baixo. Cada dispositivo possui ainda uma saída analógica com uma precisão de +/- 3 °C (máx) na faixa inteira de temperaturas. Os dispositivos operam com alimentações de 2,7 V a 5,5 V e são fornecidos em invólucros SOT23 de 5 pinos.

COMPUTADORES E REDES

A Pesquisa sobre Inteligência Artificial continua



Foto Cortesia da Artificial Development, Inc.

Não temos ouvido muito sobre inteligência artificial (AI) ultimamente, mas parece que alguma pesquisa séria continua a ser desenvolvida em um esforço de encontrar o "santo graal" da ciência da computação.

A Artificial Development, Inc (www.ad.com) anunciou recentemente que completou a montagem do primeiro protótipo do seu CCortex, um emulador com 20 bilhões de neurônios do córtex humano, que será usado para a construção da próxima geração de sistemas de inteligência artificial.

O *cluster* é um supercomputador paralelo de alta performance composto por 500 nodos e 1000 processadores, 1,5 terabytes de RAM e 80 terabytes de armazenamento. O software/hardware roda em Linux, usando processadores Intel e AMD. Quando todas as seções estiverem montadas, o CCortex deverá alcançar uma performance de pico típica de 4800 Gflops, tornando-o um dos 20 computadores *top* mais rápidos do mundo. O *cluster* será usado para testar versões beta do CCortex.

CCortex é uma poderosa rede de emulação de neurônios que irá imitar o funcionamento do córtex humano, a camada cinza externa dos hemisférios cerebrais, responsável pelas funções superiores do cérebro. A emulação cobre até 20 bilhões de neurônios em camadas e 2 trilhões de conexões de 8 bits.

A maioria das redes neurais até agora tem sido baseada na rede

Hebbian, uma versão simplificada das redes neurais reais que operam apenas baseadas nas propriedades de conectividade entre os neurônios. O CCortex adiciona às conexões Hebbian clássicas uma representação sensível ao tempo, análoga a representação de picos agudos (os padrões pulsantes que habilitam as populações de neurônios a se comunicarem umas com as outras). Isso permite ao CCortex sintonizar vastas populações de neurônios e informações que eles manuseiam em padrões agudos complexos, acrescentando um nível mais alto de complexidade a uma simulação altamente realística.

O software CCortex de emulação aplica um engenho denominado *Spiking Neuron Software Engine* para uma base de dados que tem a representação da distribuição das redes neurais e interconexões detalhadas do cérebro. Os dados emulam regiões especializadas do cérebro humano, *corpus callosum*, dobra anterior, amígdala e hipocampo.

A emulação deve atualizar o estado de cada neurônio e suas conexões várias vezes por segundo, mantendo uma miríade de padrões de picos, e ao mesmo tempo fornecendo *feedback* e interação limitada com outras versões de outros sistemas nervosos e sensoriais.

INDÚSTRIA E PROFISSÃO

HP continua crescendo no Mercado de Estações de Trabalho

A Hewlett-Packard (www.hp.com) dominou 27% do mercado mundial de estações de trabalho no terceiro trimestre de 2003, de acordo com notícia dada pelo grupo de pesquisa IDC. No segmento de estações de trabalho pessoais dos Estados Unidos, houve um crescimento do dobro do resultado anterior de 17,5%.

Na Europa Ocidental, a HP continua a ser o provedor número 1 de estações de trabalho com um crescimento seqüencial de 24%. A HP reconheceu que muito desse aumento, se deve ao uso do Pentium 4 e Xeon da Intel.

ELETRÔNICA



DSPs da Texas rompem Barreira dos 1 GHz

Os novos DSPs da Texas Instruments (TMS320C6414, TMS320C6415 e TMS320C6416) alcançam a performance de 1 GHz tornando-se capazes de operar em aplicações ultra-rápidas como conjuntos de antenas, visão artificial, etc.

Os novos dispositivos são implementados em tecnologia de 90 nm e possuem inovações como arquivos de registros de 32 bits, além de recursos de aumento de banda passante e capacidade de canal, exigências para aplicações em tempo real.

Os novos DSPs são apresentados em invólucros BGA de 23 mm com 532 pinos. Um único desses DSPs pode processar oito canais de vídeo MPEG-2 com uma resolução de 720 pixels x 480 pixels ou ainda 55 canais GSMs.

Mais informações no *site* da Texas Instruments em: <http://www.ti.com/1ghzsampling>



LEDs Plásticos IR com Alto Desempenho

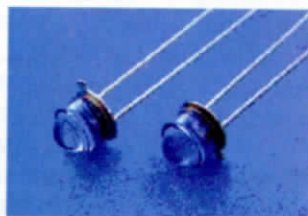
Os novos LEDs infravermelhos CLE331P e CLE335P, de 850 nm, têm um ângulo estreito de emissão, maior

potência e colimação do que os equivalentes em invólucros metálicos.

Os LEDs de AlGaAs têm uma junção de ponta emissora de 50 μm , e uma potência de saída típica de 3,0 mW. Os tempos de subida e descida são de 5 ns com 100 mA para o CLE331P. Para o CLE335P a potência é de 25 mW e o tempo de subida e descida (com 100 mA) é 30 ns.

Os dois dispositivos podem operar com sinais pulsantes de 10 μs com intensidades de até 3 A, 100 pps.

Mais informações podem ser obtidas no *site* da Clairex Technologies em: www.clairex.com.



International Rectifier apresenta Relé Microeletrônico para Uso em Controle Industrial, Telecomunicações e Computação

A International Rectifier (www.irf.com) apresentou o PVT212, um novo relé microeletrônico que tem uma resistência *on* 75% mais baixa e 37,5% a mais de capacidade de corrente que os equivalentes existentes no mercado.

As aplicações básicas indicadas para este componente são o controle industrial, comutação de linhas em telecomunicações e controle de energia e comutação em periféricos de computadores e instrumentação.

O PVT212 é um relé fotoelétrico com um único pólo, normalmente aberto (NA), totalmente de estado sólido, podendo substituir relés ele-

tromecânicos e *reeds* em diversas aplicações. Ele emprega HEXFET, que é uma tecnologia de *Power-MOSFETs* da International Rectifier (IRF).

Ele pode controlar 550 mA em circuitos AC-DC e até 825 mA no modo DC apenas, com tensões até 150 V. A resistência no estado *on* é extremamente baixa, de 0,75 ohms no modo AC-DC e de 0,25 ohms no modo DC.

O isolamento entre entrada e saída é de 4000 V rms, e ele possui uma tolerância a ESD de 400 V, usando o modelo de corpo humano.

O PVT212 é fornecido em invólucro DIP de 6 pinos, tanto para montagem convencional quanto para SMT. Mais informações podem ser obtidas no *site* da empresa fabricante.



Nova Geração de Analisadores de Redes de Baixo Custo

Analisadores de redes usados no teste de comunicações sem fio até CATV, Aeroespacia e Defesa, possuem parâmetros bem rígidos. No entanto, muitos usuários precisam de instrumentos que, além da performance, também sejam de baixo custo.

Em resposta a essas necessidades, a Agilent Technologies apresentou os ENA-L e PNA-L: analisadores vetoriais de rede que têm performances ideais para aplicações sensíveis ao preço.

A Agilent estima que mais de 40% dos usuários estejam mais interes-

sados em analisadores de rede de baixo custo, que tenham capacidades básicas e boa performance.

Os novos produtos da Agilent proporcionam uma performance melhorada, interface Windows e outros recursos para reduzir o tempo de teste.



Novos Transceptores RS-485/RS-422 Profibus, da Maxim

Os novos componentes da Maxim, (MAX3465, MAX3466, MAX3467, MAX3468 e MAX3469) são transceptores de 40 Mbps Profibus com alimentação de 5 V.

Os MAX3465-69 são transceptores de barramento diferencial para comunicações RS485 e RS422. Foram projetados de modo a atenderem os padrões TIA/EIA-422=B, TIA/EIA-485-A, V.11 e X.27.

Os CIs da Maxim fornecem uma tensão mínima de +2,4 V em carga de 54 ohms, e uma taxa de dados de 40 Mbps.

Os dispositivos possuem um receptor de carga padrão $\frac{1}{4}$ que permite a conexão de até 128 transceptores num barramento.

Mais informações na Maxim em: www.maxim-ic.com.

STMicroelectronics lança Versões CMOS compatíveis com Família de Chaves de Barramento de 20 bits

A STMicroelectronics apresentou um conjunto de 4 novos CIs CMOS de alta velocidade, contendo chaves de barramento de 20 bits compatíveis com os TTLs existentes.

Esses novos CIs são indicados para aplicações como inserção "hot" de cartões PCI, translação de tensão, *notebooks*, *interleaving* de memória e chaveamento de uso geral.

Os dispositivos possuem saídas compatíveis TTL e operam com

tensões de 4 a 5,5 V. Possuem ainda proteção "power-down" nas entradas e saídas, além de proteção ESD para 2 kV.

Os novos dispositivos receberam as designações:

B5S16861 - barramento de duas portas de 20 bits

B5S162861 - o mesmo que o anterior, mas com resistor de 25 ohms em série com cada saída

B5S16862 - possui 4 linhas de habilitação podendo ser configurado como quatro barramentos de 5 bits ou um de 20 bits.

Os dispositivos estão disponíveis em invólucros TSSOP48.

Informações em : www.st.com.



Vishay lança Barra de Resistores de 0,25 W para Montagem em Superfície

Os novos resistores WSE0805 são os primeiros da indústria que combinam uma dissipação de 0,25 watts na faixa de 10 ohms a 10 000 ohms em um invólucro que mede apenas 2,3 mm x 1,27 mm, com uma altura máxima de 0,64 mm.

Como resultado, este componente para montagem em superfície, pode ser usado em lugar de equivalentes de maior potência, ocupando muito menos espaço.

Aplicações típicas para esses resistores incluem circuitos amplificadores de tensão, divisores de tensão de precisão e circuitos de altas frequências para telecomunicações, automotivo, instrumentação industrial, eletrônica de consumo e sistemas de computadores.

Os resistores da Vishay Dale têm uma TCR de 15 ppm/ $^{\circ}$ C e uma faixa de resistências de 10 ohms a 10 000 ohms. A tolerância é de 0,1% e o

ruído menor que 40 dB. A indutância é menor que 0,08 μ H.

Mais informações: www.vishay.com.

STMicroelectronics lança Solução System-on-Chip para o Mercado de Gravadores de DVD

O STm8000 é um *codec* para DVD e HDD (disco rígido) *full-duplex* de áudio e vídeo num único *chip*, lançado pela STMicroelectronics.

Esse componente oferece aos fabricantes de gravadores de DVDs, DVRs (*Digital Video Recorders*) e produtos convergentes, uma solução com um *set* de funções sem rival, como: gravação de TV analógica, suporte para difusão livre através do ar, *time shifting*, transferência de filme para o disco, leitura de cartão de memória, decodificação DivX, decodificação WMA, e DVD áudio.

Informações em: www.st.com.



Amplificador Operacional de 45 MHz, da Micrel

O MIC921 é um amplificador operacional de alta velocidade com um produto ganho x faixa passante (de 45 MHz).

O dispositivo consome apenas 300 μ A e pode ser encontrado tanto em invólucro SCR-70 (*Itty-Bitty*) quanto em SOT-23.

A alimentação pode ser feita com tensões de 2,5-0-2,5 V a 9-0-9 V, o que torna o componente ideal para aplicações de baixas tensões que exijam faixas dinâmicas amplas.

Informações em www.micrel.com.

MELHORES MEDIDAS RMS COM UM DMM

Quando se usa um Multímetro Digital (*DMM – Digital Multimeter*), é importante saber como as medidas são realizadas, se os valores lidos são de pico, médios, rms ou outros. Se você tem dúvidas sobre o que o instrumento está indicando, problemas poderão ocorrer quando precisar de medidas rms. A “Agilent Technologies” tem um excelente documento que analisa esta questão e que nos serviu de base para preparar este artigo. A abordagem é feita justamente no sentido de ajudar o profissional, principalmente o da indústria, que precisa ter medidas certas de tensões rms, de modo a poder avaliar se a qualidade da energia que chega a um equipamento está de acordo com o esperado e não é a responsável por eventuais problemas que possam estar ocorrendo.

Temos ressaltado em diversos artigos que a medida de tensões com formas de onda senoidais não é tão simples como parece. A medida de valores rms, além de crítica, poderá levar a falsas avaliações se não for feita corretamente.

É importante lembrar que a medida de valores rms é a única medida que não depende da forma de onda do sinal. Assim, rms é definida como a medida do aquecimento de equivalente, com um relacionamento com a potência dissipada numa carga resistiva com o valor contínuo equivalente.

Por exemplo, uma tensão senoidal de 1 V de pico, entrega a mesma potência numa carga resistiva que uma tensão contínua de 0,707 V, conforme mostra a **figura 1**. Isso significa que uma leitura confiável de um valor rms nos dá uma idéia muito melhor do efeito que essa tensão terá no circuito.

Na **figura 2** indicamos os 4 parâmetros principais de tensão para uma forma de onda senoidal.

Observe que, para uma forma de onda senoidal, o semiciclo negativo cancela o semiciclo positivo, o que significa que um valor médio não teria

significado. Assim, a indicação média (*avg – average*) é baseada no valor absoluto da forma de onda, para a maioria dos instrumentos. A **figura 3** ilustra como isso é feito para o valor médio.

O valor rms é obtido elevando-se ao quadrado o valor de cada ponto na forma de onda, encontrando depois a média (*mean*) dos valores através da extração da raiz quadrada (*square root*).

Para as formas de onda senoidais, o valor obtido corresponde a 0,707

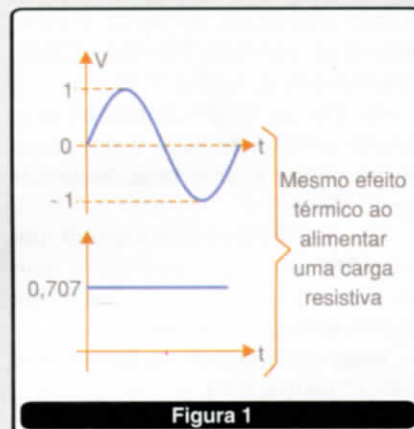


Figura 1

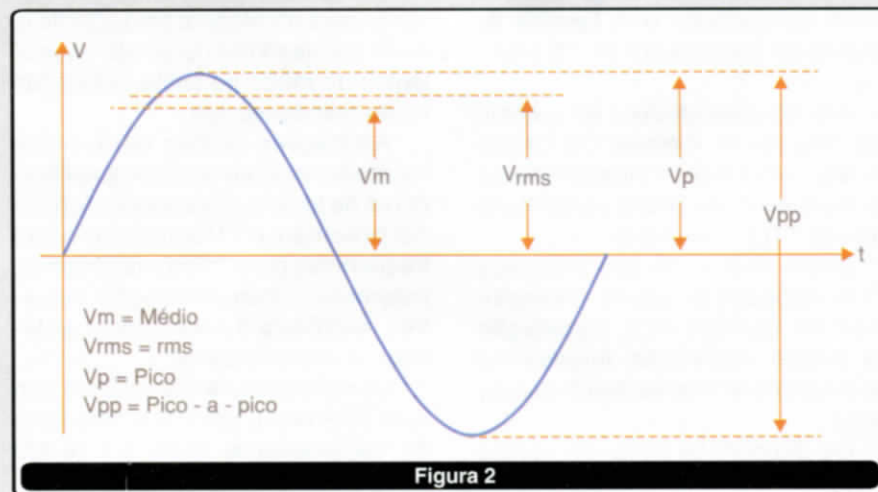


Figura 2

do valor de pico ou 1,11 do valor médio. Para essas formas de onda os procedimentos de cálculo descritos funcionam perfeitamente. No entanto, se a forma de onda for outra podemos ter problemas.

Usando um multímetro que não tenha sido projetado para operar com outras formas de onda, erros significantes (de até mais de 40%) podem ocorrer.

Podemos tomar como exemplo a relação entre V_p e V_m (tensão de pico e tensão eficaz), conhecida como "fator de crista". A medida precisa dessa relação é muito importante, pois nos diz quanto mais altos são os picos de tensão que o valor médio (**figura 4**).

Em outras palavras, o fator de crista nos permite detectar transientes em um sinal senoidal. Quanto maior for esse fator, mais difícil será fazer uma medida precisa.

Duas dificuldades podem ser associadas à medida do fator de crista: a primeira está relacionada com a faixa de tensões de entrada. Se o fator de crista for muito alto, ao mesmo tempo que os picos sobrecarregam o circuito, a medida rms cai numa faixa muito baixa em que se tem problemas de resolução, observe a **figura 5**.

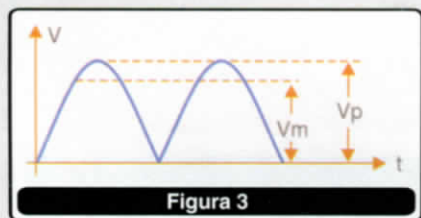


Figura 3

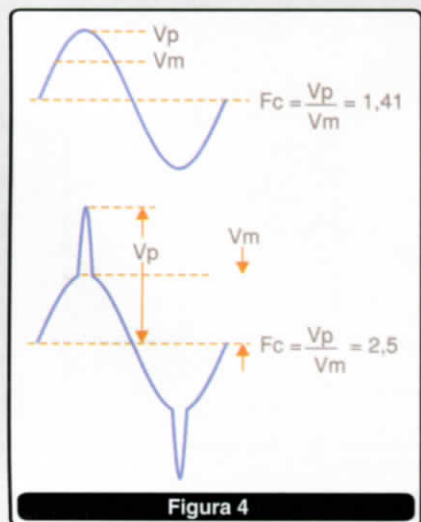


Figura 4

A segunda está relacionada com a quantidade de energia que a componente de alta frequência do sinal carrega.

Normalmente, um fator de crista elevado indica a presença de mais harmônicas que podem causar problemas para os instrumentos, pois tempos diferentes passam a estar envolvidos no processo de medida.

COMO FAZER MELHORES MEDIÇÕES

Como proceder para usar melhor um multímetro digital na medida de tensões rms? O primeiro passo, certamente, será entender como um multímetro digital mede tensões rms.

Entenda como o DMM faz Medi-das RMS

As tecnologias utilizadas pelos multímetros digitais para a medida de tensões rms são diferentes. Assim, um primeiro passo para poder usar melhor esses instrumentos é entender qual a tecnologia empregada no caso específico do seu instrumento.

Há várias tecnologias que serão explicadas a seguir. As três primeiras convertem AC em DC, enquanto que a última digitaliza o sinal analógico de entrada e depois calcula o valor rms.

CONVERSORES AC/DC TÉRMICOS

Esta antiga tecnologia utiliza a abordagem térmica que define o valor rms. O sinal de entrada aquece um par termoelétrico, e um circuito do multímetro lê a tensão gerada.

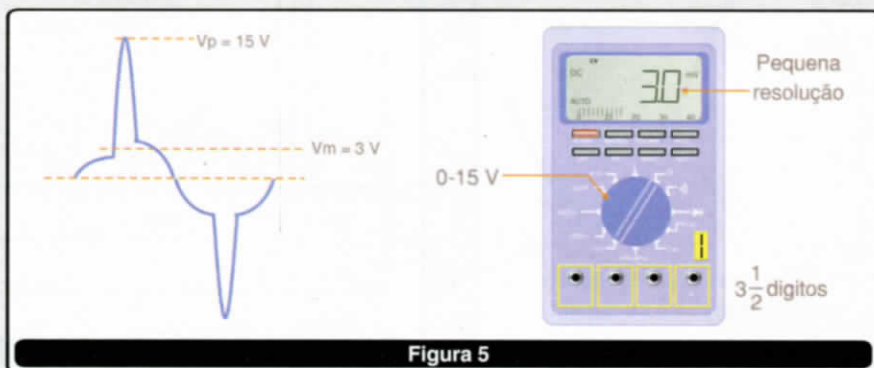


Figura 5

A principal vantagem desta tecnologia está na capacidade de manusear fatores de crista muito altos, o que leva a uma possibilidade de manusear uma faixa muito grande de sinais do mundo real. A desvantagem está no custo e na velocidade de resposta. Esta tecnologia, por essas desvantagens não é empregada nas últimas gerações de DMMs.

Para a medida de sinais que tenham uma faixa muito ampla de frequências e fatores de crista altos, será interessante procurar um DMM mais antigo que utilize esta tecnologia.

CONVERSORES DE PICO E MÉDIA AC PARA DC

Instrumentos de baixo custo, principalmente do tipo portátil, normalmente obtêm o valor rms a partir do valor de pico ou médio. No entanto, eles devem ser alimentados por sinais senoidais puros, sem distorções.

Se for necessário realizar medidas *true rms*, esses instrumentos não são a melhor escolha.

CONVERSORES AC-DC ANALÓGICOS

Muitos instrumentos intermediários e avançados usam uma cadeia de circuitos analógicos para computar o valor quadrático, a média e depois a raiz quadrada de modo a se obter uma indicação *true rms* praticamente para qualquer tipo de sinal.

Empregando circuitos com elevado grau de integração, esses DMMs são pequenos, precisos e de custo acessível.

AMOSTRAGEM DIGITAL

Trata-se de um método semelhante ao encontrado em osciloscópios digitais. Cria-se um conjunto de dados correlacionados a pontos da senoide.

Os valores das amostragens são processados por um algoritmo rms.

A **figura 6** exibe um processo de amostragem contínua. Cada passo de amostragem tem um pequeno intervalo, obtendo-se assim um sinal que pode ser digitalizado com grande precisão.

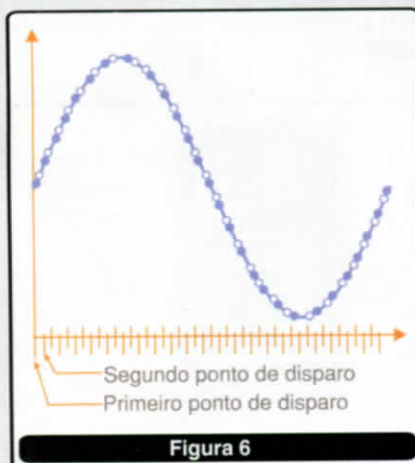
Essa técnica possui diversas vantagens. Por exemplo, sinais *true rms* podem ser medidos em uma ampla faixa de formas de onda e frequências. Além disso, é possível trabalhar com taxas de amostragens rápidas mesmo com conversores de menor velocidade.

Uma desvantagem está na necessidade dos sinais medidos serem repetitivos.

COMO O SINAL AFETA A MEDIDA

Ao analisarmos um sinal senoidal, vemos que o fator de crista é de 1,414 e um instrumento que responda aos picos pode ser preciso na sua medida.

Um sinal que tenha um pico de 500 mV terá um valor rms entre 350 e 357 mV (considera-se a precisão de acordo com a faixa utilizada). O valor correto seria 353,53 mV. Um multímetro de baixo custo irá fornecer uma leitura um pouco abaixo desse valor real.



Contudo, se tivermos um sinal triangular, como o apresentado na **figura 7**, a componente de alta frequência é maior e o fator de crista também é maior com um valor de 1,732.

Dividindo o valor de pico pelo fator de crista, temos um valor rms esperado de 290 mV. Um multímetro que vá trabalhar com este sinal, tendo de ler 276 mV, encontrará problemas.

O erro será de 4%, quando comparado com um multímetro *true rms* que terá uma leitura de 288,68 mV.

Um problema maior ocorrerá com um trem de pulsos, onde o fator de crista depende do ciclo ativo. A fórmula dada a seguir fornece uma aproximação do fator de crista para este tipo de sinal:

$$FC = \sqrt{T/t}$$

Onde:

FC = fator de crista

T = período total do sinal

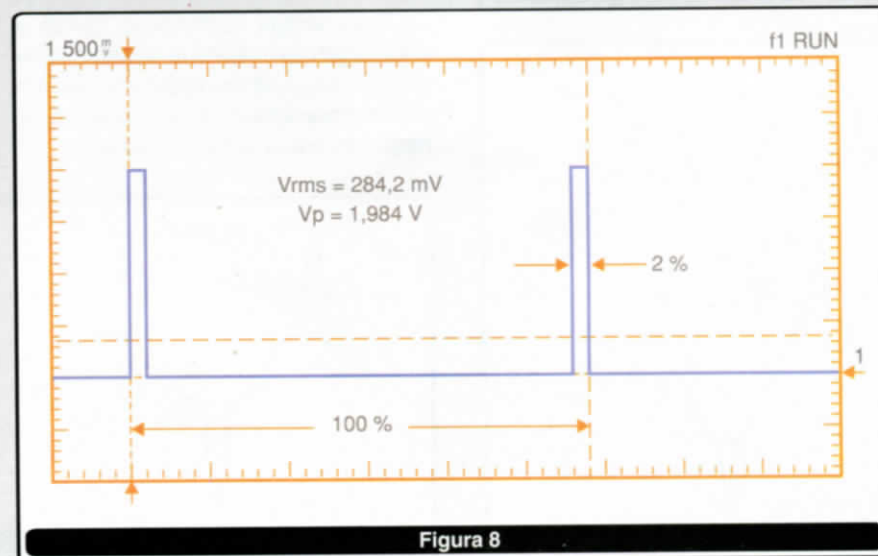
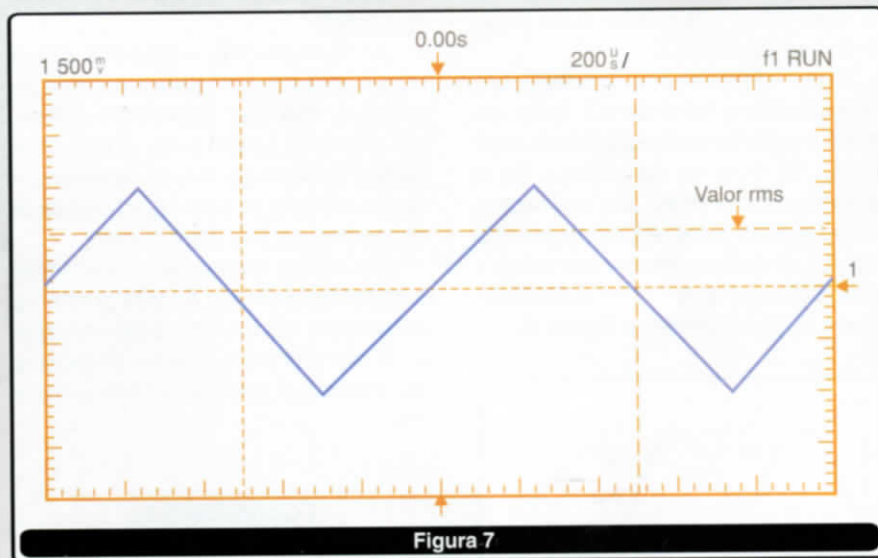
t = período do sinal no nível alto.

Isso significa que o trem de pulsos representado na **figura 8**, que tem um ciclo ativo de apenas 2%, tem um fator de crista que corresponde à raiz quadrada de 50 ou 7,071.

A computação do valor rms para um trem de pulsos é, entretanto, mais complicada, sendo dada pela fórmula:

$$V_{rms} = \frac{V_p}{fc} \sqrt{\left(1 + \frac{1}{fc}\right)^2}$$

Usando esta fórmula, encontramos o valor teórico para o valor rms de um trem de pulsos com 2 V de amplitude e ciclo ativo de 2%: 280 mV.



Um multímetro *true rms* lerá um valor de 275,9 mV, o que está bem próximo do real. No entanto, um multímetro que responda ao valor médio levará apenas 73 mV, o que corresponde a um erro de 74%.

Esse é um exemplo extremo, mas mostra claramente o que sucede quando fatores de crista muito altos entram em jogo numa medida usando um multímetro.

Um outro caso é o que corresponde a uma forma de onda semelhante à da **figura 9**.

O valor *true rms* tomado com um multímetro para esse exemplo é de 348,99 mV, o que está bem próximo do valor obtido com um osciloscópio que é de 345 mV. Todavia, um multímetro comum lerá um valor de 273 mV, o que significa um erro de mais de 20%.

Esse erro deve-se principalmente à faixa de resposta limitada do instrumento. O sinal contém energia de alta frequência, à qual o multímetro comum não responde.

AS ARMADILHAS

É muito importante que ao realizar uma medida rms num circuito, a leitura imediata logo o leve a imaginar que existe algo com o circuito. Antes disso, verifique se a medida que está sendo feita está realmente correta.

Diversas pequenas "armadilhas", indicadas pela Agilent, mostram que o que pode estar errado é o multímetro.

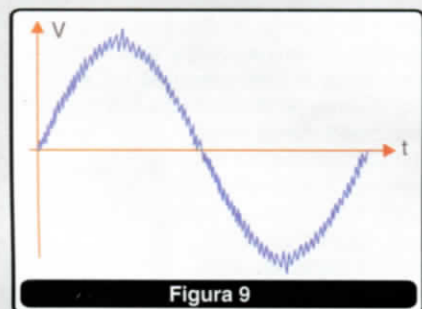


Figura 9

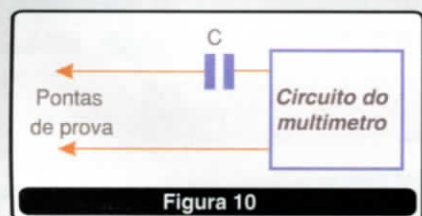


Figura 10

Medidas Abaixo do Fundo de Escala

Muitos multímetros especificam sua precisão para valores acima de 5% ou 10% da plena escala. Apenas os melhores chegam a 1%. Isso significa que as medidas que estejam muito próximas do limite inferior da escala são menos precisas. Procure sempre uma escala que proporcione uma leitura que seja a mais próxima quanto possível do seu final.

Acoplamento AC e DC

Esse erro pode ocorrer principalmente devido a pressa. Quando usando o multímetro acoplado em AC, um capacitor em série com a sua entrada é colocado no circuito, conforme mostra a **figura 10**.

Esse capacitor bloqueia a componente DC do circuito. Isso pode ou não ser desejável, dependendo do tipo de análise que está sendo feita.

Em muitos casos, é preciso medir a componente AC de um sinal DC e muitos multímetros podem não ter recursos para fazer isso diretamente.

Saturação com Sinais de Altos Fatores de Crista

Se voltarmos ao sinal retangular com 2% de ciclo ativo (o que significa que o pico tem um valor 7 vezes maior que o RMS), usando uma escala baixa para ler o valor rms, o pico poderá facilmente saturar o circuito.

O multímetro utilizado deve ser capaz de manusear esse excesso de tensão (que corresponde ao pico do sinal), sem ter problemas de sobrecarga.

Quando for trabalhar com sinais com altos fatores de crista, é importante verificar as especificações do multímetro para checar se ele pode manusear o excesso de sinal.

Erros de Largura de Faixa

Sinais ricos em harmônicas podem causar indicações erradas de valores menores nos multímetros. Isso pode ocorrer de forma mais acentuada se a harmônica mais significativa tiver uma frequência à

qual o multímetro não responde.

Ao analisar sinais ricos em harmônicas, verifique a faixa de frequências que o multímetro pode manusear.

Aquecimento

Sinais de altas tensões podem aquecer os componentes de condicionamento de sinal do multímetro, levando a desvios de comportamento que aparecem nos resultados das medidas.

Esteja atento para os limites e, se acontecer uma sobrecarga, espere o multímetro esfriar antes de uma nova medida.

Tempo de Acomodação

Os multímetros precisam de um certo tempo (que corresponde a alguns ciclos da mais baixa frequência do sinal que está sendo medido) para se acomodar e fornecer o resultado da leitura.

Se não tiver certeza da frequência do sinal que está sendo medido, escolha sempre um filtro que tenha o tempo mais rápido de reposta.

CONCLUSÃO

Apesar das medidas AC serem um tanto quanto complicadas (quando levamos em conta todos os fatores que podem influenciá-las), são absolutamente necessárias, principalmente quando se precisa analisar a qualidade da energia que alimenta equipamentos de uma indústria, de um laboratório ou de um hospital.

Pequenas alterações em valores (que não podem ser detectados por um multímetro comum) podem ser a causa de funcionamentos anormais desses equipamentos.

Sabendo interpretar os resultados, sabendo usar corretamente o multímetro certo, a detecção de pequenas anormalidades da energia se torna simples.

O que vimos neste artigo é uma pequena amostra de como se deve ter cuidado na escolha do multímetro correto para cada tipo de trabalho.

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA!
10%
de desconto

de R\$ ~~69,00~~ por **R\$ 62,10**

LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE E ELETRÔNICA

Autores: Francisco Gabriel Capuano e Maria Aparecida Mendes Mariano - 312 pág.



Este livro aborda as principais teorias, experiências e projetos necessários para o aprendizado de Eletricidade e Eletrônica Básica. Apresenta uma seqüência evolutiva de experiências, utilizando equipamentos e componentes facilmente encontrados, possibilitando, assim, a aprendizagem com o desenvolvimento prático dos assuntos abordados. Além disso, o livro mostra o uso de equipamentos indispensáveis às atividades práticas referentes à área, tais como: o multímetro, o osciloscópio e o gerador de funções. Possui exemplos resolvidos e exercícios propostos, essenciais para a complementação dos conhecimentos, proporcionando uma melhor assimilação conceitual.

Nas experiências pertinentes ao campo da Eletrônica, o livro possibilita o entendimento e desenvolvimento de circuitos de grande aplicabilidade prática, tais como: amplificadores de pequenos sinais e fontes estabilizadas de tensão e corrente.

R\$ 41,00

QUALIDADE NA ENERGIA ELÉTRICA

Autor: Ricardo Aldabó - 252 pág.

Seu computador já desligou indevidamente? Os processos automatizados de sua empresa já apresentaram problemas de operações erráticas? Ou as lâmpadas têm luminosidade variável? Todos esses exemplos podem ser causados por distúrbios elétricos. Este é o principal objetivo deste livro: apresentar os principais conceitos e soluções para os problemas causados por distúrbios na energia elétrica. Com linguagem acessível e buscando atingir tanto o estudante como o profissional qualificado, o texto passa por todas essas questões de maneira concisa, prática e atualizada.

Qualidade na Energia Elétrica

Ricardo Aldabó



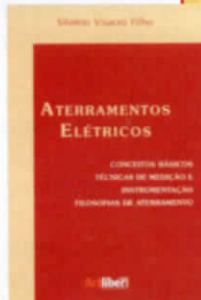
Saber

R\$ 31,00

ATERRAMENTOS ELÉTRICOS

Silvério Visacro Filho - Professor da Universidade Federal de Minas Gerais. - 160 Pág.

Faltava uma obra que apresentasse uma abordagem básica do tema, que permitisse a compreensão dos seus aspectos fundamentais. Ao adotar esta abordagem, este livro possibilita ao leitor o entendimento do comportamento dos aterramentos e a motivação para as práticas e procedimentos técnicos adotados. É um texto obrigatório para os iniciantes no tema, para os engenheiros e técnicos que atuam nos setores da engenharia elétrica, da engenharia eletrônica e das telecomunicações. Nele são apresentados os conceitos básicos que permitem ao profissional entender e avaliar as grandezas envolvidas, perceber a motivação e o significado das principais práticas de aterramento e, ainda, realizar medições dos parâmetros de interesse, com confiabilidade. A experiência tem mostrado que grande parte dos problemas práticos de aterramentos pode ter solução a partir da aplicação de tais conceitos, sendo injustificada a "mística" que usualmente envolve o tema. A obra inclui teoria básica de aterramentos elétricos, conceitos fundamentais, resistividade do solo, impedância de aterramento, resistência de aterramento, métodos de medição em aterramentos, instrumentação de medição, conceitos de segurança em aterramentos, filosofias práticas de aterramentos.



Saber

de R\$ ~~79,00~~ por **R\$ 71,10**

ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL

Autores: Francisco Gabriel Capuano e Ivan Valeije Idoeta - 552 Pág.

Esta Atualização do "Elementos de Eletrônica Digital" objetiva principalmente atender às recentes inovações tecnológicas dessa área. Continuando com uma abordagem didática, simples e objetiva, e com uma apresentação dos conceitos adequada à atual realidade de ensino, aborda: Sistemas de Numeração; Funções e Portas Lógicas; Álgebra de Boole e Simplificação de Circuitos Lógicos; Circuitos Combinacionais; Flip-Flops, Registradores e Contadores; Conversores; Famílias de Circuitos Lógicos. Possui exercícios resolvidos, propostos, reformulados, além de suas respostas.



ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL

88888888888888

Saber

de R\$ ~~69,00~~ por **R\$ 62,10**

CIRCUITOS DIGITAIS

Autores: Antônio Carlos de Lourenço, Eduardo Cesar Alves Cruz, Sabrina Roderer Ferreira e Salomão Choueri Júnior - 344 Pág.

Em uma abordagem prática e didática, o livro propõe iniciar os estudantes em Eletrônica, Informática Industrial, Eletroeletrônica e Eletrotécnica na área da Eletrônica Digital. Começando com os sistemas numéricos e a lógica, o estudante entra no mundo dos circuitos combinacionais e seqüenciais, desenvolvendo projetos de circuitos dedicados e de aplicações práticas aumentando, gradativamente, seu potencial de análise lógica e criatividade, dando os subsídios necessários para o estudo dos microprocessadores e computadores.



CIRCUITOS DIGITAIS



REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

PEDIDOS

SABER-MARKETING-DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5330

Preços válidos até 10/04/2004

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA!
10%
de desconto

LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051

Autor: Denys Emílio Campion Nicolosi - 224 pág.

A proposta deste livro é focar o lado prático da aplicação do microcontrolador com detalhes, enfatizando o auto-aprendizado e autonomia. Para isto desenvolveu-se um material que apresenta: 22 programas prontos de laboratório de treino de instruções para autotreinamento por meio de um "PC"; 10 experiências de laboratório de hardware e software, também estruturadas para autotreinamento, sempre com um programa base que vem pronto para o estudante "rodar" juntamente com seu esquema eletrônico, tais como: Excitação de LEDs, Gerenciamento de Display de 7 Segmentos, Gerenciamento de Teclado simples, Alarme com Buzzer, Motor de Passo, saída PWM, etc. Possui também listas completas das instruções, exercícios propostos, diagramas de programação, extensa bibliografia e sites consultados da área.



de R\$ 46,00 por **RS 41,40**

MICROCONTROLADOR 8051 - DETALHADO

Autor: Denys Emílio Campion Nicolosi - 256 pág.

A proposta deste livro é ensinar sobre os microcontroladores da família 8051, com extenso material didático - teórico para o estudante melhorar sua competência até projetar hardware e software com boa desenvoltura. Ele contém: revisão geral detalhada de lógica e aritmética binária; circuitos lógicos e memórias; teoria específica e detalhada do microcontrolador; listas completas das instruções; exercícios propostos; diagramas de programação; extensa bibliografia e índice remissivo.



de R\$ 56,00 por **RS 50,40**

DESBRAVANDO O PIC

Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A

Autor: David José de Souza - 272 pág.

Ele aborda desde os conceitos teóricos do componente, passando pela ferramenta de trabalho (MPLab) e aprofundando-se na linguagem de programação Assembler (MPASM). O MPLab 6.22 também é estudado, com um capítulo dedicado à simulação e debugagem. Quanto ao PIC, todos os seus recursos são tratados, incluindo programação, interrupções, os timers (TMR0, TMR1, TMR2 e WDT), a EEPROM interna, comparadores, o modo de tensão de referência, o modo CCP (PWM), comunicação via USART e muito mais, acompanhados de exemplos completos e projetos propostos.



de R\$ 59,00 por **RS 53,10**

REMETEMOS PELO CORREIO
PARA TODO O BRASIL



PEDIDOS

SABER.MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5330

Preços válidos até 10/04/2004

de R\$ 20,00 por **RS 18,00**

MICROCONTROLADORES AVR

Autor: Leonardo Marcílio Schunk e Aldo Luppi- 184 pág.

Este livro aborda o funcionamento da linha AVR de microcontroladores RISC da Atmel. Possui estudos detalhados sobre a arquitetura AVR, destacando o modelo AT90S1200 e seus respectivos periféricos. Possui um capítulo exclusivo dedicado à programação em linguagem assembly desse dispositivo, visando técnicas de otimização e clareza na escrita do código. São apresentadas aplicações práticas que utilizam todos os periféricos do modelo estudado e avançam gradativamente em nível de dificuldade.



SUPER PROMOÇÃO

de R\$ 76,00 por **RS 68,40**

MICROCONTROLADORES PIC - TÉCNICAS AVANÇADAS

Autor: Fábio Pereira- 360 pág.

Este livro é dedicado aos autodidatas e profissionais da área eletrônica que desejam expandir seus conhecimentos na área de programação e projeto com microcontroladores PIC (baseado nas versões 16F627 e 16F628). Abrange desde os conceitos básicos e conjunto de instruções até os periféricos internos e finalmente um avançado estudo de técnicas de programação e hardware. É material indispensável na biblioteca de todos que pretendem aprofundar seus conhecimentos sobre os microcontroladores PIC.



de R\$ 76,00 por **RS 68,40**

MICROCONTROLADORES PIC PROGRAMAÇÃO EM C

Autores: Fábio Pereira - 360 pág.

A proposta deste livro é abordar a linguagem C em profundidade, mas sempre tendo como foco os microcontroladores PIC e os compiladores CCS. Num total de 12 capítulos, são apresentados os princípios básicos de programação, a linguagem C, diferenças entre C ANSI e C CCS, diretivas e funções do compilador, técnicas de programação C para PICs, técnicas de otimização, tratamento de interrupções, manipulação de E/S, manipulação de timers internos, teclados, displays (incluindo módulos LCD), comunicação serial, conversão A/D (interna e delta-sigma), PWM, etc. Os exemplos são baseados nos principais PICs disponíveis atualmente: 12F675, 16F62x, 16F87x e 18Fxx2. Possui diversos exercícios de fixação e exemplos, tais como: terminal RS-232 com LCD, conversores A/D com comunicação serial, comunicação com memórias I2C, controle de brilho de led com PWM, medição de temperatura com DS18S20, teclado de 12 teclas com auto-repetição, animação em LCD com caracteres definidos pelo usuário, etc.



de R\$ 56,00 por **RS 50,40**

APLICAÇÕES PRÁTICAS DO MICROCONTROLADOR 8051

Autor: Vidal Pereira da Silva Jr. - 300 Pág.

O 8051, microcomputador de um só chip, é estudado de forma completa, desde uma introdução acessível aos iniciantes de área até exemplos completos de hardware e software com teclados, LCD, saída para impressora, conversão A/D e D/A e outros, com ênfase nos programas escritos em assembler e em "C".



PARTICIPE DO MAIOR EVENTO DA ISA NA AMÉRICA LATINA !

SHOW

ISA

SOUTH AMERICA 2004

Feira Sul-Americana de Automação, Sistemas e Instrumentação

23 a 25 de Novembro de 2004

São Paulo - SP - Brasil

**ÚLTIMOS ESTANDES
DISPONÍVEIS !**

Promoção & Organização



ISA - The Instrumentation,
Systems, and
Automation Society

Local



Patrocinadores



altus



SICK

YOKOGAWA



Informações - (55 11) 5686-3906 / 5541-8893 - COMERCIAL@ISASHOW.COM.BR - WWW.ISASHOW.COM.BR