www.mecatronicafacil.com.br

Ano 5 - nº27 - Março-Abril/2006 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 11,90

MECATRÔNICA FÁCIL



Construa uma

Placa de controle

Que aciona até 4 motores através do PC



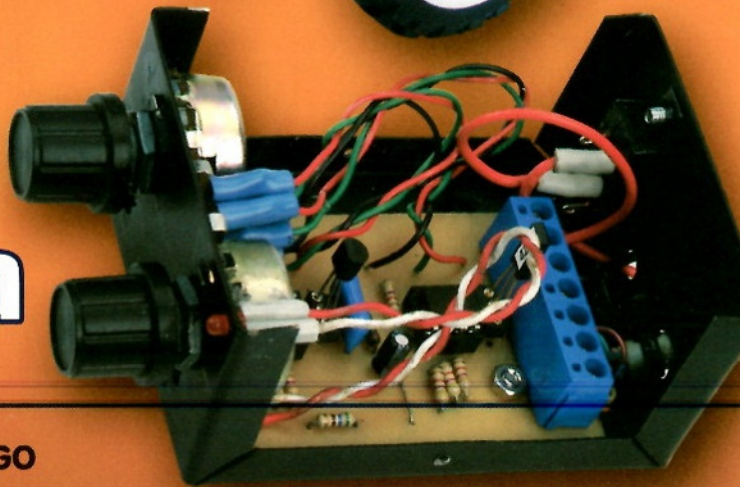
Teste de motores microcontrolado

Quer aproveitar motores DC, de passo ou servomotores usados? Descubra se eles estão adequados ao seu projeto



Sistemas modulares

Veja como desenvolvê-los



Leitura de

Temperatura e umidade

pelo PC através da linguagem LOGO

ISSN 1676-0980

Simplifique o Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos

Medição e Controle de Alta Performance

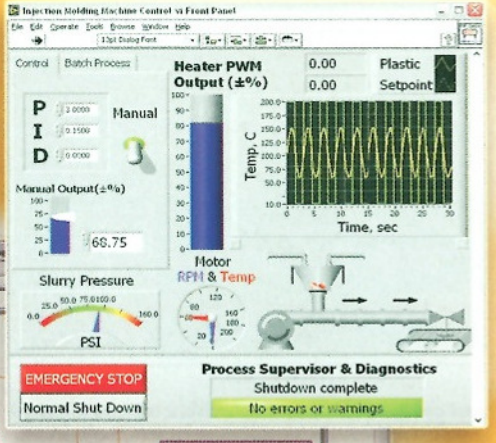


Controle de Alta Velocidade Baseado em FPGA



Visão de Máquina







PCs Industriais



Monitoramento Remoto



E/S Distribuída

Conheça o LabVIEW 8

O software LabVIEW 8 da National Instruments emprega o conceito de "Inteligência Distribuída", um conjunto de poderosas ferramentas para cientistas e engenheiros projetarem, distribuírem e sincronizarem sistemas de controle e dispositivos inteligentes. O LabVIEW oferece um ambiente de programação gráfica exclusivo para a criação simples e rápida de loops de controle PID analógicos, bem como sistemas de controle complexos com FPGA integrado e E/S analógica, digital de alta velocidade, visão e controle de movimento. Com o LabVIEW, você utiliza diagramas de blocos gráficos para comunicar facilmente entre unidades de controle e também executa códigos em dispositivos de controle distribuído, tais como controladores de automação programável (PACs).

LabVIEW

Para assistir a um vídeo interativo sobre como utilizar o LabVIEW 8 para controlar facilmente seu sistema de automação industrial, visite **ni.com/labview/control**.

(11) 3262-3599

© 2005 National Instruments Corporation. Todos os direitos reservados. CompactRIO, FieldPoint, LabVIEW, National Instruments, NI, e ni.com são marcas registradas da National Instruments. Os nomes dos produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas. 2005-6090-821-181-I

NATIONAL INSTRUMENTS™

Editora Saber Ltda.
Diretores
Hélio Fittipaldi
Thereza M. Ciampi Fittipaldi

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Editor Assistente
Paulo Gomes dos Santos

Conselho Editorial
Luiz Henrique C. Bernardes,
Márcio José Soares, Newton C. Braga

Redação
Laiz Zanetti,
Sérgio Vieira,
Viviane Bulbow

Auxiliar de Redação
Claudia Tozetto

Produção
Yassari Gonçalo

Design Gráfico
Diego M. Gomes, Diogo Shiraiwa,
Jonas Ribeiro Alves, Renato Paiotti

Fotografia
Bruno Terena

Publicidade
André Zanferrari,
Andressa Scoparin,
Carla de Castro Assis,
Ricardo Nunes Souza

PARA ANUNCIAR: (11)6195-5339
publicidade@editorasaber.com.br

Colaboradores
Alexandre Guimarães,
José Alberto N. Cocota Jr.,
Luiz A. Cunha,
Marcelo G. Damasceno,
Mauro Vianna

Impressão
São Francisco Gráfica e Editora
(16) 2101-4151

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista (tel.: 351 21 926 78 00)

ASSINATURAS
www.mecatronicafacil.com.br
Fone: (11) 6195-5335/Fax: (11) 6198-3366
Atendimento das 8:30 às 17:30 h

MECATRÔNICA FÁCIL é uma publicação bimestral da Editora Saber Ltda., ISSN - 1676-0980. Redação, administração, publicidade e correspondência: R. 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.mecatronicafacil. com.br, ou pelo tel. 6195-5330, ao preço da última edição em banca.

Associado da:
ANER
Associação Nacional dos Editores de Revistas

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

LINGUAGEM LOGO - 38 ANOS E COM MUITO FÔLEGO



Aqueles que nos acompanham desde o começo certamente conhecem uma das séries mais famosas da revista: "Linguagem LOGO para Robótica e Automação". Apesar desta linguagem de programação já contar com 38 anos, até 2001 ela era conhecida, com raras exceções, apenas em algumas Universidades.

A linguagem LOGO foi criada com base em uma filosofia educacional chamada "construtivismo", defensora de que o conhecimento deve ser construído pelo próprio aprendiz, através de sua interação com outras pessoas e com o mundo ao seu redor. Nem é preciso dizer que os objetivos da Revista vão ao encontro do que prega o construtivismo, uma vez que buscamos levar aos leitores informações e conceitos de Mecatrônica através de projetos práticos que eles mesmos constroem e, através da superação das dificuldades encontradas desenvolvem um conhecimento sólido que poderão aplicar futuramente em sua vida profissional.

A versão "nacional" do SuperLOGO surgiu a partir de uma iniciativa do Nied (Núcleo de Informática aplicada à Educação) da Unicamp, que até hoje mantém disponível em seu *site* (**www.nied.unicamp.br**) uma versão gratuita do programa.

Com o nascimento da Revista Mecatrônica Fácil, em outubro de 2001, essa linguagem foi amplamente divulgada no Brasil e hoje, diversos estudantes, técnicos e *hobistas* a utilizam para o controle de seus projetos. Várias montagens, artigos e dicas foram publicadas em nossas páginas e isso continuará sendo feito. Entretanto, esta edição traz um projeto muito especial: a placa LOGO Control, que ligada à porta paralela do PC é capaz de controlar até quatro cargas, que, no caso da Mecatrônica, quase sempre são motores. Isso permitirá ao leitor realizar os mais diversos tipos de projetos. Esta é uma grande oportunidade para aqueles que desejam iniciar seus estudos nesta linguagem. E para aqueles que já a conhecem, podem agora aplicar esses conhecimentos de uma forma mais fácil e prática, pois agora, ao invés de terem que desenvolver uma placa para cada projeto, poderão com uma única placa realizar uma série de montagens.

Além da placa LOGO Control, esta edição traz o projeto de um medidor de temperatura e umidade, sendo que estas grandezas são coletadas e enviadas pelo PC através do LOGO. Projetos como este são muito importantes, pois trazem aos leitores aplicações semelhantes ao que é encontrado nas indústrias automatizadas. Com o tempo, pretendemos publicar mais projetos deste tipo para mostrar que a Mecatrônica está muito além da construção de robôs. Nosso principal objetivo é auxiliar na formação dos futuros profissionais das mais diversas áreas abrangidas por ela.

Paulo Gomes dos Santos

Atendimento ao leitor: **www.mecatronicafacil.com.br/contato**

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. São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.

índice

Seção do leitor 3

Duelo mecatrônico no céu 4

Sistemas modulares 7

Semáforo didático 12

Placa Logo Control 14

Estimulador de nervos 20

Pares termoelétricos 24

Teste microcontrodado de motores TMM 28

Roscas e parafusos 34

O que é "Universal Serial Bus" (USB)? 38

Leitura de temperatura e umidade pelo Logo 42

Sensores ultra-sônicos 48

Eletrônica embarcada na agricultura de precisão 52

Conheça a família TTL 58

Níveis de dificuldade

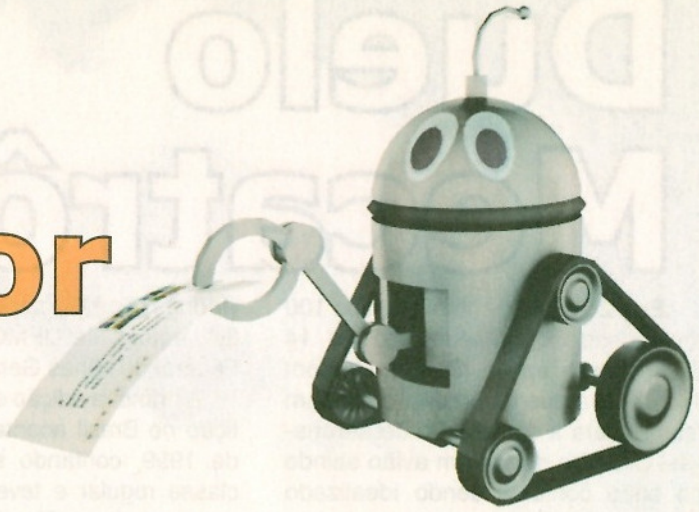
A fim de melhor orientar nossos leitores na realização dos projetos práticos, estamos colocando em alguns artigos a indicação dos "níveis de dificuldades" do projetos. Estes níveis estão relacionados às habilidades com materiais e ferramentas que o leitor já precisa ter desenvolvido para realizar o projeto sem maiores problemas. Procuraremos trazer, ao longo das edições, projetos para todos os níveis. Vale lembrar, que se o leitor não possuir as habilidades necessárias para a realização do projeto, poderá buscar ajuda de alguém mais experiente para auxiliá-lo no aprendizado.

Na tabela abaixo está representada a maioria dos materiais e ferramentas já utilizados nos projetos da Revista. Evidentemente que não colocamos todos, mas com os aqui representados esperamos dar a idéia do nível de habilidades necessário para cada projeto.

A última coluna destina-se a uma avaliação de custos do projeto. É claro que este é um tópico que pode variar muito, pois sempre estimulamos os leitores a utilizarem os materiais que têm à "mão" e não necessariamente os mesmos materiais empregados pelo autor. Esta estimativa será feita baseada nos materiais que o autor do projeto utilizou em seu protótipo.

	MECÂNICA		ELETRÔNICA		INFORMÁTICA	CUSTO DO PROJETO
	materiais	ferramentas	materiais	ferramentas	materiais/ ferramentas	em reais
0	-não necessário	-não necessário	-não necessário	-não necessário	-não necessário	-0 a 20
1	-papel -papelão -isopor -clipes de papel	-tesoura -estilete -cola -régua -alicate -lima	-componentes passivos -resistor -capacitor -pilhas	-alicate de corte -alicate de bico -chave de fenda -ponte de terminais parafusáveis	-sistema operacional -internet -uso geral do computador	-21 a 100
2	-madeira balsa -plástico poliondas -arame -parafusos -porcas	-compasso -furadeira manual -serra manual -cola quente -chave de fenda -ferro de solda	-componentes ativos discretos -diodo -capacitor eletrolítico -transistor -SCR -MOSFET	-ponte de terminais soldáveis -ferro de solda -multímetro	-instalação e uso de programas prontos (executáveis) -portas do PC (serial e paralela)	-101 a 300
3	-madeiras duras -plásticos duros (pequenas quantidades de peças)	-furadeira elétrica	-CIs comuns -(555, 741, 359...) -TTL -CMOS	-fonte -placa de circuito impresso -matriz de contato	-instalação de interpretadores -uso de códigos-fonte previamente fornecidos	-301 a 500
4	-plásticos duros (grandes quantidades de peças) -metais (alumínio, latão, cobre)	-serra elétrica -torno	-CIs programáveis -microcontroladores	-dispositivos gravadores -placa padrão	-compilação -programação -compreensão do funcionamento das portas do PC	-501 a 1000

Seção do Leitor



Eagle

"Onde consigo baixar o programa EAGLE? Estou iniciando o curso de Técnico em Mecatrônica e gostaria de saber mais sobre esse programa."
Vanderson Delfino Gomes
Técnico em Informática - Oficina do CD & Micro
Belo Horizonte / MG

O programa EAGLE pode ser obtido gratuitamente no *site* da empresa CADSOFT na Alemanha: **www.cadsoft.de/** Nesse caso, a versão disponível é a 4.16. Também no *site* **www.eletrica.ufpr.br/mehl/pci/pci.html** você encontrará o EAGLE na versão 4.13. O programa gratuito tem a limitação do tamanho das placas de até 10 cm x 8 cm. As versões 4.13 ou 4.16 têm diferenças mínimas, mas acreditamos que qualquer uma delas atenderá às suas necessidades.

Robô Rastreador II - MF 24

"Gostaria de saber se o projeto pode ser feito como Basic Step 1 Light no lugar do Basic Step 1 OEM."
Marco Weiss
Programador - Sênior Sistemas
Blumenau / SC

O Robô Rastreador II foi preparado com a versão OEM, pois em tese, nossos leitores poderiam alterar o algoritmo do mesmo, aumentando suas capacidades. Um outro detalhe é que a placa do robô está preparada para receber e gravar a versão OEM, mas não poderá gravar a versão LT. Aconselhamos a utilizar a versão recomendada pelo autor, para evitar problemas.

Engrenagens - onde achar?

"Tenho dificuldades em adquirir peças para realizar os experimentos. Micro-engrenagens é o que mais tenho dificuldade. Gostaria de saber como comprar as engrenagens, pois não agüento mais pedir brinquedos e rádios quebrados para os outros."
Luiz Fernando Biazzi
Descalvado / SP

Encontrar engrenagens para nossos projetos também é uma grande dificuldade da Redação. Como não sabemos de nenhuma empresa que as distribui individualmente, sempre tiramos essas engrenagens de sucata, como brinquedos ou videocassetes quebrados. Pedimos aos nossos leitores que, se encontrarem algum fornecedor dessas peças, que nos avisem pelo nosso Atendimento ao Leitor no *e-mail* **a.leitor.mecatronicafacil@editorasaber.com.br**.

ENVIE SUAS MENSAGENS ATRAVÉS DO:

www.mecatronicafacil.com.br/contato

As mensagens devem ter nome completo, ocupação, cidade e estado. Por motivo de espaço, os textos podem ser editados por nossa equipe.



Duelo Mecatrônico no

Em 2006 são comemorados 100 anos desde o primeiro vôo do 14 Bis. Naquela época, Santos Dumont já mostrava que os brasileiros tinham talento para a construção de aeronaves. O sonho de ver um avião saindo do chão continua sendo idealizado pelos apaixonados por aeronáutica. Mesmo sabendo que hoje isso não é nenhuma novidade, os futuros engenheiros "quebram a cabeça" para desenvolver novas tecnologias.

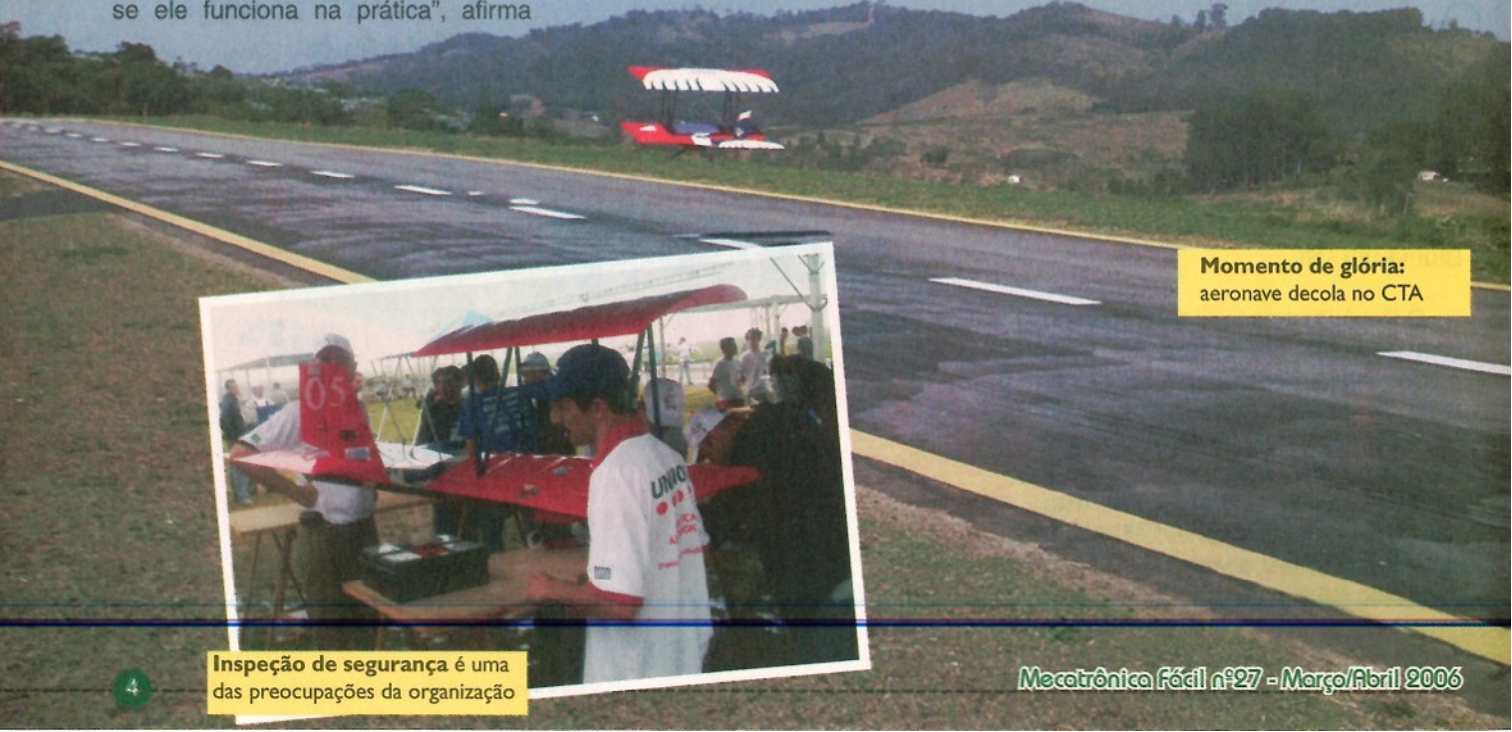
Para estimular o desenvolvimento dessas tecnologias nasceu a Competição SAE Brasil AeroDesing, onde alunos de graduação e pós-graduação em Engenharia, Física e Ciências Aeronáuticas projetam e fabricam aeromodelos radiocontrolados que possam carregar a maior carga útil. Os alunos são desafiados a desenvolver todas as etapas do projeto, da concepção até a competição de vôo. Além de fixar os conhecimentos aprendidos na universidade, os alunos exercitam características importantes para a vida profissional como liderança, espírito de equipe, planejamento e capacidade de vender projetos e idéias. "Podemos construir o projeto e ver se ele funciona na prática", afirma Rodrigo Sorbilli, capitão da "Uai-sô-fly", equipe da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).

A primeira edição oficial da competição no Brasil aconteceu em agosto de 1999, contando somente com a classe regular e teve a participação de dez equipes. Nos EUA, a competição chamada SAE AeroDesing *East*, ocorre há quase duas décadas e tem a participação de universidades de vários países da Europa e das Américas. Ambas as competições são divididas entre as classes regular e aberta, esta última iniciada no Brasil apenas em 2003. As equipes vencedoras nas duas classes da edição brasileira ganham a oportunidade de participar da competição americana, contando com apoio técnico e financeiro da SAE Brasil.

O aeromodelo é avaliado com base no relatório de projeto, apresentação oral, peso máximo carregado, acerto na previsão de peso carregado, concordância projeto-construção e com as penalidades que a equipe poderá sofrer ao longo da competição. Todas as avaliações são realizadas por uma banca de engenheiros da Embraer.

O engenheiro André van de Shepop, integrante do comitê de organização, diz que o regulamento evoluiu muito desde a criação da competição no Brasil. "No início, o regulamento brasileiro era, basicamente, o americano traduzido. Hoje temos quesitos no Brasil que não existem nos EUA", conta. O regulamento é modificado todos os anos para que os alunos construam um novo projeto. (veja o box saiba mais).

Já em seu oitavo ano, muitas modificações foram feitas para melhorar a competição, porém as classes aberta e regular continuam distintas. "Na regular existem parâmetros, como o tamanho e o motor que são padrões. Na aberta temos maior liberdade, pois existe apenas a limitação de motor", explica Pedro Vilela, integrante da "EESC-USP Open", equipe da Escola de Engenharia da USP de São Carlos. Segundo Shepop, neste ano foi possível reformular as regras da classe regular que agora são genuinamente brasileiras. "Não criamos nada complicado. Queremos que os competidores gostem das regras, para que eles possam agregar mais conhecimentos



Momento de glória: aeronave decola no CTA

Inspeção de segurança é uma das preocupações da organização

Céu



Antes do vôo, equipes acertam os últimos detalhes



Avião da equipe vencedora na classe aberta.



Em 2005, a classe regular termina à moda mineira

durante a competição", diz ele.

O 8º SAE Brasil AeroDesing está previsto para acontecer entre 22 e 24 de setembro no CTA – Centro Técnico Aeroespacial, em São José dos Campos. As inscrições serão abertas em abril e a taxa de inscrição estará em torno de R$ 150, segundo Vanessa Viana, responsável de eventos estudantis da SAE Brasil. André van de Shepop, que participou do primeiro SAE Brasil AeroDesing em 1999, aconselha: "Além de exercitar o que você já sabe, é uma oportunidade para aprender e até fazer contatos profissionais".

O AeroDesing em 2005

No ano passado, o SAE Brasil AeroDesing reuniu 51 equipes de diversas universidades do país. A equipe Uai-sô-fly, da UFMG conquistou o 1º lugar na classe regular e a equipe EESC-USP Open da USP São Carlos, a primeira colocação na classe aberta. Agora, as duas equipes competirão no SAE AeroDesing *East*, na Flórida (EUA). "A competição mostra o que há de melhor na engenharia. Temos grandes expectativas", diz Pedro Vilela, da "EESC-USP Open". Ambas as equipes já possuem patrocínio para a viagem e a universidade fornecerá os outros recursos.

As universidades particulares estão, cada vez mais, participando da competição. Figuraram entre os inscritos de 2005, o Instituto Presbiteriano Mackenzie, o Centro Universitário da FEI e a Uninove – Centro Universitário Nove de Julho, que ficou com o primeiro lugar entre as particulares e 15º lugar na pontuação geral. "Foi uma grande conquista para nós que não temos tradição no AeroDesing", conta Luiz Eduardo Miranda, coordenador da equipe Ícaro. Miranda diz ainda que a expectativa da Uninove para 2006 é estar entre os cinco primeiros na classificação geral. "Tivemos uma boa estréia, principalmente no relatório do projeto", afirma.

A competição também contou com a presença da equipe venezuelana WAYU-COM da Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada, que participou da classe regular obtendo o 28º lugar. "As equipes brasileiras receberam muito bem os venezuelanos", conta Shepop.



Passo-a-passo



Luiz Eduardo Miranda, coordenador da equipe da Uninove explica que após a construção do aeromodelo, é necessário automatizar os comandos do avião. Esse procedimento é feito com servocomandos, posicionados em toda a superfície de controle do avião. Confira abaixo como a Uninove automatizou seu aeromodelo:

1 Selecione a fiação e comprimento adequados para possibilitar o acoplamento do servo ao receptor do rádio, visto que todos os comandos respondem ao sinal enviado pelo rádio para o receptor que está dentro da fuselagem do avião;

2 Acople todos os comandos no receptor. Cada um tem um canal específico e caso seja colocado fora de posição, o controle não responderá da forma adequada;

3 Identificados os canais, os servocomandos devem ser posicionados próximos à superfície de controle do avião, e então interligados a eles por meio de cabos de aço com diâmetro de 2 mm;

4 Os comandos de *aileron* devem trabalhar em sincronia, cada um para um lado, para que o avião possa fazer curvas;

5 Os comandos do leme de direção, do trem de pouso e do nariz também devem atuar em conjunto, da mesma forma que os *ailerons*;

6 Para automatizar os itens 4 e 5, é necessário uma conexão em Y. O mesmo sinal deve ser enviado simultaneamente para cada uma das superfícies de controle, e então as estrelas de controle dos servos devem ser posicionadas para fornecer comandos inversos em cada superfície;

7 Há também o servocomando instalado no acelerador do motor, que possibilita o aumento ou diminuição da tração gerada pela hélice;

8 Após fixados todos os comandos, a aeronave está pronta para voar, porém é necessário verificar todo o funcionamento e as travas das partes de conexão. O alcance do rádio é de 2 km.



Aguardando chamada para decolagem

Saiba mais

Regulamento completo do 8º SAE Brasil AeroDesing
www.saebrasil.org.br/eventos/aerodesign/index.htm

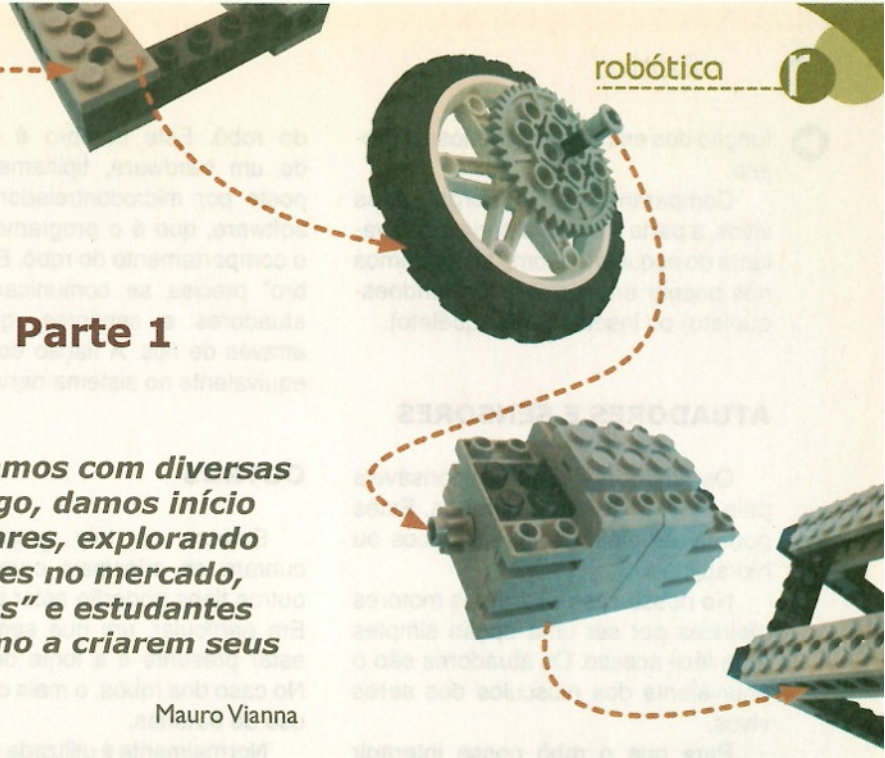
Site da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que recebeu Menção Especial sobre seu conteúdo na competição de 2005
www.aerodesign.ufsc.br/

Equipe Uai-sô-fly – UFMG
www.demec.ufmg.br/Grupos/Aerodesign/index2.htm

Equipe EESC-USP Open – USP São Carlos
www.eesc.usp.br/aerodesign/

Equipe Ícaro – UNINOVE
www.engbrasil.eng.br/aerodesing.htm

Sistemas Modulares Parte 1



Ao construirmos robôs, nos deparamos com diversas opções para montagem. Neste artigo, damos início a uma série sobre sistemas modulares, explorando conceitos de alguns "kits" existentes no mercado, com o objetivo de auxiliar "hobistas" e estudantes iniciantes a escolherem e até mesmo a criarem seus próprios kits personalizados.

Mauro Vianna

INTRODUÇÃO

Mecatrônica e Robótica são assuntos vastos e complexos, podendo parecer proibitivos para alguns em função da complexidade e custo. Porém, como tem sido apresentado na revista Mecatrônica Fácil, existem várias opções simples e baratas para aqueles que desejam se aventurar neste meio. Basta determinação, força de vontade e alguns trocados no bolso.

A proposta de sistemas modulares visa apresentar um padrão de montagem de robôs, resultando num processo fácil e rápido de montagem e uma redução de custo a longo prazo, através da possibilidade de reaproveitamento de componentes. Mas, antes de entrarmos no assunto em si, vamos rever alguns conceitos básicos de robótica.

COMPONENTES PRINCIPAIS DE UM ROBÔ

Quando analisamos um robô podemos classificar seus componentes em três grandes grupos de conhecimento: mecânica, atuadores (elétricos, pneumáticos ou hidráulicos) e computação (software e hardware). Esta variadade de assuntos é o desafio desta área, pois é um assunto multidisciplinar. Embora a necessidade de conhecimento possa assustar os iniciantes, é possível simplificar esta complexidade através da escolha do material a utilizar, conforme veremos a seguir.

Em função do interesse de cada um, é possível dar mais foco em uma das áreas e usar soluções simplificadas para as demais, reduzindo assim a complexidade dos sistemas. Mesmo que o desejo seja explorar todas as áreas de conhecimento, convém abordá-las uma por vez (dividir para conquistar).

MECÂNICA

Quando tratamos de mecânica de robôs, estamos nos referindo à da estrutura física do mesmo (por exemplo, chassis), assim como à questão de mobilidade (por exemplo, partes móveis, engrenagens, etc.). Nas comunidades a que tive acesso, uma premissa básica se fez presente ao projetar um robô: pensar primeiro no que se quer que o robô faça e depois criar o mesmo para executar especificamente esta tarefa.



1 Versão Final.

Embora a idéia de robôs multitarefa como os vistos no cinema seja atraente (como o R2D2), na prática ainda estamos longe de criar tais máquinas de forma simples, barata e eficiente. Ou seja, se você quer que um robô suba os degraus de uma escada, e outro que ande pela sua sala, faça dois projetos. Se quiser um que faça as duas coisas, será bem mais complicado. Talvez valha a pena fazer dois que trabalhem em conjunto.

Para ilustrar este artigo, criaremos um robô simples, cujo objetivo é andar em terreno plano. Nesta plataforma móvel futuramente poderão ser adicionados outros componentes como sensores e atuadores para pegar objetos. A versão final, montada em Lego, pode ser observada na **figura 1**.

Para construir o robô é preciso ter peças que permitam uma estrutura rígida e resistente, pois como o robô é uma máquina móvel, estará sujeito ao estresse do acionamento de motores, colisões e ao próprio atrito das suas peças móveis.

Por outro lado, ele também deve ter peças que se movam com suavidade para não forçar os motores e ao mesmo tempo firmeza, para que não desmonte ou fique retorcido em

função dos estresses previstos no projeto.

Comparando com organismos vivos, a parte mecânica seria o equivalente do esqueleto. Como tal, podemos nos basear em vertebrados (endoesqueleto) ou insetos (exoesqueleto).

ATUADORES E SENSORES

Os atuadores são os reponsáveis pela movimentação dos robôs. Estes podem ser elétricos, pneumáticos ou hidráulicos.

No nosso caso usaremos motores elétricos por ser uma opção simples e de fácil acesso. Os atuadores são o equivalente dos músculos dos seres vivos.

Para que o robô possa interagir com o ambiente ele precisa poder "sentir" o mundo a sua volta. Os sensores têm este papel. Sensores podem ser tão simples como uma chave formada por uma antena de metal e um aro (ambos de arame) ou tão complexos como dispositivos eletrônicos para reconhecimento de imagem. Eles são os olhos e ouvidos dos robôs.

Novamente é importante lembrar a finalidade do robô ao escolher os sensores adequados.

Se quisermos detectar colisões, uma "antena" (imitando insetos) acionando uma chave pode ajudar. É sempre uma boa idéia nos basearmos na natureza ao escolher a forma do robô funcionar e de sentir o seu ambiente.

Porém, é importante ter em mente que os melhores sensores e capacidades de processamento não chegam as pés da capacidade da mais simples formiga!

A natureza é um excelente exemplo de especialização. Por isso alguns cientistas têm pesquisado *cyborgs*, mesclando a capacidade sensorial e motriz dos animais com o controle proporcionado pela eletrônica.

COMPUTAÇÃO

Quando abordamos a computação, estamos tratando do "cérebro" do robô. Este cérebro é composto de um hardware, tipicamente composto por microcontroladores, e um software, que é o programa que dita o comportamento do robô. Este "cérebro" precisa se comunicar com os atuadores e sensores, geralmente através de fios. A fiação do robô é o equivalente ao sistema nervoso.

OUTROS

Embora os três grupos acima cubram os principais componentes, outros tipos poderão estar presentes. Em particular, um que sempre deve estar presente é a fonte de energia. No caso dos robôs, o mais comum é o uso de baterias.

Normalmente é utilizada uma única bateria para alimentar os atuadores e a parte eletrônica (microcontrolador e sensores). Porém dependendo das características elétricas de ambos e da quantidade de ruído gerada pelos atuadores, pode ser necessário ter baterias separadas.

SISTEMAS MODULARES

Considerando a classificação dos componentes listados acima, podemos finalmente entrar no assunto principal. Afinal, o que são sistemas modulares? A resposta é simples: um sistema modular é um conjunto de componentes que permite a montagem incremental de um robô a partir destes componentes básicos pré-montados, reaproveitáveis e compatíveis entre si.

Qual a vantagem de sistemas modulares? Em primeiro lugar, a montagem do robô é simplificada, pois os componentes básicos já estão prontos e a forma dos mesmos se conectarem também é padronizada. Em segundo lugar, os componentes podem ser conectados e desconectados facilmente, simplificando a experimentação, o que é importante no processo criativo.

Claro que com toda vantagem, vem uma desvantagem. Sistemas modulares podem limitar as opções de montagem restringindo, por exemplo, a miniaturização de componentes e limitando a quantidade de recursos necessários.

Contudo, como falamos no início, tudo depende do objetivo que almejamos.

A proposta de sistemas modulares é simplificar a montagem de robôs para iniciantes e permitir a experimentação constante. Para entendermos melhor, vamos explorar melhor o conceito com exemplos.

Eu classificaria os sistemas modulares que encontrei em 3 grupos: *kits* de robótica, *kits* de montagem mecânica e *kits* criados em casa.

Alguns exemplos de kits de robótica são o Lego Mindstorms Robotics Invention System (RIS), a linha Fischertechnik e a VEX da Radio Shack. Estes kits em geral são voltados às crianças e adolescentes, porém fazendo sucesso também com adultos (como este que vos escreve!). Eles são criados de forma que não sejam necessários vastos conhecimentos de mecânica, eletrônica ou programação, pois oferecem soluções prontas no pacote.

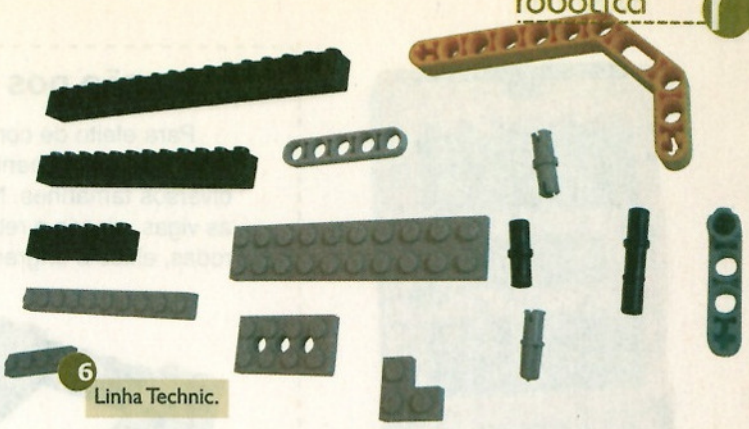
Em kits de mecânica, eu incluiria a a linha Mechanno e a Modelix (nacional), que utilizam peças metálicas e parafusos para montagem. Estes kits normalmente são direcionados para montagem mecânica, com algum suporte a motorização de modelos, mas sem a parte eletrônica. Mas, esta pode ser acrescentada a parte. Algumas peças da Modelix podem ser vistas na **figura 2**.



2 Algumas peças da Modelix.



3 Canaletas de fiação elétrica.



6 Linha Technic.

Já em kits criados em casa, a criatividade é o limite. Uma proposta que será abordada em artigo futuro propõe o uso de canaletas de fiação elétrica como estrutura, conforme mostrado na **figura 3**.

Para efeitos didáticos e comparativos, abordaremos um sistema de cada tipo, evoluindo do mais completo (e mais caro) para o mais simples (e mais acessível). Abordaremos o kit da Lego, o Modelix e o sistema de canaletas. Fotos de montagens parciais com Modelix e canaletas podem ser vistas nas **figuras 4** e **5**, respectivamente. Neste primeiro artigo nos aprofundaremos no kit da Lego, por ser o mais completo. Desta forma, teremos uma referência para aqueles que desejam adotar este sistema, assim como uma idéia do que seria desejável adicionar em outros kits a serem criados pelos leitores.

4 Montagem com Modelix.





5 Montagem com Canaletas.

SISTEMA LEGO MINDSTORMS

O sistema que abordaremos é *Lego Mindstorms Robotics Invention System*, disponível no mercado já há alguns anos. No Brasil não é muito fácil de achar, nem barato, mas pode ser encontrado ou encomendado em lojas de brinquedos. No mercado americano custa entre US$ 150 e US$ 200. No Brasil, pode ser encontrado a partir de R$ 950.

Existe um novo kit da Lego que ainda será lançado neste ano, o Lego Mindstorms NXT, mas ainda não o abordaremos aqui.

O Lego Mindstorms pode ser considerado um kit completo, pois dispõe dos principais componentes necessários. Na parte mecânica, ele inclui diversas peças da linha *Technic*, destinadas as montagens mecânicas. A variedade de peças é bem vasta, podendo inclusive confundir o iniciante. A descrição dos kits e componentes podem ser obtidos no site do fabricante e, mais detalhadamente, no site **www.lugnet.com**.

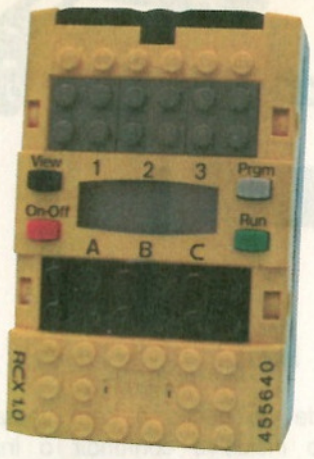
É recomendado que os modelos presentes nos kits sejam montados para aprender as técnicas de montagem. Existem também alguns bons livros no mercado ensinando técnicas de montagem. Algumas peças da linha *Technic* podem ser vistas na **figura 6.**

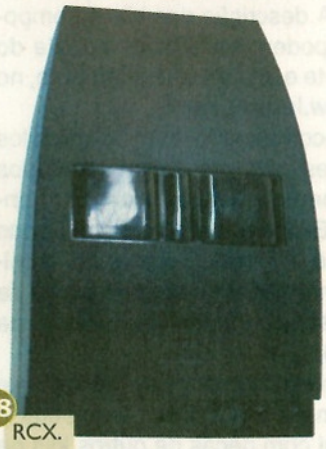
O interessante deste sistema é que sempre é possível incrementar o kit inicial com peças de outros kits da linha *Technic*, não necessariamente ligados à robótica. Existe uma boa variedade disponível em lojas de brinquedos.

No que se refere a atuadores e sensores, o kit vem com 2 motores CC (com caixa de redução embutida), 2 sensores de toque (chaves) e um sensor de luz. O kit possui também uma boa variadade de rodas e engrenagens, incluindo rosca sem fim e diferencial, permitindo criar caixas de reduções conforme a necessidade. Os motores e algumas engrenagens podem ser observados na **figura 7**.

7 Peças para a caixa de reduções.







8 RCX.

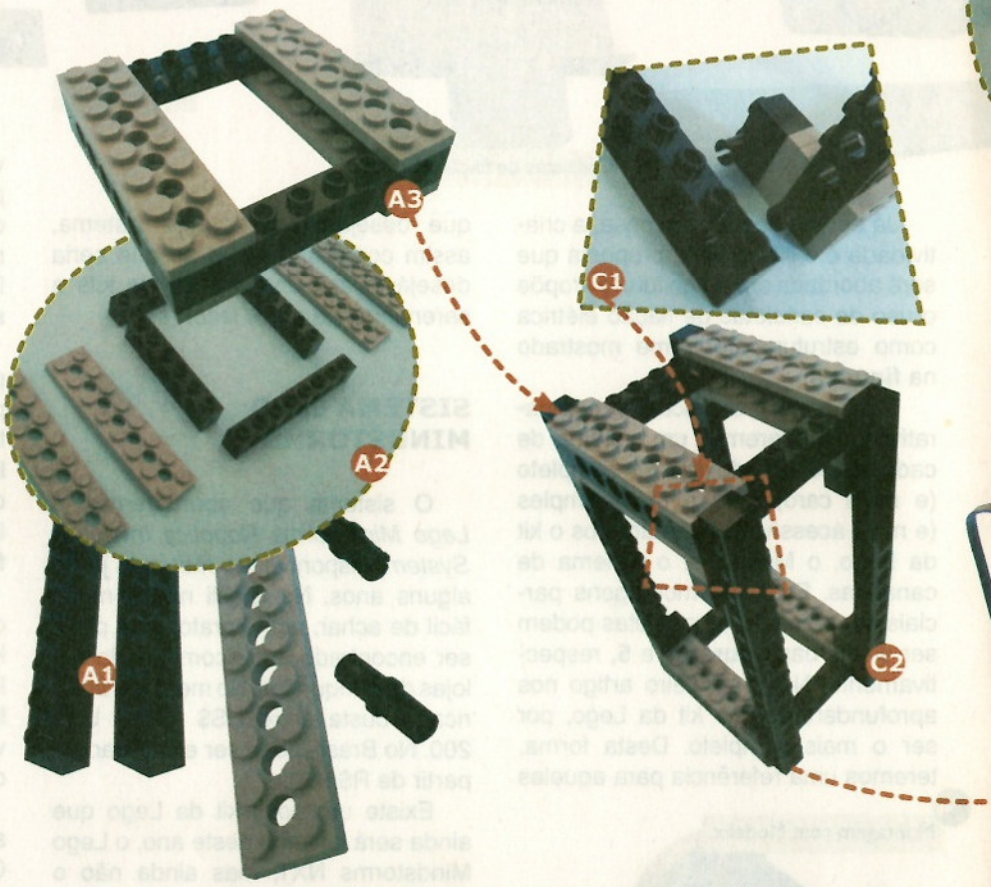
Quanto a computação, o componente principal é o RCX, ilustrado na **figura 8** junto com a torre que faz a interface com o computador. Esta caixinha é uma combinação de microcontrolador, placas de controle e bateria.

Ele possui 3 saídas para motores, 3 entradas para sensores e uma porta infravermelha para comunicação com o PC ou com outro RCX. Na prática, basta colocar 6 pilhas pequenas (AA), instalar o software no PC para programação, baixar o programa e o RCX controlará o seu robô, acionando os motores e lendo os sensores conforme a programação. Com o kit vem um ambiente de programação gráfico, mas existem outros ambientes criados por terceiros.

Particularmente eu prefiro o NQC, mas para quem deseja ir mais a fundo existem inclusive versões de Forth e Java.

DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES E MONTAGEM

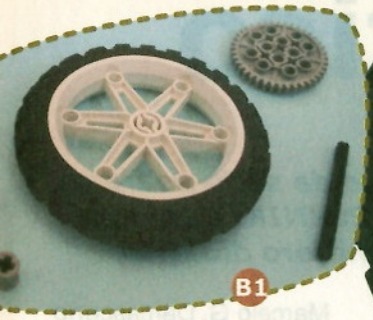
Para efeito de comparação, neste artigo vamos nos ater mais às características dos componentes mecânicos. A Lego possui diversos componentes em diversos tamanhos. No nosso modelo usaremos alguns tipos básicos, que são as vigas, placas e rebites, vistos na **figura A1**. Para as partes móveis usaremos rodas, eixos e engrenagens, apresentados na **figura B1**.



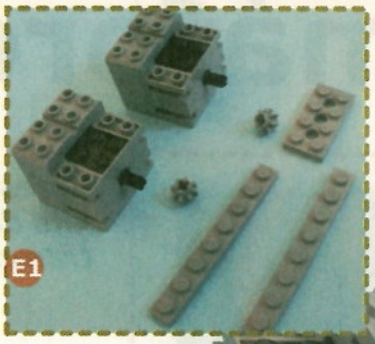
O nosso robô é composto de algumas estruturas básicas. A primeira delas é o quadro. O quadro é uma estrutura retangular com boa rigidez montada a partir de vigas e placas. Na **figura A2** vemos as peças do quadro básico e a montagem final do mesmo. Nosso robô contém 2 quadros deste tipo: um na base e outro no topo.

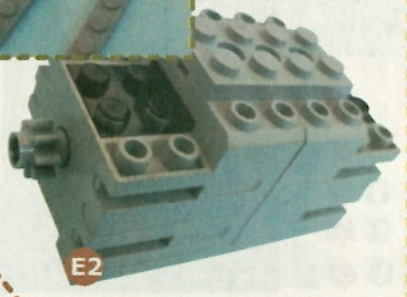
Precisamos agora unir estes 2 quadros para criar uma "esqueleto" tridimensional (paralelepípedo) para servir de chassis. Neste ponto vale ressaltar um detalhe importante das peças da Lego: a geometria. Uma peça típica da Ltego (viga) tem uma largura de 1 unidade (para cada pino) e altura de 1,2 unidade. As placas têm altura de 0,4 unidade. Esta relação permite criar estruturas rígidas e bem fortes, capazes de resistir ao estresse gerado pelos motores. Desta forma, ao conectarmos 2 vigas com 2 placas entre elas, a distância entre os furos laterais das vigas será de 1,2 + 2 x 0,4 = 2. Ou seja,




B1


B2


E1

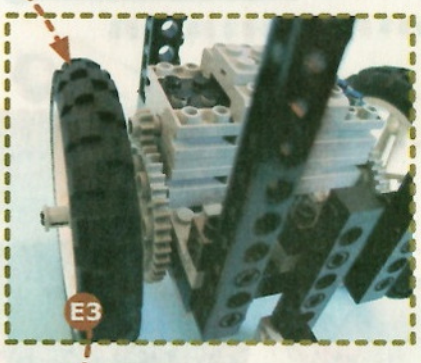

E2

temos um encaixe perfeito de peças na transversal, como pode ser visto na **figura C1**. Usando esta técnica podemos usar 4 vigas longas para conectar os 2 quadros. O resultado é uma estrutura resistente **(figura C2)**.

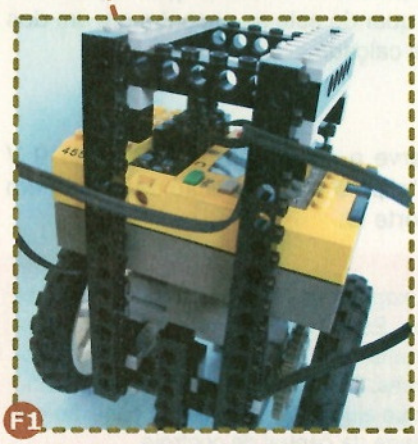
Colocando agora as rodas, eixos e engrenagens conforme a **figura B2**, teremos as rodas para dar a mobilidade ao nosso robô. Adicionaremos também mais 2 pontos de apoio utilizando a técnica de viga transversa descrita anteriormente, e teremos a montagem da **figura D2**.

Para completar a montagem mecânica, teremos os dois motores com engrenagens pequenas. Montados como um bloco e posicionados na estrutura principal, teremos nosso robô preparado para a mobilidade (**figura E3**).

Finalizando a montagem, adicionamos o RCX com os fios conectados aos motores (**Figura F1**).


E3




F1

Algumas dicas

As peças apresentadas aqui são uma pequena amostra da variedade disponível pela Lego (kit RIS e outros). Existem também muito mais técnicas além das apresentadas aqui. Para entender o uso das peças e conhecer mais técnicas, sugiro montar os modelos deste kit, assim como de outros kits da Lego. No quadro "Mais detalhes" são listados sites e livros de referências sobre o assunto para aqueles que desejarem se aprofundar. Por enquanto, nos ateremos aos conceitos básicos para termos um fator comum de referência para comparação com outros kits.

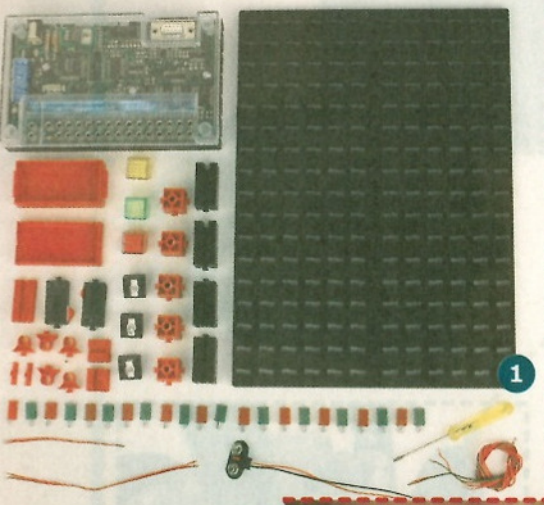
CONCLUSÃO

Discutimos neste artigo os conceitos básicos de um sistema modular de montagem de robôs, apresentando a montagem de robô básico usando o *kit* da Lego. Nas próximas edições iremos abordar o mesmo assunto utilizando os kits Modelix e uma proposta de montagem com canaletas de fiação.

Mais informações

Fischertechnik - http://www.fischertechnik.com
Vex - http://www.vexrobotics.com - Modelix - www.modelix.com.br
The Art of Lego Design : www.eecs.cwru.edu/courses/lego375/papers/artoflego.pdf

Semáforo Didático



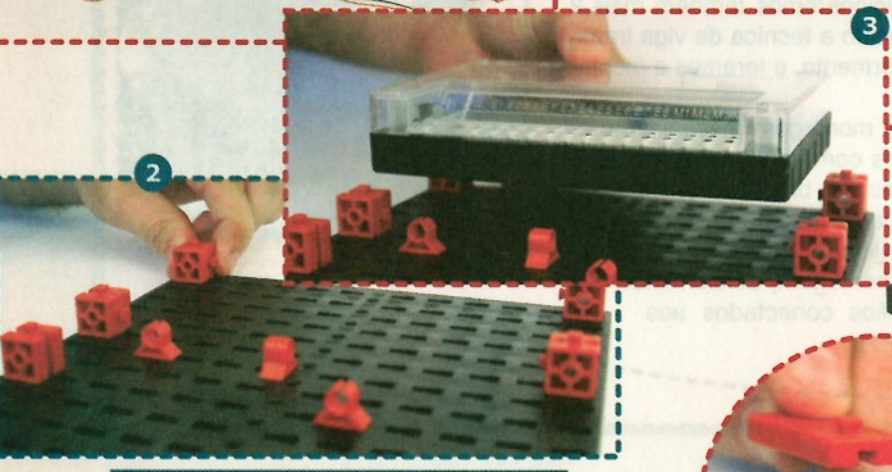
Apresentamos aqui mais um artigo da série sobre os kits da empresa alemã FISCHERTECKNIK. Demonstraremos a construção de um semáforo didático.

Marcelo G. Damasceno

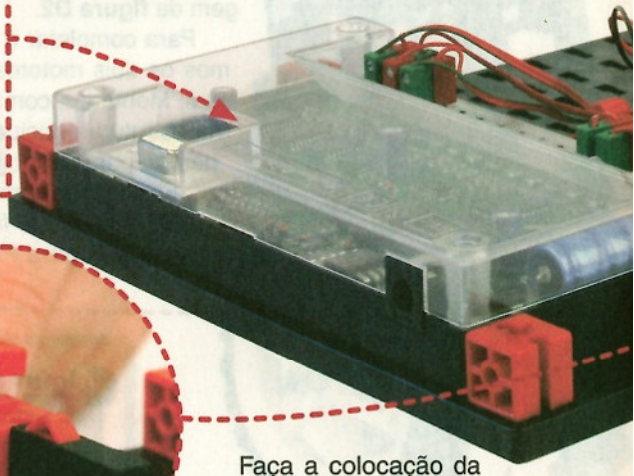
Utilizaremos agora o kit ***COMPUTING Starter Pack*** que é indicado para crianças acima de 12 anos. Esse *kit* possui o interessante recurso de automação nas montagens, pois ele traz uma minicentral de controle (do estilo CLP) que não deixa nada a desejar. Além de possuir lâmpadas, chaves e motores.

Comecemos então a montagem do nosso semáforo. Ao lado observamos o conjunto de peças utilizadas na montagem.

Na base ❶ inserimos as primeiras peças, que servirão de sustentação para a central de controle e aproveitamos também para inserir as peças de apoio para a passagem dos fios ❷.



Ao lado ❸ podemos verificar a inserção da central de controle.



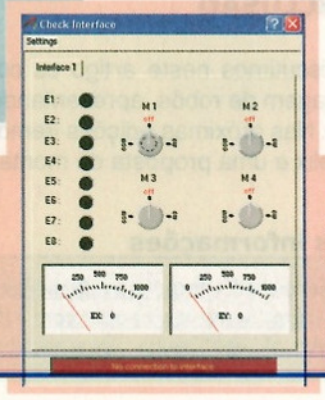


Faça a colocação da chave de acionamento secundário do nosso semáforo ❹. Essa chave representa o botão que o pedestre usa quando este se encontra em um dos lados da calçada.

Características da central de controle

Ela é chamada de Interface Inteligente e possui as seguintes características:

- Microprocessador dedicado;
- Operação *online* (PC controlando) e *offline* (modo *download*, a unidade toma o controle);
- Programação através de um *software* gráfico com interface bastante amigável;
- Alimentação através de fonte ou bateria de 9 V.
- Comunicação serial com o PC;
- 2 entradas analógicas;
- 8 entradas digitais;
- 4 saídas digitais;

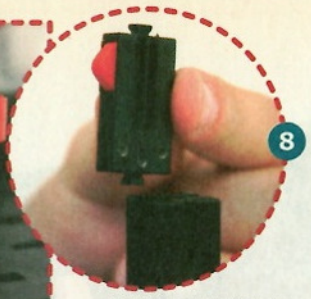


Observe a colocação da bateria de 9 V em seu "clip" ❺ e a colocação da bateria em seu suporte ❻.

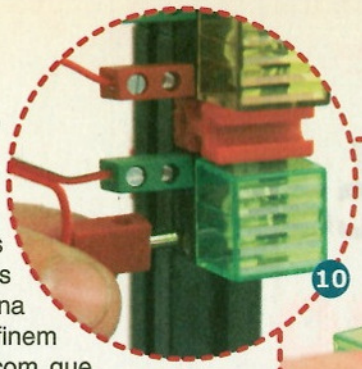
Software

O *software* utilizado é o LLWin3.03 que possui como grande diferencial a possibilidade de programar através de fluxogramas. Isso facilita muito a construção de um programa de controle qualquer, pois a forma recomendada de desenvolvimento tem início a partir do fluxograma para depois traduzirmos este em códigos. Esse hábito permite que seja possível programar em qualquer língua, sem maiores problemas. O LLWin tem também um módulo separado que ajuda a diagnosticar a conexão e a funcionalidade da central de controle.

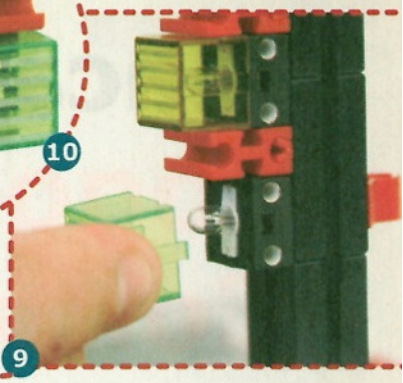


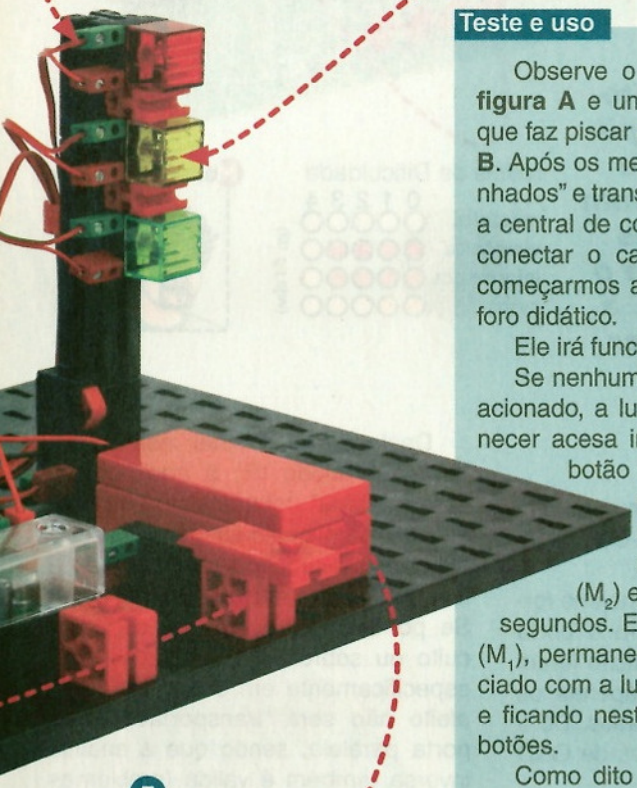


Agora vamos à montagem do poste ❼. Observe a colocação da chave primária de acionamento ❽, essa chave representa o botão que fica no poste do semáforo.



Aqui vemos o restante do poste montado já com as lâmpadas colocadas e estamos inserindo um dos protetores plásticos na lâmpada (que definem também as cores com que as mesmas irão acender) ❾. Acompanhe também a montagem dos conectores elétricos ❿ usados para o acionamento das lâmpadas.



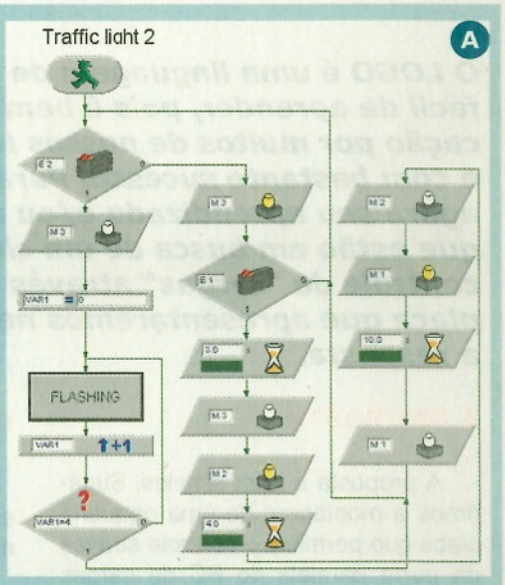


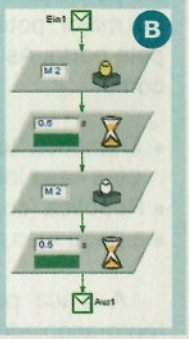
Teste e uso

Observe o programa principal na **figura A** e uma sub-rotina (*Flashing*) que faz piscar a luz amarela, na **figura B**. Após os mesmos terem sido "desenhados" e transferidos (*download*) para a central de controle, poderemos desconectar o cabo serial da central e começarmos a utilizar o nosso semáforo didático.

Ele irá funcionar da seguinte forma: Se nenhum dos dois botões estiver acionado, a luz verde (M_3) irá permanecer acesa indefinidamente. Caso o botão E_1 seja acionado o programa aguarda 3 segundos, apaga a luz verde, acende a luz amarela (M_2) e assim permanece por 4 segundos. Então ele apaga a luz amarela e acende a vermelha (M_1), permanecendo assim por 10 segundos. O ciclo então é reiniciado com a luz vermelha sendo apagada e a luz verde acendendo e ficando nesta condição aguardando o acionamento de um dos botões.

Como dito anteriormente, a sub-rotina *flashing* que é ativada pelo pressionamento do botão E_2 faz com que a luz amarela pisque 4 vezes e o ciclo normal se reinicia então. Essa sub-rotina simula a condição em que os semáforos ficam em alguns pontos da cidade pela madrugada, chamada "amarelo-piscante".

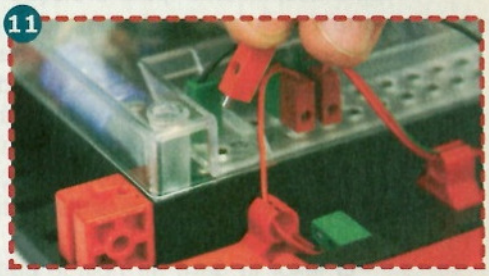








Prosseguimos inserindo os conectores elétricos em seus devidos bornes na central de comandos ⓫. Finalizamos esta montagem passando os fios através de seus suportes (guias) de forma que tenhamos uma apresentação de qualidade.



CONCLUSÃO

Nota-se claramente o poder que este *kit* possui, mesclando a facilidade e o poder da programação em forma de fluxograma. Lembramos sempre aos professores do ensino fundamental, médio e técnico sobre o enriquecimento que este tipo de *kit* pode trazer às aulas práticas.

Placa Logo Control



O LOGO é uma linguagem de programação muito fácil de aprender, pois é bem intuitiva. A sua aplicação por muitos de nossos leitores já é grande e com bastante sucesso. Para aqueles que iniciam agora seu aprendizado e/ou ainda para aqueles que estão em busca de um circuito que permita o controle de "cargas" através da porta paralela, a placa que apresentaremos neste artigo pode ser a resposta.

Níveis de Dificuldade

	0	1	2	3	4
mecânica	○	○	○	○	○
eletrônica	●	●	●	●	○
informática	●	●	●	●	○
custo	○	○	○	○	○

(veja pg. 02)

Márcio José Soares



A PROPOSTA

A proposta é bem simples. Sugerimos a montagem de uma pequena placa que permitirá o controle através da porta paralela do PC de cargas de maior potência que a suportada pela porta. As aplicações são muitas, como:

- Domótica (controle de cargas em uma casa inteligente)
- Robótica (controle de motores)
- e pequenas automações.

A placa possui em sua entrada "opto-acopladores" para proteção da porta paralela contra qualquer problema, isolando assim o PC do resto da placa (saídas). Em suas saídas foram inseridos quatro relés, o que significa que é possível controlar quatro cargas independentes. Com a adição de mais uma placa é possível controlar até oito cargas.

O leitor já deve ter notado que o uso desta placa, em conjunto com um PC e a linguagem LOGO, permitirá uma série de "automatismos". Tudo será uma questão de criatividade e esta, temos certeza, não faltará ao nosso leitor!

O CIRCUITO

Na **figura 1** o leitor tem o circuito eletrônico da placa LOGO-Control. O mesmo é bastante simples.

O conector CN_1 tem o mesmo formato de um conector para a porta paralela de um PC. No circuito foram utilizados, desta "porta", apenas os quatro primeiros bits de dados, D0 a D3 (pinos 2 a 5) e os pinos de GND (18 a 25).

CI_1 a CI_4 são opto-acopladores 4N25 com sua "entrada" ligada a porta paralela (um dos pinos de dados) e sua "saída" ligada ao controle de um relé (transistor). Na **figura 2**, o leitor pode ver o diagrama interno do 4N25.

Observando a **figura 2**, o leitor poderá verificar que internamente ao opto-acoplador, temos um diodo emissor de raios "infra-vermelhos" e um foto transistor. Quando o diodo é ligado de maneira adequada, sua condução faz com que o mesmo emita raios IR. Estes são então captados pelo foto transistor que passa da condição de "corte" (não condução de corrente na junção coletor/emissor) para a "saturação" (condução de corrente na junção coletor/emissor).

Desta forma o sinal inserido na "entrada" (diodo IR) é transportado para a "saída" (fototransistor) "opticamente", sem qualquer conexão "elétrica", pois o circuito de "entrada" (PC) fica isolado do circuito de saída (relés). Se, por exemplo, ocorrer um curto-circuito ou sobrecarga na placa (mais especificamente em suas saídas), o efeito não será "transportado" para porta paralela, sendo que a análise inversa também é valida (problemas na porta paralela do PC).

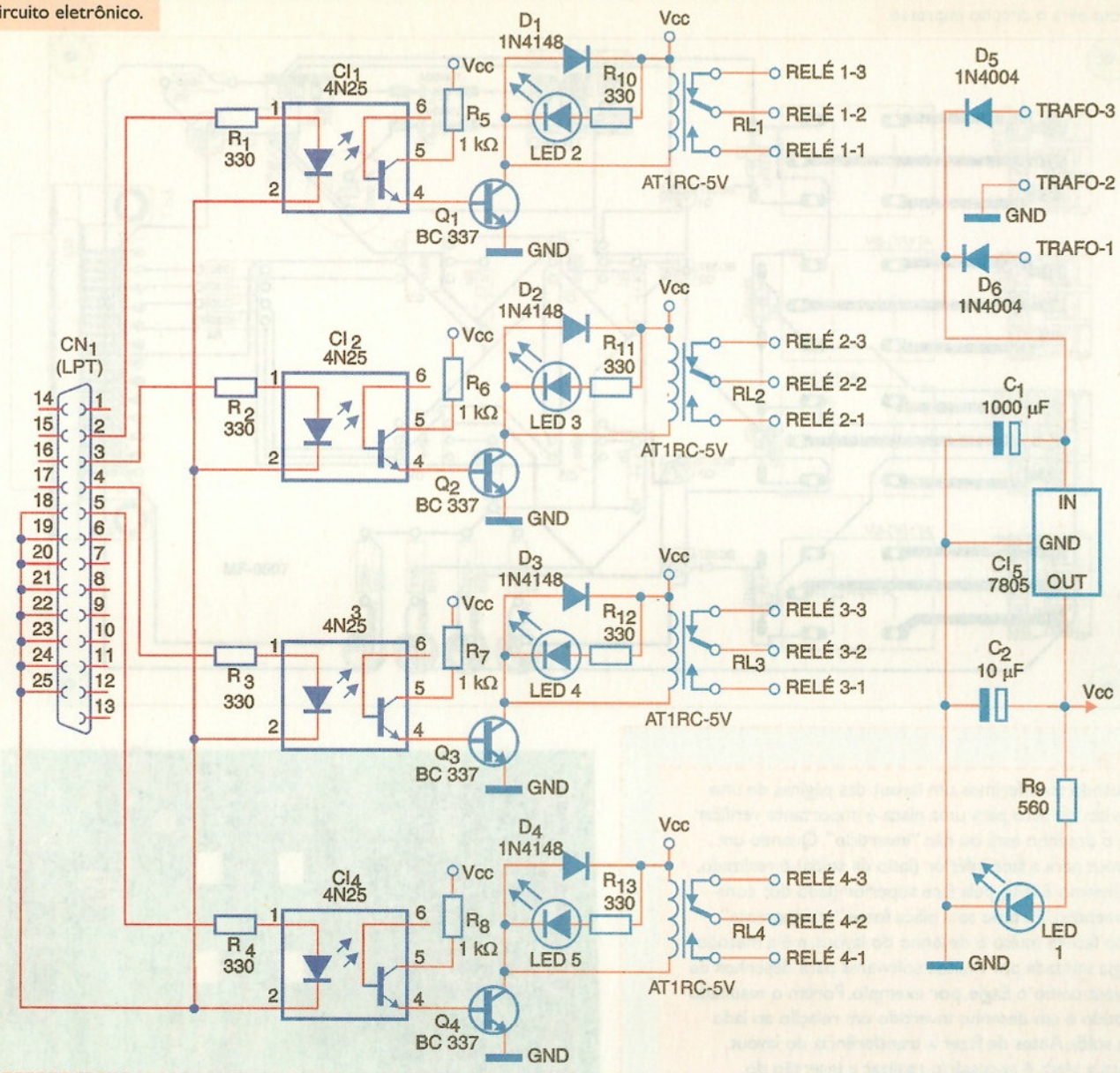
R_1 a R_4 são resistores limitadores de corrente para os diodos emissores dos opto-acopladores. R_5 a R_8 são resistores de polarização de base para Q_1 a Q_4.

D_1 a D_4 são diodos de proteção para os transistores (Q_1 a Q_4) contra correntes reversas que surgem quando do desligamento das bobinas dos relés.

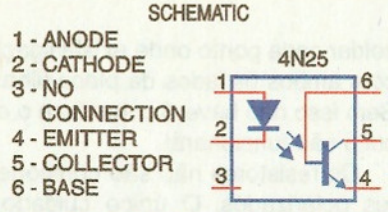
RL_1 a RL_4 são relés Metaltex com tensão de bobina igual a 5 VDC, modelo AT1RC-5V (um contato reversível), porém qualquer outro equivalente (mesma tensão de bobina, número e tipo de contatos e pinagem) poderá ser utilizado.

Os LEDs 2 a 5 informam quando um relé (1 a 4, respectivamente) está

1 Circuito eletrônico.



2 Diagrama interno do 4N25.



ativo (LED aceso ativo, LED apagado relé não ativo). Os resistores R_{10} a R_{13} são limitadores de corrente para estes LEDs.

O circuito prevê ainda uma fonte de alimentação. A mesma é formada por um transformador 9VAC + 9VAC com corrente da ordem de 0,5 a 1 A, um regulador de tensão para 5 VDC (CI5), dois diodos retificadores (D_5 e D_6), além dos capacitores de filtro (C_1 e C_2). O LED_1, juntamente com seu resistor limitador de corrente (R_9), indica que o circuito está ligado (5 VDC presente).

MONTAGEM

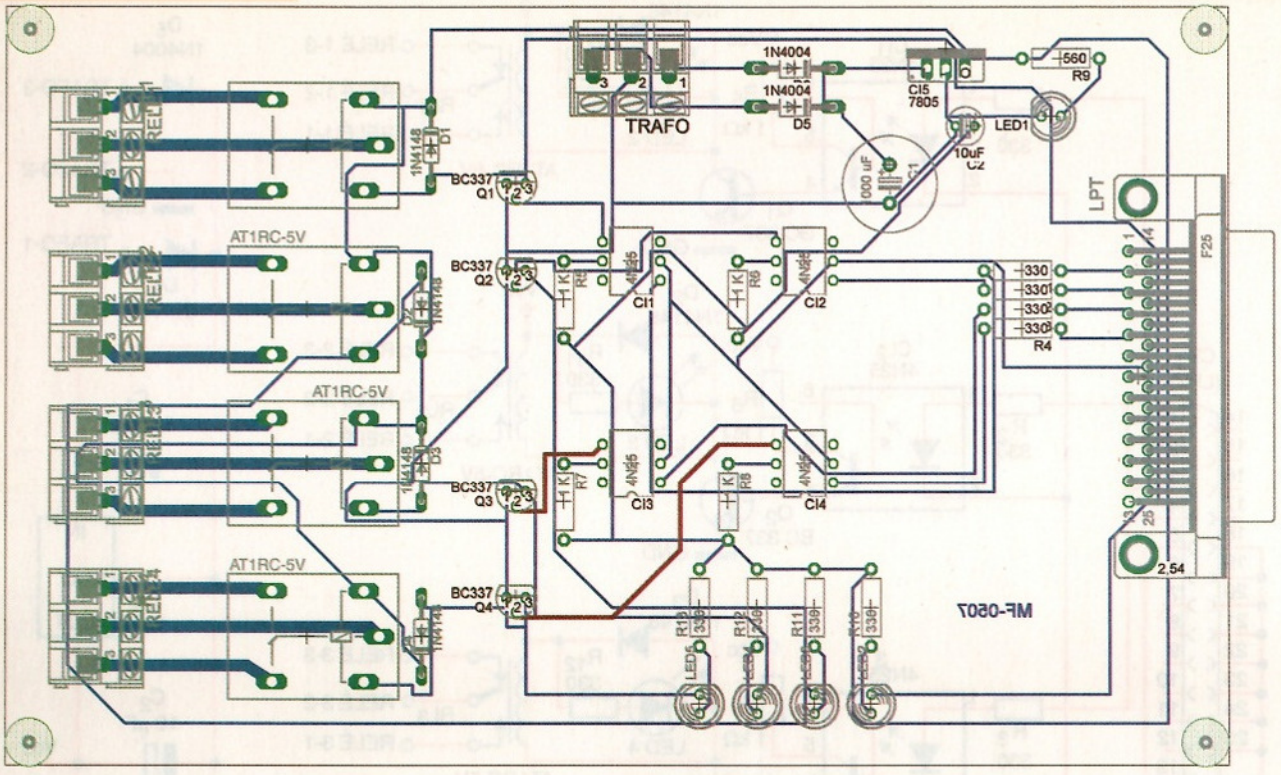
Na **figura 3** vemos o *layout* sugerido para a confecção da placa de circuito impresso. O leitor notará que a mesma tem duas faces. Não se assuste!

Para o leitor que nunca confeccionou uma placa com duas faces, esta placa é uma excelente oportunidade para ampliar seus conhecimentos. O lado dos componentes recebeu apenas duas trilhas e isso facilitará bastante a sua confecção.

A metodologia a ser aplicada na confecção desta placa é a mesma usada na confecção de uma placa com apenas uma face. A diferença é que será necessário aplicar dois desenhos de forma "casada", ou seja, a furação das ilhas no lado superior (componentes) deve bater com a furação da parte inferior, se existir ligação como o mesmo componente (pino) em cima e em baixo da placa. Isto deve ser feito na fase do desenho da placa.

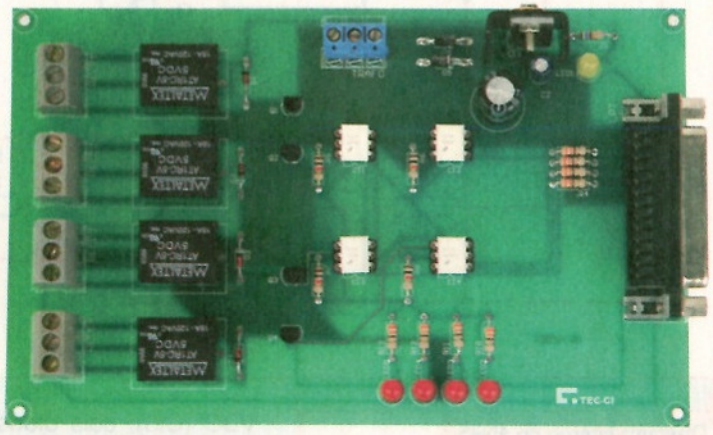
Em resumo: primeiramente o leitor deverá realizar a transferência do desenho da parte inferior, utilizando

3 Layout para o circuito impresso.



Nota

Quando transferimos um layout das páginas de uma revista ou livro para uma placa é importante verificar se o desenho está ou não "invertido". Quando um layout para a face inferior (lado da solda) é realizado, o mesmo é feito pela face superior (lado dos componentes). É como se a placa fosse "transparente". Isso facilita muito o desenho do layout, e é a metodologia utilizada por muitos softwares para desenhos de layout como o Eagle, por exemplo. Porém o resultado obtido é um desenho invertido em relação ao lado da solda. Antes de fazer a transferência do layout para a placa é necessário realizar a inversão do mesmo (mas apenas para o lado inferior). Para todo layout desenhado para o lado superior da placa (lado dos componentes) não é necessário nenhuma inversão, pois o mesmo foi traçado pelo lado correto! Geralmente os layouts apresentados em nossas páginas, com os componentes sobrepostos, não estão invertidos para o lado inferior. Em alguns casos, quando há "espaço" inserimos também o desenho do layout, sem qualquer componente, já invertido.



o método usual. Em seguida, orientando-se pela furação, deverá aplicar o desenho no lado superior (lembrando que a placa deve ter cobre dos dois lados).

O leitor tem ainda a opção de fazer apenas a confecção das trilhas do lado inferior na placa e fazer as ligações do lado superior com fios encapados. Porém, acreditamos que preparar a placa ajudará o leitor em seu aprendizado.

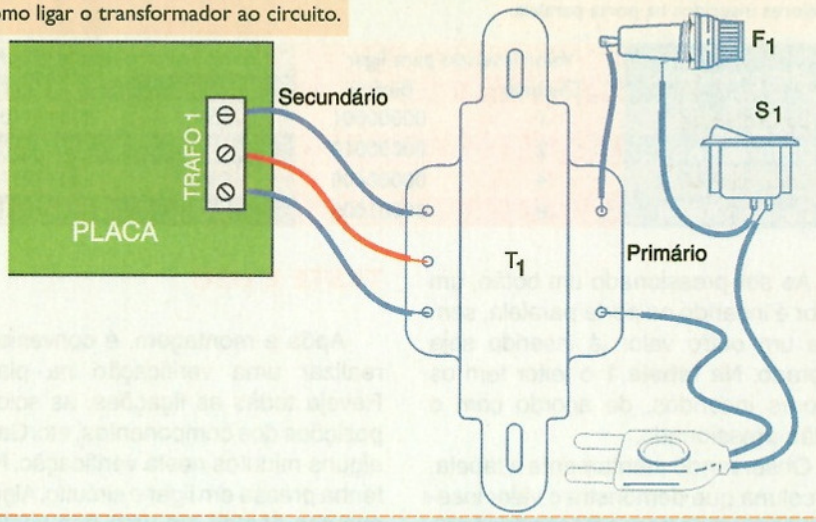
Após a confecção da placa, inicie a montagem. Utilize nesta montagem suportes para todos os CIs opto-acopladores. Tenha muito cuidado ao soldar capacitores eletrolíticos, diodos, o regulador de tensão, transistores e LEDs. São componentes polarizados e requerem cuidado neste quesito.

Se o leitor optou pela confecção do circuito impresso com dupla face, não deve esquecer que é necessário soldar cada ponto onde exista ligação com ambos os lados da placa (ilhas). Sem isso não haverá conexão e o circuito não funcionará!

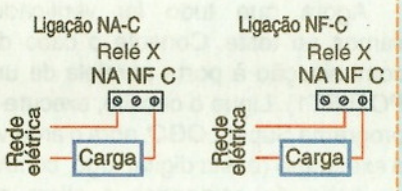
Os resistores não são componentes polarizados. O único cuidado é montá-los na posição indicada na placa. Use a lista de materiais para se orientar com relação ao seu código de cores. Os capacitores C_1 e C_2 são capacitores do tipo eletrolítico e, portanto, polarizados. Cuidado para não invertê-los na sua montagem.

Os diodos D_5 e D_6 são diodos retificadores, enquanto os diodos D_1, D_2, D_3 e D_4 são diodos de sinal. Cuidado

4 Como ligar o transformador ao circuito.



5 Ligação para as cargas.



para não se confundir durante a montagem. Os LEDs 1 a 5 podem ser de qualquer tipo, desde que sua tensão de trabalho não exceda os 2 VDC.

Os transistores utilizados nesta montagem são do tipo NPN (BC337). A montagem de um transistor requer cuidados, evitando a sua inversão e seu sobre-aquecimento durante a solda. Os relés utilizados no protótipo são do fabricante Metaltex, modelo AT1RC-5V, mas como colocado anteriormente um outro qualquer, desde que equivalente, poderá ser utilizado.

O uso de um pequeno radiador de calor para CI_5 (o regulador de tensão) é recomendado. Assim, o circuito poderá ficar ligado longos períodos sem que CI_5 "sofra" com um possível sobre-aquecimento.

O transformador utilizado na montagem deve ter tensão de entrada de acordo com a rede elétrica e tensão de saída com 9 VAC + 9 VAC (transformador com tomada central no secundário) e 0,5 a 1 A de corrente. Para ligar o transformador e seus "acessórios" ao circuito utilize a **figura 4**.

Em nosso protótipo utilizamos conectores tipo KRE com três segmentos cada para a ligação do transformador (TRAFO) e dos relés (RL_1 a RL_4). Contudo, o leitor poderá soldar os fios diretamente na placa sem maiores problemas.

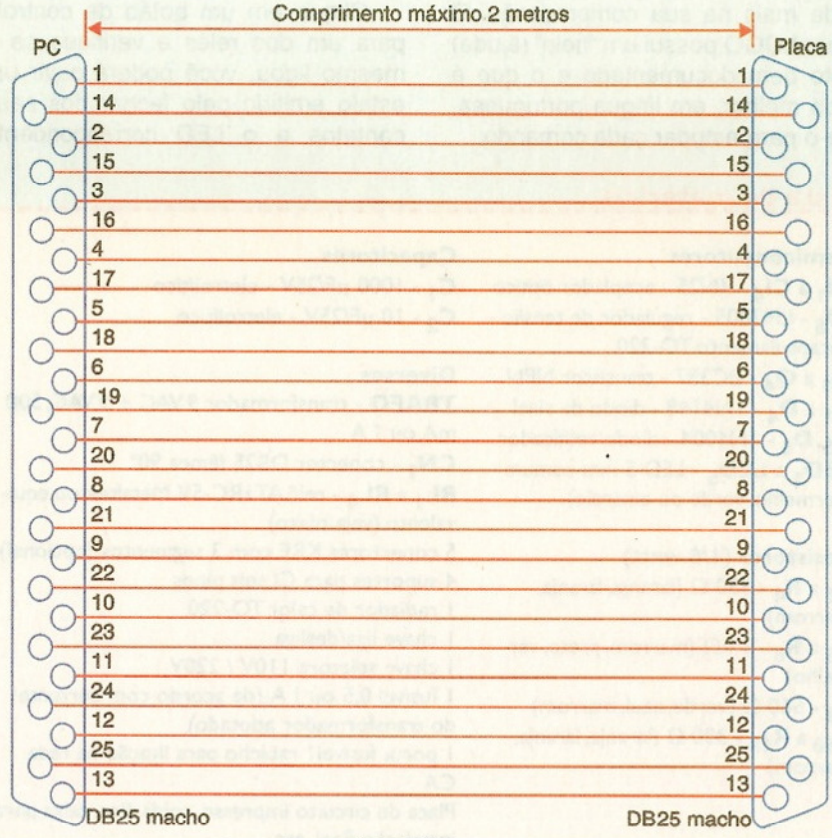
Para ligar as cargas aos relés o leitor poderá usar os contatos NA e C ou NF e C dos mesmos. Se uma carga necessitar ficar ligada por um longo período, sugerimos que se utilizem os contados "NF" e "C", pois não haverá necessidade de manter o relé ligado durante este (longo) período. Porém se a carga precisa permanecer ligada durante curtos intervalos de tempo, o ideal é utilizar os contatos "NA" e "C".

Na **figura 5** o leitor tem ambas as formas de ligação.

Para conectar a placa a um PC é requerido um cabo para viabilizar a comunicação entre o PC e a placa. Este cabo deve ser construído pelo próprio leitor, conforme a **figura 6**.

Para melhorar ainda mais o acabamento final sugerimos a montagem da placa em uma caixa, que pode

6 Cabo de comunicação.



Observação

As cargas a serem utilizadas com este projeto devem ser dimensionadas de acordo com a corrente máxima suportada pelos contatos dos relés. Não ultrapasse este limite. Cargas com consumo de corrente maior que o indicado não devem ser utilizadas sem a devida adaptação (uso de um relé externo com capacidade de corrente maior em seus contatos). A mesma recomendação é válida para a fiação utilizada nesta parte da montagem (ligação da carga ao relé).

ser construída com plástico, alumínio, ferro ou ainda madeira.

A instalação da placa em caixas metálicas requer certos cuidados com a sua isolação em relação à caixa, para evitar curto-circuito. Já as caixas de plástico ou madeira dispensam tais cuidados.

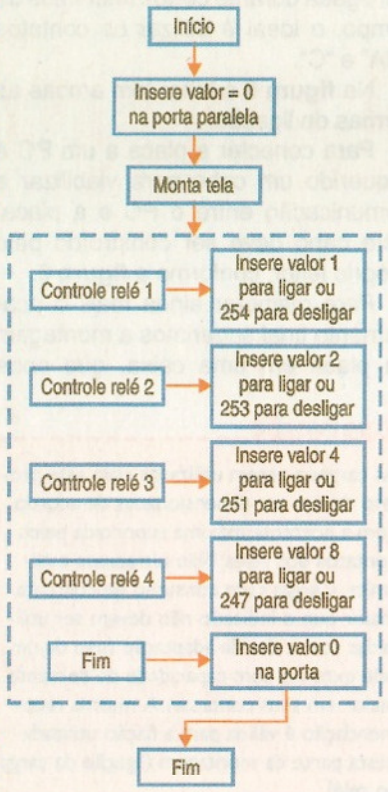
A escolha do tipo e material com que a caixa será construída é livre. Uma excelente alternativa é o uso de caixas comerciais para finalizar o projeto. A Patola, fabricante de caixas plásticas, oferece uma série de modelos para diversos fins.

O PROGRAMA

Na **figura 7** apresentamos o fluxograma do programa, disponível gratuitamente em nosso *site*. Detalharemos a seguir o seu funcionamento, que é bem simples.

O mesmo inicia a porta paralela com o valor "0" em todos os seus pinos de dados. Em seguida, a tela de controle é montada e os botões descritos no fluxograma podem ser vistos.

7 Fluxograma do programa.



T1 Valores inseridos na porta paralela.

Botão pressionado	Valor inserido para ligar		Valor inserido para desligar	
	Decimal	Binário	Decimal	Binário
Controle Relé 1	1	00000001	254	11111110
Controle Relé 2	2	00000010	253	11111101
Controle Relé 3	4	00000100	251	11111011
Controle Relé 4	8	00001000	247	11110111

Ao ser pressionado um botão, um valor é inserido na porta paralela, sem que um outro valor já inserido seja alterado. Na **tabela 1** o leitor tem os valores inseridos, de acordo com o botão pressionado.

Observando atentamente a tabela, na coluna que demonstra o valor inserido, convertido para notação "binária", é possível perceber que para ligar um determinado relé, inserimos o nível lógico "1" (Vcc) e para desligá-lo inserimos o nível lógico "0" (GND) no bit de dado que controla tal relé. Estes bits são D0, D1, D2 e D3 para RL_1, RL_2, RL_3 e RL_4, respectivamente.

Conforme dito anteriormente, inserimos o valor correspondente sem alterar os outros valores. Isso é conseguido com o uso da lógica "OR" (OU) para ligar os bits e "AND" (E) para desligar.

Estudar o programa poderá ajudar ainda mais na sua compreensão. O Super LOGO possui um "help" (ajuda) muito bem documentado e o que é ainda melhor, em língua portuguesa. Use-o para estudar cada comando.

TESTE E USO

Após a montagem, é conveniente realizar uma verificação na placa. Reveja todas as ligações, as soldas, posições dos componentes, etc. Gaste alguns minutos nesta verificação. Não tenha pressa em ligar o circuito. Alguns minutos gastos em uma boa verificação podem representar a diferença entre o sucesso e o fracasso nesta montagem.

Agora que tudo foi verificado, vamos ao teste. Conecte o cabo de comunicação à porta paralela de um PC (LPT1). Ligue o circuito, execute o programa Super LOGO, abra o arquivo e execute-o (basta digitar logo_control na linha de comandos e clicar no botão "Executar").

Veja na **figura 8**. Todos o relés devem permanecer desligados neste momento.

Clique em um botão de controle para um dos relés e verifique se o mesmo ligou, você poderá ouvir um estalo emitido pelo fechar dos seus contatos e o LED correspondente

Lista de materiais

Semicondutores

CI_1 a CI_4 - 4N25 - acoplador óptico
CI_5 - LM7805 - regulador de tensão - encapsulamento TO-220
Q_1 a Q_4 - BC337 - transistor NPN
D_1 a D_4 - 1N4148 - diodo de sinal
D_5, D_6 - 1N4004 - diodo retificador
LED_1 a LED_5 - LED 5 mm comum (vermelho, verde ou amarelo)

Resistores (1/8 watt)

R_1 a R_4 - 330 Ω (laranja, laranja, marrom)
R_5 a R_8 - 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_9 - 560 Ω (verde, azul, marrom)
R_{10} a R_{13} - 330 Ω (laranja, laranja, marrom)

Capacitores

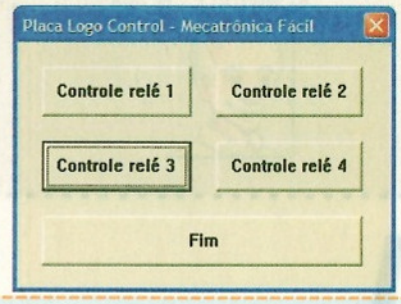
C_1 - 1000 µF/25V - eletrolítico
C_2 - 10 µF/25V - eletrolítico

Diversos

TRAFO - transformador 9 VAC + 9 VAC, 500 mA ou 1 A
CN_1 - conector DB25 fêmea 90°
RL_1 a RL_4 - relé AT1RC-5V Metaltex ou equivalente (veja texto)
5 conectores KRE com 3 segmentos (opcional)
4 suportes para CI seis pinos
1 radiador de calor TO-220
1 chave liga/desliga
1 chave seletora 110V / 220V
1 fusível 0,5 ou 1 A (de acordo com corrente do transformador adotado)
1 porta fusível1 rabicho para ligação na rede CA
Placa de circuito impresso, solda, fios, caixa para instalação final, etc.

8

Tela do programa de execução.



acenderá, indicando a operação. Teste todos os outros controles.

Para ligar uma carga qualquer à placa, basta seguir as orientações dadas anteriormente. Tome bastante cuidado, principalmente se você estiver utilizando a rede elétrica para alimentar tais cargas. Há perigo de choque nos conectores dos relés e em alguns pontos da placa por onde a tensão CA circula.

O circuito é funcional e não apresentou qualquer problema durante os testes no laboratório do autor. Caso a sua placa não funcione adequadamente, você deverá verificar sua montagem novamente. Reveja todas as etapas. Verifique se não existem erros na confecção da placa, se não há soldas frias ou pequenos curtos provocados por pontos muito próximos, etc. Toda verificação deve ser feita com muita calma, e preferencialmente com a ajuda de um amigo ou professor. Geralmente um "terceiro" tem mais chance de encontrar um erro que nos passou despercebido.

CONCLUSÃO

Não é de hoje que propomos algumas montagens práticas com intuito de aproximar nosso leitor do mundo da Automação. Esta é uma área que não pára de crescer. Cada vez mais as empresas procuram por profissionais especializados na área. Estude muito e realize o maior número de montagens possíveis (sempre dentro da possibilidade de cada um). Quanto mais, melhor! O leitor que se permitir "experimentar" enquanto estudante e/ou *hobbista* terá maiores chances que um outro que não seguiu o mesmo caminho. Boa montagem e até a próxima!

ELETRÔNICA TOTAL

Faltando Informação? Complete sua coleção

Adquira as edições anteriores da revista **Eletrônica Total** através do site: **www.sabermarketing.com.br** ou pelo telefone: **(11) 6195-5330**



98



99



100



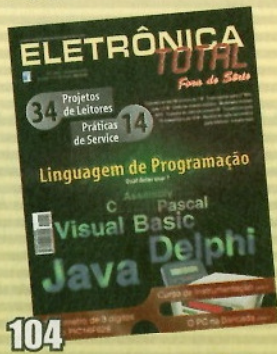
101



102



103



104



105



106



107



108



109



110



111



112

Como usar Matrizes de Contatos

Estimulador de nervos

Newton C. Braga



Uma montagem biônica bastante interessante é aquela que faz a interação entre um circuito eletrônico gerador de alta tensão e um ser vivo, inclusive humano. O estimulador de nervos que descrevemos neste artigo, além de ser uma montagem simples que pode ser implementada numa matriz de contatos, serve também para mostrar como os seres vivos reagem a estímulos elétricos.

Para vencer a resistência da pele humana, excitando as terminações nervosas de modo que alguma sensação possa ser obtida, é preciso aplicar tensões da ordem de 30 V e acima, o que não é conseguido a partir de pilhas comuns.

Assim, para o estímulos de nervos, não só devem ser geradas tensões acima desse valor, mas também na forma de pulsos, para que o efeito possa ser mantido. Some-se a isso a necessidade de se limitar a intensidade da corrente para que o estímulo não se torne perigoso.

É por esse motivo que nunca se deve realizar experimentos usando diretamente a tensão da rede de energia que é extremamente perigosa, pela sua elevada tensão e pelo fato de não haver qualquer limitação de corrente.

Para a realização de experiências seguras com animais ou com seres humanos, recomenda-se a utilização de um circuito alimentado por pilhas e que tenha a limitação de corrente.

Mas, se as pilhas não fornecem a tensão necessária para os estímulos, o que fazer?

É justamente isso que descrevemos neste interessante projeto de um estimulador inofensivo, alimentado por pilhas e que ainda tem o controle da freqüência dos pulsos ou estímulos gerados.

COMO FUNCIONA

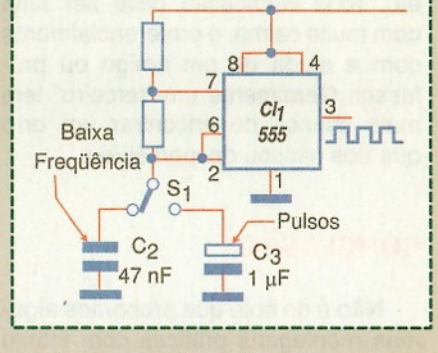
O circuito consiste em um pequeno inversor de baixa potência que eleva a tensão de 4 pilhas para valores máximos, que podem ficar entre 200 e 400 V dependendo do transformador usado.

Para fazer essa inversão utilizamos um oscilador que tem sua freqüência controlada e selecionada em duas faixas determinadas por dois capacitores, observe a **figura 1**.

O capacitor maior determina os pulsos de menor freqüência ou intervalados, e o capacitor menor, uma corrente alternada de saída.

Como o transformador é pequeno, apesar da tensão ser alta, a corrente é pequena, o que torna o aparelho seguro.

1 Oscilador.



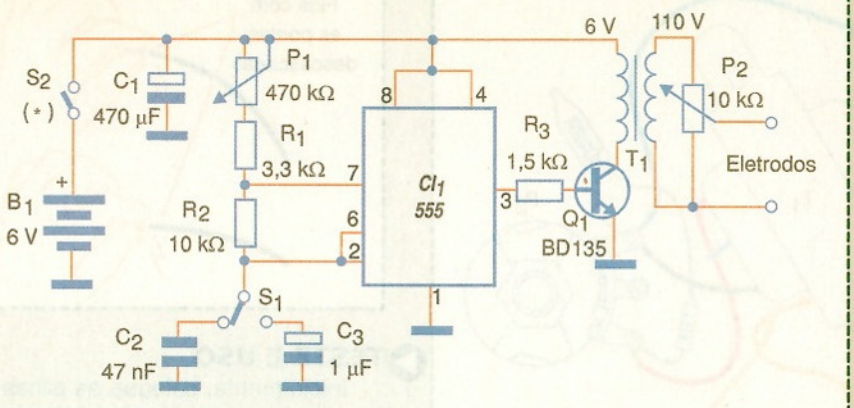
Para controlar a tensão aplicada externamente existe um potenciômetro que permite ajustar seu valor entre zero e o máximo.

MONTAGEM

O diagrama completo do estimulador de nervos é mostrado na **figura 2**.

Como esta seção visa ensinar aos leitores a forma de utilizar uma matriz de contatos, a tecnologia empregada para implementação do circuito é

2 Esquema eletrônico.



exatamente essa. Temos, então, na **figura 3** a disposição dos componentes nessa matriz de contatos.

O transformador é o único elemento do circuito que exige um pouco mais de atenção na escolha.

Em princípio, qualquer transformador que tenha um enrolamento primário de 110 V ou 220 V com secundário de qualquer tensão entre 5 + 5 V e 12 + 12 V com correntes entre 200 e 500 mA servirá.

Veja que mesmo tendo um primário de 110 V ou 220 V, não será essa a tensão que aparecerá nos eletrodos. A forma de onda gerada tem picos mais altos que podem chegar a valores bem superiores aos 300 e até mesmo 400 V.

A lâmpada néon serve para indicar que alta tensão está sendo gerada, pois esse tipo de lâmpada precisa de pelo menos 80 V para ser ionizada.

A alimentação do circuito pode ser feita com pilhas pequenas, mas como o consumo é algo elevado, para uma duração maior, caso o leitor use o circuito em experimentos prolongados, poderão ser usadas pilhas médias ou grandes. O uso de pilhas médias ou grandes não vai alterar a tensão gerada, apenas a durabilidade.

O transistor precisará ser dotado de um radiador de calor se sua utilização for prolongada, ou ainda se o leitor notar um aquecimento excessivo quando em uso.

Os eletrodos admitem diversas configurações. A mais simples consiste de dois fios com as pontas descascadas, os quais devem ser seguros pela pessoa que vai receber o estímulo, conforme ilustra a **figura 4**.

Outras possibilidades seriam bastões de metal ou plaquinhas de metal.

Na montagem na matriz observe a posição de componentes como o transistor, circuito integrado e capacitores eletrolíticos, pois inversões podem impedir o funcionamento do circuito e até mesmo causar sua queima.

Seus emails não funcionam ?
Sua página esta fora do ar ?
Seu banco de dados sumiu ?

Então você precisa de um provedor de verdade !

Hospedagem Profissional

Registro de dominio nacional e internacional
ASP.NET
PHP
MySQL
SQL
Anti-Spam
Anti-vírus

Revenda de Hospedagem

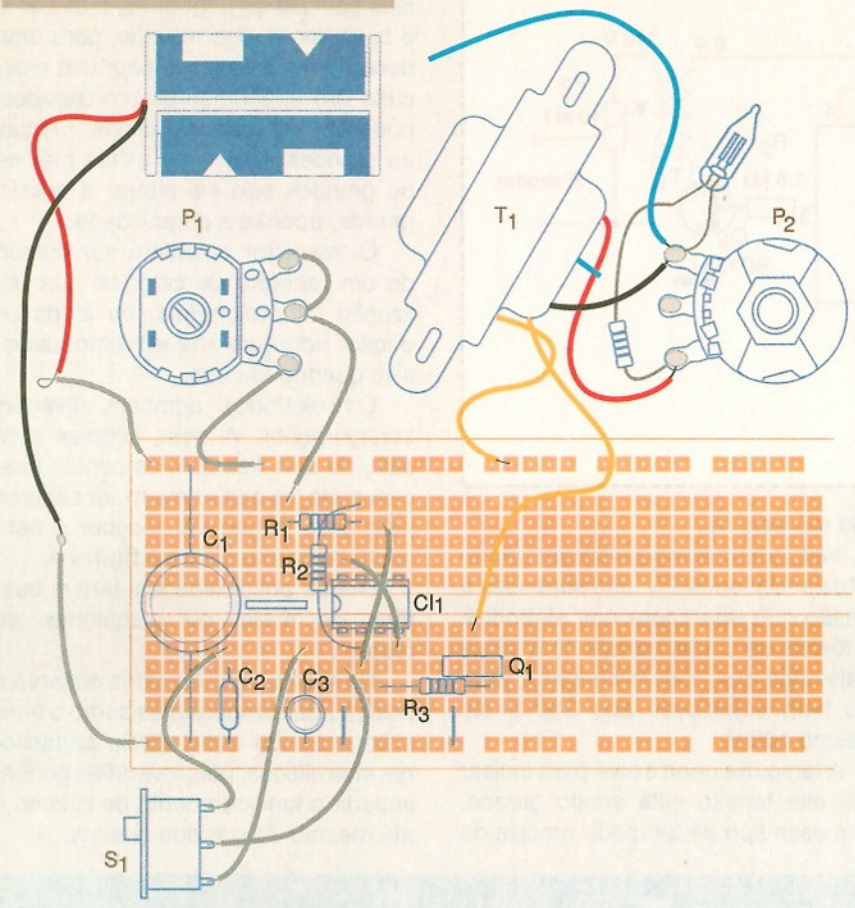
» Sem limite de Sites com Domínio próprio
» Sem limite de Emails POP3
» ASP, ASP.net, Perl, Pyton, PHP, MySq Microsoft SQL, Access, SSI, Web Statistics
» Webmail
» Front Page
» Administração do DNS
» Controle de tráfego e espaço por domínio
» Paginas de erro customizáveis
» Controle de permissão de diretórios
» Administrador de arquivos

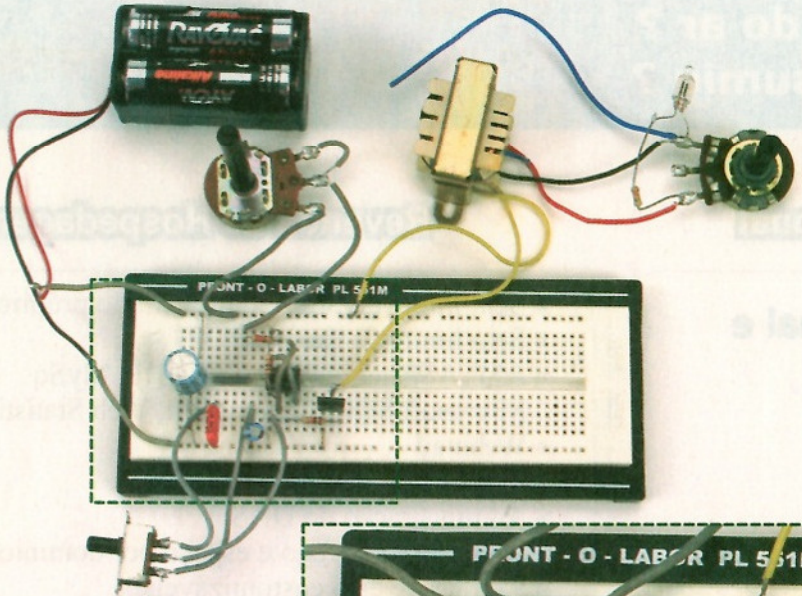
Consulte Valores

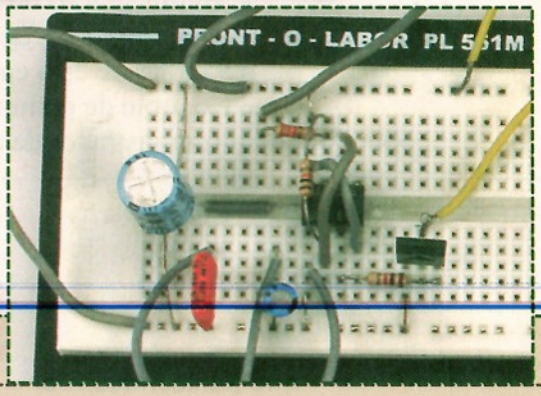
SILICOM
INTERNET PROVIDER

www.silicom.com.br - 0xx11 6197-7454
info@silicom.com.br

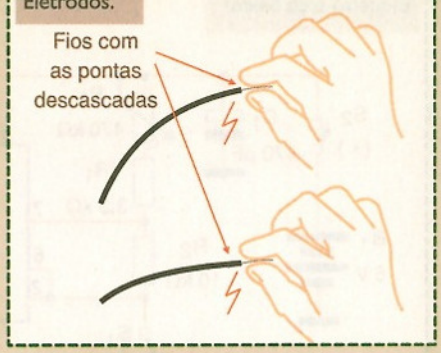
3 Disposição dos componentes na matriz.







4 Eletrodos.



TESTE E USO

Inicialmente, coloque as pilhas no suporte e conecte-o na matriz de contatos, observando a polaridade.

O circuito já deve funcionar, o que será constatado pelo acendimento da lâmpada néon.

Atue sobre o potenciômetro de controle de freqüência para verificar como o seu brilho se altera.

Agora, coloque P_2 na posição de menor resistência e segure os fios de saída entre os dedos. Vá gradualmente ajustando P_1 e P_2 até sentir uma sensação de formigamento ou pulsos, conforme o capacitor selecionado em S_1.

Comprovado o funcionamento, é só usar, partindo sempre de S_2 na posição de menor resistência. f

Lista de material:

CI_1 – 555 – circuito integrado, *timer*
Q_1 – BD135 – Transistor NPN de média potência
R_1 – 3,3 k Ω x 1/8 W – resistor – laranja, laranja, vermelho
R_2 – 10 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
R_3 – 1,5 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, verde, vermelho
C_1 – 470 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
C_2 – 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
C_3 – 1 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
S_1 – Chave de 1 pólo x 2 posições
P_1 – 470 k Ω – potenciômetro
P_2 – 10 k Ω – potenciômetro
T_1 – Transformador – ver texto
B_1 – 6 V – 4 pilhas pequenas, médias ou grandes.

Diversos:
Matriz de contatos, fios, suporte de pilhas, etc.

CURSO DE

ELETRÔNICA

Rádio • Telecomunicações • Televisão • Informática

A Eletrônica está presente em tudo: nos sistemas de áudio e vídeo, nos eletrodomésticos, no automóvel, na indústria, na medicina, nos microcomputadores...

Estudando Eletrônica você passa a conhecer melhor o mundo em que vivemos, pois ela está presente em todos os setores. O progresso vertiginoso da Eletrônica está sempre requerendo, cada vez em maior número, profissionais altamente qualificados para projetar, desenvolver e manter os diferentes sistemas eletrônicos.



Multímetro opcional

Multímetro digital (montado)
Especificações:
tensão DC: 1.000 V;
tensão AC:750 V;
corrente DC: 10 A;
resistência: 2 MΩ;
teste de diodo e transistor



"...Consegui terminar o curso completo, através do Monitor de São Paulo: eu recebia pacotes, com ferramentas e tudo. Como experiência, montei um rádio... Era a maior sensação construir um rádio, peça por peça, e ouvi-lo funcionar."

Betinho - *Trecho extraído do livro "Sem Vergonha da Utopia - Conversas com Betinho", obra sobre a vida de Betinho, líder da Campanha contra a Fome, de autoria de Ricargo Gontijo. Aluno do Instituto Monitor.*

OUTROS CURSOS PROFISSIONALIZANTES:

Garanta já seu espaço no mercado de trabalho!

Eletricista Enrolador

Todos os segredos da lucrativa atividade de enrolar motores monofásicos, trifásicos, induzidos e transformadores. O Serviço de enrolar motores é muito requisitado, sendo por isso muito bem remunerado.



Eletricista

Aprenda a projetar, executar e fazer manutenção de instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais. Torne-se um eletricista competente, com sólidos conhecimentos e boa remuneração.



Chaveiro

A chave de um Grande Negócio está aqui! O chaveiro é um profissional requisitado em diversas situações do dia-a-dia. Torne-se um competente profissional neste lucrativo ramo de negócios.





GRÁTIS
Catálogo informativo

Instituto Monitor
FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

VISITE NOSSO SITE
www.institutomonitor.com.br
atendimento@institutomonitor.com.br

Central de atendimento
(11)33-35-1000

Caixa Postal 2722 • São Paulo-SP • CEP 01009-972
Rua dos Timbiras, 257/263 • Centro • São Paulo-SP

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

_____

AF292/05

Nome _____
End. _____
Nº _____ Complemento _____ Bairro _____
Tel. _____ e-mail _____
CEP _____ Cidade _____ Est. _____

PARES TERMOELÉTRICOS



Processos industriais delicados e equipamentos eletrônicos exigem, em muitos casos, a monitoração precisa da temperatura. Na indústria o principal tipo de sensor de temperatura é o par termoelétrico ou termopar, como também é conhecido. Neste artigo analisamos o seu princípio de funcionamento e as suas principais aplicações práticas.

Newton C. Braga

Os pares termoelétricos consistem no tipo de sensor que melhor se adapta à medida de temperaturas elevadas.

Diferentemente dos termistores e sensores semicondutores à base de silício, cuja temperatura não pode ultrapassar os 150 °C, os sensores termoelétricos podem suportar temperaturas que superam os 1 000 °C.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Quando dois metais diferentes são unidos de modo a formar uma junção, algumas propriedades elétricas importantes se manifestam em função da temperatura.

Ligando o dispositivo formado pelos dois metais mostrados a um indicador de tensão e aquecendo este dispositivo, conforme ilustra a **figura 1**, observamos o aparecimento de uma tensão que depende da temperatura.

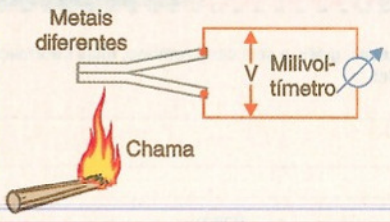
Normalmente, para usar este dispositivo na medida de temperaturas, ele é ligado em série com uma segunda junção que serve de referência, sendo a mesma mantida numa temperatura mais baixa (junção de referência).

O dispositivo formado pela junção dos dois metais serve então para a medida da temperatura, e é denominado "par termoelétrico".

Na prática, para utilizar um termopar ou par termoelétrico na medida de temperaturas, existem alguns requisitos adicionais, uma vez que a linearidade e a precisão precisam ser consideradas e também a necessidade de se amplificar a tensão, pois os valores obtidos em função dos materiais mais comuns empregados são muito baixos.

Iniciamos, agora, a análise do funcionamento de um par termoelétrico verificando o porque do aparecimento da tensão quando a junção é aquecida.

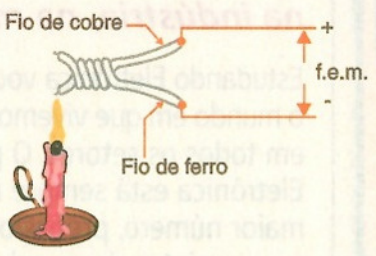
1
Princípio de funcionamento.



HISTÓRICO

Foi em 1821 que Seebeck observou que quando um fio de cobre formava uma junção com um fio de ferro, veja a **figura 2**, e havia o aquecimento dos dois, uma força eletromotriz (f.e.m.) podia ser medida entre eles. Posteriormente, foi descoberto que essa tensão tinha origem em dois fenômenos separados, que receberam os nomes de seus descobridores.

2
Surgimento da f.e.m.



a) Força Eletromotriz de Peltier

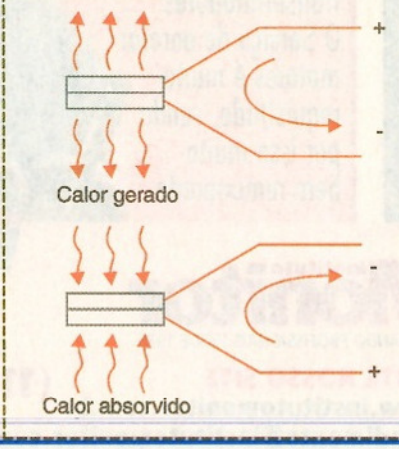
Segundo Peltier, se uma corrente elétrica flui na junção entre dois metais diferentes, calor é gerado (ou absorvido) neste local em uma quantidade proporcional à intensidade da corrente.

Se o calor vai ser gerado ou absorvido dependerá do sentido da corrente, o que quer dizer que podemos fazer com que a junção gere calor ou absorva calor simplesmente invertendo o sentido da corrente, conforme mostra a **figura 3**.

Na prática, os dispositivos de efeito Peltier podem ser usados justamente para esfriar um local, devido a circulação de uma corrente em sentido apropriado na sua junção.

Por outro lado, observa-se também que o efeito inverso ocorre quando esfriamos ou aquecemos a junção.

3
Força eletromotriz de Peltier.

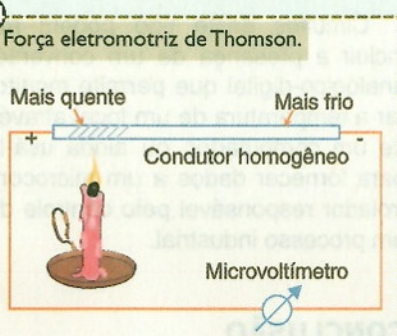


Uma corrente cujo sentido depende precisamente do fato de esfriarmos ou aquecermos a junção, é gerada pelo mesmo efeito.

b) Força Eletromotriz de Thomson

Thomson observou que se um condutor homogêneo for aquecido de maneira não uniforme, conforme visto na **figura 4**, aparece nas suas extremidades uma força eletromotriz cuja polaridade e intensidade dependem do gradiente de temperatura no trecho considerado do condutor.

4 Força eletromotriz de Thomson.



Na prática, a f.e.m. de Thomson apresenta algumas anormalidades, pois existem materiais em que ocorrem inversões de polaridade com a variação da temperatura, a exemplo do bismuto. O fato importante é que a tensão que aparece nas extremidades de uma junção termoelétrica pode ser usada na medida da temperatura, e isso leva à construção de diversos tipos de termopares de uso em instrumentação eletrônica para a indústria e em muitas outras aplicações.

OS TIPOS DE TERMOPARES

Para obter um termopar que possa ser utilizado na medida de temperaturas com precisão, alguns cuidados devem ser tomados com a escolha dos materiais tais como:

- As f.e.m. de Thomson devem somar-se no circuito;
- As f.e.m. de Thomson devem variar na proporção direta com a temperatura;
- As f.e.m. de Peltier devem ter a mesma polaridade das f.e.m. de Thomson;
- As f.e.m. de Peltier também devem variar na proporção direta com a temperatura;
- A potência elétrica gerada pelo par deve ser a maior possível.

Na prática é impossível encontrar materiais que apresentem estas características, mas com o uso de ligas apropriadas poderão ser obtidos pares termoelétricos com características bem próximas do ideal.

Assim sendo, o que encontramos nas aplicações em instrumentação eletrônica são pares feitos de materiais que são escolhidos de acordo com a faixa de temperaturas que devem ser medidas.

Estes materiais são tais que sua linearidade, precisão e potência atendem justamente a faixa indicada, possibilitando assim a medida precisa da temperatura.

Para termos um termopar que seja útil numa aplicação, ele deverá apresentar as seguintes propriedades:

a) **Linearidade na faixa de temperaturas medidas** - A f.e.m. apresentada deve manter uma relação de proporcionalidade direta com a temperatura, conforme mostra a **figura 5**.

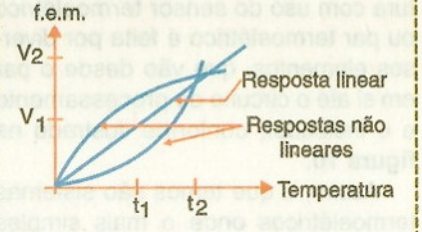
b) **Resistência à temperatura medida** - O par termoelétrico deve resistir à faixa de temperaturas que devem ser medidas.

c) **Sensibilidade** - Deve apresentar uma tensão de saída (f.e.m.) razoável na faixa de temperaturas que devem ser medidas.

d) **Prontidão** - Deve ser de acordo com a aplicação, significando a velocidade com que ele pode responder a uma variação da temperatura.

e) **Estabilidade** - Não deve mudar de característica com o tempo ou mesmo sob a ação do meio em que ele deve funcionar.

5 Linearidade na faixa de temperatura.



Para as aplicações reais existem diversos tipos de pares termoelétricos que são usados na instrumentação industrial em diversas faixas de temperatura.

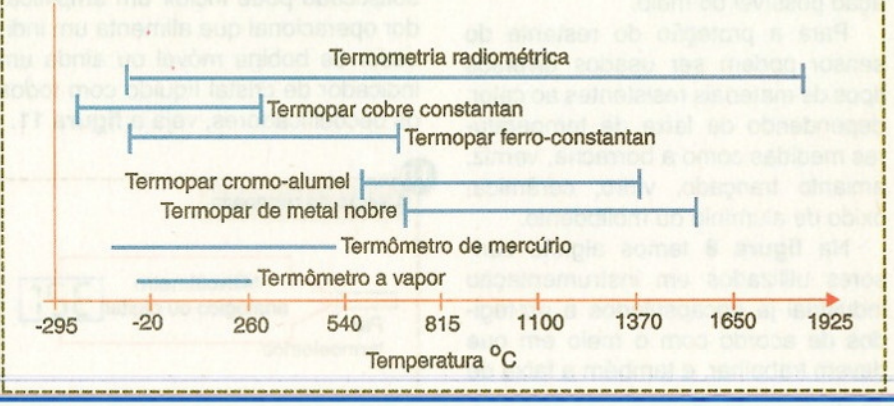
Na **figura 6** ilustramos um gráfico em que as faixas de temperaturas de operação dos tipos mais comuns são comparadas com outros tipos de sensores de uso corrente em instrumentação. Os principais tipos com suas características, são:

Cobre-Constantan - (tipos T) - Estes sensores são indicados para medir temperaturas na faixa de -84 a 315 °C e têm uma característica que os torna superiores principalmente na medida de temperaturas muito baixas, na faixa abaixo de zero.

Ferro-Constantan - (tipo J) - Estes sensores são usados principalmente em meios redutores (onde há falta de oxigênio) para a medida de temperaturas na faixa de -18 a 870 °C.

Quando utilizados em temperaturas acima de 538 °C sua oxidação aumenta rapidamente, o que exige o emprego de um fio mais grosso ou mais pesado para evitar uma ação mais intensa sobre o sensor, ou ainda fazer sua proteção com capas protetoras.

6 Faixas de temperaturas de operação.



Os pares termoelétricos deste tipo, sem capas, são bastante usados em medidas de temperatura até 290 °C.

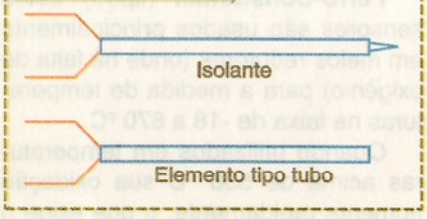
Cromo-Alumel - (tipo K) - Estes pares termoelétricos são indicados para aplicações em meios onde exista excesso de oxigênio livre (oxidantes) para a medida de temperaturas de até 1315 °C.

Na verdade, a limitação destes sensores está em 1150 °C se a operação for constante, uma vez que o meio tende a agir sobre o material modificando suas características.

Platina-Platina-Ródio - (tipos R, S10 e 13% de ródio) - Temos aqui os termopares de metais nobres que são indicados para medir temperaturas mais elevadas.

Meios que contêm gases redutores afetam estes sensores, exigindo sua proteção por um tubo impermeável quando usados em temperaturas acima de 540 °C. Para proteger os termopares da ação do meio em que eles devem medir a temperatura existem diversas técnicas que são mostradas na **figura 7**.

7 Técnicas de proteção.



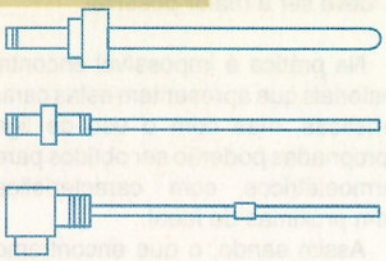
O tipo de aplicação do sensor é que vai determinar qual a melhor proteção que ele necessita.

Normalmente, o par termoelétrico em si, ou seja, as pontas dos fios não são protegidas, devendo ser escolhido o par de material que se adapte à ação possível do meio.

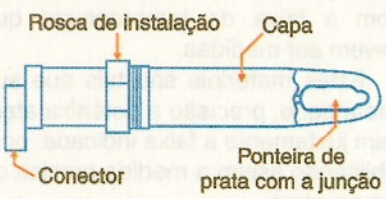
Para a proteção do restante do sensor podem ser usados diversos tipos de materiais resistentes ao calor, dependendo da faixa de temperaturas medidas como a borracha, verniz, amianto trançado, vidro, cerâmica, óxido de alumínio ou molibdênio.

Na **figura 8** temos alguns sensores utilizados em instrumentação industrial já encapsulados e protegidos de acordo com o meio em que devem trabalhar, e também a faixa de

8 Aspecto dos sensores.



9 Termopar em corte.



temperaturas que devem medir. Uma vista em corte de um termopar de aplicações industriais é mostrada na **figura 9**.

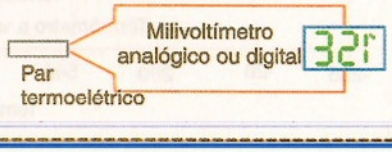
Os pares termoelétricos para aplicações na indústria e em instrumentação eletrônica seguem especificações padronizadas de modo que uma determinada aplicação pode contar com tipos diferentes de diversos fabricantes.

OS CIRCUITOS

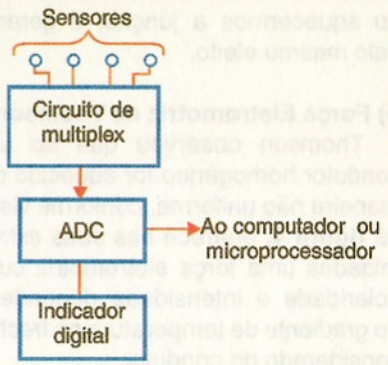
Na prática, a medida da temperatura com uso do sensor termoelétrico ou par termoelétrico é feita por diversos elementos, que vão desde o par em si até o circuito de processamento e o indicador, conforme ilustrado na **figura 10**.

Assim, o que temos são sistemas termoelétricos onde o mais simples emprega o par termoelétrico ligado a um milivoltímetro e o mais complexo e sofisticado pode incluir um amplificador operacional que alimenta um indicador de bobina móvel ou ainda um indicador de cristal líquido com todos os decodificadores, veja a **figura 11**.

10 Ligação do termopar.



11 Ligação mais complexa.



Circuitos deste tipo podem até incluir a presença de um conversor analógico-digital que permite monitorar a temperatura de um local através de um computador, ou ainda usá-la para fornecer dados a um microcontrolador responsável pelo controle de um processo industrial.

CONCLUSÃO

A medida de temperaturas elevadas com precisão exige técnicas que envolvem a previsão de todos os elementos que possam afetar o transdutor num ambiente em condições adversas.

Não basta escolher o transdutor correto (par termoelétrico) para a faixa de temperaturas que se deseja medir, mas também levar em conta a presença de substâncias que, com o tempo, possam afetar o sensor.

Nem sempre é possível trabalhar com sensores que sejam protegidos dada a temperatura muito elevada que se pretende medir, e é nesse ponto que os cuidados devem ser redobrados.

Devem ser consideradas, inclusive, as condições de interfaceamento da grandeza medida com o sistema de controle.

As empresas especializadas fornecem em seus catálogos todas as informações que o projetista precisa para o seu projeto, mas é necessário que ele saiba usar estas informações.

Neste artigo demos apenas uma idéia do princípio de funcionamento destes sensores, cabendo aos leitores do setor um aprofundamento específico dentro de suas áreas de atuação.

Loja Virtual

www.sabermarketing.com.br

SUEKIT - KP-1

Contém: Perfurador, punção de 0,8, 1, 1,5 mm, extrator de 0,8 e 1,5 mm, matriz com 3 furos, placa de fenolite e manual.



R$ 25,00

KIT - CK10

Estojo de madeira com placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloreto de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa.

R$ 45,00



Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

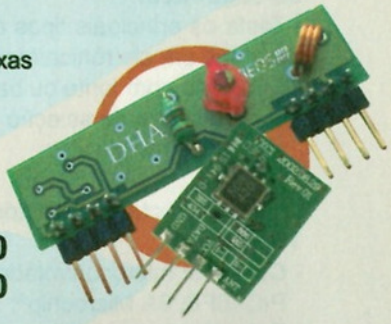
PL-551M: 2 barramentos, 550 pontos.....R$ 21,70
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....R$ 24,70
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....R$ 43,80
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....R$ 69,80



R$ 69,80

Módulos híbridos de RF

Ideal para links de dados de baixas velocidades, controle remoto de portões, alarmes, automatismos, telemetria, áreas de segurança, etc.
Faixa: 433 MHz



Transmissor - R$ 21,50
Receptor - R$ 15,50

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 FM, de carro ou aparelho de som.

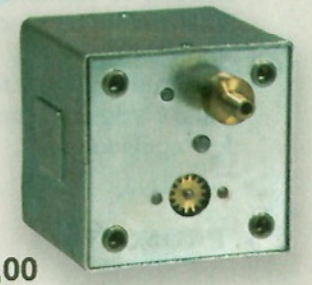
R$ 49,50



Mini caixa de redução

Para movimentar antenas internas, cortinas, robôs e objetos leves em geral. Alimentação 6 V, 35 rpm (sem carga), torque de 1,2 kgf.cm e potência de 1,8 W

R$ 56,00

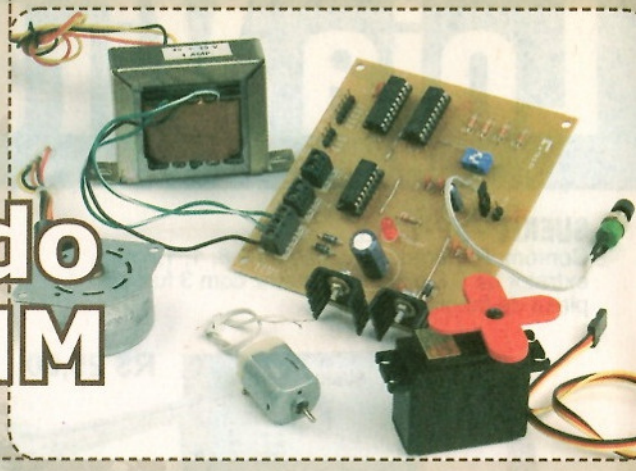


+ de 260 livros técnicos
Kits - Produtos - Revistas

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br
ou fone (11) 6195-5330

Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acesse www.sabermarketing.com.br
*O frete não esta incluído no valor do produto, sendo calculado de acordo com a localidade e tipo de envio.

Teste microcontrolado de motores TMM



Apresentaremos aqui uma ferramenta muito útil aos *hobbistas* de eletrônica e mecatrônica. É o projeto completo de um testador dos motores mais usados nestas áreas: o motor DC, o motor de passo e o servomotor. E o melhor de tudo, ele é portátil!

Marcelo G. Damasceno

Níveis de Dificuldade

	0	1	2	3	4
mecânica	○	○	○	○	○
eletrônica	●	●	●	●	●
informática	○	○	○	○	○
custo	○	○	○	○	○

(veja pg. 02)

CARACTERÍSTICAS

As características do TMM são as seguintes:

- Testa os principais tipos de motores usados em eletrônica/mecatrônica;
- Funciona com fonte ou bateria;
- Possibilidade de seleção de alimentação dos motores.

As características técnicas do TMM são:

- **Cérebro:** microcontrolador PIC16F628A Microchip®;
- **Entrada de comandos:** *Dip switch*;
- **Sinalização:** LED indicador de *power-on*;
- **Alimentação:** fonte regulada de 12 Vdc e 6 Vdc, com circuitos integrados reguladores.

A PROPOSTA

Quantas vezes nos deparamos com um problema do tipo: "preciso fazer um teste rápido pra ver se este motor está funcionando...". Mas, em muitas das vezes precisamos montar o *driver* para que isso seja possível. No caso do motor dc a coisa é mais simples, pois para testar seu funcionamento basta termos uma fonte ajustável ou um conjunto de pilhas com o valor da tensão nominal do mesmo. Já no caso do motor de passo precisamos de transistores de potência que interfaceiam os pulsos e também o problema dos pulsos terem de obedecer a uma certa ordem para que o motor funcione corretamente. Pior ainda são os servomotores que precisam de um pulso com uma largura correta para serem posicionados.

A idéia é termos um circuito já montado e de simples operação para que possamos testar rapidamente esses motores. Esse circuito é obrigatório principalmente para quem é fã de projetos de robótica.

MOTORES

Vamos a uma breve explanação sobre os principais motores usados em robótica.

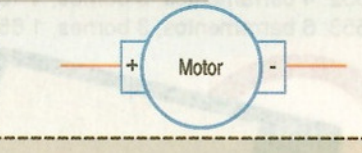
Motor DC

O motor DC, cujo símbolo é apresentado na **figura 1**, tem o funcionamento mais simples entre os três motores que iremos analisar. Para que o mesmo gire basta que ele seja alimentado com uma tensão contínua (DC) nominal. O campo magnético gerado internamente é responsável pelo giro do rotor. Ao invertermos a polaridade da alimentação, o motor inverte o sentido de rotação.

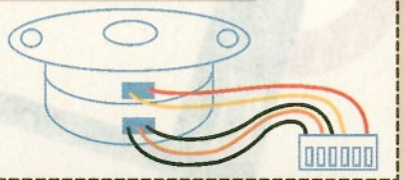
Motor de passo

Vemos na **figura 2** a forma mais comum de motor de passo e na **figura 3** a configuração interna de suas bobinas.

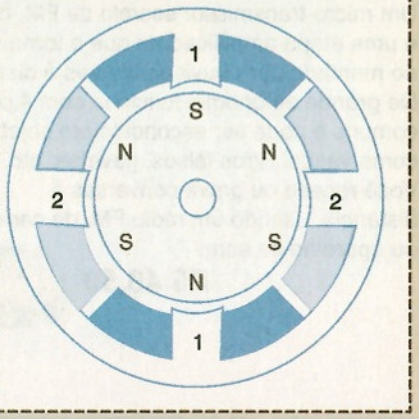
1 Polaridade do motor.



2 Forma do motor de passo.

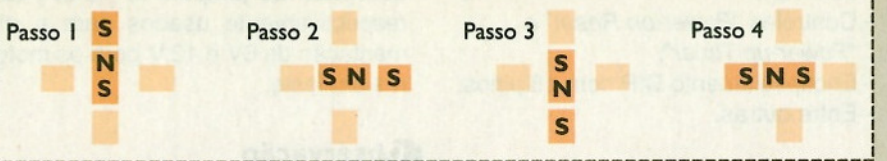


3 Configuração interna.



O motor de passo é bastante preciso, pois ele se move em passos angulares muito pequenos. Para que esses passos sejam gerados é necessário alimentar as suas bobinas em

4 Comportamento interno das bobinas.



T1 Modos de acionamento.

Passo	1a	2a	1b	2b
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

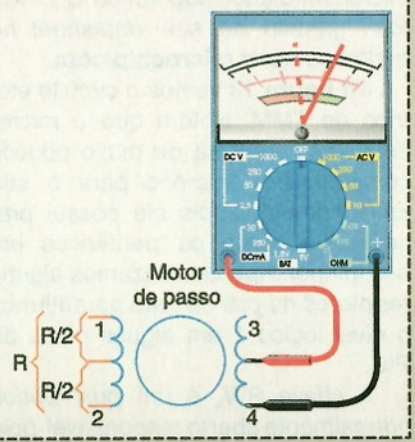
Sentido horário

Meio passo (Half step)

uma ordem correta. A **figura 4** ilustra uma representação do ponto de vista magnético das bobinas do motor de passo em uma seqüência de 4 passos. Na **tabela 1** o leitor pode ver um dos modos de acionamento deste motor. O valor 1 quer dizer bobina energizada e o valor zero simboliza a bobina desenergizada. Aqui temos o modo chamado "meio-passo". Nesse modo o eixo do motor dá um passo normal e no próximo passo ele fica entre as duas bobinas.

Os tipos mais comuns são os chamados unipolares e possuem cinco ou seis fios. Notem através das **figuras 5** e **6** que para transformarmos um motor de cinco fios em um motor de seis fios basta que curto-circuitemos o terminal central das duas bobinas e este fio se torna o comum (o fio que recebe a alimentação fixa). Na **figura 7** ilustramos a forma de determinar as bobinas no motor.

7 Determinando as bobinas do motor.



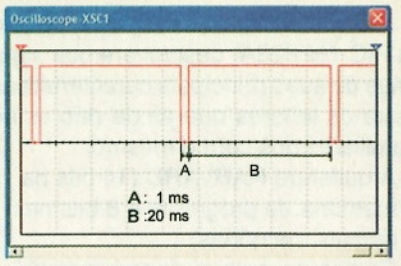
Servomotor

O servomotor é comumente usado em modelismo e, para evitar erros de posicionamento devido a ruídos, possui uma forma bastante peculiar de acionamento que consiste em mandar pulsos com uma duração em nível baixo e nível alto, bastante distintos e sempre se repetindo. A maioria dos servos aceita o seguinte padrão:

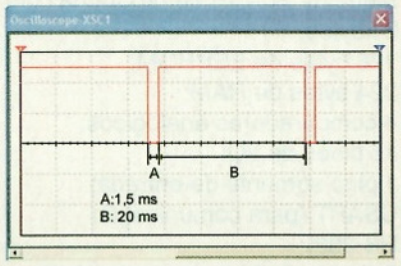
- Alavanca para a esquerda, nível alto por 1 ms e nível baixo por 20 ms.
- Alavanca no centro, nível alto por 1,5 ms e nível baixo por 20 ms.
- Alavanca para a direita, nível alto por 2 ms e nível baixo por 20 ms.

A forma de onda desses pulsos pode ser observada nas figuras **8**, **9** e **10**.

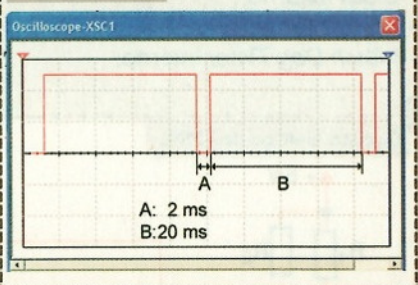
8 Forma de onda.



9 Forma de onda.



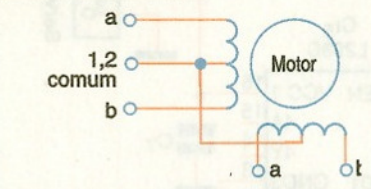
10 Forma de onda.



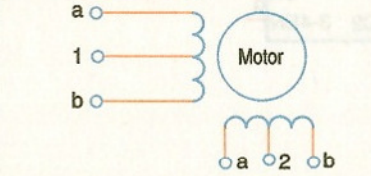
Uma forma de gerar esses pulsos sem o uso de um microcontrolador é exibida na **figura 11**. Fechando uma chave por vez, tem-se o pulso com os parâmetros desejados.

Podemos notar na **figura 12** uma das formas de se representar o servomotor em diagramas elétricos.

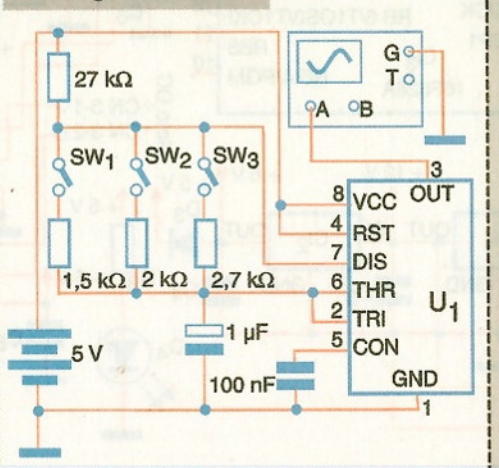
5 Motores unipolares.



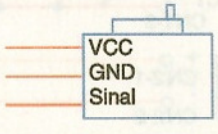
6 Motor de seis fios.



11 Circuito gerador de onda.



12 Representação do servomotor.



O CIRCUITO

Como utilizamos em nosso projeto o PIC 16F628A, descreveremos algumas de suas principais características para os leitores que ainda não estão familiarizados com o mesmo:

- Arquitetura HARVARD (14 bits na memória de programa e 8 bits nas demais memórias).
- Código de instruções reduzido (35 instruções);
- Proteção contra cópia de código;
- Memória FLASH de programa com 2 kbytes;
- 128 bytes de EEPROM;
- 224 bytes de RAM;
- 4 comparadores analógicos;
- 15 pinos de I/O;
- 1 pino somente de entrada;
- USART (para comunicação RS-232);
- 2 *timers* de 8 bits e um de 16 bits;
- 1 canal CCP (*Capture, Compare and PWM*);
- *Clock* externo;
- *Clock* interno;
- *Watch Dog Timer* interno;
- Alta freqüência de operação (até 20 MHz);
- Controles *"Power-on Reset" e "Power-up Timer"*;
- Encapsulamento DIP com 18 pinos;
- Entre outras.

Para os leitores que desejarem se aprofundar nas características desse microcontrolador sugerimos o *download* gratuito de seu *datasheet* no endereço **www.microchip.com**.

Na **figura 13** vemos o circuito elétrico do TMM. Notem que o microcontrolador precisa de muito poucos componentes externos para o seu funcionamento, pois ele possui praticamente todos os periféricos em seu interior. Apenas utilizamos alguns resistores de *pull-up* para garantirmos o nível lógico 1 em alguns pinos do PIC.

A chave SW_3 é um *push-button* normalmente aberto responsável pelo *reset* e SW_4 é uma chave tipo "dip" que cuida da seleção do motor a ser testado. Eles geram os níveis lógicos necessários ao microcontrolador para que seja processada a tarefa desejada. Os *jumpers* JP_1 e JP_2 são respectivamente usados para a alimentação de 6V e 12 V para os motores em teste.

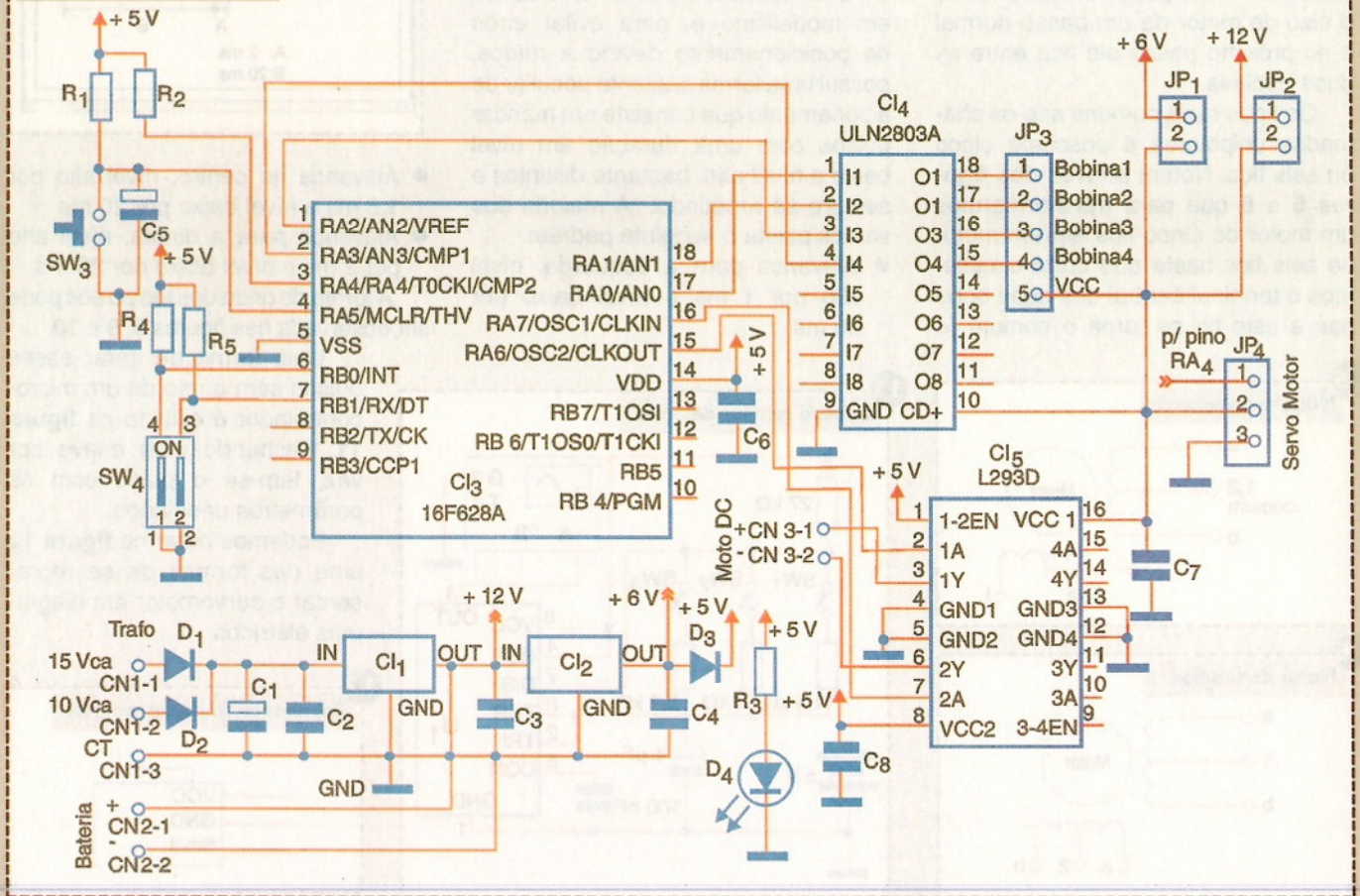
Observação

Nunca ligue os dois jumpers ao mesmo tempo. Deve ser escolhido apenas o *jumper* que corresponde à tensão nominal do motor em teste!

CI_4 é um *driver* de corrente usado para acionar as bobinas do motor de passo, pois o PIC não possui corrente suficiente de saída em seus pinos para esse tipo de acionamento. CI_5 é uma ponte H encapsulada. Ele é também um tipo de *driver* de corrente, mas nesse caso ele possui uma característica interessante que permite que o motor DC ligado em suas saídas possa inverter a sua rotação através de níveis lógicos que enviamos do PIC.

Notamos então que o PIC vai trabalhar com folga de corrente em seus

13 Circuito elétrico do TMM.



pinos de I/O agora que os mesmos estão adequadamente "driveados".

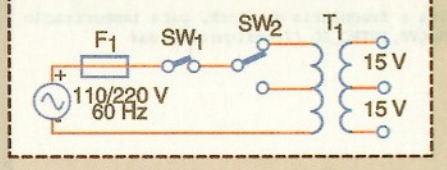
Os integrados CI_1 e CI_2 são bem conhecidos. Eles são reguladores de tensão respectivamente para 12 V e 6 V. Dotamos os mesmos com radiador de calor pois é adequado que ambos trabalhem frios. O diodo D_3 é usado para que possamos baixar a tensão de 6 V para aproximadamente 5 V. Essa tensão é usada para se alimentar o PIC e o driver L293D. O LED D_4 é o indicador de fonte operando. Todos os capacitores do circuito têm a função de filtrar os ruídos provenientes da rede elétrica e/ou dos motores alimentados.

O conector CN_1 recebe as saídas do tranformador. CN_3, JP_3 e JP_4 recebem respectivamente as ligações das bobinas dos motores DC, passo e servo a serem testados.

Resolvemos dotar o nosso testador de uma entrada para bateria de 12V (CN_2), o que vai ser bastante útil aos leitores que têm o costume de freqüentar os "sucatões" para comprar os seus motores, pois quase sempre temos que comprá-los "no estado", sem termos certeza se os mesmos estão funcionando. Assim teremos uma ferramenta portátil de testes.

Na **figura 14** o leitor pode ver a parte de potência da fonte de alimentação, composta pelo transformador, pelas chaves de seleção de tensão e liga-desliga, fusível e cabo de força.

14 Fonte de alimentação - Parte de potência.



MONTAGEM

Nas **figura 15** vemos o *layout* da placa de nosso testador de motores.

A placa foi desenvolvida em face única, o que facilita a sua confecção em casa com o mínimo de experiência em circuito impresso.

Vamos agora à montagem da placa. Comece a soldar os componentes que não possuem polaridade como os capacitores cerâmicos e os resistores, o *push-button*, os conectores *pinhead*.

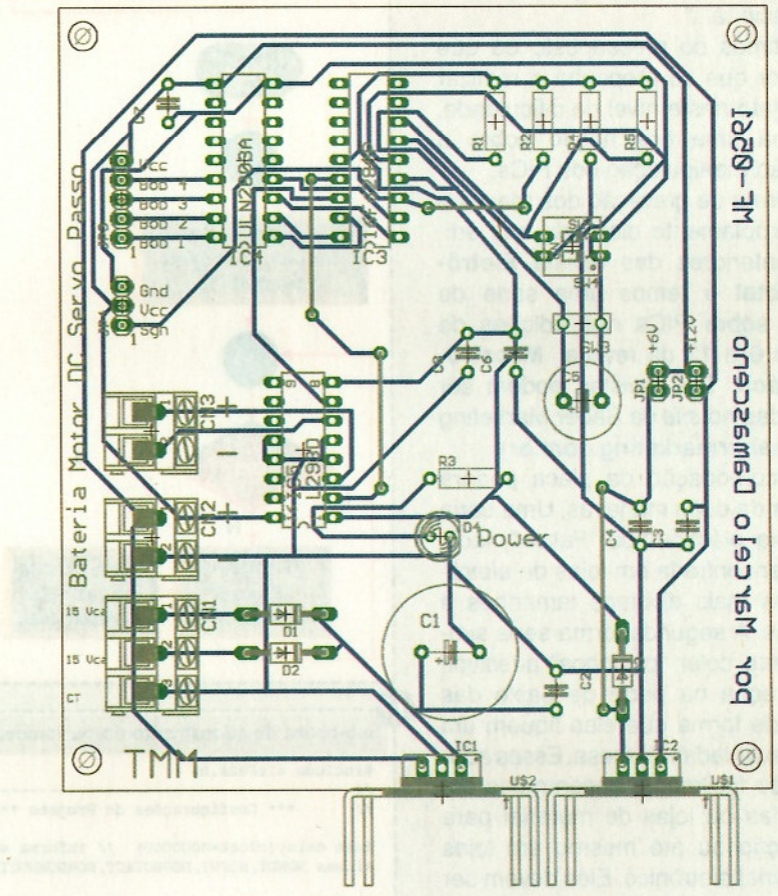
Quando for soldar os componentes polarizados (os capacitores eletrolíticos C_1 e C_5,diodos D_1, D_2, D_3, o LED, o soquete do PIC, o soquete de CI_4 e CI_5) tome o máximo de cuidado para não invertê-los, pois a queima dos mesmos aqui é praticamente inevitável.

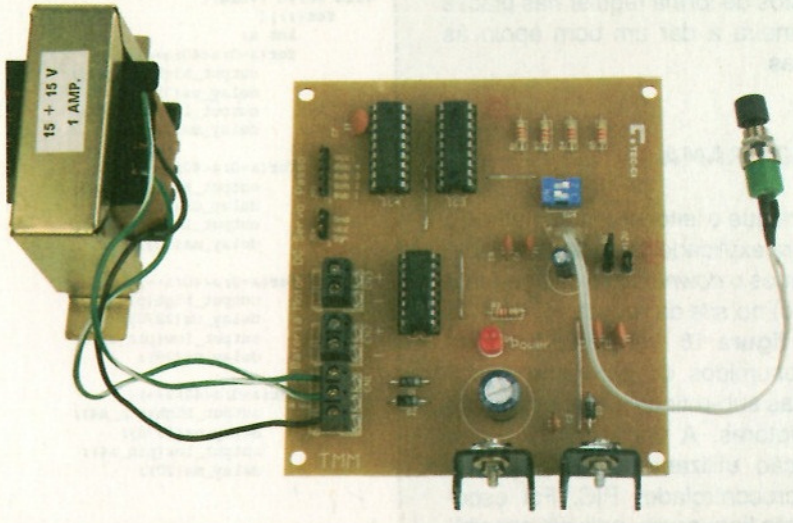
É necessário usar dissipadores de calor para o integrados CI_1 (7812) e CI_2 (7806) para que os mesmos trabalhem frios.

O leitor pôde verificar que as ligações a serem realizadas no transformador não utilizam circuito impresso e sim fios, solda e espaguete "termocontrátil".

Solde a chave dip SW_4, e por último os conectores parafusáveis CN_1, CN_2 e CN_3. Agora que terminamos as liga-

15 Placa e layout.





Observação

Somente insira o PIC em seu soquete após a gravação do mesmo. É imprescindível que seja utilizado um soquete para o PIC, pois possíveis falhas na gravação poderão ser facilmente corrigidas.

ções vamos refazer uma inspeção visual geral, pois nunca é demais lembrar: "É melhor gastarmos alguns minutos agora do que várias horas tentando descobrir por que o projeto não funciona..."

Partimos do pressuposto de que um leitor que se proponha a realizar um projeto neste nível de dificuldade, já tenha uma boa noção sobre a gravação/manipulação dos PICs.

A forma de gravação dos mesmos já foi amplamente discutida nas edições anteriores das revista **Eletrônica Total** e temos uma série de artigos sobre PICs nas edições de número 6 a 13 da revista **Mecatrônica Fácil.** Tais revistas podem ser adquiridas no *site* da Saber Marketing (www.sabermarketing.com.br).

A acomodação da placa poderá ser feita de duas maneiras. Uma seria em caixa plástica tipo "Patola", facilmente encontrada em lojas de eletrônica nos mais diversos tamanhos e formatos. A segunda forma seria simplesmente colar "pezinhos" adesivos de borracha na parte de baixo das placas de forma que elas fiquem um pouco levantadas da mesa. Esses adesivos são facilmente encontrados em papelarias ou lojas de material para construção ou até mesmo em lojas de material eletrônico. Eles devem ser dispostos de forma regular nas placas de maneira a dar um bom apoio às mesmas.

O PROGRAMA

Para que o leitor entenda melhor o que será explicado de agora em diante sugerimos o *download* do código-fonte (TMM.c) no *site* da revista.

Na **figura 16** vemos os fluxogramas resumidos do programa principal e das sub-rotinas de acionamento dos motores. A linguagem de programação utilizada foi a **C** voltada ao microcontrolador PIC. Foi escolhida esta linguagem, pois ela possibilita uma fácil compreensão do código para quem estiver iniciando.

Vejam como o software é facilmente explicado através dos seus fluxogramas (adquira a prática de criar fluxogramas antes de desenvolver um programa, por mais simples este seja). Assim que o software é inicializado, ele configura o PIC (*ports* de I/O, interrupções, *timers*, variáveis globais, etc), declara as variáveis e funções que serão utilizadas e entra então em seu módulo principal (*main*).

Verifica a condição da chave SW_4 e trata os níveis lógicos recebido dela conforme ilustra a **tabela 2**.

Cada combinação em SW_4 faz com que o PIC desvie o seu processamento para uma sub-rotina correspondente, a qual faz com que o motor selecionado receba a alimentação e os pulsos necessários ao seu funcionamento. Quando está dentro de uma sub-rotina o programa fica em *loop* infinito, neste momento o estado da chave SW_4 pode ser modificado sem surtir efeito algum no programa. Para

16 Rotina do programa.



T2 Níveis Lógicos da chave SW_4.

Código em SW4	Tipo de motor selecionado
00	Servomotor
01	Motor DC
10	Motor de passo
11	Nenhum motor

17 Sub-rotina de acionamento do servomotor.

```
#include <16F628.h>
//-----------------------------------------------------------------------------
//      *** Configurações do Projeto ***

#use delay(clock=4000000)  // informa ao sistema o frequência de clock, para temporização
#fuses NOWDT,NOPUT,NOPROTECT,NOBROWNOUT,MCLR,NOLVP,INTRC_IO //configuração das

void servo (void){
    for(;;){
        int a;
        for(a=0;a<40;a++){
            output_high(pin_a4);
            delay_us(720);
            output_low(pin_a4);
            delay_ms(20);
        }
        for(a=0;a<40;a++){
            output_high(pin_a4);
            delay_us(1370);
            output_low(pin_a4);
            delay_ms(20);
        }
        for(a=0;a<40;a++){
            output_high(pin_a4);
            delay_us(2270);
            output_low(pin_a4);
            delay_ms(20);
        }
        for(a=0;a<40;a++){
            output_high(pin_a4);
            delay_us(1370);
            output_low(pin_a4);
            delay_ms(20);
        }
    }
}
```

Lista de material

Semicondutores
CI_1 - 7812 - Regulador positivo de tensão de 12V
CI_2 - 7806 - Regulador positivo de tensão de 6V
CI_3 - PIC16F628A - Microcontrolador Microchip®
CI_4 - ULN2803A - Driver de corrente Darlington
CI_5 – L293D – Driver ponte H
D_1 a D_3 - 1N4001 - Diodo retificador de uso geral
D_4 - LED comum vermelho de 5 mm

Resistores (todos com dissipação de 1/8 W)
R_1, R_2, R_4, R_5 – 2,2 kΩ (vermelho,vermelho,vermelho)
R_3 – 220 Ω (vermelho, vermelho, marrom)

Capacitores
C_1 - 1000 µF x 25V – eletrolítico
C_2 - 33nF - cerâmico
C_3, C_4, C_6, C_7, C_8 - 100nF – cerâmico
C_5 - 10 µF x 25V – eletrolítico

Diversos
T_1 – Transformador com primário 110/220V e secundário de 15+15V com center tap (CT) corrente mínima 1A
SW_1 - chave liga/desliga (2 pólos)
SW_2 - chave liga/desliga (3 pólos)
SW_3 - chave tipo "push-button" NA
SW_4 - chave tipo "dip-switch" 2 seleções
F_1 - fusível 1 A
JP_1, JP_2 - Barra de terminais tipo "pinhead" de 2 pinos
JP_3 - Barra de terminais tipo "pinhead" de 5 pinos
JP_4 - Barra de terminais tipo "pinhead" de 3 pinos
CN_1 - conector parafusável de 3 pinos
CN_2, CN_3 - conector parafusável de 2 pinos
- 2 soquetes DIP para CI – 18 pinos
- 1 soquete DIP para CI – 16 pinos
- 2 dissipadores de calor (TO-220)
- Cabo de força com tomada (mínimo 1,5 m)

Fios para ligação, solda, placa de circuito impresso, porta-fusível, caixa plástica para montagem da placa, parafusos ou fixadores para as placas, espaguetes "termo-contráteis", etc.

que seja aceita a nova programação é necessário pressionar SW_3 (*reset*).

A **figura 17** traz detalhes do programa em que se destaca a sub-rotina de acionamento do servomotor.

TESTE E USO

Vamos à última parte do nosso projeto! Após a gravação do PIC com o arquivo **TMM.hex**, devemos colocá-lo no soquete observando com cuidado a pinagem do mesmo, para não invertê-lo.

Quando ligarmos o circuito pela primeira vez deveremos observar se o *LED power* está aceso, indicando que está tudo bem com a fonte e que não temos curto-circuitos na nossa placa. Se ele não acender, verifique os cabos do transformador, a posição da chave 110/220V que precisa estar compatível com a sua tomada, o fusível de 1 A, a ligação dos fios do secundário do trafo no conector de alimentação da placa principal.

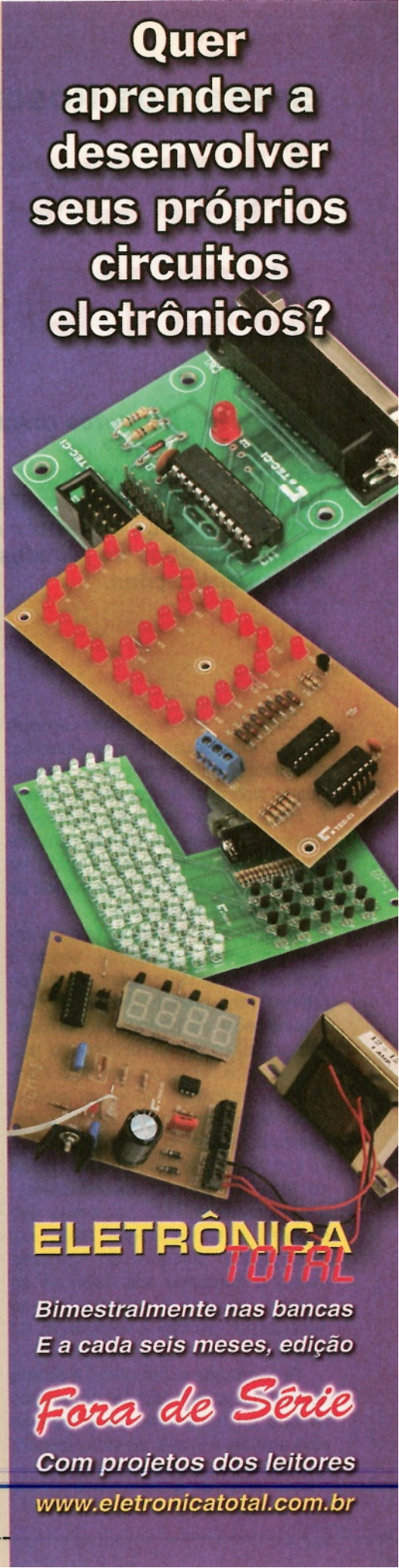
Nesse momento já podemos ligar um motor para testes. Devemos proceder esta ligação com o nosso testador desligado. Escolha o tipo de motor a ser testado na chave SW_4. Se for testar o motor DC parafuse-o no conector **CN_3** ou se for testar um motor de passo ou servo use ligação do tipo *"wire-wrapping"* em **JP_3** ou **JP_4**. Ao ligarmos a alimentação, o motor em teste deve girar para um lado por 2 segundos aproximadamente e depois inverter a sua rotação.

Se isso ocorrer nesta ordem, está tudo correto. Caso contrário, verifique uma possível inversão no PIC ou nos integrados CI_4 ou CI_5. Certifique-se ainda se o PIC foi gravado corretamente.

CONCLUSÃO

O leitor tem a oportunidade de montar uma ferramenta bastante útil ao dia-a-dia da bancada de eletrônica/mecatrônica. E ainda pode aprender um pouquinho mais a respeito dos motores. Boa sorte e uma ótima montagem a todos.

www.mecatronicafacil.com.br
Acesse no site da revista:
- Layout da placa de circuito impresso;
- Código-fonte do programa desenvolvido.



Elementos Roscados - parte 2

Roscas e parafusos

Luiz Alberto Cunha



O que são elementos roscados? Para que servem? Como selecioná-los? Dando continuidade a este assunto, vamos conhecer os principais tipos de parafusos e suas aplicações.

Desde que o inglês Joseph Whitworth produziu a rosca-padrão, há pouco mais de um século e meio, outros sistemas de roscas surgiram. E além da diferenciação quanto às roscas, surgiram diferentes tipos de formatos de cabeça, bem como de corpos dos parafusos, destinados às mais variadas aplicações.

Quanto aos materiais, são utilizados em uma vasta gama, sendo o aço, em suas variedades, provavelmente o mais comum. De acordo com a resistência ao tempo e a corrosão requerida, pode ser utilizado o aço inoxidável, o titânio ou o bronze. Conforme a aplicação, pode ser empregado algum tipo de plástico, como poliamida, teflon ou poliuretano.

Um mesmo tipo de parafuso pode ser feito em diversas classes diferentes de material. Nos parafusos que seguem a especificação SAE, um teste padrão distintivo do funcionamento é impresso nas cabeças de forma a garantir o atendimento ao especificado quanto à resistência do mesmo.

Dependendo do emprego e do tipo de material podem receber tratamento térmico ou tratamento de superfície para atender as mais variadas exigências de desempenho e de custo.

Curiosidade

Os parafusos de metal apareceram na Europa a partir do ano de 1400. O parafuso de fenda foi patenteado em 1797, pelo britânico Henry Maudslay.

PRINCIPAIS PARAFUSOS UTILIZADOS EM CONSTRUÇÕES MECÂNICAS

Parafuso de cabeça sextavada

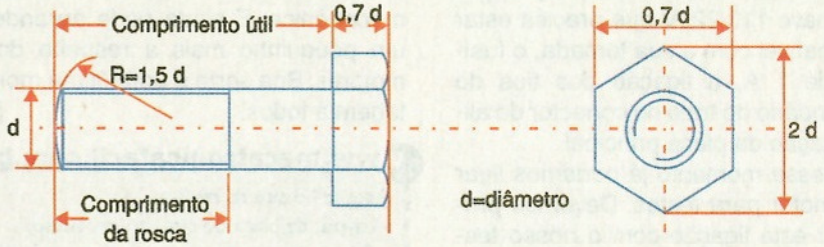
É um tipo bastante empregado em construções mecânicas. Possibilita grande força de aperto. A **figura 1** mostra suas dimensões.

As principais ferramentas para o seu manuseio são:

Chave fixa: é a mais comum. É aberta na extremidade e se apóia nas faces paralelas do sextavado, o que permite que se encaixe mesmo em peças de difícil acesso e que se manuseie mesmo não estando perfeitamente perpendicular ao eixo da peça.



1 Dimensões do parafuso de cabeça sextavada.



Neste caso, deve ser manuseada com cuidado.

Chave estrela: apóia-se sobre as seis pontas do hexágono, o que faz com que apresente uma melhor condição de resistência e segurança no manuseio, sem possibilidade de deslizamento.

Chave combinada: é uma combinação entre os dois tipos anteriores, com chave fixa em uma extremidade e chave estrela em outra.

Chave cachimbo: apresenta grande variedade de peças intercambiáveis. Os cachimbos podem seguir o sistema métrico ou polegada. Os cabos podem ser com catraca, em arco, com junta universal, etc. Combina resistência com a possibilidade de aplicação em peças em locais de difícil acesso.

Chave de torque: é uma chave com um dispositivo que controla o torque, ou seja, a carga rotacional aplicada ao parafuso ou à porca. Em geral, os cachimbos encaixam-se perfeitamente na chave. É extremamente interessante controlar o torque aplicado em diversos casos, onde uma carga excessiva poderia causar a ruptura do parafuso, ou em conjuntos que tenham movimento, um desgaste prematuro ou barulho. Os manuais de manutenção de equipamentos e veículos, trazem quando necessário, a especificação do torque a ser aplicado.

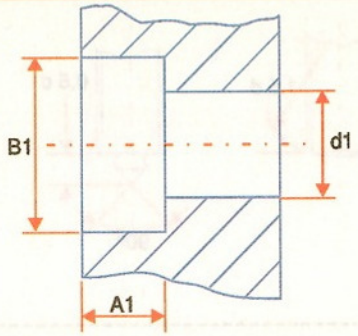
Importante

O torque corresponde à força aplicada à chave, multiplicada pela distância entre o ponto de aplicação e o centro do parafuso ou porca. Nas chaves, o torque é expresso em quilogramas-força por centímetro ou por metro (**kgf/cm ou kgf/m**), libras-força por polegada ou por pé (**lbf/in ou lbf/ft**), newton metros (**Nm**).

Parafuso com sextavado interno (Allen)

Mais caros, são utilizados em máquinas, ferramentas (estampos, moldes, dispositivos, etc.) e em toda construção mecânica onde sejam requisitados um bom aperto e um excelente acabamento. Sua cabeça ocupa pouco espaço e o parafuso pode ser alojado em furo rebaixado

2 Espaço ocupado pela cabeça do parafuso.



(**figura 2**), permitindo superfícies livres. É usado também em locais onde o manuseio de ferramentas é difícil, devido à falta de espaço. A **figura 3** mostra suas dimensões.

A principal ferramenta para o seu manuseio é:

Chave Allen: consiste de uma barra hexagonal, em forma de L, confeccionada preferencialmente em aço cromo-vanadio, que se encaixa perfeitamente na fenda (sextavado interno) do parafuso, dando firmeza ao manuseio.

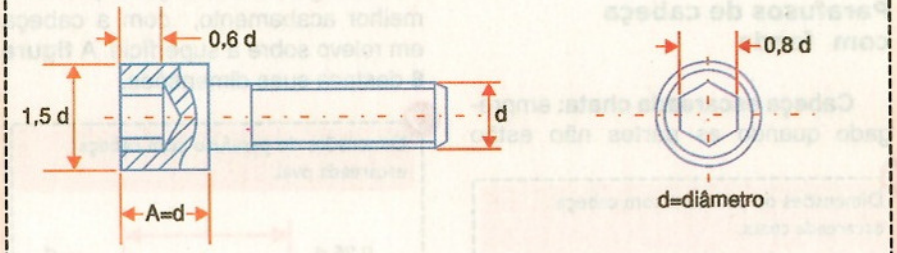
A **tabela 1** traz as dimensões do parafuso Allen e as dimensões especificadas para o furo rebaixado para alojamento da cabeça, para parafusos até 1" de diâmetro.

Sem cabeça com sextavado interno

São utilizados principalmente para travar elementos de máquinas. Ficam embutidos e devido a sua aplicação especial podem ter diversos tipos de pontas, de acordo com a necessidade (**figura 4**). Para o manuseio são utilizadas as **chaves Allen.** A **figura 5** ilustra suas dimensões.



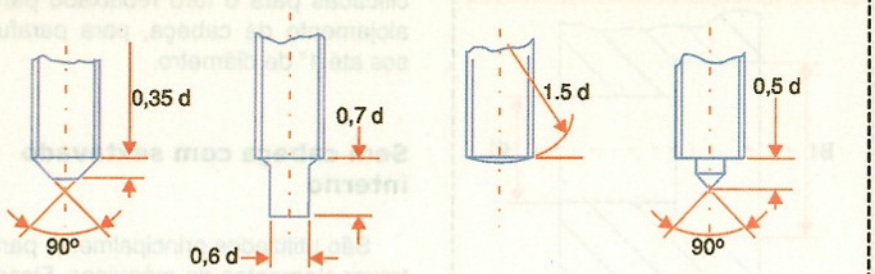
3 Dimensões do parafuso com sextavado interno.



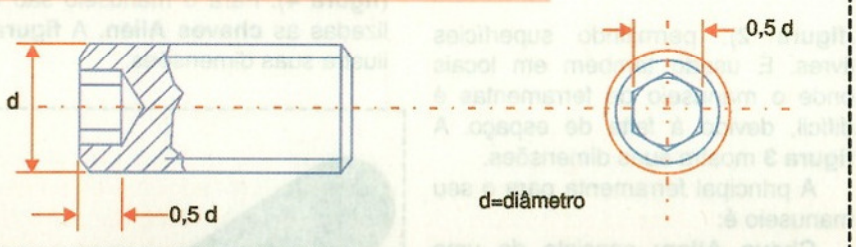
T1 Dimensões do parafuso Allen.

D	mm	A	A1	B1	d1
1/4	6,35	6,35	8,0	10,0	6,5
5/16	7,94	7,94	9,0	12,0	8,2
3/8	9,53	9,53	11,0	14,5	9,8
7/16	11,11	11,11	12,0	16,5	11,4
1/2	12,70	12,70	14,0	19,5	13,0
5/8	15,88	15,88	17,0	23,0	16,1
3/4	19,05	19,05	20,0	26,0	19,3
7/8	22,23	22,23	23,0	29,0	22,5
1"	25,4	25,4	27,0	34,0	25,7

4 Pontas de parafuso.



5 Dimensões do parafuso sem cabeça com sextavado interno.



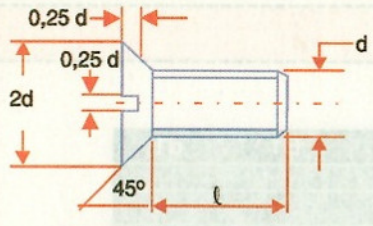


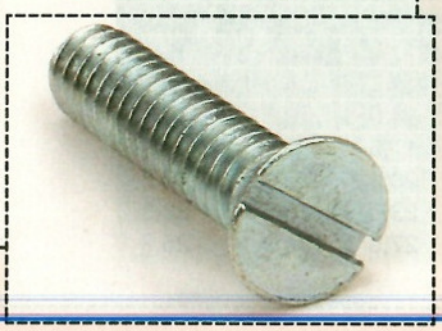
Parafusos de cabeça com fenda

Cabeça escareada chata: empregado quando as partes não estão sujeitas a grandes esforços. O furo é escareado e a cabeça do parafuso fica embutida, paralela à superfície. A **figura 6** exibe suas dimensões. A **figura 7** mostra o mesmo parafuso, com **cabeça escareada oval,** que permite melhor acabamento.

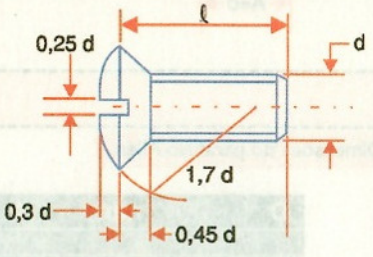
Cabeça redonda: também não resiste a grandes esforços. Apresenta melhor acabamento, com a cabeça em relevo sobre a superfície. A **figura 8** destaca suas dimensões.

6 Dimensões do parafuso com cabeça escareada chata.





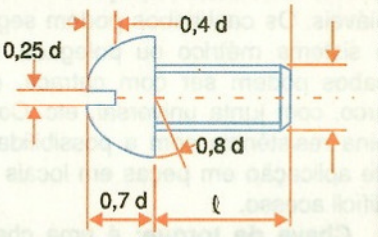
7 Dimensões do parafuso com cabeça escareada oval.





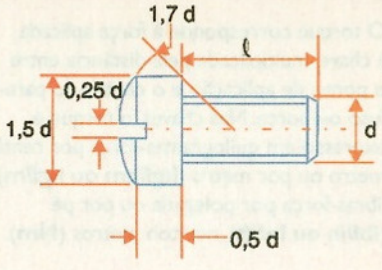
Cabeça cilíndrica oval: empregado em montagens onde é possível fazer um rebaixo para embutir a cabeça do parafuso, apresenta um bom acabamento superficial, com a parte esférica da cabeça em relevo sobre a superfície. Entre os parafusos de cabeça com fenda, é mais resistente que os anteriores. A **figura 9** ilustra suas dimensões.

8 Dimensões do parafuso com cabeça redonda.





9 Dimensões do parafuso com cabeça cilíndrica oval.



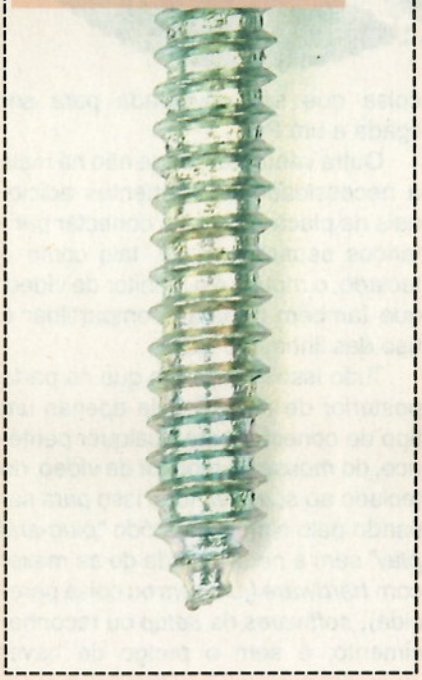


Parafusos Auto-atarraxantes

Existe um grupo de parafusos que, conforme penetram nos materiais, produzem a rosca. São utilizados para unir peças de madeira, aglomerado ou chapas de metal. São produzidos em diversos materiais, como aço, latão, etc., e com diversos acabamentos superficiais como banhos de zinco, latão, níquel ou outro, dependendo da aplicação. Apresentam dois tipos de rosca:

Modeladora: utilizada em materiais macios, como o nome indica vai moldando a rosca. É o tipo empregado em conjunto com buchas plásticas para fixação de elementos em construções de alvenaria (**figra 10**).

10 Rosca Modeladora.



Autobrocante: produz a rosca por ação de corte, pois possui uma estria na sua extremidade que vai cortando o material enquanto penetra no furo (**figura 11**).

Possuem diversos tipos de cabeça, sendo as mais comuns a **escareada** (chata) e a **redonda** e fenda convencional ou do tipo **Phillips**. A fenda Phillips proporciona uma melhor condição de aperto, uma vez que a área de contato entre a chave e a fenda é maior do que na fenda convencional. Porém, a utilização de uma chave em mau estado ou em tamanho desproporcional ao parafuso, o danifica mais facilmente, inutilizando-o.

11 Rosca autobrocrante.



CONFECÇÃO DE ROSCAS

Há diversos processos para confeccionar uma rosca e entre eles podemos citar: forjados, usinados em tornos manuais ou automáticos, laminados, injetados, fundidos e manualmente, utilizando machos para roscas internas e cossinetes para roscas externas.

A seleção do meio a ser usado, depende de diversos fatores, tais como:

- Quantidade de peças a produzir;
- Precisão exigida;
- Qualidade de acabamento;
- Custo;
- Dimensão das peças; etc.

A **figura 12** exemplifica o processo de fabricação de uma rosca interna, utilizando-se uma broca para furar e um macho para confeccionar a rosca. O cálculo da medida do macho é obtido multiplicando-se o diâmetro menor da rosca por 1,02. Para cada medida de rosca, existe um jogo de machos numerados de 1 a 3:

Número 1: tem a extremidade cônica e a ponta tem o diâmetro menor do que o furo, para facilitar a inserção e o início do trabalho;

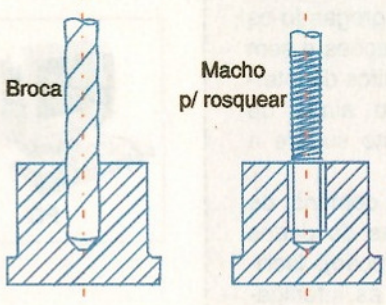
Número 2: é também cônico na extremidade, porém em um ângulo menos acentuado. Efetua o segundo corte na rosca.

Número 3: é o macho de acabamento. Não é cônico, tendo apenas um pequeno chanfro na ponta. É o macho indicado a ser utilizado quando não se tratar de furo passante, visto que os demais por sua forma cônica, não farão a rosca até o final.

CONCLUSÃO

Seja em construções mecânicas, na construção civil, em marcenaria, na eletro-eletrônica ou em outros, os elementos roscados estão presentes em praticamente todas as estruturas e equipamentos produzidos pelo homem. A sua capacidade de fixar, ser removido e reintroduzido, sem perder a eficácia, facilita a construção e a manutenção. Porém, é preciso selecioná-los com critério, pois dependendo da aplicação, uma má escolha poderá colocar em risco o patrimônio e até mesmo a vida.

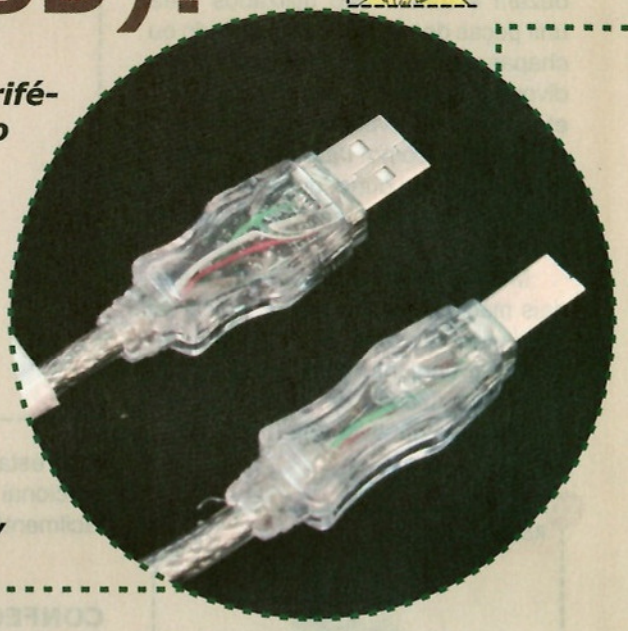
12 Processo de fabricação de uma rosca interna.



O que é o "Universal Serial Bus" (USB)?

Newton C. Braga





Foi-se o tempo em que apenas um ou dois periféricos eram conectados a um PC. Com a criação de uma grande quantidade de periféricos, o problema de conectá-los às portas disponíveis agravou-se, exigindo novas soluções que incluíssem um maior número desses dispositivos e maior velocidade na comunicação entre eles e o PC. A palavra-chave para essa questão é conectividade, que cada vez mais se torna um elemento importante dos novos dispositivos eletrônicos de uso geral e, para o caso específico do PC, a solução atual mais adotada é o Universal Serial Bus ou USB. Veja, neste artigo, o que é e como funciona o USB.

Uma das grandes limitações dos PCs tradicionais é o limite dado pelas portas, que permitem a comunicação com apenas um periférico de cada vez. Hoje em dia, com novos dispositivos tais como impressoras, *scanners*, câmeras de vídeo, placas de aquisição e controle e muitos outros periféricos, o número de portas começa a tornar-se um limite para a utilização do PC de forma racional.

A solução para este problema está na possibilidade de usar uma única porta de alta velocidade, serial, que empregue fios comuns (aumentando a distância entre os periféricos e o PC) e que permita a ligação simultânea de até 127 periféricos numa configuração em "margarida". Esta possibilidade é, atualmente, real e chama-se *Universal Serial Bus* ou USB.

Com o USB é possível acrescentar periféricos a um PC sem a necessidade de abri-lo, simplesmente agregando-os à linha serial de comunicações e sem haver o problema de conflitos de interrupções (IRQ), DMA ou ainda de endereços I / O, conforme sugere a **figura 1**.

Os cabos usados são comuns, de 4 condutores (duas linhas de dados e duas linhas de alimentação), facilitando assim ao máximo as interligações.

O Padrão USB utiliza cabos comuns de 4 fios e conectores simples, como os mostrados acima.

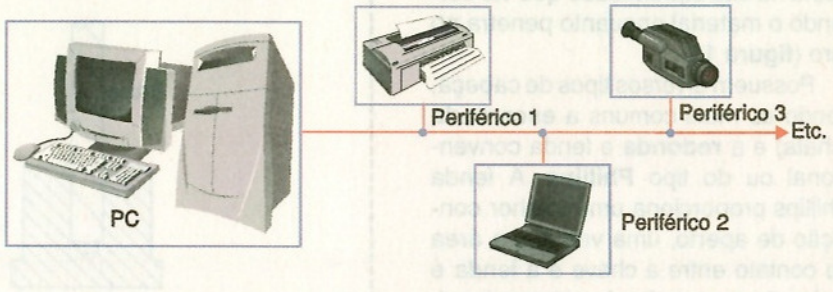
Mas a grande vantagem no uso do USB para a ligação do periférico é a sua capacidade de "conversar" com outros tipos de máquinas, abrindo assim a possibilidade de novas aplicações incluindo periféricos digitais, principalmente se o leitor fabrica ou integra computadores ou instala computadores no controle de diversos dispositivos ao mesmo tempo.

Isso quer dizer que é possível fazer com que seu PC se comunique sem dificuldades com equipamentos de telefonia, máquinas de escritório, *games* multi-usuários, placas de aquisição e controle, ou qualquer outra coisa que seja inventada para ser ligada a um PC.

Outra vantagem é que não há mais a necessidade de elementos adicionais na placa-mãe para conectar periféricos separadamente, tais como o teclado, o *mouse* e o monitor de vídeo, que também poderão compartilhar o uso das linhas do USB.

Tudo isso implica em que na parte posterior de um PC haja apenas um tipo de conector para qualquer periférico, do *mouse* ao monitor de vídeo, do teclado ao *scanner*, tudo isso para ser usado pelo simples método "*plug-and play*" sem a necessidade de se mexer com *hardware* (*jumpers* ou coisa parecida), *softwares* de *setup* ou reconhecimento, e sem o perigo de haver

1 Ligação de periféricos ao PC.



qualquer conflito de *hardware*, como já dissemos anteriormente.

O USB já faz parte da maioria dos PCs modernos e deverá ser o único canal de comunicação deles em pouco tempo.

A HISTÓRIA

A idéia do USB surgiu justamente da necessidade de resolver o problema das limitações das portas do PC e foi abordada inicialmente pelas empresas Compaq, Digital Equipment, IBM, Microsoft, Intel, NEC e Northern Telecom.

O USB seria um novo padrão industrial que possibilitasse a operação com um cabo de 2 ou 4 fios (dependendo da velocidade) a uma velocidade de até 12 Mbps (padrão USB 1.0 / 1.1). No final de 1999 entrou em vigor uma nova especificação USB 2.0, que ampliou a velocidade máxima de transferência para 120 e 240 Mbit/s.

Este padrão possibilita a conexão de até 127 periféricos sem a necessidade de alterar o *hardware* ou *software*, mas com uma velocidade ainda maior, incluindo dispositivos que operam com imagens em tempo real, tais como os DVDs e outros que utilizam padrões de compressão como o MPEG2.

Alguns documentos limitam a quantidade de periféricos a 126, visto que a terminação 1 é dedicada ao próprio hospedeiro e por isso não é contada.

O padrão USB traz os seguintes benefícios ao usuário:

- Um padrão único para a indústria facilitaria a expansão ilimitada do PC sem o perigo de qualquer tipo de conflito de *hardware*.
- O custo envolvido no teste de periféricos seria reduzido.
- A universalidade do padrão permite que qualquer tipo de periférico possa passar de uma máquina para outra sem o perigo de não funcionar.
- Capacidade *plug-and-play*.
- Eliminação de elementos da placa-mãe, tornando a montagem do PC mais compacta.

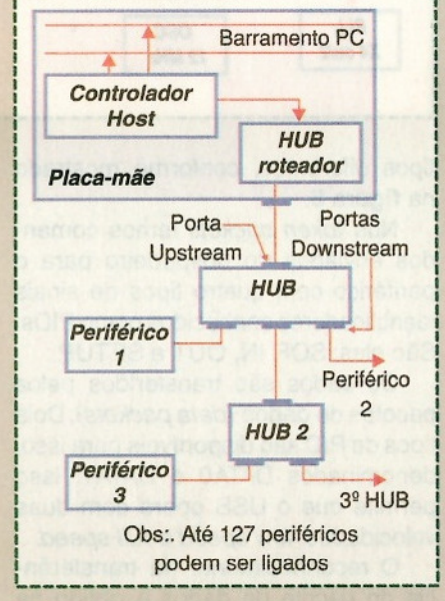
É importante observar que apesar de uma boa quantidade de periféricos poder ser usada, o comprimento do cabo está limitado a alguns metros em função da velocidade máxima. Isso nos leva a diversos padrões USB hoje existentes:

Interface	Tipo de Sinal	Velocidade Máxima	Distância máxima
USB@LS	Diferencial	1,5 Mbps	3 metros
USB@fS	Diferencial	12 Mbps	5 metros
USB@HS	Diferencial	480 Mbps	5 metros

COMO FUNCIONA

Na **figura 2** temos um diagrama em blocos que mostra como funciona o USB.

2 Diagrama de blocos.



Existem três elementos básicos de *hardware* na arquitetura do USB: *hosts* (hospedeiros), *hubs* (núcleos) e periféricos. A conexão entre os elementos é feita por um sistema "margarida" que pode ser analisado em 5 níveis.

Na configuração normal, na própria placa-mãe o barramento do PC é ligado a um controlador hospedeiro *(host)* que permite a conexão externa de um *"hub"*, no qual os dispositivos periféricos podem ser *plugados*.

O controlador hospedeiro controla as transações pelo sistema USB. Existem dois tipos: o *open-host controller interface* ou OHCI e o *universal-host controller interface* ou UHCI. O primeiro pode controlar transações múltiplas entre um periférico em "frames" de 1 ms. O UHCI, por outro lado, pode controlar uma transação apenas para um determinado ponto em cada *frame*.

Podem ser utilizados *hubs* roteadores à saída USB do hospedeiro de modo a funcionarem como gerenciadores para conexões múltiplas, conforme ilustra a **figura 3**.

Cada dispositivo ligado ao USB tem associado um número de *end point* ou EP. O número EP0 é reservado à configuração do próprio hospedeiro. É através deste número que o hospedeiro identifica e consegue se comunicar com cada periférico ligado ao barramento.

O tipo de sinal que será transferido pelos periféricos também é importante e é considerado no USB. Assim, temos 4 tipos de dados, que são tratados de modos diferentes:

- **Sinais de controle** - São os sinais de requisição de transferência do hospedeiro para o periférico.
- **Transferência de interrupções** - São dados de um periférico para o hospedeiro requisitando uma interrupção.
- **Pacote de dados** - São conjuntos de grandes quantidades de dados transferidos.
- **Transferência isossíncrona** - É utilizada quando se necessita uma transferência constante de dados. Diferentemente da transferência assíncrona, usada em outros tipos de comunicação serial, esta é importante para permitir que tanto os dados quanto o tempo sejam sincronizados, o que é exigido principalmente na transferência de dados em tempo real.

3 Conexões múltiplas.



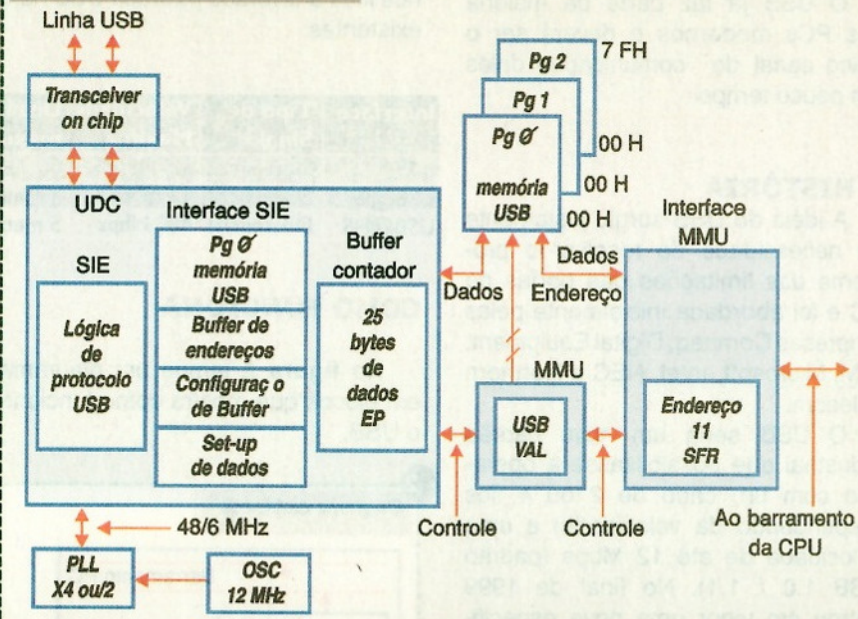
O USB NA PRÁTICA

Para implementar o USB em um PC são usados microcontroladores embutidos. Existem além desse tipo, outros que podem ser utilizados externamente, dependendo da aplicação. Na **figura 4** temos um exemplo de *chip* de módulo USB com as funções que são necessárias para este tipo de tarefa. Este *chip* é o C541U fabricado pela Infineon.

Hoje em dia há muitas outras empresas de semicondutores além da Infineon, fabricando seus *chips* específicos de interface USB para implementação nos PCs pelos fabricantes das placas-mãe, ou mesmo para outros tipos de equipamentos que devem comunicar-se com esse padrão.

O *chip* dado como exemplo serve apenas para mostrar os blocos de funções que são encontrados neste tipo de componente. Conforme podemos ver, ele consiste de um módulo USB no qual se acopla um SIE ou *Serial Interface Engine,* que processa todos os dados que entram e saem no circuito com funções tais como as conversões NRZ1 e NRZ (que é o tipo de sinal usado), decodificação, *bit stipping e bit stuffing,* além de redudância cíclica e checagem.

4 Exemplo de chip do módulo USP.



OS SINAIS

A comunicação de dados pelo USB é feita na forma de uma série de *frames.* Dentro de cada *frame* de 1 ms podem existir diversos blocos de transações que podem ser de três tipos diferentes, conforme mostrado na **figura 5**.

Nos *token packets* temos comandos enviados do hospedeiro para o periférico com quatro tipos de sinais identificadores conhecidos como PIDs. São eles: SOF, IN, OUT e SETUP.

Os dados são transferidos pelos pacotes de dados *(data packets).* Dois tipos de PID são disponíveis para isso, denominados DATA0 e DATA1. Isso permite que o USB opere com duas velocidades: *low speed* e *full speed.*

O reconhecimento da transferência do pacote de dados é obtido na fase de *handshake,* carregando um dos seguintes códigos: ACK, NACK ou STALL.

No protocolo de comunicações USB, duas formas de transferência de sinais de controle podem ocorrer, as quais são indicadas na **figura 6**.

Nesta figura mostramos que a transferência é formada por três etapas de sinais que são uma etapa de *setup*, uma etapa de dados e uma etapa de *status.*

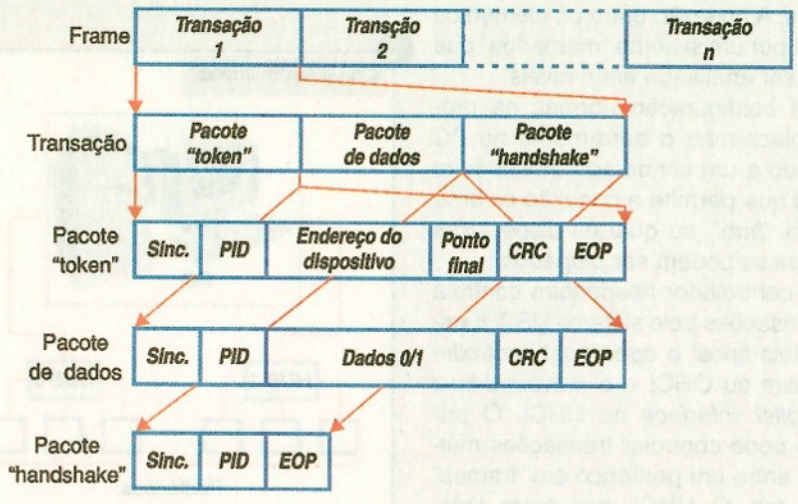
Para a transferência dos blocos de dados existem dois procedimentos possíveis, que são exemplificados na **figura 7**.

No primeiro temos a transferência no modo *interrupt,* e no segundo caso a transferência no modo ISO. No modo *interrupt* o hospedeiro fica varrendo o barramento e enviando os blocos de dados para um determinado periférico.

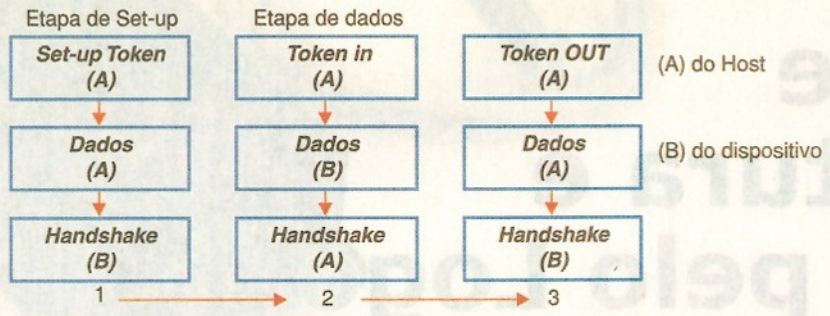
O tempo de varredura para envio dos blocos pode ser definido pelo usuário entre 1 e 255 ms. Se nessa varredura não for encontrada nenhuma requisição para envio de dados, um sinal NACK será gerado representando um reconhecimento negativo.

No segundo modo, que envolve dados para ser enviados em tempo real, cada bloco é enviado em intervalos de 1 ms.

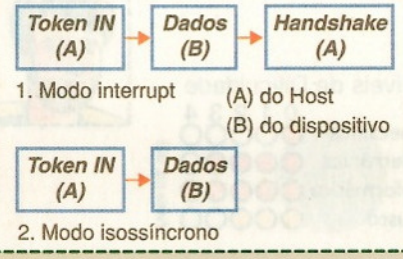
5 Comunicação de dados.



6 Formas de transfêrencia.



7 Procedimento para transferência dos blocos.



O FORMATO DOS SINAIS

O protocolo USB utiliza sinais invertidos com não retorno a zero ou NRZI de modo a codificar os dados a serem transferidos pelo barramento. Este tipo de codificação tem a vantagem de não necessitar de sinais separados de *clock*.

Na **figura 8** vemos um exemplo de bloco de sinais enviados pelo barramento USB codificado na forma NRZI

Os sinais ilustrados nesta figura são os obtidos na linha de dados de transmissão do lado do hospedeiro da forma como seriam visualizados em um instrumento apropriado.

É importante observar que os sinais obtidos na linha de dados do lado do hospedeiro não são exatamente os mesmos obtidos do lado dos periféricos. A deformação deve ser prevista, mas ao menos a qualidade do sistema não deve ser afetada, mantendo-se a integridade dos dados.

As especificações que existem para o USB de modo a se manter a qualidade da transmissão exigem que os tempos de subida e descida (*rise / fall times*) devam ser inferiores a 20 ns e 30 ns, respectivamente.

PULL-UP/PULL DOWN

No modo de alta velocidade de operação de qualquer dispositivo conectado ao USB é utilizado um resistor *pull-up* de 1,5 kΩ, conforme indica a **figura 9**.

Na mesma figura mostramos que no hospedeiro há um resistor de 15 kΩ de *pull-down* de modo a fechar o circuito. Este circuito drena uma corrente constante de 200 µA fluindo do resistor *pull-up* pelo cabo USB e o resistor *pull-down*.

Um ponto importante para os projetistas que vierem a trabalhar com dispositivos conectados ao USB é a corrente consumida, em especial pelo fato de que a energia vem do próprio barramento a partir do Vbus *power line*. Para não sobrecarregar o circuito, cada dispositivo conectado à linha USB não deverá exigir corrente maior do que 100 mA na operação normal, e menos de 500 µA no modo de espera.

É bom notar que o modo de espera ou *suspend mode* tem um significado diferente de *power down*. No modo de espera, o dispositivo deve ser capaz de receber um sinal de ativação (*wake up*) do hospedeiro capaz de levá-lo à operação normal. Esta condição de baixo consumo é muito importante, uma vez que podem ser ligados até 127 dispositivos a um barramento, e a soma dos consumos (mesmo em espera) de todos eles levaria a uma corrente significativa.

CONCLUSÃO

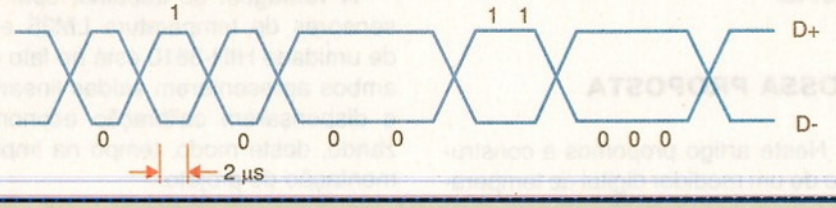
A possibilidade de ligar facilmente uma grande quantidade de dispositivos a um PC, abrindo assim novos caminhos para a conectividade que deve prevalecer nos projetos de todos os equipamentos do futuro, é uma realidade que deve ser considerada hoje com o USB.

O conhecimento mais profundo do modo como os sinais são transferidos, dos tipos de sinais usados e de como eles são gerados é fundamental para os profissionais de Comunicações, Informática e mesmo Eletrônica do futuro.

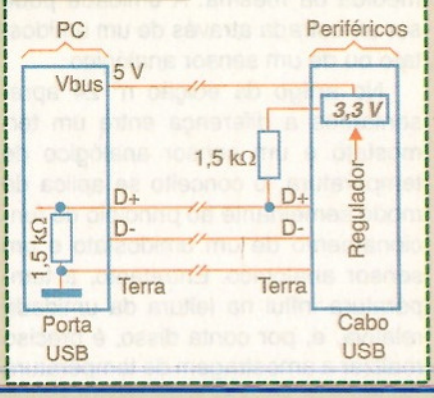
Já se fala numa grande quantidade de eletroeletrônicos que em breve deverão estar conectados aos PCs e à Internet e, sem dúvida, o padrão será o determinado pelo USB.

Os leitores que desejarem se aprofundar no assunto tem na Internet uma enorme fonte de informações. Sugerimos que visitem inicialmente o *site* da organização que "inventou" o USB em **www.usb.org**. Nele, pode ser encontrada a especificação completa dos protocolos USB que já estão sendo utilizados por muitos PCs para se comunicar com o mundo exterior.

8 Sinais enviados pelo barramento USB.



9 Resistor *pull-up*.





Leitura de Temperatura e Umidade pelo Logo

José Alberto N. Cocota Jr.



Níveis de Dificuldade

	0	1	2	3	4
mecânica	○	○	○	○	○
eletrônica	●	●	●	●	○
informática	○	○	○	○	○
custo	○	○	○	○	○

(veja pg. 02)

Na edição nº 24 (setembro/outubro 2005) publicamos um artigo referente a um circuito para leitura de temperatura pela porta paralela de um PC pelo Logo. Este novo artigo, além de possibilitar a leitura de temperatura, realiza também a leitura de umidade relativa, uma importante variável em diversos processos encontrados nas indústrias e em outras atividades.

A umidade relativa é uma variável importante a ser controlada em diversos processos industriais e em ambientes prediais. Ela é controlada, por exemplo, em indústrias de papel e celulose, química/petroquímica, alimentícia, têxtil, de fumo, farmacêutica, eletrônica, cerâmica e também para secagem e armazenamento de grãos, museus, pesquisa e desenvolvimento.

Em todas estas áreas, a umidade é controlada a fim de garantir a conservação ou qualidade de algum bem e até mesmo pode ser controlada para a segurança.

Antes de definir o controle da umidade em um processo, é necessário definir de que modo será realizada a medida da mesma. A umidade pode ser amostrada através de um umidostato ou de um sensor analógico.

No artigo da edição nº 24 apresentamos a diferença entre um termostato e um sensor analógico de temperatura, o conceito se aplica de modo semelhante ao princípio de funcionamento de um umidostato e um sensor analógico. Entretanto, a temperatura influi na leitura da umidade relativa, e, por conta disso, é preciso realizar a amostragem de temperatura para a compensação do valor amostrado da umidade.

UMIDADE

A umidade pode ser descrita como:

Umidade relativa: razão de água em relação à pressão de saturação;

Umidade específica: massa de água por unidade de massa de ar seco;

Razão de volume: parte de vapor de água por milhões de partes de ar.

Neste artigo apresentaremos apenas a forma de realizar a leitura da umidade relativa. Pelo método clássico, a umidade relativa é obtida nas cartas psicométricas e definida pela leitura de dois termômetros. Realizando a medida da temperatura de bulbo seco e a de bulbo úmido encontra-se, através de fórmulas, a umidade relativa.

NOSSA PROPOSTA

Neste artigo propomos a construção de um medidor digital de temperatura de bulbo seco e umidade relativa a partir de sensores analógicos com saídas lineares ligados a conversores analógico-digital (A/D). Estes conversores A/D são ligados à porta paralela do PC e, através de um programa escrito em Logo, é possível visualizar a temperatura e a umidade amostradas.

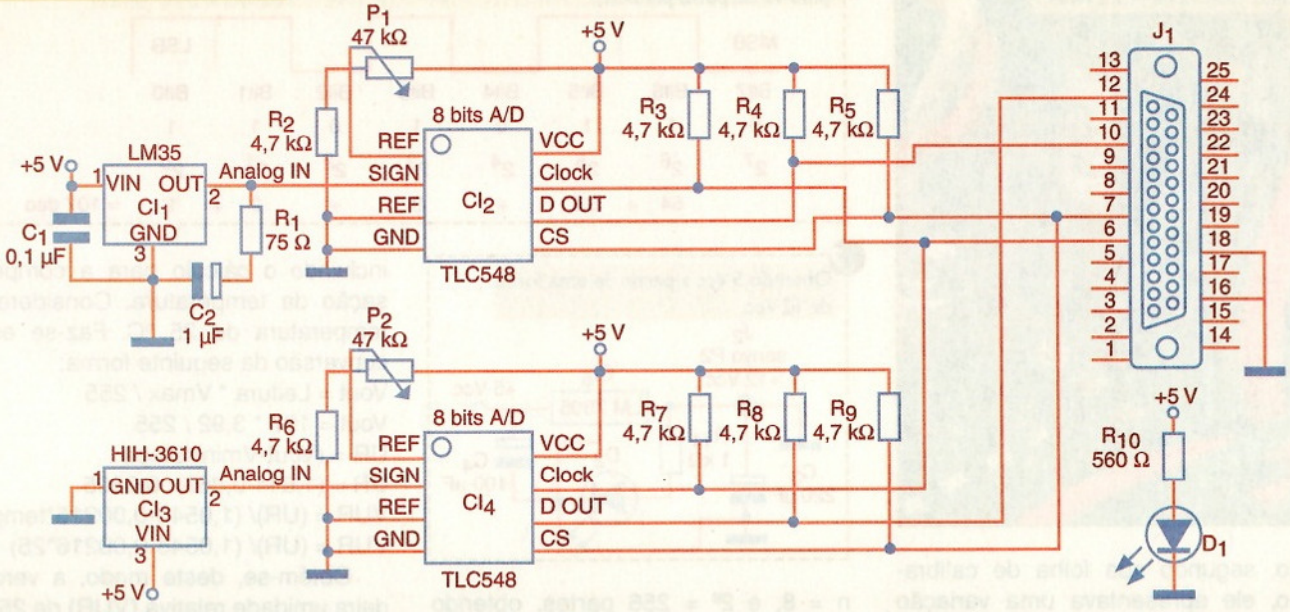
A montagem deste medidor visa oferecer ao leitor a oportunidade de adquirir conhecimentos em eletrônica, aquisição de dados e programação.

O CIRCUITO

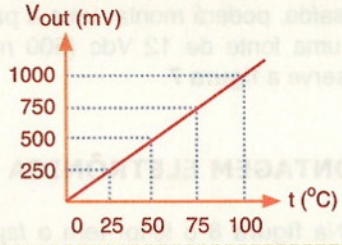
O circuito para medir a temperatura e umidade é constituído, basicamente, por um sensor de temperatura de silício (LM35), um sensor de umidade relativa capacitivo (HIH-3610 ou HIH-4000) e dois conversores A/D (TLC548) de 8 bits, conforme mostrado na **figura 1**.

A vantagem de trabalhar com os sensores de temperatura LM35 e o de umidade HIH-3610 está no fato de ambos apresentarem saídas lineares e dispensarem calibração economizando, deste modo, tempo na implementação do projeto.

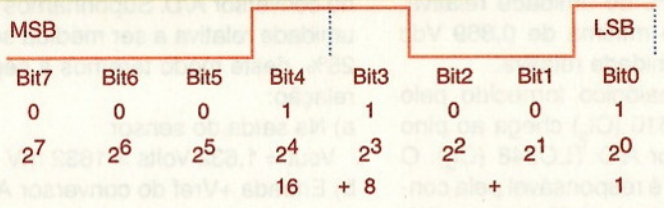
1 Diagrama do circuito eletrônico.



2 Saída do sinal do sensor LM35.



3 Sinal digital referente a conversão A/D para 25 graus Celsius (chega ao pino 10 da porta paralela).



Conversão da Temperatura

O sensor analógico de temperatura, o LM35, irá fornecer ao conversor A/D uma tensão de 10 mV para cada grau Celsius medido. Assim, teremos na saída do sensor (OUT) um sinal linear, representado na **figura 2**.

Este sinal analógico, fornecido pelo sensor LM35 (CI_1), chega ao pino 2 do conversor A/D TLC548 (CI_2). O conversor A/D é responsável pela conversão deste sinal analógico em digital, para que o PC possa "interpretar" o dado amostrado.

Ligado ao conversor A/D, há um potenciômetro (P_1) que deve ser regulado de tal modo que forneça no pino 1 (+REF), uma tensão de 2,56 V. Assim, quando o conversor A/D de 8 bits for realizar uma conversão, ele irá dividir esta tensão de referência por 2^n, onde n = 8, e 2^8 = 256 partes, obtendo desta divisão uma relação de que, a cada variação de 10 mV no sensor analógico, haverá a variação de um bit no conversor A/D. Suponhamos que a temperatura a ser medida seja de 25°C, deste modo teremos a seguinte relação:

a) Na saída do sensor

Vout = 0,25 Volts = 250 mV

b) Entrada +Vref do conversor A/D

$$\frac{Vref}{2^{nbits}} = \frac{2560mV}{2^8} = 10mV/bit$$

c) Na saída (D_OUT) do conversor A/D

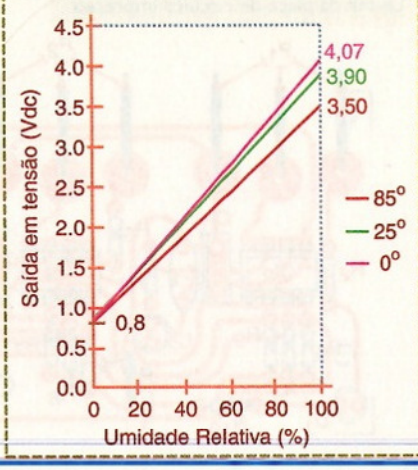
Teremos uma seqüência digital de 8 bits (1 byte) representado pela **figura 3**.

Conversão da Umidade

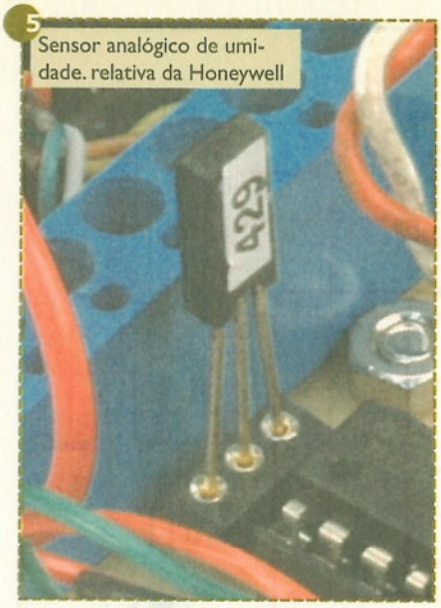
Na saída do sensor (OUT) teremos um sinal linear, como representado na **figura 4**. Verifique que a saída do sensor, para a mesma umidade relativa amostrada, modifica-se de acordo com a temperatura, como apresentado anteriormente. Deste modo faz-se necessária uma compensação da temperatura no valor amostrado da umidade.

Os sensores analógicos de umidade relativa HIH-3610-003 e HIH-3610-004 (**figura 5**) são acompanhados por uma folha de calibração. Esta folha de calibração fornece importantes dados para uma correta amostragem da umidade relativa. No caso do sensor utilizado neste pro-

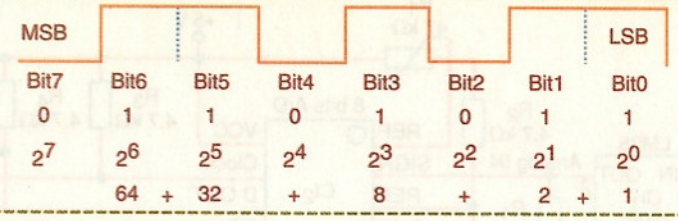
4 Saída em Tensão x Umidade Relativa a O °C, 25 °C, 85 °C.



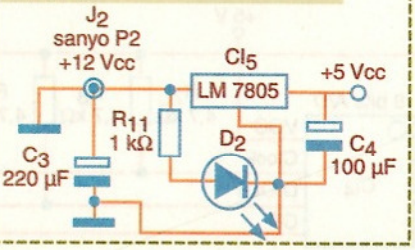
5 Sensor analógico de umidade. relativa da Honeywell



6 Sinal digital referente a conversão A/D para 25% de Umidade Relativa (chega ao pino 12 da porta paralela).



7 Obtendo 5 Vcc a partir de uma fonte de 12 Vcc.



jeto, segundo sua folha de calibração, ele apresentava uma variação de 30,5 mV (*Slope*) para cada % de umidade relativa medida, a 25 °C. E uma tensão máxima de saída de 3,92 Vdc para 100% de umidade relativa, e uma tensão mínima de 0,869 Vdc para 0% de umidade relativa.

O sinal analógico fornecido pelo sensor HIH-3610 (CI_3) chega ao pino 2 do conversor A/D TLC548 (CI_4). O conversor A/D é responsável pela conversão deste sinal analógico em digital, para que o PC possa "interpretar" o dado amostrado.

Ligado ao conversor A/D, há um potenciômetro (P_2) que deve ser regulado de tal modo que forneça no pino 1 (+REF), um valor igual à tensão máxima de saída do sensor. Assim, quando o conversor A/D de 8 bits for realizar uma conversão, ele irá dividir esta tensão de referência por 2^n, onde n = 8, e 2^8 = 256 partes, obtendo desta divisão uma relação de que, a cada variação de 15,2 mV no sensor analógico, haverá a variação de um bit no conversor A/D. Suponhamos que a umidade relativa a ser medida seja de 25%, deste modo teremos a seguinte relação:

a) Na saída do sensor

Vout = 1,632 Volts = 1632 mV

b) Entrada +Vref do conversor A/D

$$\frac{Vref}{2^{nbits}} = \frac{3920mV}{2^8} = 15{,}2mV/bit$$

c) Na saída (D_OUT) do conversor A/D

Teremos uma seqüência digital de 8 bits (1 *byte*) representado pela **figura 6**.

Depois de adquirido este sinal pelo PC, necessita-se realizar a conversão deste valor decimal em um valor da umidade relativa correspondente, incluindo o cálculo para a compensação da temperatura. Considere a temperatura de 25 °C. Faz-se esta conversão da seguinte forma:

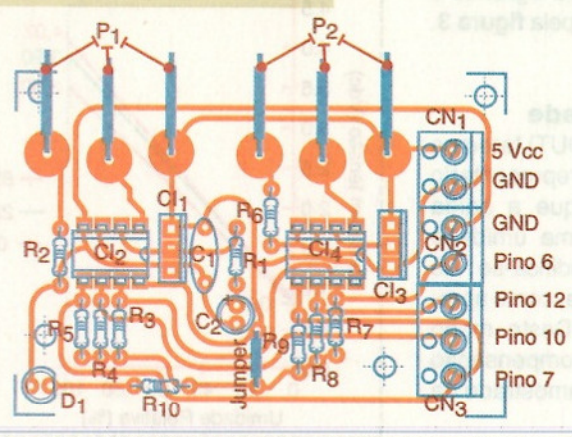
Vout = Leitura * Vmax / 255
Vout = 107 * 3,92 / 255
UR = (Vout-Vmin)/Slope
UR = (1,644-0,869)/ 0,0305
VUR = (UR)/ (1,0546-0,00216*temp)
VUR = (UR)/ (1,0546-0,00216*25)

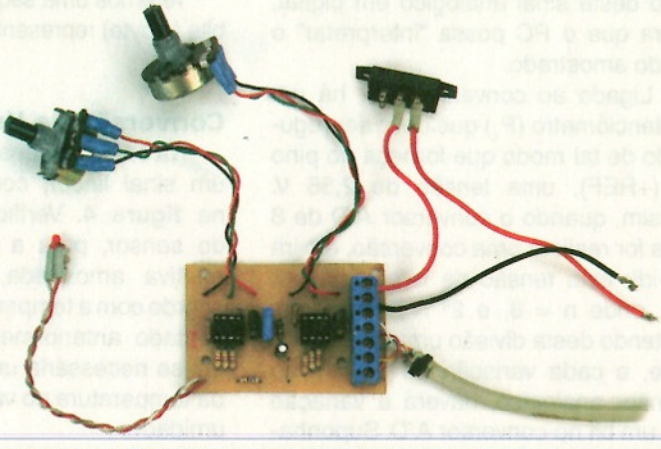
Obtém-se, deste modo, a verdadeira umidade relativa (VUR) de 25%. A fonte de alimentação deve ser de 5 Vdc regulada. Caso o leitor não disponha de uma fonte com esta tensão de saída, poderá montar uma a partir de uma fonte de 12 Vdc (500 mA). Observe a **figura 7**.

MONTAGEM ELETRÔNICA

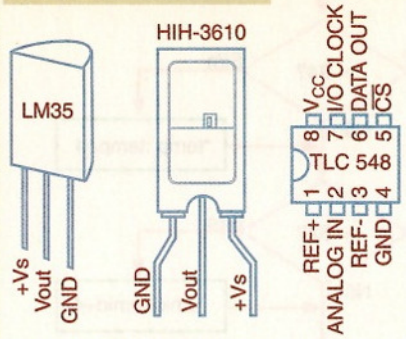
Na **figura 8** o leitor tem o *layout* para o circuito impresso usado para o nosso medidor. O leitor poderá também realizar a montagem em uma placa padrão ou mesmo em uma matriz de contatos, neste caso, apenas para testes do medidor ou mesmo para uma rápida demonstração. Aconselhamos colocar suportes para os CIs. Assim, qualquer substituição será facilitada.

8 Layout da placa de circuito impresso.





9 Pinagem dos CIs utilizados.



Um cuidado especial deve ser tomado durante a ligação dos componentes polarizados (diodos, sensores e conversores), pois qualquer inversão, além de provocar o não funcionamento do circuito, poderá causar a queima do componente, acarretando sua perda. Veja na **figura 9** os pinos dos CIs utilizados.

Os conectores "parafusáveis" adotados em nosso medidor podem ser ignorados e, neste caso, os fios devem ser soldados diretamente na placa.

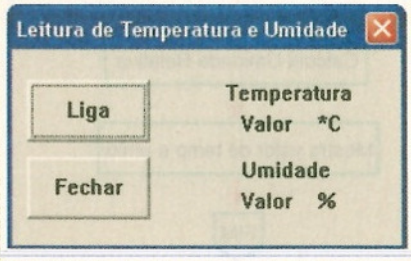
O PROGRAMA

O programa está disponível em nosso *site* (**www.mecatronicafacil.com.br**) para download. Ele foi desenvolvido na linguagem LOGO. O interpretador para o programa pode ser obtido gratuitamente no *site* do Nied (**www.nied.unicamp.br**).

Ao executar o programa "lertempeumid", o mesmo aparecerá na tela de controle conforme a **figura 10**. Portanto, é só pressionar o botão LIGA para que seja iniciada a leitura da temperatura e umidade e a exibição de ambas na tela.

Já o funcionamento do programa está descrito no fluxograma representado pela **figura 11**.

10 Tela do programa.



Basicamente, quando o programa inicia a leitura de temperatura e umidade, ele executa três blocos com funções distintas.

O primeiro é compreendido por um conjunto de comandos que levam os pinos "I/O CLOCK" (Clock) e "CS" (Chip Select) para o nível lógico alto e baixo em uma determinada seqüência, que é responsável pela inicialização do conversor A/D.

Assim que finalizada esta primeira etapa, os "bits 7" se encontram disponíveis nos pinos 10 e 12 da porta paralela. Através do valor decimal obtido da leitura dos níveis lógicos de entrada da porta paralela, verifica-se quais pinos estão em nível lógico alto (1 bin) ou baixo (0 bin). Veja a **tabela 1**.

T1 Valor decimal.

BITs		Valor Decimal
Pino 10 (D_OUT do CI2)	Pino 12 (D_OUT do CI4)	
0	0	30
0	1	62
1	0	94
1	1	126

Caso o pino 10 esteja em nível lógico alto, ele acumula à variável "temp" o valor decimal correspondente a este bit, e caso ocorra o mesmo com o pino 12, o programa acumula à variável "umid" o valor decimal correspondente a este bit. Realiza-se então a leitura dos bits restantes.

Quando finalizada a leitura de todos os 8 bits (1 *byte*) correspondente a conversão analógica para digital de cada sensor, será exibido o valor da variável "temp" e "umid", que serão resultados dos somatórios das conversões dos 8 bits de cada conversor (valor digital) em um valor decimal.

Verifique se os valores de tensão máxima e mínima, assim como o valor do "slope" do sensor de umidade que disponha são iguais aos apresentados neste projeto. Caso não sejam, modifique-os no programa.

TESTE E USO

Após o término da montagem, é aconselhável que o leitor faça uma revisão de todas as ligações elétricas. Use um multímetro como "testador de continuidade" para verificar estas ligações.

Antes de pressionar o botão LIGA, o leitor deve conectar o cabo de comunicação entre o PC e o circuito, e em seguida ligar a fonte de alimentação do circuito.

Meça a tensão na saída (Vout) do sensor de temperatura LM35 e verifique se o valor exibido na tela do programa corresponde ao valor medido pelo multímetro. Por exemplo, se estiver a 25 °C, o valor na saída do sensor analógico deverá estar próximo a 0,25 volts. Faça o mesmo com o sensor de umidade.

O leitor com experiência em programação poderá modificar o programa, realizando um maior número de amostras de temperatura e umi-

Lista de materiais

Resistências (1/8 W)
R_1 – 75 Ω
R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8 e R_9 – 4,7 kΩ
R_{10} – 560 Ω
R_{11} – 1 kΩ

Potenciômetros
P_1 e P_2 - 47 kΩ

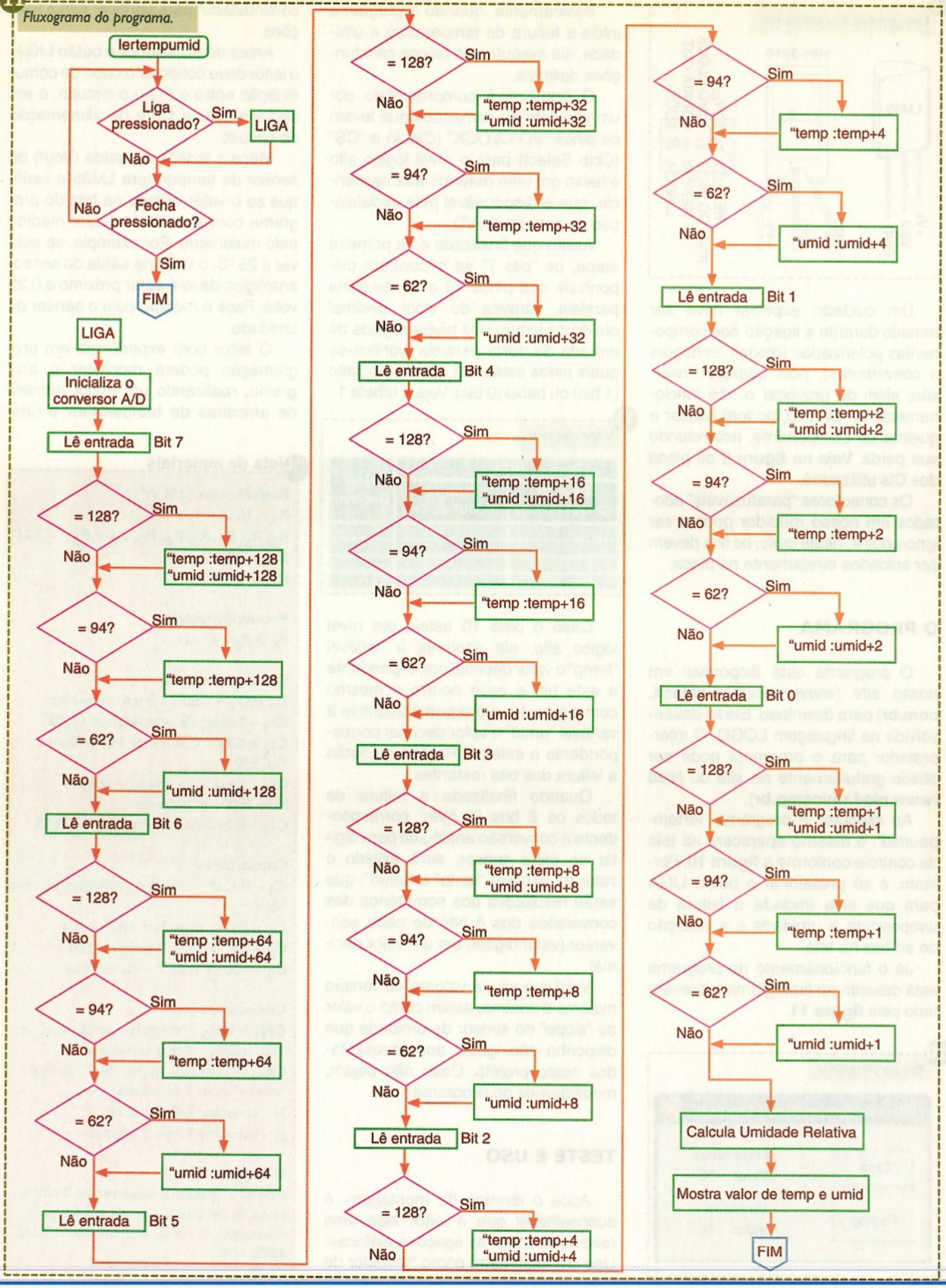
Semicondutores
D_1 e D_2 – LED de 3 mm vermelho
CI_1 – Sensor de temperatura LM35
CI_2 e CI_4 – Conversor TLC548 ou TLC549
CI_3 – Sensor de umidade relativa HIH-3610 - Honeywell.
CI_5 – Regulador de tensão – LM7805

Capacitores
C_1 – 0,1 µF – capacitor poliéster ou cerâmico
C_2 – 1 µF – capacitor eletrolítico
C_3 – 220 µF x 25 V - eletrolítico
C_4 – 100 µF x 16 V – eletrolítico

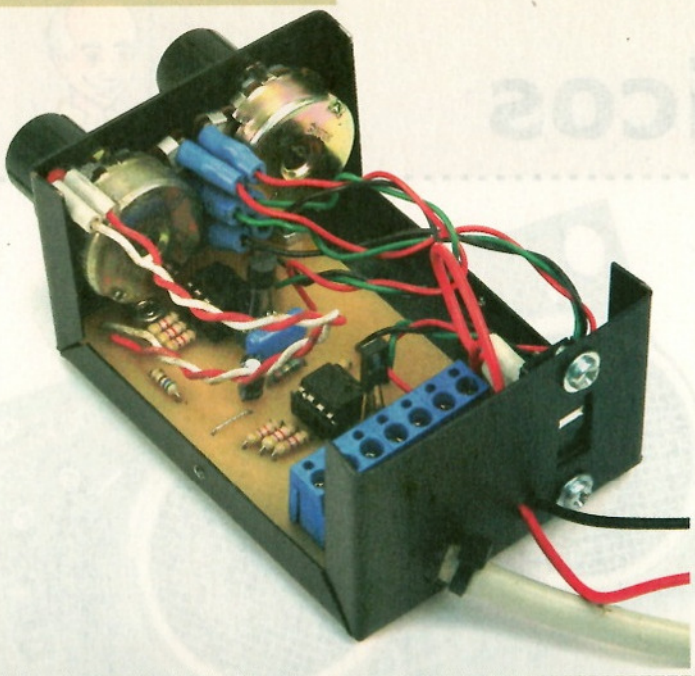
Conectores
CN_1 e CN_2 - "conector parafusável" do tipo "molex" com 2 terminais.
CN_3 – "conector parafusável" do tipo "molex" com 3 terminais;
J_1 - conector DB25 macho;
J_2 - conector Sanyo P2 fêmea.

Diversos
Fios para ligação, 2 soquetes de 8 pinos, placa de circuito impresso virgem para montagem, fonte de alimentação +5 Vdc, solda, cola.

11 *Fluxograma do programa.*



12 Fixação do circuito em uma caixa metálica.



dade em um curto intervalo de tempo. E a partir desses dados amostrados, realizar uma média aritmética, exibindo, deste modo, o valor da média, ao invés de apenas um valor. Obtém-se assim um valor mais próximo do real. Além disso, precisará calcular o desvio padrão e adicionar este valor a cada dado lido antes de tirar a média aritmética.

SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir, listamos alguns problemas comuns de ocorrer:

O valor exibido no programa não está próximo do lido pelo multímetro!

Possíveis soluções:

- Verifique se o potenciômetro P_1 está regulado de modo a fornecer 2,56 volts no pino +REF do conversor A/D CI_2, e se o potenciômetro P_2 está regulado de modo a fornecer um valor igual à máxima tensão de saída do sensor de umidade no pino +REF do conversor A/D CI_4;
- Pode existir mau contato. Verifique todas as ligações. Lembre-se que circuitos analógicos são muito sensíveis e qualquer mau contato gerará erros.
- Resultados melhores poderão ser obtidos montando o circuito e fixando-o em uma caixa metálica. O cabo de conexão do PC ao circuito deverá ser blindado. Veja a **figura 12**.

O valor amostrado está acima do valor real!

- Como os corpos dos sensores são negros, ambos absorvem com facilidade calor por radiação. Para evitar este tipo de erro, deverá ser colocado o circuito dentro de uma caixa escura, com pequenas frestas próximas ao sensor para a circulação do ar que terá sua temperatura amostrada. De preferência, a face externa desta caixa deverá ser de uma coloração que minimize a absorção de calor por radiação.

CONCLUSÃO

Neste artigo, o leitor constatou a facilidade de adquirir dados analógicos de mais de um sensor pela porta paralela de um PC. O leitor poderá aproveitar a parte do circuito responsável pela conversão A/D para amostrar outros tipos de dados analógicos. Esperamos que de alguma maneira, os dados aqui divulgados possam ajudar a todos.

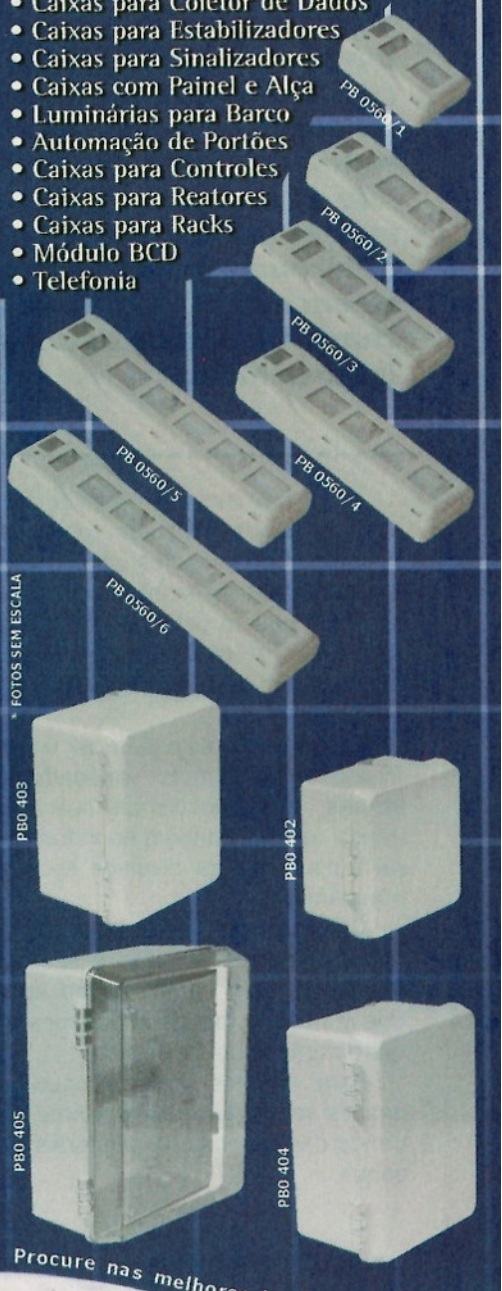
www.mecatronicafacil.com.br

No site é possível fazer o download do código-fonte do programa lertempeumid em LOGO e layout placa de circuito impresso.

Caixas e Gabinetes

Coloque seus Projetos em Caixas e Gabinetes de Qualidade

- Caixas para Fontes e Filtros de Linha
- Caixas com Tampa e Abas de Fixação
- Caixas para Sensores e Iluminação
- Caixas e Acessórios Norma Din
- Caixas para Sirenes e Alarmes
- Caixas para Coletor de Dados
- Caixas para Estabilizadores
- Caixas para Sinalizadores
- Caixas com Painel e Alça
- Luminárias para Barco
- Automação de Portões
- Caixas para Controles
- Caixas para Reatores
- Caixas para Racks
- Módulo BCD
- Telefonia



Procure nas melhores lojas especializadas

30 anos

www.patola.com.br
patola@patola.com.br
Fone: (11) 6103-2933

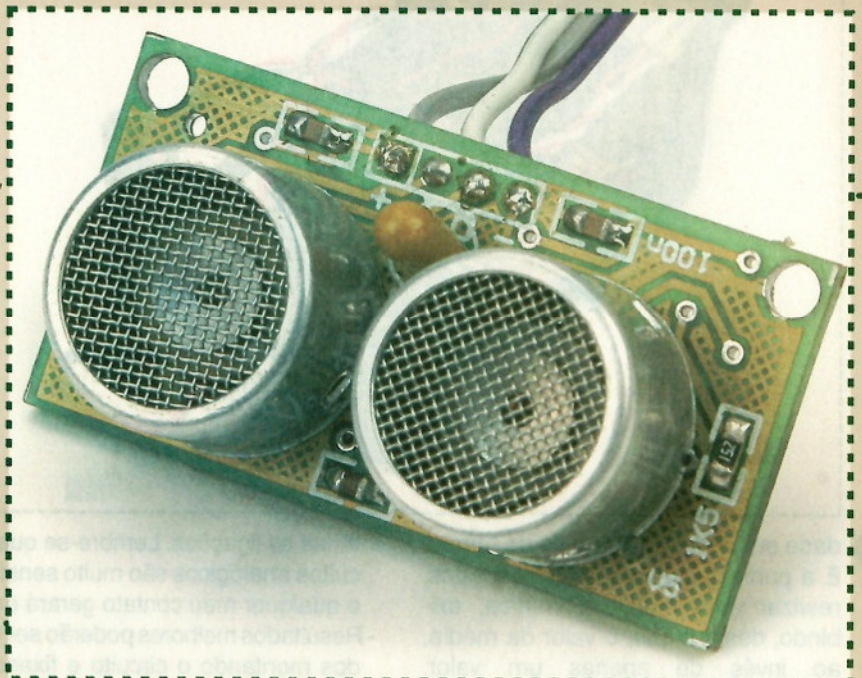
PATOLA
Tudo em caixa com qualidade e precisão

Sensores ultra-sônicos

Newton C. Braga



Um tipo de sensor de grande utilidade em automação, sensoriamento de obstáculos para robôs e de objetos em linhas de montagem é o sensor ultra-sônico. Sem precisar de contato físico com o objeto, ou ainda de propriedades especiais desse objeto, ele não só detecta sua presença, mas ainda tem recursos para determinar a distância em que se encontra. Veja neste artigo como funcionam os sensores ultra-sônicos.



Em diversos projetos desta Revista temos mostrado robôs que fazem uso de sensores ultra-sônicos. Formados por um emissor e um receptor, eles podem detectar a presença de objetos ou obstáculos e indicar a distância em que eles se localizam se for necessário.

Esses sensores podem ser encontrados numa ampla variedade de formas, dependendo da aplicação, sendo usados também na indústria e na automação de diversos tipos de equipamentos.

O princípio de funcionamento deste tipo de sensor tem algo a ver com a biônica, pois se baseia no sonar dos morcegos, que já abordamos em outros artigos desta Revista.

Para entender bem a operação desses sensores será importante partirmos das próprias propriedades dos sons.

ONDAS SONORAS

Quando um objeto vibra como, por exemplo, uma lâmina de metal presa a uma morsa, conforme ilustra a **figura 1**, esse objeto produz ondas de compressão e descompressão do ar.

Essas ondas se propagam a uma velocidade de 331,5 metros por segundo no ar em condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Com a elevação da temperatura, essa velocidade aumenta da ordem de 0,61 metros por segundo para cada grau Celsius.

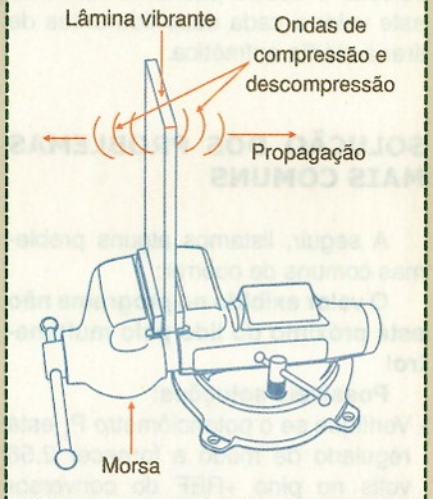
Atingindo nossos ouvidos, essas ondas podem pressioná-los, dando-nos a sensação sonora, se estiverem, entretanto, numa faixa bem definida de freqüências.

Efetivamente, partindo do zero, só podemos começar a ouvir alguma coisa quando o número de vibrações ultrapassar 16 por segundo ou 16 Hz. À medida que as vibrações vão se tornando mais rápidas, vamos tendo a sensação de sons cada vez mais agudos até que em torno de 18 000 Hz (dependendo da pessoa), deixamos de ter qualquer sensação auditiva.

É justamente acima dessas 18 000 vibrações por segundo ou 18 kHz, que estão os ultra-sons, conforme vemos no espectro da **figura 2**.

As vibrações existem, mas não podemos ouvi-las, e suas propriedades são as mesmas dos sons comuns.

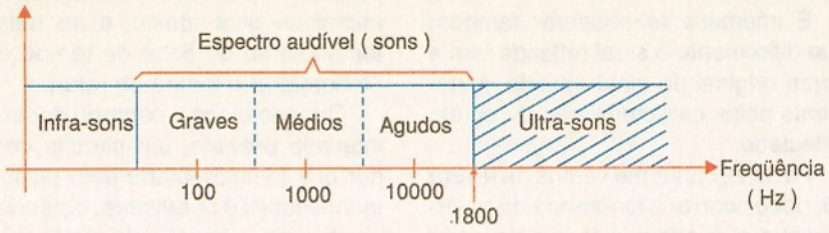
1 Formação do som.



É claro que existem animais que podem ouvir bem acima dos 18 kHz, como os morcegos, os golfinhos e até mesmo seu cachorro. Alguns morcegos podem ouvir ultra-sons de freqüências que ultrapassam os 200 kHz.

Mas, por que usar os ultra-sons em sensores e não sons comuns?

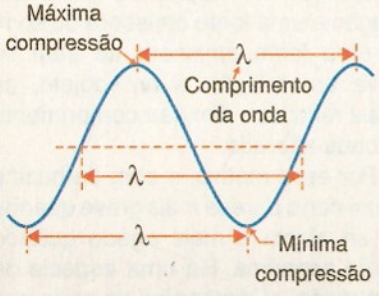
3 Espectro de sons.



Além de não sermos incomodados com o barulho, pois não podemos ouvir os ultra-sons, há outras propriedades importantes que devem ser levadas em conta.

Os sons e ultra-sons, como qualquer tipo de vibração, possuem uma intensidade, freqüência e comprimento de onda. O comprimento de onda, que nos interessa em especial, é a distância entre dois pontos de compressão máxima ou mínima de uma onda, observe a **figura 3**.

3 Comprimento de onda.



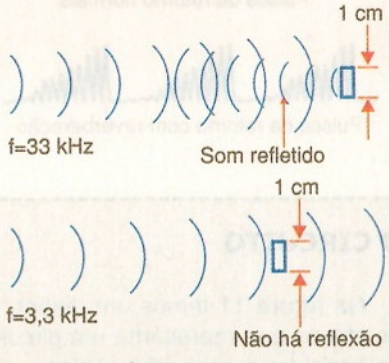
Se a freqüência do som aumenta, a distância entre esses pontos diminui, ou seja, temos comprimentos de onda menores. Esse comprimento é importante, pois determina as dimensões dos objetos em que ele pode refletir.

De fato, os sons comuns produzem o eco pela reflexão em objetos. Todavia, para refletir, o objeto deve ter dimensões maiores do que o comprimento de onda emitido.

Assim, se desejamos que um sensor seja capaz de detectar pequenos objetos por reflexão, o som emitido deverá ter pequeno comprimento de onda, ou seja, deverá ter uma freqüência muito alta, na faixa dos ultra-sons.

Um sinal de 33 kHz, por exemplo, tem um comprimento de onda de 1 cm. Essa será portanto a ordem de grandeza do menor objeto que um sensor que use um sinal desta freqüência pode detectar, conforme exibe a **figura 4**.

4 Detecção de objetos.



A distância em que o objeto se encontra pode ser facilmente determinada pelo tempo que o som demora para ir e voltar.

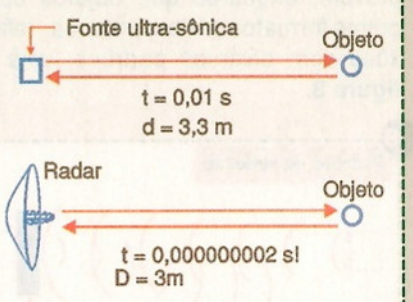
Se esse tempo for de 0,01 segundos, por exemplo, teremos 3,3 metros, e se for 0,001 segundos, teremos 33 cm. Veja que os tempos envolvidos neste processo são muito maiores do que se usássemos o radar (cujos sinais são de ondas de rádio e se propagam a 300 000 000 metros por segundo), observe a **figura 5**.

Isso torna este tipo de sensor melhor para detectar pequenas distâncias, enquanto que o radar é melhor para medir as maiores.

OS SENSORES

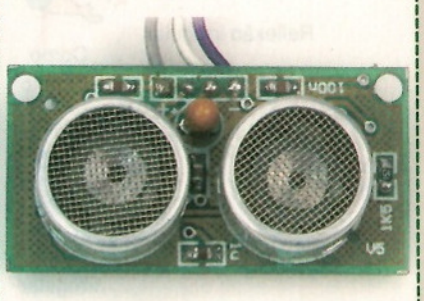
Os sensores ultra-sônicos só funcionam se existir uma fonte emissora de ultra-sons. Então, o sensor típico é formado por um emissor de ultra-sons

5 Diferença entre tempos de reflexão.



e um microfone ultra-sônico, conforme ilustra a **figura 6**.

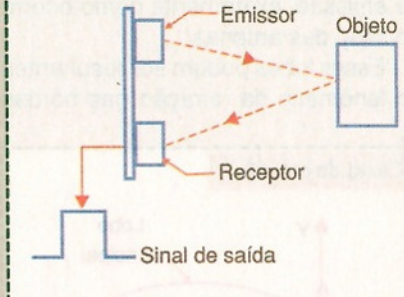
6 Emissor e receptor.



O emissor, que pode ser um cristal piezoelétrico ou ainda uma bobina que excita uma lâmina vibrante, emite um pulso de curta duração de ultra-sons.

Esse pulso se propaga e reflete no objeto que deve ser detectado, retornando, então, um ou mais pulsos de reflexão que são captados pelo microfone, conforme exemplo na **figura 7**.

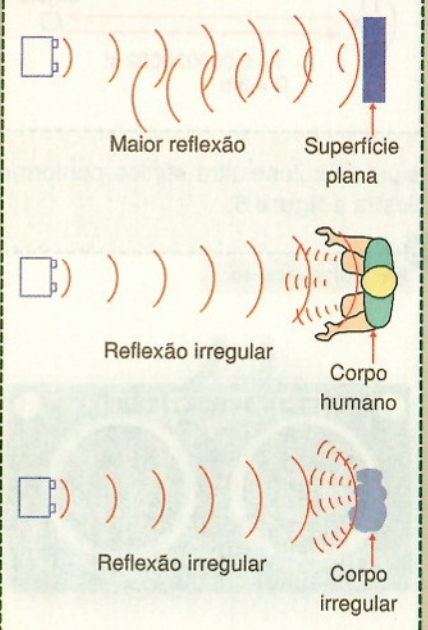
7 Emissão e captação do ultra-som.



O formato e o tipo de objetos determinam o padrão de reflexão do ultra-som, e isso é importante nas aplicações práticas. Desse modo, uma

superfície plana reflete o som praticamente na mesma direção de onde ele provém, enquanto que objetos com outros formatos podem provocar reflexões com diversos padrões, veja a **figura 8**.

8 Padrões de reflexão.

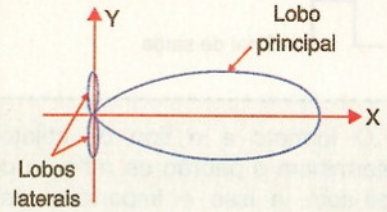


É importante que, para maior rendimento, a maior parte do som seja enviada na direção em que se deseja detectar o objeto. Dessa maneira, recursos como refletores e cornetas, fazem com que tenhamos características direcionais para os ultra-sons emitidos pelos sensores, muito semelhantes às obtidas para antenas de rádio.

Na **figura 9** temos a curva de emissão de um sensor, observando que existem pequenos lobos laterais de emissão, exatamente como ocorre no caso das antenas.

Esses lobos podem ser resultantes do fenômeno da refração nas bordas do sistema acústico que direciona o ultra-som, por exemplo.

9 Curva de emissão.

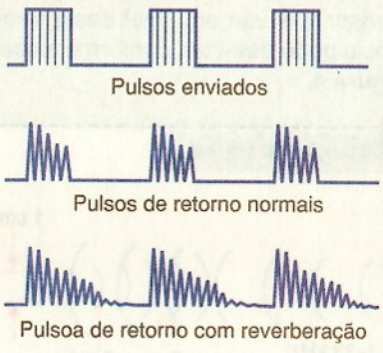


É interessante observar também que dificilmente o sinal refletido tem a forma original do sinal emitido, justamente pelas características do objeto detectado.

Por isso, conforme vemos na **figura 10**, pode ocorrer o fenômeno da reverberação que altera a forma de onda do sinal.

Esse fenômeno deve ser considerado ao se projetar o circuito detector.

10 Reverbação.



O CIRCUITO

Na **figura 11** temos um diagrama de blocos que representa um circuito típico de um sensor ultra-sônico.

Um oscilador produz salvas ultra-sônicas em intervalos regulares, as quais são emitidas pelo transdutor. O sinal deste oscilador gatilha um monoestável que determina o tempo previsto para o retorno do eco.

Se o eco voltar em um intervalo maior que o previsto, então o objeto estará longe demais para ser detectado.

O sinal deste monoestável serve para "abrir" o sensor de retorno ou microfone ultra-sônico, e ao mesmo tempo serve de base de tempo para cronometrar o tempo de retorno.

Quando o eco é captado dentro do intervalo previsto, um circuito contador que foi inicializado pelo pulso do monoestável é paralisado, obtendo-se assim uma indicação da distância em que o objeto detectado se encontra.

Se não houver necessidade dessa informação, o circuito poderá ser mais simples, e neste caso, ao detectar o retorno (eco), será produzido um pulso único para disparo de algum circuito externo.

Em um tipo mais simples temos apenas a produção do pulso de início da contagem de tempo após a emissão e o pulso de retorno. As demais funções, se necessárias, poderão ser obtidas acoplando-se esse sensor a microprocessadores ou CLPs.

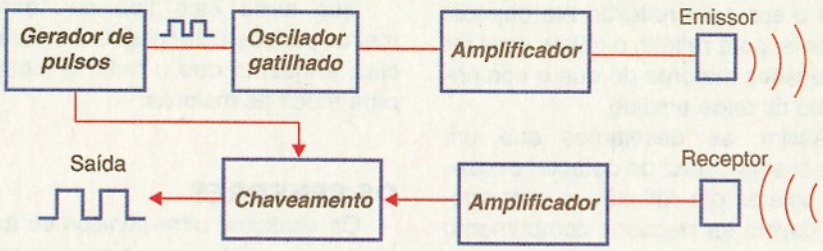
EFEITO DOPPLER

Quando um objeto se move em relação a uma fonte emissora de som, ou uma fonte emissora de som se move em relação a um objeto, os sinais refletidos têm seu comprimento de onda alterado.

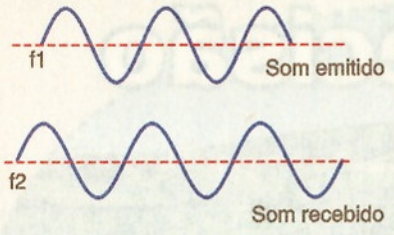
Por esse motivo, o som da buzina de um carro parece mais grave quando ele se afasta e mais agudo quando ele se aproxima. Há uma espécie de "contração" e "distensão" da onda que altera a freqüência aparente do som.

Esse efeito, denominado "Doppler", pode ser aproveitado para se medir a velocidade do objeto que se move em relação à fonte ou da fonte que se move em relação a um objeto fixo.

11 Diagrama de blocos.



12 Variação da freqüência



Basta medir a variação da freqüência para se ter essa indicação. Isso pode ser feito com os sensores ultra-sônicos, caso em que eles podem ser usados para medir a velocidade de um objeto, observe a **figura 12**.

O tempo de retorno do sinal serve para medir sua distância, e a alteração da freqüência serve para medir sua velocidade.

USO

Na **figura 13** exibimos algumas formas de se usar os sensores ultra-sônicos tanto em aplicações industriais como robóticas.

13 Aplicação de sensor.



a) Reflexivo - detecção de objetos e medida de distâncias

b) Transmissivo - detecção de objetos

Um tipo de sensor que temos empregado em projetos publicados nesta Revista é o sonar da Tato Equipamentos Eletrônicos esse sonar permite a detecção de objetos em distâncias de 20 cm a 1,5 m e opera com 5 V. Com ele, também é possível medir distâncias acoplando sua saída a um microcontrolador como o *Basic Step*.

Sua saída consiste em um pulso de nível alto cuja direção é igual ao tempo que o ultra-som demora para ir e voltar em relação ao obstáculo. Para obter a distância, basta dividir este tempo por dois e levar em conta a velocidade de propagação do som.

Um programa que permite medir distâncias com este sensor, usando também o *Basic Step*, está disponível no *site* da Tato.

CONCLUSÃO

Os sensores ultra-sônicos, pela sua simplicidade e custo relativamente baixo, consistem em excelentes soluções para a detecção de objetos e medidas de pequenas distâncias.

Conhecendo o seu princípio de funcionamento, os leitores poderão desenvolver projetos muito interessantes que envolvem desde a contagem de objetos numa linha de montagem até mesmo a detecção de obstáculos por robôs, como os que já descrevemos nesta Revista. f

Fonte de informação e referência definitiva para as empresas e profissionais

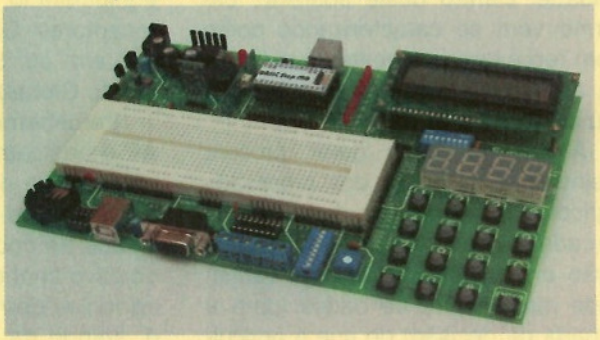
PC &CIA

Mensalmente nas bancas

www.revistapcecia.com.br

Super StepLab

A placa de laboratório mais completa do mercado





Novo display serial gráfico.
Resolução de 320x240



BASIC Step M8
O mais poderoso de todos.
Pode ser programado em BASIC ou C

TATO Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

Eletrônica embarcada na agricultura de precisão



Há muitos anos a agricultura tem feito uso de sistemas eletro-eletrônicos no controle das várias funções relacionadas aos mais diversos processos agrícolas. Observamos que boa parte desses sistemas foi desenvolvida de forma independente, cada qual responsável por um determinado tipo de controle ou função da máquina (trator e implemento). Esta multiplicidade de equipamentos, em grande parte das aplicações, acarreta custos elevados de instalação, manutenção e treinamento da mão-de-obra que manuseará os sistemas.

Alexandre de A. Guimarães



Por outro lado, a agricultura tem sido reestruturada, buscando-se cada vez mais a redução do consumo de insumos e o aumento da produtividade. Dentro deste contexto, um termo vem se caracterizando como bom representante desta nova filosofia agrícola: Agricultura de Precisão (ou simplesmente AP).

A AP, de forma geral, procura melhorar a eficiência dos processos agrícolas e a qualidade dos produtos de cada atividade, pressupondo a aquisição e manipulação de uma quantidade muito maior de dados (para a tomada de decisão) do que a agricultura tradicional.

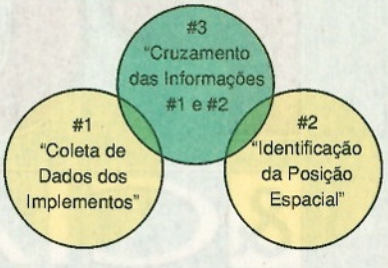
O domínio sobre os diversos dados disponíveis é conseguido através da utilização de vários sistemas eletro-eletrônicos interligados entre si, cada qual responsável por uma parte da máquina. Perceba que isto é o que exatamente acontece nos automóveis de passeio, cujos sistemas autotrônicos têm sido estudados por nós nesta seção. Estes sistemas realizam a coleta destas informações diretamente do processo. Por exemplo, durante a semeadura, é realizada a medição da velocidade da máquina, da quantidade de sementes depositadas, a identificação das falhas observadas durante o percurso e a identificação da posição espacial do equipamento, conseguida através de receptores GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global).

Percebemos com isso, que a AP é basicamente fundamentada na capacidade de coletar, armazenar e processar os dados do campo associados às coordenadas espaciais. O objetivo final é realizar as operações agrícolas de maneira localizada, isto é, agindo de acordo com as necessidades de cada ponto do sistema solo-planta.

Diante desse cenário, temos em mãos três grandes desafios tecnológicos, representados na **figura 1**:

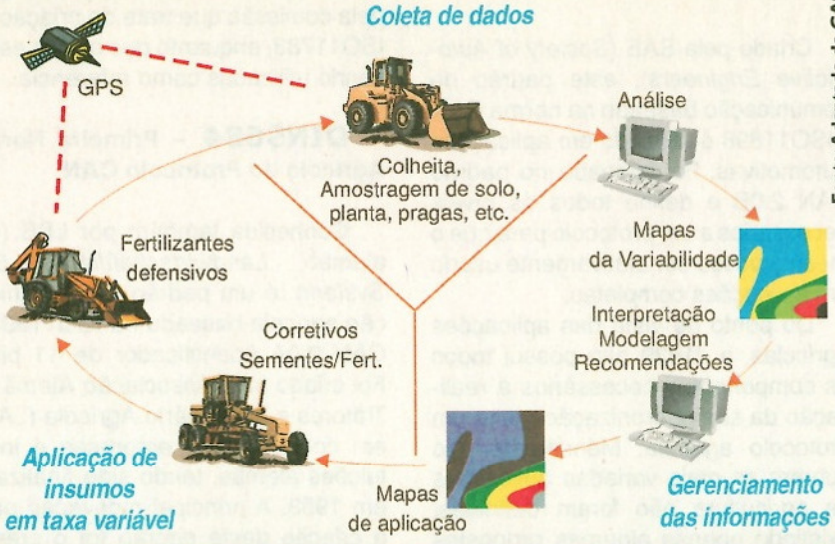
- Primeiramente, coletar os dados relativos a cada operação do maquinário agrícola, como a velocidade do implemento e a quantidade de sementes depositadas e de fertilizante aplicado sobre o solo, entre outros. Para tanto, alguns sensores estão disponíveis atualmente no mercado, cobrindo parcialmente as necessidades existentes.
- Em seguida, identificar a posição espacial do maquinário agrícola para que cada dado coletado possa ser relacionado a uma posição geográfica do terreno. Este desafio é resolvido através da utilização de equipamentos disponíveis no mercado – os receptores GPS.
- O terceiro elo tecnológico é o que garante o cruzamento e o processamento dos dados coletados na máquina e suas coordenadas espaciais correspondentes.

1 Os desafios tecnológicos relacionados à AP.



Desta forma, a aplicação da AP depende, dentre outras coisas, de sistemas eletrônicos utilizados na coleta das informações (sensores de campo e GPS) e do seu conveniente proces-

2 Fluxo dos dados na AP.



Fonte: Adaptado de CASE IH

samento. A **figura 2** mostra o fluxo dos dados na AP, iniciando com a coleta das informações do campo, passando pelo seu devido processamento e finalizando com a aplicação dos insumos necessários em taxa variável.

Em relação à agricultura tradicional, a AP demanda mais eletrônica embarcada e potencializa os problemas da eletrônica atualmente utilizada nas máquinas agrícolas. Assim como nos automóveis, as máquinas agrícolas modernas fazem uso de protocolos de comunicação, permitindo a troca de dados entre os sistemas utilizados.

PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO: A AGRICULTURA E SEUS REQUISITOS

Considerando o contexto das aplicações agrícolas, as redes de comunicação de dados (ou simplesmente Protocolos de Comunicação) devem estar preparadas para atender determinados requisitos mínimos. Dentre eles podemos destacar:

- Estar preparada para trabalhar em ambientes móveis;
- Ser resistente a situações nocivas (especialmente climáticas e produtos químicos);
- Ter cabeamento reduzido para facilitar sua instalação e reduzir sua manutenção;
- Não requerer tempo elevado para a conexão dos equipamentos à rede;
- Ser imune às interferências eletromagnéticas características do meio de trabalho;
- Garantir velocidade de transmissão suficiente para a dada aplicação;
- Permitir a interoperabilidade entre equipamentos de diversos fabricantes.

Esta última característica, especialmente dependente do protocolo de comunicação de dados utilizado, sugere que o mesmo seja reconhecido como um padrão aberto, internacional. Assim, como nas aplicações industriais, navais, automotivas e até mesmo comerciais, na agricultura, a padronização do protocolo de comunicação oferece grandes vantagens. Como diversos implementos são acoplados a um trator ao longo do ano para realizar as diversas operações, deve-se garantir que os implementos se comuniquem eletronicamente com o trator, mesmo que sejam, e é a condição mais comum atualmente, de fabricantes diferentes.

Dentre os vários protocolos de comunicação serial existentes, alguns podem ser destacados por já terem sido objeto de análise em aplicações agrícolas: SAE J1939, DIN9684 (LBS) e ISO11783. Estes protocolos foram desenvolvidos considerando as características colocadas pelo padrão CAN (*Controller Area Network*), especialmente a respeito da norma ISO11898, norma básica e oficial do protocolo.

Como características principais deste protocolo devemos lembrar:

- Cabeamento total da rede reduzido.
- Capaz de transmitir alta taxa de informação em tempo real.
- Boa flexibilidade das linhas de comunicação para facilitar sua instalação no veículo.
- Capacidade de interligar diversos nós, garantindo futuras expansões do sistema.
- Trabalha dentro do conceito multimestre.
- Robusto o suficiente para garantir seu funcionamento em ambientes nocivos e móveis.
- Capaz de detectar e tratar eventuais falhas de *hardware*, *software* ou as causadas por EMC (Compatibilidade Eletromagnética).

O CAN BUS, SEUS PROTOCOLOS DERIVADOS E A AGRICULTURA

Antes de serem explicadas algumas das características particulares dos três protocolos em análise, vale relembrar aos leitores alguns conceitos principais da norma genérica CAN - ISO11898, referência às demais normas conhecidas. Há algumas edições atrás tratamos do CAN Bus em detalhes.

ISO11898 – Norma Genérica do protocolo CAN

É a norma básica e oficial do protocolo CAN, desenvolvida originalmente pela companhia alemã "Robert Bosch" para utilização na indústria automotiva, buscando comunicação efetiva e de custos reduzidos em eletrônica embarcada de modo geral.

É um padrão internacional que especifica, basicamente, as camadas física e de enlace de dados (1 e 2 respectivamente, se considerado o padrão OSI de 7 camadas). Para tanto, existem várias normas baseadas na ISO11898 que foram criadas para aplicações específicas, nas quais foram definidas desde as mensagens requeridas até o cabeamento e conectores necessários a cada aplicação.

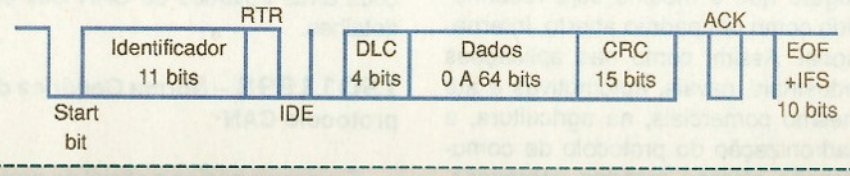
Na **tabela 1** estão relacionadas algumas aplicações e suas respectivas normas, baseadas na CAN - ISO11898.

T1 Aplicações e suas respectivas normas baseadas na CAN ISO 11898.

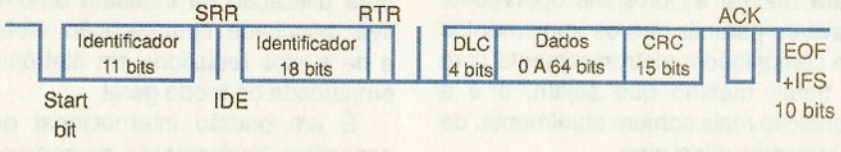
Aplicações	Organização Responsável	Padrão
Automotiva	SAE	J1939
Naval	NMEA	NMEA 2000
Agrícola	DIN	DIN 9684
	ISO	ISO 11783

Outra característica técnica muito importante é o fato da ISO11898 especificar 2 tipos de protocolos que diferem entre si, basicamente, em relação aos identificadores de mensagens. O protocolo básico – CAN 2.0A – possui o identificador das mensagens com 11 bits, enquanto que o estendido – CAN 2.0B – possui o identificador formado por 29 bits. Esta diferença se reflete na capacidade que cada um tem de endereçar mensagens – aproximadamente 2000 no CAN 2.0A e 500 milhões no CAN 2.0B. A utilização de um padrão ou de outro, depende da aplicação em questão. A **figura 3** representa o formato CAN 2.0A, enquanto que a **figura 4** representa o formato CAN 2.0B.

3 Quadro de Mensagem CAN 2.0A. Fonte: ISO,1993



4 Quadro de Mensagem CAN 2.0B. Fonte: ISO,1993



O protocolo CAN pode chegar a uma taxa de transmissão de 1Mbits/s, com um comprimento de cabo de 40 m (podendo ser aumentado com a proporcional diminuição da taxa de transmissão), garantindo todos os requisitos já colocados.

Foi desenvolvido para aplicações muito similares às aplicações agrícolas, o que bem indica a sua utilização em sistemas embarcados na agricultura.

J1939 – Norma Automotiva do Protocolo CAN

Criado pela SAE (*Society of Automotive Engineers*), este padrão de comunicação baseado na norma CAN - ISO11898 é utilizado em aplicações automotivas. Foi baseado no padrão CAN 2.0B e define todos os níveis necessários a um protocolo para que o mesmo possa ser efetivamente usado em aplicações completas.

Do ponto de vista das aplicações agrícolas, a J1939 não possui todos os componentes necessários a realização da sua padronização como um protocolo agrícola. Mensagens que cubram as mais variadas aplicações na agricultura não foram definidas, existindo apenas algumas propostas para algumas aplicações. Na prática, nenhuma aplicação agrícola sobre a J1939 foi desenvolvida até o momento.

Considerando o mercado consumidor de tecnologia, a J1939 mostra-se amplamente empregada no setor automotivo. Empresas como Dearborn, Motorola, Eaton, Caterpillar, Detroit Diesel, Bosch, Tacom e Alphabet Stoneridge, entre outras, possuem sistemas eletrônicos baseados na J1939 visando aplicações em caminhões e ônibus.

De qualquer forma, analisando as diversas referências que tratam da J1939 aplicada à agricultura, percebemos que os trabalhos realizados com ela procuram auxiliar o desenvolvimento da norma ISO11783, que pretende ser um padrão internacional - ISO. Algumas partes da J1939 foram adotadas, sem qualquer alteração, pela comissão que trata da criação da ISO11783, enquanto que outras estão sendo utilizadas como referência.

DIN9684 – Primeira Norma Agrícola do Protocolo CAN

Conhecida também por LBS (em alemão, *Landwirtschaftliches Bus System*), é um padrão de comunicação agrícola baseado na ISO11898 – CAN 2.0A (identificador de 11 bits). Foi criado pela Associação Alemã de Tratores e Maquinário Agrícola (LAV), em conjunto com empresas e instituições alemãs, tendo sido finalizado em 1993. A principal motivação para a criação deste padrão foi o crescimento acelerado da disponibilidade de equipamentos eletrônicos para aplicações agrícolas e a necessidade de sua compatibilização.

Este protocolo define todos os componentes necessários a um barramento de comunicação agrícola, tendo como características principais a capacidade de endereçar até 20 nós e gerenciar até 2048 mensagens, com taxa de transmissão máxima de 125 kbits/s em uma rede de 40 m de comprimento. Já existem vários trabalhos realizados sobre a LBS e alguns equipamentos já são comercializados baseados nesta norma. Como exemplo pode-se citar o sistema Fieldstar, empresa AGCO. Trata-se de um terminal de operação, o qual recebe todos os dados disponíveis no trator e implementos, calcula a partir deles uma série de informações e orienta o operador do sistema a realizar determinadas ações requeridas à boa continuidade das atividades.

Considerando o mercado, a LBS é utilizada atualmente por várias empresas fabricantes de tecnologia agrícola, como Amazone, Bredal, Grimme, Hardi, Spra-Coupe, Delvano, Agrifac, Kuhn, Kverveland, Lemken, Horsch, Claas e AGCO, entre outras. A LBS, como pode ser visto, é amplamente utilizada atualmente.

Analisando as várias referências disponíveis, percebe-se que mesmo sendo aplicada a equipamentos em comercialização, a LBS não é a melhor solução para todas as aplicações agrícolas, especialmente as futuras. Um

Literatura Técnica

Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br

NOVIDADE



Espionagem e Contra-Espionagem Eletrônica

Embora muita coisa possa ser improvisada e até mesmo comprada pronta para se realizar escutas telefônicas, gravações secretas ou mesmo filmagens, a disponibilidade de pequenos equipamentos que possam operar em condições especiais é algo bastante atraente.
O que levamos aos leitores através deste livro é, justamente, a viabilidade de montagem desses pequenos equipamentos de tecnologia eletrônica acessível para serem usados em operações especiais e em muitos outros casos. Autor(es): Newton C. Braga

R$ 24,90



Microcontrolador 8051 com Linguagem C - Prático e Didático
Autor: Denys E. C. Nicolosi e Rodrigo B. Bronzeri
R$ 53,10



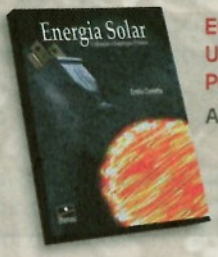
Correntes Contínuas
Autor: Vandir Marreto
R$ 72,00



Curso Completo de Eletricidade Básica
Autor: U. S. Navy
R$ 125,00



Curso de Física - Mecânica
Autor: L. Landau / E.Lifchitz
R$ 54,00



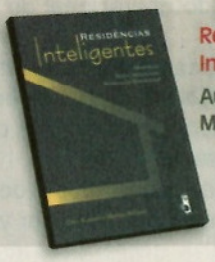
Energia Solar - Utilização e Empregos Práticos
Autor: Emílio Cometta
R$ 32,00



Instrumentação & Controle
Autor: W. Bolton
R$ 52,00



Pneumática & Hidráulica
Autor: Harry L. Stewart
R$ 98,00



Residências Inteligentes
Autor: Caio Augustus M. Bolzani
R$ 50,00



Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização
Autor: Jesué Graciliano da Silva
R$ 45,00



Fontes de Alimentação
Autor: Newton C. Braga
R$ 19,80



Eletrônica Básica para Mecatrônica
Autor: Newton C. Braga
R$ 19,80



Circuitos & Soluções - Vol. 5
Autor: Newton C. Braga
R$ 19,90

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br

ou fone (11) 6195-5330

*Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acesse www.sabermarketing.com.br
*O frete não esta incluído no valor do produto, sendo calculado de acordo com a localidade e tipo de envio.

padrão com uma maior quantidade de pontos disponíveis na rede, maior taxa de transmissão e maior quantidade de mensagens, o que aumentaria a flexibilidade do sistema, é realmente necessário. De qualquer forma, todos os trabalhos realizados sobre a LBS têm sido utilizados como referência às atividades da comissão que trata da criação da ISO11783.

ISO11783 – Norma Agrícola Internacional do Protocolo CAN

Está em desenvolvimento pelo grupo de trabalho ISO TC23/SC19/WG1, que procura reunir os diversos requisitos dos sistemas agrícolas atuais e predizer o que seria interessante em um protocolo de comunicação, para que o mesmo seja flexível o suficiente para suportar as diversas aplicações agrícolas futuras.

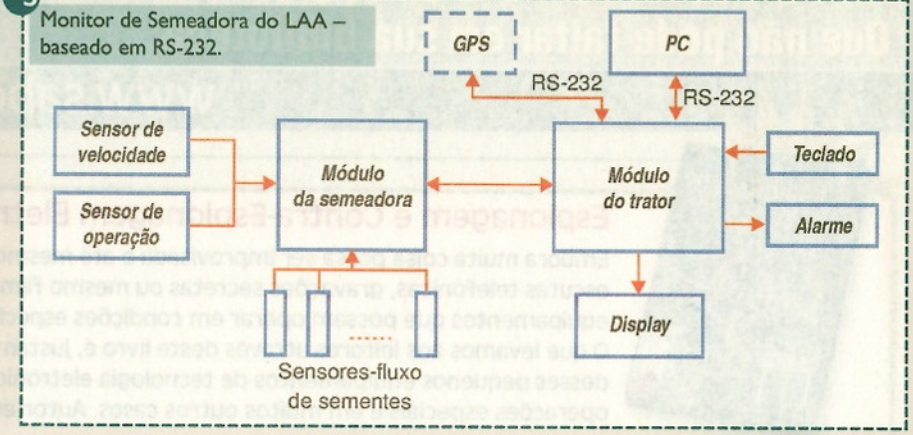
Esta norma, assim como a DIN9684, define todos os componentes necessários a um barramento agrícola, tendo como características principais o fato de ser baseada na ISO11898 – CAN 2.0B (identificador de 29 bits) e a capacidade de endereçar até 256 nós, gerenciando aproximadamente 500 milhões de mensagens com taxa de transmissão máxima de 250 kbits/s em uma rede de 40 m de comprimento.

Considerando o mercado, por ainda estar em processo de desenvolvimento, não foi utilizada como referência em nenhum projeto de equipamento comercial. Apesar disso, é objeto de análise de grande parte das empresas que comercializam produtos eletrônicos na agricultura, especialmente por ser capaz de proporcionar uma solução que acomoda as existentes, como a LBS, e as futuras, com milhares de mensagens e centenas de nós conectados à rede.

EXEMPLO DE SISTEMA EXISTENTE – UM MONITOR DE SEMEADORA

Não dá para abordar tantos conceitos técnicos sem mencionar ao menos um exemplo de aplicação. Pois bem: o Laboratório de Automação Agrícola da Escola Politécnica da USP (LAA) vem desenvolvendo, desde 1990, diversas pesquisas sobre o projeto de um monitor de semeadora e a aplicação do protocolo CAN na agricultura. Vale mencionar que o LAA é pioneiro nesta área de pesquisa, em toda a América Latina.

5 Monitor de Semeadora do LAA – baseado em RS-232.



Este monitor foi idealizado para o acompanhamento de algumas variáveis do processo de semeadura, destacando-se:

- A apresentação ao operador de informações do processo. Dentre elas: a taxa e a densidade de sementes depositadas sobre o solo, a área de terreno semeada e a velocidade da máquina;
- O aviso ao operador sobre as condições indevidas de trabalho, como taxa de semeadura ou velocidade fora da faixa, e posição do implemento em relação ao modo operacional do sistema;
- O armazenamento de estatísticas da operação e sua transferência a um computador pessoal (PC) para posterior análise.

O diagrama esquemático desse monitor de semeadora pode ser visto na **figura 5**.

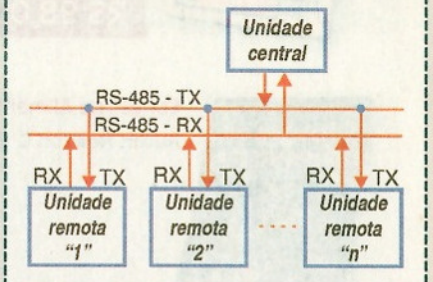
Percebemos pelo arranjo mostrado que a arquitetura utilizada neste monitor tem características de controle semidistribuído, uma vez que duas ECUs são responsáveis pela coleta das informações e o acionamento das respectivas saídas. Podemos afirmar que, caso apenas uma das ECUs fosse utilizada no controle, o sistema estaria estritamente baseado no conceito centralizado. Da mesma forma, se fossem utilizadas várias ECUs, cada qual responsável pela coleta e tratamento de parte das entradas e saídas, o sistema estaria fortemente baseado no conceito distribuído.

Outro ponto importante a ser destacado é a linha de comunicação estabelecida entre as unidades remota e central, respectivamente "módulo da semeadora" e "módulo do trator". Trata-se de um canal serial baseado no padrão EIA RS232, normalmente encontrado em computadores pessoais (PCs).

Desenvolvido e analisado o monitor de semeadora baseado em RS-232, visando seu aprimoramento, outros protocolos de comunicação passaram a ser estudados e considerados como possíveis nesta aplicação. Foi o caso do padrão RS-485, o qual permitiria um certo grau de expansão ao sistema mas com algumas limitações técnicas.

O diagrama esquemático proposto para um monitor de semeadora baseado em RS-485 pode ser visto na **figura 6**.

6 Monitor de Semeadora do LAA – baseado em RS485.



Como terceira alternativa tecnológica ao monitor de semeadora, propôs-se então o protocolo CAN Bus (*Controller Area Network Bus* ou Barramento CAN), o qual apresenta uma série de vantagens, já apresentadas anteriormente.

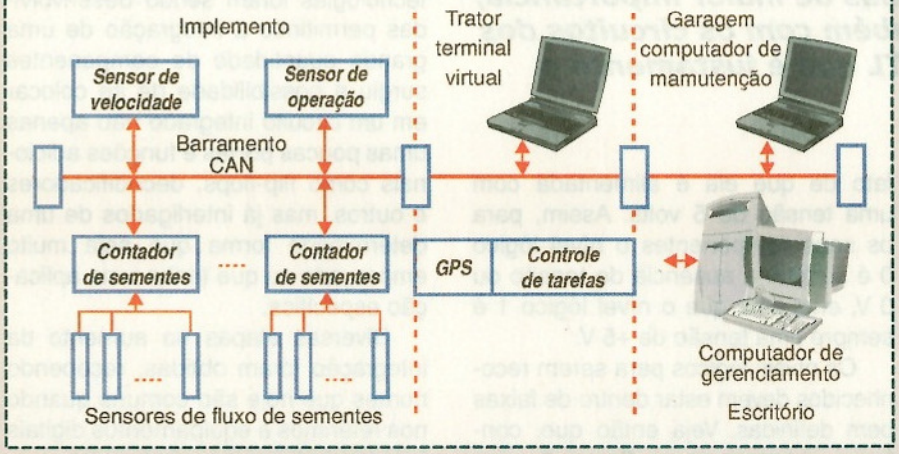
O diagrama esquemático proposto para o monitor de semeadora baseado em CAN pode ser visto na **figura 7**.

PROBLEMAS E NECESSIDADES DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS ATUAIS

Além de requerer robustez mecânica e elétrica, o sistema de controle deve permitir sua fácil remoção de um trator e implemento e, em seguida, sua rápida instalação em outras máquinas. Da mesma forma, é desejável que partes do sistema sejam substituíveis por peças de fornecedores distintos, facilitando e, eventualmente, barateando as atividades de manutenção do sistema e proporcionando algo independente dos fabricantes.

Considerando-se estes pontos, os conceitos de arquitetura mais apropriados às aplicações agrícolas são o semidistribuído e o distribuído. Em ambos os casos, a comunicação entre as ECUs do sistema é requerida, implicando a necessidade de se utilizar um protocolo de comunicação, neste caso o CAN Bus, padrão ISO11783.

7 Monitor de semeadora do LAA – baseado em CAN Bus.



COMENTÁRIOS FINAIS

As normas SAE J1939 e DIN9684 (LBS), apesar de baseadas no padrão CAN ISO11898, não são completas e portanto não deverão ser utilizadas nas aplicações de eletrônica embarcada na agricultura. Já a ISO11783 mostrou-se completa e verdadeiramente indicada à agricultura.

Já estão em andamento no Brasil (desde 2005) as discussões sobre a adoção da ISO11783 como padrão de protocolo de comunicação. Este grupo conta com a participação de empresas da área de desenvolvimento de sistemas eletrônicos agrícolas, da Universidade de São Paulo e também da EMBRAPA. A ABIMAQ e a ABNT têm colaborado fortemente com as atividades deste time de trabalho.

*Alexandre de Almeida Guimarães é Líder de Projetos na Engenharia Eletro-Eletrônica na GM do Brasil e Mestre em Sistemas Digitais pela Escola Politécnica da USP.

Você já pensou sobre a importância do aterramento da sua máquina?

Assuntos como este você encontra na revista:

SABER ELETRÔNICA
TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

Mensalmente nas bancas

www.sabereletronica.com.br

Buscando informações para seu aperfeiçoamento profissional em Automação Industrial?

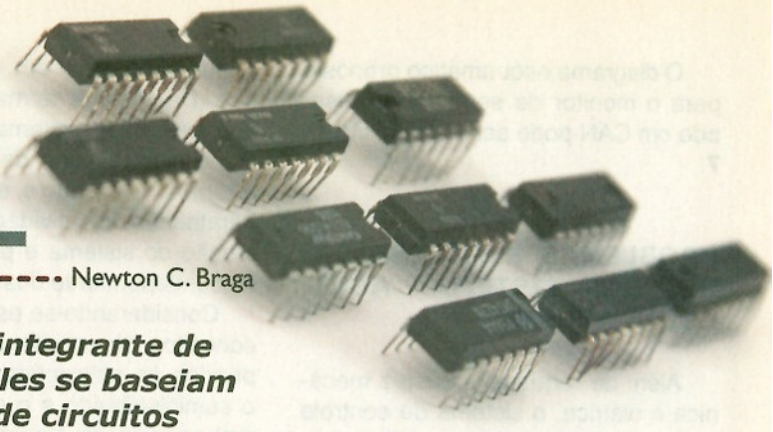
Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br

Conheça a Família TTL



Newton C. Braga

Os circuitos lógicos digitais são parte integrante de uma grande quantidade de projetos. Eles se baseiam totalmente em duas grandes famílias de circuitos integrados que são compatíveis entre si, as quais possuem os blocos elementares para a realização da maioria dos projetos, o que facilita bastante sua utilização prática. Uma das famílias de maior importância, por sua compatibilidade também com os circuitos dos computadores, é a família TTL que é justamente o assunto deste nosso artigo.

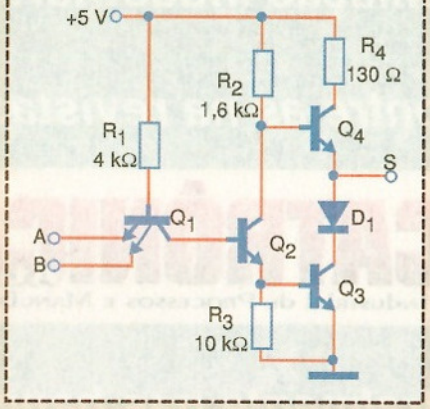
A família TTL foi desenvolvida originalmente pela Texas Instruments, mas hoje muitos fabricantes de semicondutores produzem seus principais circuitos.

Esta família é reconhecida principalmente pelo fato de ter duas séries que começam pelos números 54 (para os componentes de uso militar) e 74 para os componentes de uso comercial. Conseqüentemente, podemos associar rapidamente qualquer componente que comece pelo número "74" à família TTL.

Na **figura 1** mostramos uma porta típica TTL.

1

Porta NAND TTL.

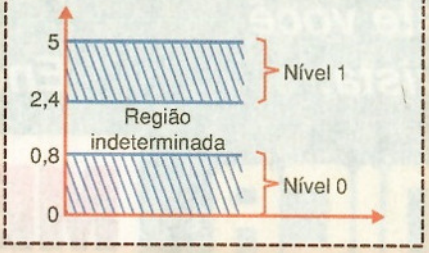


Trata-se de uma porta NAND de duas entradas que logo chama a atenção pelo fato de empregar um transistor de dois emissores. A característica mais importante desta família está no fato de que ela é alimentada com uma tensão de 5 volts. Assim, para os seus componentes o nível lógico 0 é sempre a ausência de tensão ou 0 V, enquanto que o nível lógico 1 é sempre uma tensão de +5 V.

Os níveis lógicos para serem reconhecidos devem estar dentro de faixas bem definidas. Veja então que, conforme observamos na **figura 2**, uma porta TTL reconhecerá como nível 0 as tensões que estiverem entre 0 e 0,8 V e como 1 as que se encontrarem numa outra faixa entre 2,4 e 5 V. Entre essas duas faixas existe uma região indefinida, ou que deve ser evitada.

2

Faixas de tensão reconhecidas como 0 e 1 (nível alto e baixo).



Há centenas de circuitos integrados TTL disponíveis no mercado para a realização dos projetos. A maioria deles está em invólucros DIL de 14 e 16 pinos, veja a **figura 3**.

As funções mais simples são as portas, que são disponíveis numa certa quantidade em cada integrado e usam circuitos integrados de poucos pinos.

No entanto, à medida que novas tecnologias foram sendo desenvolvidas permitindo a integração de uma grande quantidade de componentes surgiu a possibilidade de se colocar em um circuito integrado não apenas umas poucas portas e funções adicionais como flip-flops, decodificadores e outros, mas já interligados de uma determinada forma que seja muito empregada ou que tenha uma aplicação específica.

Diversas etapas no aumento da integração foram obtidas, recebendo nomes que hoje são comuns quando nos referimos a equipamentos digitais e computadores em geral, como:

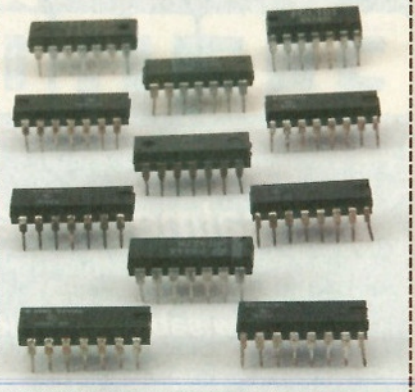
SSI - *Small Scale Integration* ou Integração em Pequena Escala, que corresponde à série normal dos primeiros TTL que contêm de 1 a 12 portas lógicas em um mesmo componente ou circuito integrado.

MSI - *Medium Scale Integration* ou Integração de Média Escala em que temos em um único circuito integrado: de 13 a 99 portas ou funções lógicas.

LSI - *Large Scale Integration* ou Integração em Grande Escala e

3

CIs TTL em diversos invólucros.



que corresponde a circuitos integrados contendo de 100 a 999 portas ou funções lógicas.

VLSI - *Very Large Scale Integration* ou Integração em Escala Muito grande, que corresponde aos circuitos integrados que contenham mais de 1000 portas ou funções lógicas.

ULSI - *Ultra Large Scale Integration* que reúne centenas ou milhares de funções lógicas interligadas.

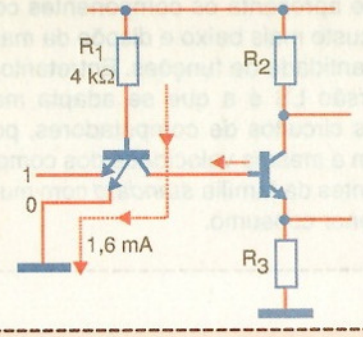
OUTRAS CARACTERÍSTICAS DA FAMÍLIA TTL

Para utilizar corretamente os circuitos integrados TTL, e mesmo saber testá-los percebendo quando apresentam algum problema de funcionamento, é importante conhecer algumas de suas características adicionais. Analisemos assim, as principais características lembrando os níveis lógicos de entrada e saída que são admitidos:

- Correntes de entrada:

Quando uma entrada de uma função lógica TTL está no nível 0, flui uma corrente da base para o emissor do transistor multiemissor da ordem de 1,6 mA, conforme ilustra a **figura 4**. Esta corrente deve ser levada em conta em qualquer projeto, pois ela deve ser suprida pelo circuito que vai excitar a porta.

4 Corrente de entrada no nível baixo (0).

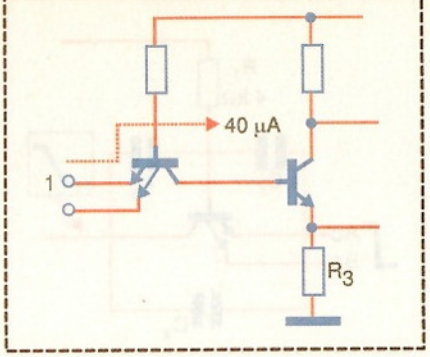


Quando a entrada de uma porta lógica TTL está no nível alto, flui uma corrente no sentido oposto da ordem de 40 µA, observe a **figura 5**. Esta corrente irá circular quando a tensão de entrada estiver com um valor superior a 2,0 V.

- Correntes de saída

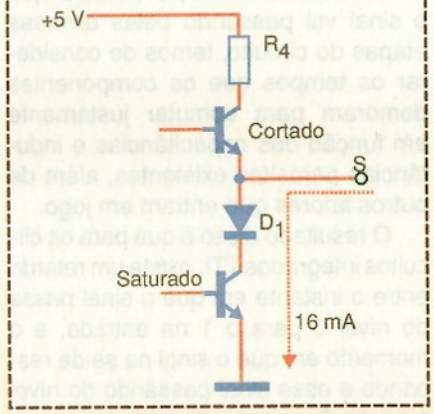
Quando a saída de um circuito TTL vai ao nível 0 (ou baixo), flui uma

5 Corrente de entrada no nível alto (1).



corrente da ordem de 16 mA conforme vemos no circuito equivalente da **figura 6**.

6 Corrente de saída no nível baixo (0).

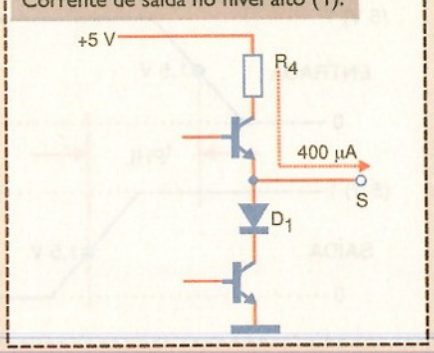


Isso significa que uma saída TTL no nível 0 (ou baixo) pode drenar de uma carga uma corrente máxima de 16 mA, ou seja, pode "absorver" uma corrente máxima desta ordem.

Por outro lado, quando a saída de uma função TTL está no nível 1 ou alto, ela pode fornecer uma corrente máxima de 400 µA, exemplo na **figura 7**

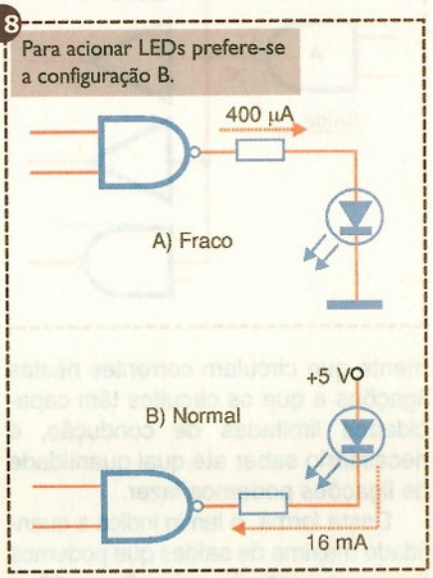
Veja, então, que podemos obter uma capacidade muito maior de excitação de saída de uma porta TTL

7 Corrente de saída no nível alto (1).



quando ela é levada ao nível 0 do que ao nível 1. Isso justifica o fato de que em muitas funções indicadoras onde ligamos um LED na saída, por exemplo, fazemos com que ele seja aceso quando a saída vai ao nível 0 (e portanto a corrente é maior) e não ao nível 1 conforme exibe a **figura 8**.

8 Para acionar LEDs prefere-se a configuração B.



- Fan In e Fan Out

Estes são termos técnicos que especificam duas características de extrema importância para os projetos que empregam circuitos integrados da família TTL.

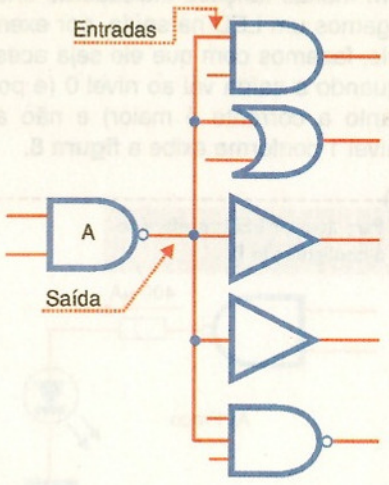
O que acontece é que a saída de uma função não precisa estar obrigatoriamente ligada a uma única entrada de outra função. A mesma saída pode ser usada para excitar diversas funções.

Como a entrada de cada função precisa de uma certa corrente e a saída da função que vai excitar tem uma capacidade limitada de fornecimento ou de drenar corrente, é preciso estabelecer um limite para a quantidade de entradas que podem ser excitadas, conforme ilustra a **figura 9**.

Assim, levando-se em conta as correntes nos níveis 1 e 0 das entradas e saídas, definimos o fan out como o número máximo de entradas que podemos ligar a uma saída TTL. Para os componentes da família TTL normal ou Standard, que é a que estamos estudando, o fan out é 10.

Por outro lado, também pode ocorrer que na entrada de uma função lógica TTL precisemos ligar mais de uma saída TTL. Considerando nova-

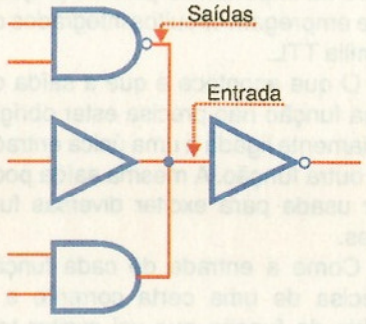
9 Há um limite para a quantidade de entradas que podem ser excitadas.



mente que circulam correntes nestas ligações e que os circuitos têm capacidades limitadas de condução, é necessário saber até qual quantidade de ligações podemos fazer.

Desta forma, o fan in indica a quantidade máxima de saídas que podemos ligar a uma entrada, veja a **figura 10**.

10 Pode ser necessário ligar mais de uma saída a uma entrada.

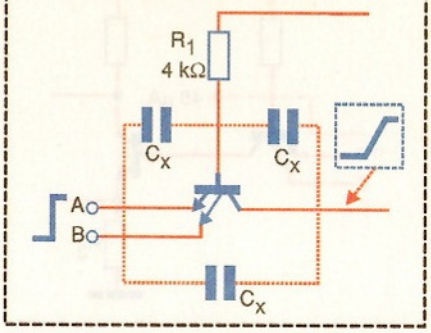


- Velocidade

Os circuitos eletrônicos possuem uma velocidade limitada de operação que depende de diversos fatores. No caso específico dos circuitos TTL, temos de considerar a própria configuração das portas que apresentam indutâncias e capacitâncias parasitas que influem na sua velocidade de operação.

Se olharmos a configuração típica de uma porta conforme mostra o circuito da **figura 11**, veremos que se for estabelecida uma transição muito rápida da tensão de entrada, a tensão no circuito não subirá com a mesma velocidade. Este sinal terá de carregar antes as capacitâncias parasitas existentes de modo que a tensão de entrada suba gradualmente, demorando um certo tempo que deve ser considerado.

11 Cx - capacitâncias parasitas.



Da mesma forma, à medida que o sinal vai passando pelas diversas etapas do circuito, temos de considerar os tempos que os componentes demoram para comutar justamente em função das capacitâncias e indutâncias parasitas existentes, além de outros fatores que entram em jogo.

O resultado disso é que para os circuitos integrados TTL existe um retardo entre o instante em que o sinal passa do nível 0 para o 1 na entrada, e o momento em que o sinal na saída responde a esse sinal passando do nível 1 para o 0, no caso de um inversor.

Do mesmo modo, há um retardo entre o instante em que o sinal de entrada passa do nível 1 para o 0 e o instante em que o sinal de saída passa do nível 0 para o 1, no caso de um inversor.

Esses dois tempos são mostrados na **figura 12** e são muito importantes nas especificações dos circuitos TTL, principalmente quando trabalhamos com o projeto de dispositivos muito rápidos.

Basicamente, podemos adiantar para o leitor que, se dois sinais que devam chegar ao mesmo tempo a um certo ponto do circuito não o fizerem porque um se retarda mais do que o outro ao passar por determinadas funções, isso poderá gerar interpretações erradas do próprio circuito que funcionará de modo anormal.

SUBFAMÍLIAS TTL

Os primeiros circuitos TTL que foram desenvolvidos logo se mostraram inapropriados para certas aplicações como, por exemplo, quando se desejava maior velocidade, menor consumo de energia ou ainda os dois fatores reunidos.

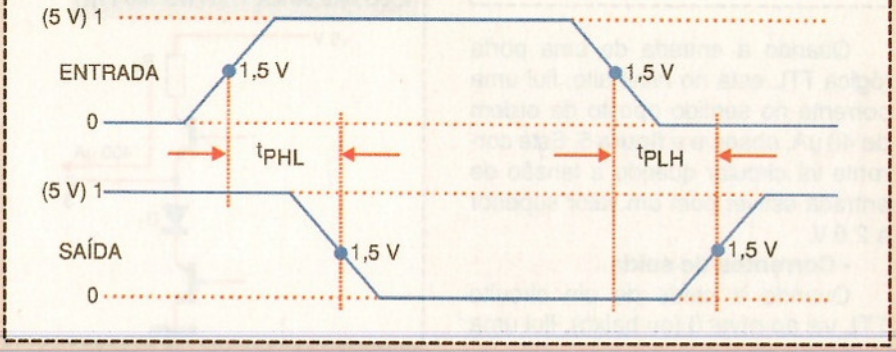
Isso fez com que, mantendo-se as características originais de compatibilidade entre os circuitos e as mesmas funções básicas, fossem criadas subfamílias que tivessem uma característica adicional diferenciada.

A partir então da família original, que foi denominada *"standard"*, surgiram diversas subfamílias. Para diferenciar essas subfamílias foram adicionadas no número que identifica o componente (depois do 54 ou 74 com que todos começam) uma letra ou duas letras.

Temos, assim, a **tabela 1** que identifica as subfamílias da família TTL standard:

A versão *standard* ou normal é a que apresenta os componentes com o custo mais baixo e dispõe da maior quantidade de funções. Entretanto, a versão LS é a que se adapta mais aos circuitos de computadores, pois tem a mesma velocidade dos componentes da família *standard* com muito menor consumo.

12 Medição dos tempos de retardo nas funções TTL..



Literatura Técnica
Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br



Curso Básico de Telefonia
Autor: Pedro Medoe
Reunimos nesta obra, alguns assuntos básicos sobre telefonia em geral, além de casos e algumas práticas que podem ser desenvolvidas.

R$ 18,90



Mecatrônica Industrial
Autor: Alexandre Capelli
Reunimos nesta obra os principais assuntos relacionados ao "chão-de-fábrica" - de energia a robótica – passando por redes de comunicação, CLP's, CNC's, e outros mais.

R$ 18,90



Instalações Elétricas sem Mistérios
Autor: Newton C. Braga
Destacamos os seguintes itens importantes neste livro:
- A importância da ligação à terra
- A qualidade na energia
- Reparações em instalações
- Segurança
- Instalação e reparação de eletrodomésticos
- Instalações industriais

R$ 18,90



Eletrônica para Eletricistas
Autor: Newton C. Braga
Esta obra aborda de maneira objetiva os princípios básicos da eletrônica aplicada nos dispositivos encontrados nas instalações elétricas e analisa a maioria deles, explicando o que são, como funcionam e como são encontrados exatamente nas instalações ou nos aparelhos que fazem parte das mesmas.

R$ 18,90



Curso Básico de Eletrônica – 5ª Edição
Autor: Newton C. Braga
O enfoque principal dado neste curso, dadas as necessidades de se conhecer mais sobre informática e o computador em nossos dias é a aplicação da eletrônica no PC. No entanto, os fundamentos abordados neste curso são da eletrônica na sua totalidade. Trata-se, portanto da eletrônica que também é encontrada em qualquer aparelho de uso doméstico, comercial ou mesmo militar.

R$ 18,90



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores – Vol. I
Autores: Alexandre Capelli, Daniel Santoro, Fernando R. da Silva, Luiz Fernando Aizawa, Marcus B. de Moura, Newton C. Braga, Paulo Couto, Pedro Henrique G. da Silva
No primeiro volume o leitor encontrará entre outros, os seguintes temas:
- Super guia para solucionar problemas;
- Como configurar o CMOS Setup dos BIOS de placas-mãe novas e antigas;
- Como instalar placas periféricas (vídeo, som, rede, etc.) e evitar travamentos, instabilidades e incompatibilidades do sistema.

R$ 22,90



Curso de Eletrônica Digital
Autor: Newton C. Braga
O leitor encontrará neste curso os fundamentos aplicados à informática, automação industrial, instrumentação, telecomunicações e mecatrônica. Discorremos sobre uma eletrônica digital aplicada a todos os equipamentos que a utilizem uma forma que todos possam entender sem muitas dificuldades.

R$ 18,90



Cabeamento de Redes na Prática
Autor: Pedro A. Medoe
No livro o autor descreve sua vivência no ramo das telecomunicações, documentando casos reais das instalações de redes locais, cabeamento residencial e automação, PABXs digitais com link E1 e componentes para sala E.P.D.

R$ 18,90



Curso de Instrumentação Eletrônica Multímetros – Volume 2
Autor: Newton C. Braga
Neste segundo e último volume, o curso trata das aplicações em eletricidade, automóveis entre outros e principalmente da utilização dos multímetros True RMS. O bom funcionamento de equipamentos eletrônicos de uma maneira geral e em especial os das indústrias, dependem da qualidade da energia elétrica. O multímetro comum não atende às necessidades do técnico ou engenheiro, sendo necessário o uso dos multímetros True RMS.

R$ 14,90



Guia de Consertos Eletroeletrônicos
Autor: Newton C. Braga e José Luiz de Mello
Esta obra é uma coletânia de 200 reparos executados pelo autor (José Luiz de Mello) e que serve como dicas para técnicos de reparação. Todos os reparos são comentados pelo Newton C. Braga. Os aparelhos reparados são os mais diversos, que vão desde televisores comuns até antenas parabólicas.

R$ 18,90



Reparo e Manutenção de Monitores
Autor: Autor: Newton C. Braga
Nesta obra, analisamos o principio de funcionamento dos monitores de vídeo, os modos como eles devem ser tratados, os defeitos comuns que eles apresentam e como devem ser reparados.

R$ 18,90



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores - volume II
Autores: Daniel Santoro, Edgard Hideyuki Shine, Fernando R. da Silva, Leonardo Andreozi, Luiz Fernando Aizawa, Marcos B. de Moura, Newton C. Braga, Paulo Couto, Pedro Henrique da Silva, Ricardo Copriva, Roberto Luiz Cunha
Dando continuidade ao primeiro volume, neste segundo o leitor encontrará entre outros, os seguintes temas:
- Como construir um laboratório para montagem e manutenção e saiba o quanto cobrar por seu serviço;
- Como monitorar e baixar a temperatura dos HDs, aumentando usa vida útil;
- Conheça e saiba como usar as placas e os softwares profissionais usados na manutenção de PC, que resolvem problemas de dias em alguns minutos.

R$ 22,90

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br ou fone (11) 6195-5330

Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acesse: www.sabermarketing.com.br
* O frete não está incluído no valor do produto, sendo calculado de acordo com a localidade e tipo de envio.

T1 Subfamílias.

Indicação	Família/ subfamília	Característica
54/74	*standard*	-
54L/74L	*low power*	baixo consumo
54H/74H	*high speed*	alta velocidade
54S/74S	*schottky*	-
54LS/74LS	*low power schottky*	-

Algumas características podem ser comparadas para que os leitores tenham uma idéia das diferenças:

- Velocidade

A velocidade de operação de uma função TTL é especificada normalmente pelo tempo que o sinal demora para se propagar através do circuito.

Em uma linguagem mais simples, trata-se do tempo que demora entre o instante que aplicamos os níveis lógicos na entrada e o instante em que obtemos a resposta, conforme ilustra a forma de onda que vimos na **figura 12**.

Para os circuitos da família TTL é comum especificar estes tempos em nanossegundos ou bilionésimos de segundo (**tabela 2**).

T2 Tempo de propagação.

Família/ subfamília	Tempo de propagação (s)
TTL *standard*	10
low power	33
low power schottky	10
high speed	6
schottky	3

- Dissipação

Outro ponto importante no projeto de circuitos digitais é a quantidade de energia ou a potência consumida e, portanto, dissipada na forma de calor.

Quando usamos uma grande quantidade de funções, esta característica torna-se importante tanto para o dimensionamento da fonte como para o próprio projeto da placa e do aparelho, que deve ter meios de dissipar o calor gerado.

Podemos, então, comparar as dissipações das diversas famílias, tomando como base uma porta ou *"gate"*:

O leitor já deve ter percebido que um problema importante que se manifesta é que, quando aumentamos a velocidade, o consumo também cresce. Veja a **tabela 3**.

T3 Dissipação por porta.

Família/ subfamília	Dissipação por porta (mW)
TTL *standard*	10
low power	1
low power schottky	2
high speed	22
schottky	20

O projetista deverá, portanto, ser cuidadoso em escolher a subfamília que una as duas características na medida certa de sua precisão, incluindo nisso o preço dos componentes.

COMPATIBILIDADE ENTRE AS SUBFAMÍLIAS

Um ponto relevante que deve ser considerado quando trabalhamos com a família *standard* e as subfamílias TTL é a possibilidade de interligarmos os diversos tipos. Isso realmente ocorre, uma vez que todos os circuitos integrados da família TTL e também das subfamílias são alimentados com 5 volts.

O que devemos observar, e com muito cuidado, é que as correntes que circulam nas entradas e saídas dos componentes das diversas subfamílias são completamente diferentes, o que quer dizer que, quando passamos de uma para outra tentando interligar os seus componentes, as regras de *Fan-In* e *Fan-Out* mudam completamente.

Na verdade, não podemos falar de *Fan-in* e *Fan-out* quando interligamos circuitos de famílias diferentes. O que existe é a possibilidade de elaborar uma tabela, a partir das características dos componentes, onde a quantidade máxima de entradas de determinada subfamília pode ser ligada na saída de outra subfamília (**tabela 4**).

Observamos por esta tabela que uma saída 74 (*standard*) pode excitar convenientemente 10 entradas 74LS (*Low Power Schottky*).

Na **figura 13** vemos como isso pode ser feito.

T4 Interligação de circuitos.

		Saída				
		74L	74	74LS	74H	74S
Entrada	74L	20	40	40	50	100
	74LS	2,5	10	5	12,5	12,5
	74	10	20	20	25	50
	74H	2	8	4	10	10
	74S	2	8	4	10	10

OPEN COLLECTOR E TOTEM-POLE

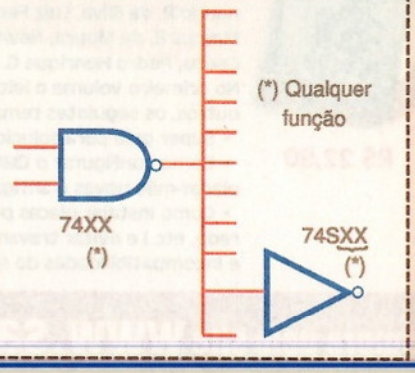
Os circuitos comuns TTL que estudamos até agora e que tem a configuração ilustrada na **figura 1** deste artigo, são denominados *Totem Pole*. Neles temos uma configuração em que um ou outro transistor conduz a corrente, conforme o nível estabelecido na saída seja 0 ou 1.

Este tipo de circuito apresenta um inconveniente se ligarmos duas portas em paralelo, observe a **figura 14**.

Se uma das portas tiver sua saída indo ao nível alto (1) ao mesmo tempo em que a outra vai ao nível baixo (0), estabelecer-se-á um curto-circuito na saída que poderá causar sua queima. Isso significa que os circuitos integrados TTL com esta configuração nunca podem ter suas saídas interligadas da forma indicada.

Todavia, há uma possibilidade de elaborar circuito em que as saídas de

13 Uma saída standard pode excitar 10 entradas LS.



portas sejam interligadas. Isso é conseguido com a configuração denominada *open collector* ou coletor aberto, que é apresentada na **figura 15**.

Os circuitos integrados TTL que possuem esta configuração são indicados como *"open collector"*, e quando são usados exigem a ligação de um resistor externo denominado *"pull-up"*, normalmente de 2000 ohms ou próximo disso.

Como o nome em inglês diz, o transistor interno está com o "coletor aberto" (*open collector*) e para funcionar precisa de um resistor de polarização. A vantagem desta configuração está na possibilidade de interligarmos portas diferentes em um mesmo ponto, veja a **figura 16**.

Entretanto, a desvantagem está na redução da velocidade de operação do circuito, que se torna mais lento com a presença do resistor, pois ele tem uma certa impedância que afeta o desempenho do circuito, "atrasando" o sinal lógico que atravessa a função.

TRI-STATE

Tri-state significa terceiro estado ou três estados e é uma configuração que também pode ser encontrada em alguns circuitos integrados TTL, principalmente de uso em informática e controles industriais que envolvam o emprego de microcontroladores, microprocessadores e DSPs.

Na **figura 17** temos um circuito típico de uma porta NAND *tri-state* que nos servirá como exemplo.

O que acontece é que podem existir aplicações em que duas portas tenham suas saídas ligadas em um mesmo circuito, observe a **figura 18**. Uma porta está associada a um primeiro circuito e a outra porta a um segundo circuito.

Quando um circuito envia seus sinais para a porta, o outro deve ficar em espera. Ora, se o circuito que está em espera ficar no nível 0 ou no nível 1, estes níveis serão interpretados pela porta seguinte como informação, e isso não pode ocorrer.

O que deve suceder é que, quando uma porta estiver enviando seus sinais, a outra porta deverá estar numa situação em que na sua saída não tenhamos nem 0 e nem 1, ou seja

Complete sua coleção

Adquira as edições anteriores da revista Mecatrônica Fácil através do site:

www.sabermarketing.com.br

ou pelo telefone: **(11) 6195-5330**









































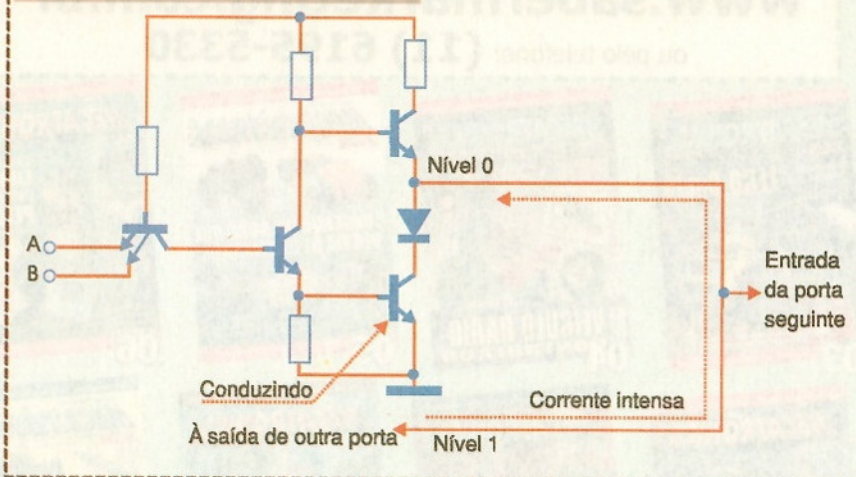








14 Conflitos de níveis em saídas interligadas.



ela deverá ficar em um estado de circuito desligado, circuito aberto ou terceiro estado (***tri-state***).

Isso é conseguido através de uma entrada de controle denominada "habilitação", que em inglês é dita *"enable"* e abreviada por EN.

Quando EN está no nível, no circuito da **figura 17**, o transistor Q_5 não conduz e nada acontece no circuito, que funciona normalmente.

Contudo, se EN for levada ao nível 1 o transistor Q_5 saturará, levando tanto Q_3 quanto Q_4 ao corte, ou seja, os dois passarão a se comportar como circuitos abertos, independentemente dos sinais de entrada.

Na saída Y o que temos, então, é um estado de alta impedância ou circuito aberto.

Podemos assim concluir que uma *função tri-state* apresenta três estados possíveis na sua saída:

- Nível lógico 0;
- Nível lógico 1;
- Alta Impedância.

As *funções tri-state* são muito usadas nos circuitos de computadores, nos denominados barramentos de dados ou "data bus" onde diversos circuitos devem aplicar seus sinais ao mesmo ponto, ou devem compartilhar a mesma linha de transferência desses dados.

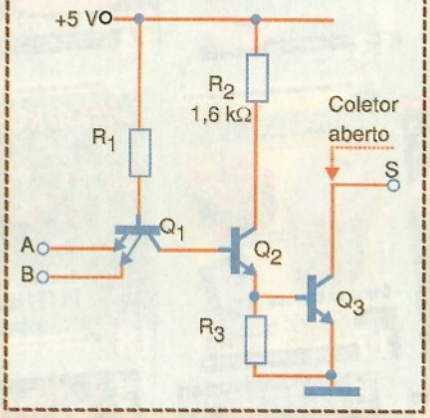
Em muitas máquinas industriais que devem coletar informações de diversos circuitos sensores ao mesmo tempo e, portanto, ligados ao mesmo ponto, este tipo de lógica também é muito empregada, ocorrendo o mesmo com robôs e outros equipamentos mecatrônicos.

O circuito que está funcionando deve estar habilitado, e os que não estão operando, para que suas saídas não influenciem nos demais, deverão ser levados sempre ao terceiro estado.

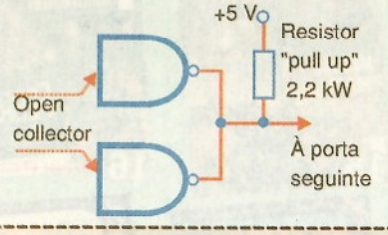
Na **figura 19** temos um exemplo de aplicação em que são utilizados *circuitos tri-state*.

Uma unidade de processamento de um computador envia e recebe dados para/de diversos periféricos, usando uma única linha ou barramento (*bus*). Todos os circuitos ligados a essas linhas devem ter suas saídas do *tipo tri-state*.

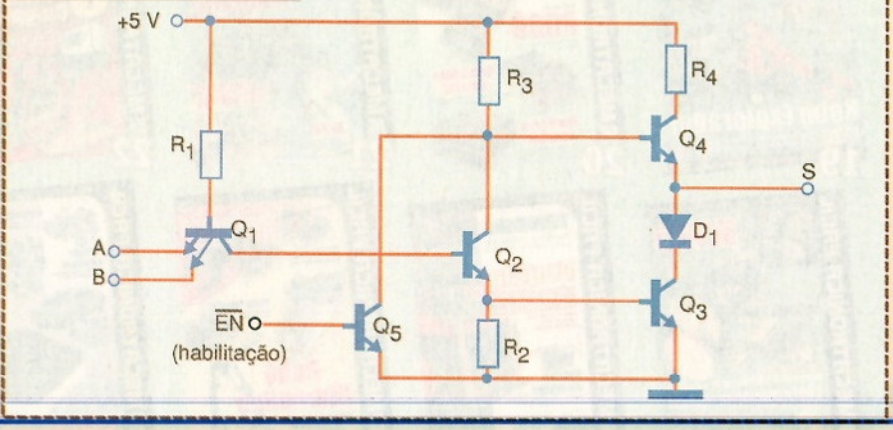
15 Porta NAND com saída em coletor aberto.



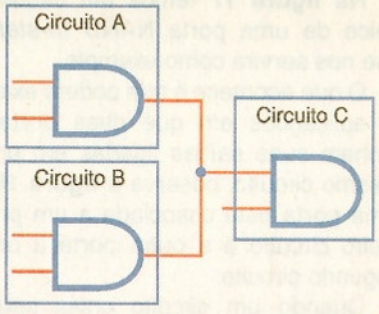
16 O resistor "pull up" é para polarização dos transistores internos.



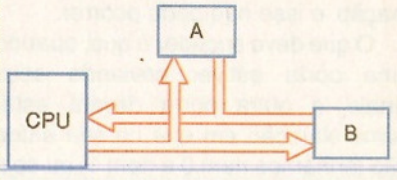
17 Porta NAND TTL "tri-state".



18 Quando A envia sinais para C, B deve estar desativado.



19 Na troca de dados entre interfaces deve-se usar componentes com saídas *"tri-state"*.



METALTEX

A SUA MARCA EM RELÉS



1 contato reversível para 12A-110VCA. Com bobinas de 5 a 48VCC.
21,2 x 16,2 x 16,5mm
Disponível em versão selada (AL).

A

selado



1 contato reversível para 50-250VCA ou NA para 10A-125VCA. Com bobinas de 5 a 24VCC.
21,2 x 16,2 x 16,5mm

MZ

selado



1 contato reversível para 15A-120VCA. Com bobinas de 5 a 48VCC.
19 x 15,5 x 15,5mm

AT

selado



1 contato reversível para 16A-14VCC ou 8A-120VCA. Com bobinas de 12 e 24VCC.
15,7 x 12,3 x 14mm

MA

selado



1 contato NA para 20A-14VCC. Com bobinas de 12 e 24VCC.
17,2 x 14,5 x 19,7mm

TH

selado



Relé de baixo perfil com 1 contato NA para 16A-250VCA. Com bobinas de 12 e 24VCC.
22,3 x 16,6x11mm

MV

selado



1 contato reversível para 20A/10A-240VCA ou 1NA para 30A-240VCA. Com bobinas de 110 e 220VCA e 12 a 48VCC.
32,2 x 27 x 20,1mm

J

selado



1 contato reversível para 12A-220VCA. Com bobinas de 5 até 110VCC.
29 x 12,7 x 15,7mm
Montagem em CI ou soquete para trilho DIN.

JXA1

selado



1 contato reversível para 8A-250VCA. Com bobinas de 5 a 60VCC.
28,5 x 10 x 12,3mm
Montagem em CI ou soquete para trilho DIN.

JXB1



1 contato reversível para 10A-250VCA ou 2 contatos reversíveis para 5A-250VCA. Com bobinas de 110 e 220VCA.
29 x 13 x 25mm
Montagem em CI ou soquete para trilho DIN.

JXC



1 contato reversível para 16A-250VCA. Com bobinas de 12 e 24VCC.
29 x 13 x 25mm

JX1

selado



2 contatos reversíveis para 5A-250VCA. Com bobinas de 5 a 110VCC.
29 x 12,7 x 15,7mm
Montagem em CI ou soquete para trilho DIN.

JX2

RELÉS MINIATURA DE POTÊNCIA

SOLUÇÕES COMPACTAS PARA APLICAÇÕES ROBUSTAS

Telefone Matriz: (11) 5683-5704

BAHIA Tel.: (71) 3356-1287 GOIÁS Tel.: (62) 3092-1565 PARANÁ Tel.: (41) 3357-3370 RIO GRANDE DO SUL Tel.: (51) 3362-3652
CAMPINAS Tel.: (19) 3227-9814 MINAS GERAIS Tel.: (31) 3384-9476 RIO DE JANEIRO Tel.: (21) 2208-1335 SANTA CATARINA Tel.: (47) 3435-0439

www.metaltex.com.br

Placas estanhadas sem chumbo ("Lead-free")

Furação e contorno por CNC

Transferência fotográfica de imagem

Máscara Photoimageable

Hot Air Levelling

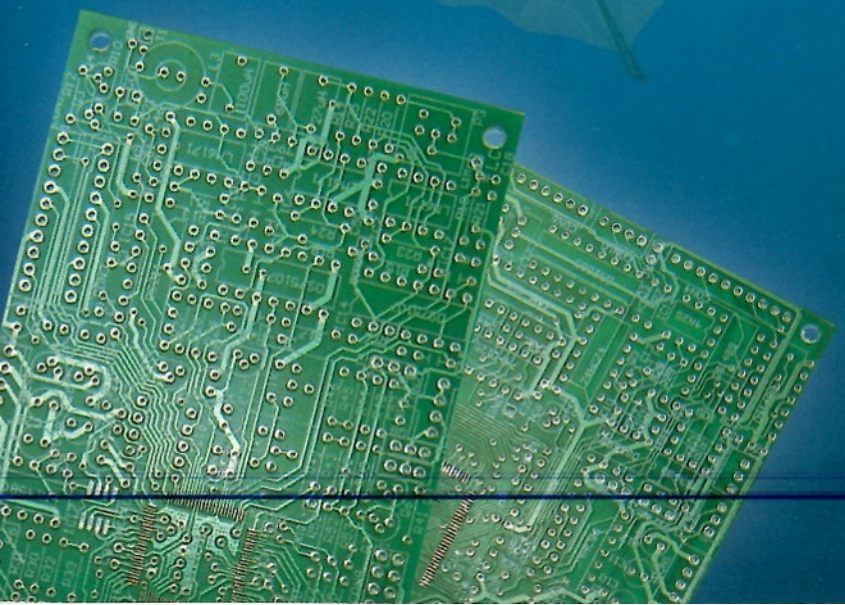
Fotoplotagem a laser

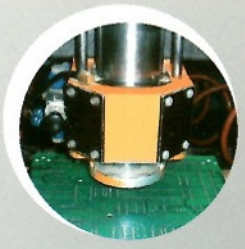
CIRCUITOS IMPRESSOS TEC-CI.

A ESCOLHA É SUA. A RESPONSABILIDADE, NOSSA.

A TEC-CI sabe que oferecer tecnologia e rapidez na entrega dos seus produtos são condições indispensáveis para quem está comprometido com os seus clientes.
Mas a TEC-CI foi além. Saiu na frente na produção de placas de circuito impresso "Lead-free" (livres de chumbo) diminuindo seus impactos ambientais.
É com essa visão, de crescer com responsabilidade, de investir em tecnologia, de qualificar seus profissionais e de respeitar o meio ambiente que garantimos um grande diferencial e conquistamos a cada dia maior participação de mercado.

Quem ganha é você.





TECNOLOGIA

Investimentos contínuos em equipamentos de ponta e na formação profissional garantem aos nossos clientes um produto de qualidade reconhecida com preços altamente competitivos.



VELOCIDADE

Agilidade nos prazos de entrega. Este é um dos grandes diferenciais TEC-CI. Proporcionar aos nossos clientes atendimento individual, oferecendo soluções para cada caso, com o máximo de rapidez.



RESPONSABILIDADE

Esta é a palavra-chave de uma empresa comprometida com o futuro de nosso planeta. E a TEC-CI saiu na frente produzindo as suas placas livres de chumbo **("Lead-free")**, tão danoso à natureza. Uma opção sem custo para o seu bolso e para o meio ambiente.

TEC-CI

CIRCUITOS IMPRESSOS

Tecnologia com responsabilidade

tel. 11 6192 2144
tec-ci@tec-ci.com.br
www.tec-ci.com.br

ZAX DESIGN