www.mecatronicafacil.com.br Ano 6 - nº39 - Junho/2008 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 12,90

MECATRÔNICA FÁCIL

ISSN 1676-0860

Fotocontrole Modelix

Aprenda a controlar o motor do Modelix usando um feixe de luz



Como projetar um robô Parte 2

Confira a continuação do artigo e projete seu robô a partir de dicas importantes



Caixas e gabinetes

Saiba escolher a melhor caixa para o seu projeto, considerando algumas indicações

RM-1 Robô Manipulador

Atendendo a pedido dos leitores, veja a republicação do RM-1 Robô Manipulador

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

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

Redação
Viviane Bulbow

Auxiliar de Redação
Erika M. Yamashita,
Fabieli de Paula

Produção
Diego M. Gomes

Design Gráfico
Diego M. Gomes,
Luiz Fernando Almeida,
Tiago Paes de Lira

Publicidade
Carla de Castro Assis,
Ricardo Nunes Souza

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

Colaboradores
Márcio José Soares
Newton C. Braga

Capa
Divulgação: Arquivo Editora Saber

ASSINATURAS
www.mecatronicaatual.com.br
Fone: (11) 2095-5335/Fax: (11) 2098-3366
Atendimento das 8:30 às 17:30 h

Associado da:

ANER
www.aner.org.br
Associação Nacional dos Editores de Revistas

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



Nesta edição, anunciamos com orgulho o início do nosso Portal de Mecatrônica. Veja em (**www.mecatronicaatual.com.br**) que entrou no ar no dia 13 de maio, o trabalho que desenvolvemos nos últimos 7 anos. Com uma atuação leve e didática iniciamos diversos leitores na área de automação com a divulgação de tecnologia, projetos de robôs e outros tipos de matérias nos diversos ramos da mecatrônica.

O mundo está muito competitivo e o Brasil começa a mostrar a sua competência e tenacidade para encontrar as melhores tecnologias, visando produzir com qualidade e custos baixos. Há muitas vagas de empregos não preenchidas por falta de profissionais qualificados. Os currículos da maior parte das escolas ainda não atendem às exigências atuais do mercado de trabalho e os alunos que querem se destacar precisam se esforçar muito e procurar outras fontes complementares de conhecimento.

A nossa modesta contribuição tem sido a de disponibilizar as informações de ponta que são tão necessárias aos leitores, para encontrar este caminho da excelência. Com o Portal teremos versatilidade e rapidez.

O leitor que é assinante da revista impressa Mecatrônica Atual, além das novas edições, terá acesso gratuito, enquanto durar sua assinatura, a todas as edições passadas das duas revistas: a Mecatrônica Atual, e a Fácil, que agora só possui a edição digital. Quem não quiser a revista impressa, poderá assinar somente o Portal pela quantia de R$ 48,00 por ano. Em Portugal e todos os outros países o preço anual desta assinatura digital, sem a revista impressa, é de 22 euros.

O acesso gratuito a parte deste portal deve-se à importância que atribuímos aos dados dos usuários, pois assim teremos a estatística da representatividade de cada segmento no mercado e portanto poderemos direcionar as matérias de acordo com as necessidades. Sabemos que muitos leitores não querem se identificar e por isso possuem *e-mails* para fornecerem, a nesses casos. Respeitamos esse direito ao anonimato, mas solicitamos que não deixem de preencher todos os campos do cadastro, para termos informações e fazermos o melhor conteúdo para o atendimento de suas exigências. Em contrapartida você tem acesso a quase **50% do conteúdo disponível no portal**, desde dezembro de 2006 até maio de 2008.

No portal, o leitor encontrará:

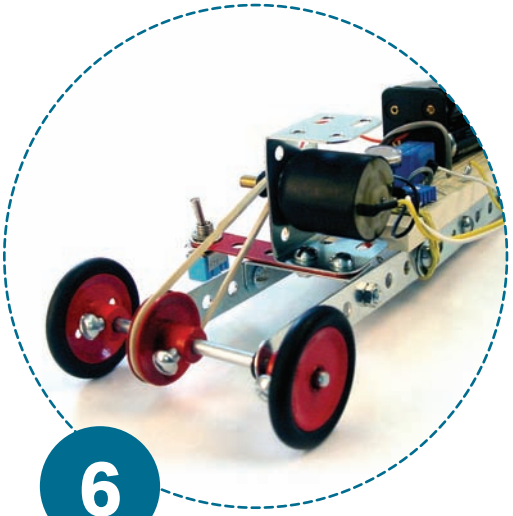
- O conteúdo das edições impressas da revista Mecatrônica Atual e a edição digital da Mecatrônica Fácil (na sessão educacional deste portal).
- Artigos e reportagens exclusivas, além de vídeos dos projetos e *podcasts*;
- Fórum, Empregos, Produtos, Guia Industrial, Eventos, Notícias, Educação (Mecatrônica Fácil) e Enciclopédia.

Visitem-nos e não esqueçam de avisar os amigos sobre esta novidade.
Até a próxima!

Hélio Fittipaldi

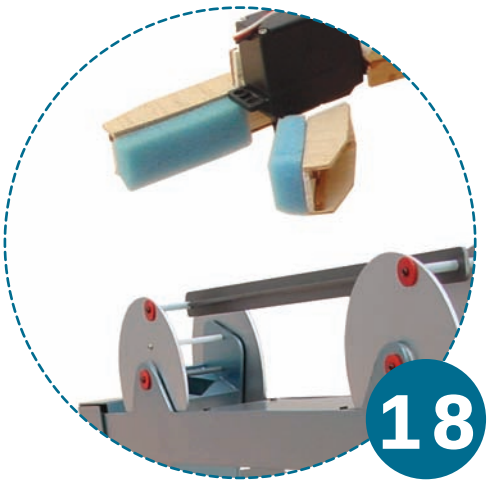
Atendimento ao leitor: **atendimento@mecatronicafacil.com.br**

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



Robônews 3

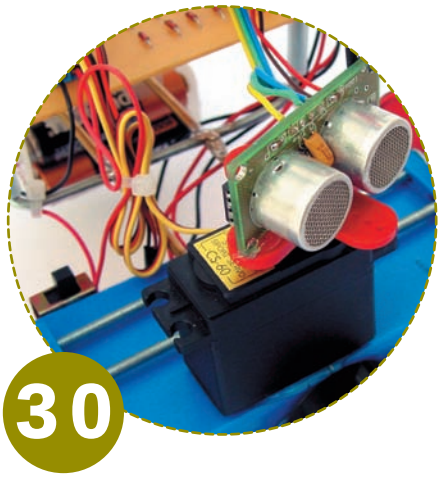
Fotocontrole Modelix 6
É apresentado neste artigo, um modo de controlar o motor do Modelix com um feixe de luz
por Newton C. Braga



Caixas e gabinetes 9
Destaque sobre as opções de caixas e gabinetes existentes no mercado
por Newton C. Braga

Miniprojetos de robótica e mecatrônica 12
Análise dos projetos básicos que poderão ser utilizados em trabalhos de Robótica e Mecatrônica
por Newton C. Braga

RM-1 Robô Manipulador 18
Republicação do robô de braço mecânico, passo-a-passo
por Márcio José Soares



Como projetar um robô? - Parte 2 30
Confira a continuação do artigo e projete seu robô a partir de importantes dicas
por Márcio José Soares

Controle de motores DC com o PIC 35
Veja o conteúdo do documento AN893 da Microchip
por Newton C. Braga

Robonews USA



Robô controle remoto

Os pesquisadores da Toshiba (**www.toshiba.com**) dão uma pequena previsão do que o ApriPoko é capaz de fazer. Trata-se basicamente de um controle remoto para TV, estéreo ou outros sistemas eletrônicos. De acordo com as informações, o AP senta e procura sinais infravermelhos emitidos por controles remotos comuns.

Quando um dos sinais é detectado, o robô pergunta: "O que você quer que eu faça?". Você pode responder "ligue a TV"; "mude para o canais de esportes"; ou então "faça o cachorro parar de latir". Ele armazena essa informação e memoriza o sinal apropriado, ficando pronto para realizar a operação sob seu comando.

O ApriPoko simplesmente acopla seu braço transmissor e realiza a operação. Ele também vai levar uma câmera com a qual poderá identificar um usuário particular. Os detalhes são poucos, mas ele deverá medir perto de 27 centímetros de altura e pesar 2,3 kg. Perfeito para transportar batatas pela casa.

Toshiba Corp. / Divulgação



Robô ApriPoko da Toshiba

Robôs para exibição pública

De acordo com o World Robotics (**www.worldrobotics.org**), 951. 000 robôs industriais estavam em serviço em 2007, mas relativamente poucas pessoas como nós, mortais, tiveram a chance de ver e interagir com essas máquinas de uma forma mais próxima. Isto perturba os artistas do Robotlab da Alemanha (**www.robotlab.de**), e então, sua intenção foi criar um robô criativo experimental para exibição em locais públicos.

Assim, a aparência e movimentos, além dos sons podem ser interpretados individualmente pelo assistente e evocar "idéias que possam estar no campo de finalidades práticas, bem como formular uma imagem utópica de uma futura cultura entre homem e máquina". Para essa finalidade, o Robotlab programou recentemente uma unidade Kuka para escrever sua própria propaganda.

A unidade consiste em oito afirmações geradas de forma autônoma, seguida de um número de série/assinatura. Como a máquina produz palavras de forma aleatória, fora de um controle interno de informação, elas não fazem muito sentido, mas expressam a finalidade do projeto.

As frases são geradas em alemão, pois algumas traduções levam a coisas como: "A sublimação é subjetiva". "O aparelho se torna a composição que faz o deslocamento"; ou ainda "Do *chip* vem o fluxo de dados" por exemplo.

HSI / divulgação



O pesquisador Charlie Kemp aceita uma toalha do El-e

Robô ativado a laser

Em 2005, a Georgia Tech e a Emory University se juntaram para criar o Health Systems Institute (**www.hsi.gatech.edu**), que ficará no Centro de Robótica para Cuidados de Saúde. O diretor do centro Charlie Kemp e outros pesquisadores, demonstraram o El-e (pronuncia-se "èlie"), um robô de um braço que, além de ter boa aparência, pode ser uma ótima pedida para ajudar pessoas com problemas sérios de mobilidade. Ele foi projetado para ajudar os usuários em tarefas diárias como pegar toalhas, vidros de comprimidos, telefones, etc.

O mais interessante é o sistema de interface do El-e: além de levar um sistema complexo de controle, baseado em reconhecimento de voz ou linguagem corporal, o robô é controlado também por um *laser pointer* verde. Você simplesmente ilumina o objeto que deseja e o robô utiliza uma câmera para analisar a situação e pegar o objeto, trazendo-o até você, ou se preferir, colocando-o em uma mesa ao seu lado.

A equipe está trabalhando para expandir as capacidades do El-e, incluindo operação com interruptores e abertura e fechamento de portas.



Eric Maslowski, University of Michigan 3D Lab

Avião espião pode colher dados e enviá-los para soldados em tempo real

Avião robótico de espionagem imita morcegos

O exército americano anuncia um programa de 5 anos com dotação de 10 milhões de dólares que contará com o patrocínio do *College of Engineering, para o Center for Objective Microelectronics and Biomimetic Advanced Technology* (COM-BAT) na Universidade de Michigan (**www.umich.edu**) .

A intenção do Centro é ajudar a desenvolver um avião espião de 15 cm, modelado na forma de um morcego, que pode colher dados como imagens, sons e cheiros em zonas urbanas de combate, e transmitir informações de volta a soldados em tempo real.

Os pesquisadores da U-M vão focar em sistemas microeletrônicos μAV, incluindo sensores, ferramentas de comunicação e baterias. Este avião terá microcâmeras para visão estereoscópica, um miniconjunto de microfones que pode captar sons de diferentes direções e detectar radiação nuclear e gases venenosos.

As operações noturnas do avião podem ser realizadas com a ajuda de um radar miniatura e um sensível sistema de navegação. Além disso ele será capaz de usar energia solar, do vento, vibrações e outras fontes que recarregarão suas baterias de lítio.

O COM-BAT também envolve a Universidade da Califórnia em Berkeley e a Universidade do Novo México, cada uma desenvolvendo um subsistema diferente.

Novo estado fundamental da matéria

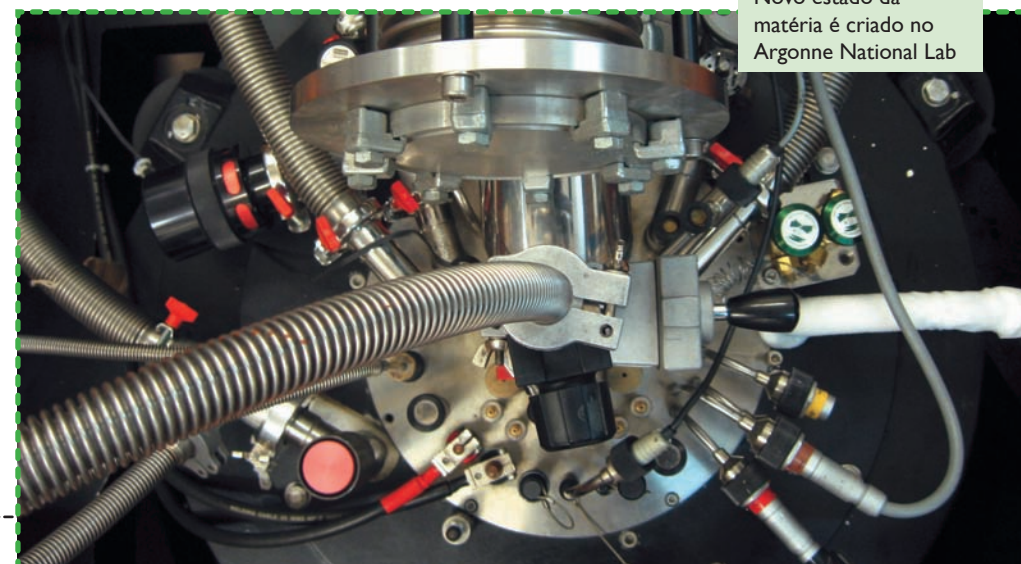
Alguém disse um dia: “Eu sou matéria, você é matéria, o Universo é matéria. Mas, isso não importa”. Eu acho que foi Einstein, depois de um fim de semana com Lowenbrau e Marlilyn Monroe. Contudo, você não pode ter matéria sem antimatéria, *yin* sem *yang* ou Laurel sem Hardy.

É assim, previsível, que você não tenha supercondução sem superisolação. Isto justamente levou os cientistas do Departamento de Energia do Argonne National Lab (**www.anl.gov**) a provar esse fato.

Com a assistência de uma equipe da Alemanha, Rússia e Bélgica, eles criaram um filme fino de nitrato de titânio, refrigerando-o próximo de zero absoluto e então descobriram que, dentro de certo limiar, sua resistência aumentou em 100. 000 vezes.

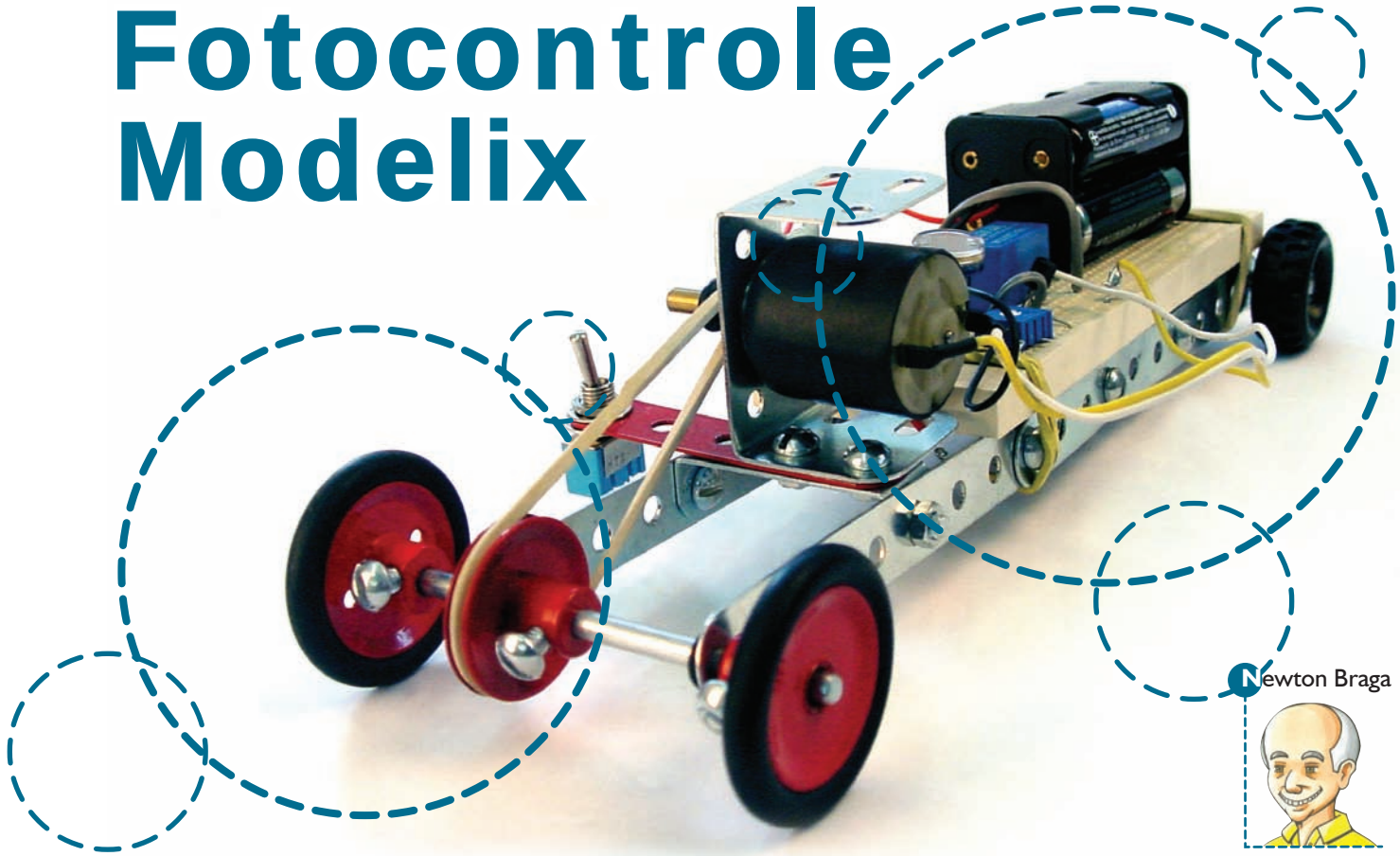
Aparentemente, a supercondução depende de elétrons que se juntam em pares, denominados “pares de Cooper” (de Leon Cooper, que ganhou o prêmio Nobel de 1972 pela sua descoberta). Quando os pares formam longas cadeias, pode-se ter um fluxo sem resistência de elétrons. No entanto, quando eles se evitam, formam uma trava para o movimento de elétrons e com isso uma forte resistência à corrente.

Aplicações práticas ainda não foram exploradas, mas especula-se que enrolando esses super-isoladores em torno de materiais supercondutores pode-se criar um percurso elétrico que não apresente perda de energia em calor, viabilizando a elaboração de circuitos eficientes de sensores e baterias.



Novo estado da matéria é criado no Argonne National Lab

Fotocontrole Modelix



Newton Braga

Os conjuntos de peças dos kits Modelix fornecem soluções muito interessantes para o projetista mecatrônico, além de possuirem alguns dispositivos eletroeletrônicos muito úteis. No entanto, estes dispositivos não funcionam sozinhos, precisando de circuitos apropriados. Muitos desses circuitos podem ser elaborados com base em projetos desta revista e de nossos livros (vide box no final do artigo). Em especial, neste artigo descreveremos um modo simples de controlar o motor do Modelix usando um feixe de luz.

O controle de motores de corrente contínua a partir de sensores oferece uma possibilidade muita ampla de se automatizar projetos usando o Modelix. Em particular, destacamos o sensor de luz (LDR) que pode ser usado para ativar um motor pela presença de luz ou por sombra, o que nos leva a alguns automatismos interessantes como os mostrados na **figura 1**.

No primeiro caso, podemos acionar o sistema mecânico que abre uma porteira quando o farol de um carrinho ilumina o sensor. No segundo caso, podemos fazer com que um objeto seja retirado de uma esteira quando ele passa diante do sensor.

Porém, o sensor sozinho não pode acionar diretamente um motor, pois a corrente que ele controla é muito baixa. Assim, para que ele seja usado com um motor ou amplificamos essa corrente a ponto dela atuar sobre o motor diretamente ou então utilizamos um amplificador e um relé.

Nossa opção neste projeto é justamente essa. Então antes de implantar o circuito numa matriz de contatos, vamos analisar seu princípio de funcionamento.

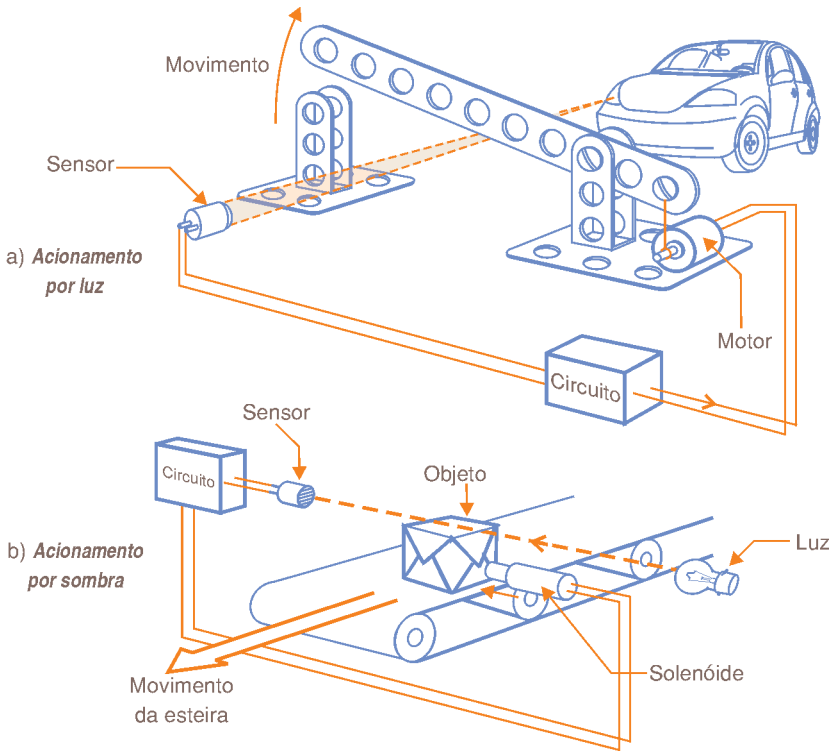
Como Funciona

A grande vantagem de usarmos um relé no nosso projeto está no fato de que isolamos o circuito de controle (parte eletrônica) do motor. Isso é bom, conforme ilustra a **figura 2**, pois o motor tende a gerar ruídos quando funciona, devido à comutação de suas escovas e isso pode causar interferência no funcionamento do circuito.

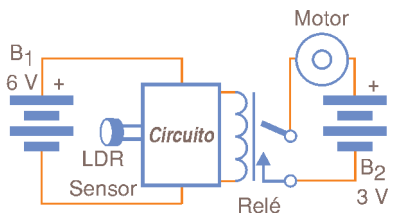
No nosso projeto empregamos como sensor um LDR (foto-resistor), que é um componente que deixa passar mais corrente (sua resistência diminui) quando ele recebe luz. Para aumentar a sua corrente usamos como amplificador um transistor que controla um relé. O ajuste da sensibilidade do circuito é feito por um potenciômetro que determina exatamente o quanto de luz necessita o sensor para mudar o estado do relé, e nesse ponto temos duas possibilidades interessantes que são exibidas na **figura 3**.

Na primeira (**a**), a corrente no transistor aumenta quando a luz que incide no LDR aumenta e, portanto, sua resistência diminui. Isso significa que o relé será acionado com a luz, fazendo com que o motor funcione.

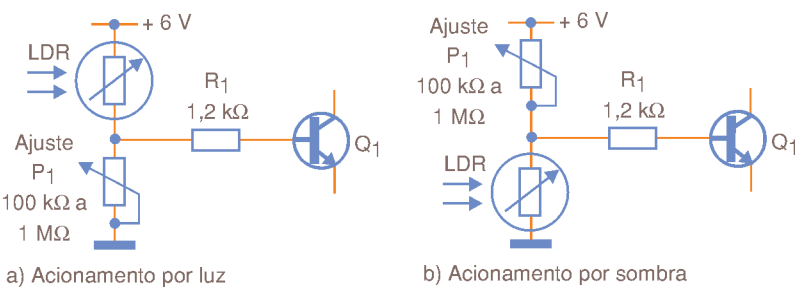
1 Exemplos de montagem



2 Isolamento do circuito de controles



3 Modos de ajustes de sensibilidade do circuito



Na segunda (**b**), a corrente no transistor aumenta quando a luz que incide no LDR é cortada ou diminui de intensidade. Isso significa que o motor vai ser acionado pelo relé quando houver uma sombra sobre o sensor, ou quando a luz for interrompida.

Qual das configurações o leitor adotará em seu projeto dependerá apenas da aplicação, conforme citamos na introdução. Para ilustrar o funcionamento do sistema colocamos também um pequeno dispositivo simples Modelix que transmite o movimento do motor a uma polia maior numa espécie de caixa de redução experimental.

Nessa montagem, todas as peças são do próprio Modelix, exceto o elástico de transmissão que é um elástico comum de prender papel.

Observe que usamos um chassi extendido para poder fixar através de elásticos a matriz de contatos onde será montado o circuito eletrônico. Evidentemente, se o leitor optar por outra técnica de montagem, em placa de circuito impresso, por exemplo, o chassi pode ser mais curto.

Nesta configuração de chassi longo, para uma eventual competição, é preciso ter bastante cuidado com o alinhamento das rodas para que o veículo se desloque em linha reta.

Montagem Eletrônica

Na **figura 4** temos o diagrama completo do simples circuito de controle que usa fontes de alimentação diferentes para o motor e para a parte eletrônica.

O relé utilizado é de 6 V e como o motor é de 3 V, temos realmente que usar fontes separadas para a alimentação. O LDR é do tipo redondo, comum, de qualquer tamanho e o potenciômetro de ajuste pode ter valores entre 100 k ohms e 1 M ohms.

Para obter mais sensibilidade e diretividade na ação do LDR temos duas opções. A primeira (**a**) consiste em empregar um tubinho opaco de modo que ele (LDR) receba luz apenas de uma direção. A segunda (**b**) consiste em se usar uma lente convergente que vai permitir focalizar uma fonte de luz distante, conforme mostra a **figura 5**.

Veja que, pelo fato do relé isolar o motor do circuito eletrônico, podemos controlar motores ou cargas com qualquer tensão. O relé tem dois con-

tatos reversíveis, o que significa também que, ao ligar o motor, ele pode desligar outra carga ou ainda acionar simultaneamente um LED, conforme fizemos no circuito original.

Esse LED de monitoramento é especialmente interessante se o motor estiver longe e houver necessidade de sabermos se ele foi acionado ou não.

Para a conexão de certos componentes na matriz de contatos, como o suporte de pilhas, motor, potenciômetro, será interessante soldar pedaços de fios rígidos em seus terminais, os quais se encaixam melhor nos furos. O fio paralelo usado em conexões telefônicas é o melhor para esse tipo de trabalho. Esse mesmo fio também é o aplicado em algumas interligações da matriz de contatos.

Prova, Ajuste e Uso

Uma vez conferidas todas as conexões, coloque as pilhas no suporte e atue sobre o potenciômetro de ajuste.

Por outro lado, se sua versão for a que dispara com a luz, cubra o sensor com a mão e vá ajustando P_1 até que o motor desligue. Descobrindo o sensor, o motor deve ser acionado. Encontre o ajuste no ponto de maior sensibilidade.

Se sua versão for a que dispara com a sombra, ajuste P_1 até que o motor pare e depois, colocando a mão na frente, o motor deve ligar. Retoque o ajuste para obter a maior sensibilidade.

Comprovado o funcionamento, é só usar o aparelho. Para incorporar o sensor ao Modelix você pode soldá-lo a fios longos que serão conectados à matriz de contatos. f

Mais informações

Dentre os livros recomendados para aqueles que desejarem ter idéias de circuitos para controles de motores, solenóides e aplicativos que podem ser desenvolvidos com o Modelix, sugerimos "Eletrônica Para Mecatrônica", e para os que desejam aprender desde o começo, o Curso Básico de Eletrônica, em livro ou CD-ROM. Veja como adquiri-los no site **www.sabermarketing.com.br**.

Lista de materiais

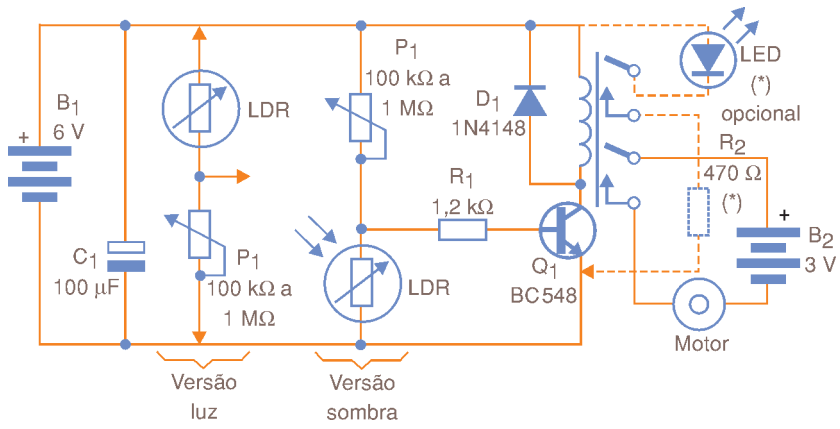
Q_1 - BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
D_1 - 1N4148 – diodo de uso geral
LED - LED comum de qualquer cor (opcional)
LDR - Foto-resistor
K_1 - Relé de 6 V – Metaltex ML2RC1 ou equivalente
B_1 - 6 V – 4 pilhas pequenas
B_2 - 3 V – 2 pilhas pequenas
M_1 - Motor Modelix de 3 V
P_1 - 100 k Ω a 1 M Ω – potenciômetro
R_1 - 1,2 k Ω x 1/8 W – resistor (marrom, vermelho, vermelho)
R_2 - 470 Ω x 1/8 W – resistor (amarelo, violeta, marrom)
C_1 - 100 µF x 6 V – capacitor eletrolítico

Diversos:
Matriz de contatos, suportes de 2 e 4 pilhas, fios, solda, etc.

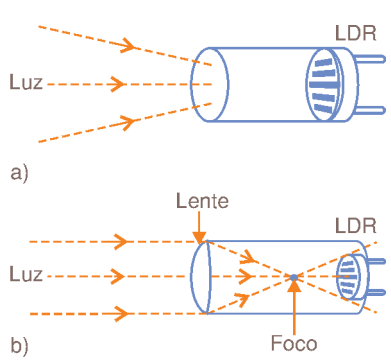
Componente necessários para a montagem



4 Diagrama completo de um circuito simples



5 Opções para obtenção de maior sensibilidade e diretividade no LDR



Caixas e gabinetes

Projetos eletrônicos e mecatrônicos não dependem apenas das partes funcionais, que podem ser eletrônicas ou mecânicas. Existe também uma parte do hardware (ferramental) que não exerce função no projeto, mas que é tão importante quanto as partes funcionais propriamente ditas. Essa parte é justamente aquela que protege ou aloja os subconjuntos do projeto, formada por caixas e gabinetes. Há muitas opções para essa parte de seu projeto, as quais vamos destacar neste artigo.

Newton C. Braga

Se uma montagem é experimental ou didática, ela pode ser mantida numa matriz de contatos, ponte ou mesmo placa sem proteção alguma. No entanto, se for um aparelho para uso constante e principalmente, se for feito para pessoas comuns, uma caixa ou gabinete para alojá-lo deverá ser prevista.

A caixa ou gabinete não tem simplesmente a finalidade de tornar sua aparência melhor e facilitar seu uso: ela protege os componentes internos contra acidentes tais como puxões, contatos com objetos e até mesmo choque nas pessoas

Para escolher a melhor caixa ou gabinete para alojar uma montagem devem ser feitas diversas considerações, como:

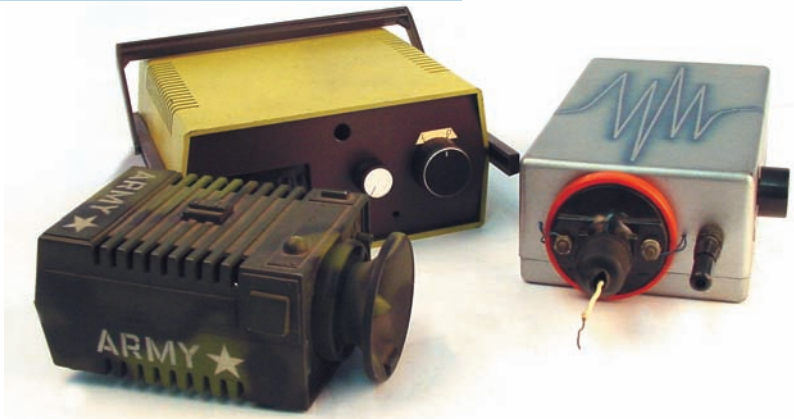
Tipo de material

As caixas de metal são mais robustas mas, por outro lado, apresentam alguns inconvenientes que devem ser analisados antes de optarmos pela sua escolha. Um deles é a dificuldade de se trabalhar com o metal, que é difícil de furar para colocar componentes externos como os controles, LEDs e indicadores e para a própria fixação das placas, suportes de pilhas e transformadores. Para trabalhar com caixas de metal o leitor precisará de um local que suporte o trabalho com ferramentas mais robustas.

Mais fáceis de trabalhar são as caixas plásticas. O plástico é fácil de furar e cortar, não exigindo nem ferramentas especiais nem muito esforço. O próprio local em que podemos trabalhar com estas caixas pode ser uma bancada comum, sem a necessidade de ferramental pesado.

Finalmente, temos alguns materiais alternativos que podem ser usados em certas condições. Um deles, bastante interessante, é a madeira, que pode resultar em caixas de aparelhos de boa aparência que não comprometem seu funcionamento sendo fáceis de trabalhar. A furação e corte da madeira para alojar os componentes pode ser feita com ferramental comum.

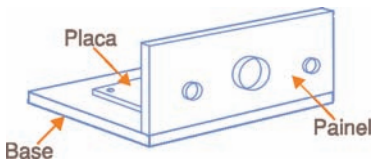
1 Aparelhos montados em diversos tipos de caixas



2 Caixa da Patola



3 Montagem experimental com pequenas tábuas



Menos resistentes, mas que também servem para alojar alguns projetos, são as caixas de papelão e plástico ondulado. A principal vantagem no uso desse material está na sua facilidade de obtenção e manuseio. Evidentemente, as caixas de papelão e plástico fino não são muito resistentes, devendo o operador do aparelho ter bastante cuidado. Na **figura 1** temos exemplos de aparelhos montados em diversos tipos de caixas.

Tamanho

Outro fator que determina a escolha do tipo de caixa para alojar um circuito é o seu tamanho. Evidentemente, se a montagem usar uma placa grande, transformadores e outros componentes pesados, será preciso que ela tenha uma boa resistência para agüentá-los. Caixas de metal ou plástico grosso são as mais indicadas.

Se o aparelho for pequeno, caixas de materiais menos resistentes servem como, por exemplo, as de plástico, madeira ou mesmo papelão. Obviamente, um equipamento muito grande precisará de verdadeiros armários, caso em que materiais como o aço e a madeira poderão ser utilizados. Nesses casos, armários verdadeiros podem ser adaptados para alojar todo o circuito.

Facilidade de obtenção

Existem empresas especializadas como a Patola (**www.patola.com**) que fabricam caixas plásticas de diversos tamanhos e formatos, especialmente indicadas para a realização de montagens eletrônicas. As caixas dessa empresa podem ser encontradas na maioria das lojas de componentes eletrônicos. Na **figura 2** vemos uma caixa da Patola.

No entanto, quando existe dificuldade para se obter caixas profissionais como essas, principalmente se o projeto exigir uma caixa de formato e tamanho pouco comuns, o montador precisa improvisar.

Para essa finalidade, vale a imaginação. Para pequenos equipamentos podemos usar saboneteiras, caixas de remédios, caixas de presentes ou caixas de brinquedos. O montador esperto guarda em seu local de trabalho todas as caixinhas que puder encontrar, pois certamente um dia elas poderão ser úteis para a realização de alguma montagem.

Para equipamentos grandes, as caixas podem ser feitas ou mesmo aproveitadas de algum equipamento fora de uso. Vale também a regra de se guardar as caixas que percebemos que um dia possam ter utilidade. Outra possibilidade é montar as caixas aproveitando-se materiais comuns. Duas pequenas tábuas montadas em ângulo reto podem fazer um "meio gabinete" para uma montagem experimental, conforme mostra a **figura 3**.

Os leitores que tiverem habilidade para trabalhar com plástico e acrílico podem montar chassis, caixas e meio gabinetes com relativa facilidade.

Na **figura 4** damos algumas sugestões para o leitor.

Até mesmo uma simples tabuinha pode servir de plataforma de montagem, evitando que os componentes fiquem pendurados e portanto sujeitos a falhas, choques e outros problemas causados pelo manuseio.

Fatores técnicos

O tipo de caixa ou chassi para uma montagem depende também do circuito que deve ser alojado. Já tivemos a oportunidade de comentar que existem circuitos sensíveis a problemas como captação de ruído, instabilidades devido a uma opera-

ção em alta freqüência, irradiação de interferências e ruídos, etc. Para estes circuitos, a melhor solução está na utilização de caixas de metal ou ainda caixas de outro material revestidas de metal. Ligando-se o pólo negativo ou terra da alimentação do aparelho na caixa ou blindagem interna (revestimento), ela atua como blindagem evitando assim a irradiação ou captação de ruídos conforme ilustra a **figura 5**.

Por outro lado, pequenos transmissores, cujos circuitos críticos podem se instabilizar quando próximos de partes de metal, não devem ser montados em caixas de metal. Para esses projetos será mais interessante empregar caixas de plástico ou outros materiais não condutores.

Formato

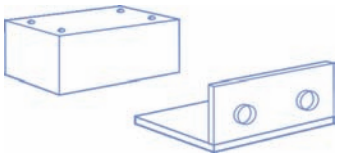
O formato da caixa é outro fator que determina sua escolha. Em geral, para as montagens comuns são utilizadas caixas quadradas, o que facilita bastante sua elaboração ou mesmo seu aproveitamento a partir de uma das soluções que demos neste mesmo item. Porém, poderá ser necessário numa montagem especial uma caixa com formato diferente. Para estes casos, o leitor deve saber trabalhar com materiais como madeira, plástico ou mesmo metal de modo a fazer a caixa com o formato desejado.

Segurança

Um fator importante na determinação do tipo de caixa ou proteção usada em um projeto é a segurança. Existem circuitos que trabalham com altas tensões, diretamente ligados à rede de energia ou ainda com peças que possam causar ferimentos se tocadas acidentalmente. Esses circuitos precisam ter a proteção de uma outra caixa ou de outro recurso que se julgue necessário no caso. Dessa forma, aparelhos ligados à rede de energia devem obrigatoriamente ser montados em caixas fechadas com todas as partes vivas do circuito devidamente protegidas.

Denominamos "partes vivas" àquelas que podem dar choques se tocadas acidentalmente. O mesmo ocorre com aparelhos que trabalhem com altas tensões como, por exemplo, os que são empregados em inversores, eletrificadores, etc. Na **figura 6** mostramos um "flyback" que é um transformador que pode gerar dezenas de milhares de volts, mesmo quando ligado em circuitos alimentados por baterias e que por isso deve ser muito bem protegido para não causarem choques em que o tocar.

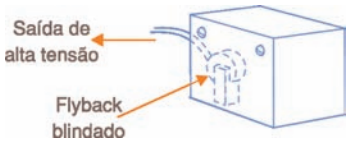
4 Sugestões de montagens para o leitor



5 Caixas de metal atuam como blidagem



6 Flyback



Lembramos que, apesar de tais circuitos produzirem tensões de milhares de volts, em muitos casos a corrente é muito baixa não sendo grande o perigo de morte. No entanto, os choques que tais circuitos provocam são bastante desagradáveis.

Conclusão

Muito da aparência final de um projeto, quando da escolha da caixa para alojá-lo, dependerá da imaginação do leitor. Ao lado das caixas prontas, que podem ser adquiridas no comércio especializado, sempre existe a possibilidade de se fazer improvisações. Materiais alternativos como madeira, plástico e mesmo metal podem ser usados resultando, em muitos casos, em aparelhos com verdadeira aparência profissional.

Neste artigo demos apenas algumas indicações de como escolher a melhor caixa para seu projeto, tomando o cuidado para que ela não afete o desempenho do mesmo.



Miniprojetos de robótica e mecatrônica

Projetos eletrônicos simples e de baixo custo que possam ser usados em montagens mecatrônicas e de robótica não são muitos simples de encontrar. Como o propósito de nossa publicação é fornecer o máximo de informações, principalmente as de uso prático, uma coletânea de circuitos para esta finalidade seria muito bem aceita. Assim, fornecemos aqui uma seleção de projetos básicos que podem ser empregados em trabalhos de Robótica e Mecatrônica, em aulas de educação tecnológica e até mesmo com outras destinações.
Robôs, automatismos, modelos, braços mecânicos e muitos outros projetos podem ter seu funcionamento incrementado com as configurações dadas a seguir.

Newton C. Braga



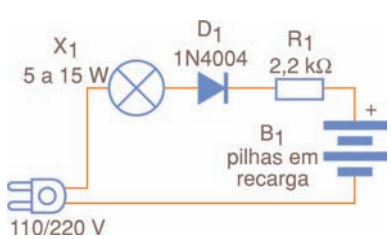
Carregador de Nicad

As pilhas recarregáveis ou baterias de Nicad consistem em uma das fontes de energia mais usadas para projetos de mecatrônica e robótica.

Na verdade, podemos encontrar essas pilhas e baterias alimentando uma infinidade de outras aplicações como, por exemplo, telefones sem fio, brinquedos, automatismos, transmissores de controle remoto, etc.

No entanto, pilhas e baterias precisam ser recarregadas. O carregador muito simples que descrevemos serve para pilhas pequenas, médias e grandes, fornecendo uma corrente de carga da ordem de 20 a 50 mA na rede de 110 V.

1



O circuito é dos mais econômicos por não usar transformador, uma vez que a redução da tensão é feita por uma lâmpada de 5 a 15 watts para a rede de 110 V, que também atua como limitadora de corrente.

A retificação é realizada por um diodo 1N4004 e a redução final por um resistor (R_1), que pode ter seu valor alterado em função dos tipos de pilhas ou baterias que devem ser recarregadas.

Podemos carregar de 1 a 4 pilhas pequenas, médias ou grandes com este aparelho, por tempos entre 5 e 16 horas, conforme a recomendação do fabricante.

O leitor poderá usar o seu multímetro para verificar a corrente real de carga em função das tolerâncias dos componentes, e ajustar R_1 para obter a corrente que necessita para o tipo específico de pilhas que utiliza.

Obeceder a polaridade na ligação do diodo e do suporte de pilhas é fundamental para o funcionamento correto do aparelho.

Com a ligação de dois suportes de 4 pilhas em série podemos fazer a carga de até 8 pilhas pequenas, médias ou grandes.

Na **figura 1** temos o diagrama completo do carregador.

Na **figura 2** vemos a disposição real dos componentes para esta montagem.

Evidentemente, os componentes não devem ficar expostos a um toque acidental que causaria choques perigosos, pois temos a conexão direta na rede de energia.

O conjunto deve ser acondicionado numa caixa plástica fechada.

Em primeiro lugar, coloque no suporte as pilhas que deseja carregar e somente depois ligue o plugue à rede de energia.

Havendo uma carga ligada (pilhas), a lâmpada deverá acender. Caso a lâmpada não acenda, desligue a alimentação e ajuste as pilhas no suporte porque poderão estar com mau contato.

Nunca toque no suporte ou nas pilhas com o aparelho ligado, pois você pode tomar um forte choque.

O brilho da lâmpada deve ser um pouco inferior ao normal durante toda a carga.

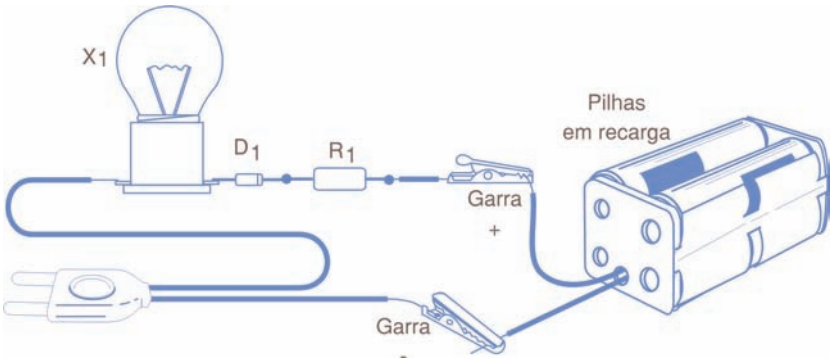
Se alguma pilha no processo de recarga não armazenar energia, isso é um sinal de que ela poderá estar estragada. Então não a utilize mais em conjunto com as que estão em bom estado.

Lista de material:

D_1 - 1N4004 ou equivalente - diodo de silício
X_1 - 5 watts a 15 watts x 110V - lâmpada comum
R_1 - 2 k Ω ou 2,2 k Ω x 5 watts - resistor de fio
B_1 - Pilhas a serem recarregadas - ver texto

Diversos - Suporte de pilhas, ponte de terminais, soquete para a lâmpada, cabo de alimentação, caixa para a montagem, fios, solda, etc.

2



Protetor dos inseguros

Depois de montar algum aparelho que deva ser alimentado pela rede de energia, os leitores menos experientes poderão sentir algum receio de curto ou "explosão" ao ligá-lo, porque naturalmente algo poderá ter saído errado...

É claro que isso representa um perigo, pois antes que os fusíveis da entrada de energia de sua casa abram, ou os disjuntores desarmem, poderá haver a queima de componentes e até um bom susto pelo "estouro" que ocorrerá nestes casos.

Para esses inseguros, existe uma montagem muito interessante, que deverá estar presente na bancada. Desse modo ligando o aparelho montado ou suspeito nela, simplesmente teremos o acendimento de uma lâmpada se existir alguma coisa errada, e nada de mais grave acontecerá.

O aparelho possui três lâmpadas que funcionam da seguinte maneira.

A primeira, X_1, que fica em série com a alimentação do aparelho alimentado de modo a limitar a corrente em caso de problemas. Se, ao ligar o aparelho, esta lâmpada acender com brilho máximo será um sinal de perigo, pois haverá curto.

Neste caso, não devemos acionar S_1 para conexão direta à rede. Precisamos antes reexaminar a montagem.

X_2 avisa que o aparelho está na condição de prova com a ligação da lâmpada em série e que ela acenderá se houver problemas.

X_3 avisa que a ligação está direta, ou seja, sem X_1 em série, e que não devemos usar o aparelho com uma montagem sobre a qual haja dúvidas, sem antes atuar sobre S_1 para acender a luz verde.

O aparelho é indicado para o teste de equipamentos com potências de até uns 100 watts. Com aparelhos de maior potência, mesmo que bons, a lâmpada X_1 irá acender com brilho menor do que o normal. Veja, então, que se a lâmpada X_1 acender mais fraco que o normal, isso significará que o aparelho não está em curto.

Na **figura 3** mostramos o diagrama completo deste aparelho.

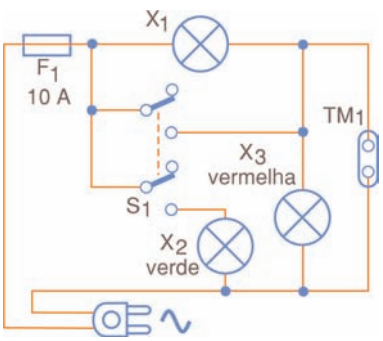
Na **figura 4** vemos a disposição dos componentes que podem ser fixados numa caixa de madeira ou plástico de dimensões apropriadas.

A lâmpada X_1 pode ser de 60 ou 75 watts, conforme a rede local, enquanto que X_2 e X_3 são lâmpadas de 5 W verde e vermelha, ou então um pouco maiores de 15 ou 25 watts.

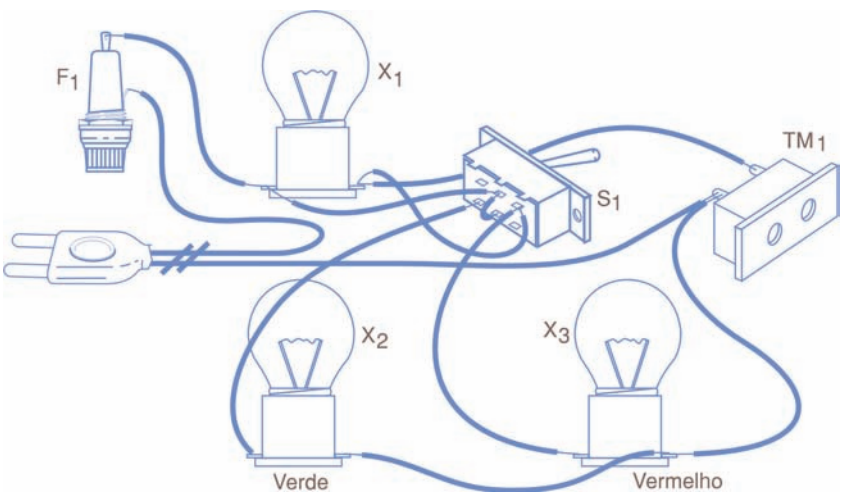
O fusível deverá ser instalado em suporte apropriado, e a tomada para conectar o aparelho em prova é do tipo comum.

A chave S_1 é do tipo de 2 pólos x 2 posições (HH ou reversível).

3



4



Para usar o aparelho proceda do seguinte modo: ligue-o na tomada e coloque S_1 na posição em que a luz verde acende.

Em seguida conecte na saída o aparelho suspeito ou que você quer experimentar, e ligue-o. Se a lâmpada X_1 acender com brilho máximo será um sinal que existe curto.

Desligue o aparelho e verifique. Se acender com brilho menor que o normal, neste caso o aparelho poderá ser alimentado diretamente pela rede de energia, não havendo portanto perigo de curto.

Se a lâmpada X_1 não acender, o circuito alimentado poderá estar aberto ou ainda ser de consumo muito baixo.

Se o aparelho estiver bom (X_1 não acender com brilho máximo), passe então S_1 para a posição em que acende a luz vermelha para que ele receba a alimentação normal.

Lista de material:

X_1 - Lâmpada comum de 40 a 75 watts, conforme a rede local
X_2, X_3 - Lâmpadas de 5 watts conforme a rede local - vermelha e verde
S_1 - Chave de 2 pólos x 2 posições
TM1 - Tomada
F_1 - 10 A - fusível comum

Diversos: cabo de alimentação suporte de fusível, soquetes para as lâmpadas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

Chave de toque

Apenas um toque no elemento sensor X_1 e o relé fechará seus contatos, permanecendo assim por um intervalo de tempo determinado pelo ajuste de P_1.

Motores e dispositivos diversos como solenóides e eletroímãs poderão ser acionados em projetos de robótica e mecatrônica.

É possível ainda usar este circuito em alarmes, sistemas de desativação de alarmes, abertura de portas ou no acionamento de temporizadores de lâmpadas.

A corrente de repouso do circuito é muito baixa, o que possibilita sua alimentação com pilhas comuns.

O relé, por outro lado, pode controlar cargas potentes, inclusive ligadas na rede de energia.

A sensibilidade do circuito é grande, o que permite que o mais leve toque no sensor provoque seu disparo.

O sensor pode ser uma simples ponta desencapada de um fio ou até uma plaquinha de metal, que deverá ficar isolada por uma base de apoio de plástico ou madeira.

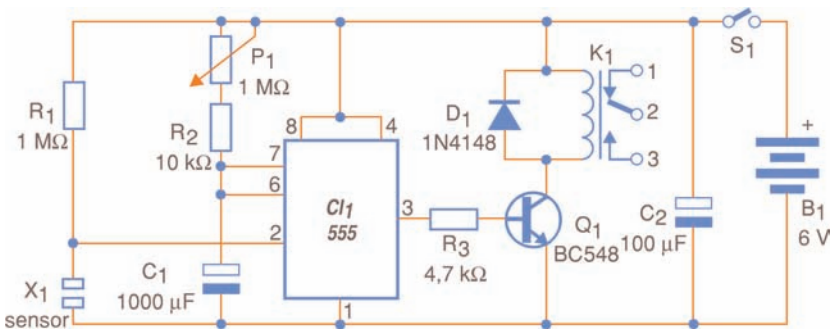
Uma placa de circuito impresso de até 15 x 15 cm pode ser utilizada como sensor.

Na **figura 5** apresentamos o diagrama completo do aparelho.

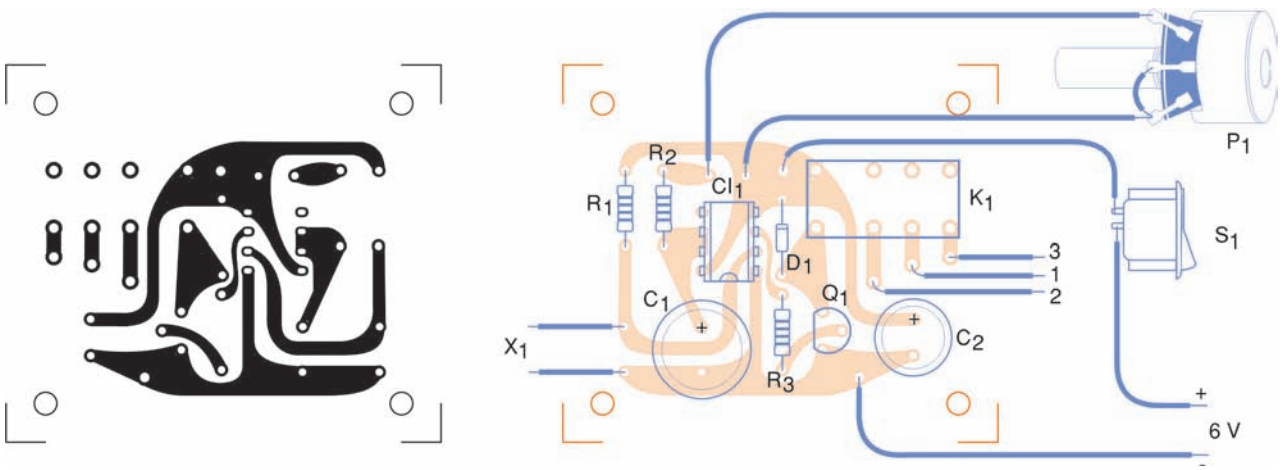
A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é exibida na **figura 6**.

O circuito integrado deve ser instalado em um soquete DIL para maior segurança.

5



6



O relé pode ser do tipo com a base prevista na figura ou equivalentes, desde que tenham tensão de alimentação (bobina) de acordo com a empregada no projeto.

Os resistores são todos de 1/8 watt ou maiores, e os capacitores devem ter tensões de trabalho de 6 V ou mais.

P_1 tanto pode ser um *trimpot* quanto um potenciômetro comum.

O diodo admite equivalentes, assim como o transistor.

Para a alimentação podem ser usadas 4 pilhas ou fonte.

O teste de funcionamento é simples: ligue o aparelho e ajuste P_1 para uma temporização mínima (menor resistência).

Tocando em X_1 e T ao mesmo tempo com os dedos, o relé deverá fechar seus contatos, permanecendo assim por alguns segundos.

Em seguida, o relé desarmará e o circuito poderá ser disparado novamente com o mesmo procedimento.

Para usar o circuito com o máximo de sensibilidade, ligue o ponto T (terra) em qualquer ponto que tenha contato com a terra como, por exemplo, uma esquadria de metal de porta ou janela, ou mesmo uma torneira de metal.

Comprovado o funcionamento, se houver instabilidade, reduza o valor de R_1.

Ajuste então P_1 para o tempo de disparo desejado e ligue nos contatos do relé o dispositivo que deverá ser controlado.

Obs: O circuito também funciona com a versão CMOS do circuito integrado 555 sem alterações.

Lista de material:

Semicondutores:
CI_1 - 555 - circuito integrado, *timer*
Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral

Resistores: (1/8W, 5%)
R_1 - 10 M Ω - marrom, preto, azul
R_2 - 10 k Ω - marrom, preto, laranja
R_3 - 4,7 k Ω - amarelo, violeta, vermelho
P_1 - 1 M Ω - trim pot ou potenciômetro

Capacitores:
C_1 - 1 000 µF/6 V - eletrolítico
C_2 - 100 µF/6 V - eletrolítico

Diversos:
K_1 - Relé de 6 V de uso geral
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 6 V - 4 pilhas comuns
Placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de pilhas, soquete para o integrado, fios, solda, etc.

Relé de estado sólido

Cargas de corrente contínua de até 2 ampères com tensões de 6 a 15 volts podem ser controladas por este relé de estado sólido de grande sensibilidade.

Estas cargas podem ser lâmpadas, motores, solenóides, elementos de aquecimento, eletroímãs, etc.

Relés comuns podem ser substituídos por este circuito em muitos projetos de robótica e mecatrônica.

A sensibilidade do circuito é suficientemente grande para que sensores como fototransistores, LDRs, termistores, etc possam ser usados diretamente para controlar as cargas de alta corrente.

O ajuste de sensibilidade é feito em P_1, pois o circuito que tem por base um transistor de efeito de campo de potência (*Power FET*) é extremamente sensível.

O transistor conduz quando a tensão entre E_1 e E_2 torna-se suficientemente positiva para saturá-lo.

Um sensor resistivo será ligado entre E_1 e o positivo da alimentação.

O circuito também pode ser controlado diretamente por saídas TTL e CMOS, o que permite seu uso no interfaceamento de projetos de robótica e mecatrônica com computadores.

Na **figura 7** mostramos o diagrama completo do relé de estado sólido para correntes de até 2 ampères.

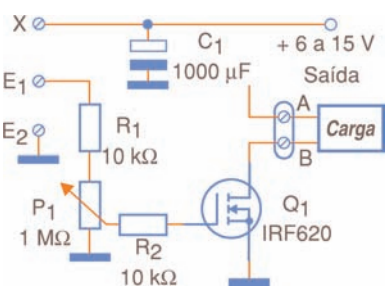
A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é vista na **figura 8**.

O transistor deverá ter um radiador de calor, principalmente se for usado com corrente acima de 1 ampère.

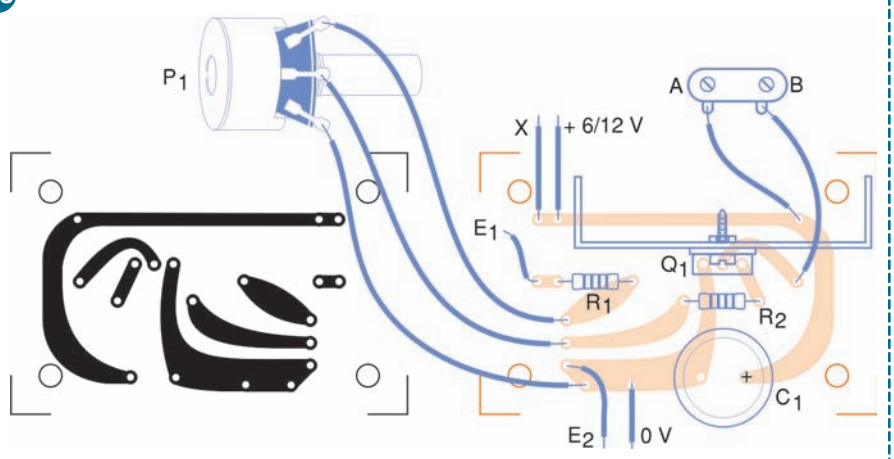
Os resistores são de 1/8 W ou maiores, e o capacitor deve ter uma tensão de trabalho um pouco maior que a empregada na alimentação.

Nos pontos A e B ligamos a carga a ser controlada, e entre E_1 e E2, ou ainda E_1 e o positivo da alimentação,

7



8



o sensor ou a fonte de sinal de excitação do circuito.

Se a carga for indutiva (motores ou solenóides) será conveniente ligar um diodo de proteção em paralelo, polarizado no sentido inverso (catodo ou faixa) ligado ao positivo da alimentação.

Comprovado o funcionamento do relé, estará pronto para ser usado.

Lista de material:

Semicondutores:
Q_1 - IRF620 ou equivalente - qualquer FET de potência com mais de 2 A de corrente de dreno.

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1, **R_2** - 10 k Ω - marrom, preto, laranja
P_1 - 1 M Ω - potenciômetro

Capacitores:
C_1 - 1 000 µF - eletrolítico

Diversos:
Ponte de terminais tipo antena/terra de entrada e saída, radiador de calor para o transistor, caixa para montagem, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

Pisca-néon

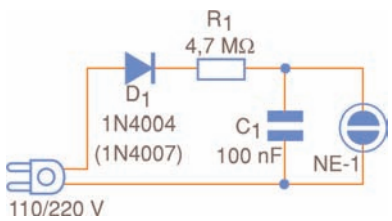
Este circuito pode ser embutido em robôs e outros automatismos de modo a indicar seu funcionamento.

O importante deste projeto é que seu consumo de energia é da ordem de 0,001 watts, o que significa que ele pode ficar permanentemente ligado, sem que isso signifique qualquer aumento sensível no valor da sua conta de energia.

Trata-se, portanto, da configuração ideal de sinalização para um circuito que deva ficar permanentemente ligado.

Trata-se de um oscilador de relaxação onde o capacitor C_1 se carrega via R_1 até ser atingida a tensão de disparo da lâmpada néon, algo em torno de 80 volts.

9



Quando isso ocorre, a lâmpada produz um "flash" e o capacitor se descarrega parcialmente.

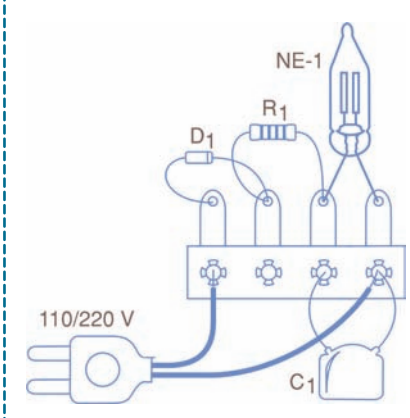
Quando a lâmpada apagar teremos um novo ciclo de carga e depois o disparo.

O capacitor C_1, em conjunto com R_1, determina a freqüência de operação do circuito.

Se precisar de alterar a freqüência do circuito, troque C_1 e não R_1.

Na **figura 9** temos o diagrama completo do pisca-pisca.

10



Na **figura 10** temos a disposição dos componentes numa ponte de terminais.

A lâmpada néon pode ser de qualquer tipo com a aparência indicada na figura.

Os resistores são de 1/8 W ou maiores.

Para a rede de 110 V o diodo deve ser o 1N4004, e para a rede de 220 V o 1N4007.

Todo o conjunto poderá ser embutido em robôs, braços mecânicos, interruptores de parede ou em outros locais onde se deseje uma sinalização permanente de presença de tensão ou funcionamento.

Lista de material:

NE_1 - lâmpada néon comum
D_1 - 1N4004 ou 1N4007 - diodo de silício
R_1 - 4,7 M Ω - amarelo, violeta, verde
C_1 - 100 nF/100 V - capacitor de poliéster

Diversos:
Ponte de terminais, cabo de alimentação, fios, solda, etc.

Relé com trava

Mostramos neste circuito como obter o efeito de trava para um relé comum, o qual consiste no seguinte: quando energizamos a bobina de um relé, ele fecha seus contatos somente enquanto circular corrente.

Quando a corrente é cortada o relé, abre seus contatos.

Se quisermos ter o relé fechado depois da corrente ser cortada, ou seja, se quisermos travar o relé depois de acionado, precisaremos de um circuito especial.

O circuito que descrevemos aqui aproveita os contatos NA de um relé de dois contatos reversíveis (qualquer tipo para 6 ou 12 V serve para esta aplicação).

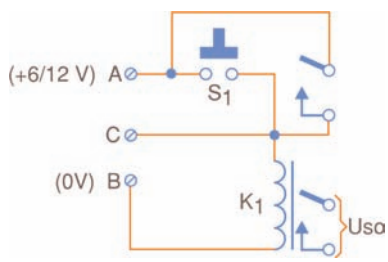
Na **figura 11** ilustramos o diagrama completo do relé com trava.

Na **figura 12** vemos o aspecto real dos componentes na sua ligação para formar este circuito.

Neste circuito básico alimentamos o relé entre A e B, onde aplicamos uma tensão de 6 ou 12 V conforme o tipo de relé usado.

Quando pressionamos S_1, o relé fecha seus contatos e trava.

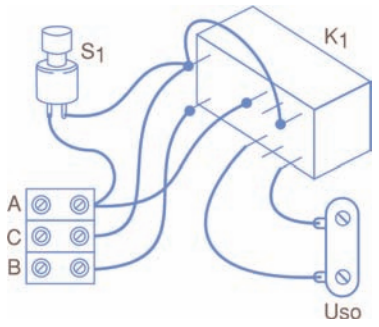
11



Mesmo depois de soltarmos S_1, ele se manterá com os contatos fechados.

Para desarmá-lo é preciso cortar a alimentação por um instante.

12



Uma opção de alteração para que o circuito possa operar com um pulso de tensão, é feita da seguinte forma:

- Eliminamos S_1. O pulso de comando de entrada que deve ter a tensão de operação do relé, passa a ser aplicado em C.
- Ligamos o ponto A ao positivo da alimentação do circuito.
- Um diodo de proteção entre A e a entrada do pulso poderá ser necessário, conforme a aplicação.
- Quando aplicarmos um pulso de disparo em C o relé disparará e se auto-alimentará via A.

Para desligar o circuito, deverá ser interrompida a alimentação por um instante em A.

Uma outra maneira de se desligar o circuito consiste em se colocar em curto a bobina do relé por um momento.

Lista de material:

K_1 - relé de 6 ou 12 V sensível - qualquer tipo
S_1 - Interruptor de pressão NA

Diversos:
Ponte de terminais, fios, caixa para montagem, solda, etc.

Efeito de som de motor

O movimento de braços mecânicos, robôs e outros automatismos estudados em Mecatrônica é feito por motores silenciosos.

Numa demonstração poderá ser interessante ter algum tipo de efeito sonoro que imite o ruído de um motor de maneira mais forte, de forma a dar mais realismo ao funcionamento de tais dispositivos.

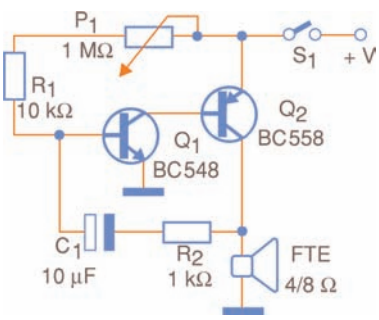
O circuito que propomos é simples e pode ser alimentado com tensões de 3 a 6 volts.

O rendimento do circuito é muito bom e o pequeno alto-falante poderá ser embutido no automatismo, ou instalado numa caixinha apropriada.

O circuito possui ainda um ajuste de freqüência que serve como acelerador para o efeito e que poderá ficar ao alcance do operador, ou mesmo ser acoplado a algum dispositivo de acionamento automático.

Basicamente, o projeto consiste em um oscilador onde a freqüência tanto é determinada por C_1 (que pode ser alterado) quanto pelo ajuste de P_1 (que funciona como "acelerador").

13



Na **figura 13** apresentamos o diagrama completo deste aparelho.

Na **figura 14** exibimos a disposição dos componentes numa ponte de terminais, que é a versão mais simples e mais imediata principalmente para os iniciantes.

Os transistores admitem equivalentes, e inclusive Q_2 pode ser um BD136 ou TIP32, e o circuito alimentado com 12 V para maior potência. Neste caso, entretanto, a alimentação deverá vir de fonte ou bateria, pois um simples conjunto de pilhas não teria condições de fornecer a energia exigida.

O alto-falante pode ser de 5 a 10 cm, com 4 ou 8 ohms de impedância.

Os resistores são de 1/8 W ou maiores, e o eletrolítico é para 12 V.

Para testar o aparelho, bastará ligar sua alimentação. Deverão ocorrer estalidos em maior ou menor velocidade conforme ajustamos o potenciômetro.

Faça o ajuste para obter o som equivalente a um motor.

Comprovado o funcionamento, instale o conjunto numa caixa e use o aparelho da melhor maneira, embutindo-o na sua montagem de robótica ou mecatrônica, ou onde quiser.

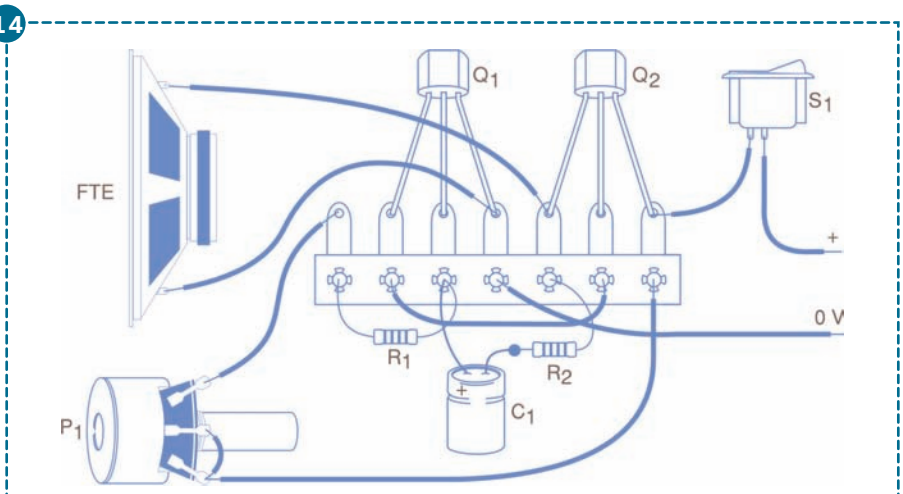
f

Lista de material:

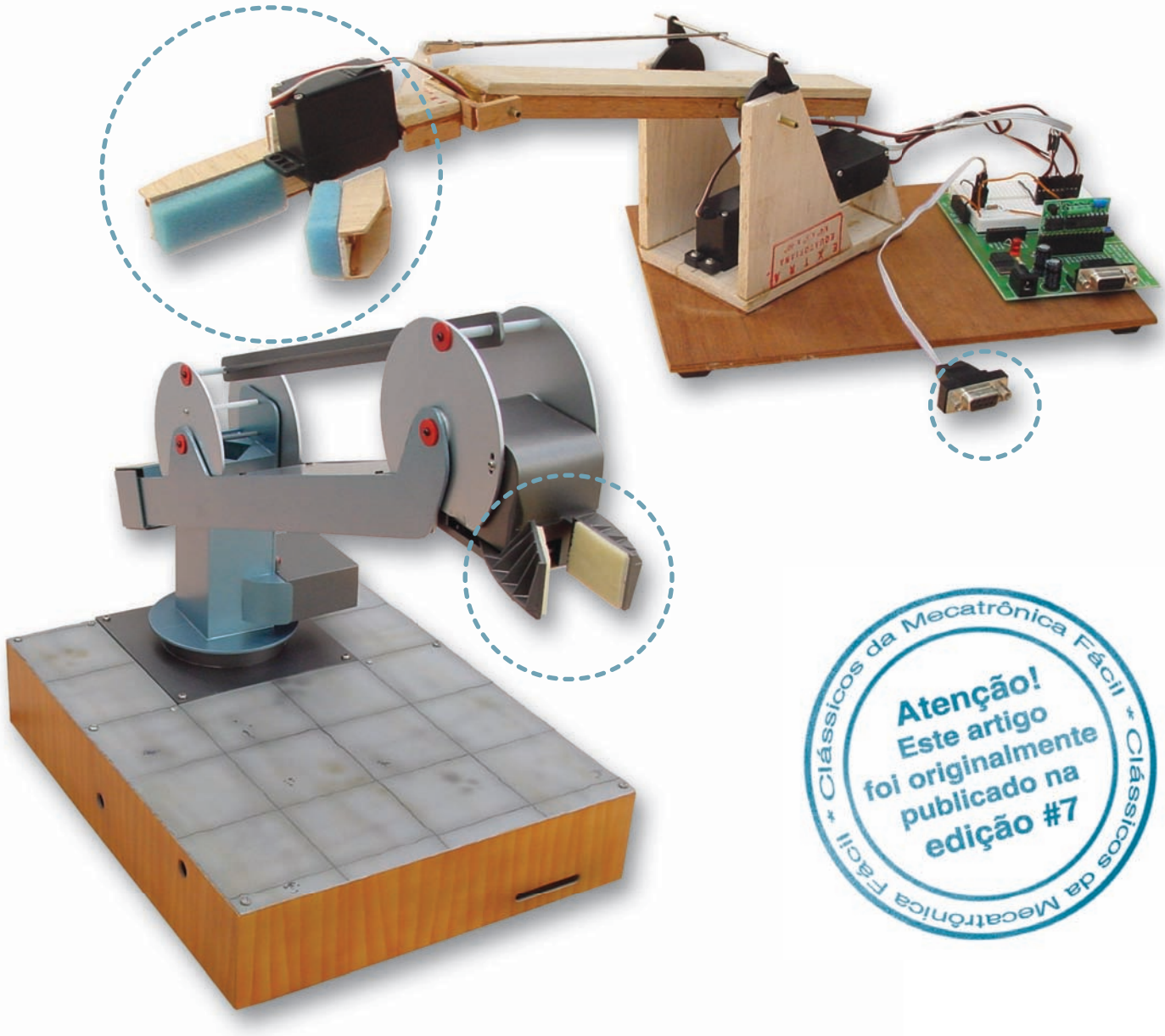
Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
FTE - 4 ou 8 Ω - alto-falante pequeno
S_1 - Interruptor simples - opcional
B_1 - 3 ou 6 volts - 2 ou 4 pilhas - ver texto
P_1 - 1 M Ω - potenciômetro
R_1 - 10 k Ω - marrom, preto, laranja
R_2 - 1 k Ω - marrom, preto, vermelho
C_1 - 10 µF/12 V - capacitor eletrolítico

Diversos:
Ponte de terminais, caixa para montagem, suporte para duas ou quatro pilhas (opcional), botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

14



RM-1 Robô Manipulador



Nesta série, nossos leitores terão a oportunidade de conhecer alguns artigos de sucesso já publicados na revista Mecatrônica Fácil. Para quem não teve a chance de conferir alguns artigos que marcaram história em nossa revista esta é a hora, e aqueles que já conhecem terão a oportunidade de rever seus conhecimentos. Nesta edição vamos apresentar o RM1-Robô Manipulador, publicado na edição nº 7 que encontra-se esgotada.

Márcio José Soares



Introdução

Os braços mecânicos (ou mecatrônicos) estão presentes hoje em dia nas indústrias. A precisão e velocidade são alguns dos fatores que viabilizam o seu uso em diversas áreas. Em muitas destas, eles são quase indispensáveis, pois desenvolverão funções que põem em risco a vida humana.

O técnico/engenheiro de qualquer curso de Mecatrônica tem em seu currículo algumas "horas/aula" sobre o assunto "braços mecatrônicos" (Robótica). Nesses cursos a montagem de um pequeno "braço", às vezes, se faz necessária e muitos precisam de algumas dicas para a construção do mesmo.

Nesta edição, propomos a construção de um braço mecatrônico que utiliza servo motores do tipo empregado em aeromodelos (modelismo), ao invés de motores comuns ou mesmo motores de passo. Essa escolha se deve a fatores como:

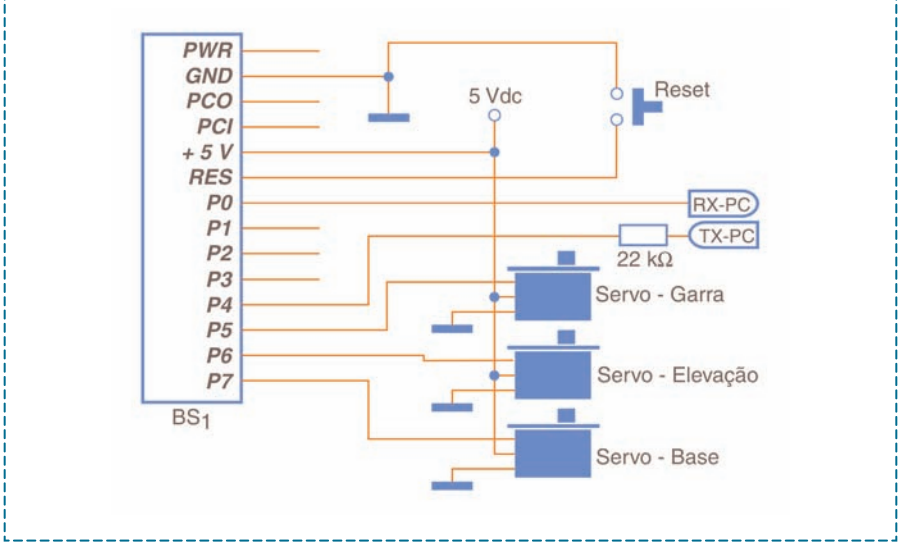
- A precisão obtida com os servomotores (podemos controlar sua posição relativa em "graus"); o custo dos mesmos, que apesar de parecer alto ainda é menor se comparados aos motores de passo com seus "encoders"; e circuitos de posição, etc.
- A simplicidade do circuito: com apenas um microcontrolador Basic Step, podemos controlar até 6 servos (com pequenas alterações no programa), sem a necessidade de complexos circuitos de posição, *drivers* para motores, etc.
- A velocidade de montagem. Seguindo as dicas, tanto para o protótipo em material alternativo (sucata), quanto às dadas para a construção da versão plástica, o leitor poderá finalizar seu projeto em poucas semanas.

Circuito de controle

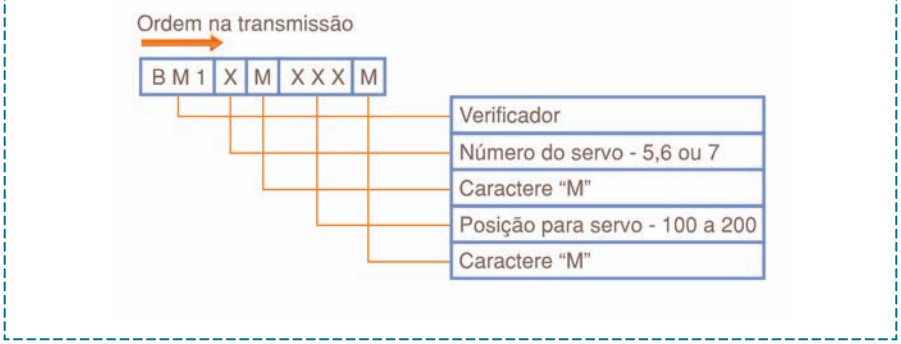
Os movimentos do RM-1 são controlados por três servos comuns (tipo *standard*), utilizados em aeromodelismo.

Na **figura 1** temos o circuito elétrico (controle) do RM-1. Para controlar os servos utilizamos um Basic Step I, que se comunica com um PC através da porta serial RS-232. O leitor poderá obter maiores informações sobre comunicação serial na edição nº 5 de Mecatrônica Fácil, na série LOGO.

1 Circuito RM-1.



2 Comandos para o RM-1.



O *Basic Step* recebe os dados (**figura 2**) da porta serial, decodifica-os e os transfere para os servos. Isso é refletido em movimento para o braço mecânico. Estes dados são enviados para o Step através da linguagem LOGO, que pode ser obtida gratuitamente no *site* **www.nied.unicamp.br**. Os leitores mais experientes em programação poderão, se desejarem, desenvolver seus próprios programas de controle em outras linguagens , de acordo com suas necessidades e conhecimentos.

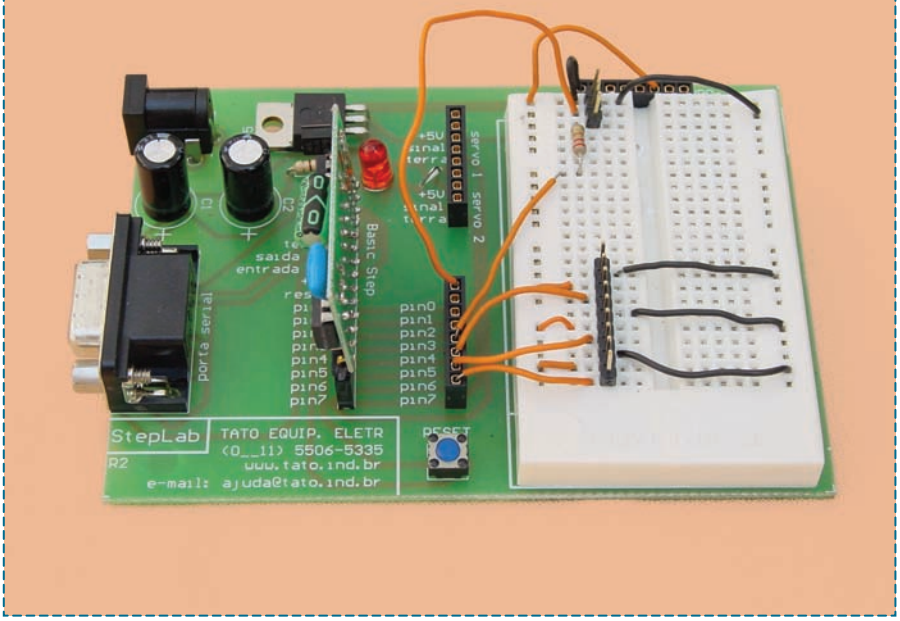
Montagem do circuito de controle

Para esta montagem temos duas possibilidades: a primeira utilizando a placa Step LAB da Tato Ind (**www.tato.ind.br**) e a segunda com placa de circuito impresso. O leitor poderá optar pela primeira como teste e somente então partir para a montagem definitiva, ou montar o circuito de acordo com os componentes existentes em sua bancada (no caso apenas o STEP 1, sem a placa Step LAB).

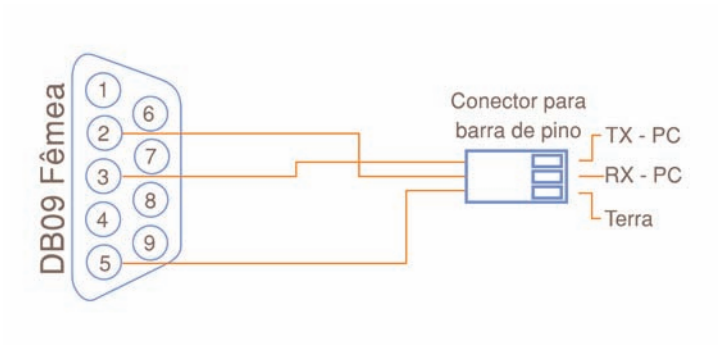
Montagem com a placa Step Lab

Para o leitor que possui o *kit* de desenvolvimento Basic Step com a placa Step LAB a montagem é bem simples, pois necessitamos apenas de alguns pedaços de fio encapado rijo para as ligações, um resistor de 22 k ohms (limitador) e algumas barra de pinos para a ligação dos servos e do canal serial. Na **figura 3** apresentamos a montagem utilizando a placa Step LAB. A alimentação do circuito será fornecida pela própria fonte da placa. A gravação do *Basic Step* também será facilitada. Siga atentamente o circuito para realizar as ligações.

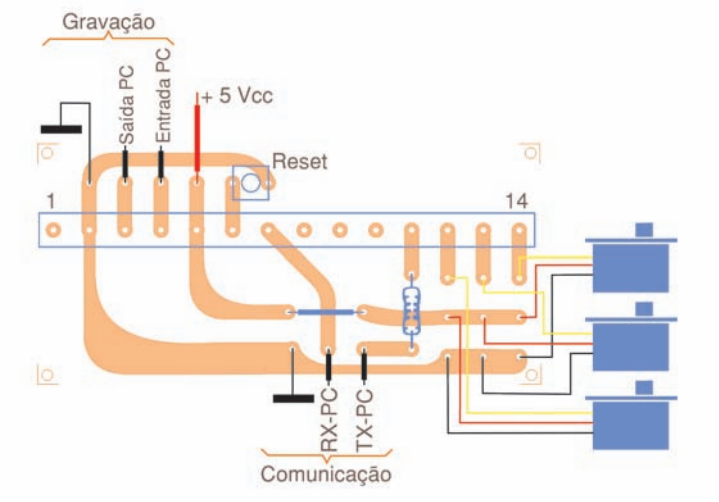
3 Montagem na placa Step LAB.



4 Cabo adaptador para Step LAB.



5 Montagem em placa de circuito impresso.



O servo da base do braço deverá ser ligado à porta P7, o servo de elevação à porta P6 e o servo da garra a porta P5. O canal serial é ligado às portas P0 e P4. Para interligar a placa *Step* LAB ao PC, utilizaremos o cabo de gravação fornecido com a placa. Porém devemos providenciar um pequeno "adaptador" (**figura 4**) para o "*pront-o-board*" de nossa placa, pois o *conector* DB09 presente na placa serve apenas para gravação do *Basic Step*.

Montagem com circuito impresso

A montagem também poderá ser realizada com uma placa de circuito impresso comum ou mesmo do tipo universal, e na **figura 5** o leitor tem um exemplo do "*layout*" da placa para a montagem do circuito de controle.

A alimentação deve fornecer 5 VDC máximos para o circuito e poderá ser feita através de 4 pilhas (6 VDC) com um diodo em série para reduzir a voltagem para 5 VDC (alimentação padrão do *Basic Step*). O tamanho das pilhas determinará o tempo máximo de operação do braço. Para tempos "médios" é aconselhável o uso de pilhas médias ou grandes, preferencialmente alcalinas. Na **figura 6** temos um exemplo de ligação com pilhas e o uso do diodo recomendado.

Para tempos maiores, ou até mesmo "infinitos", na **figura 7** vemos o esquema e o *layout* de uma fonte regulada em 5 VDC. Esta fonte é bem simples e poderá ser montada pelo leitor sem maiores "sustos".

Todas as ligações deverão ser checadas. É aconselhável o uso de um "soquete" para o *Basic Step*. Este "suporte" pode ser aproveitado de um soquete de CI para 28 pinos, utilizando apenas uma metade. Para a ligação dos servos e do cabo de comunicação é aconselhável o uso de barra de pinos. O cabo de comunicação para este tipo de montagem pode ser visto na **figura 8**.

Note que o cabo foi desenvolvido visando a comunicação e a gravação do *Basic Step*. A ligação do mesmo deve obedecer ao uso: gravação nos pinos 2, 3 e 4 do *Basic Step* e comunicação nas portas P0, P4 e terra. O uso de um resistor de 22 k ohms para o sinal de TX do PC é necessário para evitar danos ao *Basic Step*.

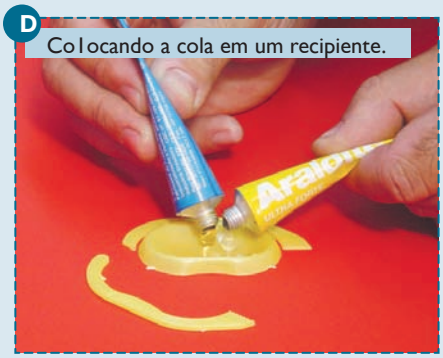
Dicas para construção do RM-1


A Cortando a madeira com o estilete.


B Cortando a madeira com a serra.



C Exemplos de cola epóxi.


D Colocando a cola em um recipiente.


E Misturando a cola.


F Cola pronta.


G Passando a cola na superfície a ser colada


H Fixando a peça.


I Grampos e alfinetes.

Nosso protótipo do RM-1 foi construído em madeira balsa e outros materiais. A balsa é fácil de manusear, mas são necessários certos cuidados.

Corte – O corte da madeira pode ser feito com estilete e régua ou serra fina, dependendo da espessura da madeira. Espessuras de até 2 mm podem ser trabalhadas com estiletes. Espessuras maiores requerem o uso da serra fina. É recomendável fazer os traços com caneta ou lápis antes para uma melhor orientação do corte.

Outra dica para um corte preciso é obedecer à orientação dos grãos da madeira. Com um estilete, o corte no sentido dos grãos é facilitado. O corte na transversal desse sentido, deve ser feito preferencialmente com a serra fina. As **figuras A e B** demonstram o corte com estilete e serra fina.

Colas – Podemos utilizar cola branca, muito comum em papelarias, o cianocrilato (Super Bonder) ou a cola epóxi. Esta última oferece excelente rigidez mecânica e tem um tempo de cura (secagem) melhor que a cola branca, mas maior que o cianocrilato. Ela pode ser facilmente obtida em supermercados, lojas de material de construção ou lojas de modelismo. Os fabricantes oferecem a cola em diferentes tempos de secagem. A dica é para as de 15 minutos máximos de cura. Na **figura C** temos alguns exemplos de colas oferecidas no mercado.

A cola epóxi é fornecida em duas partes: o adesivo e o "acelerador" ou catalisador. Para usar basta misturar partes iguais de ambos, misturando bem até ela ficar homogênea. A aplicação deve ser feita em no máximo 3 minutos (para colas de 15 minutos de secagem) com o uso de uma espátula plástica ou mesmo um pedaço de madeira (sobra). Veja as figuras **D a H**.

Para ajudar a segurar as partes, você poderá utilizar "grampos" de varal, alfinetes, etc (**figura I**). A pressão não precisa ser grande. Apenas temos que ter certeza que as peças serão unidas de forma correta e na posição desejada.

Construção mecânica

As peças mecânicas foram construídas a partir de materiais de "sucata" (alternativos), aproveitadas da oficina do autor. A maioria destas foi desenvolvida a partir de madeira balsa, que permite um bom acabamento e é muito fácil de se trabalhar, além de barata. Utilizamos também tubos plásticos, tubos de latão, espuma, "peças" de aeromodelo, parafusos, cola, etc.

Base móvel

Ela foi montada em madeira balsa de ¼ de polegada (6 mm) de espessura. Para realizar as furações e cortes, utilize um estilete ou serra fina e uma pequena furadeira. A balsa é uma madeira macia e o trabalho com a mesma é simples.

Caso o leitor não tenha experiência no uso de estiletes, serras e furadeiras, deverá pedir a ajuda a uma pessoa mais experiente.

A união das partes deve ser feita com cola tipo epóxi.

Na **Nota 1**, presente neste artigo, o leitor encontrará dicas importantes para o trabalho com madeira.

Braço

O braço foi montado utilizando madeira balsa 6 mm de espessura e cedro 2 mm de espessura com 10 mm de largura. Os tubos plásticos usados nas juntas podem ser aproveitados de canetas sem carga ou outros. Em lojas de aeromodelismo é possível encontrar tubos deste tipo com o nome de "push-rods".

Aqui também devemos utilizar cola tipo epóxi para a fixação das peças. Na extremidade menor do braço, colamos um pequeno ponto de apoio, aproveitado de um *link* de servo. Este ponto será usado pelo servo de elevação.

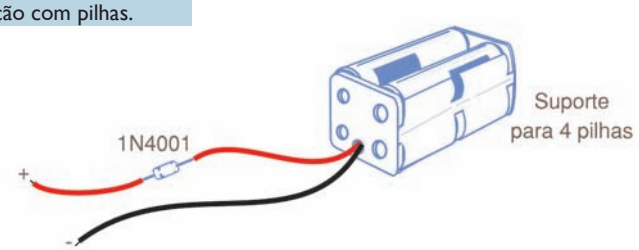
Punho

O punho foi montado com cedro 2 mm de espessura com 10 mm de largura, além de retalhos de balsa com 6 mm de espessura. Use cola epóxi também para a montagem deste. No alto, ao centro do punho, um "horn" para aeromodelos deve ser colado com cianocrilato (Super Bonder). Este "horn" será utilizado pelo "controle mecânico do punho".

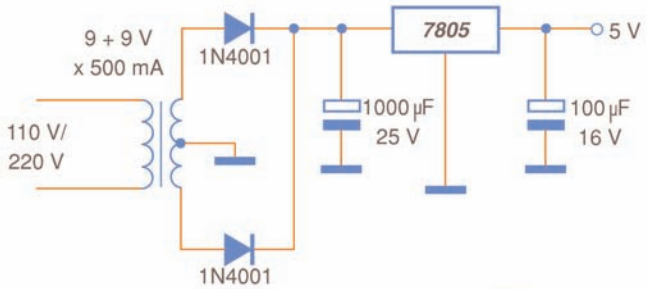
Garra

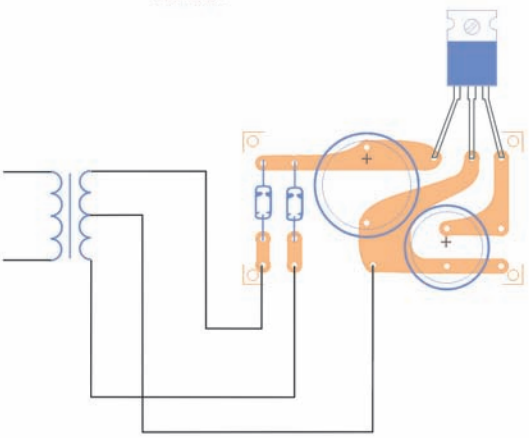
A garra foi montada com madeira compensado de 1,5 mm de espessura e retalhos de balsa com 2 e 4 mm de espessura. Para a montagem da garra, o leitor poderá optar por aplicar cola epóxi ou mesmo cianocrilato (Super Bonder).

6 Alimentação com pilhas.

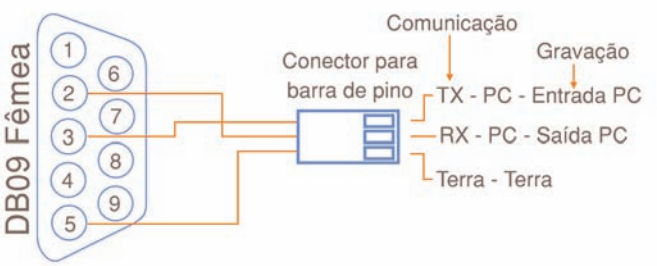


7 Circuito e lay-out da fonte.





8 Cabo de comunicação.



9 Montagem da parte fixa da garra.



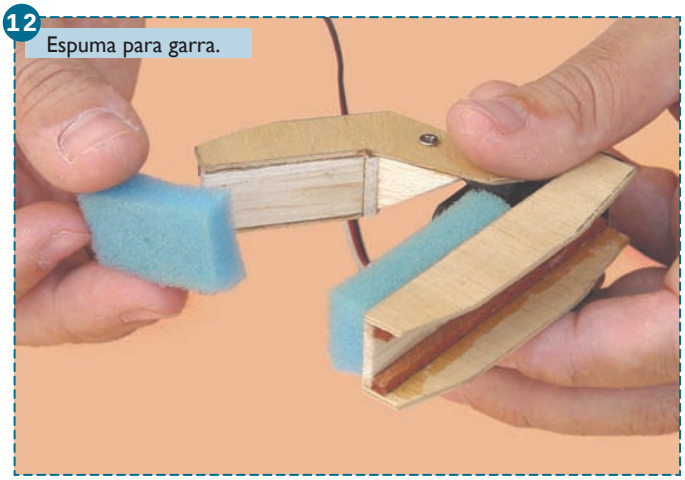
10 Montagem da parte móvel da garra.



11 Peças da parte móvel da garra.



12 Espuma para garra.



Base fixa

Esta base segura todo o conjunto e foi preparada a partir de um pedaço de compensado com 4 mm de espessura, 160 mm de largura e 240 mm de comprimento. Ela recebe apenas um furo para a inserção de um *link* de servo na parte de baixo da mesma.

Montagem do conjunto

Garra

Começaremos por montar a garra. A parte fixa deve ser montada na lateral do servo com auxílio de "cola quente" ou fita dupla-face (**figura 9**). A parte móvel da garra é fixa ao servo com o auxílio de um "link" de servo (**figura 10**). Este *link* é fornecido junto com o servo. Utilize um pequeno parafuso extra para melhorar a rigidez mecânica. Observe a **figura 11**, onde mostramos a parte móvel com suas peças. O leitor também poderá colar espuma comum a garra com o uso e fita dupla-face, para melhorar o desempenho da mesma, como demonstrado na **figura 12**.

Base móvel

A seguir, montaremos a base móvel. A fixação do servo de giro na base móvel deve ser feita com parafusos para madeira, na medida dos servos utilizados. Eles também não devem ser grandes demais, para não ultrapassar a espessura da base móvel. Veja a **figura 13**.

Notem que a base móvel também segura o servo responsável pela elevação do braço, e a fixação deste também deve ser feita com o uso de parafusos de madeira apropriados (**figura 14**).

O servo de elevação precisa ter sua "alavanca" de comando aumentada. Para isso utilizamos cedro com 2 mm de espessura com largura de 10 mm. A **figura 15** traz as partes necessárias para a alavanca de elevação.

Punho

Fixe o punho ao braço, utilizando um tubo de latão com espessura externa igual a espessura interna do tubo plástico usado na construção do braço, como indicado na **figura 16**.

Fixe o servo da garra ao punho. Utilize para isso dois parafusos de madeira. Note que o servo será fixado de "cabeça-para-baixo", conforme a **figura 17**.

Braço

Agora fixaremos o braço à base móvel (**figura 18**). Usaremos para isso um tubo de latão. Aqui também este tubo deverá ter sua espessura igual à espessura interna do tubo plástico. As "rodas" demonstradas nesta figura são *links* redondos para servos.

Precisamos agora fixar o controle do punho. Este controle é mecânico e permite que o punho fique sempre paralelo a base. Ele foi feito com arame de aço com rosca em uma das pontas. Ele é facilmente encontrado em casas especializadas. Na **figura 19** temos o diagrama com as medidas e formas do mesmo.

A fixação do mesmo na base móvel é feita utilizando-se "horns" do tipo pequeno para aeromodelos. Estes "*horns*" deverão ser posiciona-

13 Montagem do servo de giro..



14 Montagem do servo de elevação.



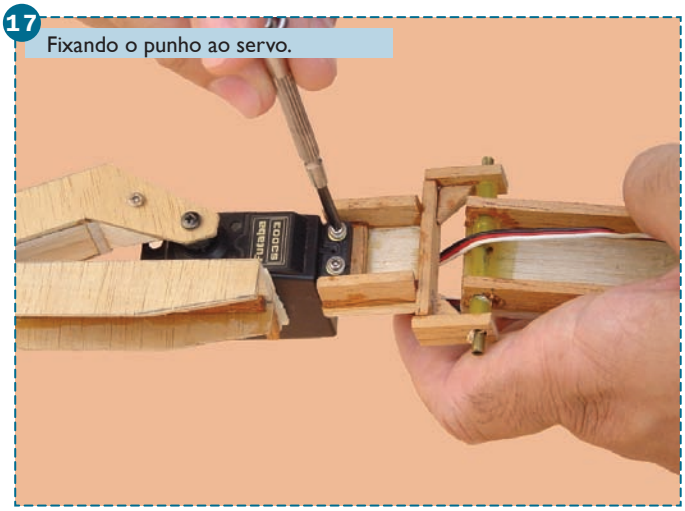
15 Peças para alavanca de elevação..



16 Fixando o punho ao braço.



17 Fixando o punho ao servo.



18 Fixando o braço a base móvel.



dos na base móvel, de maneira que seus furos fiquem perpendiculares ao eixo central do braço. Isto é muito importante para a correta operação do mesmo. A fixação do controle do punho pode ser vista na **figura 20**.

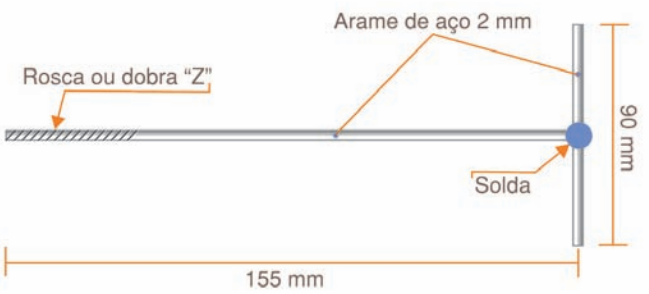
Na outra extremidade colocamos um *link* de aeromodelo para fixar ao "horn" do punho. Regule através da rosca do arame para que o punho e o braço fiquem alinhados, quando conectar o *link* ao "horn de aeromodelo" colado no punho. Veja a operação na **figura 21**.

Agora, já podemos fixar a alavanca de elevação ao braço. Para isso desenvolvemos uma peça aproveitando apenas a extremidade com rosca do arame de aço e dois *links* para aeromodelo. observe a **figura 22**. Essa peça permite uma regulagem precisa da altura do braço. Na **figura 23** temos a instalação da mesma na alavanca e braço.

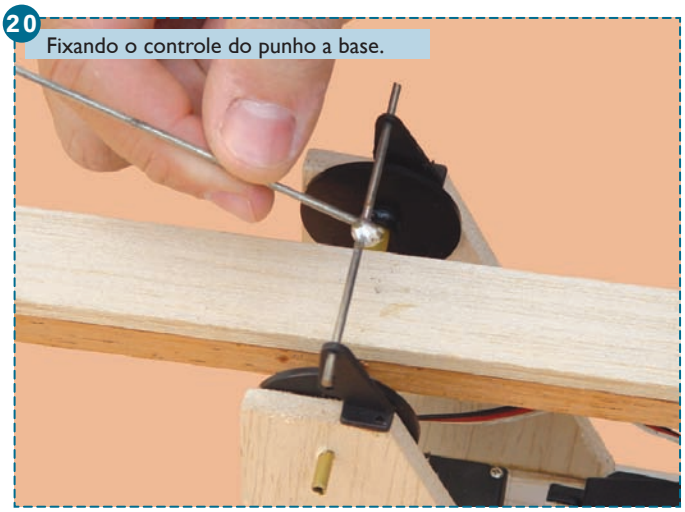
Montagem final

Fixado o braço, resta-nos apenas montar a base móvel à base fixa. Para isso devemos parafusar o servo de giro a base fixa. Utilizamos um *link*

19 Esquema para controle do punho.



20 Fixando o controle do punho a base.



21 Fixando o controle de punho ao punho.



22 Peça de ligação entre alavanca e braço.



23 Ligação da alavanca e braço.



24 Link "estrela".



para servo tipo "estrela" parafusado na parte de baixo da base fixa (**figura 24**). Não devemos apertar muito este parafuso, pois a base móvel irá girar sobre a base fixa. Sendo assim, teremos um pequeno atrito. Não sobrecarregue o servo. A **figura 25** mostra esta operação.

Ligações elétricas

Agora já podemos ligar os servos à placa de controle. Porém antes devemos "alongar" o fio de ligação do servo da garra. Para isso o leitor necessita de um fio triplo, que pode ser aproveitado de uma cinta de conexão com "disk-driver's" ou "HD's". O comprimento da extensão deverá ser feito observando-se o livre movimento do braço. É melhor pecar por excesso do que por falta.

Corte o fio do servo próximo ao conector do mesmo e solde o "alongador". Tome cuidado para não inverter as ligações. Use termocontrátil para

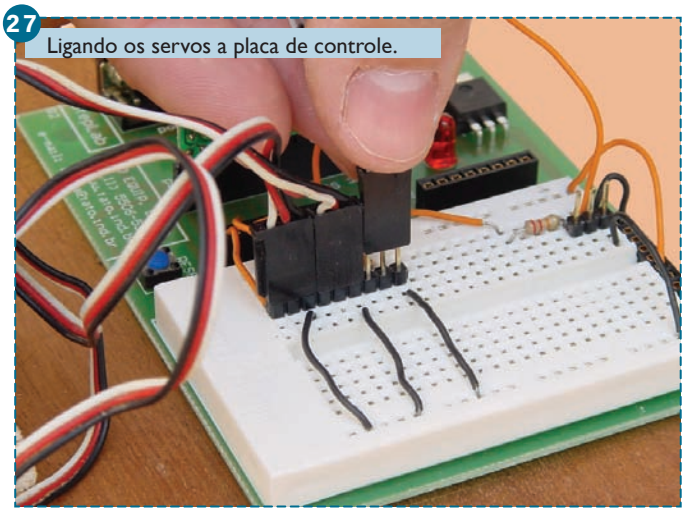
25 Fixando a base móvel.



26 "Alongando" o cabo do servo.



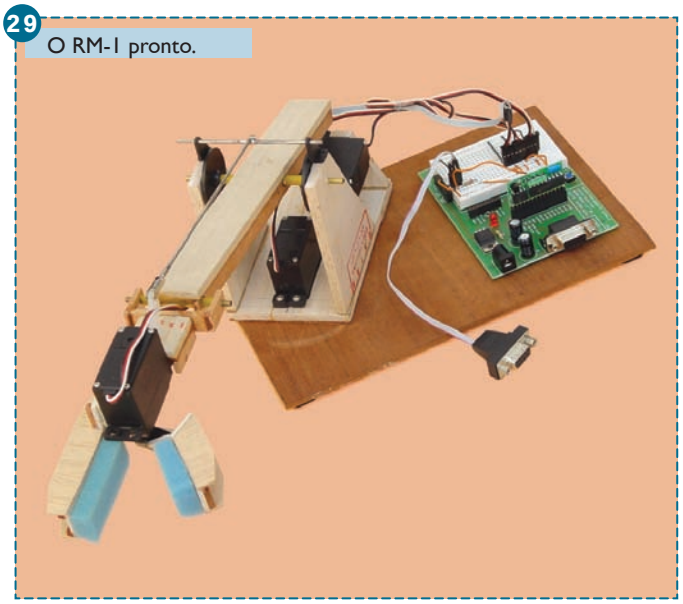
27 Ligando os servos a placa de controle.



28 Ligando o cabo de comunicação.



29 O RM-1 pronto.



isolar, evitando possíveis curtos e melhorando o acabamento. Veja a **figura 26**.

Ligue o servo da garra a porta P5, o servo de elevação à porta P6 e o servo de giro (base móvel) a porta P7 conforme visto na **figura 27**. Ligue o cabo de comunicação à placa (**figura 28**), e pronto (**Figura 29**).

Programação

Para programar o *Basic Step*, digite o programa "RM_1.BAS" no "Compilador *Basic Step*". Verifique os erros e envie o programa para o Step. O leitor notará que o braço executará alguns movimentos, buscando ficar com a base no centro, o braço ajustado na metade de seu curso e a garra fechada.

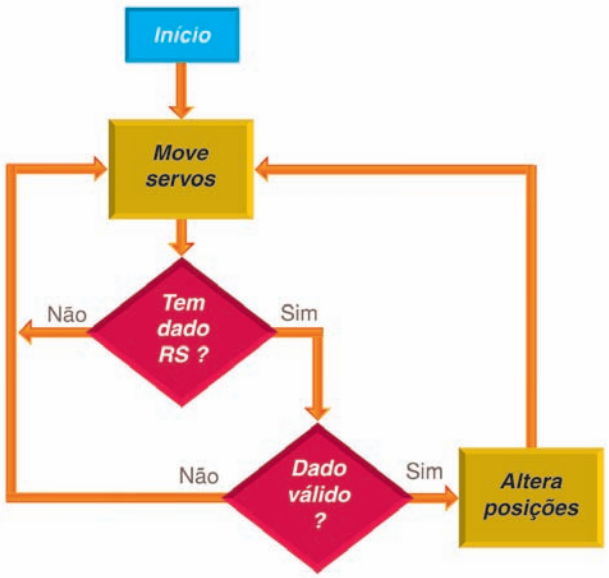
Talvez seja necessário ajustar o braço. Ajuste tudo movendo as partes para que obedeçam às configurações demonstradas. Lembre-se de soltar os parafusos para isso!

O programa do *STEP* roda de acordo com o fluxograma apresentado na **figura 30** e o leitor poderá entender melhor o funcionamento de cada linha do programa, acompanhando os comentários inseridos no mesmo.

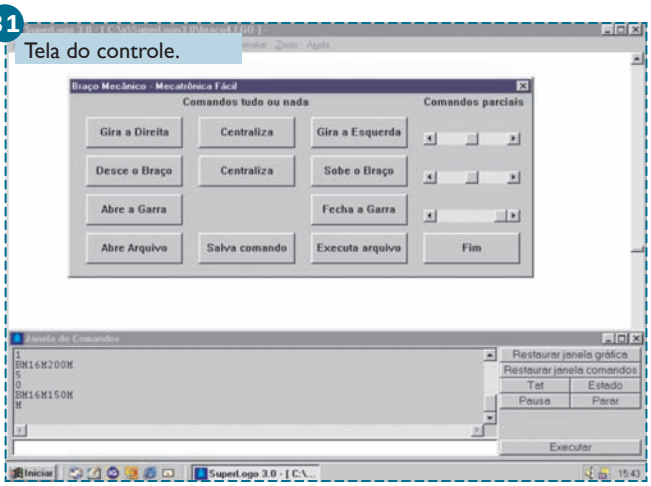
Para o controle do braço optamos pelo Super Logo do Nied de Campinas. Esta linguagem é muito interessante e alvo de uma série de artigos aqui na revista Mecatrônica Fácil. O leitor que tiver interesse em acompanhar a série poderá adquirir os números anteriores da revista.

O Super Logo é distribuído gratuitamente no *site* **www.nied.campinas.br**. Sua instalação é idêntica a qualquer software comercial e bem intuitiva. Digite o programa **BM_1.LGO** no Logo.

30 Fluxograma para o Rm-1.BAS.



31 Tela do controle.



Prova e uso

Com tudo devidamente conferido, é hora do teste. Conecte o cabo de gravação do *Basic Step* ou o cabo desenvolvido pelo leitor (dependendo do caso) à porta serial 1 (COM 1) ou porta serial 2 (COM 2). O programa RM_1.LGO foi desenvolvido para rodar na porta COM 1. Se o leitor desejar usar a porta COM 2, altere as linhas de programa como segue:

```
abraporta "com2
mudemodoporta "com2:2400,n,8,1
```

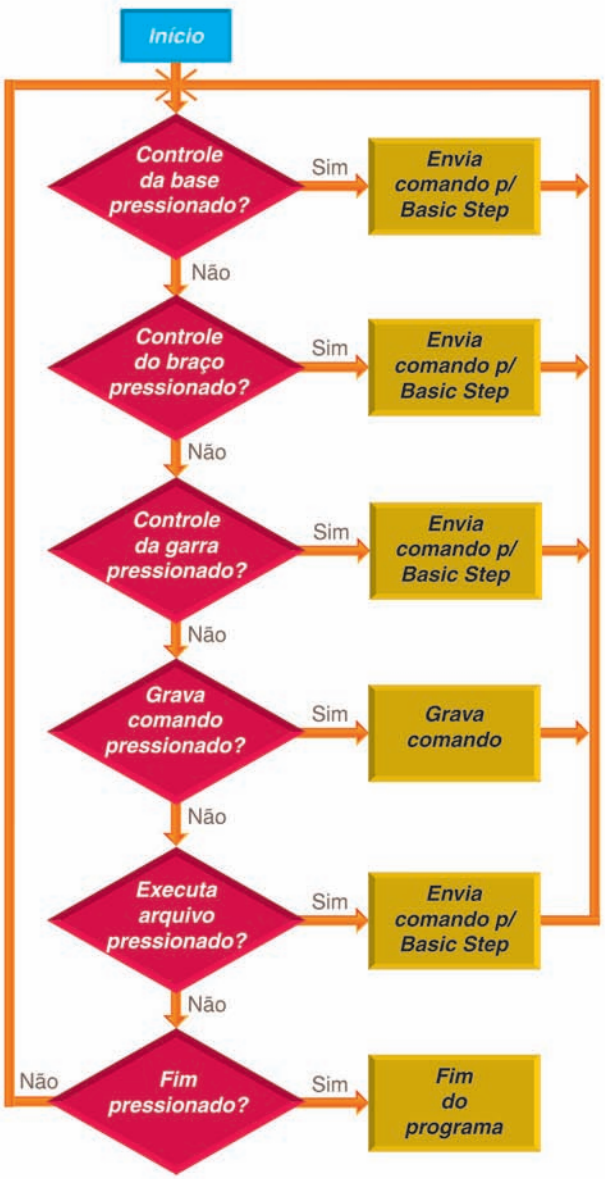
Esta alteração permitirá o uso da porta COM 2 pelo LOGO. Ligue o RM-1 e execute o programa. As opções do programa são suficientes para operar o braço (**figura 31**). Existem comandos (botões) totais e comandos parciais (barras de rolagem). O leitor também poderá gravar os seus comandos para posteriormente ver o braço executá-los, independentemente do teclado do micro.

Para isso, *clique* em "Abre Arquivo". O LOGO criará um arquivo chamado RM1.DAT onde guardará os comandos salvos. Execute um comando qualquer no RM-1. *Clique* em "Salva Comando". E assim sucessivamente. Para cada comando, um *clique* no botão para salvar o comando. Após salvar todos os comandos você já pode executar os comandos salvos. *Clique* em "Executa arquivo". O braço repetirá todos os comandos gravados. Ao final ele irá parar, aguardando "novas ordens". O arquivo RM1.DAT conterá os comandos e poderá ser sempre executado.

Na **figura 32**, o leitor poderá observar através do fluxograma o funcionamento do programa RM_1.LGO. O leitor mais experiente em programação poderá também desenvolver um programa diferente para outras operações ou até mesmo inserir novos comandos, ou modificar os já existentes no programa apresentado. As possibilidades são infinitas.

Com seu RM-1 pronto, o leitor poderá pintá-lo, melhorando muito o acabamento do mesmo. As cores e padrões ficam por conta de cada um.

32 Fluxograma para RM_1.LGO.



Conclusão

Um braço mecânico, muitas vezes, pode parecer complexo, mas não é! Aconselhamos uma leitura cuidadosa do texto apresentado e uma análise das fotos deste artigo. Faça isso várias vezes, se necessário. Você notará que tudo o que lhe parece "difícil", ficará mais claro a cada revisão. Esperamos que todos os que se proponham a montar o RM-1, tenham sucesso. Boa montagem!

Lista de materiais:

Para o RM-1 com Step Lab
1 – Basic Step 1
3 – Servos para aeromodelo Standart Futaba ou compatível
1 – resistor 22 kΩ x 1/8 watt
1 – DB09 fêmea

Cabo adaptador:
1 – DB09 fêmea
20 cm Fio triplo

Diversos:
1 – barra de pinos, fios rijos para ligação, pés de borracha, etc.

Para o RM-1 sem Step Lab
1 – Basic Step 1
3 – Servos para aeromodelo Standard Futaba ou compatível
1 – resistor 22k Ω x 1/8 watt
1 – chave normalmente aberta tipo "push-button"

Cabo de comunicação Gravação:
1 – DB09 fêmea
1,5 – metros de cabo com 3 vias

Fonte:
1 – 7805 (regulador de voltagem)
1 – transformador 9+9 volts x 500 mA
2 – diodos 1N4001
1 – capacitor eletrolítico 1000µFx25V
1 – capacitor eletrolítico 100µFx16V
1 – Caixa para fonte

Diversos:
1 – placa de circuito impresso virgem ou padrão, barra de pinos, pés de borracha, rabicho, fio duplo p/ fonte, etc.

Peças de aeromodelo (comuns as duas versões):
2 – horns tipo pequeno
1 – horn tipo médio
2 – arames com rosca
3 – *links* para aeromodelos

Dicas de Substituições

Todas as peças de aeromodelos podem ser substituídas. Nosso objetivo foi demonstrar que podemos aproveitar várias peças, de diversas áreas, para a construção de nossos robôs. Devemos estar sempre atentos a possibilidade do emprego de novos materiais.

Link de aeromodelo

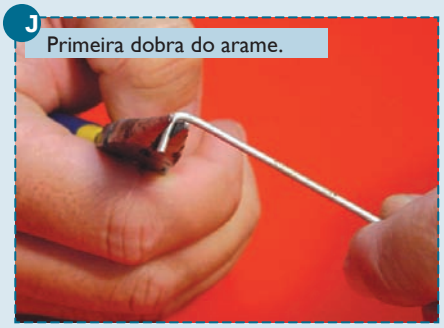
Os *links* de aeromodelo podem ser substituídos por arames com terminação em "Z". Esta adaptação não permite regulagens de distância. Para fazer este arame siga os passos demonstrados nas **figuras J a L**.

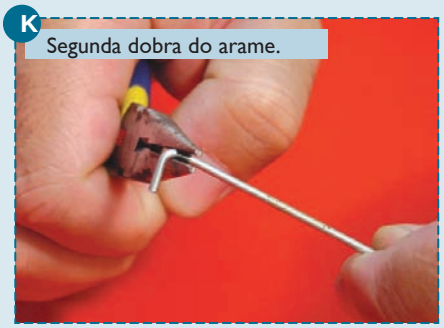
Horn

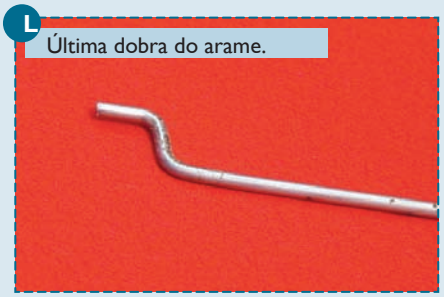
O *horn* de aeromodelo pode ser montado pelo leitor com madeira compensado de 2 mm, plástico ou qualquer material rijo que o leitor disponha. Na **figura M** temos um exemplo de "*horn*" comercial.

Arames de aço

Este item pode ser obtido em casas de aeromodelismo, ou mesmo aproveitado de um aro de bicicleta. Ambos possuem rosca em uma única ponta. O corte destes pode ser feito com minifuradeiras com disco de corte fino, ou serra de metal ou mesmo através de alicates do tipo universal com corte. Na **figura N** temos um exemplo do arame descrito, encontrado em casas de modelismo.

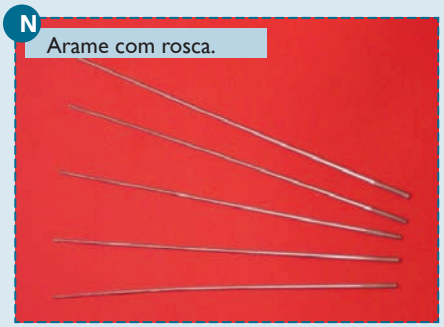
J

Primeira dobra do arame.

K

Segunda dobra do arame.

L

Última dobra do arame.

M

"Horn" comercial.

N

Arame com rosca.

Loja Virtual

www.sabermarketing.com.br



Kit PIC MASTER PICI8F4550

Com esta placa didática, aprender a desenvolver projetos no microcontrolador PIC 18F4550 se tornou muito fácil! Por já implementar em uma única placa, periféricos internos deste microcontrolador, você não necessitará perder tempo com montagens de protótipos e similares.



R$ 399,90

Kit dsPICLAB

Com esta placa didática, aprender a desenvolver projetos no dsPIC 30F3012 se tornou muito fácil! Por já implementar em uma única placa, periféricos internos deste microcontrolador, você não necessitará perder tempo com montagens de protótipos e similares.



R$ 119,90

Kit HTLAB

Com esta placa didática, aprender a desenvolver projetos nos microcontroladores HOLTEK se tornou muito fácil! Por já implementar em uma única placa, periféricos internos deste microcontrolador, você não necessitará perder tempo com montagens de protótipos e similares.



R$ 129,90

Gravador de Microcontrolador AVR GPAVR

Dimensões: 60 cm x 35 cm
Gravador Serial para o microcontrolador AVR ATMEGA8 e ATMEGA16. Acompanha Fonte de Alimentação, Cabo de Conexão com o PC e CD com Software de Gravação e Tutorial de Gravação.



R$ 89,90



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

Modulos híbridos de RF

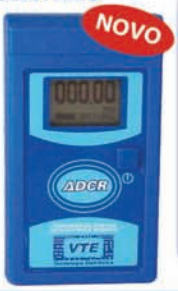
Ideal para links de dados de baixas velocidades, controle remoto de portões, alarmes, automatismos, telemetria, áreas de segurança, etc.
Faixa: 433 MHz

Transmissor - R$ 21,50
Receptor - R$ 18,00



Matriz Analisador Dig. de Controle Remoto

Identifica o chip codificador, verifica o código pino a pino e mostra o código de controle com com a pinagem de codificação. Identifica a compatibilidade entre modelos com mesma frequência e codificador, além de identificar defeitos. Ampla faixa de mediçao 90MHz a 655MHz, modulação digital on/off com largura de pulso mínima de 220us.



de ~~R$ 315,00~~ por **R$ 290,00**

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) 2095-5330

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.

Como projetar um robô?

parte 2

Márcio José Soares



Prosseguindo com artigo apresentado na edição anterior, que demonstrou como determinar a tarefa principal do robô, suas sub-tarefas, como as mesmas devem ser executadas e ainda a implementação de dois sub-sistemas necessários, é o momento de tratar de mais algumas dicas práticas para facilitar o projeto e execução do seu robô.

Este artigo apresentará dicas importantes a respeito de mais dois elementos necessários ao robô utilizado como demonstração, seu cérebro, a fonte, o chassi e dicas na preparação da documentação final.

Dimensionar cada um dos elementos necessários

Para o exemplo do robô bombeiro, a edição passada apresentou os seguintes elementos a serem dimensionados:

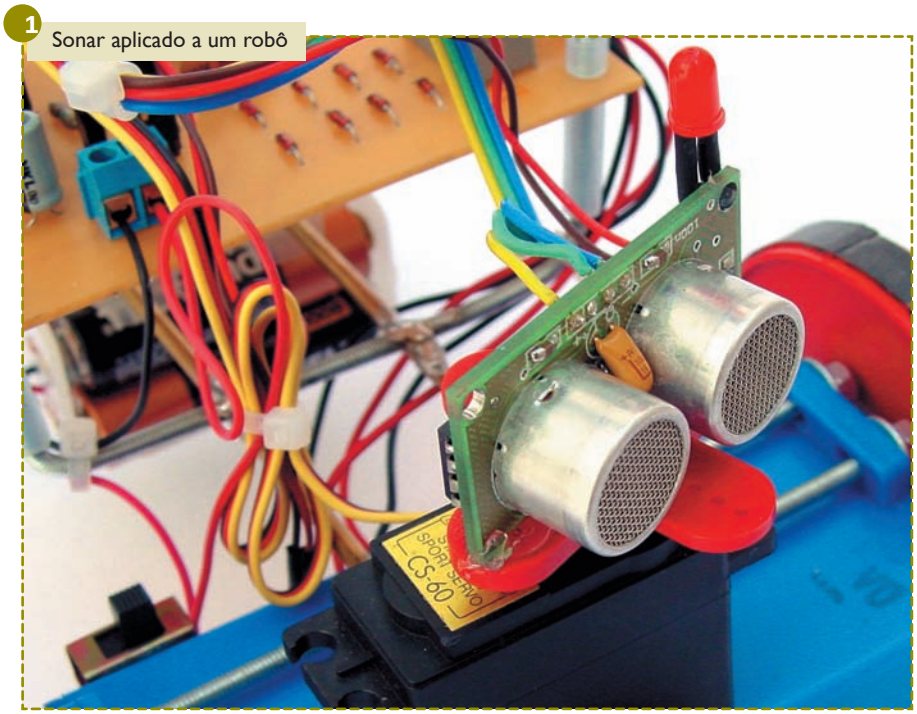
- elementos para realizar extinção da chama (ventoinha, extintor de CO_2);
- elementos para a localização da chama (sensor);
- elementos auxiliares para a navegação pelo ambiente (sensores);
- elementos de locomoção (motores, *drivers* de controle, *encoders*, etc);
- cérebro para processamento da tarefa principal e sub-tarefas (microcontrolador, PC, etc).

Destes, os dois primeiros já foram apresentados. A seguir serão descritos os demais itens.

Elementos auxiliares de navegação

Estes podem ser feitos a partir de sensores tipo sonar (**figura 1**), IR (**figura**

1 Sonar aplicado a um robô



2) e sensores de toque (**figura 3**).

Eles auxiliarão o robô a detectar os obstáculos que poderão aparecer pelo caminho durante a navegação, enquanto o mesmo estiver a procura de uma chama. Sem estes sensores o robô poderá bater em uma parede e ficar lá, travado, e o que é pior, sem cumprir a tarefa principal.

Elementos de locomoção

Os elementos de locomoção são representados basicamente pelos motores e seus *drivers* de controle. A escolha de um motor é bastante importante e deve estar ligada à precisão desejada para os movimentos e ao peso total a ser "movido". Se o leitor deseja que o robô se movimente com bastante precisão e bom torque, o ideal é utilizar motores de passo (**figura 4**).

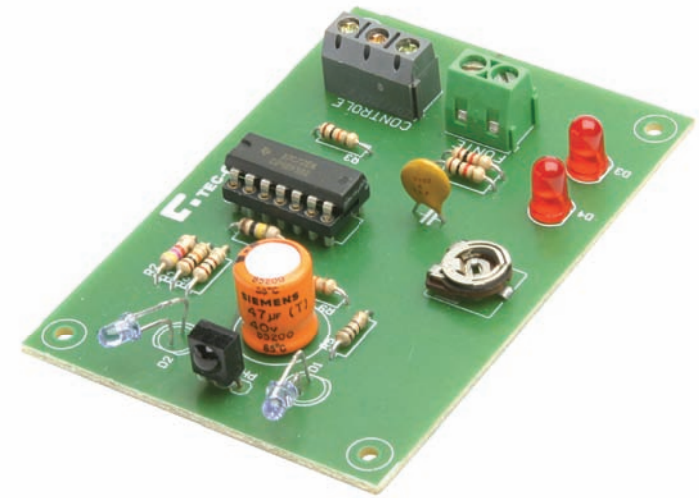
Em alguns casos a precisão deve ser absoluta e então será necessário um circuito para acompanhar se o movimento foi realmente executado. Nessa situação, o uso de um encoder ligado ao eixo do motor é o mais recomendável.

Para robôs onde a movimentação não requer muita precisão, os motores DC com caixas de redução são os mais recomendados. Neste caso, o torque estará intimamente ligada a relação de redução oferecida pela caixa de redução. Quanto maior ela for, maior será o torque em detrimento da velocidade final e vice-versa. A **figura 5** apresenta um exemplo deste motor.

Cada um destes motores requer um tipo de driver de controle. Alguns deles já trazem embutidos tais controles, outros necessitam que os mesmos sejam construídos. Em geral, os motores DC comuns (com ou sem caixa de redução) e os motores de passo precisam de drivers externos. Os motores "adaptados" de servos de movimentação (muito utilizados em aeromodelismo e instalação de antenas parabólicas) já possuem tais drivers instalados. A **figura 6** mostra dois drivers para motor de passo construídos com transistores bipolares e a **figura 7** um driver para motores DC tipo "ponte H", também montado com transistores bipolares.

O leitor também pode implementar no circuito um controle de corrente. Este circuito é bem simples e se resume basicamente a um resistor *shunt*. Lendo a tensão sobre este resistor e aplicando a Lei de Ohm, é possível calcular a corrente total consumida pelo motor. Isso permitiria, por exemplo, detectar através de um consumo excessivo o travamento do robô em algum obstáculo e, assim, efetuar o seu recuo ou mesmo desligamento para salvaguardar o circuito de controle do motor e/ou o próprio robô.

2 Sensor IR para aplicação em robótica



3 Sensor construído com uma chave



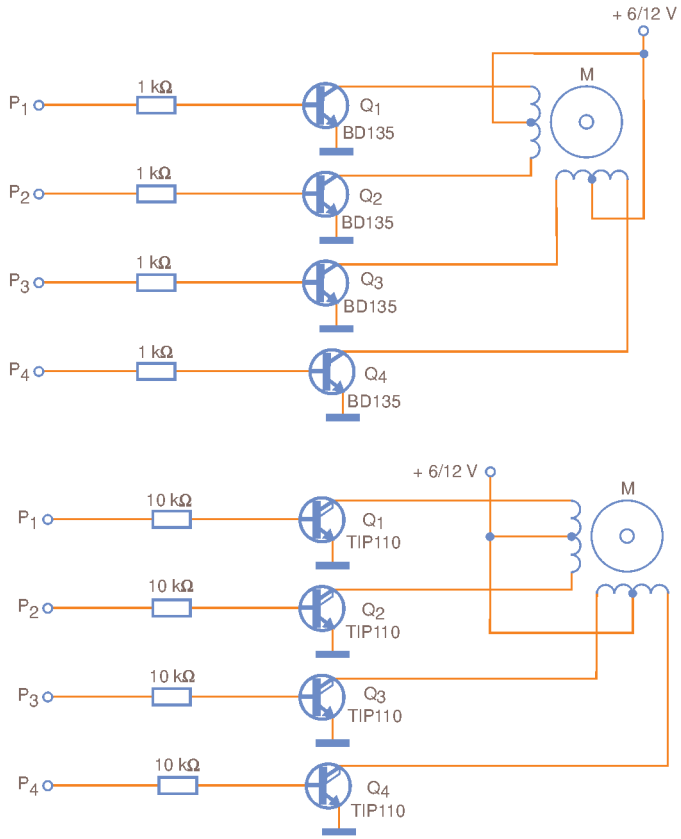
4 Aspecto de um motor de passo



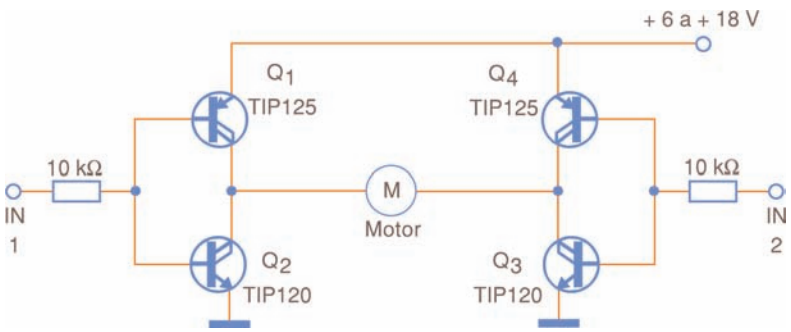
5 Motor DC aplicado a um robô



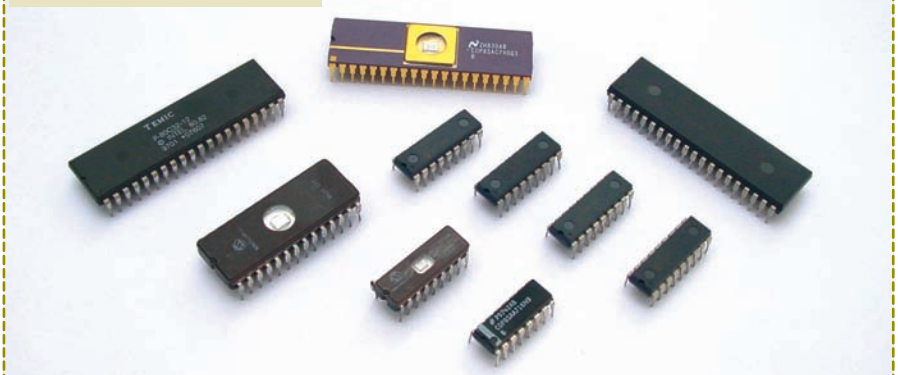
6 Dois circuitos para controle de motor de passo



7 Driver para motor DC tipo ponte H



8 Microcontroladores de 8 bits



O cérebro

Muitos leitores, infelizmente, cometem o erro de dimensionar primeiramente o cérebro para somente depois dimensionar os demais itens do robô. Isso é um grande erro, já que sem saber como serão os outros elementos fica praticamente impossível dimensionar o "cérebro". Em muitos casos, este é um dos motivos que faz com muitos desistam de projetar seu primeiro robô. Por isso, foi colocado no início deste artigo que o projeto se daria de trás para frente.

Primeiro dimensionamos os elementos que lidam com os sinais de saída e entrada. Desta forma sabemos a quantidade, o tamanho e o peso aproximado destes itens. Essa informação é de suma importância para o correto projeto da parte de locomoção. Com a parte de locomoção pronta, tem-se todos os elementos necessários e pode-se então pensar no "cérebro" que controlará tudo isso.

Na maioria dos casos, um microcontrolador de 8 bits é mais que suficiente (**figura 8**). Já em outros, onde é exigido um maior poder de processamento, memória, cálculos mais complexos, etc, um microcontrolador de 16, 24 ou 32 bits é mais recomendável. Também é possível usar um PC como cérebro, mas nesta situação o cérebro deverá ser tratado como um sistema "externo" ao robô, principalmente se os pré-requisitos "tamanho" e "consumo" forem pontos cruciais do projeto.

A escolha do microcontrolador deve levar em conta também a interface com os elementos a serem controlados. E o leitor deve estar pronto para, se necessário, adaptar tais interfaces com a boa e velha conhecida de todos, a eletrônica básica. Lembra-se quando foi citado o possível uso de um resistor shunt para detectar a corrente em um driver para motores? Quantas não foram as vezes que a editora recebeu um pedido de leitores solicitando a indicação de um "nome" ou "código" de um CI "mágico" que executasse justamente essa função? Sem bons conhecimentos em eletrônica básica, tudo pode ficar bastante difícil e complicado.

Um outro detalhe muito importante sobre o "cérebro" diz respeito à "pro-

gramação" deste. É com bons conhecimentos em Lógica de Programação aplicados através de uma Linguagem de Programação qualquer que o leitor irá "ensinar" o robô a como executar as sub-tarefas e a tarefa principal. Sem isso, o robô não será nada a não ser um amontoado de peças e partes mecânicas sem nenhuma utilidade.

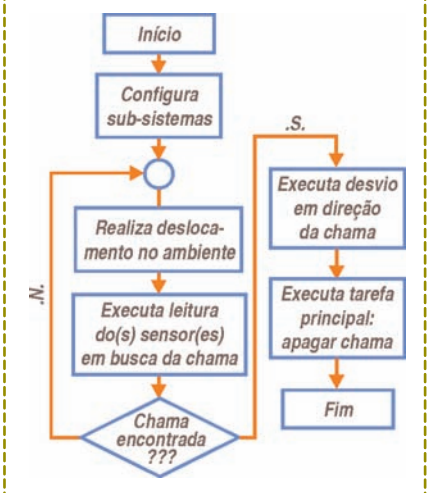
Comece desenhando um pequeno fluxograma que conterá a função principal do robô. Este fluxograma irá determinar como o robô deve reagir. A partir deste fluxograma o leitor poderá realizar outros para as sub-tarefas. Lembrando-se sempre do conselho: "seja simples". Veja a **figura 9**. Ela demonstra um exemplo de como deve ser o comportamento "básico" do robô. A partir dele, o leitor poderá desenvolver o restante (mais um exercício, que tal?).

A fonte de alimentação

Este item deve ser dimensionado de acordo com o tempo de operação desejado para o robô e isto está intimamente ligado ao consumo de energia dos elementos presentes. Muitas vezes um simples conjunto de pilhas pode resolver o problema, mas em outros não. E, nesses casos, o uso de baterias especiais é o mais recomendado. A alimentação do robô pode ser feita a partir de uma única bateria e através de reguladores de tensão pode-se obter tensões específicas para cada um dos elementos, ou então pode-se utilizar baterias independentes previamente dimensionadas para alimentar cada um dos circuitos. Aqui a escolha do sistema de alimentação deve ser realizada com bastante critério. Nada é mais desagradável que perder uma prova ou mesmo apresentação por falta de "energia" no robô.

Para auxiliá-lo no dimensionamen-to do consumo, use os manuais do fabricante para cada um dos elementos, um bom amperímetro e uma fonte de alimentação de bancada durante os testes de integração entre os elementos e o cérebro. Faça também um teste de consumo com tudo instalado no chassi. A partir desse consumo, o leitor terá condições de dimensionar a capacidade

9 Fluxograma básico para o robô bombeiro



necessárias das baterias. E lembre-se de considerar uma certa "margem de folga", principalmente se a bateria escolhida for do tipo NiCad ou Ácido-chumbo. Estas são sempre as mais pesadas e este peso deve ser acrescido em seus cálculos finais. A **figura 10** descreve estes testes.

Aumente seus conhecimentos em eletrônica e informática!



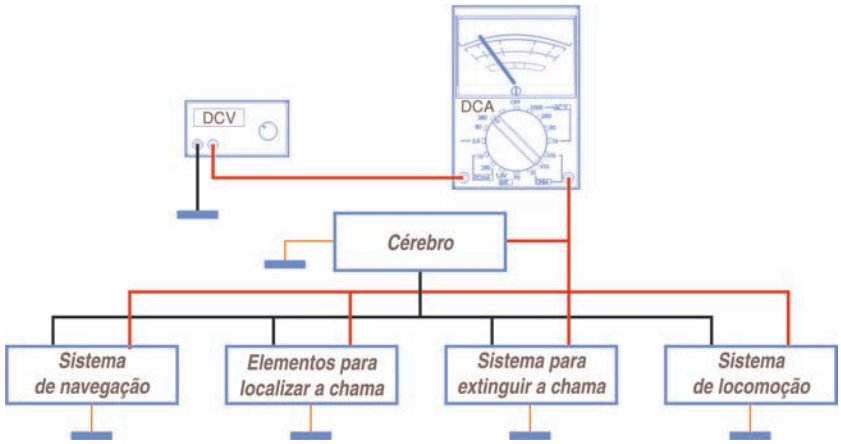
- Redes Neurais em Delphi
- Projetando com os Microcontroladores
- Iluminação
- Programando Microntroladores PIC
- Programação em C

e muito mais

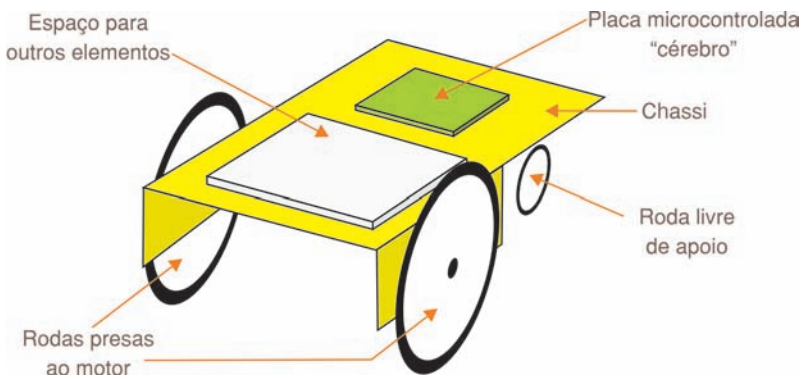
Loja Virtual
www.sabermarketing.com.br

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

10 Dimensionando o consumo do robô



11 Sugestão de um chassi básico para robótico



O chassi

Em ambos os casos, a locomoção é uma sub-tarefa comum aos robôs usados como exemplo. Se é assim, fica óbvio que um dos elementos necessários será um chassi capaz de transportar toda a eletrônica e/ou mecânica exigidas para a realização da tarefa principal de cada um dos robôs. Tem-se assim, um elemento essencial comum a todo robô autônomo.

A escolha e o desenho deste deve ser feita de acordo com o número e a posição dos itens a serem instalados e, também, o *design* desejado. O leitor irá perceber que construir um chassi para um robô pode ser um tarefa bastante árdua, principalmente se não tiver nenhuma "intimidade" com os materiais escolhidos (ferro, alumínio, madeira, plástico, etc) e também com as ferramentas necessárias para lidar com tais materiais.

Sem dúvida alguma, o chassi é uma das partes mais complexa no projeto e construção de um robô. A sugestão é sempre a mesma: "mantenha a simplicidade"! Deixe os desenhos mais difíceis para futuros *upgrades* no robô. Numa primeira etapa, uma plataforma bem básica e simples, mas que seja capaz de comportar todo o sistema é mais que adequada. Não gaste tempo e nem dinheiro construindo o "chassi dos sonhos", antes mesmo de ter comprovado a eficácia do robô na execução da tarefa principal. Seja simples e seus objetivos serão alcançados com maior facilidade!

A **figura 11** traz um exemplo de um chassi bem simples, mas que pode oferecer bons resultados. São dois motores operando em conjunto e uma terceira roda livre de apoio. Este tipo de chassi pode ser utilizado com vários tipos de motores (passo, DC, servos, etc) e ainda pode receber toda a eletrônica de controle além dos sensores necessários. Seu tamanho depende dos fatores já discutidos e por isso, nenhuma medida será passada aqui. O intuito é apenas oferecer uma visão do que pode haver de mais básico no mundo dos chassis para robótica.

A documentação

Esta é sem dúvida alguma a parte mais importante do seu trabalho, depois do famoso "funciona!!!". A documentação deve ser feita com o máximo de detalhamento possível, mas sem ser redundante. Procure gerar sua documentação à medida que o projeto avança. A cada etapa realizada, prepare um relatório contendo os pontos mais importantes, dificuldades encontradas e as soluções aplicadas. Não se esqueça também de inserir todas as medidas dos elementos mecânicos utilizados, as especificações técnicas mais importantes dos componentes eletrônicos e tudo o que o leitor acreditar ser relevante para o trabalho.

Fazendo isso, ao final da montagem o leitor terá muito material para auxiliá-lo na construção do relatório final (ou monografia). Se ele deixar para reunir todas as informações necessárias somente ao final do trabalho, com certeza deixará passar pontos importantes e com isso não poderá entregar um relatório que detalhe adequadamente seu projeto!

Conclusão

As dicas passadas neste e no artigo anterior não são "regras absolutas", mas sim simples referências. Muitas outras poderiam ser inseridas aqui, mas para projetos mais simples elas são mais que suficientes e a partir da experiência adquirida com a montagem de um ou mais robôs, o leitor poderá criar a sua própria "receita de bolo". Espero que este artigo ajude todos aqueles que em breve se depararão com o desafio de projetar e construir seu próprio robô. Boa leitura e estudos! Até a próxima!!!

f

Controle de motores DC com o PIC

Newton C. Braga

Em muitas aplicações mecatrônicas é necessário controlar o sentido de rotação de um motor de corrente contínua com escovas a partir de sinais digitais, provenientes de sensores ou outras fontes. A Microchip (www.microchip.com), em seu Application Note AN893, descreve como fazer isso usando recursos do PIC16F684. Evidentemente, os mesmos recursos são válidos para as versões mais modernas do PIC, valendo portanto a forma como a implementação do controle é feita.

Neste artigo faremos uma breve discussão do conteúdo deste documento da Microchip. Mais detalhes podem ser obtidos no original em formato PDF, disponível no site da empresa.

A Microchip descreve neste documento como usar a *Enhanced Capture, Compare* e PWM (ECCP) no PIC16F684 para controlar o sentido de rotação de um motor de corrente contínua com escovas.

Segundo a empresa, são muitos os equipamentos em que pode ser implementado o recurso de controle bidirecional de um motor como, por exemplo, em brinquedos inteligentes, pequenos eletrodomésticos e ferramentas.

O recurso é obtido com base no periférico EECP disponível a partir do PIC indicado neste *application*, e que consiste numa melhoria do módulo CCP que traz recursos adicionais como 4 canais PWM de controle para um controle bidirecional fácil de motores através do hardware.

Assim, a idéia básica do *Application Note* da Microchip é mostrar como usar este recurso em um controle de motor de ponte completa.

Os Parâmetros do ECCP PWM

Ao se trabalhar com o ECCP no modo PWM devem ser calculados três parâmetros básicos de funcionamento:

Freqüência

A escolha da freqüência é importante tanto pelas suas características mecânicas quanto pela possibilidade de se produzir ruídos. A velocidade de comutação também irá influir na escolha dos transistores de potência que devem controlar o motor. Se bem que o ouvido humano possa perceber freqüências numa faixa que vai de 20 Hz até perto de 20 kHz, normalmente num motor as freqüências acima de 4 kHz já não são percebidas.

Ciclo Ativo

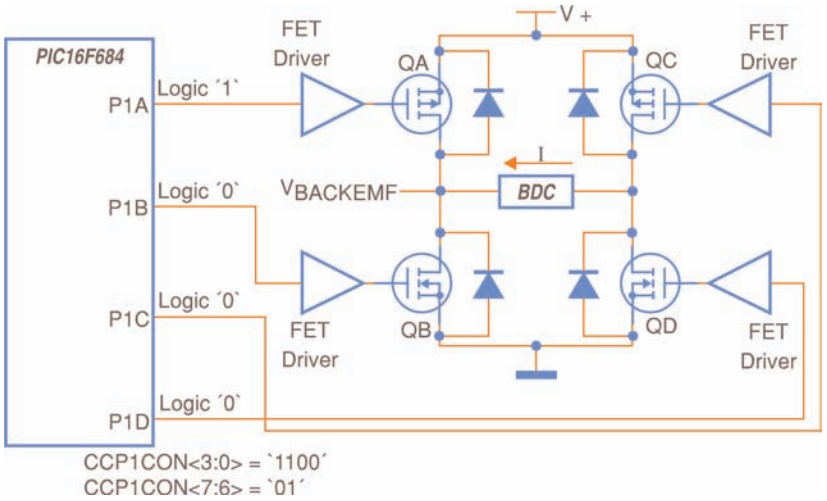
O ciclo ativo determina a velocidade de rotação do motor num sentido ou em outro. Assim, podemos usar este recurso para controlar inclusive a velocidade do motor.

Resolução

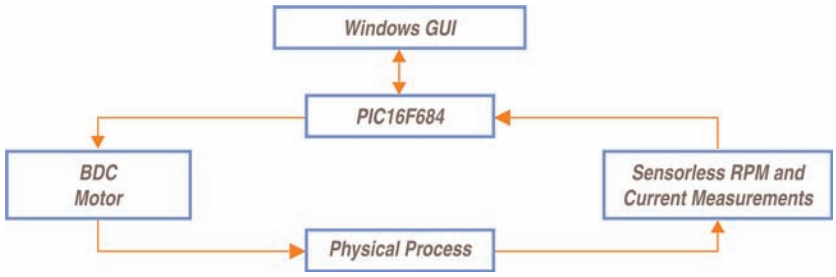
A resolução do ciclo ativo do PWM determina a precisão segundo a qual o ciclo ativo pode ser alterado



1 Circuito básico



2 Controle de processo que utiliza um controle por computador.



e, com isso, a precisão no controle da rotação do motor. Por exemplo, para uma resolução de 10 bits temos 1024 valores possíveis para o ciclo ativo, enquanto que para uma resolução de 8 bits apenas 256.

A partir dessas informações obtidas por cálculo, segundo fórmulas dadas no application note da Microchip, é possível chegar aos parâmetros de programação do PIC. O próximo passo é a implementação do circuito básico, que é mostrado na **figura 1**.

Os transistores de efeito de campo de potência devem ser especificados para suportarem a corrente exigida pelo motor controlado. Os *drivers* admitem diversos tipos de configurações, sendo as mais comuns as que fazem uso de lógica CMOS ou mesmo de circuitos integrados dedicados a esta função, para os quais existem muitas opções disponíveis.

Um exemplo interessante de aplicação mecatrônica é dado no documento, sendo ilustrado na **figura 2**. Trata-se de um controle de processo que utiliza um controle por computador e também fornece resultados das medidas de velocidade e corrente feitas por sistemas sem sensores.

Com este sistema, o usuário pode configurar o motor bidirecional (BDC) usando o PIC16F684, ajustar a freqüência do PWM e o ciclo ativo, mudar da freqüência interna do oscilador em tempo real e visualizar as medidas de corrente e PWM.

Para esta aplicação o código-fonte foi escrito usando o compilador HI TECH C, a IDE MPLAB e o a plataforma de desenvolvimento Microsoft Visual C++, mas outros recursos podem ser empregados, inclusive em versões mais modernas.

O PIC16F684 implementa uma USART RS-232 rodando a 9600 bps e o código-fonte pode ser obtido no *site* da Microchip. f