www.mecatronicafacil.com.br

Ano 6 - nº50 - R$ 6,50

SABER

MECATRÔNICA FÁCIL



Controle de Motores

Algumas sugestões para aprimorar seus projetos

Robôs no Ataque

Os mais avançados robôs de combate e outras novidades em tecnologia militar



Soldagem

Algumas dicas para garantir o sucesso dos seus projetos

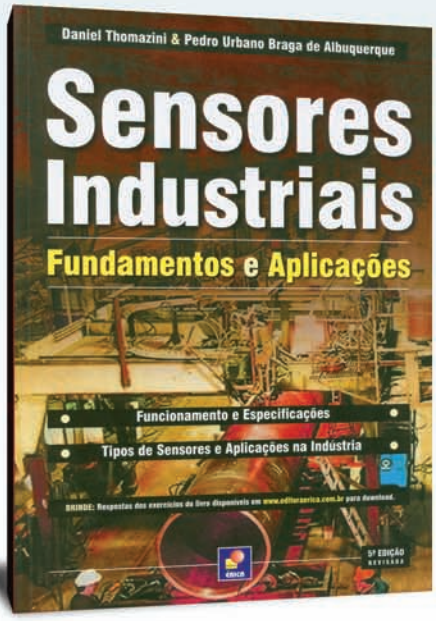
Modelix

Usamos o kit para montar um robô com garra

Pascal

Saiba mais sobre um dos maiores nomes da Física

ISSN 1676-0980



Sensores Industriais
Fundamentos e Aplicações

Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo. Destaca os sensores de fim de curso do tipo chave, de nível por radiação, de posição, acelerômetros, presença, ópticos, velocidade, temperatura, pressão, nível, vazão, tensão, corrente, potência, umidade, gases e pH. Traz uma lista de exercícios propostos para fixação do assunto.

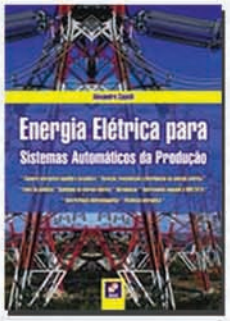


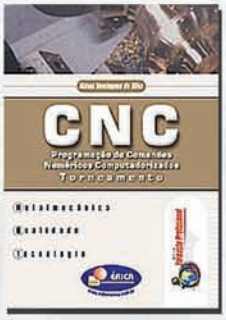
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



O conteúdo dessa obra refere-se aos sistemas de Gerenciamento Eletrônico dos motores Diesel, e basicamente estão apresentados de forma cronológica. Pretende colaborar com os Técnicos que atuam com motores de ciclo Diesel, discorrendo sobre funcionamento, Características, Regulagens, Diagnósticos.

Confira outros livros em nossa loja virtual











novasaber
www.novasaber.com.br

Editora Saber Ltda.
Diretores
Hélio Fittipaldi

MECATRÔNICA FÁCIL

www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial
Luiz Henrique C. Bernardes,
Newton C. Braga,
Renato Paiotti

Editor Técnico
Carlos Eduardo Bazela

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni

Colaboradores
Igor Solano
Newton C. Braga
Rafael Gonçalves de Souza
Renato Paiotti

Capa
Arquivo Editora Saber

PARA ANUNCIAR: (11)2095-5339
atendimento@mecatronicafacil.com.br

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

Mande suas dúvidas, comentários e críticas para
atendimento@mecatronicafacil.com.br

Associado da:

anatec
www.anatec.org.br

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

editorial

Comemoremos! A Mecatrônica Fácil chega à sua 50ª edição, mas não pára de inovar. Sempre trazendo projetos e matérias para tornar mais divertido o aprendizado dos conceitos de Automação, Eletrônica e Mecânica. Neste número temos uma matéria sobre tecnologia militar contando tudo sobre uma das mais interessantes e polêmicas aplicações para os robôs: o combate. Um robô com garra feito com Modelix, o kit para montar para o leitor soltar a imaginação; um pouco de Física em um artigo sobre fluídos e outro explicando o Princípio de Pascal . E também: mais sete projetos no Montatreko, como fazer uma boa soldagem, Robonews etc...

"*Não sei como será a Terceira Guerra Mundial, mas a Quarta será com paus e pedras.*"
Albert Einstein.

Carlos Eduardo Bazela



índice

10

Robonews 02

Um Pouco Sobre Pascal 04
A história e o conhecimento de um dos maiores nomes da Física.

Saiba Mais Sobre os Fluídos 07
O que são e para que servem

Direto do Front 10
O que há de mais avançado em robôs direto dos campos de batalha

Como Funcionam os Encoders 16
Um dos mais importantes tipos de sensor usados em automação

Modelix 20
Veja como montar um robô com garra utilizando o kit

Como Soldar 25
Truques e macetes para não comprometer seus projetos

Seleção de Controle de Motores 30
Algumas sugestões para equipamentos de corrente contínua e alternada

FluidSIM 36
Aprenda como usar este prático software e crie os seus

Monta Treko 38
Sete projetos para aprender brincando

Literatura Técnica 45
Dicas de livros para quem sempre quer saber mais

Robonews

Robôs brasileiros são bons de bola



A equipe de futebol de robôs RobôFEI, composta por projetos dos alunos do Centro Universitário da FEI (Fundação Educacional Inaciana), conseguiu figurar entre as 12 melhores do mundo na RoboCup 2009, que aconteceu no início do mês em Graz, na Áustria.

Com a participação de 400 equipes de 40 países, a RoboCup é o equivalente do torneio da Fifa para os robôs, e é composta por cinco categorias diferentes: Simulation, Middle Size, Standard Plattaform, Humanoid e Small Size, sendo que esta última, com robôs de 15 cm, foi a categoria na qual concorreram os universitários brasileiros.

Os jogos são disputados por dois times de cinco jogadores – incluindo goleiros, que jogam em um campo de 17,5 m² monitorados por duas câmeras instalada a uma altura de três a quatro metros.

Segundo o professor coordenador do Projeto Futebol de Robôs da FEI, Flávio Tonidandel, esta foi a primeira vez que uma equipe brasileira conseguiu se classificar para a segunda fase da competição na categoria Small Size.

Atualmente, o time está "concentrado" se preparando para disputar a competição nacional que acontecerá em setembro na cidade de Brasília, DF e também para a edição do ano que vem da RoboCup, que será em Singapura.

Robô-enfermeiro

A Panasonic revelou este mês que desenvolveu um robô para ajudar na distribuição de medicamentos aos pacientes nos hospitais.

O porta-voz da empresa, Akira Kadota, disse à rede de notícias americana ABC News que o robô circula pelos corredores dos hospitais e é capaz de carregar remédios e até ministrar injeções em pacientes, o que daria tempo aos enfermeiros de se dedicar aos casos mais urgentes que realmente necessitem de uma presença humana, como em casos nos quais o paciente precisa ser movido.

O robô é totalmente autônomo e estará ligado ao servidor central do hospital, onde terá acesso ao prontuário médico de todos os pacientes para que não haja enganos na hora de distribuir a medicação.

Segundo Kadota, o autômato será capaz de atender um hospital de 400 leitos em duas horas, o que corresponde a metade do tempo que um profissional experiente levaria para efetuar a mesma função.

Ainda sem um preço definido, estima-se que ele custará algumas dezenas de milhões de ienes (o que corresponde a centenas de milhões de dólares) e estará nos hospitais japoneses em março do ano que vem, chegando em seguida aos mercados norte-americano e europeu.

Estudantes brasileiros criam jogo educativo

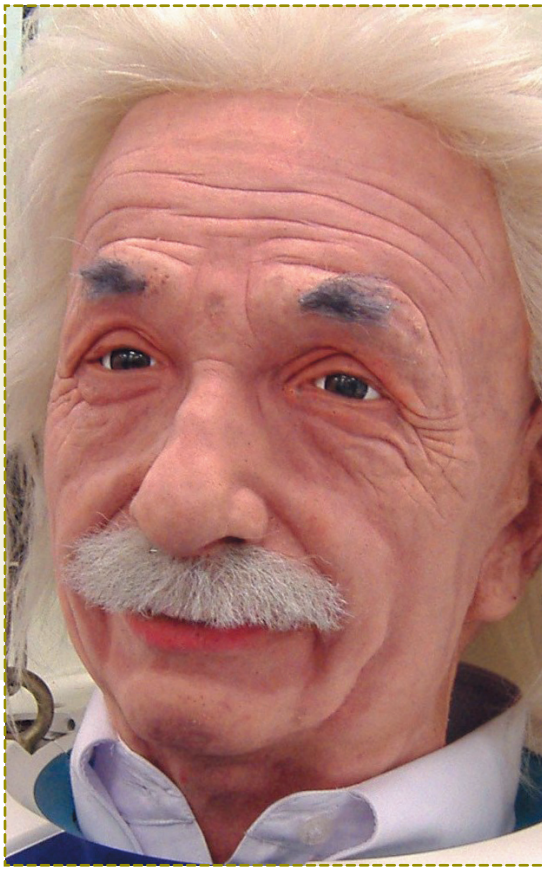
Com o mesmo nome do deus egípcio da sabedoria, o Toth, jogo interativo criado pelos estudantes do curso de Engenharia de Computação da Escola Politécnica da USP, foi criado para ser uma ferramenta dos educadores no ensino da Matemática em sala de aula.

Voltado para as crianças com idades entre 7 e 10 anos, o jogo foi desenvolvido na plataforma XNA da Microsoft, que é livre de licensa.

Na trama de Toth, que também é o nome da cidade onde se passa o jogo, o herói, sob comando do jogador, deve salvar o mundo destruindo as formas geométricas que o ameaçam e, para isso, precisa conhecê-las. É neste ponto que entra a parte educacional do jogo, quando o jogador precisa vencer os desafios que estão na forma de minijogos 2-D e são acessados dentro de um mapa 3-D por onde o personagem (avatar) se movimenta.

Embora a equipe de estudantes desenvolvedores do Toth, composta pelos alunos Yuri Duarte Correa, Thiago Francisco de Almeida e Edson Hideroni Inaba Teramoto tenha optado por deixar a qualidade gráfica em segundo plano e focar no desafio e na jogabilidade, um dos princípios do jogo é aproximar a Matemática das crianças com a utilização de elementos simples e vistos no cotidiano.

Einstein robô



Essa aqui dá até medo. Marion Bartlet e a equipe de pesquisadores do Universidade da California criaram uma réplica robô do famoso físico Albert Einstein. A semelhança é assustadora e o robô é capaz de reproduzir expressões faciais por meio dos 31 músculos artificiais instalados e utilizando dados armazenados em um software de autoaprendizagem.

Segundo os cientistas, após colocado na frente de um espelho, o Einstein autômato memorizou a relação entre os músculos que eram utilizados para fazer determinada expressão e "aprendeu", entre outras expressões, a sorrir.

O intuito do experimento é estudar alguns princípios de aprendizado de movimentos motores dos bebês, por isso a próxima etapa do trabalho com o Einstein robô é fazê-lo interagir com humanos e aprender como são empregadas as expressões faciais nas relações sociais entre seres humanos.

Robô-Morcego

Pesquisadores da Universidade Estadual da Carolina do Norte estão desenvolvendo um robô-morcego com músculos de metal. Isso mesmo! O pequeno autômato será composto por um esqueleto fabricado em uma liga metálica com memória, ou seja: permite um alto nível de elasticidade mas sempre retorna à sua forma original quando recebe um impulso elétrico. Segundo os pesquisadores Gheorghe Bunget e Stefan Seelecke, este esqueleto, que pesa menos que seis gramas, é a peça chave do projeto que permitirá ao morceguinho imitar os movimentos de seus "irmãos" de carne e osso com a mesma destreza. O robô corresponde à classe dos MAVs (micro-aerial vehicles) e em um futuro próximo poderá ser utilizado em missões de reconhecimento de ambientes hostis e, com sensores específicos instalados, poderá detectar perigos tais como: radioatividade ou agentes químicos e biológicos.

A grande vantagem do robô-morcego é acessar lugares difíceis e ter uma manobrabilidade maior do que os outros aviões e helicópteros autônomos, que voam com hélices e asas estáticas.



Um pouco sobre Pascal
e conceitos de pressão

Blaise Pascal, grande físico, matemático e filósofo francês recebeu em sua homenagem no SI (Sistema Internacional de Unidades) o símbolo Pa, que corresponde a pascal ou pascals, no plural.
O motivo da homenagem deve-se ao princípio descoberto por ele, no qual uma pressão exercida em um líquido confinado em forma estática atua em todos os sentidos e direções com a mesma intensidade, exercendo forças iguais em áreas iguais.



Rafael Gonçalves de Souza

Unidades de Pressão nos Sistemas

Internacional: Pa (pascal); Técnico: kgf/cm² ou kp/cm² (quilogramas-força por centímetro quadrado);

Inglês : lb/pol² (libras por polegada quadrada) = psi (pounds per square inch)

Faça uma experiência

Pegue duas seringas de plástico com tamanhos diferentes e um tubo plástico (aqueles utilizados em hospitais para aplicar soro são os mais indicados) com aproximadamente 25 centímetros e um recipiente com água.

Colocando o tubo na ponta de uma das seringas, mergulhe a outra ponta do tubo na água e puxe o êmbolo para enchê-la.

Em seguida, coloque a seringa na posição vertical com a ponta para cima e aperte devagar o êmbolo para que as bolhas de ar saiam do tubo.

Depois, ponha água na outra seringa unindo-a à outra ponta do tubo, como mostra a **figura 1**.

Ao colocarmos as duas seringas para baixo na posição vertical, uma com o bico para baixo e a outra com o bico para cima, empurre o êmbolo de uma delas.

A experiência deve ser repetida na posição horizontal e colocando uma das seringas na horizontal e outra na vertical,

Faça também um tubo em forma de U, veja na figura 1.

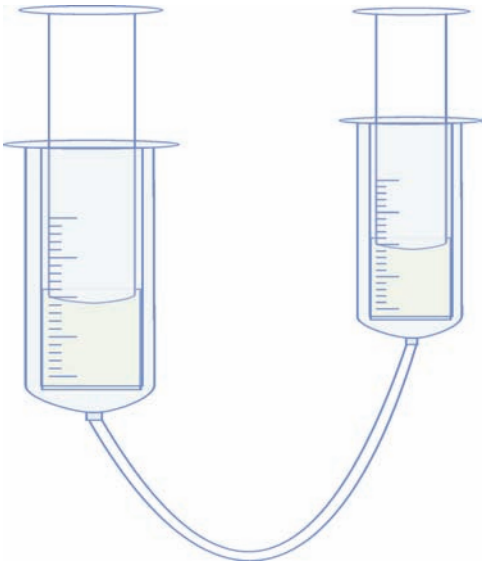
Observe que a água (fluido) é capaz de modificar a direção da força aplicada nela. Ex.: recebendo a força na horizontal e repassando-a na vertical do outro. O objetivo é provar o princípio de Pascal.

Pressão Atmosférica :

Vamos tratar um pouco sobre pressão atmosférica. Vivemos sob o peso do ar e não o sentimos, uma vez que ele atua em nós por todos os lados com a mesma pressão.

Mas, existe uma variação desta pressão se considerarmos sua altitude, sendo ela menor em lugares mais altos. Podemos citar como exemplos disso algumas partidas de futebol na Taça Libertadores da América, quando times brasileiros jogam em países localizados a uma altitude maior, como Bolívia, Equador e Colômbia onde os jogadores comentam que a bola fica mais leve e ganha mais velocidade do que quando jogada em condições normais, ao nível do mar, o que interfere consideravelmente no desempenho dos atletas em campo.

1 As duas seringas com água unidas pelo tubo plástico



Temos na **tabela 1** a variação da pressão com relação a altitude.

Pressão de um Gás

Por serem fluidos, os gases não possuem forma própria. São comprimíveis e constituídos de partículas (moléculas, átomos, íons) que se movimentam de forma rápida e desordenada, ocupando sempre o volume total do recipiente onde se encontram.

A pressão é gerada quando as moléculas começam a se chocar entre si como em um bombardeio sobre as paredes do recipiente, gerando assim, uma pressão que movimenta os componentes dentro de um sistema pneumático.

Esta pressão tem sua vazão dentro dos atuadores rotativos (motores) ou lineares (cilindros), válvulas quem têm o papel de direcionar a vazão deste gás entre muitos outros componentes pneumáticos que estudaremos.

Fluidos e conceitos de pressão são muito utilizados em automação industrial, principalmente para exercer cargas de trabalho, como levantar pesos, por exemplo. As áreas responsáveis por sua aplicação são a hidráulica e a pneumática, as quais estudaremos separadamente em artigos futuros. Para conhecer mais sobre as máquinas que utilizam pressão de fluidos para operar, acesse a Comunidade **www.novasaber.ning.com** e veja os vídeos disponíveis.

T1

Altitude (m)	Pressão (Kgf/cm²)	Altitude (m)	Pressão (Kgf/cm²)
0	1,033	1000	0,915
100	1,021	2000	0,810
200	1,008	3000	0,715
300	0,996	4000	0,629
400	0,985	5000	0,552
500	0,973	6000	0,481
600	0,960	7000	0,419
700	0,948	8000	0,363
800	0,936	9000	0,313
900	0,925	10000	0,270

Saiba mais sobre Fluidos

Igor Solano

Muitos de nós, quando crianças, já tivemos a oportunidade de acompanharmos nossos pais numa simples troca de óleo do carro, por quantas vezes nos admiramos ao observar o carro sendo erguido acima de nossas cabeças apenas por um sistema composto por "duas pás e um cilindro". Sendo assim, certa vez perguntei ao frentista que força era aquela que vinha do solo do posto de gasolina e levantava o carro com tanta facilidade? Ele me respondeu:

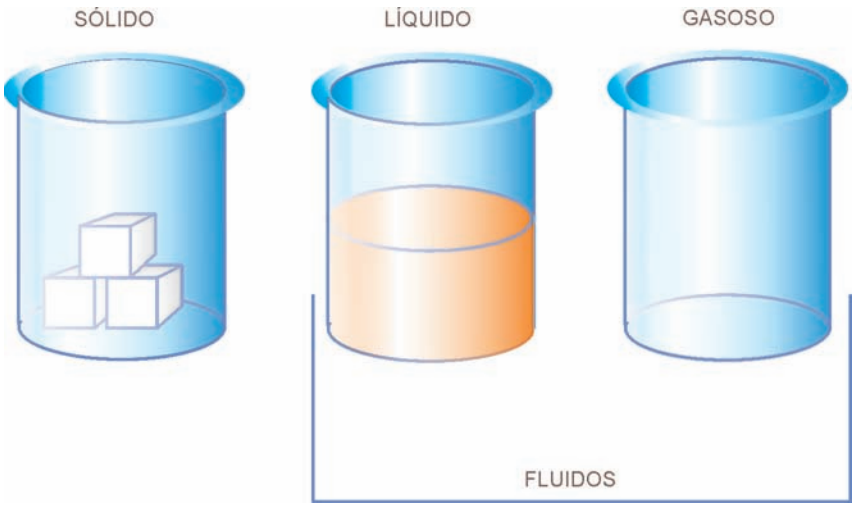
A mesma usada também em escavadeiras de tratores, é um sistema hidráulico que transmite as forças através de um fluido. Essa foi a primeira menção que me lembro ter parado para analisar sobre "fluido" na minha vida.

Um pouco mais velho, na pré-adolescência, tive a oportunidade de ir até Foz do Iguaçu, cidade que abriga uma das maiores usinas hidrelétricas do mundo. Não pude visitar a usina internamente, mas de longe contemplei tamanha muralha que fechava por todos os lados nossa visão panorâmica. A famosa barragem me surpreendeu, ainda não entendia como uma usina hidrelétrica produzia a energia elétrica que utilizávamos em nossas casas a centenas de quilômetros.

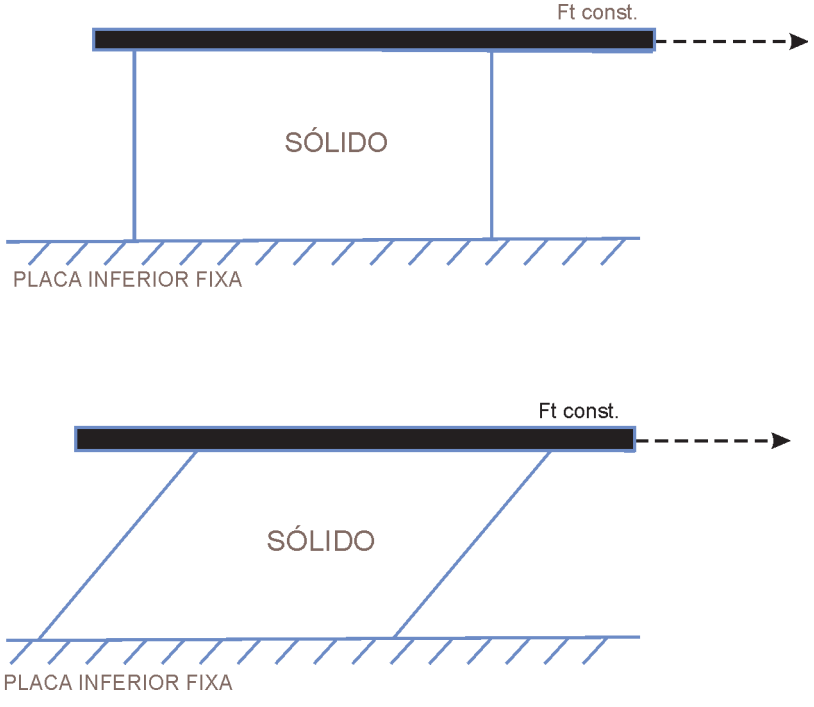
Indaguei e descobri que toda aquela fortaleza de concreto foi construída para utilizar a força do Rio Paraná, para que a energia hidráulica proveniente do rio fosse transformada em um outro tipo de energia (mecânica) movendo as turbinas dos geradores elétricos. Mais uma vez pude perceber a força transmitida através de um fluido.

Os fluidos estão presentes na lubrificação, ventilação, esforços em barragens, corpos flutuantes, máquinas e outros assuntos inerentes às leis da Mecânica.

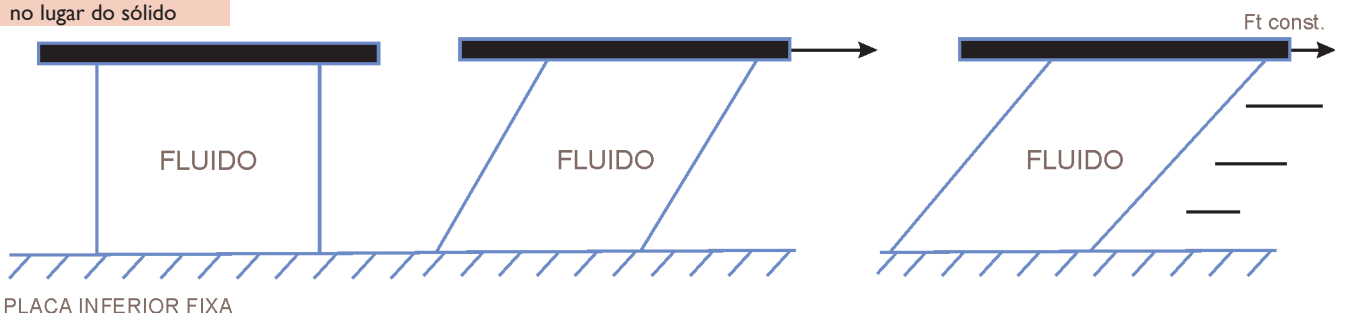
1 Os líquidos e os gases são fluidos



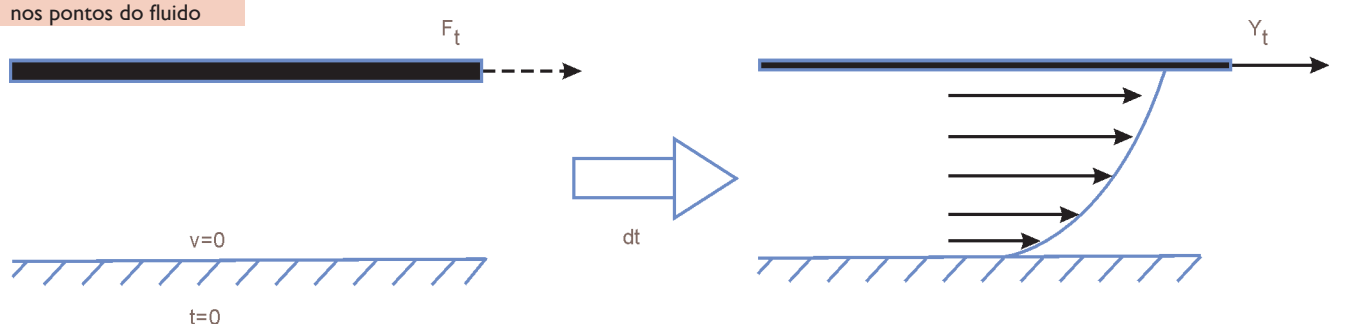
2 Experiência das Duas Placas



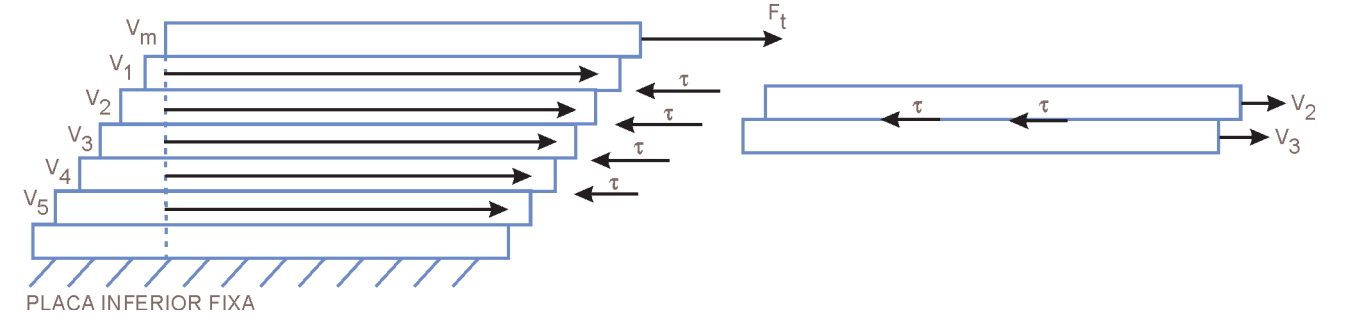
3 Experiência com fluido no lugar do sólido



4 Variação das velocidades nos pontos do fluido



5 Tensão de cisalhamento



O que são fluidos?

Para muitos, fluido resume-se a algum tipo de óleo (principalmente se for relacionado a carro), outros vão mais além e dizem que refere-se a qualquer matéria em estado líquido. Têm-se muitas definições, porém uma das mais básicas utilizadas é que o fluido é uma substância que não tem forma própria, assume o formato de um recipiente.

Analisando friamente essa definição, chega-se à conclusão que então os líquidos e os gases são fluidos, pois dentro de um recipiente eles irão assumir a forma que possui o recipiente, sendo ainda que os gases irão se espalhar por todo o recipiente, enquanto os líquidos apresentarão uma superfície livre dentro do recipiente.(**fig. 1**)

Definição suficiente, porém pobre para a elaboração de um trabalho mais aprofundado.

Para aprofundarmos um pouco mais o assunto, vamos partir da observação de Newton em uma experiência denominada "Experiência das duas placas". (**figura 2**)

Suponhamos duas placas planas e entre elas uma matéria sólida presa, a placa inferior encontra-se fixa e a superior regida por uma força tangencial (Ft).

Ao aplicarmos uma força Ft constante na placa superior o material sólido se deformará enquanto não se atingir uma nova forma de configuração que aponte para uma posição de equilíbrio estático. Após atingir o equilíbrio as tensões internas equilibrarão a força externa aplicada, só partindo para uma nova configuração depois de uma mudança de intensidade de força Ft. Dependendo do tamanho da força que aplicamos, o sólido pode resistir, deformar-se ou, em alguns casos até cisalhar.

Agora, se realizarmos a mesma experiência utilizando algum fluido no lugar do sólido, chegaremos a conclusão que o fluido - regido pela força Ft - deforma-se sem nunca atingir um equilíbrio estático. (**figura 3**)

Sendo assim, definimos que fluido é uma substância que sob a ação de uma força tangencial constante jamais atingirá uma posição de equilíbrio estático.

Observe ainda que os pontos do fluido que estão em contato com a placa superior movida pela força Ft terão a mesma velocidade da placa, enquanto os pontos do fluido em contato com a placa inferior (fixa) permanecerão parados da mesma forma que a placa está, esse é o Principio da Aderência.

Agora que já sabemos de uma maneira mais aprofundada a definição do que vem a ser fluido, vamos estudar sobre sua tensão de cisalhamento e a lei da viscosidade de Newton. Porém para entendê-los melhor prestaremos bastante atenção e observaremos a **figura 4**.

A placa superior é movida pela ação da Força Ft, partindo de uma velocidade zero. Mas, a partir de um determinado instante, a velocidade da força tangencial estabiliza-se e passa a ser constante. Isso demonstra que há uma força que atua no sentido contrário a força tangencial anulando a somatória das forças, é a chamada força de resistência viscosa.

Os pontos do fluido aderentes à placa superior possuirão a mesma velocidade na qual a placa é movimentada, os pontos em contato com a placa fixa, permanecerão parados, como mostra a figura. Os pontos localizados na área intermediária entre as placas terão uma velocidade que varia desde a velocidade da placa inferior, neste caso nula, até a velocidade que rege a placa superior.

Conscientes de que há uma força contrária à força tangencial, trataremos agora sobre tensão de cisalhamento. Veja a **figura 5**.

Quando aplicamos uma força em uma determinada área, a mesma pode ser decomposta seguindo a direção da normal à superfície e a da tangente dando origem a duas componentes. (**figura 6**)

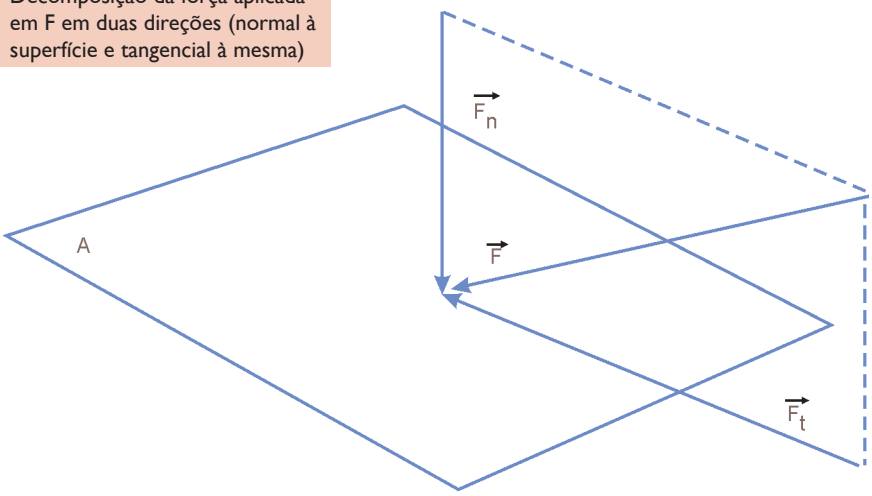
Tensão de cisalhamento é a razão entre o módulo tangencial e a área sobre a qual a força está aplicada. Definimos matematicamente:

$$\tau = \frac{Ft}{A}$$

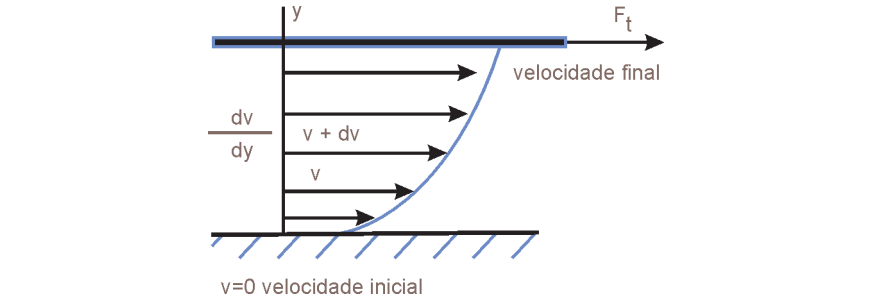
Em muitos fluidos, a tensão de cisalhamento é diretamente proporcional ao gradiente de velocidade.

O gradiente de velocidade estuda a variação de velocidade do fluido entre a placa superior e a placa inferior, conforme mostra a **figura 7** acima. Verifique que à medida que o valor do vetor y aumenta, há uma relação de mudança quanto a velocidade v; como havíamos citado anteriormente, a velocidade do fluido junto a placa inferior é 0 e vai aumentando à medida que o meio fluido se aproxima da placa superior onde a velocidade atinge seu ápice.

6 Decomposição da força aplicada em F em duas direções (normal à superfície e tangencial à mesma)



7 Gradiente de velocidade do fluido.



$$\frac{dv}{dy}$$

Como a tensão de cisalhamento e o gradiente de velocidade estão proporcionalmente ligados, podemos então a partir daí traduzir a Lei de Newton da viscosidade.

$$\tau\alpha = \frac{dv}{dy}$$

Observe que os fluidos que obedecem a essa lei são os fluidos newtonianos, e eles englobam a maior parte dos fluidos, incluindo a água e o ar.

Para concluir, informo que com conhecimento dessas informações, podemos introduzir aqui o coeficiente da viscosidade dinâmica ou absoluta (μ).

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

Esse coeficiente define uma das propriedades dos fluidos, a viscosidade dinâmica, e a mesma pode se alterar, para um mesmo fluido, dependendo das condições de temperatura e pressão. Como nos líquidos, a viscosidade é proporcional à força de atração entre as moléculas, ela diminui conforme aumenta a temperatura. Nos gases ela está ligada à energia cinética das moléculas, portanto, a viscosidade aumenta conforme aumenta a temperatura.

Viscosidade: quanto menor a velocidade de aderência entre as camadas do fluido, maior a viscosidade.

DIRETO DO FRONT

Não mais restritos a trabalhos domésticos ou na indústria, os robôs agora vão para a guerra.

Carlos E. Bazela

Os maiores exemplos de avanços nas áreas da Eletrônica e da Informática surgiram inicialmente como projetos militares.

A internet é um exemplo disso e embora muitos evitem tocar nesse assunto, podemos dizer que a tecnologia militar é para as ciências o mesmo que a Fórmula 1 é para o automobilismo.

Hoje, especialmente com a robótica, a tecnologia militar vive um momento nunca visto antes. Robôs que desarmam bombas, caminhões que andam sozinhos via GPS para transporte de cargas, exoesqueletos que aumentam a força e a resistência de soldados e aviões de ataque não tripulados são alguns dos exemplos de investimento do Exército em equipamentos militares de alta tecnologia.

De longe, os Estados Unidos é o país que mais investe em defesa no mundo e possui até um órgão dedicado às pesquisas nesta área, o DARPA (Agência de Pesquisa Avançada de Projetos de Defesa). Em 2008, mesmo com a crise econômica que se espalhou pelo mundo, os norte-americanos tiveram uma despesa militar de 600 bilhões de dólares, ocupando o topo da lista em pesquisa divulgada pelo SIPRI (*Stockholm International Peace Research Institute* / Instituto Estocolmo de Pesquisa Sobre Paz Intenacional).

A China aparece em segundo lugar no *ranking*, com o valor estimado pelo Instituto de 85 bilhões de dólares, uma vez que os chineses não confirmam seus dados, que podem ter chegado, segundo uma projeção do Pentágono, ao valor real de 170 bilhões de dólares. Bem abaixo deles – mas ainda o primeiro da América do Sul – está o Brasil, que gastou no ano passado algo em torno de 23 bilhões de dólares com despesas militares, ficando em 12º entre os 15 países do mundo que mais gastam com suas forças de defesa.

Mostraremos a seguir alguns projetos interessantes desenvolvidos pelos EUA que utilizam conceitos de Automação, sendo que alguns já estão funcionando em campanhas militares ao redor do mundo.

Robôs Terrestres em Combate

Se o leitor pensa que robôs nos campos de batalha são uma novidade, pense mais uma vez. Na verdade, o conceito de uma guerra com soldados autômatos é tão antigo quanto os primeiros filmes de ficção científica. Segundo registros, durante a Segunda Guerra Mundial, as tropas alemãs utilizavam o **Goliath** (Golias, em uma tradução livre), que consistia em um equipamento movido por esteiras e que possuía *design* bastante parecido com o dos tanques Panzer.

O Goliath era controlado por um soldado posicionado a uma distância segura com um controle remoto que era ligado ao veículo por três fios: dois para movimentar as esteiras e um para os sistemas de armas, que disparava explosivos.

Além dos explosivos, o Goliath também servia para detectar campos minados, ou mesmo como uma bomba móvel. No entanto, como não existiam controladores sem fio em 1944, o Goliath não possuia muita mobilidade e era facilmente incapacitado quando os fios do controle eram cortados.

O robô alemão é o pioneiro da classe conhecida hoje como UGN - Unmanned Ground Vehicles.

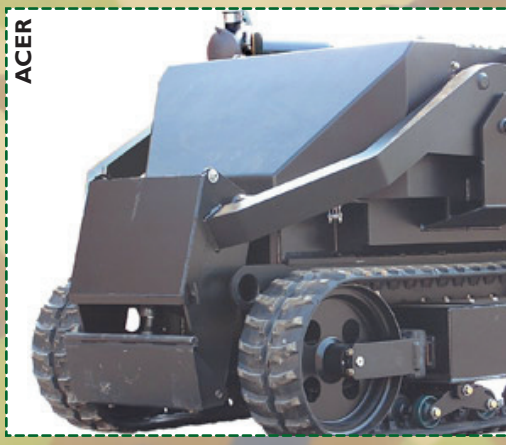
Programa Especial

O SCR, Sistema de Combate do Futuro, é um programa do Exército norte-americano voltado para implantação de robôs nos campos de batalha para realizar tarefas consideradas perigosas tais como: entrar em prédios hostis, se locomover por campos minados, desarmar bombas, reconhecimento em solo inimigo e, até mesmo, combate.

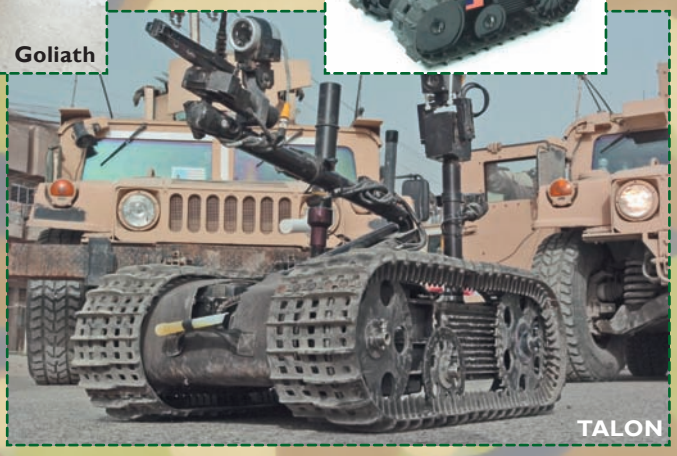
A meta do SCR é substituir um terço dos veículos de guerra e armas do Exército por robôs até o ano de 2015.


Goliath


SWORDS


ACER


Big Dog


TALON

Big Dog

Na última edição da Mecatrônica Fácil, no artigo Tipos de Movimentos de Robôs, mostramos este autômato que imita o movimento dos quadrúpedes. Um dos primeiros robôs financiados pelo DARPA, o *Big Dog* foi desenvolvido para servir como "mula", carregando cargas para os militares mesmo em terrenos acidentados, uma vez que seus sensores analisam o solo onde ele está pisando.

O Big Dog mede quase um metro de comprimento, 70 cm de altura e pesa pouco menos de 110 kg, mas é capaz de carregar até 150 kg de carga mesmo subindo uma superfície com inclinação de 35º a uma velocidade de, aproximadamente, 6 km/h.

TALON

O TALON é um dos robôs pioneiros no *front* e já está em operação no Iraque. No entanto, o pequeno robô já foi utilizado nas operações de resgate às vítimas dos atentados ao World Trade Center, e para manipular granadas e outros artefatos explosivos na Bósnia e no Afeganistão. Equipado com vários tipos de câmeras, escutas, sensores e um braço mecânico com garra, ele se locomove por meio de esteiras e é usado para desarmar bombas.

Outra característica do TALON é que ele pesa menos de 45 kg e é dobrável, podendo ser carregado como uma mochila por um único soldado. Os controles se resumem a um monitor dividido em quatro telas, alguns botões e um *joystick*.

Embora seja pequeno, o robô é extremamente resistente . Comenta-se que um deles foi explodido enquanto era transportado no teto de um Humvee (famoso jipe militar fabricado pela Hummer) por cima de uma ponte, caiu no rio que passava alguns metros abaixo e, depois que os controles foram restaurados, foi simplesmente guiado para a margem. O TALON também é anfíbio.

SWORDS

Também conhecido pelo Exército dos EUA como "Robo-Soldier" o SWORDS, ou Sistema Especial de Armas, Observação, Reconhecimento e Detecção, em inglês, é uma versão mais letal do TALON, uma vez que carrega uma metralhadora M249 no lugar da garra e, pelo menos três deles já estão circulando pelo Iraque.

Da mesma forma que o seu "irmão pacífico", o SWORDS não é totalmente autônomo e depende de um soldado para monitorá-lo e movimentá-lo. As polêmicas armas instaladas também dependem desse sistema para atirar: enquanto um soldado pressiona um botão para ativar a metralhadora, ao mesmo tempo dois outros ativam dois interruptores para que a arma abra fogo.

A versatilidade do SWORDS para carregar armamentos é a mesma do TALON para exploração, sendo que novos testes estão sendo conduzidos pelos militares para carregar desde rifles de sniper calibre .50 até mísseis antitanques.

ACER

Nem todos os robôs de aplicações militares são pequenos como o TALON. Na verdade, a tendência é justamente o contrário: utilizar robôs maiores para transporte de carga ou mesmo equipados com armas pesadas para combate.

O caso do ACER é o primeiro. Com tamanho e *design* semelhantes aos de um pequeno trator movido por esteiras, este robô pode ser configurado tanto com uma pá e um braço manipulador para retirada de obstáculos, como com uma extremidade para combate a incêndios ou descontaminação, uma vez que possui um tanque de mais de 1,3 mil litros para armazenar espuma ou qualquer outro produto químico utilizado para este fim.

Pesando pouco mais de duas toneladas, o ACER é impulsionado por um motor a diesel e pode chegar a uma velocidade de 10 km/h.

Crusher

Financiado pelo DARPA e desenvolvido pelo Centro Nacional de Engenharia Robótica (CNER) da Universidade Carnegie Mellon, no


Eagle Eye


Scan Eagle


Crusher



Wasp III



Estado da Pensilvânia, o Crusher é um VTNT (Veículo Terrestre Não Tripulado) e, fugindo das habituais esteiras, utiliza seis rodas e pode se movimentar de maneira autônoma, orientando-se por GPS, ou ser controlado remotamente.

O Crusher está sendo desenvolvido inicialmente como um veículo de reconhecimento para coletar dados dos campos de batalha em terrenos acidentados, mas seu projeto permite outras aplicações como transporte de material de apoio aos soldados, pois é capaz de carregar até 3600 kg de carga (e ainda assim, escalar uma parede vertical de 1,20 m).

Em 2006, começaram os testes para uma outra aplicação do caminhão-robô: o combate. A incorporação de um canhão com munição calibre .50 levou o Crusher ao mesmo patamar dos UAVs utilizados hoje pelos Estados Unidos para atacar e bombardear alvos no Oriente Médio com precisão e o mínimo possível de baixas civis.

O VTNT é impulsionado por um motor turbo-diesel de 78 CV que funciona como um gerador para alimentar a bateria de 300 V feita de lítio-íon que, por sua vez, está ligada a seis motores elétricos, um para cada roda, que podem desenvolver 282 CV. São estes motores que permitem ao Crusher se locomover de maneira totalmente silenciosa em uma distância de 3 a 16 km, dependendo da velocidade.

As medidas do Crusher também impõem respeito: o caminhão-robô tem mais de 5 metros de comprimento; 2,6 m de largura; 1,5 m de altura, pesa quase seis toneladas e cada roda tem mais de um metro de diâmetro.

Mesmo com grandes dimensões, o veículo pode chegar à velocidade máxima de 42 km/h em 7 segundos e um avião de carga de grande porte, como o C-130, pode carregar dois de uma vez.

Veículos Aéreos

Também chamados de Drones, os UAVs, ou *Unmanned Air Vehicles*, estes aviões autômatos são ainda mais populares do que os robôs militares terrestres e podem ser utilizados tanto para reconhecimento como para ataque.

Atualmente, o Exército americano emprega 7 tipos de UAV: Eagle Eye, Hunter, Scan Eagle, Vigilante, WASP III e, com destaque especial para o Reaper e o Predator, envolvidos diretamente nas campanhas militares mais recentes no Oriente Médio.

Eagle Eye

O *Eagle Eye* possui dois motores com hélices virados para cima como um helicóptero e pode chegar a uma altitude de 20.000 pés, e ainda voar por até oito horas sem reabastecer. Utilizado basicamente para reconhecimento, o Eagle Eye possui, além dos sensores, um sofisticado sistema de mira a *laser* que o torna capaz de bombardear alvos inimigos sem ser notado. Este UAV pode ser controlado a distância ou funcionar como um Drone totalmente autônomo seguindo uma programação.

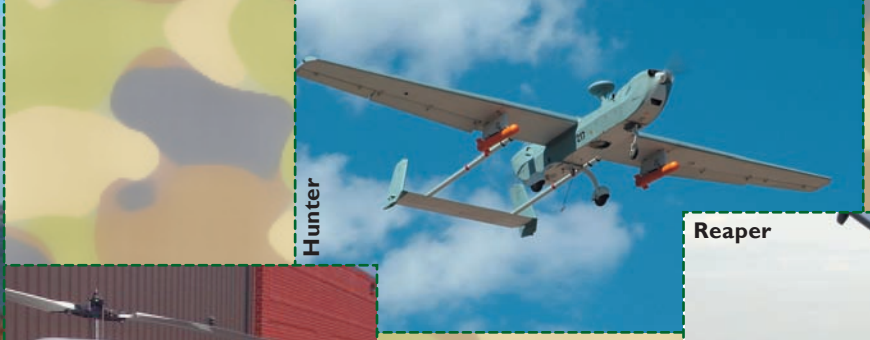
WASP III

Chamado de “vespa”, em uma tradução livre, o WASP III faz jus ao nome, pois é pequeno (possui 72 centímetros de envergadura) e rápido. Este tipo de UAV precisa de um lançador especial e, uma vez no ar, utiliza as três câmeras que carrega para mostrar os melhores ângulos dos campos de batalha para o centro de controle. O WASP III pode voar por 45 minutos a uma altitude de 600 pés e seu equipamento de vigilância inclui também uma câmera infravermelha para operações realizadas à noite.

Scan Eagle

Podemos dizer que o *Scan Eagle* é uma versão maior do WASP III. Lançado por meio de uma catapulta, este UAV é impulsionado por uma hélice traseira durante o voo, pode atingir altitudes de 16.000 pés, e, assim como seu irmão menor, é equipado com câmeras – inclusive infravermelhas - e também é um Drone, capaz de voar de forma totalmente autônoma e visitar locais específicos orientado via GPS.

A autonomia de voo do Scan Eagle pode chegar a 19 horas ou mais, dependendo dos parâmetros da missão.


Hunter


Vigilante


Predator


Reaper

Vigilante

O vigilante é um pequeno helicóptero parecido com os aeromodelos comuns, porém com a capacidade de chegar a 13.000 pés e disparar mísseis de curto alcance, o que o torna ideal para missões em áreas urbanas com prédios e florestas com árvores altas.

A manobrabilidade do aparelho também é outro ponto forte, no entanto, possui uma autonomia de voo de apenas quatro horas. Algo que, comparado com os outros modelos de UAV vistos até aqui, é bem pouco.

Hunter

UAV de grande porte, o *Hunter* é versátil e pode ser utilizado tanto em missões de reconhecimento, como operações de ataque. Como os outros tipos, também possui uma vasta gama de câmeras e sensores para monitoramento e vigilância, mas não é totalmente autônomo, sendo que sua trajetória de voo – mesmo com a ajuda do GPS – e sistema de armas (mísseis Viper Strike) precisam ser operados por uma equipe de soldados em terra.

Predator

É um dos mais modernos UAVs utilizados hoje e está dividido em dois modelos: o RQ – 1, equipado com a última geração de câmeras, sensores e dispositivos de vigilância e o MQ – 1, que substitui boa parte das ferramentas de monitoramento por mísseis Hellfire, que o transformam em um combatente autônomo e preciso para ser usado em missões de longa distância, capaz de chegar a mais de 7,6 mil metros de altitude e sem colocar em risco a vida de soldados.

Com cerca de oito metros de comprimento e 14 de envergadura, o *Predator* é impulsionado por uma hélice traseira e pode voar por até 24 horas direto quando configurado em modo de vigilância.

A eficácia em combate do Predator já lhe rendeu algumas missões polêmicas, como em fevereiro de 2002, quando dois UAVs atacaram por ordem da CIA um comboio que supostamente transportava terroristas e em dezembro do mesmo ano, quando dois mísseis disparados por um Predator mataram Qaed Senyan al-Harthi, um dos líderes da Al-Qaeda, ao atingirem seu carro.

Reaper

O *MQ – 9 Reaper* é a evolução do Predator. Com *design* semelhante ao de seu antecessor, o Reaper é um pouco maior, medindo 11 m de comprimento por 20 m de envergadura.

Aqui, toda a tecnologia de vigilância foi deixada de lado para tornar o Reaper uma máquina voltada exclusivamente ao combate. Armado com 14 mísseis Hellfire ou com bombas GBU – 12 Raytheon, este Drone também pode atingir mais de 15 mil metros de altitude – o dobro do Predator – enquanto voa a uma velocidade de até 370 km/h.

Além dos dotes de combate, Reaper também herdou a reputação do Predator, uma vez que recentemente foi relatado que um defeito no seu sistema de mira atingiu alvos civis no Iraque, país onde o UAV fez seu primeiro bombardeio em agosto passado.

Outras Aplicações

Não é somente nos robôs terrestres e UAVs que o Exército norte-americano aplica a mecatrônica. Conceitos de automação são empregados também para otimizar a performance de aviões, como o sistema *fly by wire* (que conheceremos melhor em edições futuras), que hoje, inclusive, é utilizado na aviação comercial; em equipamentos que aprimoram os dotes físicos dos soldados e, até mesmo, munições inteligentes, como mísseis intercontinentais.

Míssil Excalibur

Em referência à mítica espada do Rei Arthur, o *XM982 Excalibur* é um míssil inteligente guiado por GPS que pode dispersar uma carga com vários tipos de outras bombas que também possuem sua trajetória orientada por satélite.

O Excalibur foi usado pela primeira vez de maneira efetiva no Iraque em 2007 e, dependendo do tipo de explosivo que carrega, seu alcance varia de 40 a 57 km.


Buffalo


Excalbur


Buffalo

Buffalo MCPV

Uma outra aplicação interessante dos conceitos de Mecatrônica nos campos de batalha é o Buffalo MCPV, um caminhão militar que conta com um braço telescópico com pouco mais de nove metros de comprimento, que possui na extremidade uma câmera e um garfo semelhante a uma garra que, quando não está em uso, fica acomodada no teto do caminhão. A sigla MCPV, aliás, significa *Mine Clearence Protected Vehicle* ou Veículo Protegido para Limpeza de Minas. O nome já diz tudo. Trata-se de um caminhão de seis rodas com tração integral (6 x 6) que possui uma blindagem ultrarresistente capaz de resistir a uma explosão de mais de 13 kg de TNT abaixo do chassi central moldado em formato de "V", ou um impacto de 20 kg abaixo de cada roda, além de balas de diversos calibres, granadas e armas antitanque. A "garra", como o próprio exército chama, serve para remover minas terrestres da trilha e abrir caminho para a infantaria.

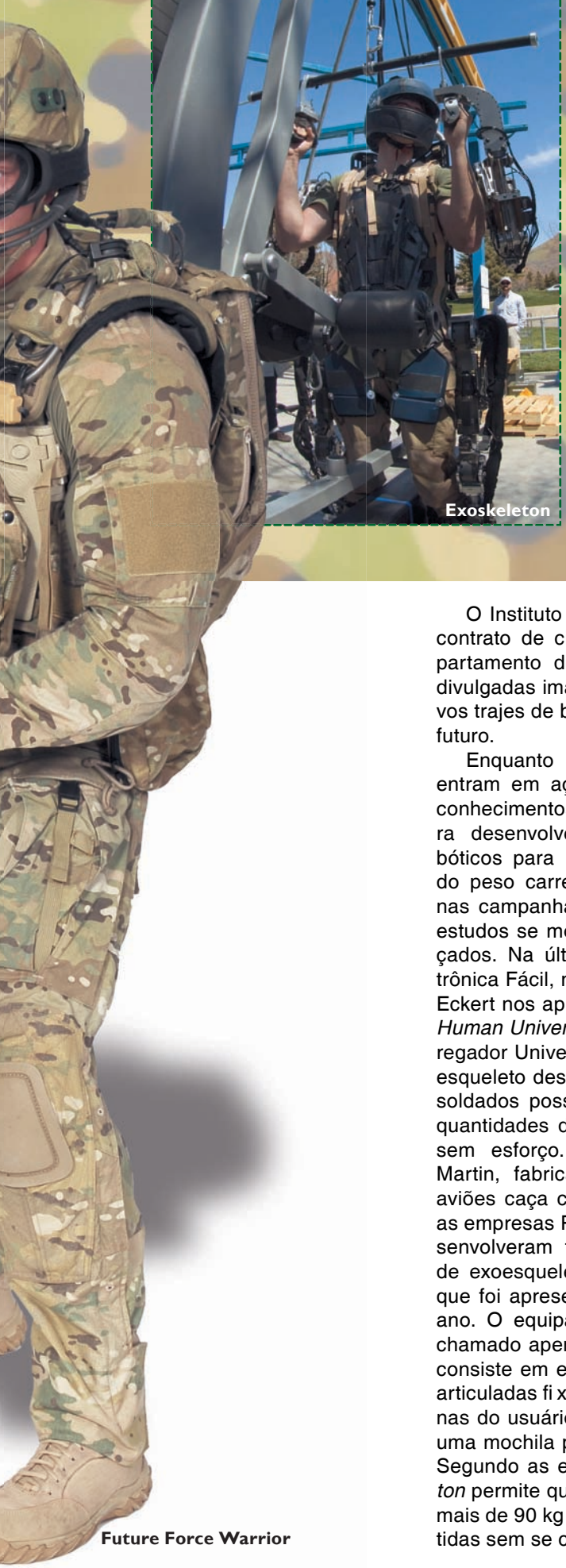
O Buffalo comporta até seis soldados, mede pouco mais de oito metros de comprimento por 4 m de altura, pesa algo em torno de 24 toneladas e é movido por um motor diesel que desenvolve 400 CV de potência, o suficiente para levar o caminhão a uma velocidade máxima de 105 km/h.

No ano passado, a Force Protection Industries, fabricante do Buffalo MCPV entregou a 200ª unidade produzida para o Exército americano.

Super Soldados

Uma das preocupações atuais do Exército é a quantidade de equipamentos que os soldados carregam nas campanhas. Além do peso, baterias, dispositivos GPS e outros tipos de parafernália são incômodos e reduzem a agilidade dos combatentes. Pensando nisso, trajes especiais estão sendo desenvolvidos por meio do programa *Future Force Warrior* / Força Guerreiro do Futuro para oferecer a quem está no front, além da já conhecida visão noturna, outras habilidades que incluem camuflagem eletrônica comandada por sensores, bloqueio de toxinas em ataques com armas como gás Sarin, monitoramento de sinais vitais pelo centro de controle da missão e enrijecimento de partes específicas da armadura no caso do usuário sofrer uma fratura ou ser atingido por algum projetil. Tudo isso utilizando baterias diminutas e com grande autonomia de funcionamento.

Para que isto possa se tornar realidade, os EUA estão investindo em nanotecnologia e, em 2002 concederam uma verba de 50 milhões de dólares por cinco anos ao MIT (Massachusetts Institute of Technology) para criação do Instituto de Nanotecnologia para Soldados (ISN na sigla em inglês).



Future Force Warrior

Exoskeleton

O Instituto está em seu segundo contrato de cinco anos com o Departamento de Defesa e já foram divulgadas imagens de como os novos trajes de batalha poderão ser no futuro.

Enquanto os novos trajes não entram em ação, o Exército utiliza conhecimentos de Mecatrônica para desenvolver exoesqueletos robóticos para minimizar o problema do peso carregado pelos soldados nas campanhas. E, nesta parte, os estudos se mostram bastante avançados. Na última edição da Mecatrônica Fácil, nosso colaborador Jeff Eckert nos apresentou ao HULC, ou *Human Universal Load Carrier* / Carregador Universal Humano, um exoesqueleto desenvolvido para que os soldados possam carregar grandes quantidades de peso com as mãos sem esforço. Além da Lockheed Martin, fabricante do HULC e de aviões caça como o F-22/A Raptor, as empresas Raytheon e Sarcos desenvolveram também um protótipo de exoesqueleto para fins militares que foi apresentado em maio deste ano. O equipamento sem nome (é chamado apenas de "*Exoskeleton*"), consiste em extremidades robóticas articuladas fixadas nos braços e pernas do usuário, que estão ligados a uma mochila presa em suas costas. Segundo as empresas, o *Exoskeleton* permite que uma pessoa levante mais de 90 kg por várias vezes repetidas sem se cansar.

No Cinema:

Para se ter uma idéia do fascínio dos norte-americanos em criar exoesqueletos de combate, um dos pontos chaves do filme G.I. Joe - A Origem de Cobra, que chega aos cinemas brasileiros em 7 de agosto, são justamente os "Trajes Aceleradores" utilizados pelos heróis do filme, com força, velocidade e agilidade super-humanas capazes de, entre outras proezas, escalar edifícios em pouco tempo e desviar de projéteis inimigos.

O filme adapta para os cinemas coleção de brinquedos G.I. Joe, cuja temática eram os confronto entre a organização terrorista Cobra e os Joes. Caso o leitor esteja na casa dos 25 anos ou mais, certamente se lembra deles como Comandos em Ação e a infinidade de veículos e soldados que foram fabricados pela Estrela entre os anos de 1984 e 1995.





Como funcionam os Encoders



Um tipo de sensor de grande importância na automação, tanto industrial quanto de qualquer outro equipamento, é o que dá informações sobre a velocidade ou posição de uma peça que gira ou se desloca linearmente. O ângulo exato em que ela para, ou ainda a velocidade em qualquer sentido de rotação ou movimento, podem ser fundamentais para o tipo de controle que se deseja.
Para sensoriar posições e velocidade, um sensor muito usado é o encoder. Trata-se de um tipo de sensor que se enquadra na categoria dos CDTs, que trataremos neste artigo.

Newton C. Braga

O controle de muitos equipamentos automatizados depende do conhecimento da posição de peças móveis com precisão. Para essa finalidade são usados diversos tipos de transdutores, cuja finalidade é fornecer, na forma de sinais elétricos, informações sobre a posição, velocidade de deslocamento e sentido de deslocamento de peças giratórias ou que se movem em linha reta.

Um dos dispositivos mais usados para essa finalidade é o *encoder* óptico ou simplesmente encoder, que se enquadra na categoria dos transdutores codificados.

Transdutores codificados (CDTs)

Chamamos de transdutores codificados ou CDTs aos transdutores de posição ou sensores que fornecem informações para um circuito externo na forma de um código. Os tranduto-res codificados podem ser:

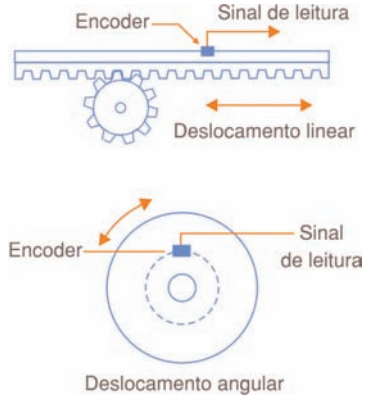
Relativos: Os transdutores relativos, como os encoders, indicam a mudança de posição e não a posição real.

Absolutos: Indicam a posição real do objeto. Os sensores deste tipo podem ser usados para medir deslocamentos lineares ou angulares, conforme mostra a **figura 1**.

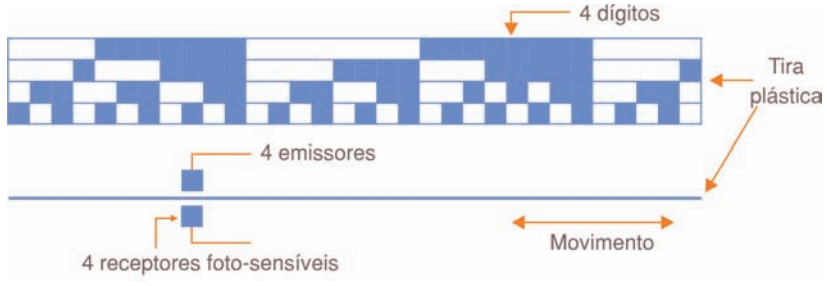
Na **figura 2** temos um transdutor linear em que existe uma tira de material plástico onde estão gravadas as posições do objeto, as quais são lidas por outro transdutor quando ele se desloca.

A idéia dos dispositivos denominados encoders é antiga. Os cilindros dos antigos pianos que "tocavam sozinhos", ou ainda dos cilindros com pinos das caixinhas de música são o ponto de partida. Colocando-se os pinos de um cilindro em posições determinadas pelas notas musicais que deviam ser acionadas, ao girar esses pinos, acionavam-se lâminas de

1 Transdutor absoluto

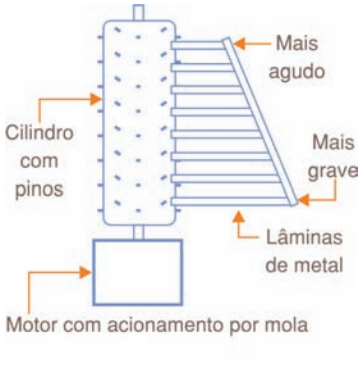


2 Transdutor linear

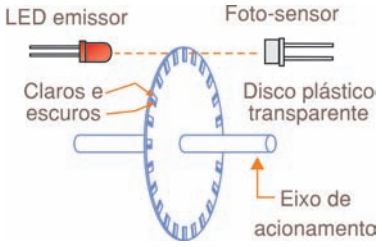




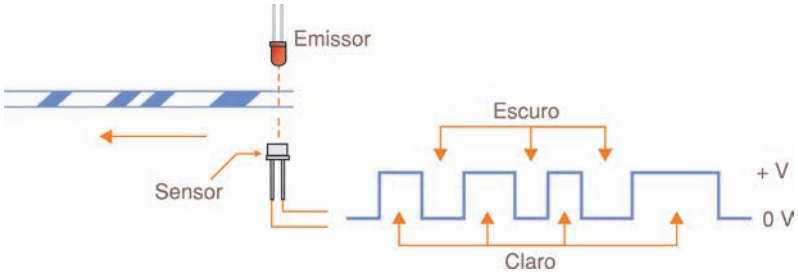
3 Cilindros com pinos para caixinha de música



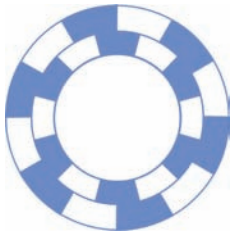
4 Enconder óptico



5 Pulsos obtidos



6 Técnica para detecção do sentido de movimento



7 Codificação



comprimentos diferentes, que então produziam as notas correspondentes, conforme ilustra a **figura 3**.

A idéia evoluiu para os dispositivos capazes de controlar as funções de uma máquina dependendo de sua posição, e hoje temos os CDTs. Um dos tipos mais populares de transdutor codificado ou CDT é o encoder óptico, que tem a construção física mostrada na **figura 4**.

Esse transdutor é formado por um disco de plástico transparente onde estão gravadas tiras escuras que correspondem à codificação digital de cada posição. A leitura é feita colocando-se um ou mais emissores infravermelhos de um lado e um ou mais sensores (fotodiodos ou fototransistores) do lado oposto. Dessa forma, os sinais obtidos são pulsos, conseguidos quando partes claras ou escuras do disco plástico passam diante dos sensores, observe a **figura 5**.

Na forma mais simples temos uma sequência de claros e escuros que se movem diante de um único par de sensores, caso em que é produzido um trem de pulsos que pode ser contado tanto para monitorar a posição do objeto quanto sua velocidade. Esse tipo de sensor é denominado incremental.

No sensor absoluto, temos diversas faixas que fornecem uma indicação digital, pois vários sensores são usados para a sua leitura. Observe, então, que as marcas claras e escuras são programadas para fornecer uma informação digital da posição em que o disco para.

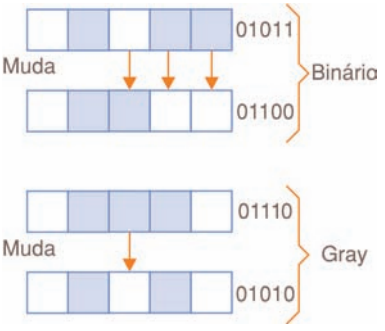
Evidentemente, quanto mais códigos forem gravados no disco, ou seja, mais dígitos tiver o código, maior é quantidade de posições que podem ser sensoriadas. Em suma, o número de *bits* do código dá a precisão ou resolução do encoder. Por exemplo, um encoder de 4 bits ou 4 faixas de leitura permite ler apenas 32 posições, mas um encoder de 8 faixas tem uma resolução de 256 posições ou aproximadamente 1,4°.

Uma das desvantagens deste tipo de sensor é que, na versão incremental, torna-se difícil detectar o sentido do movimento. Os pulsos gerados quando ele se desloca em um sentido são os mesmos quando ele se desloca no sentido oposto. Existem diversas técnicas que podem ser usadas para que os transdutores incrementais também detectem o sentido do movimento. Uma delas é mostrada na **figura 6**. Este sistema é usado quando o deslocamento se faz em passos iguais de ângulos nos dois sentidos.

8 Codificação em binário



9 Comparação entre binário e Gray



10 Disco programado em código Gray



Conforme podemos ver, na fita onde se desloca o sensor temos duas faixas com marcas. Observe que as marcas de posição estão levemente deslocadas de modo que o circuito possa detectar isso, dando com precisão o sentido de rotação do sensor.

Quando ele gira em um sentido, as marcas de uma faixa cortam o sensor um pouco antes do que as marcas do outro. Com a inversão do sentido de rotação, será a outra faixa que passará a detectar as marcas antes.

A codificação dos transdutores de deslocamento absolutos tem a aparência mostrada na **figura 7**. Note que neste caso temos 6 trilhas e, portanto, 6 bits, o que nos permite ler 26 posições diferentes ou uma definição de 64 posições.

Veja que neste tipo de sensor temos marcas de *clock*. Sua finalidade é muito importante. Sem as marcas de clock, na transição da leitura de uma posição para outra ocorrem estados intermediários dos níveis lógicos que podem causar erros. Por isso, é importante que a marca de clock diga ao circuito o momento exato em que deve ser feita a leitura.

Em muitos encoders desse tipo a codificação das posições é feita em binário, conforme ilustra a **figura 8**. Trata-se de uma forma intuitiva de fazer a marcação de posições, porém existem alguns problemas a serem considerados na adoção desta forma de numeração das posições. Para evitá-los, muitos transdutores de deslocamento absolutos adotam uma codificação diferente, que é dada pelo denominado Código de Gray.

O código de Gray

No código de Gray, a passagem de um valor numérico para outro sempre se faz com a mudança de valor de um único bit. Isso facilita a leitura. Por exemplo, para passar do 11 decimal para 12 decimal temos duas possibilidades:

- **Binário:** 01011 para 01100
- **Gray:** 01110 para 01010

Observe que em binário tivemos 3 bits mudando e no código Gray apenas 1, veja a **figura 9.**

A idéia de usar esse tipo de codificação vem do tempo em que os circuitos digitais ainda usavam válvulas e contadores eletromagnéticos. As válvulas consumiam uma grande quantidade de energia, assim como a comutação de contadores. Então, picos de consumo eram gerados na passagem de 0111111 para 100000, quando vários relés eram fechados e abertos ao mesmo tempo. O pico de EFM (força contra-eletormotriz) gerado podia causar sérias instabilidades ao circuito.

No código binário, os valores dos dígitos são expressos pela sua posição no número como potências de 2. Dessa forma, para a numeração de 0 a 7 em binário temos:

0 – 000
1 - 001
2 – 010
3 – 011
4 – 100
5 - 101
6 - 110
7 - 111

11 Aspecto físico de um encoder



Veja que, para a passagem de 011 (3) para 100 (4) todos os dígitos mudam! No código Gray representamos os números de 0 a 7 uma forma deferente:

1 – 000
2 - 001
3 - 010
4 – 110
5 - 111
6 – 101
7 – 100

Na **figura 10** mostramos um disco sensor de encoder programado em código Gray.

Os transdutores de deslocamento codificados também apresentam suas vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- São lineares ou podem ser programados para qualquer outro tipo de resposta;
- São precisos;
- Possuem desgaste muito baixo;
- O circuito de condicionamento é simples.

Desvantagem:

- É preciso ter um acoplamento mecânico com o objeto.

Encoders, na prática

Podemos encontrar no comércio especializado encoders de diversos tipos e formatos, com circuitos internos que podem fazer a comunicação com dispositivos de controle externo de diversas maneiras. Essa comunicação pode ser uma simples sequência de pulsos, como nos tipos incrementais mais simples, ou pode ser codificada para transmissão serial por linha RS-232 ou RS-485.

Nesse último caso, o encoder pode se comunicar diretamente com microprocessadores, computadores, CLPs e outros dispositivos de controle. Na **figura 11** temos o aspecto de um encoder encontrado em aplicações práticas.

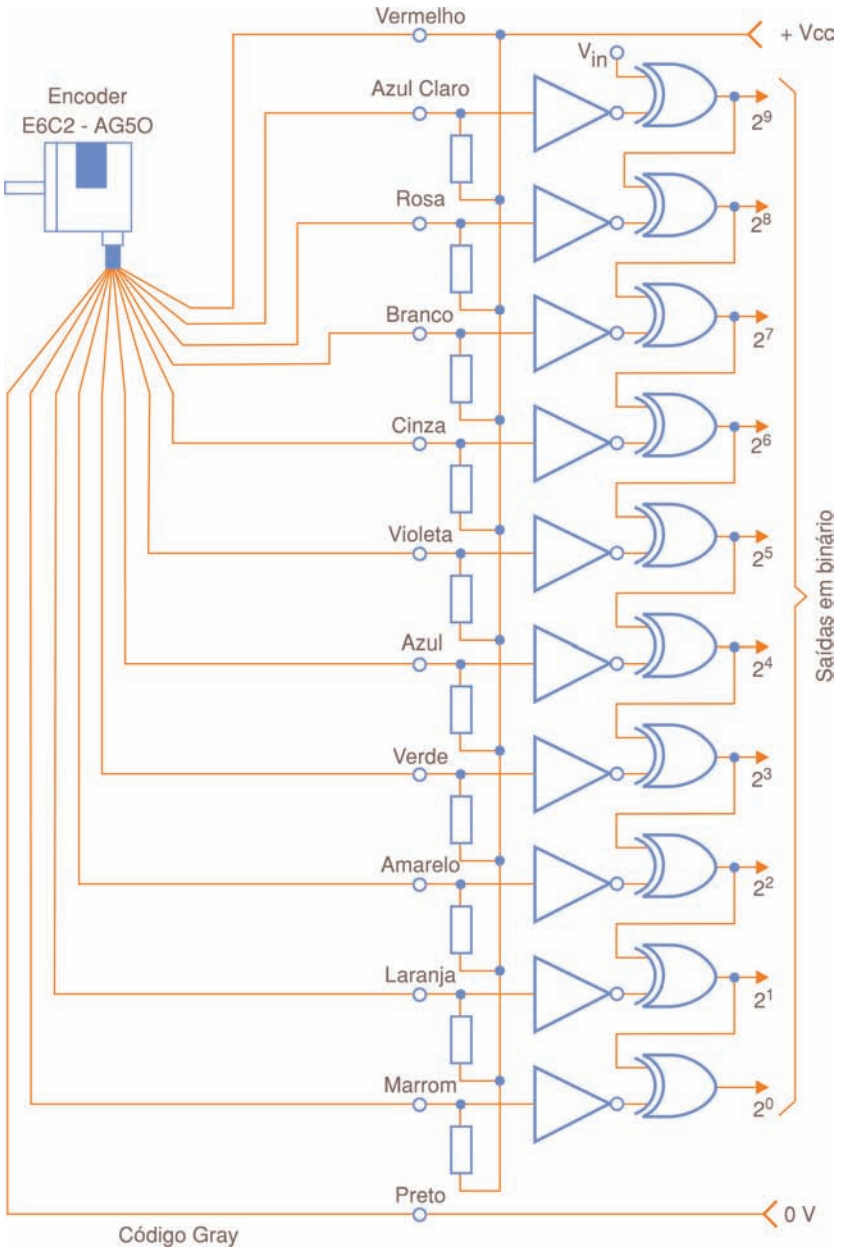
Na **figura 12** damos um circuito simples TTL que converte entradas em código Gray para Binário, acionando um conjunto de LEDs. É, na verdade, um conversor de 4 bits. Esse circuito deve ser alimentado com tensão de 5 V, pois se trata de lógica TTL.

Conclusão

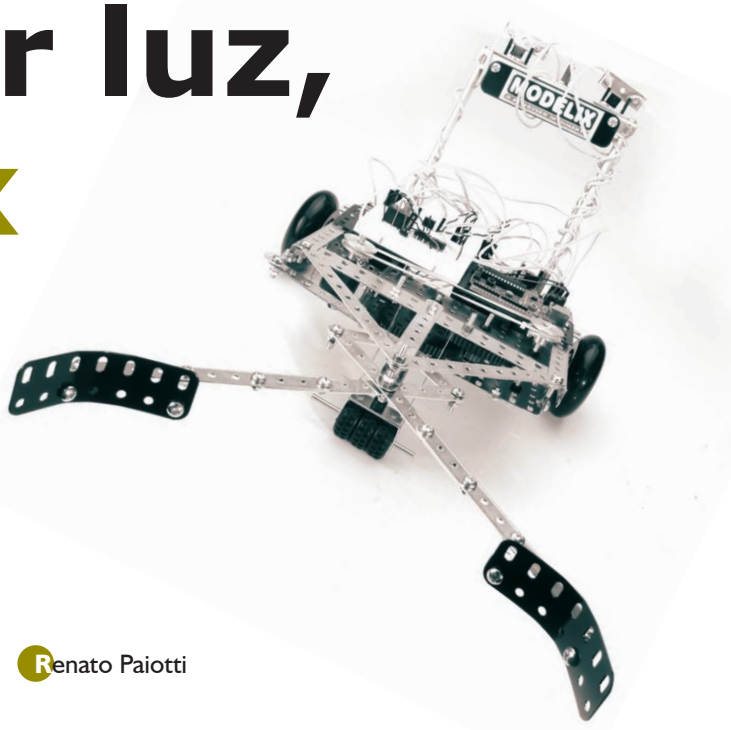
Os encoders consistem em transdustores precisos para o monitoramento e medida de velocidade de partes móveis de uma máquina, principalmente partes que giram.

Existem diversos tipos cuja aplicação depende simplesmente dos objetivos, ou seja, da definição na medida da posição e da velocidade e ainda do tipo de comunicação que deve ser feita com o circuito de controle. f

12 Conversor de 4 bits



Robô com garra movido por luz, da Modelix



Neste artigo, utilizamos o kit RS55 da Modelix (www.modelix.com.br) para montarmos um robô que tem o seu controle de direção através de sensores de luz, e uma garra que é acionada eletronicamente.

Renato Paiotti

Apresentamos um jeito didático e interessante de montarmos um robô que tenha um controle de direção e uma garra acionada eletronicamente. Depois de uma pesquisa, encontramos esse kit RS55 da Modelix. Dentro da caixa estão diversas peças, ferramentas, componentes eletrônicos, dois CDs, uma placa com o Arduíno e um *protoboard*.

O Arduíno (placa de controle) que acompanha o kit será utilizado em projetos que montaremos nas próximas edições, uma vez que sua programação requer um pouco mais de prática.

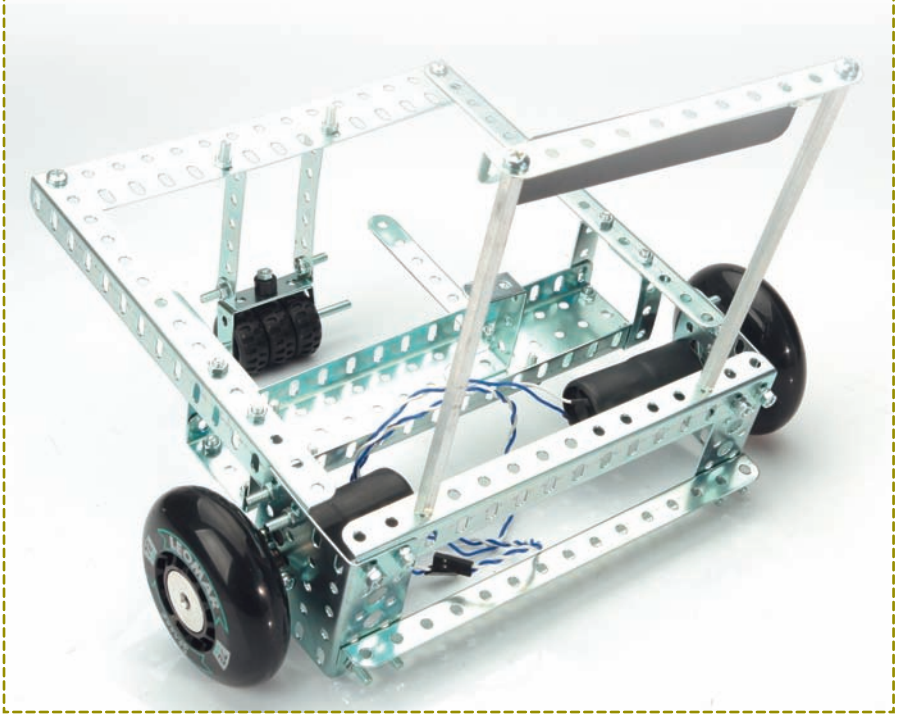
Neste primeiro contato com o Modelix, iremos usar um projeto mais básico com mecânica não muito complexa e acionado por componentes passivos.

Montando o carrinho

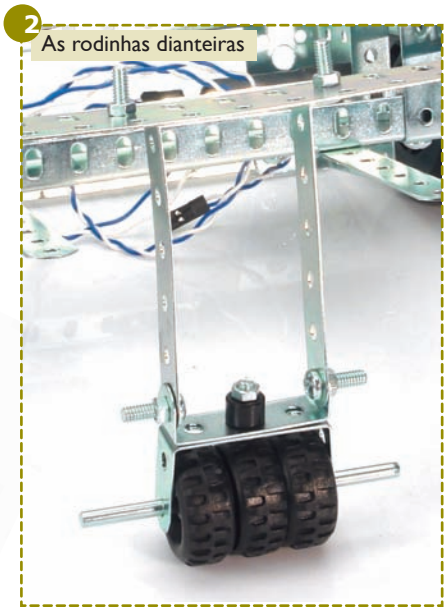
O RS 55 da Modelix vem com um CD com diversos vídeos e arquivos que auxiliam o montador na sua jornada. A montagem não é difícil, mas necessita de atenção.

Como descrever a montagem cujas instruções já estão inclusas não é nenhuma vantagem para quem vai adquiri-lo, resolvemos fazer algumas modificações, uma vez que isso é possível, para que o leitor possa ver outras formas de utilizar as diversas peças que compõem o kit, tomando o cuidado de não usar nada que não esteja incluído no mesmo.

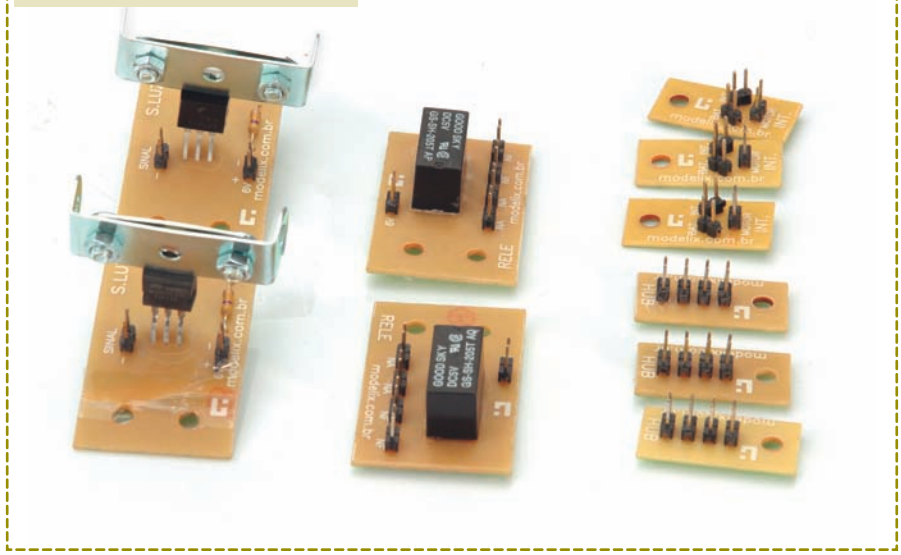
1 A armação do carrinho



2 As rodinhas dianteiras



3 Placas do sistema eletrônico do kit



O que impulsiona nosso carrinho são dois motores, cada um ligado a uma roda de patins, bem resistentes e pesadas por sinal, e por este motivo é importante que as mesmas estejam servindo de contrapeso à garra que fica na parte dianteira.

Uma boa distribuição de peso é fundamental para o veículo não se desequilibrar. Notem que o chassis forma um quadrado na parte traseira onde estão presas as rodas. É essencial que os parafusos sejam bem apertados para que as mesmas não se soltem com a trepidação.

Dois tubos na forma de hastes foram colocados na base acima das rodas traseiras do veículo para instalarmos, em uma posição mais alta, os sensores de luz. Isso foi feito para tornar mais cômodo para quem irá "dirigir", e também porquê os sensores de luz precisam estar voltados para baixo para evitar a luz do sol ou de lâmpadas.

A parte do veículo que sofre menos vibração é a do eixo onde as rodas estão fixadas, portanto as plaquinhas com os componentes serão presas perto delas. Adicionamos uma caixa invertida para apoiarmos as pilhas, e por mais que a vibração venha a movimentá-las, elas serão paradas pelos parafusos de fixação (**figura 1**).

A roda dianteira serve mais de apoio do que como uma roda de direção em si, pois quem dita a direção do veículo são as rodas traseiras, porém para que esta roda não seja um problema de atrito para o carrinho, ela deve ser móvel, mas resistente o suficiente para aguentar o peso, o atrito e o movimento que irá sofrer.

Como é possível ver na foto, a roda dianteira é composta por três rodinhas de plástico comum, um eixo preso por pequenas borrachas e duas peças que reforçam seu ponto central, onde usamos uma contra porca para assegurar a firmeza do conjunto, que deixa o eixo livre para a movimentação das rodinhas (**figura 2**).

Circuito acionador do motor de movimento

O kit Modelix é composto por módulos de Sensores de Luz, Relés, HUBs e centralizadores separados para que o usuário possa ter a maleabilidade de criar o que imaginar. Estas placas possuem conectores de saídas e de entradas que são interligados por meio de fios que também estão inclusos no kit (**figura 3**).

A montagem sugerida pelo fabricante é bem simples e não é preciso conhecer a fundo Eletrônica para montá-la. O sistema é simples: um sensor de luz que aciona um relé e este aciona os motores que colocam o carrinho em movimento. O que propomos aqui é utilizar dois sensores de luz, com dois relés para acionarmos os dois motores de forma independente.

No esquema da **figura 4** temos o diagrama elétrico do acionador.

A chave S_1 liga e desliga todo o circuito e os sensores de luz devem ter a sua sensibilidade ajustada pelo invólucro preto que envolve o LDR. Quanto maior o invólucro, menor é a sensibilidade do LDR à luz externa. Os dois transistores empregados são Darlingtons, e por este motivo tendem a esquentar, de modo que é importante colocarmos um radiador de calor em cada um deles. Felizmente, o próprio kit nos oferece alternativas para isto, como vemos na foto (**figura 5**).

É fundamental notar as polaridade das conexões, pois se invertermos qualquer um dos fios, o sistema não funcionará direito, principalmente a conexão dos fios dos motores. Neste caso, se invertermos a polaridade, o motor rodará para trás. É muito comum esta troca ocorrer nos HUBs que servem de ponto de distribuição da energia das pilhas ao sistema.

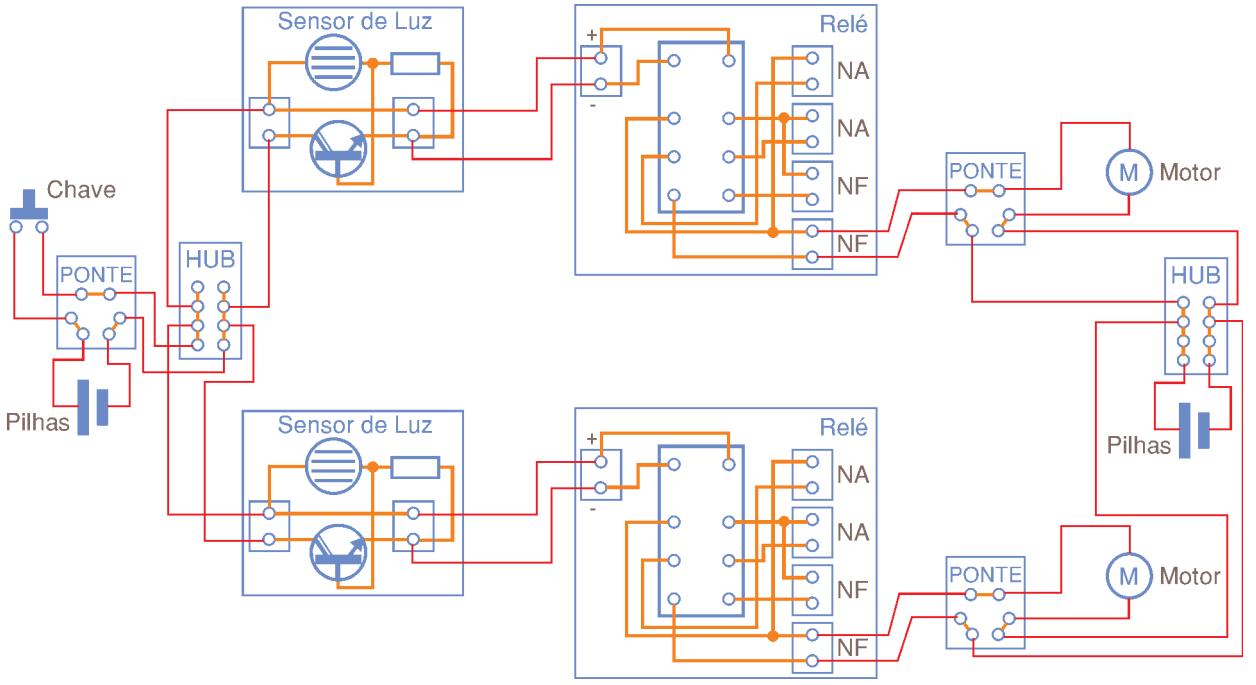
Contraporca:

Com a trepidação, é comum a porca se soltar do parafuso, principalmente quando a peça sofre uma pressão contrária.

Para que isto não ocorra, colocamos uma segunda porca que exerce uma pressão sobre a primeira, uma girando contra a outra, com isso elas não se soltam tão facilmente.

Um recurso que a contraporca possibilita é a montagem do eixo móvel, onde o parafuso tem que ter uma folga da primeira porca, mas tem que permanecer preso à chapa. Desta forma, a segunda porca prende a primeira, impossibilitando-a de se soltar.

4 Diagrama elétrico do acionador



Utilizamos nesta montagem oito pilhas formato AA, sendo que é possível utilizar apenas quatro, porém, quando as pilhas estiverem fracas, o sistema não irá funcionar adequadamente, pois os motores exigem muita potência, razão pela qual resolvemos colocar quatro pilhas para alimentar o sistema de sensores e relés, e outras quatro para acionar os motores.

A Garra

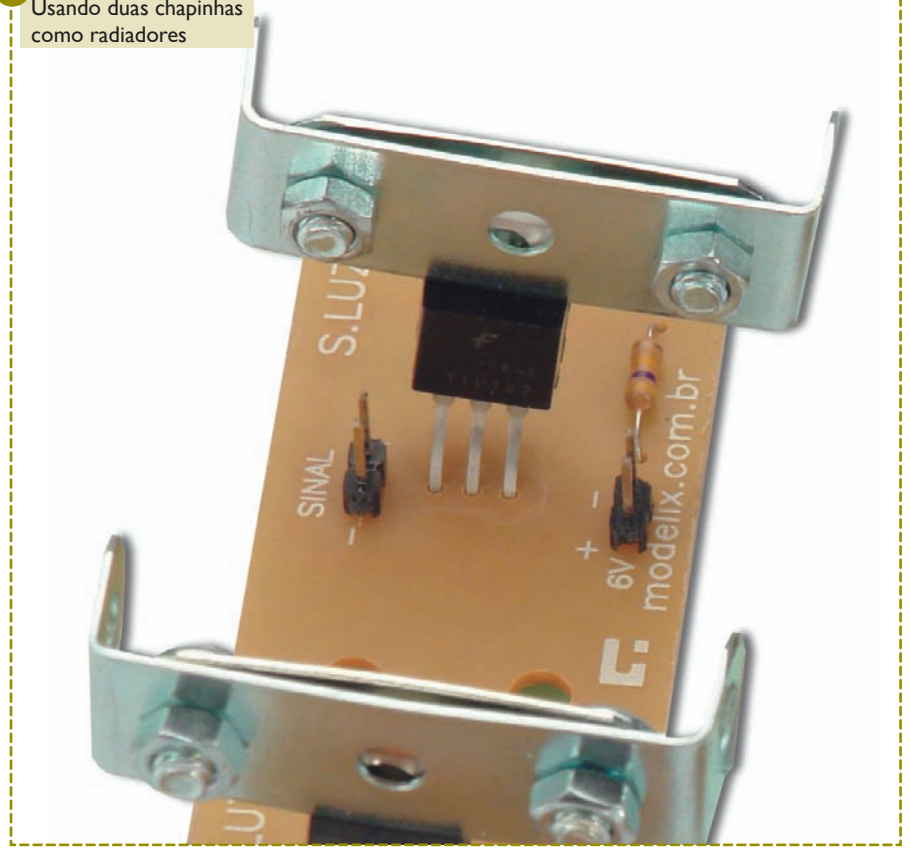
No kit da Modelix vem um exemplo de uma garra mais elaborada, utilizando duas engrenagens grandes, sendo uma para cada lado da garra.

Embora esta também seja funcional, para aumentar as possibilidades de montagem do leitor iremos neste artigo produzir uma outra garra, um pouco mais simples.

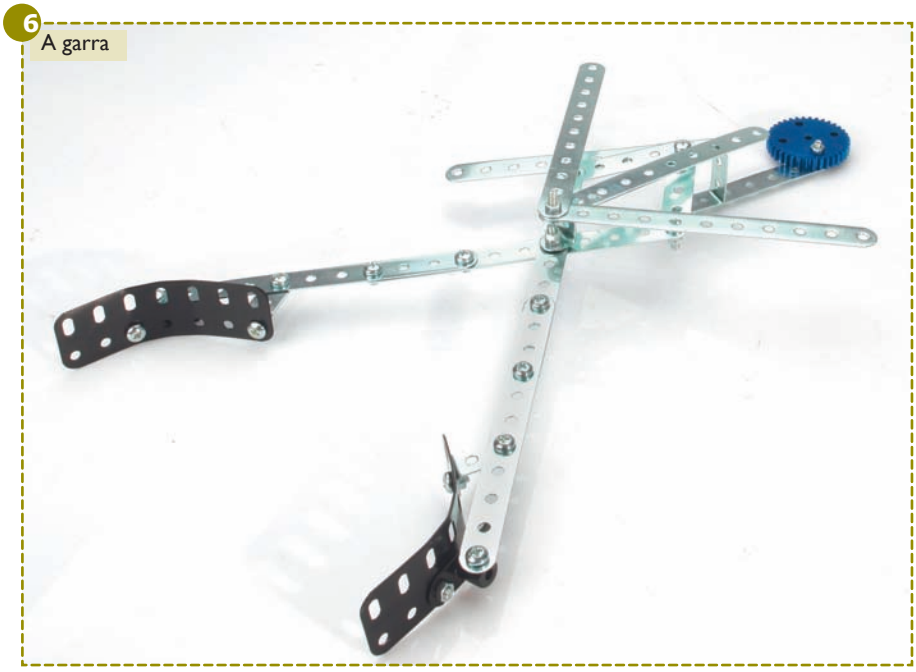
A garra que montamos é no estilo alicate, onde uma chapinha comprida de 10 furos, acrescentada a outra de 10 furos, formam uma haste para uma terceira que curvamos para formar a ponta da garra.

Estas chapinhas formam um "X" preso por um parafuso que o deixa solto, e uma contra porca a segura no lugar. No lado inverso da garra fica a parte que irá pressionar o "X" fechando a mesma. Como observamos na **figura 6**, a haste interna da garra é menor que a externa para servir como alavanca. Como o sistema que fecha a garra está sendo puxado pela caixa de redução, onde a engrenagem é pequena e a sua volta também, a ponta interna do "alicate" da garra tem que ter o tamanho certo para que a engrenagem vire ¼ de volta e abra ou feche totalmente a garra.

5 Usando duas chapinhas como radiadores



6 A garra



Se a garra fosse presa somente pelo seu eixo, quando ela fechasse, iria continuar curvada e rodar sobre o próprio eixo. Por este motivo, adicionamos uma haste que serve de guia para o cursor que abre e fecha a garra, a qual, por sua vez, é presa ao chassis do carrinho.

Caixa de Redução

No kit não vem nenhuma instrução de como se montar uma caixa de redução, pois as engrenagens são colocadas de maneira diferente. O motivo pelo qual resolvemos montar uma caixa de redução é que poderemos utilizá-la em diversas outras aplicações, que iremos mostrar nas próximas edições.

A caixa de redução consiste em duas engrenagens grandes, duas pequenas e uma média, além de algumas polias. Como o motor gira rapidamente, se colocássemos a garra diretamente sobre um atuador, não teríamos tempo de manipulá-la e ela poderia ser danificada pelo impacto. Então, por isso, devemos reduzir a velocidade transmitida pelo motor e assim aumentar sua força.

Sempre que necessitamos diminuir a rotação final de um motor utilizando engrenagens precisamos ter em mente o seguinte: que a engrenagem menor em contato com a maior dá em média 10 voltas enquanto a maior apenas 1. Com isso, o eixo em que está a engrenagem maior rodará uma vez só depois que a outra rodou 10 vezes.

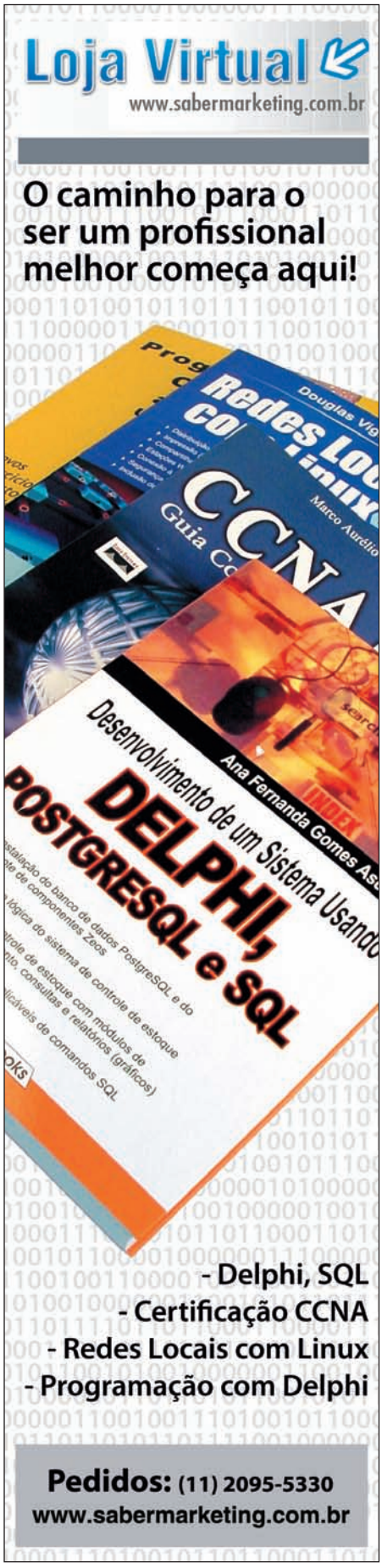
Agora, imagine colocar uma engrenagem menor no mesmo eixo que esta a maior que rodou apenas 1 volta... Ela irá rodar apenas uma vez. Junte está engrenagem menor a uma outra maior e teremos a primeira engrenagem menor rodando 100 voltas, fazendo que a segunda maior e a terceira menor rodem10 vezes, que faz a quarta engrenagem maior rodar apenas 1 volta, logo, enquanto a primeira engrenagem roda 100 vezes a última ira rodar 1 vez, resultando em uma relação de 100 por 1. Pode parecer muito, mas em um motor que gira em alta velocidade isso é pouco (**figura 7**).

Como é possível ver na foto, prendemos o motor do lado oposto da primeira engrenagem que está conectada a uma polia para que ambas aproveitem o atrito que o elástico oferece.

Do outro lado da caixa de redução temos a engrenagem média, que fica do lado de fora da caixa e está conectada no mesmo eixo da quarta engrenagem. Nesta engrenagem média podemos conectar qualquer haste pelos seus furos, ou ainda substituí-la por um polia.

Circuito acionador da garra

Para a montagem do circuito que aciona a garra do nosso projeto, utilizamos o que o kit nos oferece: uma matriz de contato, onde temos junto a ele uma placa do Arduíno, um relé DC 5 V, fios, duas chaves liga/desliga e pinos de conexão.



O acionamento da garra deve ser feito invertendo-se a polaridade de alimentação do motor, para que a mesma abra e feche. Seria comum montar na matriz de contatos uma ponte H, porém o kit vem com apenas 2 diodos. Portanto, teremos que utilizar um relé para fazermos esta inversão. Caso o leitor queira montar a ponte H para controlar a direção do motor, será necessário obter mais 2 diodos 1N4007 que não estão inclusos no kit para executar a montagem.

Conforme o esquema da figura 8, a chave S_1 ativa o relé K_1 deixando-o fechado. Com a chave S_1 desligada, o relé se abre, fazendo com que a polaridade que alimenta o motor mude de sentido, porém o circuito que aciona o motor só é fechado quando pressionamos a chave S_2.

Para acionarmos a garra temos que, em primeiro lugar, acionar a chave S_1 e depois acionar a chave S_2, que irá fechar todo o circuito e girar o motor em uma direção. Quando a garra chegar ao final, pare de pressionar as duas chaves. Depois, para girar o motor na posição inversa, é só apertar a chave S_2, pois o relé estará aberto e assim com o circuito inverso da situação anterior.

O circuito acionador da garra é alimentado por quatro pilhas de 1,5 V. Podem ser utilizadas as pilhas do sistema de locomoção, porém o consumo será maior e a autonomia reduzida.

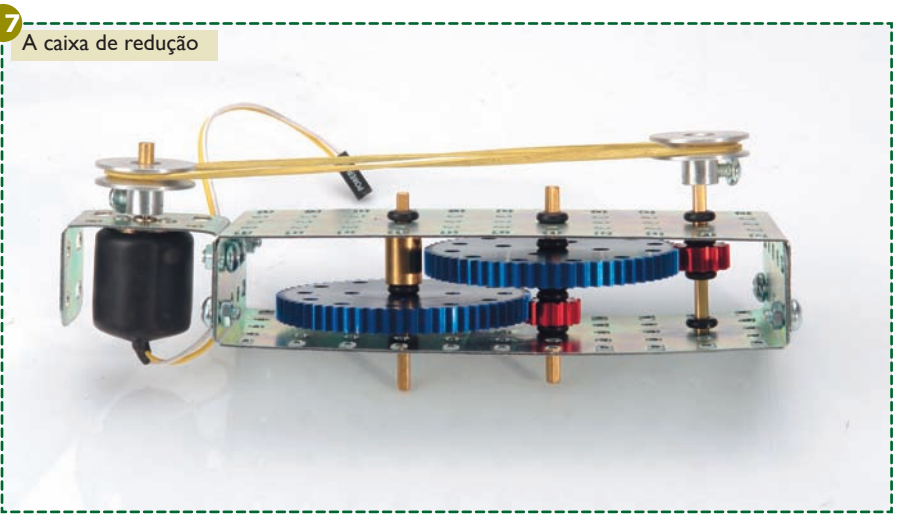
Sistema de alimentação

O kit oferece dois portapilhas, sendo que cada um suporta quatro pilhas AA de 1,5 V, que, somadas, totalizam 6 V e podem, através da utilização de uma ponte, aumentar a carga para 12 V usando as duas ligações. Porém, é importante ver que os relés trabalham em 5 V.

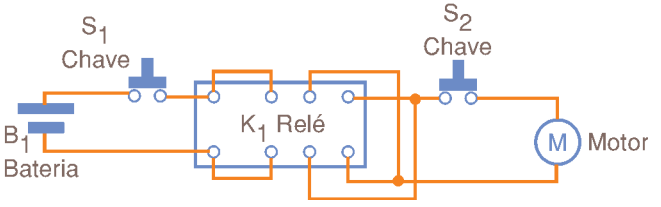
Como a carga é pequena para o tamanho do projeto, o consumo é muito alto e as pilhas se esgotam rapidamente.

Para aumentar a autonomia do sistema, indicamos a utilização de pilhas grandes ou de fontes que forneçam 5 V. As fontes são mais recomendadas porque geram uma amperagem maior, garantindo mais força para os motores.

7 A caixa de redução



8 Esquema elétrico do acionador da garra



Dicas importantes

Como em toda montagem, é comum encontrarmos diversas barreiras. Eu costumo dizer que se um projeto funcionar de primeira, sem apresentar nenhum problema, retorne e reveja todos os itens porque isso não é normal.

Um dos principais problemas encontrados na nossa montagem foi a falta de aperto de alguns parafusos, com a movimentação e trepidação as porcas se soltam, por isso tenha em mãos as ferramentas para pressionar os parafusos sempre que for necessário. Outro problema, é que, quando o projeto vai tomando forma, ficará cada vez mais difícil colocar aquele parafuso específico naquele canto onde ele precisa ficar e que é impossível parafusar, neste caso pare e pense em uma outra forma de se fazer o ajuste.

Na parte eletrônica poderá acontecer também dos relés saírem disparando, ou os motores não funcionarem, ou simplesmente girarem no sentido inverso. Neste caso, reveja a fiação, pois polaridade inversa, como mencionamos acima, cria este efeito. Um conselho que dou é testar os itens separadamente, uma vez que isso ajuda a entender o funcionamento de cada componente. Monte um sensor com um relé e observe se dispara, depois adicione o motor e veja se funciona, dando certo junte ao outro sistema.

Conclusão

O kit da Modelix deixa o usuário que irá fazer a montagem com uma liberdade de alteração do projeto original muito grande, desenvolvendo a criatividade e aumentando o aprendizado de quem monta. Esta é a graça de trabalhar com robótica: saber o que dá certo e o que não funciona tão bem assim.

Isso ficará na mente de quem queimou neurônios tentando fazer aquele determinado robô funcionar, valendo-se mais da prática do que da teoria aprendida na escola. Claro que quanto mais você lembrar sobre as teorias ensinadas nas aulas de Física, mais fácil será aplicar soluções criativas nos seus projetos.

Como Soldar

O sucesso da montagem da parte eletrônica de um projeto de Mecatrônica não depende apenas do emprego dos componentes corretos em uma placa de circuito impresso sem defeitos e de obedecer a todas as recomendações de ajustes e procedimentos dados pelo projetista. Tão importante quanto tudo o que dissemos é uma soldagem bem feita. Quantos projetos não são comprometidos por causa de uma soldagem ruim? Se o leitor ainda não faz uma boa soldagem, ou está pretendendo começar agora a fazer suas montagens, as orientações que daremos neste artigo são de importância vital.

Todos sabem que as montagens eletrônicas exigem o emprego da solda e que esta é feita com um ferro aquecido especial. No entanto, nem todos avaliam a importância que tem uma soldagem bem feita no bom funcionamento de qualquer aparelho.

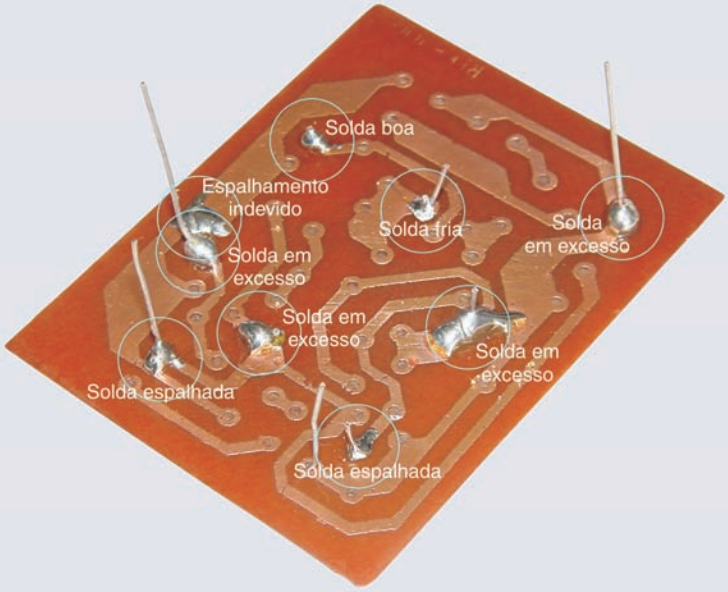
A observação de montagens com soldas em excesso, soldas "frias", soldas irregulares e outras, conforme mostra a **figura 1**, nos leva a afirmar que 50% das causas de problemas no funcionamento são devidas à incapacidade do montador de fazer esta simples operação de soldagem.

A Finalidade da Solda

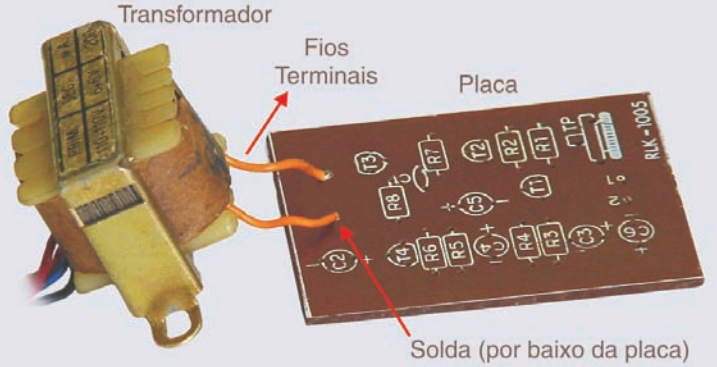
A solda tem duas funções em qualquer aparelho eletrônico: ao mesmo tempo que ela os segura firmemente, também proporciona a conexão elétrica dos componentes com o restante do circuito. Isso significa que a função da solda é tanto elétrica como mecânica, e componentes pequenos, tais como: resistores, capacitores e diodos aproveitam suas duas funções.

No caso que se refere aos transformadores e outros componentes pesados, a solda tem função primordialmente elétrica, pois ela apenas proporciona caminho para a corrente desses componentes através de seus terminais. A função mecânica, nesse caso, é apenas a de prender o terminal e não o componente. Observe a **figura 2**.

1 Erros comuns em uma soldagem



2 Soldagem de um transformador



Outras Funções da Solda

Existe uma terceira função importante da solda que é observada em alguns casos.

Há componentes que se aquecem e o calor que desenvolvem precisa ser dissipado rapidamente para que eles não se queimem. Pois bem, esses componentes podem usar a solda para transferir o calor gerado em seu interior e que passa pelos seus terminais para uma região cobreada da placa que funciona como radiador. Uma solda mal feita, neste caso, pode prejudicar não só funcionamento elétrico do componente como sua refrigeração.

A Solda

Como a finalidade da solda é dupla (e em alguns casos tripla), ela deverá ser feita de um material que tenha propriedades condizentes com aquilo que se deseja dela.

Então, como os componentes eletrônicos que devem ser sustentados são leves, ela não precisa ser extremamente resistente a esforços mecânicos. Por outro lado, ela deve apresentar uma resistência elétrica suficientemente baixa para proporcionar um percurso fácil à corrente elétrica.

O material deverá ainda fundir-se a uma temperatura suficientemente baixa para permitir sua utilização fácil com um soldador pequeno.

Nos trabalhos de eletrônica, emprega-se uma liga de chumbo com estanho que tem as características apresentadas na **figura 3**.

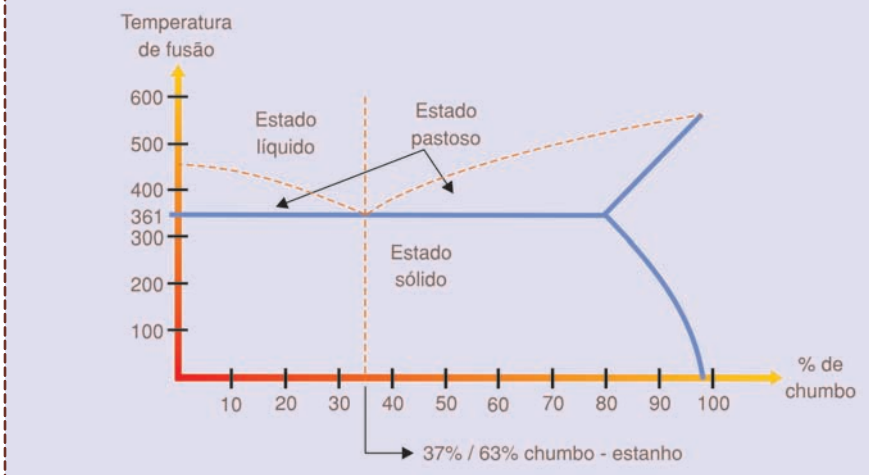
Conforme podemos ver pelo gráfico, a temperatura na qual essa mistura (ou "liga") se funde depende da proporção na qual os dois metais são misturados.

A proporção próxima de 60 partes de estanho para 40 de chumbo é a mais popular, porque ela permite obter uma mistura conhecida como "eutética".

Isso significa que com essa proporção a liga passa praticamente do estado sólido para o líquido sem passar pelo estado pastoso, que não é muito conveniente. Além disso, é nesse ponto de temperatura que ela apresenta o menor ponto de fusão.

Para facilitar os trabalhos de soldagem, essa solda é fornecida em fios que contêm em seu interior uma resina limpadora que ajuda na aderência da solda. Rolos, cartelinhas e mesmo tubinhos podem ser adquiridos contendo essa solda, conforme ilustra a **figura 4**.

3 Composição química da solda de estanho e chumbo.



4 Tipos de embalagem de solda



Em alguns casos, esse tipo de solda pode ser adquirida em barras como, para ser usada em, por exemplo, banhos de solda, quando ela é derretida em um cadinho. Essa solda em barra, entretanto, é mais empregada em processos industriais de soldagem em massa.

Para nós, que vamos fazer pequenas montagens, serviços de reparos e etc, a melhor solda é a que vem em fios de 0,8 a 1,2 mm de espessura e com proporção de estanho-chumbo de 60/40. Esta solda é popularmente chamada de 60 por 40 ou simplesmente "solda para rádio" ou "solda para transistores".

O Soldador

Para derreter a solda no local onde deverá ser feita a junção do terminal de um componente com outro componente ou com uma placa de circuito impresso, é preciso aplicar calor. Isso é conseguido por meio de uma ferramenta elétrica chamada ferro de soldar ou soldador.

5 O tipo mais comum de ferro de soldar



O tipo mais comum de soldador encontrado no mercado tem o aspecto mostrado na **figura 5**.

Os formatos das pontas dos ferros também variam, sendo que as mais empregadas são as pontas retas e as curvas. Um soldador pode aplicar mais ou menos calor em um determinado local, dependendo de sua potência, que é medida em watts (W).

Entretanto, o melhor soldador não é o mais potente, pois se for aplicado muito calor no local de uma soldagem, ele poderá se propagar até o componente e danificá-lo. A maioria dos componentes resiste a um processo de aquecimento em uma soldagem rápida, mas se muito calor for aplicado durante muito tempo ao componente, ele poderá ser danificado.

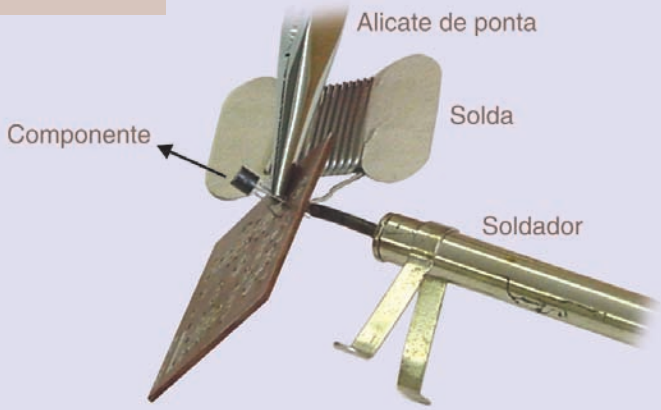
Na **figura 6** indicamos como segurar com um alicate um componente sensível ao fazer a soldagem de modo a evitar que o calor se propague até ele.

O melhor mesmo é dispor de um ferro apropriado com potência de acordo com o trabalho que fazemos e ser hábil em efetuar a soldagem para que não seja aplicado calor em excesso ao local.

Para os trabalhos de montagens com transistores e circuitos integrados, um soldador de 20 a 30 watts é o mais recomendado. Se formos soldar fios mais grossos ou terminais maiores, será interessante ter um segundo soldador com potência entre 40 e 60 watts.

Os soldadores comuns demoram algum tempo para atingir a temperatura ideal para funcionamento, o que pode ser incômodo em determinados tipos de trabalho.

6 Soldando um componente sensível



7 Pistola de soldar



Um tipo de soldador de aquecimento instantâneo é a "pistola de soldar" que é apresentada na **figura 7**.

Quando apertamos o gatilho, uma forte corrente é induzida ao elemento da ponta da pistola, aquecendo-o instantaneamente.

Apesar de ser eficiente, a pistola tem alguns inconvenientes: o primeiro refere-se ao fato da ponta ser percorrida por uma corrente que pode ser perigosa para determinados tipos de componentes. Assim, somente os profissionais com bom conhecimento

do seu trabalho é que deverão usar esta ferramenta para poder saber quais componentes podem ser soldados com ela.

Dessoldagem

Tão importantes quanto as ferramentas de soldagem, são as de dessoldagem. Afinal, pode ser necessário, em um determinado momento, que uma solda precise ser desfeita. Para isso existem sugadores que removem a solda derretida do terminal de um componente e ainda fitas de materiais que "absorvem" a solda dos terminais de um componente quando ela é derretida, para que ele possa ser retirado com facilidade.

Como Soldar

Com o soldador na mão e tendo solda disponível, será interessante que o leitor pratique um pouco antes de conseguir a soldagem perfeita, e somente depois partir para as montagens de aparelhos.

Uma maneira interessante de praticar é retirando componentes de algum aparelho velho e depois soldando-os em numa ponte de terminais, ou em uma placa qualquer de circuito impresso, como ilustra a **figura 8**.

Os procedimentos para se fazer uma solda perfeita são dados a seguir.

Preparação do Soldador

a) Aqueça bem o soldador, deixando-o ligado por pelo menos 10 minutos.

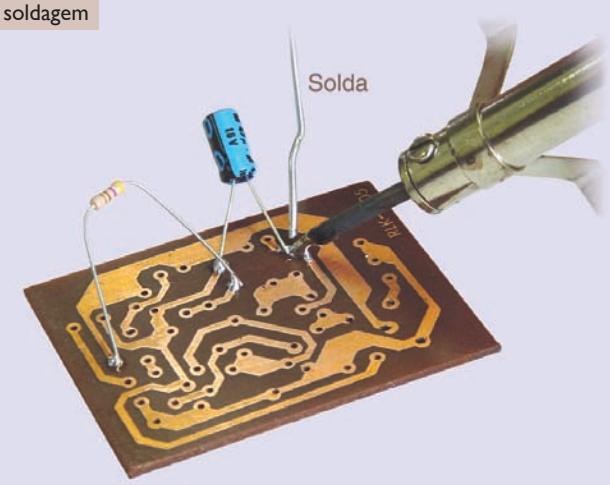
b) Se o soldador for novo, sua ponta deverá ser bem limpa de modo que o metal brilhante apareça. Para isso, utilize uma lima.

c) Estanhe a ponta do soldador. Essa solda irá "molhar" ou "estanhar" a ponta do ferro no local de uso, formando uma região brilhante de metal fundido, observe a **figura 9**.

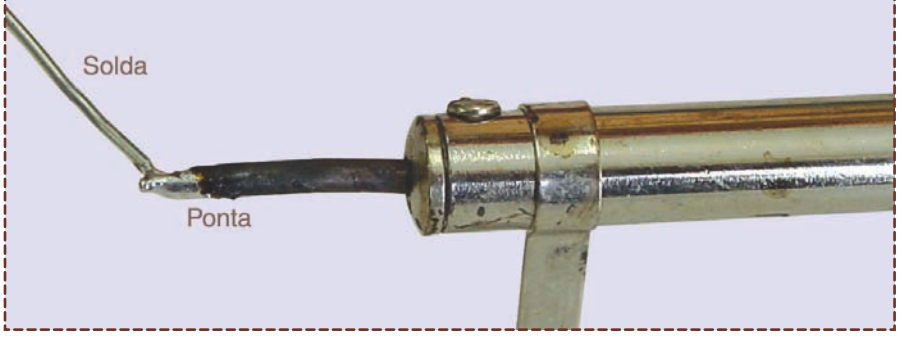
Preparação da Soldagem

a) Se os terminais de componentes, fios ou locais de soldagem estiverem sujos ou oxidados, será preciso limpá-los para que a solda possa aderir. Para isso, use uma lâmina afiada, como a de um canivete, por exemplo, uma lixa fina ou mesmo uma lima. Remova toda a sujeira dei-

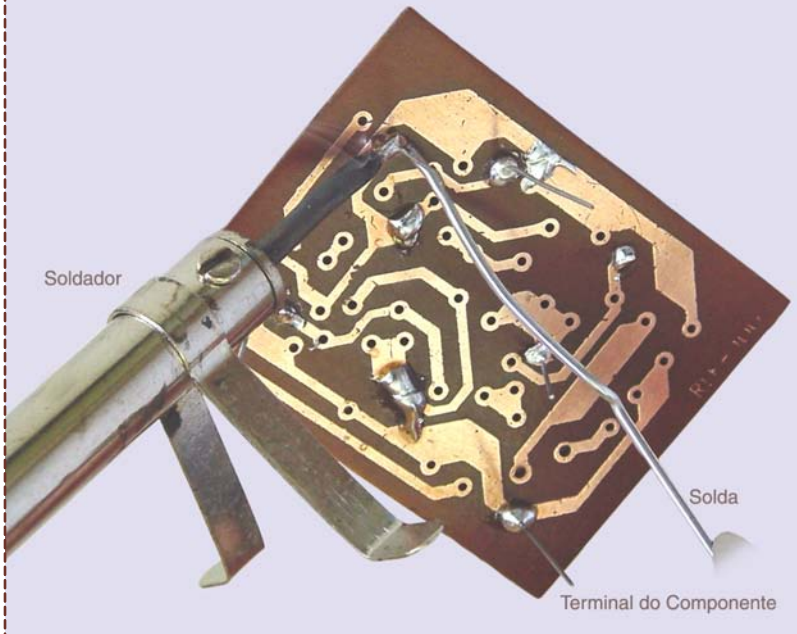
8 Experiência de soldagem



9 Ponta do soldador "molhada" com solda



10 Efetuando uma soldagem corretamente



xando aparecer o metal brilhante no local em que deve ser feita a soldagem.

b) Aqueça o local em que deve ser feita a soldagem, encostando ali a ponta do soldador e imediatamente encoste a solda nos terminais, ou nos locais de solda (não encoste na ponta do ferro). Se o local estiver aquecido, a solda derreterá e envolverá os componentes que devem ser soldados, observe a **figura 10.** Evite usar fluidos ou ácidos, pois os vapores gerados por essas substâncias podem atacar o próprio terminal do componente e outros componentes do aparelho causando corrosão. A solda será melhor, mas a vida útil da conexão ficará comprometida pela corrosão feita no momento da soldagem.

c) Derretendo quantidade suficiente de solda para envolver os elementos que devem ser soldados, afaste o soldador mantendo as peças firmes em sua posição até que a solda esfrie. Para endurecer completamente, o tempo necessário deverá ser da ordem de 5 a 10 segundos dependendo do tamanho da junção. A junção perfeita deve ficar lisa, brilhante e envolver todo o local de junção dos componentes, conforme pode ser visto também na mesma figura onde temos exemplos de soldas imperfeitas.

d) Se o local não for aquecido suficientemente, a solda poderá "empedrar", dando origem a maus contatos, ou seja, o componente não tem a aderência da solda e acabará por ficar solto. Uma solda desse tipo é denominada popularmente de "solda fria" e deve ser evitada de qualquer maneira. Devem ser evitados também espalhamentos de solda que possam provocar curto-circuitos entre os terminais de componentes ou trilhas de uma placa de circuito impresso.

e) Feita a soldagem de todos os componentes de uma montagem, pode-se proteger a placa de circuito impresso com uma camada de verniz incolor. Para outros tipos de montagens e/ou reparações é conveniente verificar se os componentes soldados estão realmente firmes e se não houve "pingamento" de solda capaz de provocar curtos em outros componentes do aparelho.

Se tudo estiver bem feito, o leitor terá garantido um bom funcionamento de seu aparelho, pelo menos no quesito soldagem.

Pratex

Uma outra forma de se dar um bom acabamento a uma placa protegendo-a contra a corrosão, é aplicando Pratex. Trata-se de uma solução de iodeto de prata que ao ser pincelada na parte cobreada, reage liberando uma finíssima camada de prata que se deposita. A prata sofre menor ação do ar (oxigênio) e por isso protege a placa contra a corrosão, dando-lhe um aspecto prateado.

Recomendações Finais

Uma boa soldagem não se consegue na primeira tentativa.

Se o leitor é iniciante e nunca usou um soldador, antes de fazer suas montagens ou trabalhos de reparos, é recomendado praticar como nós orientamos acima.

A solda não "pega" em metais como ferro e alumínio, portanto nenhum componente poderá ser soldado neles.



Seleção de controles de motores

Anteriormente, publicamos na edição nº 48 um estudo sobre motores DC e caixas de redução.Neste artigo, completamos aquele material com uma útil seleção de projetos práticos de controles de velocidade para motores de corrente contínua e também alternada.
Estes motores, com pequena e média potência, podem ser empregados em uma infinidade de aplicações práticas que vão desde projetos domésticos ou instrumentais até para aplicações em automação, mecatrônica, eletrônica embarcada e indústria.
A grande vantagem destes projetos está no fato de que eles se baseiam em componentes tradicionais e que, por isso, podem ser implementados com grande facilidade principalmente em situações de emergência.

Controlamos a velocidade e a potência (torque) de um motor de corrente contínua através da corrente circulante pelo seu enrolamento. Para esta finalidade, o procedimento mais comum é variar a tensão aplicada quer seja modificando-se sua alimentação diretamente a partir da fonte, quer seja utilizando-se um reostato, isto é, um resistor variável em série.

A solução tradicional do reostato não é das mais recomendáveis pela necessidade de se usar um componente caro, como também pelo fato dele dissipar uma quantidade de calor diretamente proporcional à potência do motor controlado.

As soluções eletrônicas podem ser divididas em dois grupos básicos para os motores de corrente contínua:

a) Lineares que funcionam como reostatos, mas onde o resistor variável é substituído por um dispositivo eletrônico de maior rendimento como, por exemplo, um circuito integrado ou um transistor.

b) PWM em que a potência aplicada depende do ciclo ativo de uma tensão de alimentação e que pode ser variada externamente de modo simples com componentes de pequena dissipação.

A seleção de circuitos dada a seguir engloba os dois tipos de tecnologia para o controle de motores de corrente contínua comuns.

Teremos também no final da seleção alguns circuitos práticos para o controle de motores de corrente alternada usando retardo de disparo no semiciclo da rede de alimentação com dispositivos semicondutores do tipo SCR e TRIAC.

Reostato Simples

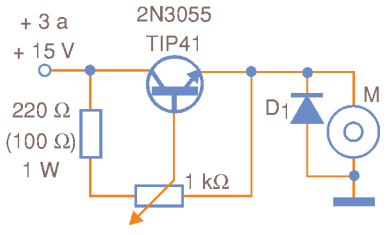
O primeiro projeto apresentado pode controlar linearmente a corrente circulante através de um motor que tenha uma corrente tipicamente de até 3 ampères para os transistores indicados.

O circuito é mostrado na **figura 1** faz uso de um transistor 2N3055 (para correntes até uns 3 A) ou um TIP41 (para correntes até uns 2A).

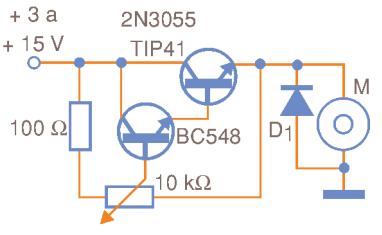
Na verdade, o 2N3055 pode controlar correntes bem maiores, mas o calor desenvolvido também será muito grande, o que implica na necessidade de se empregar dissipadores de calor de dimensões bastante grandes.

O potênciômetro de controle deve ser de fio e o resistor precisa ter uma dissipação de pelo menos 2 W.

1 Circuito do reostato simplês



2 Reostato eletrônico



O resistor eventualmente deve ter seu valor alterado (reduzido) caso a corrente máxima não seja alcançada de modo a compensar um menor ganho do transistor. Os transistores, ainda que sejam do mesmo tipo, possuem uma faixa de ganhos bastante ampla que pode influir no desempenho deste modo de controle.

Observamos que este circuito desperdiça uma boa potência, a qual se converte em calor. O diodo de proteção em paralelo com o motor pode ser de qualquer tipo de silício como, por exemplo, o 1N914 ou 1N4148 ou mesmo 1N4004.

Reostato Eletrônico (2)

A diferença deste circuito em relação ao anterior está no fato de podermos usar um potenciômetro de maior resistência, e, portanto, menor dissipação. Neste caso, o potenciômetro pode ser de carbono e até mesmo sensores resistivos como LDRs e NTCs podem ser empregados em seu lugar,

O circuito exibido na **figura 2** usa como transistor de potência um 2N3055 que possibilita o controle de correntes de até 3 A, ou um TIP41 para correntes até uns 2 ampères pelos motivos discutidos no projeto anterior.

O outro transistor pode ser qualquer NPN de uso geral, eventualmente um NPN de média potência como o BD135, caso o BC548 não forneça corrente suficiente para a excitação completa da carga e o resistor de 100 ohms deva ser reduzido.

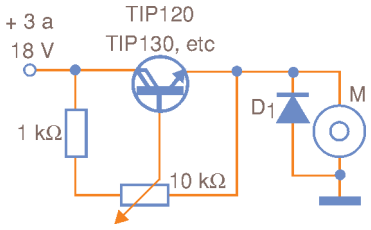
O transistor de potência, qualquer que seja ele, deve ser montado em um radiador de calor compatível com a corrente do motor que está sendo controlado.

O diodo de proteção em paralelo com o motor é o mesmo recomendado no projeto anterior.

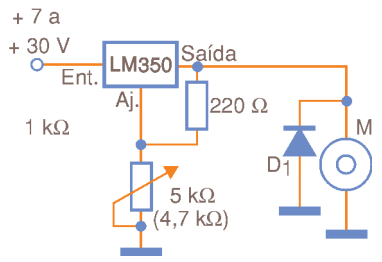
Reostato com Transistor Darlington

Em lugar de usarmos dois transistores ligados na configuração Darlington, como no projeto anterior, podemos partir diretamente para um transistor do tipo Darlington como os da série TIP da Texas ou mesmo BD. Na **figura 3** mostramos como isso pode ser feito.

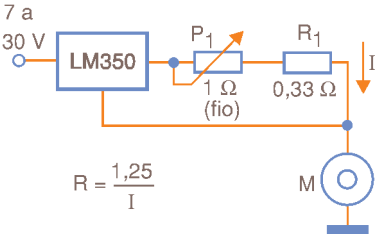
3 Reostato c/ transitor Darlington



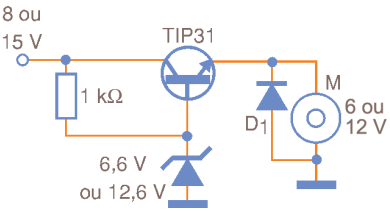
4 Circuito do controle linear de velocidade p/ motor CC



5 Fonte de corrente constante



6 Circuito de regulador de tensão com zener



É possível encontrarmos transistores da série TIP (Darlington) com correntes que vão de 1,25 A como o TIP110 até vários ampères como os TIP120, TIP130, etc.

O comportamento deste circuito é o mesmo do anterior e sensores resistivos podem ser utilizados em lugar do potenciômetro.

O transistor de potência deve ser montado em um radiador de calor compatível com a corrente do motor que vai ser controlado.

Controle Linear usando CI

Circuitos reguladores de tensão lineares como os da série LM150/250/350 com correntes algo elevadas, chegando aos 3 ampères, servem como controles lineares de velocidade de motores de corrente contínua.

Na **figura 4** indicamos como estes CIs podem ser usados em um circuito básico em que a tensão de entrada deve ser a do motor mais uns 2 V, de modo a termos uma faixa de ajuste apropriada.

Esta faixa de ajuste ficará entre 1,25 V e a tensão máxima que o motor deve receber no seu funcionamento normal.

O valor mínimo de 1,25 V deve-se ao fato de que o zener interno do CI tem este valor que é, portanto, o ajuste mínimo da tensão de saída. Este fator deve ser levado em conta, pois o motor pode não parar na velocidade mínima ajustada se tiver com pouca carga.

O circuito integrado LM350T usado neste projeto tem invólucro TO-220 e deve ser montado em um bom radiador de calor.

O diodo de proteção D_1 é o mesmo recomendado para os projetos anteriores.

Fonte de Corrente Constante

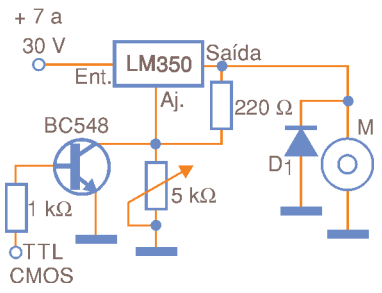
Uma forma de se manter a rotação de um motor quando a carga varia, ou quando a tensão de entrada varia, é utilizando uma fonte de corrente constante.

Esta fonte pode ser facilmente implementada com circuitos integrados reguladores de tensão como o LM350. Como isso é feito, é visto na **figura 5**.

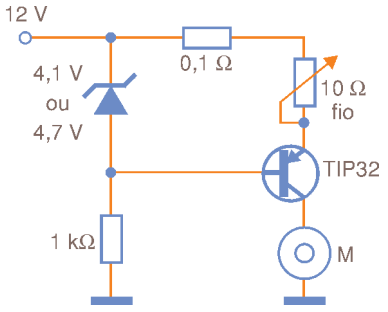
O resistor R (que é dado pela soma de R_1 com a resistência apresentada por P_1) determina a intensidade da corrente na carga, a qual vai se manter constante mesmo que a tensão e a sua resistência variem.

Assim, para uma corrente de 1,25 A, por exemplo, conforme a fórmula dada junto ao diagrama, a resistência total deve ser ajustada em 1 ohm.

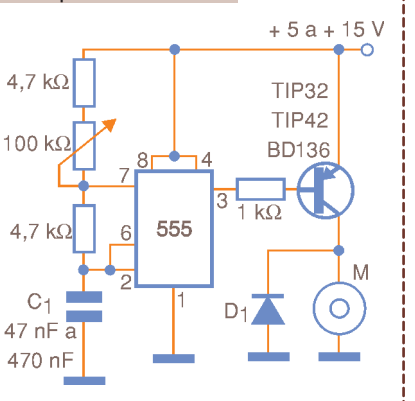
7 Circuito de controle lógico de um motor CC



8 Fonte de corrente constante



9 Circuito de um controle PWM p/ motor CC



O resistor e o potenciômetro devem ser de fio, e o circuito pode alimentar motores com correntes de até 3 ampères.

O circuito integrado LM350T é encontrado em invólucro TO-220 e deve ser dotado de radiador de calor apropriado.

Regulador Simples com Zener

O circuito exibido na **figura 6** mantém constante a tensão sobre um motor mesmo com variações da tensão de entrada, ou da corrente exigida pelo motor dentro de uma certa faixa de valores.

O transistor TIP31 pode controlar motores com uma corrente máxima da ordem de 1,5 A (com uma margem de segurança), mas transistores de maior corrente podem ser usados.

O diodo zener determina a tensão de saída que deve ser a tensão aplicada ao motor controlado. Podem ser usados diodos zener de 400 mW a 2 W de dissipação.

Este diodo tem uma tensão 0,6 V maior que a tensão do motor para compensar a queda na junção base emissor do transistor.

O diodo de proteção é do mesmo tipo que os indicados no primeiro projeto desta série. Outras tensões podem ser obtidas deste circuito com o uso de um diodo zener apropriado.

Lembre-se apenas de que a tensão de entrada deve ficar entre 2 e 6 V a mais do que a tensão desejada na saída.

Eventualmente, o resistor de 1 k deve ser alterado para se obter corrente na base do transistor que satu-re o componente. Valores entre 470 ohms e 2,2 k ohms podem ser experimentados.

Controle Lógico

Sinais lógicos podem ser usados para controlar um motor de corrente contínua de até 3 ampères com o circuito indicado na **figura 7**.

Neste circuito, quando o sinal na base do transistor é alto, este componente vai ao corte e a tensão aplicada ao motor é a ajustada no *trimpot* de 5 kΩ. Esta tensão deve ser a nominal do motor para que ele rode em velocidade máxima.

A tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior que a tensão nominal do motor.

Quando o nível lógico de controle for alto (1), o transistor irá à saturação e a entrada de ajuste do CI será aterrada. Nestas condições sua tensão de saída cai para aproximadamente 1,25 V, o que leva o motor a rodar numa condição de mínima potência, ou mínima velocidade. Esta tensão de 1,25 V é a tensão do zener interno do CI e não pode ser alterada.

O CI deve ser dotado de radiador de calor e a corrente máxima controlada é de 3 A . O diodo de proteção é o mesmo recomendado nos projetos anteriores.

Corrente Constante com Transistores

Uma fonte de corrente constante usando transistor bipolar pode ser implementada para o controle de motores de corrente contínua, conforme ilustra a **figura 8**.

A intensidade da corrente é ajustada em um potenciômetro de fio cujo valor vai depender do valor máximo desta corrente.

Para o transistor indicado, esta corrente é da ordem de 1 A .

O transistor deve ser montado em radiador de calor.

O diodo zener é de 400 mW a 2 W de dissipação com os valores indicados. Este circuito é indicado para motores de 6 a 12 V.

PWM com o 555

O circuito integrado 555 na configuração estável pode ser usado como um eficiente controle PWM para motores de corrente contínua com tensões de até 12 V.

Na **figura 9** mostramos um controle que tem uma corrente máxima entre 1 A e 3 A conforme o transistor usado.

O controle do ciclo ativo do oscilador astável é obtido com o potenciômetro de 100 kΩ. O capacitor C_1 deve ter seu valor escolhido na faixa indicada, de modo a não causar vibração excessiva no motor. Para cada tipo de motor o valor deve ser diferente dadas suas diferenças, tanto de características elétricas quanto de características mecânicas.

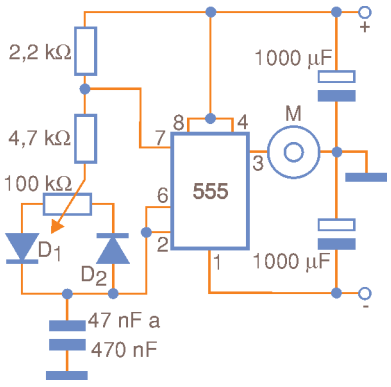
O transistor deve ser montado em um radiador de calor e a tensão de alimentação precisa ser a máxima desejada para o motor.

O diodo D_1 é do mesmo tipo indicado nas outras montagens desta série.

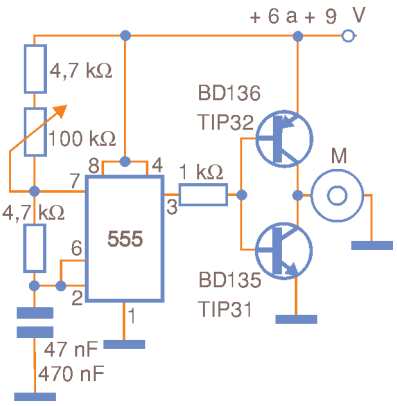
PWM Antifase

Neste tipo de circuito a parada do motor se obtém quando o ciclo ativo da tensão aplicada é 50%. Isso ocorre quando o potenciômetro está com o cursor na posição central.

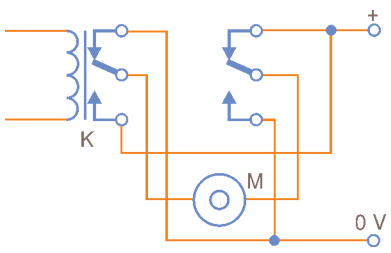
10 Circuito do PWM antifase



11 Antifase PWM de potência elevada



12 Circuito de reversão usando Relé



Quando variamos o ciclo ativo para mais ou para menos, o motor acelera em um ou noutro sentido, o que quer dizer que este tipo de controle é bidirecional.

Para o circuito indicado usamos a saída direta do 555, o que limita a corrente do motor controlado a 50 mA. Na **figura 10** temos o circuito completo deste tipo de controle.

Observe que a fonte de alimentação deve ser simétrica com um valor máximo de 6 + 6 V.

Os diodos são de uso geral, e o valor do capacitor junto aos diodos precisa ser escolhido na faixa indicada, de modo a não provocar oscilação excessiva no motor na condição de parada.

Lembramos que este tipo de controle só deve ser empregado com motores de pequenas potências, pois na condição de parada ele oscila dissipando toda a potência em forma de calor.

Antifase de Maior Potência

Não é conveniente trabalhar com controles antifase em frequências baixas com potências elevadas, uma vez que na condição de 50% do ciclo ativo (motor parado) ele recebe um sinal de potência total, mas não gira. Nestas condições, esta potência se converte em calor.

Se o motor usado tiver condições de dissipar esta potência, ou não permanecer por muito tempo parado na aplicação, o circuito da **figura 11** pode ser utilizado com motores de até 500 mA.

O capacitor de temporização deve ser escolhido de acordo com as características do motor para que ele não vibre excessivamente na condição de parada, ou nas baixas velocidades.

Os transistores devem ser dotados de radiadores de calor e a fonte de alimentação precisa ser simétrica.

Reversão com Relé

É possível inverter o sentido de rotação de um motor de corrente contínua simplesmente invertendo o sentido da circulação da corrente através dele. Para fazermos isso usando um relé ou chave de 2 polos x 2 posições, podemos empregar o circuito ilustrado na **figura 12**.

Neste circuito, em que damos como exemplo o controle através de um relé, quando o relé está desenergizado, o motor gira em um sentido, e quando energizado, o motor gira no sentido oposto.

Os contatos do relé ou chave usados neste circuito devem ser capazes de suportar a corrente exigida pelo motor.

Se a chave e o relé tiverem uma posição neutra (3 posições), ela pode ser usada para manter o motor parado.

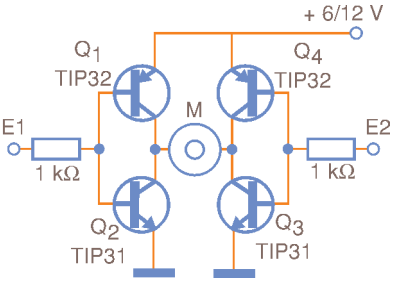
Reversão com Ponte H

A melhor maneira de se ter o controle do sentido de rotação de um motor de corrente contínua é com o uso de uma ponte H (*H-Bridge*).

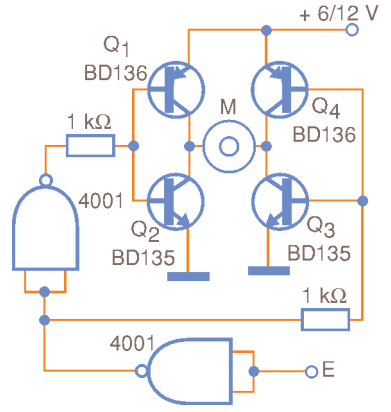
Na **figura 13** temos um exemplo de ponte que pode ser utilizada para controlar motores de corrente contínua de até uns 2 ampères.

O sentido de rotação do motor ou sua condição dependem dos níveis lógicos aplicados nas entradas E_1 e E_2, conforme a **tabela 1.**

13 Circuito de reversão com Ponte-H



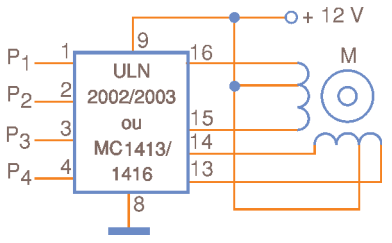
14 Circuito de reversão com lógica usando Ponte-H



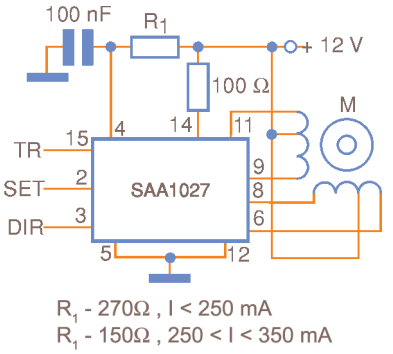
T1

E1	E2	Sentido
0	1	direto
1	0	inverso
0	0	parado
1	1	parado

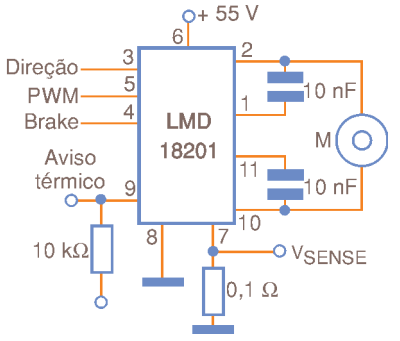
15 Controle de Motor de Passo - I



16 Controle de Motor de Passo - II



17 Circuito de um Controle PWM p/ Motor CC



Os transistores devem ser dotados de radiadores de calor, e entradas TTL ou CMOS podem ser usadas para a excitação do circuito.

Ponte H com Lógica

Um dos pontos negativos do circuito anterior é que existem duas combinações de estado que não devem ser usadas, que são as duas entradas no mesmo nível.

Para se obter um circuito com lógica, podemos usar inversores feitos com portas NOR or NAND ou mesmo inversores completos.

Como isso é feito, é mostrado na **figura 14**.

Este circuito tem uma única entrada cujo nível determina o sentido de rotação do motor.

No nível alto ele gira num sentido e no nível baixo no sentido oposto. O circuito pode ser usado com motores de até uns 500 mA para os transistores usados.

Transistores de maior potência podem ser empregados para motores que exijam mais correntes, desde que a lógica possa excitá-los. Para isso, deve ser levado em conta seu ganho.

Os transistores devem ser montados em radiadores de calor de acordo com a intensidade da corrente que precisa ser controlada.

Motores de 6 a 12 V podem ser controlados com este circuito. Observe que a lógica não precisa ser necessariamente alimentada com a mesma tensão da etapa de potência.

Controle de Motor de Passo – I

Os motores de passo são encontrados em diversos automatismos que necessitam de circuitos especiais de controle. Na **figura 15** temos um controle típico baseado no circuito integrado ULN2002, ou ULN2003, cujas entradas são compatíveis com lógica TTL ou CMOS. Estes circuitos têm como equivalentes da Motorola os tipos MC1413 e MC1416. Todos são capazes de controlar motores de passo com correntes de até 1 ampère.

A sequência lógica de pulsos que vai determinar o posicionamento do motor é aplicada nas entradas P_1 a P_4. A alimentação do circuito é feita com uma tensão de 12 V.

Controle de Motor de Passo – II

Um circuito integrado bastante popular no controle de motor de passo e que faz uso de entrada serial é o SAA1027. Ele pode controlar motores de até 350 mA com tensão de 12 V na configuração exibida na **figura 16.**

Na entrada TR (disparo) aplicamos os pulsos de controle, e na entrada SET controlamos a habilitação do motor. Na entrada DIR temos o sentido da rotação do motor.

O resistor R_1 tem valor que depende da intensidade da corrente exigida pelo motor e seus valores são indicados junto ao diagrama.

Controle PWM com o LMD18201

O circuito integrado LMD18201 da National Semiconductor pode controlar motores de até 3 A com tensões de até 55 V na configuração mostrada na **figura 17**.

Este circuito é formado por uma ponte H e possui diversos recursos de controle.

Nas entradas *Direção*, *PWM* e *Brake*, controlamos o movimento do motor. Na saída Aviso Térmico temos o aparecimento de um sinal em caso de sobreaquecimento, caso, por exemplo, em que o motor trava.

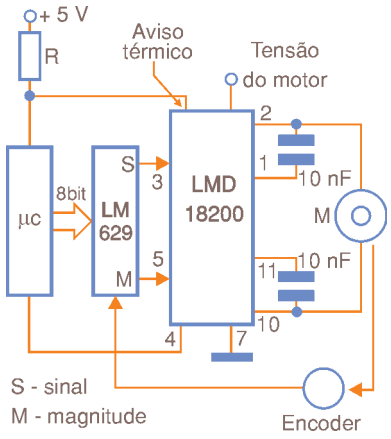
Finalmente, na saída *Vsense* temos uma tensão que depende do consumo do motor. Para cada ampère temos 0,1 V. Este tensão possibilita controlar a carga do motor através de um amplificador operacional e um circuito apropriado de controle.

Controle por Microprocessador

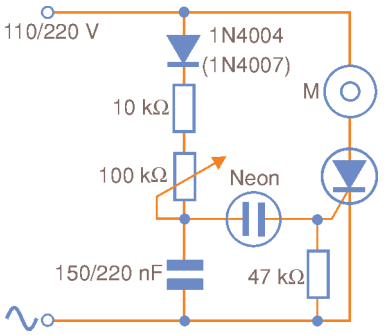
Na **figura 18** mostramos como utilizar o LMD18200 no controle de um motor de corrente contínua a partir de um microcontrolador

O LMD18200, da National, consiste numa ponte H da alta potência (55 V x 3 A) e pode ser interfaceado com um microcontrolador de 8 bits. Veja que a alimentação para o microcontrolador deve ser feita com 5 V e neste circuito temos a conexão do aviso térmico através de um resistor R.

18 Controle de Motor CC com Microcontrolador



19 Controle universal com uso de SCR



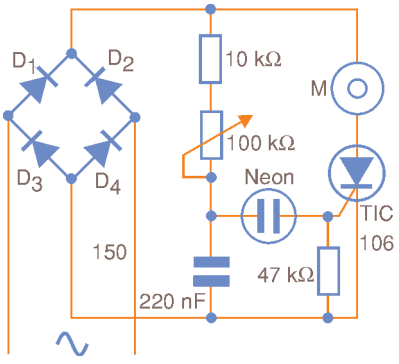
Controle Universal com SCR

Para o controle de meia onda de motores universais conectados à rede de energia uma configuração bastante simples é a exibida na **figura 19**.

Neste circuito ajusta-se o ponto de disparo no semiciclo através do potenciômetro de 100 kohms, dosando-se assim a potência aplicada ao motor. O elemento de disparo nesta aplicação é uma lâmpada néon, mas podemos usar um dispositivo semicondutor equivalente de melhor desempenho que é o DIAC.

O circuito indicado para motores de até 3 A usa um SCR TIC106. O sufixo deve ser B, se a rede for de 110 V, e D se a rede for de 220 V. Eventualmente o capacitor deve ter seu valor ajustado de modo a abranger a faixa de ajuste de potêencias que, neste caso, é de 50%.

20 Controle Universal c/ SCR de Onda completa



Controle Universal com SCR de onda Completa

Uma faixa de ajuste de potência de 0 a 95% aproximadamente pode ser obtida com o circuito apresentado na **figura 20**.

Este circuito é indicado para o controle de velocidade de motores universais e, inclusive, de potência para cargas resistivas. Também podemos usar neste caso um DIAC em lugar da lâmpada néon, sendo que o capacitor de temporização deve ser ajustado para se obter a faixa completa de potências.

Os diodos da ponte devem ser capazes de trabalhar com a corrente exigida pelo motor.

O SCR deve ser dotado de um bom radiador de calor.

Observamos que, tanto este circuito quanto o anterior, pela sua comutação rápida, geram interferências que podem se propagar via rede de energia. Esta interferência pode ser eliminada com a ajuda de um capacitor de 100 nF em série com um resistor de 330 Ω, ambos entre o anodo e o catodo do SCR. O uso de filtros entre a rede de energia e estes controles também é recomendado.



Criação de Circuitos Pneumáticos no FluidSIM

Rafael Gonçalves de Souza

Nesta Oportunidade, conheceremos o simulador de circuitos pneumáticos FluidSIM, idealizado pela empresa Festo Automação, que é excelente e de grande ajuda para o projetista mecatrônico, pois, além de trabalhar com componentes pneumáticos, também possibilita criar circuitos elétricos e fazer a comunicação em entre eles, produzindo, por sua vez, circuitos eletropneumáticos. Trabalharemos com a versão demo em espanhol, que pode ser baixada em nossa comunidade no novasaber.ning.com, e com circuitos simples e básicos, ideais para o aprendizado do software.

A interface do software é bem simples e intuitiva: do lado esquerdo temos uma biblioteca com os elementos pneumáticos, que são apresentados na forma de sua simbologia, o que nos ajuda a compreender melhor o circuito. Veja a tela de apresentação na **figura 1**.

Elaborando um circuito de comando direto

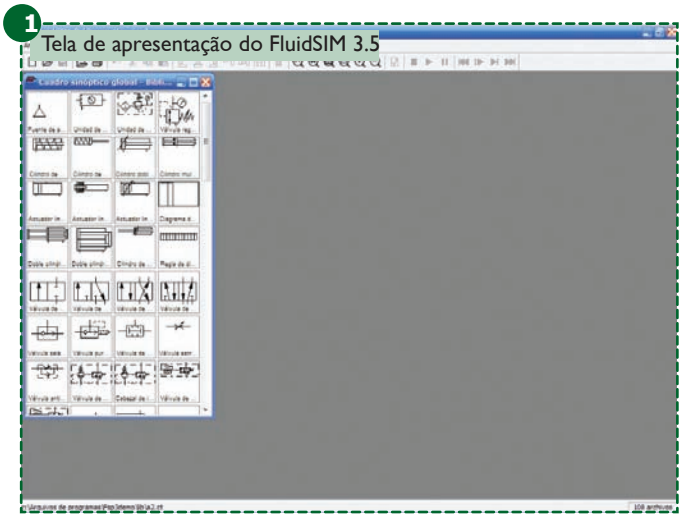
Para elaboração do primeiro circuito, clique em *Archivo*, depois em *Nuevo*, ou utilize o comando Ctrl+N. Assim se abrirá a tela de trabalho em branco onde será feito nosso circuito.

Identificamos nosso primeiro componente do circuito, a Unidade de Ar Comprimido pelo símbolo de um triângulo, o primeiro componente da esquerda da biblioteca. Basta clicar no componente na biblioteca e arrastar para área de trabalho à direita.

O segundo componente a ser escolhido é a Válvula 3/2 vias Normalmente Fechada (NF) com acionamento manual e retorno por mola. Há também válvulas normalmente abertas (NA) e a diferença entre os dois tipos é a maneira como entra o ar. Em uma válvula NA, o fluxo do ar passa direto e já aciona o atuador ou pistão, o que não acontece em uma válvula normalmente fechada, que depende de um acionamento manual, mecânico ou elétrico.

O terceiro componente utilizado é o Atuador de Simples Ação com Retorno por Mola ou, como ele é chamado em nossa biblioteca no *FluidSIM*, cilindro de simples efeito.

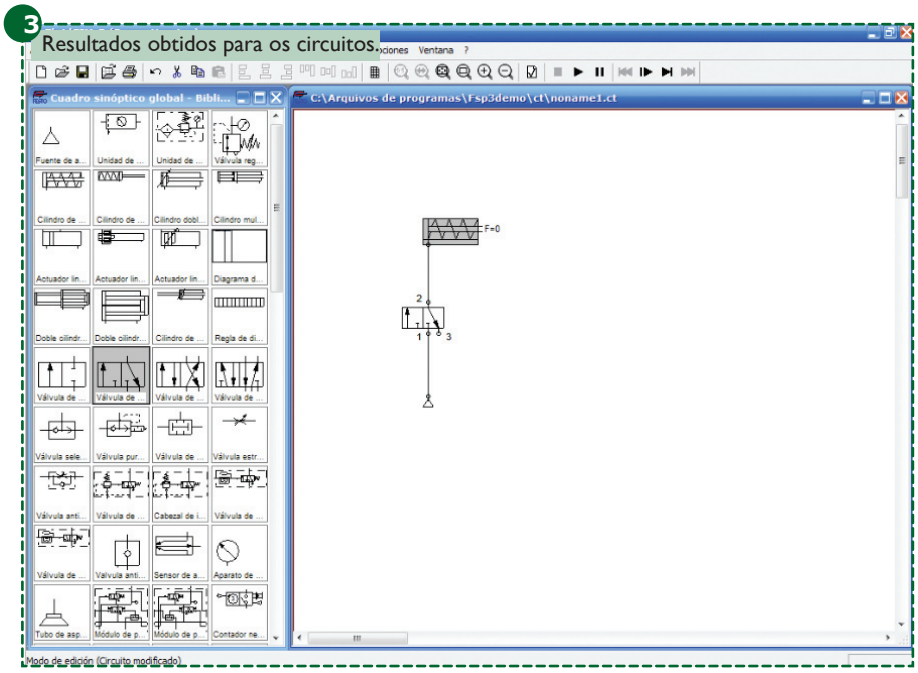
1 Tela de apresentação do FluidSIM 3.5



2 Três elementos para trabalho.



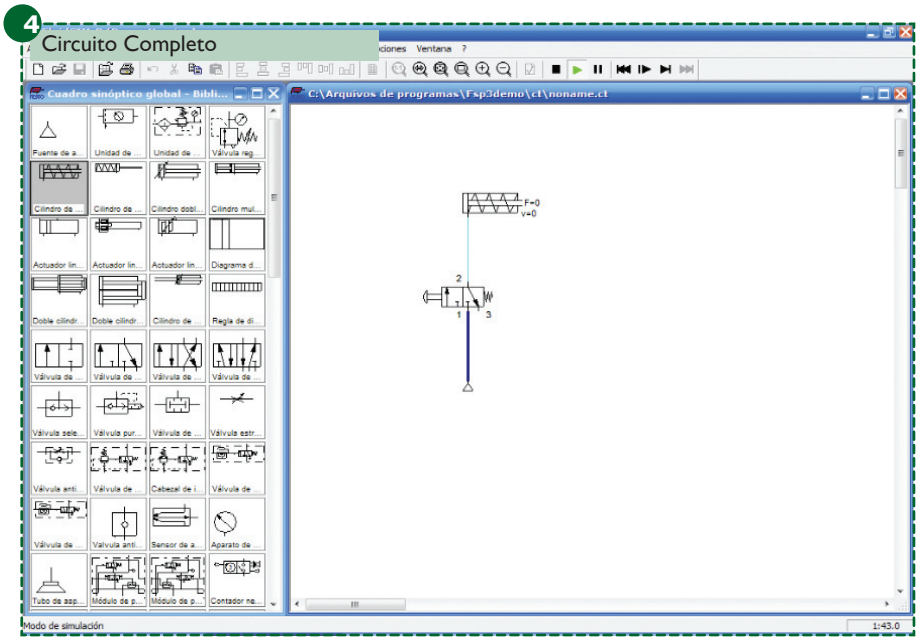
3 Resultados obtidos para os circuitos



5 Clicando na opção "Retorno por



4 Circuito Completo



Então, temos em nossa tela na **figura 2**, os três elementos onde vamos trabalhar nosso circuito.

Podemos verificar que nas extremidades de cada componente existem pequenos círculos que, ao colocarmos o ponteiro do *mouse*, ficam na cor verde. Assim, é possível clicar neste círculo de nosso primeiro componente (a unidade de ar comprimido), e segurando o botão do mouse, o levamos até a conexão 1 da válvula onde temos um círculo que também fica da cor verde e, ao soltarmos o botão, uma linha surge. Trata-se da linha de pressão do circuito. Faça o mesmo levando do circulo da conexão 2 da válvula para a entrada do cilindro formando, assim, a mesma linha.

Observamos na **figura 3** como ficaram nosso circuitos com a linha de pressão.

Agora vamos definir o acionamento de nossa válvula para, depois, efetuarmos a simulação do circuito. Com dois cliques no símbolo da válvula, aparece a sua tela de configuração, onde escolhemos para nosso acionamento um botão manual, que no FluidSIM encontra-se na opção *Esfuerzo* . Para escolhermos a forma de retorno, em nosso caso por mola, no lado direito basta clicar na opção retorno por mola, como mostra a **figura 4**. Feito isto clicamos em *Aceptar*.

Agora temos nosso circuito completo (**figura 5**) pronto para ser testado no simulador. Ao pressionar a tecla *F9*, verifique que o ponteiro do mouse vira uma mão. Guie o ponteiro "a mão" até a válvula e a mesma terá um dedo indicador. Basta segurar o botão e observar que o cilindro é acionado. Soltando-o, o cilindro retorna rapidamente pelo esforço da mola.

Importante:

Os arquivos não podem ser salvos na versão demo do programa, então, para comprar a versão completa, entre em contato com a Festo Automação. Para baixar a versão demo: **http://novasaber.ning.**

Importante:

Como utilizamos a versão demo do software, ao pressionarmos a tecla F9 para fazer a simulação, ele vai fazer duas perguntas. Basta clicar em *Aceptar* na primeira e *Si* na segunda, assim a simulação pode ser executada.

Monta treko

Um computador elementar, um circuito para simular o som de uma metralhadora e uma experiência eletroquímica são alguns dos projetos que você encontra no Monta-treko desta edição. Como de costume, selecionamos mais sete projetos para o leitor aprender e se divertir com seus amigos, alunos ou professores.

Newton C. Braga

Projeto 01: Metralhadora com Relé

Este simples circuito imita o som de uma metralhadora e, se usarmos um capacitor maior, também pode reproduzir o som de uma pistola de repetição. Simples de montar, ele utiliza poucos componentes, alguns dos quais obtidos de aparelhos fora de uso. Dentre as aplicações, podem ser indicados brinquedos, efeitos sonoros em montagens mecatrônicas e robôs.

O princípio de funcionamento é o seguinte: quando pressionamos S_1, o capacitor carrega-se, porém instantaneamente abre seus contatos e o relé interrompe a alimentação pela atração da bobina. Com a interrupção, os contatos do relé não voltam imediatamente à sua posição de normal, mas demoram uma fração de segundo, que é quanto o capacitor precisa para descarregar-se novamente pela bobina. Com a volta dos contatos à condição inicial, temos uma nova carga, e o fenômeno se repete.

Nesse ciclo de abrir e fechar o relé, circulam pulsos de corrente pelo alto-falante produzindo um ruído semelhante ao da arma. A velocidade dos tiros depende tanto do valor do capacitor quanto do tipo do relé utlizado (resistência de sua bobina) portanto, o leitor deverá fazer experiências para o valor que dê melhor efeito. Na **figura 1** temos o diagrama completo do aparelho.

Na **figura 2** mostramos a disposição dos componentes, que podem ser instalados numa caixinha para melhorar a acústica.

O relé pode ser de qualquer tipo com 6 V de bobina e corrente de no máximo 100 mA. Tipos econômicos de uso geral podem ser empregados.

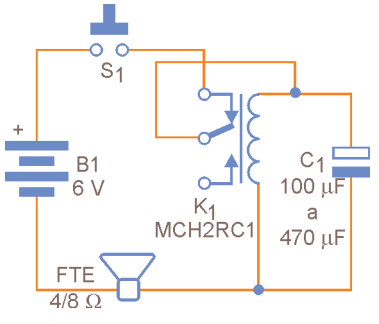
O capacitor pode ter valores entre 100 µF e 470 µF. O interruptor S_1 é de pressão e a alimentação é feita com 4 pilhas comuns de qualquer tamanho. O alto-falante pode ser de qualquer tipo ou tamanho com potência a partir de 1 W. Para testar o aparelho é só pressionar S_1. Se os tiros forem muito lentos, diminua o capacitor C_1.

Lista de materiais 1:

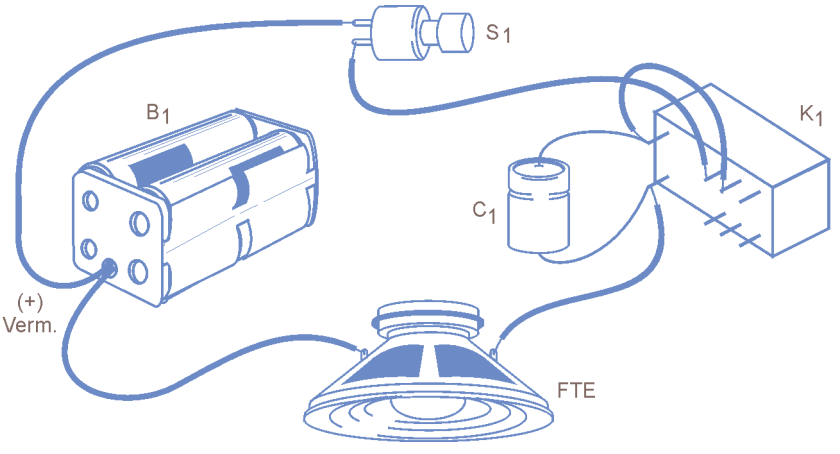
B_1 - 6 V - 4 pilhas comuns
S_1 - Interruptor de pressão NA
K_1 - relé de 6 V sensível - ver texto
C_1 - 100 µF a 470 µF a partir de 6 V - capacitor eletrolítico - ver texto
FTE - 4 ou 8 Ω - alto-falante pequeno

Diversos:
Suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

1 Diagrama completo da metralhadora eletrônica.



2 Disposição dos componentes na montagem final



Projeto 02:
Pisca-Pisca com LEDs

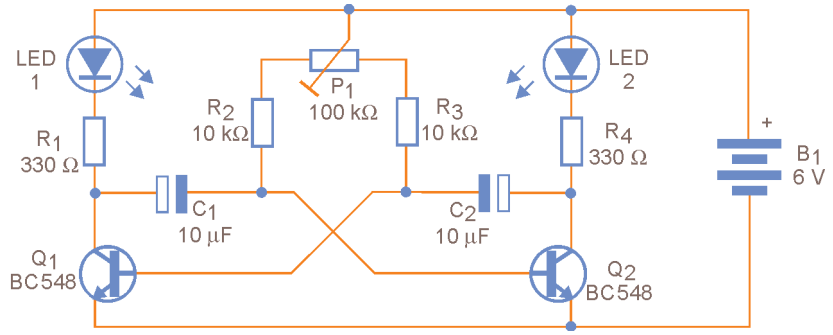
Com apenas dois transistores e alguns componentes adicionais é possível fazer dois LEDs piscar alternadamente. O aparelho pode ser usado como um alarme psicológico em robôs e outros dispositivos de mecatrônica, ou ainda em maquetes, jogos e presépios. Os dois LEDs são acionados alternadamente pela comutação de dois transistores, que podem ser de qualquer tipo. O ciclo de acendimento de cada um é determinado tanto pelos valores dos capacitores empregados, quanto pelo ajuste de um potenciômetro.

O potenciômetro ou *trimpot* pode ter seus valores na faixa de 22 kΩ a 100 kΩ e os capacitores, valores entre 2,2 µF e 100 µF. Quanto maior for o valor dos capacitores, maior será o intervalo entre as piscadas, ou mais baixa será a frequência de operação do circuito. Os transistores podem ser de qualquer tipo NPN de uso geral, inclusive reaproveitados de equipamentos velhos.

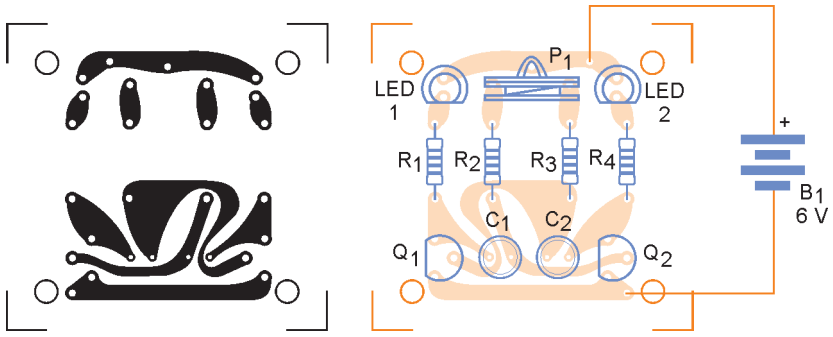
A alimentação deve ser feita com tensão de 6 a 9 V obtida de pilhas ou bateria. A corrente exigida é baixa, o que garante uma boa durabilidade para as pilhas ou bateria. Na **figura 3** vemos o diagrama completo deste aparelho.

Na **figura 4** exibimos a disposição dos componentes numa pequena placa de circuito impresso, mas a montagem pode ser feita de maneira menos formal utlizando-se uma ponte de terminais comum ou de parafusos.

3 Diagrama completo do pisca-pisca com LEDs



4 Montagem numa placa de circuito impresso



Com uma montagem bem compacta, o aparelho pode ser instalado numa pequena caixa plástica. Durante a montagem, observe as posições do LED, e transistores e dos capacitores eletrolíticos, que são polarizados. Para testar o aparelho e usá-lo, basta colocar as pilhas no suporte. Como não há interruptor geral os LEDs devem começar a piscar imediatamente.

Se quiser alterar a frequência, troque os capacitores. No potenciômetro ou *trimpot* é possível alterar a frequência do circuito, ou o tempo de acendimento de cada LED. Para ligação de mais LEDs, eles podem ficar em série em cada ramo do circuito. No entanto, o limite é de três LEDs, pois a tensão de acionamento dos tipos vermelhos é de 1,6 V, o que significa que, para que o funcionamento seja normal, devemos aumentar a tensão de alimentação para 9 V.

Se ligarmos os LEDs em paralelo, cada um deverá ser colocado em série com um resistor de 330 Ω e, neste caso, também não recomendamos uma quantidade maior do que 3 por transistor.

Lista de materiais 2:

Semicondutores:
Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - qualquer transistor NPN de uso geral
LED_1, LED_2 - LEDs comuns de qualquer cor

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1, R_4 – 330 Ω - laranja, laranja, marrom
R_2 , R_3 – 10 k Ω - marrom, preto, laranja
P_1 – 100 k Ω - trimpot ou potenciômetro

Capacitores:
C_1, C_2 - 10 µF/6 V - eletrolíticos

Diversos:
B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas
Ponte de terminais, suporte de pilhas, fios, solda, etc.

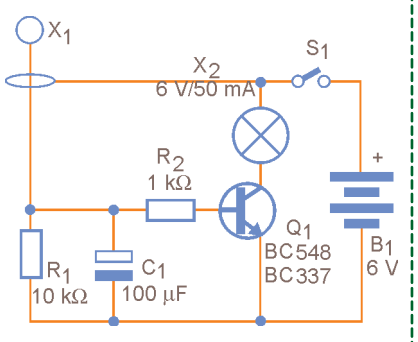
Projeto 03:
Luz de freio para robôs

Esta montagem, além de luz de freio, pode servir também como um minialarme de vibração ou balanço, ou ainda como um sismógrafo experimental para demonstrações em feiras de ciências.

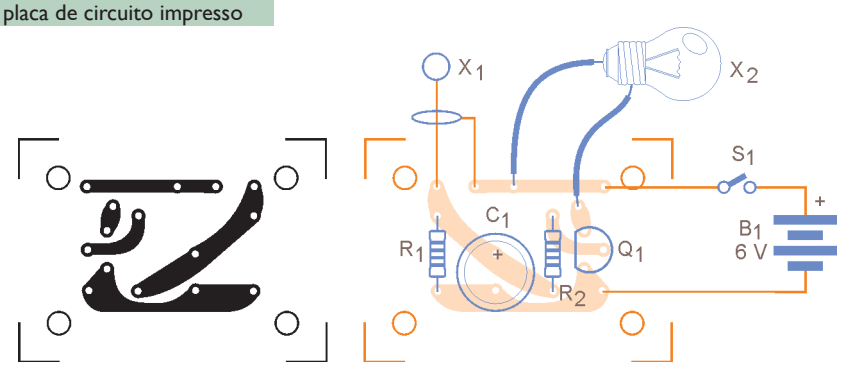
O princípio de funcionamento é simples: instalado numa caixinha e levado na bicicleta com a luz na parte traseira, ele tem um sensor de pêndulo (X_1).

Em condições normais o pêndulo não encosta na argola (ambos devem ser feitos com fio nu). Quando acontece a freada, o pêndulo balança e encosta na argola, fazendo com que o capacitor C_1 se carregue e acione por uns segundos a lâmpada indicadora X_2. Evidentemente, a argola e o pêndulo devem ser suficientemente rígidos para não provocar o disparo do circuito pelo balanço normal do

5 Diagrama completo do aparelho



6 Aspecto da montagem numa placa de circuito impresso



veículo em que ele está instalado, ou quando ele passar sobre um buraco ou ondulação.

A sua posição de montagem no sentido de que ocorra o acionamento somente ao frear, é importante. O aparelho é alimentado por pilhas comuns e em lugar da lâmpada pode ser usado um LED "jumbo" vermelho em série com um resistor de 1 a 33 kΩ. Na **figura 5** temos o diagrama completo do aparelho.

Na **figura 6** apresentamos a disposição dos componentes numa pequena placa de circuito impresso, mas existe a possibilidade de se fazer uma montagem "pendurada" em uma ponte de terminais comuns ou mesmo de parafusos.

A lâmpada deve ser de 50 mA no máximo, tanto para se evitar problemas de desgaste das pilhas quanto para não forçar o transistor. A temporização é dada pelo capacitor C_1, que pode ter valores entre 47 µF a 470 µF. O sensor é feito com fio de cobre grosso sem capa e o peso na ponta pode ser uma bolinha feita de massa epoxi.

Para testar o aparelho é simples: basta alimentar o circuito e balançar levemente o sensor de modo que a argola encoste no fio com o peso. A lâmpada deverá acender e ficar acesa por uns instantes. Comprovado o funcionamento, é só fazer a instalação definitiva no robô, ou em outra aplicação.

Lista de materiais 3:

Semicondutores:
Q_1 - BC548 ou BC337 - transistor NPN de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1 – 10 k Ω - marrom, preto, laranja
R_2 – 1 k Ω - marrom, preto, vermelho

Capacitores:
C_1 - 47 a 470 µF/6 V - eletrolítico

Diversos:
X_1 - sensor - ver texto
X_2 - 6 V x 50 mA - lâmpada comum
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas

Ponte de terminais, suporte para 4 pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

Projeto 04:
VU-Meter Simples

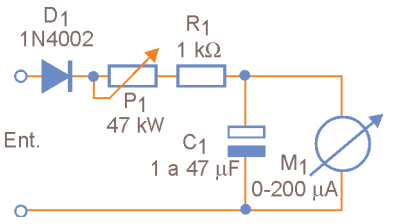
Eis um circuito simples que pode ser ligado na saída de qualquer aparelho de som para fazer um instrumento "balançar" no ritmo da música. O instrumento usado é um microamperímetro de 0-200 µA, ou valor próximo desse, pois o projeto não é crítico. Este instrumento, de baixo custo, pode até ser aproveitado de algum equipamento fora de uso.

O circuito é ligado em paralelo com a saída dos alto-falantes dos dois canais do aparelho de som (um para cada caso o aparelho seja estéreo, se o leitor quiser). O único ajuste a ser feito é o de um *trimpot,* que tem por finalidade encontrar a sensibilidade do circuito de acordo com a potência do aparelho de som. Na **figura 7** temos o diagrama completo do VU-meter simples.

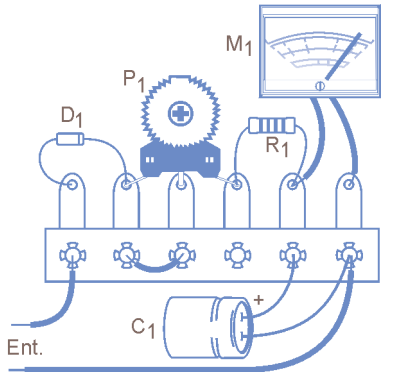
A disposição dos componentes numa ponte de terminais é mostrada na **figura 8**.

O conjunto pode ser colocado no interior de uma caixinha plástica, ou mesmo adaptado à caixa do amplificador em que ele está instalado, ou quando ele passar sobre um buraco ou ondulação.

7 Diagrama do VU-meter



8 Disposição dos componentes numa ponte de terminais



Lista de materiais 4:

D_1 - 1N4002 ou equivalente - diodo de silício
P_1 - 47 k Ω - trimpot
R_1 - 1 k Ω, 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
C_1 - 1 a 47 µF/12 V - capacitor eletrolítico
M_1 - 0-200 µA - microamperímetro comum - ver texto

Diversos:
Ponte de terminais, terminal de entrada para ligação (ponte com parafusos), caixa para montagem, fios, solda, etc.

ficador ou equipamento de som disponível. No caso, pode ser "embutido no painel", ou ainda de outra forma, conforme o gosto de cada um.

O diodo admite equivalentes como o 1N4148 ou 1N4007. O *trimpot* é comum, o resistor é de 1/8 W ou maior. Dependendo da inércia desejada ou velocidade de resposta do instrumento o capacitor C_1 pode ser alterado na faixa de valores que vai entre 1 µF até 100 µF.

Será interessante o leitor fazer experiências, pois cada instrumento tem suas próprias características e o capacitor ajuda a fazer a adaptação do circuito. Os eletrolíticos podem ter qualquer tensão de trabalho a partir de 12 volts.

Para ajustar o aparelho, ligue os pontos A e B na saída de seu sistema de som (fios que vão para os alto-falantes). Depois, abra ligeiramente o volume e ajuste P_1 até que o ponteiro oscile suavemente ao ritmo da música. Se notar que o ponteiro tende a deflexionar para o lado errado, inverta as ligações do instrumento M_1. Qualquer microamperímetro com fundo de escala entre 100 µA e 0,1 mA pode ser experimentado.

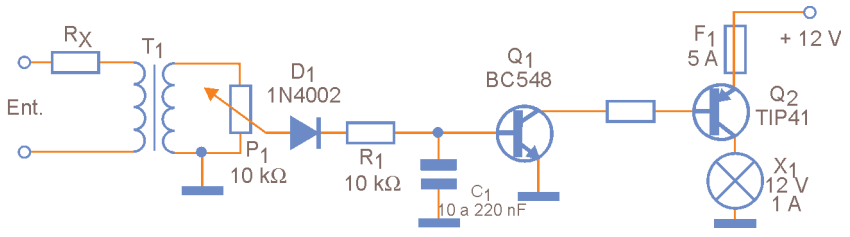
Projeto 05: Luz Rítmica de 12 V

Este circuito pode ser usado no carro, ou mesmo no lar, em conjunto com uma fonte de 12 V com pelo menos 1 A para se obter efeitos especiais de luz acompanhando o som. Com ele, uma lâmpada de 12 V vai piscar no ritmo da música reproduzida pelo seu equipamento de som. A sensibilidade do aparelho é muito boa e até mesmo o som de um rádio portátil pequeno é suficiente para excitar o circuito. Neste caso, o sinal pode ser retirado do jaque de fones, ou ainda do próprio alto-falante.

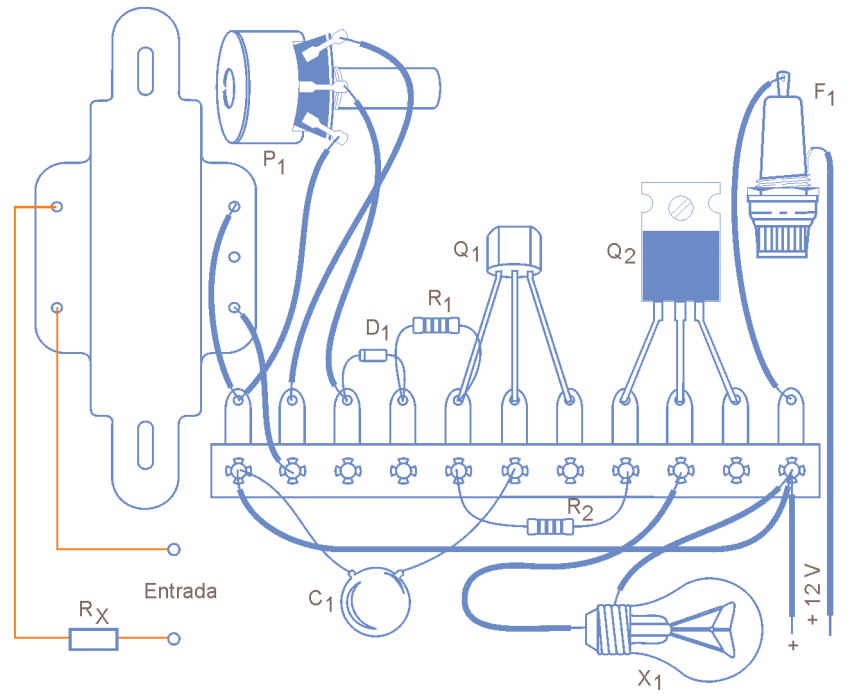
O circuito pode alimentar lâmpadas incandescentes de até 1 ampère e possui um controle de sensibilidade. O capacitor C_1, com valores entre 10 nF e 220 nF, determina a resposta de frequência do circuito em relação aos sons. Com valores maiores, o circuito tende a responder mais aos sons graves.

Montado em um pequeno módulo, o aparelho pode ser utilizado no carro produzindo um efeito muito interessante de luz. Na **figura 9** temos o diagrama completo do aparelho.

9 Diagrama completo da luz rítmica



10 Disposição dos componentes numa ponte de terminais



Na **figura 10** observamos a disposição dos componentes numa pequena ponte de terminais isolados, porém nada impede que os leitores mais habilidosos façam a montagem em placa de circuito impresso.

Observe que o transistor Q_2 deve ser montado em um radiador de calor, que consiste numa lâmina de metal dobrada em forma de "U". Para a entrada dos sinais podem ser usados fios comuns numa montagem definitiva, ou, se o leitor preferir, uma ponte de terminais com parafusos.

O transformador pode ser qualquer um utilizado em fontes de alimentação com enrolamento primário de 110 V ou 220 V (que será ligado ao potenciômetro) e secundário de qualquer tensão entre 4 e 12 V - com corrente entre 100 e 500 mA. O resistor Rx deve ser reduzido se a potência do aparelho de som for menor que 1 W (radinhos, *CD-players*, ou gravadores). Os demais resistores são de 1/8 W e o capacitor C_1 pode ser cerâmico ou de poliéster.

O potenciômetro é comum e o aparelho não precisa de interruptor geral, pois, ao se desligar o som na entrada, o consumo cai a zero. O diodo D_1 admite equivalentes como os 1N4004, 1N4148.

Para experimentá-lo, ligue nas entradas A e B os fios do alto-falante de um aparelho de som, a saída de um rádio portátil ou a saída de fone. Ligue os pontos C e D na alimentação. Coloque o som no volume desejado e ajuste P_1 para que a lâmpada pisque ao ritmo da música. Se não conseguir isso, re-

Lista de materiais 5:

Semicondutores:
Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
Q_2 - TIP41 - transistor NPN de potência
D_1 - 1N4002 ou equivalente - diodo de silício

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_x – 47 Ω/1 W - amarelo, violeta, preto
R_1 - 10 kΩ - marrom, preto, laranja
R_2 – 22 Ω - vermelho, vermelho, preto
P_1 - 10 k Ω - potenciômetro

Capacitores:
C1 - ver texto

Diversos:
T_1 - Transformador de alimentação - ver texto
X_1 – 12 V até 1 A - lâmpada comum
F_1 – 5 A - fusível

Ponte de terminais, ponte de parafusos, caixa para montagem, radiador de calor para Q_2, suporte de fusível, botão para o potenciômetro, fios, solda etc.

duza o valor de Rx. Comprovado o funcionamento do aparelho, feche-o numa caixa ou instale-o de modo definitivo.

Projeto 06: Eletroscópio de folhas

Nos estudos de ciências do primeiro grau e de física do segundo grau descreve-se um aparelho denominado "eletroscópio de folhas", que consiste em um instrumento capaz de detectar cargas elétricas acumuladas em um corpo, ou seja, verificar se um corpo está ou não "carregado" de eletricidade estática. O eletroscópio original é feito com folhas de ouro, que é um material caro, mas existe uma alternativa simples e barata que pode ser usada com excelentes efeitos práticos para aplicações didáticas o qual justamente descrevemos neste artigo.

Este eletroscópio usa material que pode ser conseguido em casa (não precisa comprar nada!) e detecta cargas elétricas acumuladas em pentes, réguas, pedaços de acrílico, plásticos, roupas, etc. Na **figura 11** temos o aspecto deste eletroscópio.

Usando um vidro de boca larga (maionese, por exemplo), preferivelmente com tampa plástica, encaixamos um fio de cobre dobrado de modo a formar um gancho. Neste gancho vamos pendurar um pedaço de papel-alumínio bem fino, dobrado em V. O alumínio deve ser o mais fino possível para ser obtida maior flexibilidade, pois dela depende a sensibilidade do eletroscópio.

Para experimentar o eletroscópio, atrite um pente de plástico, uma caneta esferográfica, ou mesmo uma régua de plástico na sua roupa, de modo a gerar uma boa carga elétrica. Aproximando, ou mesmo tocando na argola de cobre, conforme mostra a **figura 12**, deverá ocorrer a repulsão das folhas de alumínio que então "abrem".

Quanto maior for o ângulo de abertura das folhas, mais carregado estará o objeto que tocou na argola. Explique, na demonstração ou aula, que as folhas abrem porque ficam carregadas com cargas elétricas do mesmo sinal (positivas ou negativas) e por isso surge entre elas uma força de repulsão. Faça uma demonstração atritando em seda ou lã diversos tipos de materiais, demonstrando assim quais se eletrizam com mais facilidade.

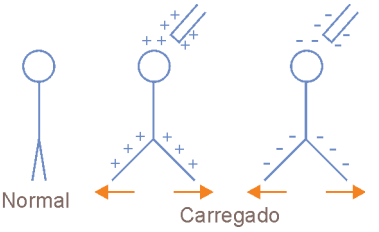
Obs.: Nos dias úmidos, a experiência pode ser mais difícil, pois os objetos carregados perdem rapidamente as cargas adquiridas.

Dica: Fazer um concurso para ver quem descobre o material que se eletriza mais, fazendo com que o eletroscópio tenha a maior indicação.

11 Aspecto do eletroscópio de folhas



12 Demonstrando o funcionamento do eletroscópio



Projeto 07: Computador Elementar

Na verdade, trata-se de um brinquedo que indica quando respostas corretas são escolhidas em um tabuleiro, onde também há perguntas sobre determinados assuntos. O assunto explorado pode ser escolhido à vontade pelo montador. O princípio, ainda que bem simples, é o mesmo da lógica digital que temos nos computadores. Para que o leitor tenha uma idéia, este aparelho é encontrado, inclusive, à venda na forma de brinquedo educacional, o que torna mais interessante a ideia de se construir um com as próprias mãos.

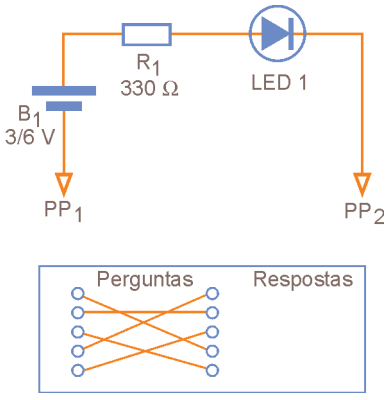
Em um painel existem duas colunas verticais, uma contendo perguntas e outra respostas. As respostas, todavia, estão de forma desordenada. Cada pergunta corresponde a um prego ou um contato elétrico, sendo que o mesmo ocorre com as respostas. Perguntas e respostas são interligadas por um fio oculto por baixo do painel. O jogador, com duas pontas de prova, deve encostar uma na pergun-

Lista de materiais 7:

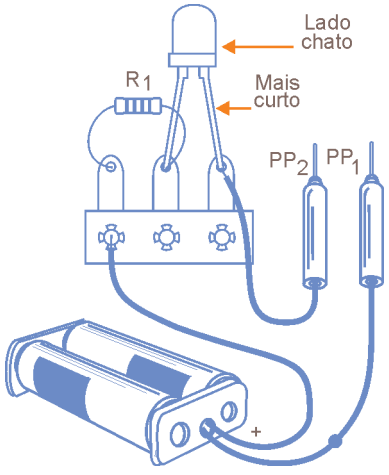
LED_1 - LED vermelho comum
B_1 – 3 V - 2 pilhas pequenas
R_1 – 330 Ω x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
PP_1, PP_2 - pontas de prova

Diversos:
Ponte de terminais, suporte para duas pilhas, painel de madeira, preguinhos, fios, solda, etc.

13 Circuito do computador elementar



14 Disposição dos componentes numa ponte de terminais



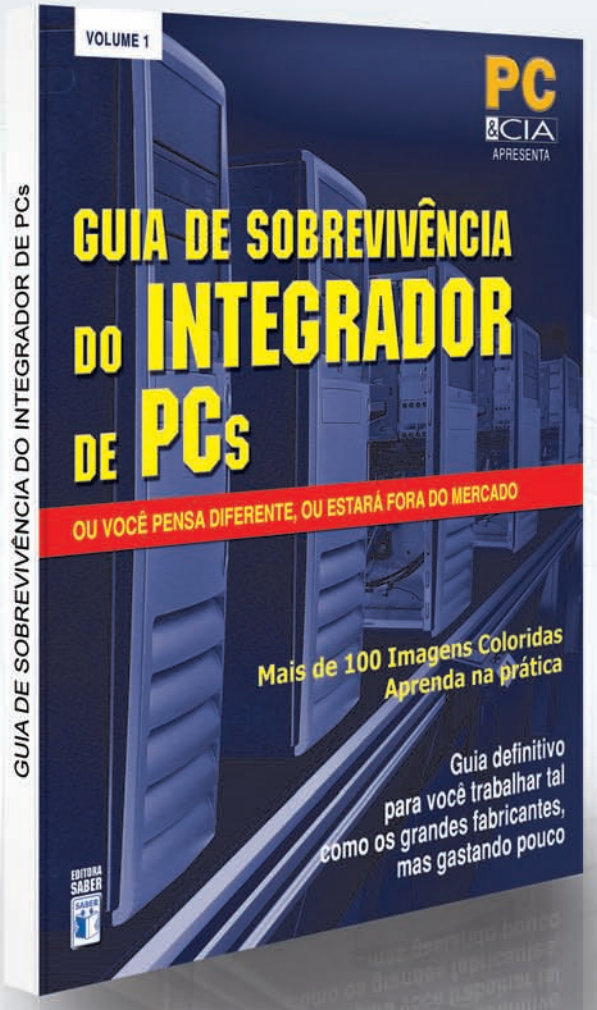
ta e outra na resposta correspondente. Se a resposta estiver correta, um LED indicador acenderá. Se estiver errada, nada acontecerá.

Na **figura 13** temos o circuito que faz o LED acender e o painel para 5 perguntas e suas respostas.

É claro que o leitor pode montar sua versão com muito mais perguntas e o assunto fica por conta de cada um: países e capitais, personalidades e cargos, invenções e datas, jogadores de futebol e equipes, etc. A disposição dos componentes numa ponte de terminais é apresentada na **figura 14**.

O LED pode ser de qualquer tipo ou cor, e o resistor é de 1/8 W ou maior. Para os contatos do painel, sugerimos o uso de pequenos pregos,

Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



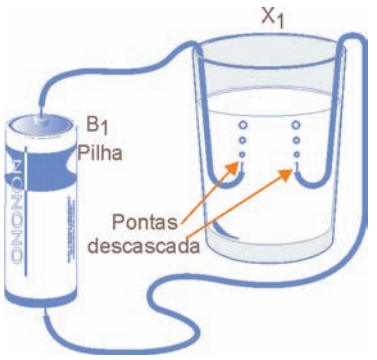
Aprenda sobre:
- Construção de um laboratório técnico
- Mitos e verdades sobre o aterramento elétrico, como fazer e medir corretamente
- Equipamentos ideais para proteção elétrica
- Montagem passo a passo de uma bancada de baixo custo protegida contra ESD
- PCs confiáveis, o que você precisa saber para ter uma montagem à prova de falhas
- Execução de testes de estresse e burn-in
- Restauração automatizada do sistema: entregue mais valor para seus clientes
- Medição de temperatura
- Check-List para montagem e testes de micro

Veja mais detalhes em
www.editorasaber.com.br/livros

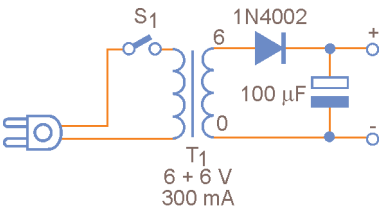
15 Diagrama do aparelho utilizado no experimento



16 Aspecto da montagem



17 Sugestão de fonte para substituir as pilhas



parafusos de 1/8 de polegada, ou ainda percevejos. Os pregos comuns têm a vantagem de aceitar a solda na ligação dos fios. As pontas de prova PP_1 e PP_2 podem ser feitas com pregos maiores, ou então usadas pontas de multímetros que são adquiridas prontas.

O painel pode ser uma chapa de madeira compensada de uns 30 x 40 cm, de modo a caberem bastantes perguntas e respostas. Na verdade propomos adaptar cartolinas que se encaixem de modo a permitir a mudança de assunto, o que torna o uso do painel do computador mais interessante.

Competição: Organizar concurso de perguntas e respostas. O professor pode montar uma versão "gigante' e utilizar na sala de aula.

Projeto 08: Experiência de eletroquímica

Experiências que envolvem eletricidade e química são atraentes, principalmente aquelas nas quais são observadas mudanças de cores de substâncias. Descreveremos aqui uma em especial que é bastante simples, podendo ser realizada sem a necessidade de qualquer material difícil de se obter ou perigoso de se manusear.

Trata-se de uma experiência inofensiva, que certamente resultará num excelente trabalho para o aluno de escolas cursando os níveis fundamental e médio. O que fazemos é provocar uma mudança de cor em um líquido existente num copo pela passagem de uma corrente elétrica. O líquido é simplesmente uma mistura de água comum, sal e algumas gotas de tinta azul usada em canetas. Assim que a corrente elétrica começar a circular pelo líquido, e com isso provocar uma reação química conhecida por "eletrólise", vão ser produzidas novas substâncias que, reagindo com a tinta, provocam a descoloração.

Temos então uma mudança visível da cor do líquido, que acaba por perder a cor azul da tinta que estava dissolvida. Demonstramos, então, de que modo uma corrente elétrica provoca reações químicas e, como nas reações, os pigmentos da tinta podem ser modificados de modo a não ter nenhum efeito na coloração. Na **figura 15** temos o diagrama do aparelho elétrico usado na experiência. O aspecto real da montagem é exibido na **figura 16**.

Em lugar da pilha ou pilhas, podemos usar uma fonte de alimentação com corrente até 1 A. Essa fonte pode ter tensões entre 1,5 e 9 volts. Uma sugestão de fonte simples, que evita o uso de pilhas caras, é apresentada na **figura 17**.

Uma pilha grande também serve, fornecendo uma corrente por um bom tempo para a realização da experiência algumas vezes. No copo, colocamos água comum e dissolvemos uma pitada de sal para tornar a solução condutora. Depois, pingamos uma ou duas gotas de tinta azul de caneta. As pontas do fio que fazem contato com a solução devem ser descascadas em 1 ou 2 cm.

No momento em que os fios forem posicionados no copo, começando a circular a corrente, já começarão a ocorrer as alterações que levam à descoloração do líquido. A experiência estará completa quando a solução perder totalmente a cor azul da tinta. Para repetir a experiência, temos de lavar o copo e preparar uma nova solução.

As borbulhas que sobem nas pontas dos fios durante a experiência se devem aos gases produzidos durante a reação química que, neste caso, podem ser o hidrogênio, o oxigênio e outros que podem ser liberados das substâncias envolvidas na reação.

A oxidação dos fios também é resultado das reações que ocorrem no processo. Com o tempo, os fios podem se desgastar completamente e deverão ser substituídos. Professores de química podem encontrar combinações interessantes de substâncias que mudam de cor quando submetidas ao mesmo processo de eletrólise e criar novas experiências.

Lista de materiais 8:

B_1 - 1,5 a 6 V - pilhas ou fonte
X_1 - Copo com água e sal, mais gotas de tinta e eletrodos

Fios, solda, etc.

Literatura Técnica

Nesta nova coluna, contamos com a participação do nosso colaborador Renato Paiotti . Todo mês ele vai "devorar" dois livros com temas referentes a ciência, tecnologia e curiosidades, mas este espaço é aberto para você, leitor, que quiser dividir conosco o seus gostos de leitura. Basta escolher um ou mais livros e fazer um pequeno resumo, dizendo para quem você indica e para quem não indicaria o livro e os motivos. As sugestões podem ser enviadas para o e-mail: atendimento@mecatronicafacil.com.br.

Para adquirir os livros acesse:
www.novasaber.com.br

100 cientistas que mudaram o mundo - Jon Balchin - Editora Madras - 317 páginas

Quando peguei este livro pela primeira vez e li o título da capa, logo pensei em um livro com diversas biografias retiradas de diversas bibliotecas que poderiam ser encontradas facilmente na Wikipédia, porém não foi isto que encontrei. Ao ler o livro pude notar que o autor aborda a história da Ciência em si e todas as descobertas e inventos criados pelos gênios da humanidade de forma cronológica e com um texto fácil de ler, o que torna o livro interessante, uma vez que ele não pega uma personalidade e conta a história de sua vida ano a ano, mas sim foca o invento ou a descoberta e também o porque desse invento.

O livro não aborda as técnicas e descrições dos eventos/inventos/personagens a fundo, somente traz uma explicação de como eles contribuíram para a humanidade. Recomendo ao leitor que se interessou por um determinado cientista mencionado no livro, que procure mais sobre ele e não se baseie em tudo escrito sobre ele como está neste livro, pois é somente um resumo do que aconteceu de importante no campo da Ciência na história, principalmente no que se refere aos termos técnicos que, em algumas áreas, são parecidos como por exemplo a invenção do rádio por Marconi e a descoberta do elemento radioativo (radio) pela Marie Curie.

Para quem indico: Indico este livro para aqueles que amam a ciência, gostam de saber como os cientistas e inventores tiveram aquela grande ideia e o impacto que ela causou na época, além de saber como e porque aquele invento ou descoberta apareceu somente naquele instante e não antes.

Para quem não indico este livro: Para aqueles que esperam pegar um livro para um trabalho escolar, onde conta ano após ano a vida de um determinado cientista, para isto recomendo uma biblioteca ou o **pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal** (wikipedia)

Aumente o poder do seu cérebro - Ken Russell e Philip Carter - Editora Madras - 147 páginas

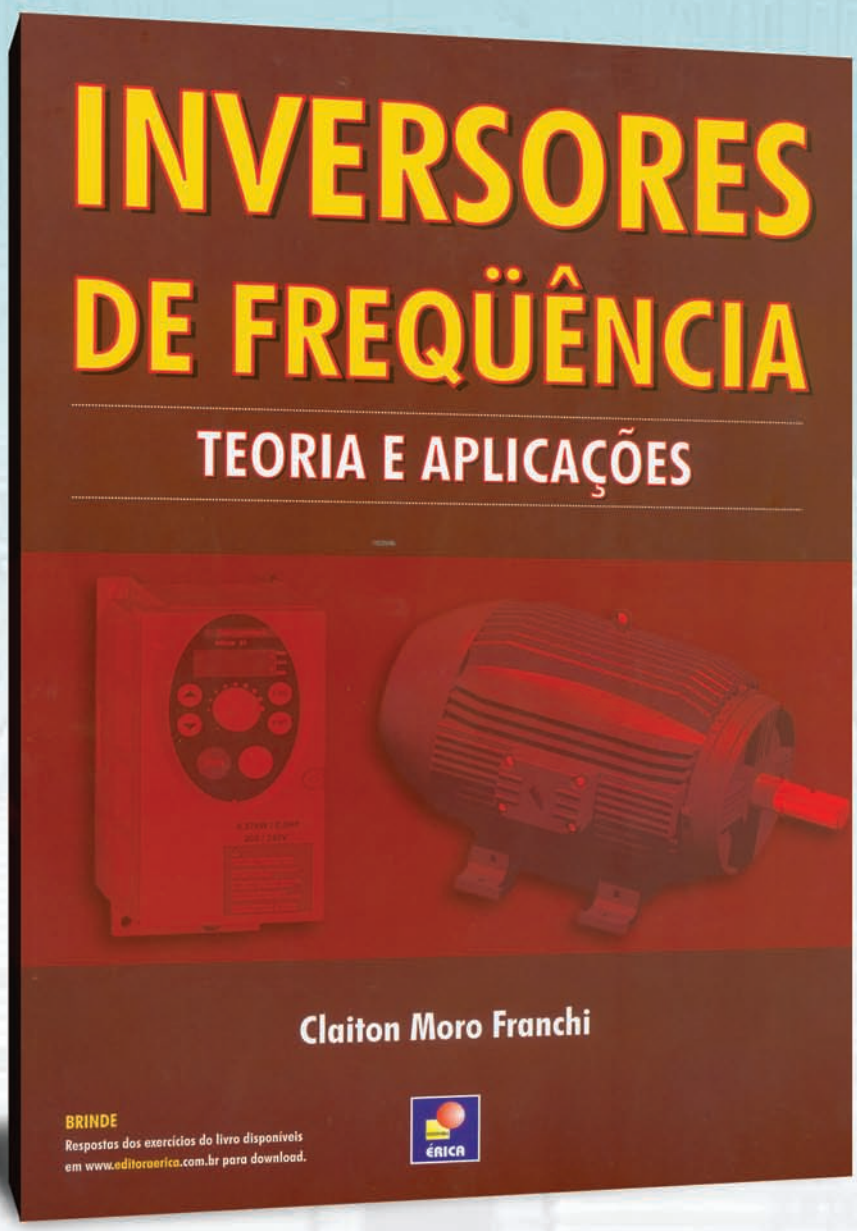
Este livro traz uma série de testes e desafios em vários níveis de dificuldade que têm como finalidade trabalhar, ou forçar o funcionamento do cérebro em 3 etapas: criatividade, memória e raciocínio lógico. Os testes são os mais variados: em alguns, a resposta pode ser qualquer coisa, já que o intuito é desenvolver a criatividade; outros possuem respostas óbvias e também existem aqueles com respostas que você resmunga "Puxa, por que não tinha pensado nisso?" Em cada divisão de testes os autores fazem uma pequena introdução sobre o cérebro em si e em quais áreas dele atuam a criatividade, a lógica e a memória.

No final do livro os autores apresentam um teste de QI que não é o oficialmente aplicado, mas serve de parâmetro para medir o índice.

Para quem indico: Indico este livro para professores, pois na minha opinião ele é de grande ajuda para aplicar testes em uma sala de aula onde é possível selecionar quais alunos têm uma certa apitidão para um determinado assunto e outros que têm determinadas dificuldades. Vale lembrar aos professores que é importante ver se o grau de dificuldade se aplica à idade daquela turma. Indico também este livro para aqueles que gostam de desafios mentais, para os que gostam de uma questão para apresentar numa roda de amigos e ainda para aqueles que trabalham na seleção de profissionais e utilizam testes para o recrutamento.

Para quem não indico: Para aqueles que procuram uma fórmula mágica de aumentar o poder do cérebro, pois o que os autores apresentam são apenas exercícios que podem ajudar o seu desenvolvimento como também uma explicação sobre o que você está desenvolvendo. É preciso a prática para o desenvolvimento, e o que o livro traz são exercícios para isto.

O Mais Vendido de 2008



Com uma linguagem clara e objetiva aborda os conceitos básicos dos inversores de frequência, seus princípios de funcionamento, controles escalar e vetorial, características de instalação, aplicações e uma descrição detalhada dos seus parâmetros.
Exercícios são propostos ao final de cada capítulo para facilitar a compreensão e a fixação dos assuntos abordados. Fornece um apêndice que mostra os transdutores de velocidade, fundamentais para o controle de velocidade com inversores de frequência.

novasaber
www.novasaber.com.br